

Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području Parka Maksimir tijekom 2021. godine

Mijić, Melani

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:621981>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-03**



Repository / Repozitorij:

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



**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE SVEUČILIŠTA U
ZAGREBU**

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

**ŠUMARSTVO, UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM
GOSPODARENJEM**

MELANI MIJIĆ

**MONITORING TVRDIH KRPELJA (fam. Ixodidae) NA
PODRUČJU PARKA MAKSIMIR TIJEKOM 2021. GODINE**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2021.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

MONITORING TVRDIH KRPELJA (fam. Ixodidae) NA PODRUČJU PARKA MAKSIMIR TIJEKOM 2021. GODINE

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Šumarstvo, Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Zoonoze u šumskim ekosustavima

Ispitno povjerenstvo:

1. Doc. dr. sc. Marko Vucelja
2. Dr. dr. sc. Kristijan Tomljanović
3. Doc. dr. sc. Milivoj Franjević

Student: Melani Mijić

JMBAG: 0178101707

Broj indeksa: 1050/19

Datum odobrenja teme: 04.05.2021.

Datum predaje rada: 01.07.2021.

Datum obrane rada: 09.07.2021.

Zagreb, srpanj, 2021.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području Parka Maksimir tijekom 2021. godine
Title	Monitoring of hard ticks (fam. Ixodidae) in Park Maksimir in 2021.
Autor	Melani Mijić
Adresa autora	Ive Lole Ribara 18 Budrovci, 31400 Đakovo
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	doc. dr. sc. Marko Vucelja
Izradu rada pomogao	doc. dr. sc. Marko Vucelja
Godina objave	2021.
Obujam	I-IV + 38 str. + 25 slika + 2 tablice + 4 grafikona + 39 navoda citirane literature
Ključne riječi	Tvrđi krpelji, zoonoze, razvojni stadij, Ixodidae, vektori, populacije
Key words	Hard ticks, zoonoses, developmental stadium, Ixodidae, vectors, population
Sažetak	<p>Tvrđi krpelji hematofagni su artropodi i prenosnici brojnih zoonoza te kao takvi potencijalno su opasni za zdravlje ljudi i domaćih i divljih životinja. Monitoring ima bitnu ulogu u određivanju njihove brojnosti te sezonske dinamike. Uzorkovanje krpelja provedeno je u listopadu 2020.godine te u ožujku, travnju, svibnju i lipnju 2021.godine na području Parka Maksimir, na 5 različitih mikrolokaliteta metodom krpeljne zatege. Ukupno je prikupljeno 83 jedinke i to vrste šumskog krpelja (<i>Ixodes ricinus</i>), u razvojnim stadijima ličinke, nimfe i adulta. Mikrolokalitet 4 („Šuma“) je prvi po brojnosti prikupljenih jedinki tijekom uzorkovanja. Najviše jedinki se pojavljuje u travanj i svibnju, što u osnovi predstavlja povećan rizik od zaraze za posjetitelje Parka te dodatan oprez.</p>

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

„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“.

U Zagrebu, 01. 07. 2021. godine

vlastoručni potpis

Melani Mijić

PREDGOVOR

Ovaj diplomski rad izrađen je na Zavodu za zaštitu šuma i lovno gospodarenje Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod mentorstvom doc. dr. sc. Marka Vucelje i predan na ocjenu u akademskoj godini 2020./2021.

Zahvaljujem se svome mentoru, doc. dr. sc. Marku Vucelji, na ukazanom vremenu, stručnim savjetima, podršci te pomoći pri realizaciji ovog diplomskog rada.

Želim se zahvaliti mag. ing. silv. Marku Boljfetiću i kolegici Mirni Kerner na ukazanoj pomoći i ugodnom društvu pri terenskom radu.

I na kraju, jedno veliko HVALA mojim roditeljima na podršci i što ni u jednom trenu nisu posumnjali u moj uspjeh. Bez Vas ovo ne bi bilo moguće.

Hvala!

