

Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području Parka Maksimir (2017-2018)

Roce, Angela

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:535157>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-27**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

ANGELA ROCE

**MONITORING TVRDIH KRPELJA (fam. Ixodidae) NA
PODRUČJU PARKA MAKSIMIR (2017. – 2018.)**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2017.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

**MONITORING TVRDIH KRPELJA (fam. Ixodidae) NA PODRUČJU
PARKA MAKSIMIR (2017. – 2018.)**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Integrirana zaštita šuma

Ispitno povjerenstvo:

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

Student: Angela Roce

JMBAG: 0068217980

Broj indeksa: 692/2015

Datum odobrenja teme: 20.04.2017.

Datum predaje rada: 10.09.2017.

Datum obrane rada: 22.09.2017.

Zagreb, rujan 2017.

Zahvala

Zahvaljujem se svome mentoru prof. dr. sc. Josipu Margaletiću što mi je omogućio izradu diplomskog rada.

Velika zahvala voditelju moga diplomskog rada dr.sc. Marku Vucelji i mag.ing.silv. Marku Boljfeću koji su svojim znanstvenim i stručnim savjetima oblikovali ideju i pomogli mi u izradi ovoga diplomskog rada i koji su uvijek bili na raspolaganju kada sam trebala njihovu pomoć.

Svojoj prijateljici i kolegici Magdaleni Modrić zahvaljujem na svim lijepim trenucima koje smo zajedno provele od prvog dana studiranja, na podršci, pomoći i svim uspomnama koje ću zauvijek nositi u sebi.

Također zahvaljujem svim prijateljima koji su bili uz mene te svima onima koji su mi pomogli pri izradi ovog diplomskog rada.

Posebna zahvala mom dečku Natanu na velikoj podršci, strpljenju i razumijevanju tijekom studiranja. Hvala i na svim lijepim riječima, kritikama i savjetima zbog kojih sam postala bolja osoba. Hvala ti što si uvijek moj oslonac!

Veliku zahvalnost iskazujem cijeloj svojoj obitelji koja me je uvijek podržavala i upućivala na pravi put.

Na kraju, najveću zahvalnost dugujem svojim roditeljima koji su mi omogućili studiranje. Hvala na svim savjetima, riječima ohrabrenja i neizmjerne ljubavi. Hvala što ste vjerovali u mene!

| | | |
|---|-------------------------------------|--------------------|
|  | IZJAVA O IZVORNOSTI RADA | OB ŠF 05 07 |
| | | Revizija: 1 |
| | | Datum: 22.09.2017. |

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

vlastoručni potpis

Angela Roce

U Zagrebu, 22.09.2017.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

| | |
|---------------------|---|
| Naslov | Monitoring tvrdih krpelja (fam. <i>Ixodidae</i>) na području parka Maksimir (2017. – 2018.) |
| Autor | Angela Roce |
| Adresa autora | Lošinjska ulica 25, 52221 Rabac |
| 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 | 41 stranica, 4 tablice, 17 slika, 6 grafikona, 49 navoda literature |
| Ključne riječi | tvrdi krpelji (porodica: <i>Ixodidae</i>), park Maksimir, zoonoze |
| Sažetak | Krpelji su glavni prijenosnici zoonoza (lyme borelioze, krpeljnog meningoencefalitisa, babezioze) kod ljudi i životinja, te je stoga bitno utvrditi njihovu brojnost, kako bi se podigla svijest o realnoj opasnosti od ugriza krpelja. Uzorkovanje tvrdih krpelja (Acari: <i>Ixodidae</i>) na području parka Maksimir obavljeno je od veljače do rujna 2017. godine. Prilikom uzorkovanja krpelja determinirana je samo jedna vrsta - obični ili šumski krpelj (<i>Ixodes ricinus</i>). Među uzorkovanim krpeljima, utvrđena je dominacija ženki, dok je najveći broj jedinki bio u stadiju nimfe. Jedinke u razvojnem stadiju larve nisu zabilježene. Maksimum brojnosti vrste bio je u svibnju. |

POPIS TABLICA

Tablica 1: Klasifikacija krpelja

Tablica 2: Bolesti koje prenose krpelji i njihovi uzročnici (Web 19)

Tablica 3: Evidencija uzorkovanih krpelja u parku Maksimir za razdoblje veljača-rujan 2017. godine

Tablica 4: Podaci o temperaturi, količini oborina i vlažnosti zraka za postaju Maksimir (Zagreb, 2017)

POPIS SLIKA

Slika 1: Ventralni (lijevo) i dorzalni (desno) prikaz tijela mužjaka krpelja roda *Ixodes* (Nuttall i sur., 1908, Borak 2014)

Slika 2: Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda *Ixodes* (Nuttall i sur. 1908, Borak 2014)

Slika 3: Trenutna rasprostranjenost šumskog krpelja u Europi prema Europskom centru za prevenciju i kontrolu bolesti, Travanj 2017 (Web 16)

Slika 4: Prikaz razvojnih stadija vrste *Ixodes ricinus* (Boljfetić, 2017)

Slika 5: Životni ciklus krpelja s tri domaćina (Web 6)

Slika 6: Analiza klimatskih promjena grada Zagreba

Slika 7: Rangovi srednje godišnje temperature zraka (odstupanja od referentnog klimatskog razdoblja 1961.-1990.) od najtoplijeg do najhladnijeg

Slika 8: Različiti oblici erytheme migrans (Web 3)

Slika 9: Broj oboljelih od lajmske borelioze u razdoblju 1998. - 2013.

Slika 10: Pravilan način vađenja krpelja iz kože (Web 17)

Slika 11: Krpeljna zatega (Boljfetić, 2017)

Slika 12: Prikaz transekata na kojima je obavljeno uzorkovanje krpelja (Izvor: Google maps)

Slika 13: Transekt 1 (Boljfetić, 2017)

Slika 14: Transekt 2 (Boljfetić, 2017)

Slika 15: Transekt 3 (Boljfetić, 2017)

Slika 16: Transekt 4 (Boljfetić, 2017)

Slika 17: Transekt 5 (Boljfetić, 2017)

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1: Sezonska dinamika uzorkovanih krpelja na području parka Maksimir u 2017. godini

Grafikon 2 Prikaz brojnosti krpelja i kretanja temperature

Grafikon 3 Prikaz brojnosti krpelja, temperature i vlage zraka te količine oborina

Grafikon 4 Brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece obavljanja uzorkovanja

Grafikon 5 Ukupan broj jedinki pronađenih na svakom transektu

Grafikon 6 Udio krpelja po stadiju, odnosno spolu

Sadržaj

| | |
|---|-----|
| DOKUMENTACIJSKA KARTICA..... | I |
| POPIS TABLICA..... | II |
| POPIS SLIKA..... | III |
| POPIS GRAFIKONA..... | IV |
| 1. Uvod | 1 |
| 2. Predmet istraživanja | 2 |
| 2.1. Sistematika krpelja..... | 2 |
| 2.2. Morfologija tvrdih krpelja..... | 3 |
| 2.3. Rasprostranjenost i stanište..... | 5 |
| 2.4. Razvojni ciklus krpelja..... | 7 |
| 2.5. Utjecaj globalnog zatopljenja na krpelje | 10 |
| 2.5. Bolesti prenošene krpeljima | 11 |
| 2.5.1. Krpeljni meningoencefalitis (KME) | 12 |
| 2.5.2. Krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica..... | 13 |
| 2.5.3. Borelijoza - lajmska bolest..... | 14 |
| 2.5.4. Tularemija | 15 |
| 2.5.5. Erlihioza..... | 17 |
| 2.5.6. Babezioza | 17 |
| 2.5.7. Rikecije..... | 18 |
| 2.6. Mjere zaštite od krpelja | 19 |
| 2.6.1. Preporučene osobne mjere zaštite..... | 19 |
| 2.6.2. Preporučene mjere u slučaju uboda krpelja..... | 20 |
| 3. Ciljevi istraživanja | 21 |
| 4. Metode istraživanja..... | 21 |
| 4.1. Područje istraživanja | 22 |
| 4.2. Opis mikrolokacija..... | 24 |
| 4.2.1. Transekt 1 | 24 |
| 4.2.2. Transekt 2 | 25 |
| 4.2.3. Transekt 3 | 26 |
| 4.2.4. Transekt 4 | 26 |
| 4.2.5. Transekt 5 | 27 |
| 5. Rezultati istraživanja..... | 28 |
| 6. Rasprava | 32 |
| 7. Zaključak..... | 35 |
| 8. Literatura | 36 |
| 9. Prilozi..... | 39 |

1. Uvod

Krpelji su hematofagni artropodi iz skupine paučnjaka (razred *Arachnida*). Domaćini krpelja su sisavci, ptice, gmazovi, te rjeđe vodozemci (Hillyard 1996). U medicinskom i veterinarskom pogledu najvažnija je porodica Ixodidae (tvrđi krpelji) (Lindgren i Jaenson, 2006). Krpelji su paraziti koji su značajni u odnosu prema čovjeku i zdravlju kao prijenosnici uzročnika različitih bolesti. Ukoliko su zaraženi, krpelji sisanjem krvi mogu prenijeti uzročnika zarazne bolesti na domaćina. Približno 10% od 896 poznatih vrsta krpelja, prenosioci su uzročnika bolesti u divljih životinja.

Krpelji su učinkoviti prenosnici virusa, bakterija, rikecija i protozoa iz sljedećih razloga: sporo i dugo se hrane na domaćinu pa mogu usisati velik broj uzročnika bolesti; hrane se najmanje jedanput u svakom stadiju pa mogu primiti i prenijeti patogene uzročnike; posjeduju veliki reproduktivni potencijal; imaju visok stupanj preživljavanja; mužjak običnog krpelja može gladovati 18, a ženka 27 mjeseci (Romanović, Mulić, 1999).

Pojavljivanje bolesti koje prenose krpelji (najčešće Lyme boreliozna i krpeljni meningoencefalitis, rjeđe tularemija, Mediteranska pjegava groznica, anaplazmoza, babezioza, erlihioza) ovisno je o prirodnom staništu prenosioca - krpelja s pogodnim uvjetima za njihovo razmnožavanje pa se pojavljuju samo na nekim endemičnim područjima. Nalaze se 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. Rizična skupina izložena krpeljima su ljudi koji profesionalno ili rekreativno borave učestalo u prirodi na područjima gdje postoje prirodna žarišta krpelja (šumari, šumski radnici, vojnici, planinari, lovci, izletnici, turisti itd.).

Većina bolesti koje nastaju nakon ugriza krpelja može se spriječiti samim izbjegavanjem kontakta s krpeljima ili pravovremenim i ispravnim uklanjanjem krpelja s tijela. Samo se jedna bolest (krpeljni meningoencefalitis) može spriječiti i cijepljenjem.

U Hrvatskoj je evidentirana 21 vrsta tvrdih krpelja koje nalazimo na 47 različitih životinjskih vrsta domaćina, a neki od njih su: *Ixodes ricinus*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Dermacentor marginatus*, *Dermacentor reticulatus*, *Haemaphysalis concinna* i *Ixodes hexagonus*. U kontinentalnom dijelu Hrvatske najrasprostranjeniji je

i na čovjeka se najčešće prihvaća tzv. šumski krpelj (*Ixodes ricinus*), a u hrvatskom priobalju je za ljude rizičniji pseći krpelj (*Rhipicephalus sanguineus*) koji prenosi rikecije, koje uzrokuju mediteransku pjegavu groznicu.

Zbog prekomjerne koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi kao posljedice ljudske aktivnosti u posljednjih nekoliko desetljeća suočeni smo s progresivnim globalnim zatopljenjem. Globalno zatopljenje uzrokuje i široki raspon posljedica na ljudsko zdravlje, uključujući i promjene u širenju krpeljom prenosivih patogena. Vremenske i prostorne promjene temperature, oborine i vlaga imaju s velikom vjerojatnošću značajan učinak na biologiju i ekologiju krpelja - vektora, domaćina na kojem se krpelji hrane te mogućnost transmisije uzročnika bolesti.

2. Predmet istraživanja

Predmet ovog istraživanja su tvrdi krpelji porodice Ixodidae. Ista predstavlja najbrojniju skupinu krpelja, koju karakterizira tvrdi vanjski štiti na leđnoj površini tijela. Upravo zbog navedene karakteristike ova je porodica ujedno i dobila naziv tvrdi krpelji.

2.1. Sistematika krpelja

Krpelji pripadaju koljenu člankonožaca (*Arthropoda*), razredu paučnjaka (*Arachnida*), redu grinja (*Acar*) te podredu *Ixodida* u koji pripadaju tri porodice: *Argasidae*, *Ixodidae* i *Nuttalliellidae*. Primarni fokus ovog rada je porodica *Ixodidae* (tvrdi krpelji), a vršenjem monitoringa u parku Maksimir identificirana je jedna vrsta - *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj).