POPIS SLIKA

Slika 1. *Ixodes ricinus*, lijevo: ženka, desno: mužjak (izvor: <https://link.springer.com>)

Slika 2. *Dermacentor reticulatus*, gore: ženka, dolje: mužjak
(izvor:<https://www.gesundheitsindustrie-bw.de>)

Slika 3. *Rhipicephalus sanguineus*, lijevo: ženka, desno: mužjak (izvor:
<https://commons.wikimedia.org>)

Slika 4. *Hyalomma marginatum*, lijevo: ženka, desno: mužjak (izvor: <https://inaturalist.ca>)

Slika 5. *Haemaphysalis punctata*, lijevo: ženka, desno: mužjak (izvor:
<http://www.bristoluniversitytickid.uk>)

Slika 6. Vanjska građa tijela adulta iz porodice Ixodidae (Izvor: <http://www.pjls.edu.pk/>)

Slika 7. Funkcija Haller-ova organa kao osjetilo na toplinsko zračenje (izvor:
<https://www.researchgate.net/>)

Slika 8. Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda *Ixodes* (izvor:
<https://www.inspq.qc.ca>)

Slika 9. Životni ciklus trorodnih krpelja (izvor: <https://tickapp.tamu.edu>)

Slika 10. Hranjenje krpelja: ispod kože se nalaze kliješta (helicera) i hipostoma (rilo), a na površini kože čeljusne nožice (pedipalpi) (izvor: <https://kids.frontiersin.org>)

Slika 11. Geografska rasprostranjenost vrta iz roda *Ixodes* (*Ixodes pacificus*, *Ixodes scapularis*, *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus*) (izvor: <https://www.researchgate.net>)

Slika 12. Napredovanje *erythema migrans* nakon 2 tjedna (Izvor:
<https://www.onlandscape.co.uk>)

Slika 13. Dijelovi tijela koje može zahvatiti infekcija (Izvor: <https://texasholisticdentist.com>)

Slika 14. Karta distribucije krimsko - kongoanske groznice (Izvor: <https://www.cdc.gov/>)

Slika 15. Postupak uklanjanja krpelja (Izvor: <https://extension.entm.purdue.edu/>)

Slika 16. Prikaz mikrolokacija na kojima su vršena uzorkovanja (Izvor: Google Earth)

Slika 17. Mikrolokalitet 1- „Šumska staza“ (Izvor: Melani Mijić)

Slika 18. Mikrolokalitet 2- „Livada“ (Izvor: Melani Mijić)

Slika 19. Mikrolokalitet 3 – „Rub šume“ (Izvor: Melani Mijić)

Slika 20. Mikrolokalitet 4 – „Šuma“ (Izvor: Melani Mijić)

Slika 21. Mikrolokalitet 5 – „Nasip“ (Izvor: Melani Mijić)

Slika 22. Lijevo-krpeljna zatega i dodatna oprema (sprej za zaštitu od krpelja, obrazac, pinceta, epruvete, povećalo, rukavice od lateksa), desno- epruvete s pohranjenim jedinkama (Izvor: Melani Mijić)

Slika 23. Prikupljanje krpelja metodom krpeljne zatege (Izvor: Melani Mijić)

Slika 24. Aplikacija Krpelji.info (Izvor: <https://www.krpelji.info>)

Slika 25. Četiri razvojna stadija *Ixodes ricinus* (Izvor: Marko Vucelja)

POPIS TABLICA

Tablica 1. Pregled ključnih pokretača i djelovanje čimbenika na distribuciju krpelja *Ixodes ricinus* u Europi (izvor: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/>)

Tablica 2. Prikupljeni podatci tijekom uzorkovanja

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Udio ulovljenih jedinki prema mikrolokalitetima uzorkovanja

Grafikon 2. Sezonska dinamika uzorkovanja krpelja po mjesecima

Grafikon 3. Dinamika brojnosti razvojnih stadija po mjesecima

Grafikon 4. Prikaz sezonske dinamike po mikrolokalitetima

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	I
POPIS TABLICA.....	III
POPIS GRAFIKONA	IV
1. UVOD	1
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA	2
2.1. Sistematika krpelja	2
2.2. Vrste krpelja u Hrvatskoj.....	3
2.3. Morfologija krpelja.....	6
2.4. Biologija krpelja	9
2.5. Rasprostranjenost krpelja i utjecaj klimatskih promjena.....	12
2.6. Medicinska važnost krpelja	15
2.6.1. Lyme borelioza.....	16
2.6.2. Krpeljni meningoencefalitis (KME).....	18
2.6.3. Mediteranska pjegava groznica	19
2.6.4. Krimsko-kongoanska hemoragijska groznica	19
2.6.5. Tularemija	20
2.7. Preventivne mjere zaštite od uboda krpelja i uklanjanje krpelja	21
3. CILJ ISTRAŽIVANJA	23
4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	23
5. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA.....	30
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	33
7. RASPRAVA I ZAKLJUČCI	37
LITERATURA	
PRILOZI	

1. UVOD

Krpelji su parazitski člankonošci iz reda grinja i pripadaju razredu *Arachnida* (paučnjaci) te su najmanji paučnjaci (Logar 1999). Prijenosnici su brojnih zoonoza te kao takvi potencijalno su opasni za zdravlje ljudi i domaćih i divljih životinja. Najugroženiju skupinu u ljudskoj populaciji čine osobe koje veliki dio vremena provode u prirodi, tj. području u kojem obitavaju tvrđi krpelji (šumari, lovci, vojnici, rekreativci...). Krpelji su jako učinkoviti vektori širokog spektra uzročnika bolesti širom svijeta, uključujući viruse, bakterije i protozoe iz razloga što su teško primjetni i čvrsto fiksirani za domaćina, hrane se krvlju u sva tri razvojna stadija, imaju visoku stopu razmnožavanja te parazitiraju na raznolikim domaćinima. Neke bolesti koje krpelji mogu prenositi svojim ubodom su krpeljni meningoencefalitis (KME), borelijoza, erlihioza, tularemija, krimski-kongoanska hemoragijska vrućica, babezioze te rikecioze (pjegave groznice/krpeljni tifus, Q groznica). U posljednjih dvadesetak godina u Hrvatskoj se prosječno godišnje bilježi gotovo 400 slučajeva oboljelih od Lyme borelijoze i to dominantno od svibnja do rujna, a najčešće se javlja u sjeverozapadnom području Hrvatske, te je prisutna na cijelom kontinentalnom području, dok se u dalmatinskim županijama prijavljuje rijetko za razliku od mediteranske pjegave groznice koja je u Hrvatskoj prisutna samo na području Dalmacije (HZJZ, 2019; Mulić i sur. 2011). Poznato je da su prirodna žarišta bolesti krpeljnog meningoencefalitisa (KME) u sjevernoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj, dok Sljeme i podsljemenska zona su također razmjerno rizična područja. Urbano područje Grada Zagreba smatra se slobodnim od KME (Barišin i dr. 2008).

Utjecajem klimatskih promjena stvaraju se uvjeti koji odgovaraju širenju areala (sjeverna hemisfera, te veće nadmorske visine) krpelja diljem Europe što dovodi do povećanja broja oboljelih od bolesti koje prenose krpelji (Stone i sur. 2017; Alkische i sur. 2017; Lindgren i sur. 2000).

Sustavno proučavanje krpelja u Hrvatskoj intenzivno se provodilo od polovice do 80-ih godina prošlog stoljeća. Pojavom sve češćih slučajeva zaraze bolesti koje prenose krpelji stvara se potreba za njihovim sustavnim praćenjem, a osobito na područjima gdje ljudi rade te rekreativno borave, kako bi javnost upozorili i skrenuli pažnju na važnost preventivnih mjera. Monitoringom tvrdih krpelja može se utvrditi njihova brojnost, sezonska tj. mjesečna dinamika, zatim struktura populacije koja se pojavljuje na određenom području što pomaže pri izradi procjene rizika od infekcije i provedbi preventivnih mjera zaštite.

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

2.1. Sistematika krpelja

Krpelji (Ixodidae) su vanjski nametnici koji parazitiraju na divljim i domaćim životinjama i čovjeku te su prenosioci različitih bolesti. Krpelji broje 18 rodova s oko 900 vrsta, hrane se krvlju domaćina što im omogućava promjenu razvojnih stadija. Tijekom hranjenja ispuštaju svoje sekrete i na takav način mogu prenijeti uzročnika bolesti na domaćina. Pripadaju koljenu člankonožaca (Arthropoda), razredu paučnjaka (Arachnida), redu grinja (Acari). Krpelji su se pojavili krajem paleozoika, odnosno početkom mezozoika, prije približno 225 milijuna godina. Prvi krpelji parazitirali su na gmazovima. Najstariji fosil krpelja starosti je 90 do 94 milijuna godina. To je bio krpelj vrste *Carlos jerseyi* iz porodice *Argasidae*. Nađen je fosiliziran u jantaru na području New Jerseyja, a hranio se je krvlju dinosaura (Klompen i Grimaldi, 2001).