Tablica 1 Klasifikacija krpelja

| | |
|----------|--|
| Koljeno | <i>Arthropoda</i> = člankonošci |
| Razred | <i>Arachnida</i> = paučnjaci |
| Red | <i>Acar</i> = krpelji i grinje |
| Podred | <i>Ixodida</i> = krpelji |
| Porodica | <i>Argasidae</i> = meki krpelji |
| Porodica | <i>Ixodidae</i> = tvrdi krpelji |
| Porodica | <i>Nuttalliellidae</i> = tvrdi krpelji |

2.2. Morfologija tvrdih krpelja

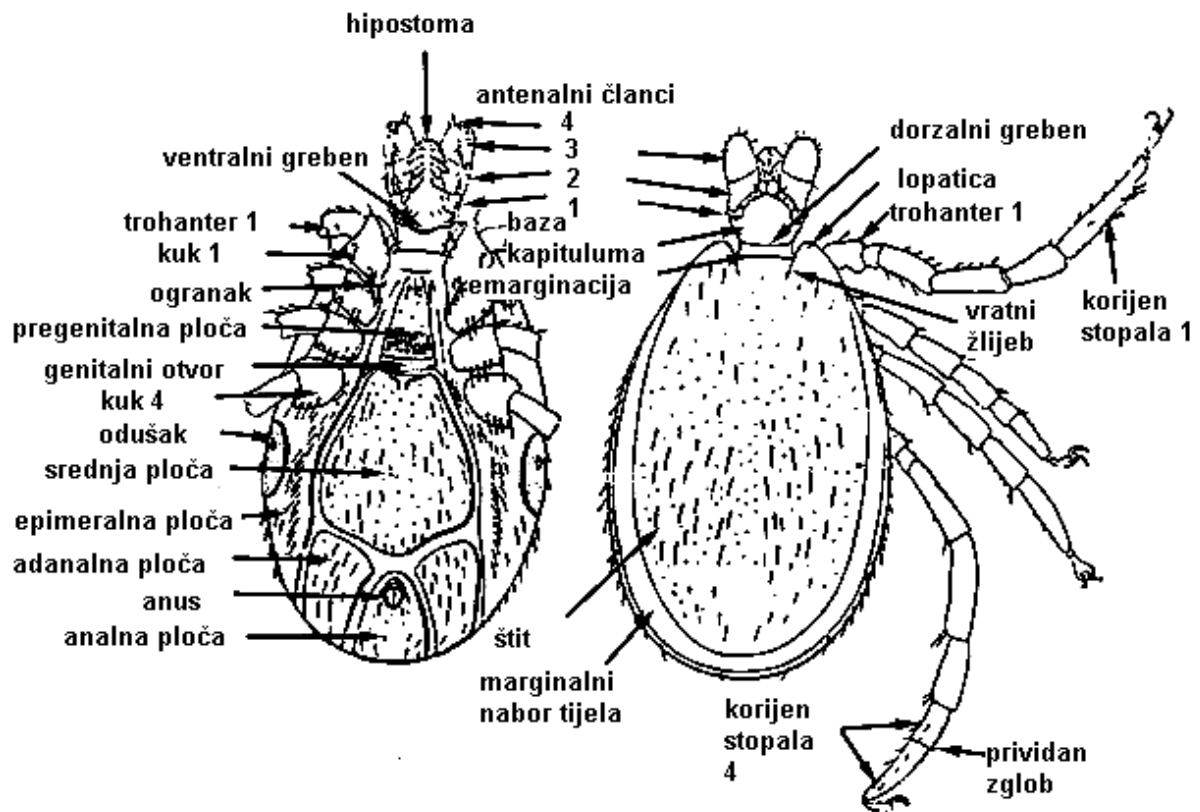
Tijelo krpelja je građeno od tzv. glavopršnjaka (prednjeg tijela) i zatka (stražnjeg tijela), a njihova veličina se kreće od 0.2 do 1.5 cm te je različitog oblika: okruglasto, pločasto, kuglasto, duguljasto, prema tome kako životinja živi (Matoničkin 1981).

Porodica Ixodidae ime je dobila po čvrstom štitu ili ploči koja se još i naziva scutum. Pridjev „tvrd“ odgovara opisu (*Ixodidae*) krpelja koji se nije preobrazio pijući krv domaćina, a kojega je izuzetno teško mehanički oštetiti.

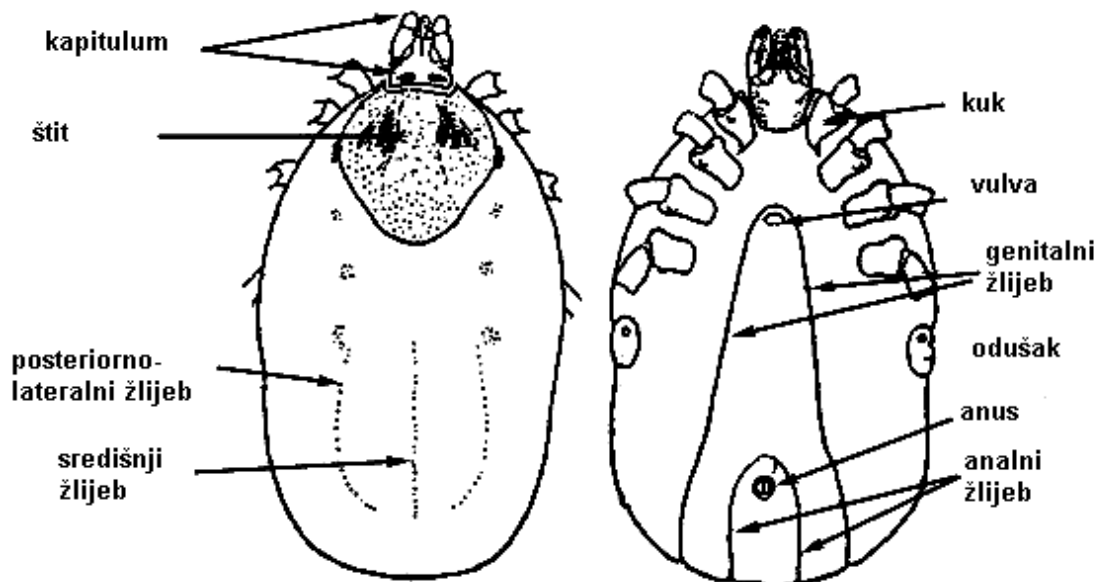
Glava krpelja naziva se capitulum, sadrži usni aparat, a sastavljena je od baze (basis capituli), dva pipala i čeljusnih nožica. Između pipala se nalazi hipostoma.

Hipostoma u obliku strelice proizlaze iz srednje ventralne površine baze capituli i protežu se naprijed ispod otvora usta. Helicere se nalaze nad hipostomom i organ su za prodiranje u tkivo domaćina.

Skeletna ploča (štit) na leđnoj površini tijela (scutum) prekriva cijelu leđnu površinu tijela kod mužjaka (conscutum), a kod nenasisane ženke, nimfe i ličinke je ograničena na prednji dio, otprilike jedne trećine leđne regije tijela. Seksualni dimorfizam očit je samo u odrasloj fazi. Kod ženki se dio kutikule koji se proteže posteriorno od štita i povećava tijekom sisanja krvi naziva aloskutum (alloscutum). Scutum je mjesto povezivanja različitih dorzoventralnih mišića tijela, mišića keleričnog povratnika i mnogih drugih mišićnih skupina u Ixodidae. Oči, ako su prisutne, nalaze se na bočnim rubovima scutuma.



Slika 1 Ventralni (lijevo) i dorzalni (desno) prikaz tijela mužjaka krpelja roda *Ixodes* (Nuttal i sur., 1908, Borak 2014)



Slika 2 Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda *Ixodes* (Nuttal i sur. 1908, Borak 2014)

Ventralni dio tijela krpelja sastoji se od ventralnog (trbušnog) dijela kapituluma, prvih članova nogu (kukovi), parnih odušaka, te analnog i genitalnog otvora (Hillyard 1996). Otvori odušaka (stigma) nalaze se na ventralnoj strani tijela, lateralno iza četvrtog para nogu, a mogu biti ovalni, zaobljeni ili u obliku zareza. Odušci su vidljivi kod nimfi i kod odraslih krpelja (Stafford 2007, Lane i Crosskey 1993). Većinu trbušnog dijela mužjaka roda *Ixodes* pokriva sedam sklerotiziranih ploča: predspolna (pregenitalna), srednja (medialna), analna, dvije adanalne, te dvije bočne (epimeralne) ploče. Oblik, stupanj sklerotiziranosti i relativna veličina ploča, različitih je vrsta (Hillyard 1996).

Krpelji imaju tri spolne strukture koje imaju taksonomski značaj: spolni otvor smješten je s trbušne strane na prednjem dijelu tijela (iza capituluma), očvrsnula spolna pločica koja zatvara spolni otvor te spolne brazde koje se pruža od spolnog otvora do analne brazde.

Noge su sastavljene od šest segmenata: kuk (coxae), trohanter (trochanter), bedro (femur), čašica (patella), goljenica (tibia), 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. Na dorzalnoj strani stopala prve noge nalazi se osjetilni organ nazvan Hallerov organ pomoću kojeg krpelji u svojoj okolini prilikom traženja domaćina i partnera za parenje prepoznaju promjene temperature, vlažnosti, koncentracije CO₂, aromatičnih spojeva, amonijaka, feromona i zračnih vibracija (Hillyard 1996).

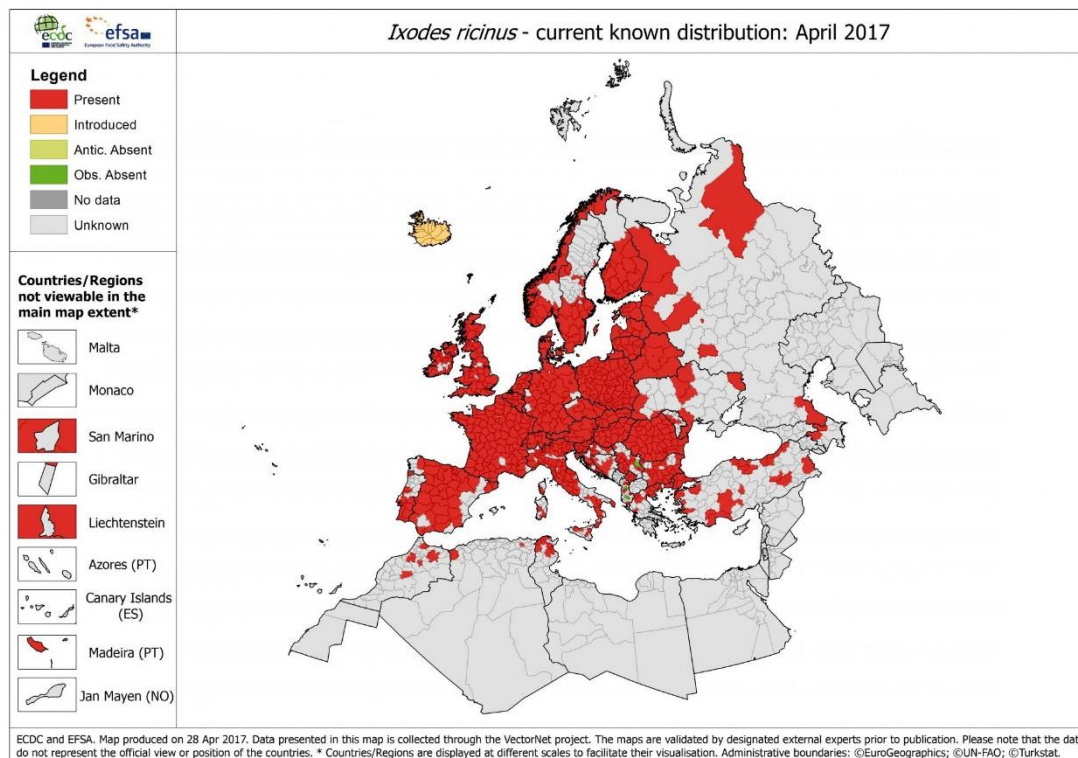
2.3. Rasprostranjenost i stanište

Krpelji su široko rasprostranjeni širom svijeta, međutim postoji veća vjerojatnost da ih se pronađe u zemljama s toplom i vlažnom klimom jer zahtijevaju određenu količinu vlage u zraku da bi prošli kroz metamorfozu. Također niske temperature inhibiraju njihov razvoj od jaja do larve. Krpelji su široko rasprostranjeni između taksona domaćina, koji uključuju sisavce, ptice, vodozemce te gmazove kao što su zmije, iguane i gušteri. Općenito, krpelji se mogu naći gdje god se njihovi domaćini pojavljuju.

Ekosustav koji je pogodan za obitavanje krpelja mora zadovoljiti sljedeća dva uvjeta: gustoća naseljenosti vrsta domaćina na tom području mora biti dovoljno visoka, a vlažnost mora biti dovoljno visoka da bi krpelji ostali hidratizirani.

Ixodes ricinus ima mehanizme dijapauze koji smanjuju aktivnost nekih dijelova životnog ciklusa. Za krpelje vrste *I. ricinus* je značajna dvojna sezonska aktivnost. Najaktivniji su u kasno proljeće i rano u ljeti, te ponovo u ranu jesen. U jesen je aktivnost krpelja neznatno manja, zbog skraćivanja dana i snižavanja temperature (Sonenshine 1993, Korenberg 2000).