Taksonomska podjela krpelja:

Carstvo: *Animalia*

Koljeno: *Arthropoda*

Podkoljeno: *Chelicerata*

Podrazred: *Acarina*

Nadred: *Parasitiformes*

Red: *Ixododidea*

Nadfamilija: *Ixodida*

Porodica: *Ixodidae* – Tvrđi krpelji

Porodica: *Argasidae* – Meki krpelji

Porodica: *Nuttalliellidae* s jednom poznatom vrstom *N. namuqua* Bedford 1931, raširena u Južnoj Africi).

Porodica *Ixodidae* (tvrđi krpelji) je najveća, s medicinskog i veterinarskog pogleda najvažnija te ekonomski najznačajnija porodica s 13 rodova i oko 650 vrsta (Lindgren i Jaenson, 2006). *Ixodidae* krpelji imaju tvrđi vanjski oklop na dorzalnoj površini tijela, pa se zbog toga još često nazivaju tvrđi krpelji. Vrste krpelja iz porodice *Ixodidae* raznih su veličina, imaju usne dijelove usmjerene anteriorno, često imaju i oči koje su vidljive dorzalno. Krpelji roda *Ixodes* srednje

su veličine s dugim usnim dijelova, te jednostavnim i tamnim nogama. Ovaj rod također nema očiju, a prvi kuk ima jedan veliki ogranak (projekt krpelji.info, 2019).

2.2. Vrste krpelja u Hrvatskoj

U Hrvatskoj su evidentirane 22 vrste tvrdih krpelja. Rod *Ixodes* zastupljen je sa sedam vrsta, *Haemaphysalis* sa šest, *Rhipicephalus* s četiri, a rodovi *Dermacentor* i *Hyalomma* s po dvije vrste. Krpelji u Hrvatskoj parazitiraju na 47 različitih životinjskih vrsta domaćina (Krčmar 2012.; Hornok i sur.2017).

U Hrvatskoj, a i na širem području Europe, najrasprostranjenija vrsta iz roda *Ixodes* je *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj) (Slika 1.).



Slika 1. *Ixodes ricinus*, lijevo: ženka, desno: mužjak (izvor: <https://link.springer.com>)

Staništa ove vrste su, kako mu i samo ime govori, listopadne i crnogorične šume s populacijama jelenske divljači, neobrađeni pašnjaci, zatim područja viših nadmorskih visina s visokim udjelom padalina. *I. ricinus* opća je egzofilna vrsta krpelja koja se može hraniti s više od 300 različitih vrsta kralježnjaka (Bowmann i Nuttall 2008). Ima dugotrajan životni ciklus koji obuhvaća tri aktivne faze (ličinka, nimfa i adult) tijekom kojega traže domaćina, prihvaćaju se za njega zatim se hrane krvlju nekoliko dana prije odvajanja, a takvo razdoblje života naziva se parazitsko razdoblje. Svaka razvojna faza zahtjeva svoje određeno mikrostanište koja uključuje

razne biotske i abiotske čimbenike. Parazitski život domaćina *I. ricinus* ograničen je na 3-5 dana (ličinka), 4-7 dana (nimfe) i 7-11 dana (ženke) hranjenja kralježnjacima (Balashov 1998). *Ixodes ricinus* ima izražene usne dijelove koji su kod ženki duži nego kod mužjaka. Ima tamno smeđe do crno tijelo i noge, četvrti segment čeljusne nožice (pedipalpi) je znatno smanjen i nosi kemoreceptore. Rod *Ixodes* se razlikuje od ostalih tvrdih krpelja po anteriornom položaju analne brazde, dok je kod svih drugih rodova ili odsutna ili smještena posteriorno.

Dermacentor reticulatus (ornamentirani pseći krpelj ili šareni krpelj) je vrsta iz roda *Dermacentor*, koja je često prisutna u šumama kontinentalne Hrvatske (Slika 2.).