Karta na slici 3 prikazuje trenutnu poznatu distribuciju *Ixodes ricinus* u Europi na "regionalnoj" administrativnoj razini (NUTS3) od travnja 2017. godine. Crvena boja predstavlja područja na kojima je šumski krpelj prisutan. Karte VectorNet redovito se objavljuju na web stranici kako bi dionicima ECDC-a (European Centre for Disease Prevention and Control - Europski centar za prevenciju i kontrolu bolesti) i široj javnosti pružili najnovije, ažurirane informacije o distribuciji vektora.



Slika 3 Trenutna rasprostranjenost šumskog krpelja u Europi prema Europskom centru za prevenciju i kontrolu bolesti, Travanj 2017 (Web 16)

Od svih europskih vrsta krpelja, *Ixodes ricinus* je najrašireniji (Milutinović i sur. 2006). Pronađen je 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. Jedan je od najraširenijih vrsta krpelja u kontinentalnom i mediteranskom dijelu Hrvatske (Krčmar 2012). Široka ekološka plastičnost čini ih jednim od glavnih vektora zaraznih bolesti ljudi, te posljedično predstavlja najveću prijetnju za ljudsko zdravlje u Europi (Punda-Polić i sur., 2002, Lindström i Jaenson 2003, Jongejani Uilenberg 2004, Estrada-Pena i Venzal, 2006). 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.

Na području Hrvatske evidentirana je 21 vrsta tvrdih krpelja koje nalazimo na 47 različitih životinjskih vrsta domaćina (Krčmar 2012). 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 (Hrvatsko zagorje, područje oko Koprivnice, Čakovca te područje uz Zagrebačku goru), a manje u Gorskom kotaru, Kvarneru i Istri.

2.4. Razvojni ciklus krpelja

Razvoj krpelja odvija se kroz četiri stadija: jaje, larva, nimfa, odrasli krpelj (Slika 4). Pokretni razvojni stadiji (larva, nimfa i adult) traže svog domaćina i nakon hranjenja se otpuštaju u prirodu da nastave razvoj. Dužina razvojnog ciklusa varira od vrste do vrste. Životni ciklus krpelja može biti jednorodni (jedan domaćin), dvorodni (dva domaćina), te ujedno i najčešći u daljnjem tekstu opisani trorodni životni ciklus, koji uključuje tri različita domaćina iste ili različite vrste.



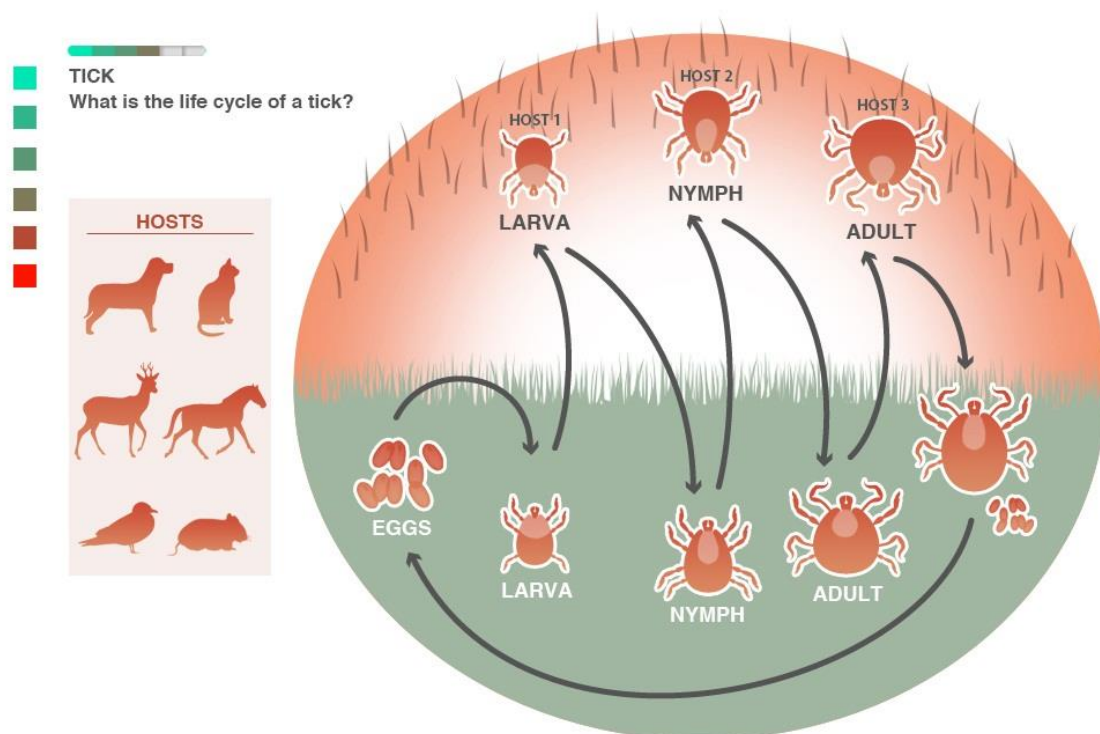
Slika 4 Prikaz razvojnih stadija vrste *Ixodes ricinus* (Boljfačić, 2017)

Krpelji iz porodice Ixodidae zahtjevaju tri domaćina, a da bi završili svoj razvojni ciklus potrebna je najmanje jedna godina. Svaki razvojni stadij zahtijeva jedan obrok krvi (Slika 5). Iz oko 3000 jajašaca koje je ženka odložila na nekom skrovitom mjestu na tlu (ispod lišća, trule vegetacije ili u prirodnim i umjetnim pukotinama) izlaze pokretne ličinke s tri para nogu. Tada je potrebno da pronađu domaćina (sitni mišoliki glodavci, ptice).

Krpelji koriste dvije strategije za pronalazak domaćina, aktivnu i pasivnu. Pasivne vrste miruju u svom habitatu i ovise o životinjama koje prolaze. Aktivne vrste aktivno traže domaćina. Većina krpelja traži domaćina tako da se popne do vrha travke ili grančice i postavi se u specifičan položaj sa ispruženim prednjim nogama ("traganje"). Dodatni stimulansi za postavljanje krpelja u ovaj položaj su ugljični dioksid, toplina i pokreti domaćina. Kad se adekvatan domaćin dotakne njihovih prednjih nogu krpelji se brzo uspinju na tijelo, pričvrste se i buše kožu da bi sisali krv.

Nakon tri do sedam dana sisanja krvi larve se otpuštaju na tlo i presvlače se u stadij nimfe. Nimfe imaju četiri para nogu i aseksualni su stadij kao i ličinka. Opet slijedi

hranjenje na novom domaćinu, a nakon toga presvlače se u adultni stadij. Spolni dimorfizam je uočljiv samo u odraslih jedinki. Odrasli mužjak ili ženka traže trećeg domaćina u ovom razvojnem ciklusu. Trajanje hranjenja je od 8 do 12 dana, a potom ženka biva oplodena na domaćinu (kod *Ixodes* vrsta parenje se također može desiti kada se krpelj još uvijek nalazi na vegetaciji). Potom se ženka otpušta s domaćina i traži neko pogodno mjesto na tlu da bi odložila jajašca. Nakon kratkog preovipozicijskog razdoblja ženka *I. ricinus* polaže u prosjeku oko 2500 jajašaca u jednom ciklusu. Broj jaja koji položi ženka krpelja ovisi o veličini krvnog obroka, veličini jaja i vrsti krpelja. Stvaranje jajašaca je intenzivno i doseže vrhunac 3 do 5 dana nakon početka ovipozicije, zatim polagano opada; 90% jajašaca je položeno u prvih 10 dana no maleni dio se još polaže daljnjih 5 do 10 dana, zatim iscrpljena ženka ugiba. Time je završen životni ciklus.



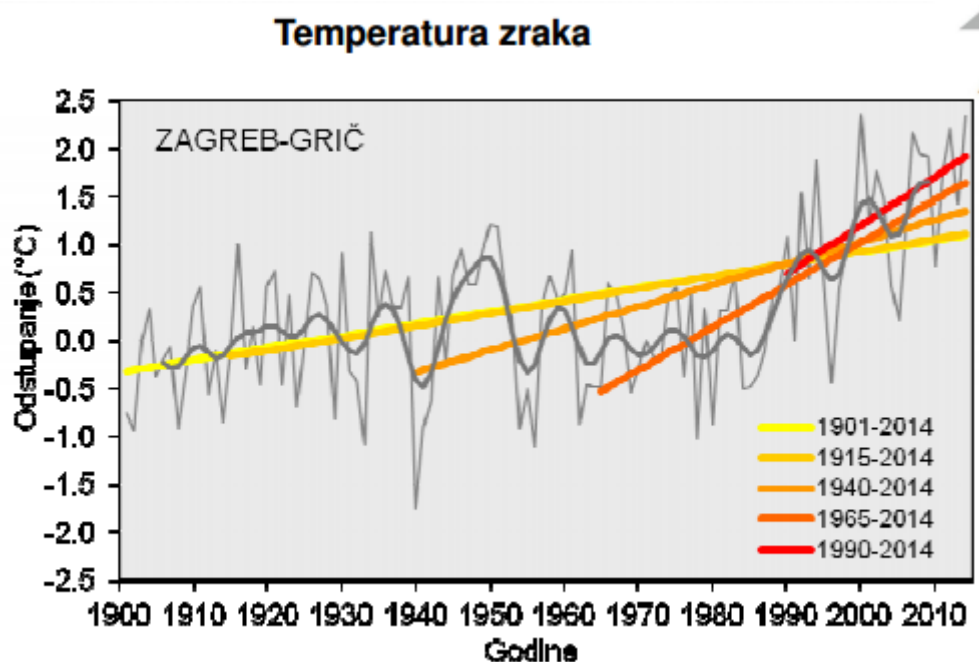
Slika 5 Životni ciklus krpelja s tri domaćina (Web 6)

Ukoliko se razvojni krug prekine, krpelj može preživjeti dugi period i hibernirati cijelu zimu. Razvojni krug obično je kompletiran u roku od jedne godine, ali se može produžiti i na period od tri godine.

2.5. Utjecaj globalnog zatopljenja na krpelje

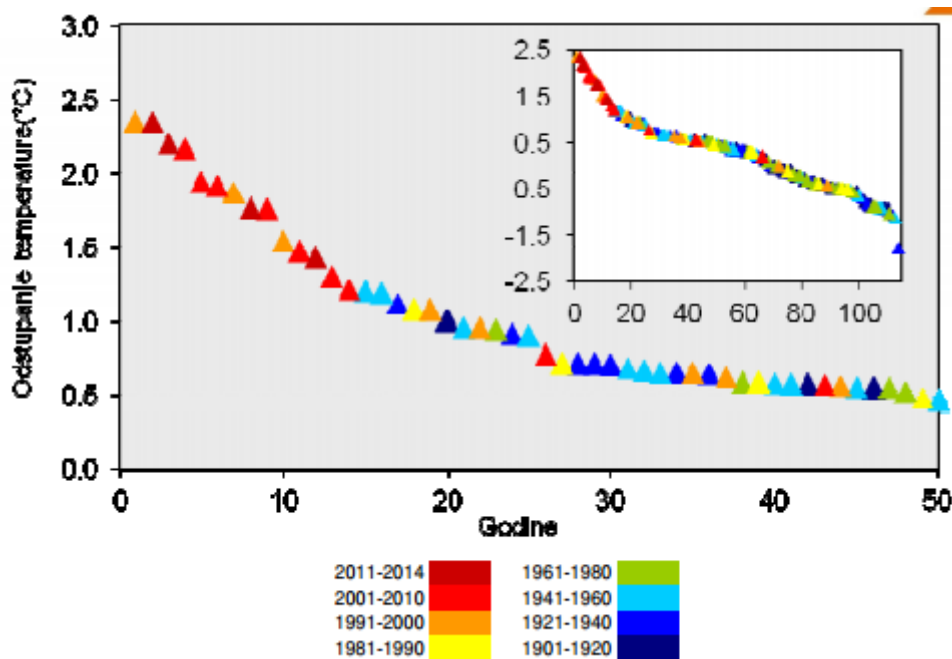
Globalna srednja temperatura zraka je tijekom 20. stoljeća približno porasla između 0,3 do 0,6 °C. Taj se trend porasta temperature nastavlja i početkom 21. stoljeća. Najmanji porast se bilježi na ekvatoru sa sve većim porastom prema polovima.

Porast srednje godišnje temperature zraka bilježi i Hrvatska. Podaci iz analize klimatskim promjena na području grada Zagreba (1901. - 2014.) ukazuju da je prisutan trend porasta srednje godišnje temperature zraka te da je najveći porast zabilježen tijekom posljednjih 25 godina (Slika 6).



Slika 6 - Analiza klimatskih promjena grada Zagreba (Izvor: DHMZ)

Nadalje, da globalno zatopljenje postaje sve veći i primjetniji problem ukazuju rasponi srednje godišnje temperature zraka (odstupanja od referentnog klimatskog razdoblja 1961.-1990.) od najtoplijeg do najhladnijeg (Slika 7).



Slika 7 - Rangovi srednje godišnje temperature zraka (odstupanja od referentnog klimatskog razdoblja 1961.-1990.) od najtoplijeg do najhladnijeg (Izvor: DHMZ)

Uočava se da je od 1901. godine 14 najtoplijih godina zabilježeno nakon 1991. godine.

Globalno zatopljenje te posljedične klimatske promjene uzrokuju prema očekivanju i široki raspon posljedica na ljudsko zdravlje, uključujući i promjene u širenju krpeljom prenosivih patogena.

Istraživačke studije koje se provode u specifičnim područjima i temelje na pouzdanim i dugotrajno prikupljenim podacima, pokazuju kakve su se već sada, učinkom meteoroloških zbivanja dogodile promjene u populaciji europskog krpelja *Ixodes ricinus* i krpeljom prenosivim patogenima. Širenje staništa krpelja tijekom posljednjih desetljeća na nova područja i veće nadmorske visine bilježi već nekoliko europskih zemalja, a broj krpelja se u mnogim staništima i povećao.

2.5. Bolesti prenošene krpeljima

Ugriz krpelja ne uzrokuje samo lokalnu infekciju već može predstavljati i ulazna vrata za opasne virusne, bakterijske i protozoarne bolesti koje se prenose krpeljima kao što su takozvane Vectorn Born Diseases koje su navedene u tablici 2.

Približno 10% od 896 poznatih vrsta krpelja, prenosioci su uzročnika bolesti u divljih životinja. Uzročnici bolesti prenose se na generacije krpelja transovarijskim putem što krpelje čini i rezervoarima, a ne samo prijenosnicima zaraznih bolesti. Zbog bolesti

(zoonoze) koje prenose kao vektori različitih patogena, poput virusa, bakterija, protozoa i rekecija, zadnjih je desetljeća sve više pozornosti usmjereno njihovom proučavanju, kao i proučavanju njihove ekologije.

Tablica 2 Bolesti koje prenose krpelji i njihovi uzročnici (Web 19)

| Bolesti koje prenose krpelji | Uzročnik |
|--|--|
| Krpeljni meningoencefalitis | Flavivirus - virus krpeljnog 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> |
| Erlihioze | <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> |

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.

2.5.1. Krpeljni meningoencefalitis (KME)

Prirodni rezervoar KME virusa su različite vrste malih šumskih glodavaca, jež, krtica i drugi. Budući da je utvrđeno da se virus razmnožava u krpeljima i transovarijalno prenosi s jedne generacije na drugu, krpelj ima ulogu i kao rezervoar i kao prenosilac KME virusa.

Osnovni način zaraze čovjeka virusom KME je ubod zaraženog krpelja. Za vrijeme hranjenja krpelj preko sline može unijeti uzročnika u organizam domaćina. Rizik od zaraze je veći što je boravak krpelja na tijelu duži. Prijenos virusa s čovjeka na čovjeka nije poznat.

Većina zaraženih osoba uopće ne oboli. Ako dođe do razvoja bolesti ona se manifestira bifazičkim tokom. Prva faza javlja se poslije inkubacijskog perioda od 7 do 14 dana nakon uboda zaraženog krpelja. To je febrilna bolest slična gripi koja traje oko tjedan dana. Slijedi period latencije u trajanju od 4 do 10 dana. Kod manjeg dijela bolesnika dolazi do druge, meningoencefalitičke faze bolesti kod koje se, uz opće simptome javljaju i znakovi infekcije središnjeg živčanog sustava. Međutim, kod najvećeg broja bolesnika bolest ipak ima blagi tijek.

Virus KME-a u Hrvatskoj raširen je u području između Save i Drave te u Gorskom kotaru.

2.5.2. Krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica

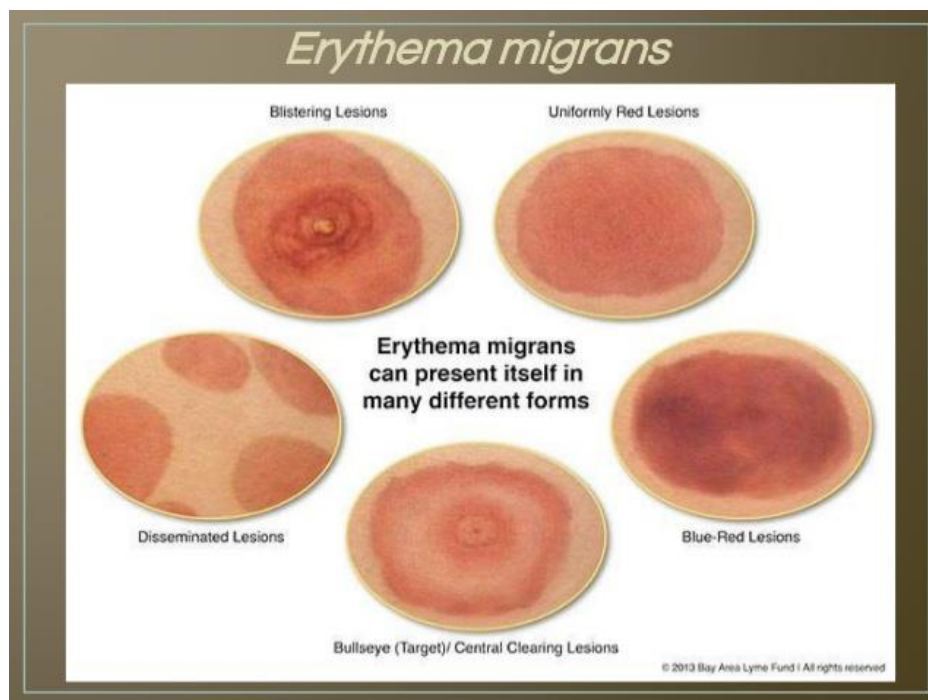
Krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica (CCHF) je prvi put opisana 1944. godine na Krimu, a 1969. godine u Kongu. Najraširenija je karantenska virusno hemoragijska vrućica (VHV) koju nalazimo u istočnoj i jugoistočnoj Europi, na Mediteranu, Srednjem Istoku, u Africi, centralnoj Aziji, sjeverozapadnoj Kini te jugoistočnoj Aziji uključujući Indijski potkontinent. Među svim karantenskim VHV, najveći rizik od unosa u Republiku Hrvatsku je upravo za CCHF jer je bolest raširena u zemljama regije (Kosovo, Albanija, Grčka, Bugarska). 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 vrućica 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. Viši postotak izloženosti infekciji zabilježen je u pojedinim profesijama kao što su: stočari, mesari, zemljoradnici, i naravno zdravstveni radnici zbog nozokomijalnih infekcija. Osobe koje su profesionalno izložene infekciji u prirodi moraju obavezno primjenjivati mjere zaštite koja pored adekvatne odjeće, uključuje i primjenu repelenata koji sadrže $\geq 20\%$ DEET (N, N-diethyl-m-toluamide).

2.5.3. Borelioza - lajmska bolest

Lajmska borelioza je zoonoza uzrokovana spiralnim bakterijama iz kompleksa *Borrelia burgdorferi sensu lato*. Prenosi se krpeljima roda *Ixodes* na životinje i čovjeka, a rasprostranjena je u mnogim zemljama Europe i Sjeverne Amerike. U Hrvatskoj je lajmska borelioza najučestalija bolest koja se prenosi krpeljima, a premda je najviše slučajeva u ljudi prijavljeno u sjeverozapadnim dijelovima zemlje, cijela kontinentalna Hrvatska smatra se endemskim područjem.

Premda se bolest često manifestira kliničkom slikom jednostavnog *erythema migrans* (ovalno ili prstenasto crvenilo na koži) (Slika 8), ona može predstavljati multisistemski poremećaj sa zahvaćanjem kože, zglobova, živčanog sustava i srca, a znatno rjeđe oka, bubrega i jetre.



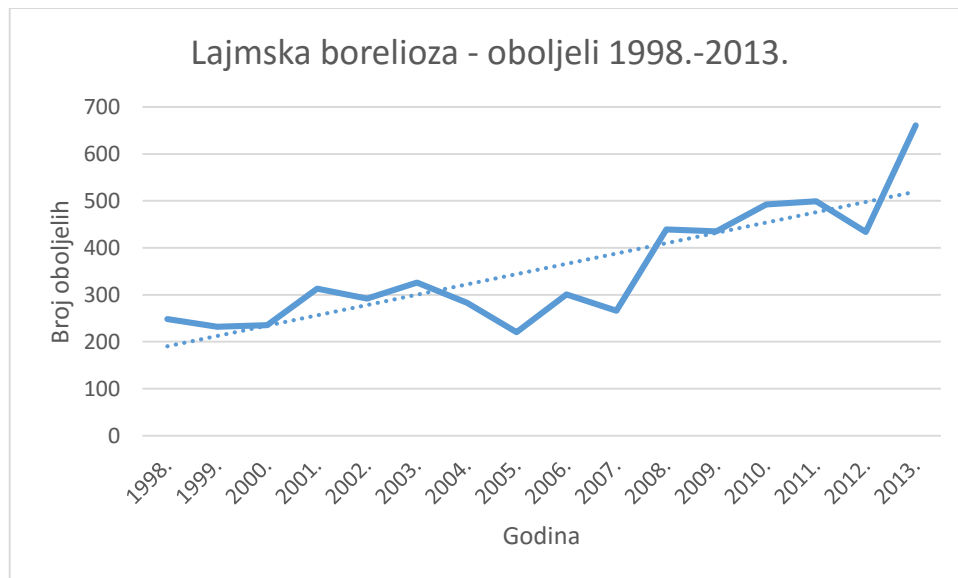
Slika 8 Različiti oblici erytheme migrans (Web 3)

Ime (Lyme disease, Lyme arthritis, Lyme borreliosis) dobila je u 70-im godinama prošlog stoljeća po lokalitetu (Lyme, Old Lyme) u sjevernoameričkoj državi Connecticut, gdje je najprije uočena u formi "epidemijskoga juvenilnog artritisa". Ubrzo je (1982.) došlo do izolacije borelije iz krpelja *Ixodes scapularis* (*I. dammini*), koja je po otkrivaču dobila ime *B. burgdorferi*, te iz krvi bolesnika s lajmskom bolešću. Otkrivena

su i specifična protutijela na borelije u bolesnika te je etiologija lajmske bolesti bila dokazana. Ime borrelia pak nosi koljeno bakterija Spirochetaceae po francuskom bakteriologu Amédéeu Borrelu (1867. - 1936.).

Pojava borelioze vezana je globalno uz rasprostranjenost krpelja iz porodice Ixodidae, a njihova je distribucija ograničena na umjerenu zonu, to jest na područje između 33. i 65. stupnja zemljopisne širine.

Broj oboljelih od lajmske borelioze u Hrvatskoj je u stalnom porastu, a na slici 9 se može uočiti kako se kretao broj oboljelih od 1998. godine do 2013. godine te uzlaznu putanju broja oboljelih.



Slika 9 - Broj oboljelih od lajmske borelioze u razdoblju 1998. - 2013. (Izvor: HZJZ)

Broj prijava Lajmske bolesti u zadnjem je desetljeću sve veći, najviše zbog sve učestalijeg dijagnosticiranja, ali dijelom i zbog stvarnog povećanja broja oboljelih uslijed proširenja prirodnih žarišta sa zaraženim krpeljima i povećanjem broja krpelja do kojeg su dovele klimatske promjene i stvaranje za njih povoljnih klimatoloških uvjeta.

2.5.4. Tularemija

Tularemiju uzrokuje *Francisella tularensis*, mali gram negativan kokobacil, nepokretan i asporogen. Ne kultivira se na standardnim podlogama, striktan je aerob. Bolest se može prenijeti na čovjeka ili domaće životinje direktnim kontaktom s bolesnom

životinjom, konzumiranjem kontaminiranog mesa ili vode, inhalacijom infektivnog aerosola ili prašine te hematofagnim člankonošcima. Krpelji koji ostaju inficirani tijekom cijelog životnog ciklusa predstavljaju naročito važan izvor infekcije.

Postoje četiri vrste tularemije. Kod najčešće vrste (ulceroglandularni tip) na šakama i prstima nastaju vrijedovi, a limfni čvorovi na istoj strani, na kojoj je infekcija, oteknu. Druga vrsta (okuloglandularni tip) zarazi oko uzrokujući crvenilo i oteknuće uz natečene limfne čvorove. Taj je tip vjerojatno posljedica dodirivanja oka sa zaraženim prstom. U trećoj vrsti (glandularni tip) oteknu limfni čvorovi, ali se ne razviju vrijedovi, što upućuje da su izvor progutane bakterije. Četvrta vrsta (tifoidni tip) dovodi do visoke temperature, bolova u trbuhu i iscrpljenosti. Ako tularemija dospije do pluća, može nastati pneumonija.