Slika 2. *Dermacentor reticulatus*, gore: ženka, dolje: mužjak (izvor: <https://www.gesundheitsindustrie-bw.de>)

Dermacentor reticulatus ima pigmentirane uzorke na dorzalnom štitu, prisutne feromonske žlijezde i oči. Baza kapituluma je pravokutnog oblika, a četveročlane čeljusne nožice (pedipalpi) i usni dijelovi su kratki. Zbog veće dimenzije lakše je uočljiv na čovjeku u odnosu na sitnijeg običnog krpelja zbog čega rjeđe parazitira na ljudima (Vucelja i Klobučar 2019).

Iz roda *Rhipicephalus* u Hrvatskoj pridolazi vrsta ***Rhipicephalus sanguineus*** (smeđi pseći krpelj) (Slika 3.). Kao odrasla jedinka hrani se na području ušiju i između prstiju, dok u fazi ličinke i nimfe hranjenje se odvija na vratu domaćina. To je krpelj žute, crvenkaste ili crnkasto smeđe boje, šesterokutne baze kapituluma i kratkih čeljusnih nožica (pedipalpi) i hipostoma. Krpelji ovoga roda imaju vektorsku ulogu u širenju mnogih patogenih bolesti, a u najvećoj mjeri prenose uzročnika mediteranske pjegave groznice.



Slika 3. *Rhipicephalus sanguineus*, lijevo: ženka, desno: mužjak (izvor: <https://commons.wikimedia.org>)

U Hrvatskoj iz roda *Hyalomma* dolazi vrsta *Hyalomma marginatum* (Slika 4.) kojima pripadaju srednje veliki do veliki krpelji.



Slika 4. *Hyalomma marginatum*, lijevo: ženka, desno: mužjak (izvor: <https://inaturalist.ca>)

S morfološkog aspekta, tijelo im je tamno smeđe i crvenkaste boje, s blijedim prugama na nogama, čeljusne nožice (pedipalpi) i hipostoma su dugački, štit nije ornamentiran, a na dorzalnoj strani skutuma su prisutne oči. Prijenosnik je virusa koji uzrokuje Krimsko-kongoansku hemoragijsku groznicu.

Iz roda *Haemaphysalis*, kojima pripadaju krpelji manjih dimenzija, u Hrvatskoj pridolazi vrsta *Haemaphysalis punctata* (Slika 5.).

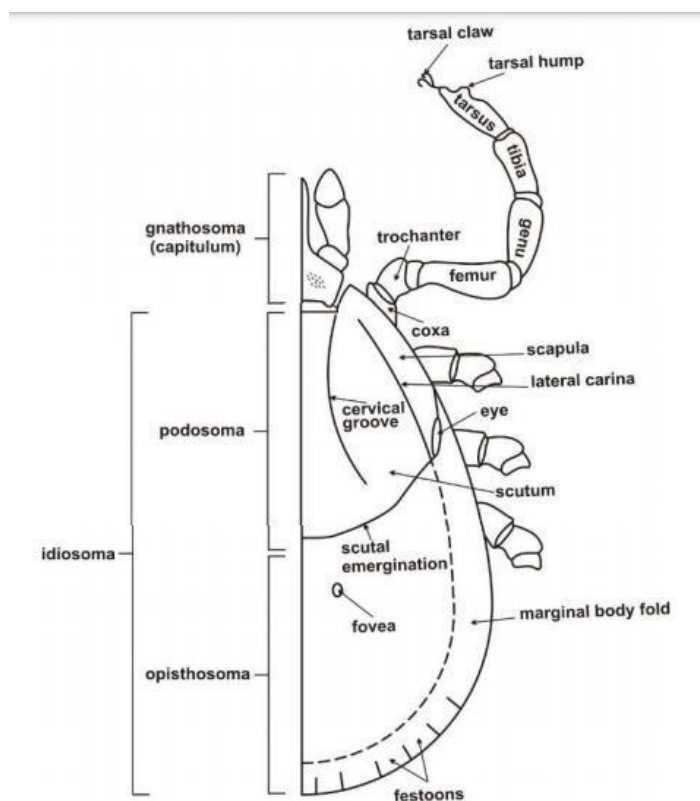


Slika 5. *Haemaphysalis punctata*, lijevo: ženka, desno: mužjak (izvor: <http://www.bristoluniversitytickid.uk>)

Vrstama ovoga roda odgovaraju staništa s izraženom vegetacijom. Baza kapituluma je pravokutnog oblika, a čeljusne nožice (pedipalpi) i hipostoma su kratki, štit nije ornamentiran, a oči nisu prisutne. Kao adult parazitira na ovcama i govedima, kozama, konjima, a može se hraniti krvlju čovjeka. Ličinke i nimfe hrane se krvlju ptica, ježeva, glodavaca i gmazova (Vucelja i Klobučar 2019).