Simptomi počinju iznenada obično dva do četiri dana nakon dodira s bakterijom. Početni simptomi uključuju glavobolje, tresavicu, mučninu, povraćanje, povišenu temperaturu do 40° C i jaku iscrpljenost. Razviju se izuzetno jaka slabost, ponavljane tresavice i silno znojenje. Za 24 do 48 sati na mjestu zaraze pojavljuje se upaljeni mjehurić - obično na prstu, ruci, oku ili nepcu - osim kod glandularnog i tifoidnog tipa tularemije. Mjehurić se brzo ispuni gnojem i otvori te nastane vrijed. Pojedini vrijedovi se obično pojavljuju na rukama ili nogama, ali se mnogi vrijedovi obično pojave u ustima ili oku. Obično je zahvaćeno samo jedno oko. Limfni čvorovi oko vrijeda se povećaju i u njima se može stvoriti gnoj koji kasnije otječe.

Ljudi s tularemičnom pneumonijom mogu buncati. Međutim, pneumonija može uzrokovati samo blage simptome kao što je suhi kašalj koji izaziva osjećaj pečenja u sredini prsnog koša. Osip se može pojaviti bilo kad tijekom bolesti.

Tularemiju se liječi antibioticima koje se injicira ili uzima u obliku tableta tijekom 5 do 7 dana. Na vrijedove se stavljaju vlažni zavoji koje se često mijenja. Ti zavoji sprječavaju širenje infekcije i otok limfnih čvorova. U rijetkim slučajevima velike apscese treba drenirati. Stavljanje toplih obloga na zahvaćeno oko i nošenje naočala s tamnim staklima dovodi do određenog olakšanja. Ljude s jakim glavoboljama obično se liječi sredstvima protiv bolova, kao što je kodein.

Gotovo uvijek prežive ljudi koji su se liječili. Oko 6% neliječenih umire. Smrt obično nastane zbog razbuktale infekcije, pneumonije, infekcije moždane opne (meningitis),

ili infekcije opne u trbušnoj šupljini (peritonitis). Recidivi nisu česti, ali mogu nastati, ako je liječenje neodgovarajuće. Osoba koja je imala tularemiju razvija otpornost prema ponovnoj infekciji.

2.5.5. Erlihioza

Erlhije 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. Bitno je napomenuti da različit primarni cilj napada (monociti ili granulociti) rezultira samo neznatno različitim kliničkim manifestacijama.

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.

2.5.6. Babezioza

Babezioza je parazitoza nalik malariji do koje dovodi infekcija parazitom roda *Babesia*. Naziv duguje rumunjskom mikrobiologu Victoru Babešu koji je 1888. godine identificirao uzročnika u crvenim krvnim stanicama goveda. Također se radi o prvoj opisanoj bolesti posredovanoj vektorima.

Premda je kod životinja pronađen velik broj različitih vrsta ovog parazita, samo nekoliko njih inficira i ljude. Za razliku od Sjedinjenih Američkih Država (SAD) gdje je najzastupljenija vrsta *Babesia microti*, u Europi se nametnula vrsta *Babesia divergens* kao najrasprostranjeniji uzročnik. Sve vrste prenose krpelji, uz razliku da je glavni prijenosnik u Americi crni krpelj *Ixodes scapularis*, dok je u Europi to jednobojni šumski krpelj *Ixodes ricinus*.

Kod većine osoba zaraženih babezijama bolest prolazi bez simptoma ili kao blaža bolest nalik gripi, dok se teži oblici bolesti razvijaju uglavnom u imunodeficijentnih, splenektomiranih (osobe kojima je odstranjena slezena) i starijih osoba.

Životni ciklus babezije uključuje dva domaćina: miša i krpelja. Tijekom obroka, krpelj inficiran parazitom roda *Babesia* prenosi uzročnika mišu, kod kojeg on ulazi u eritrocite te se počne aseksualno razmnožavati. Tijekom navedenog razmnožavanja babezije tvore karakterističnu strukturu poznatu kao "malteški križ" (četiri parazita povezana svojim šiljatim krajevima). Nakon što se krpelji ponovno zaraze sišući krv zaraženog miša, u njihovom organizmu se babezije putem jajašaca mogu prenijeti i na potomstvo, tj. ličinke.

Ljudi u ciklus ulaze u slučajevima ugriza zaraženog mladog krpelja. Dok se hrani krvlju, inficirani krpelj čovjeku prenosi parazite koji, kao i u slučaju kod zaraženog miša, ulaze u eritrocite i podliježu aseksualnoj replikaciji. Upravo je takvo naglo razmnožavanje odgovorno za razvoj simptoma bolesti nalik malariji (napose hemolitičke anemije). Premda oboljeli u principu nisu zarazni za svoju okolinu, prijenos sa čovjeka na čovjeka moguć je u slučajevima transfuzije krvi te s majke na dijete u trudnoći.

2.5.7. Rikecije

Rikecija (lat. *Rickettsia*) je rod aerobnih, gram-negativnih, nepokretnih bakterija koje su obligatni unutarstanični paraziti. Ovisno o vrsti, mogu biti štapićastog (1-4 μm duge), kokobacilnog (0.1 μm u promjeru) ili končastog (10 μm duge) oblika.

Rikecije se prenose vektorima člankonošcima putem njihove sline ili fecesa, a u tijelo čovjeka dospijevaju preko ozlijeđenog područja kože. Kada uđu u organizam razmnožavaju se u endotelnim stanicama krvnih žila. Nakon uboda zaraženog člankonošca rikecije ulaze u endotelne stanice kapilara i u njima se razmnožavaju. Inficirane endotelne stanice nabreknu i nekrotiziraju – nastaje tromboza, pa to dovodi do začepljenja, nekroze i razdora kapilara. Oko takvih se mjesta uz kapilare nakupljaju mononuklearne upalne stanice (limfociti, makrofagi) i stvaraju patognomonične tifusne čvoriće. Iz raspuklih endotelnih stanica oslobađaju se rikecije i krvlju prenose po cijelom organizmu. Oštećenje malih krvnih žila najizraženije je u koži, miokardu i mozgu, ali i u drugim organima i odgovorno je za većinu kliničkih znakova, uključujući osip.

2.6. Mjere zaštite od krpelja

S obzirom na gore navedene bolesti, te mogućnost zaraze istima, ukoliko se želi izbjeći susret s krpeljima i zaštititi se od raznih bolesti koje krpelji prenose potrebno je pridržavati se određenih mjera opreza.

2.6.1. Preporučene osobne mjere zaštite

Ukoliko se želi izbjeći susret s krpeljima potrebno je pridržavati se sljedećih mjera:

- Izbjegavanje područja bogatih krpeljima tijekom ljetnih mjeseci (kada je najveća aktivnost krpelja)
- Hodanje obilježenim stazama, izbjegavanje provlačenja kroz grmlje, ležanje na tlu, odlaganje odjevnih predmeta na grmlje i tlo,
- 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),
- Tijekom boravka u prirodi ne nositi odjeću od dlakavih tkanina (vuna, flanel) jer se za istu krpelj lakše zakači; ne odlagati odjeću na travu i grmlje; ne provlačiti se kroz nisko raslinje,
- Tijekom 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 repelenta - tvari koje odbijaju krpelje - nanose se na odjeću i obuću ili direktno na kožu (u obliku stika, tekućine, spreja),
- Nakon svakog boravka u prirodi obavezno po dolasku kući pregledati odjeću i tijelo te ukoliko se naiđe na krpelja, odmah ga ukloniti. Posebno pretražiti dijelove tijela s nježnijom kožom (iza uha, zatiljak, vrat, prepone, dojke, pazuhe, područje iza koljena, pupak...),
- Cijepljenjem se može spriječiti pojava krpeljnog meningoencefalitisa nakon ugriza krpelja. Treba naglasiti da cijepljenje štiti samo od jedne bolesti koju mogu prenijeti krpelji, a ne od svih!

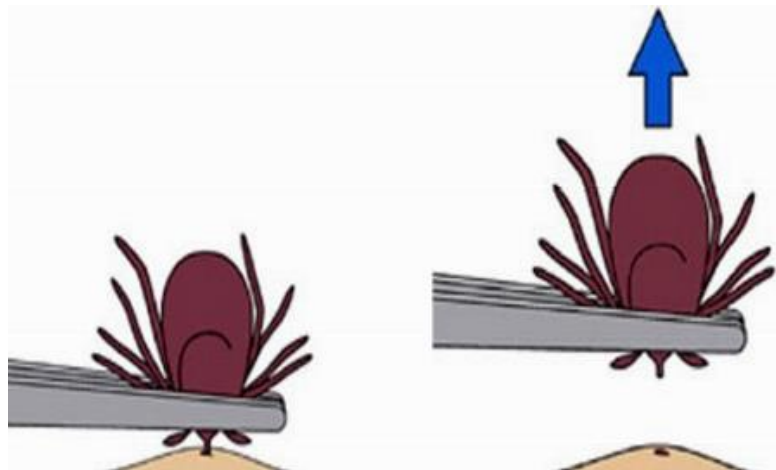
Cijepljenjem s 3 doze cjepiva postiže se zaštita koja traje oko 3 godine (što znači da se nakon 3 godine treba docijepiti ukoliko se želi zadržati odgovarajuća razina zaštite).

Cijepljenje se preporuča osobama koje su češće izložene ugrizu krpelja i to samo u krajevima gdje je prisutan krpeljni meningoencefalitis (u poznatim endemskim područjima). Opravdano je cijepljenje šumskih radnika, lovaca, ali i izletnika koji povremeno borave u endemskim krajevima.

2.6.2. Preporučene mjere u slučaju uboda krpelja

U slučaju uboda krpelja te ukoliko se krpelj već pričvrstio za kožu preporučene su sljedeće mjere:

- 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 izvucite iz kože (Slika 10).



Slika 10 - Pravilan način vađenja krpelja iz kože (Web 17)

- 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).

3. Ciljevi istraživanja

Ciljevi ovog istraživanja su istražiti i utvrditi faunu tvrdih krpelja (porodica: *Ixodidae*) na području parka Maksimir:

- praćenje brojnosti i sezonske dinamike populacija tvrdih krpelja na pet različitih lokaliteta na području parka Maksimir u razdoblju od veljače do rujna 2017. godine
- determinacija vrste, spola te razvojnog stadija uzorkovanih jedinki tvrdih krpelja

4. Metode istraživanja

Uzorkovanje krpelja odvijalo se jednom mjesečno u prijepodnevnim satima, na pet različitih lokacija u parku Maksimiru, u razdoblju od veljače do rujna 2017. godine. Jedinke su prikupljane metodom krpeljne zatege na transektima od 100 m, povlačenjem flanelastog platna (dimenzije 1 x 1 m) pričvršćenog na drvenu letvu (Slika 11). Platno se povlačilo po površini tla, preko listinca i preko niske vegetacije u trajanju od 30 minuta na svakom pojedinom transektu. Platno je pregledavano svakih 20-ak metara ili češće ako je zamijećena veća prisutnost krpelja. Krpelji su s platna sakupljani pincetom, pritom koristeći gumene rukavice. Pohranjivani su u plastične epruvete (2ml) s čepom. Živi krpelji transportirani su do laboratorija na Šumarskom fakultetu, determinirani te pohranjivani u zamrzivaču na $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Također, korišteni su uređaji za mjerenje temperature, vlage i tlaka zraka, brzinu vjetra i količinu svjetlosti. Prilikom uzorkovanja na svakom su transektu izmjereni navedeni parametri.



Slika 11 Krpeljna zatega (Boljfeć, 2017)

4.1. Područje istraživanja

Područje istraživanja, odnosno uzorkovanja krpelja, obuhvatilo je više (mikro)lokacija unutar zagrebačkog parka Maksimir. Park Maksimir površine je 316 hektara, nalazi se na nadomorskoj visini od 120 do 167 metara, a administrativno pripada zagrebačkoj gradskoj četvrti Maksimir. Srednja godišnja temperatura iznosi 11 °C, a godišnja količina oborina 870 mm. Maksimir je 1964. godine proglašen spomenikom parkovne arhitekture, te je postao i zaštićeno kulturno dobro.

Park Maksimir obuhvaća granično područje južnih obronaka planine Medvednice i dolinske zaravni rijeke 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. Navedene osobitosti razlog su uživanja mnogih u ljepoti i stilskoj vrijednosti parkovne vegetacije Maksimira.

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*).

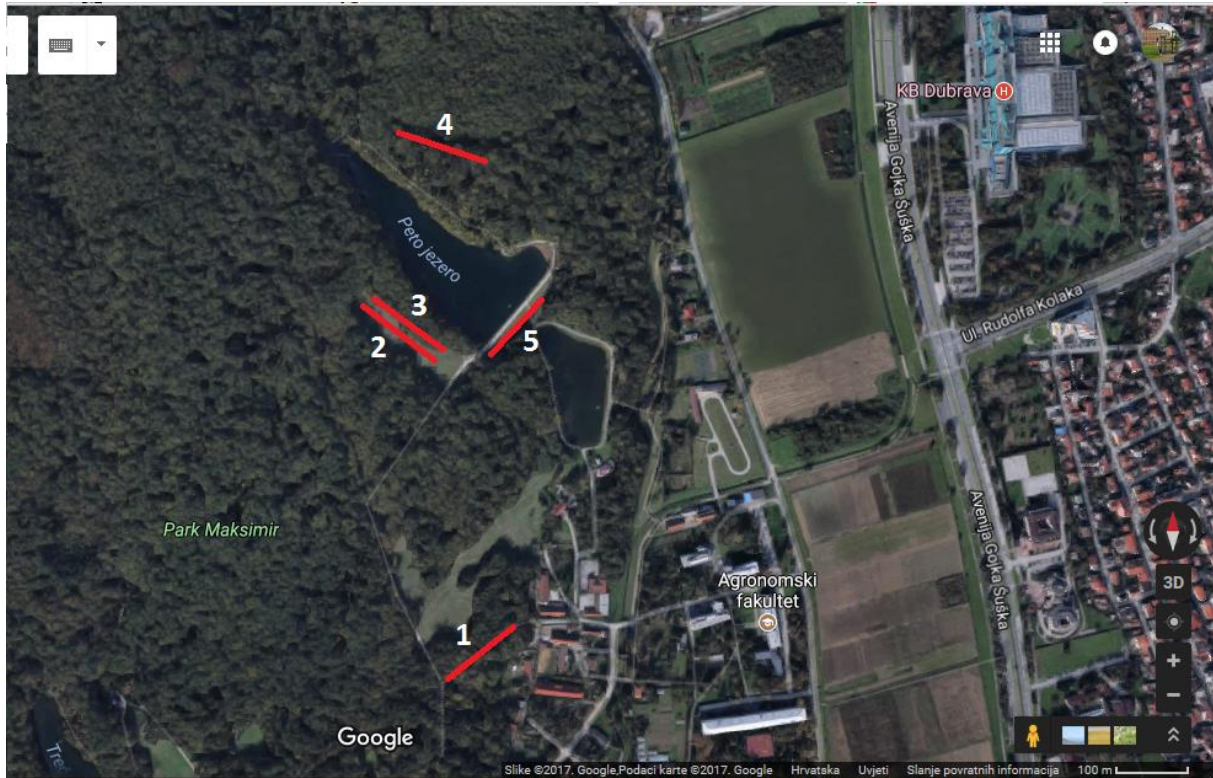
U najvišim dijelovima parka Maksimir prostire se zajednica hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) i kestena (*Castanea sativa*), dok se na prijelazu zajednica lužnjaka i kitnjaka prostiru skupine hrasta lužnjaka, cera (*Quercus cerris*) i kitnjaka. Uz obični grab rastu još sremza (*Prunus padus*), lijeska (*Corylus avellana*) i drugo drveće. Navedene vrste, uključujući 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, u vrijeme stvaranja parka, posađeno je više od tristo vrsta raznog bilja. Međutim, danas su mnoge od njih nestale.

Travnjačka vegetacija zauzima male površine u istočnom dijelu pokraj fakultetskog dobra, 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 izgled i stvaranje travnjačke vegetacije 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.

4.2. Opis mikrolokacija

Sve su mikrolokacije (transekti) smještene na sjeveroistočnom dijelu parka Maksimir i razlikuju se po tipu vegetacije, osvjetljenosti, vlažnosti, otvorenosti, itd (Slika 12).



Slika 12 Prikaz transekata na kojima je obavljeno uzorkovanje krpelja (Izvor: Google maps)

U sklopu sljedećih pet podnaslova opisana je svaka mikrolokacija pojedinačno.

4.2.1. Transekt 1

Prva mikrolokacija uzorkovanja krpelja 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 13).



Slika 13 Transekt 1 (Boljfeć, 2017)

4.2.2. Transekt 2

Druga mikrolokacija se nalazi na košenoj livadi zapadno od petog jezera. Prevladava travnata vegetacija bez stabala (Slika 14).



Slika 14 Transekt 2 (Boljfeć, 2017)

4.2.3. Transekt 3

Ovaj transekt nalazi se u neposrednoj blizini transekta broj 2, na rubu livade i grupe stabala običnoga graba. Prevladava travnata vegetacija uz ponešto grmlja koje se razvija u proljetnim mjesecima (Slika 15).



Slika 15 Transekt 3 (Boljfeć, 2017)

4.2.4. Transekt 4

Četvrta mikrolokacija 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 16).



Slika 16 Transekt 4 (Boljfeć, 2017)

4.2.5. Transekt 5

Ovaj transekt smješten je na jugoistočnom obronku nasipa koji dijeli četvrto i peto jezero. Vegetacija je travnata, a nalazi se uz šikaru vrba sa južne strane (Slika 17).



Slika 17 Transekt 5 (Boljfeć, 2017)

5. Rezultati istraživanja

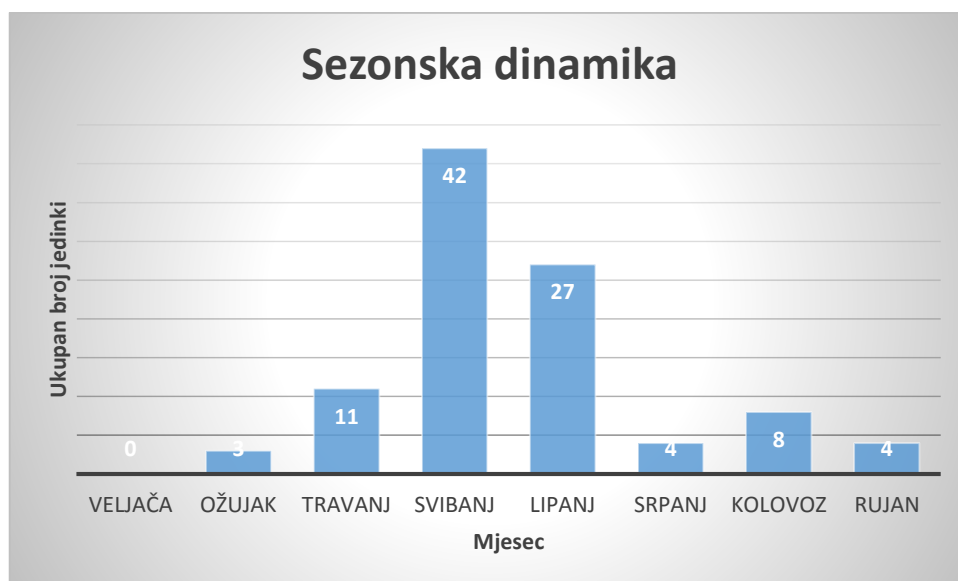
U razdoblju od veljače do rujna 2017. godine provedeno je uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*) na pet različitih transekata smještenih u parku Maksimir. Uzorkovanje se provodilo jednom mjesečno u ranojutarnjim satima tijekom osam mjeseci. Ukupno je sakupljeno 99 jedinki (Tablica 3).

Tablica 3 Evidencija uzorkovanih krpelja u parku Maksimir za razdoblje veljača-rujan 2017. godine

| | Transekt 1 | Transekt 2 | Transekt 3 | Transekt 4 | Transekt 5 | Ukupno |
|----------------|------------|------------|------------|---------------|------------|-----------|
| Veljača | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ožujak | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Travanj | 0 | 2 | 5 | 4 | 0 | 11 |
| Svibanj | 3 | 1 | 11 | 26 | 1 | 42 |
| Lipanj | 7 | 1 | 5 | 14 | 0 | 27 |
| Srpanj | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 4 |
| Kolovoz | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 8 |
| Rujan | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 4 |
| | | | | UKUPNO | | 99 |

Prilikom determinacije svih 99 ulovljenih jedinki utvrđeno je postojanje samo jedne vrste, *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj).

Ukoliko promatramo gore navedene vrijednosti prema mjesecima vidljivo je da se brojnost krpelja povećavala nastupanjem proljeća i dolaskom većih temperatura. U veljači nije pronađena nijedna jedinka. Broj jedinki u ožujku je nizak (3), dok je u travnju zabilježen lagani porast, točnije, pronađeno je 11 jedinki. U svibnju je zabilježena najveća prisutnost krpelja (42), dok je lipanj sljedeći po brojnosti (27 jedinki). U srpnju je primjetan znatan pad pronađenih krpelja (4 jedinke), dok je u kolovozu broj pronađenih jedinki veći (8 krpelja). U sklopu zadnjeg provedenog uzorkovanja, u rujnu je pronađeno 4 jedinke (Grafikon 1).



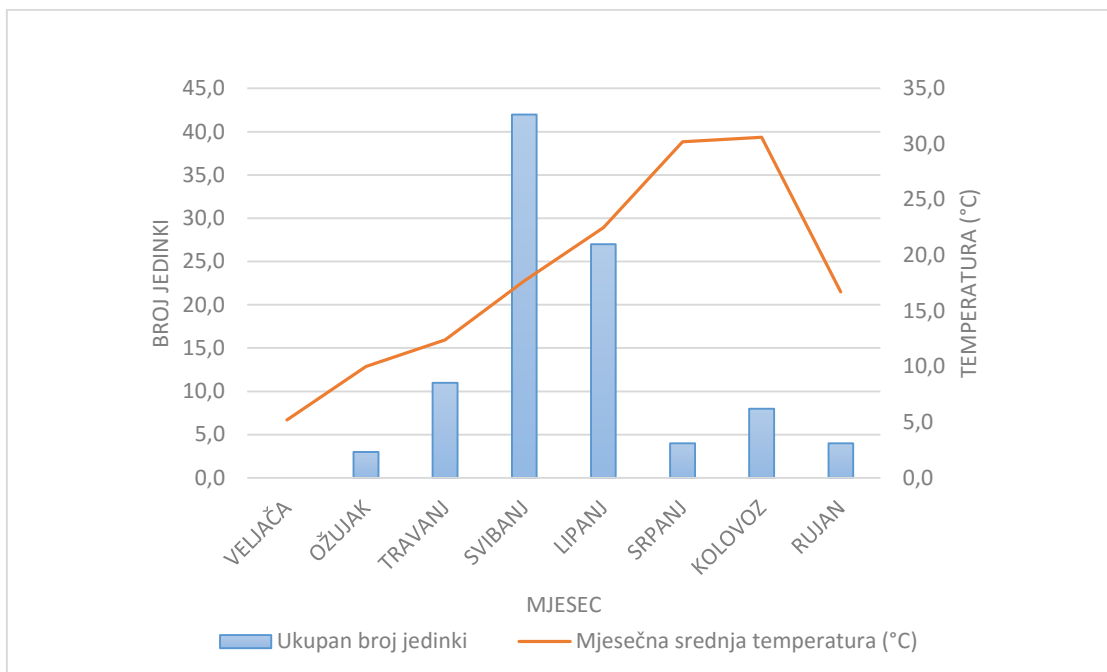
Grafikon 1 Sezonska dinamika uzorkovanih krpelja na području parka Maksimir u 2017. godini

Podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda sadržani su u tablici 4, a tablica se sastoji od sljedećih parametara: srednja mjesečna temperatura (°C), ukupna mjesečna količina oborina (mm), srednja mjesečna relativna vlažnost zraka (%). Podaci u tablici dobiveni su izračunavanjem prosjeka dnevnih mjerenja na području Zagreba – postaja Maksimir za 2017. godinu. Za mjesec rujan uzet je prosjek prvih 13 dana u mjesecu.