2.3. Morfologija krpelja

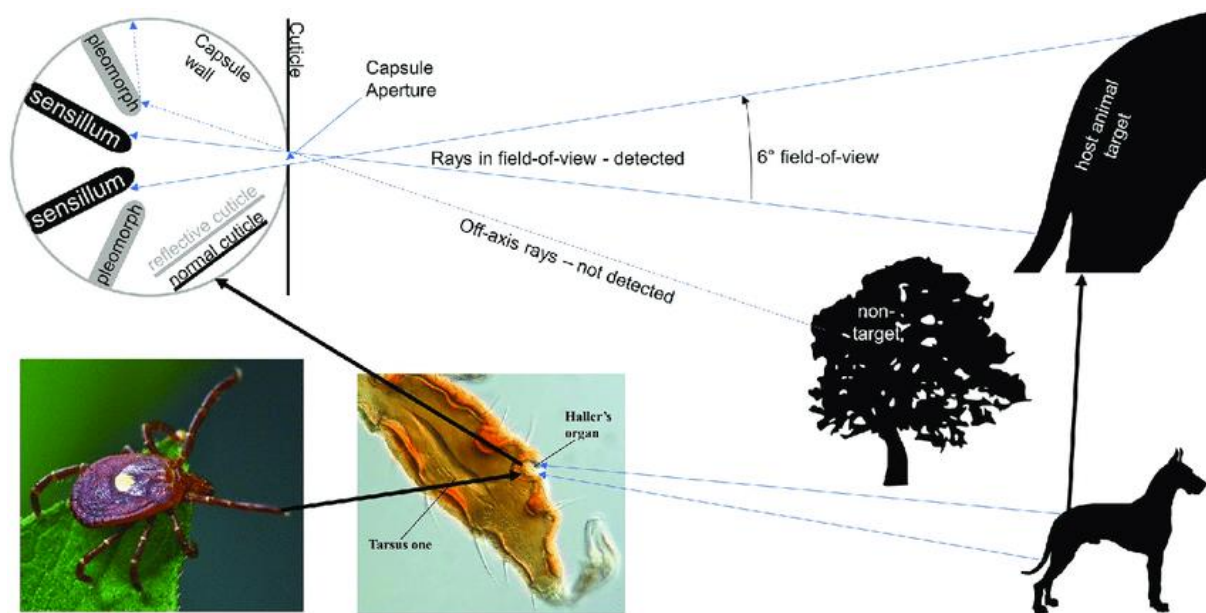
Ženka krpelja (ne kod svih vrsta) je veća od mužjaka, duga je od 3,5 do 4 mm, a široka oko 3 mm. Veličina oplodjenih i krvlju nasanih ženki iznosi 10 – 11 mm u dužinu i 6 – 7 mm u širinu (Vodopija i sur. 2017). Tijelo krpelja čini kapitulum (tzv. „lažna glava“) i idiosoma, koja se dijeli na podosomu (dio tijela na kojem se nalaze noge) i opistosomu (stražnje tijelo) (Slika 6.). Prosomu (prednje tijelo) zajedno čine kapitulum i podosoma, a emargencija se naziva mjesto na kojem su povezani kapitulum i idiosoma (Vucelja i Klobučar 2019).



Slika 6. Vanjska građa tijela adulta iz porodice Ixodidae (Izvor: <http://www.pjlss.edu.pk/>)