Tablica 4 Podaci o temperaturi, količini oborina i vlažnosti zraka za postaju Maksimir (Zagreb, 2017)
(Izvor: DHMZ)

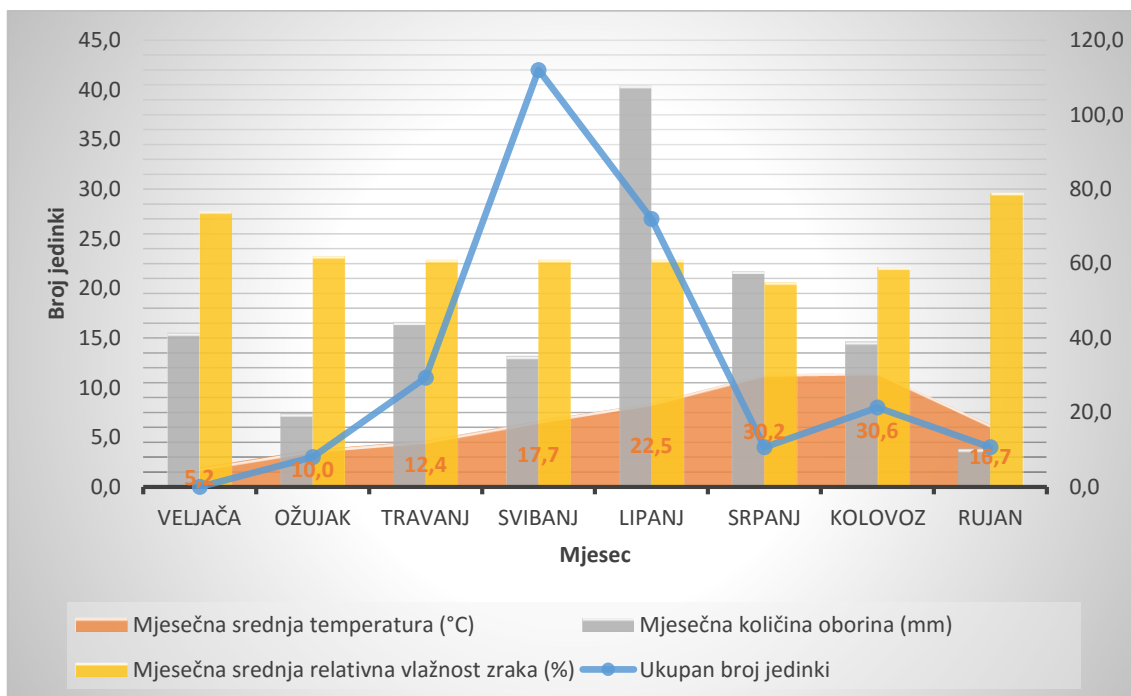
| | VELJAČA | OŽUJAK | TRAVANJ | SVIBANJ | LIPANJ | SRPANJ | KOLOVOZ | RUJAN |
|---|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|
| Srednja mjesečna temperatura (°C) | 5,2 | 10,0 | 12,4 | 17,7 | 22,5 | 30,2 | 30,6 | 16,7 |
| Ukupna mjesečna količina oborina (mm) | 41,4 | 19,8 | 44,3 | 35,2 | 107,8 | 58,0 | 39,1 | 10,3 |
| Srednja mjesečna relativna vlažnost zraka (%) | 74 | 62 | 61 | 61 | 61 | 55 | 59 | 79 |

Na grafikonu 2 prikazana je srednja mjesečna temperatura zraka i broj pronađenih jedinki u razdoblju od veljače do rujna 2017. godine.



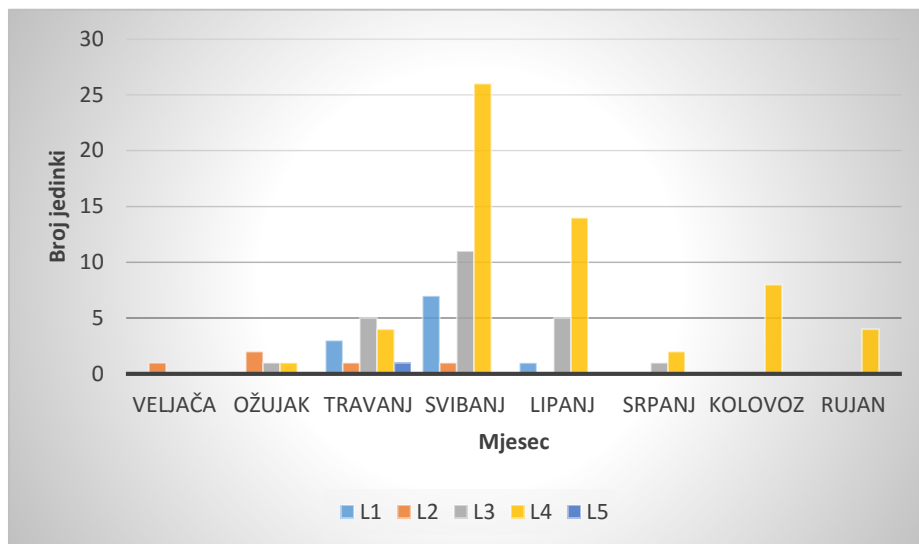
Grafikon 2 Prikaz brojnosti krpelja i kretanja temperature

Nadalje, na grafikonu 3 prikazana je brojnost ulovljenih krpelja, srednja mjesečna temperatura (°C), ukupna mjesečna količina oborina (mm), srednja mjesečna relativna vlažnost zraka (%).



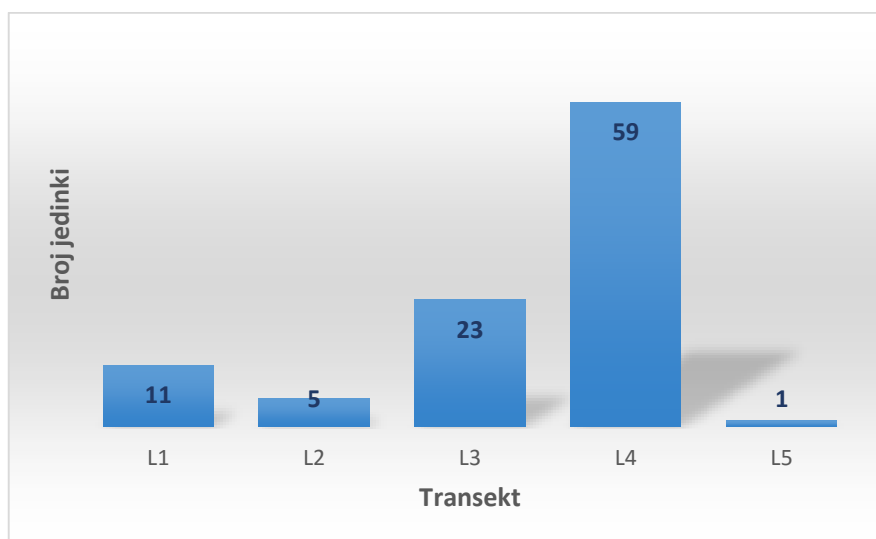
Grafikon 3 Prikaz brojnosti krpelja, temperature i vlage zraka te količine oborina

Ukoliko analiziramo broj uhvaćenih jedinki po transektima uočava se da je na transektu broj 4 (šuma hrasta kitnjaka s običnim grabom) pronađen najveći broj jedinki u sveukupnom uzorkovanju (Grafikon 4).



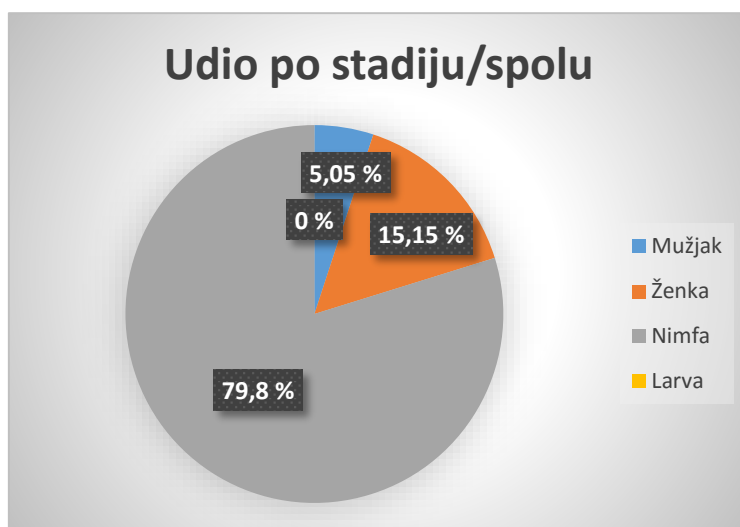
Grafikon 4 Brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece obavljanja uzorkovanja

Analizirajući brojnost jedinki po pojedinom transektu dobiju se sljedeći podaci (Grafikon 5). Sveukupno je na transektu 4 ulovljeno 59 jedinki što čini većinu od ukupnog broja jedinki sakupljenih kroz osam mjeseci (59,6%). Potom po brojnosti slijedi transekt broj 3 na kojem su sakupljene 23 jedinke (23,23%), zatim transekt broj 1 s 11 jedinki (11,11%). Transekt 2 broji pet jedinki što čini 5,05% te na poslijetku transekt broj 5 sa jednom ulovljenom jedinkom čini 1,01% od ukupnog broja sakupljenih jedinki tijekom monitoringa (99 jedinki).



Grafikon 5 Ukupan broj jedinki pronađenih na svakom transektu

Analizom razvojnog stadija i spolova dobivene su sljedeće vrijednosti: od ukupno 99 jedinki koje su sakupljene u 2017. godini dominantna je prisutnost nimfi kojih je pronađeno 79, što čini 79,8 % ukupnog broja jedinki. Sljedeće po udjelu su adultne ženke koje sa sakupljenih 15 jedinki čine 15,15 % ukupnog broja, zatim adultni mužjaci s 5,05 % (5 jedinki) dok u stadiju ličinke nije pronađena nijedna jedinka (Grafikon 6).



Grafikon 6 Udio krpelja po stadiju, odnosno spolu

6. Rasprava

Na području parka Maksimir je od veljače do rujna 2017. godine proveden monitoring tvrdih krpelja. Uzorkovanje je provedeno jednom mjesečno na pet transekata dužine 100 metara, u trajanju od 30 minuta u jutarnjim satima.

U ukupnom uzorkovanju sakupljeno je 99 jedinki. Temeljem dobivenih rezultata donosi se zaključak da je najveći broj krpelja prisutan u proljetnim mjesecima s maksimumom u svibnju, dok je u zimskim (veljača) i ljetnim mjesecima (srpanj, kolovoz) prisutan mali broj krpelja. Takav rezultat odgovara tvrdnjama da krpeljima najviše odgovara određena temperatura i vlažnost, odnosno, da pokazuju određenu "sezonsku aktivnost". Prilikom uzorkovanja determinirana je samo jedna vrsta *Ixodes ricinus*.

Grafikon 4 ukazuje da transekt 4 (šuma hrasta kitnjaka s običnim grabom) posjeduje povoljne uvjete (temperatura, vlaga, osvjetljenost) za razvoj krpelja. Detaljnijom analizom je vidljivo da je u gotovo svim mjesecima uzorkovanja broj ulovljenih jedinki na transektu 4 najviši.

Najveća brojnost na transektu koji se nalazi u šumi odgovara spoznaji da se idealno stanište vrste *Ixodes ricinus* nalazi upravo unutar šume, zbog više razine vlažnosti i zbog zasjene. Sljedeći po brojnosti je transekt uz rub šume, gdje još uvijek ima dovoljno vlažnosti, ali i zasjene od krošanja za razvoj krpelja (Grafikon 5).

Nadalje, u prilogu 2 sadržan je prikaz broja ulovljenih jedinki kroz mjesece uzorkovanja za 2016. i 2017. godinu. Podaci su za mjesece koji su zajednički u monitoringu, a to je razdoblje od travnja do rujna, budući da je istraživanje u 2016. godini provedeno od travnja do listopada, dok je u 2017. godini to bilo razdoblje od veljače do rujna. Analizom grafikona iz priloga 2 uočava se da se u obje godine provedenog monitoringa u šumi (transekt 4) uzorkovao najveći broj jedinki. Budući da sve pronađene jedinke pripadaju vrsti *Ixodes ricinus* čije je prirodno stanište šuma, navedeni rezultati su očekivani.

Također, iz grafikona 2 razvidno je da temperatura utječe na pojavu krpelja te da se nastupanjem proljetnih mjeseci povećala brojnost krpelja. Isto tako, u ljetnim mjesecima kada su temperature bile vrlo visoke, brojnost krpelja se smanjila. Takvi rezultati potvrđuju prethodno navedenu činjenicu da krpelji pokazuju određenu "sezonsku aktivnost".

Iz grafikona 3 se uočava kretanje brojnosti krpelja zavisno o temperaturi i vlazi zraka te količini oborina, odnosno vidljiva je jasna poveznica kako porast temperature, količine oborina i vlažnosti zraka u proljetnim mjesecima dovodi do veće aktivnosti krpelja te kako izraženije temperaturne vrijednosti u ljetnim mjesecima dovode do smanjenja aktivnosti krpelja.

Nadalje, usporedbom podataka za 2016. godinu (Peleš, 2017) i 2017. godinu uočava se sličnost u kretanju brojnosti krpelja prema pojedinim mjesecima (Prilog 3). U prilogu 3 na grafikonu je prikazan broj krpelja u svakom pojedinom mjesecu i trend rasta odnosno pada brojnosti. U obje promatrane godine brojnost jedinki najveća je u proljetnim mjesecima (travanj, svibanj, lipanj).

Razlog prisutnosti samo vrste *Ixodes ricinus* je u vjerojatno u činjenici da je ta vrsta najmanje osjetljiva na promjene temperature, dok su druge vrste osjetljive na različite mjere (Ploj 2007). Porast srednje godišnje temperature je zasigurno ograničavajući faktor za mnoge vrste krpelja.

U 2008. godini provedeno je entomološko istraživanje krpelja na području grada Zagreba u suradnji Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo i Hrvatskog veterinarskog instituta. U spomenutom istraživanju sakupljeno je ukupno 715 krpelja na području Jaruna, Šestina i parka Maksimir. Identificirane su dvije vrste: *Ixodes ricinus* - 411 primjeraka (57%) i *Dermacentor reticulatus* – 304 primjeraka (43%). Svi primjerci *Dermacentor reticulatus* prikupljeni su na jednoj livadi na Jarunu. Najveći broj krpelja *Ixodes ricinus* zapažen je u parku Maksimiru u svibnju (u 2016. (Peleš 2017) i 2017. godini najveći broj krpelja također je bio prisutan u svibnju).

Prema Vucelji (2013) na području šumarije Lipovljani u razdoblju od listopada 2011. do rujna 2013. godine vrsta *Dermacentor reticulatus* bila je najzastupljenija vrsta. Prilikom navedenog uzorkovanja sakupljeno je ukupno 395 jedinki krpelja, od čega je 381 jedinka (96,5%) pripadala vrsti *Dermacentor reticulatus*, dok je samo 14 jedinki (3,5%) pripadalo vrsti *Ixodes ricinus*. *Dermacentor reticulatus* najveću brojnost dostigao je u travnju, a *Ixodes ricinus* u svibnju i lipnju.

S obzirom na navedeno poželjno je nastaviti sustavno praćenje prisutnosti vrsta krpelja i njihove brojnosti i sezonske dinamike na području parka Maksimir. Monitoring nam pruža spoznaju o trenutnom stanju, ali i o dinamici populacija kroz duže razdoblje, mogućnost donošenja zaključaka te poduzimanje preventivnim i kurativnih mjera zaštite od negativnih učinaka krpelja. Parkom se koriste mnogi stanovnici grada i okolice, rekreativci i posjetitelji zoološkog vrta, stoga je bitno educirati ljude o krpeljima i opasnostima koje oni donose.

Rezultati iz provedenog entomološkog istraživanja na području grada Zagreba u 2008. godini tj. prisutnost borelija u 90% uzorkovanih krpelja vrste *Ixodes ricinus*, ukazuju na nužnost daljnjih istraživanja ovakve tematike.

S ciljem smanjenja zaraznih bolesti potrebno je postaviti informativne ploče sa osnovnim podacima o krpeljima ili da se u proljetnim mjesecima dijeli informativni letak o krpeljima i na takav način osvijesti posjetitelje parka o potencijalnim opasnostima koje krpelji donose budući da je prilikom uzorkovanja više prolaznika (posjetitelji parka) pokazalo neznanje i zainteresiranost o stanju i brojnosti krpelja, ali i problemima koje isti nose.

7. Zaključak

- Tijekom uzorkovanja u parku Maksimir od veljače do rujna 2017. godine determinirana je samo jedna vrsta krpelja – *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj),
- Veliki utjecaj temperature na brojnost krpelja,
- U proljetnim mjesecima (travanj, svibanj, lipanj) uočena najveća aktivnost krpelja
- U srpnju i kolovozu smanjena aktivnost krpelja,
- Na transektu broj 4 (šuma hrasta kitnjaka i običnog graba) pronađeno je najviše jedinki,
- Analizom spolova utvrđena je dominacija ženki, dok je analizom razvojnih stadija utvrđena dominacija nimfi,
- Krpelji pokazuju određenu "sezonsku aktivnost",
- Poželjna daljnja istraživanja s ciljem proširenja znanja o krpeljima i bolestima koje oni prenose te zaštite ljudi i životinja od neželjenih zaraza.

8. 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. Borak, S., 2014: Uzorkovanje krpelja (porodica: Ixodidae) kao rezervoara zoonoza na području šumarije Lipovljani, Diplomski rad, Šumarki fakultet sveučilišta u Zagrebu
3. Borak, S., Vucelja, M., Margaletić, J.: Tvrdi krpelji (porodica Ixodidae) - rezervoari i vektori zoonoza
4. Cvetko, I.: Zoonotički potencijal tvrdih krpelja (*Ixodidae*) na području Europe
5. Harapin, M.: Krpelji i neke antropozoonoze, Šumarski list br. 7-8, CXXIII (1999), 323-328
6. Hoznakova, E., Olejniček, J., Černy, V., Daniel, M., Dusbabek, F.: Relationship between number of eggs deposited and body weight of engorged *Ixodes ricinus* female
7. Hrvatska agencija za hranu: Godišnje izvješće o zoonozama u Hrvatskoj za 2014. godinu
8. Ivančan-Picek, B.: Projekcije klimatskih promjena na području grada Zagreba, Državni hidrometeorološki zavod, Sigurnost gradova 2017.
9. Kirby C.: Tick Management Handbook
10. Kosalec, I., 2016: Mikrobiologija patogena, interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet
11. Krasnić, V., 2016: Krpelji kao rezervoari i prenosioci bolesti
12. Krčmar, S., 2012: Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. ZooKeys 234: 19–57.
13. 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.
14. Macleod, J., 2009: *Ixodes ricinus* in Relation to its Physical Environment: IV. An Analysis of the Ecological Complexes Controlling Distribution and Activities
15. Majerus, Lj., Zaninović, K., Cmrk-Kadija, V., Đaković-Rode, O. (2008): Globalno zatopljenje, klimatske promjene, učinak na krpelje i krpeljom prenosive patogene; Znanstveni rad
16. Maretić, T.: Erythema Migrans ; Klinika za infektivne bolesti "Dr. Fran Mihaljević"

17. Margaletić, J., 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. Rad. - Šumarski institut Jastrebarsko 41 (1-2): 133-140.
18. Ministarstvo poljoprivrede: Program utvrđivanja prevalencije *Francisella tularensis* u Republici Hrvatskoj
19. Ministarstvo poljoprivrede: Program utvrđivanja proširenosti lajmske borelioze u Republici Hrvatskoj u 2016. godini
20. Romanović, M., Mulić, R. 1999: Doprinos poznavanju medicinski važnih artropoda na otocima i priobalju Republike Hrvatske, Institut pomorske medicine, rukopis, str. 1-11, Split
21. Sonenshine, D.E., 1993: Biology of ticks, Vol 2. New York: Oxford University Press: 488.str
22. Teni, M., 2012: Faunističko-ekološka istraživanja krpelja (Acari: Ixodidae) na području Mikleuša. Diplomski rad, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
23. 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

Web:

1. http://bayer-veterina.hr/scripts/pages/hr/drustvene_zivotinje/psi/bolesti/parazitarne_bolesti/krpelji/index.php
2. <http://bristoltickid.blogs.ilrt.org/key-to-genera/haemaphysalis/haemaphysalis-concinna/>
3. <http://www.bayarealyme.org/blog/lyme-disease-bullseye-rash/>
4. <http://she.hr/znamo-gdje-su-krpelji/>
5. http://www.afrivip.org/sites/default/files/Ticks_identification/morphology.html
6. <http://www.fleatickrisk.com/EN/ectoparasites/Pages/ParasiteTicksLifeCycle.aspx>
7. <http://www.infektionsbiologie.ch/parasitologie/seiten/modellparasiten/mp06ixod.html>
8. <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/infektologija/rikecije-i-srodni-organizmi/erlihioza>

9. <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/infekcije-i-zarazne-bolesti/zarazne-bolesti-uzrokovane-bacilima/tularemija>
10. http://www.park-maksimir.hr/Maksimir_hr/Maksimir_prirodna_bastina.htm
11. <http://www.plivamed.net/aktualno/clanak/9943/Opasne-karantenske-bolesti-Ebola-i-druge-virusne-hemoragijske-vrucice.html>
12. <http://www.stetoskop.info/Francisella-tularensis-1873-s2-sickness.htm>
13. <http://www.zzjkzz.hr/dokumenti/%C5%A0UMSKI%20KRPELJI%20I%20BOLESTI%20KOJE%20PRENOSE.pdf>
14. <http://www.zzjz-vsz.hr/index.php/savjeti/item/60-krpeljni-meningoencefalitis>
15. <https://burza.com.hr/portal/krpelji/7616>
16. <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/ixodes-ricinus-current-known-distribution-europe-april-2017>
17. <https://www.agroklub.com/sumarstvo/blizi-se-sezona-krpelja-kako-se-zastititi/32314/>
18. <https://www.hzjz.hr/aktualnosti/krpelji-i-bolesti-koje-najcesce-prenose-u-hrvatskoj-te-preventivne-mjere-zastite-od-krpalja/>
19. <https://www.hzjz.hr/novosti/krpelji-i-bolesti-koje-najcesce-prenose-u-hrvatskoj-te-preventivne-mjere-zastite-od-krpalja/>
20. <https://www.hzjz.hr/novosti/krpelji-kako-se-zastititi/>
21. <https://www.know.cf/enciclopedia/bs/Krpelej>
22. <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/25591/Babezioza.html>
23. <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/9687/Bolesti-koje-prenose-krpelji.html>
24. <http://www.zdrav-zivot.com.hr/izdanja/stres/krpelji-i-zdravlje-kako-se-zastiti/>

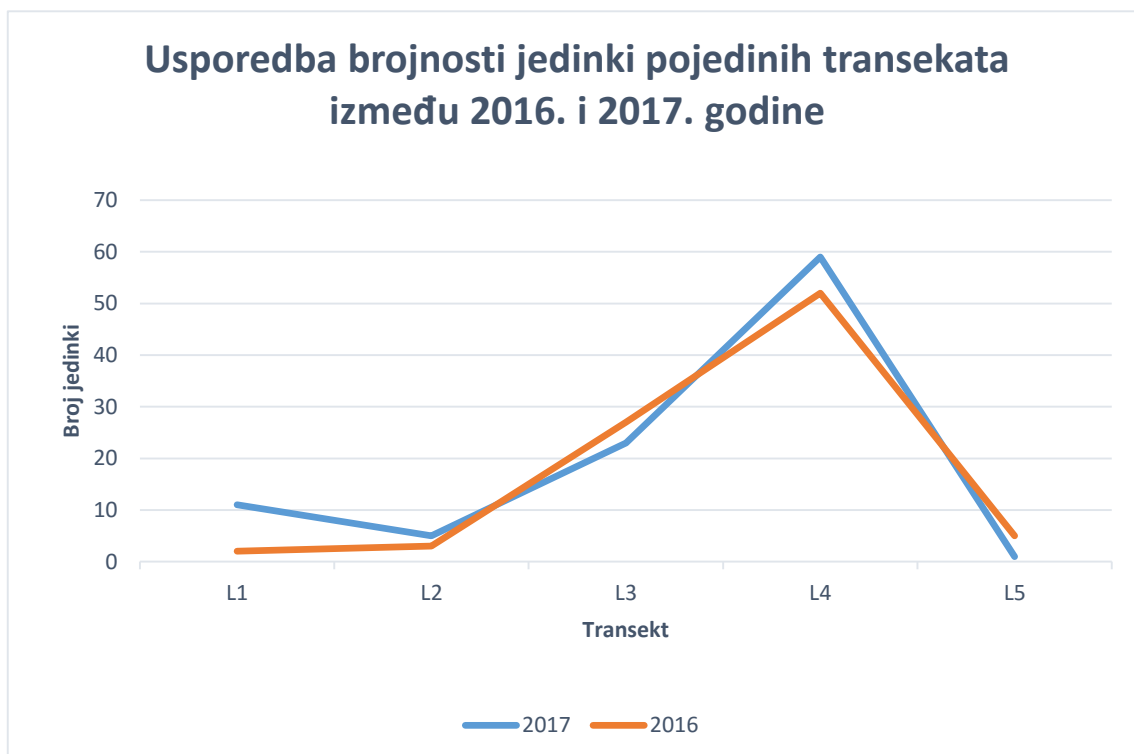
9. Prilozi

Prilog 1. Evidencija uzorkovanja krpelja – Zagreb, Maksimir

| DATUM | LOKALITET | METODA | IR ♂ | IR ♀ | IR N | IR L | TOTAL |
|-------------|---|----------|------|------|------|------|-------|
| 23.02.2017. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.02.2017. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.02.2017. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.02.2017. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23.02.2017. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16.03.2017. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16.03.2017. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 16.03.2017. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 16.03.2017. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 16.03.2017. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12.04.2017. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12.04.2017. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada | flagging | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 12.04.2017. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) | flagging | 1 | 0 | 4 | 0 | 5 |
| 12.04.2017. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) | flagging | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| 12.04.2017. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10.05.2017. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) | flagging | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 10.05.2017. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada | flagging | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10.05.2017. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) | flagging | 0 | 1 | 10 | 0 | 11 |
| 10.05.2017. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) | flagging | 1 | 1 | 24 | 0 | 26 |
| 10.05.2017. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 15.06.2017. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) | flagging | 0 | 0 | 7 | 0 | 7 |
| 15.06.2017. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 15.06.2017. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) | flagging | 0 | 1 | 4 | 0 | 5 |
| 15.06.2017. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) | flagging | 1 | 2 | 11 | 0 | 14 |
| 15.06.2017. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21.07.2017. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 21.07.2017. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21.07.2017. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) | flagging | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

| | | | | | | | |
|-------------|---|----------|---|---|---|---|---|
| 21.07.2017. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) | flagging | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 21.07.2017. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.08.2017. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.08.2017. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.08.2017. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22.08.2017. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) | flagging | 2 | 5 | 1 | 0 | 8 |
| 22.08.2017. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06.09.2017. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06.09.2017. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06.09.2017. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06.09.2017. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) | flagging | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 |
| 06.09.2017. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) | flagging | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Prilog 2. Graf usporedbe brojnosti jedinki pojedinih transekata između 2016. i 2017. godine



Prilog 3. Graf usporedbe uzorkovanja iz 2016. i 2017. godine