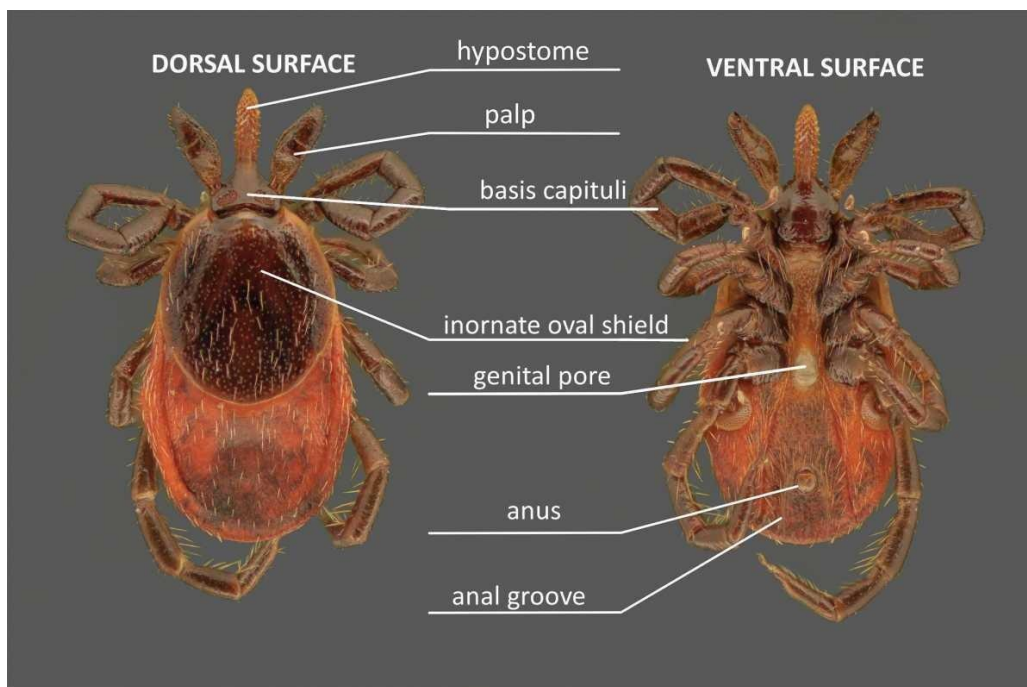
Kapitulum nosi usne organe i više puta je opisan kao "neprava glava" jer ne nosi oči (Hillyard 1996), već se one, ako su prisutne, nalaze dorzolateralno smještene na podosomi. Baza kapituluma nosi jedan par četveročlanih pomičnih čeljusnih nožica (pedipalpi), jedan par dvočlanih gibljivih kliješta (helicera) za prodiranje u kožu domaćina, a u sredini nepomičnu hipostomu (rilo, klava) nazubljenu s donje strane, s kojom se ubušuje u kožu domaćina. Dio idiosome koji nije prekriven sa štitom naziva se aloskutum (alloscutum), a povećava se sisanjem krvi. Na rubovima štita se mogu nalaziti oči. Ako štit ima pigmentirane uzorke, kažemo da je ornamentiran (npr. kod roda Dermacentor) (Hillyard 1996). Donji dio tijela krpelja sastoji se od trbušnog dijela kapituluma, prvih članova nogu (kukovi), parnih odušaka (stigma) te analnog i genitalnog otvora (Hillyard 1996). Spolni otvor, prisutan samo kod adulta, leži između trećeg i četvrtog para kukova (Estrada-Peña i sur. 2004.). Noge su sastavljene od šest segmenata: kuk (coxae), trohanter (trochanter), bedro (femur), čašica (patella), goljenica (tibia), stopalo (tarsus). Ličinke imaju tri para nogu, dok nimfe i odrasli imaju četiri para nogu. Na stopalu se nalazi apotel koji služi za prijanjanje, a građen je od jednog para kandžica i prianjalki (pulvillus) (Vucelja, Klobučar 2019). Većina krpelja nema oči, ali im za detekciju promjena u okolišu, snalaženje u prostoru te detekciju domaćina služi tzv. Haller-ov organ (Slika 7.) smješten na

nožicama, a predstavlja kemoreceptor koji reagira na razne podražaje kao što su: ispušteni CO₂, mirisi, toplina, vlažnost, vibracije i slično (Vodopija i sur. 2017).



Slika 7. Funkcija Haller-ova organa kao osjetilo na toplinsko zračenje: Kada je otvor kapsule Hallerovih organa usmjeren na toplu metu, infracrveno zračenje unutar uskog vidnog polja prolazi kroz otvor i zagrijava senzilu smještenu duboko u kapsuli, dok će izvanosne zrake iz neciljana područja bit blokirana reflektirajućim pleomorfima i neće utjecati na senzilu. (izvor: <https://www.researchgate.net/>)

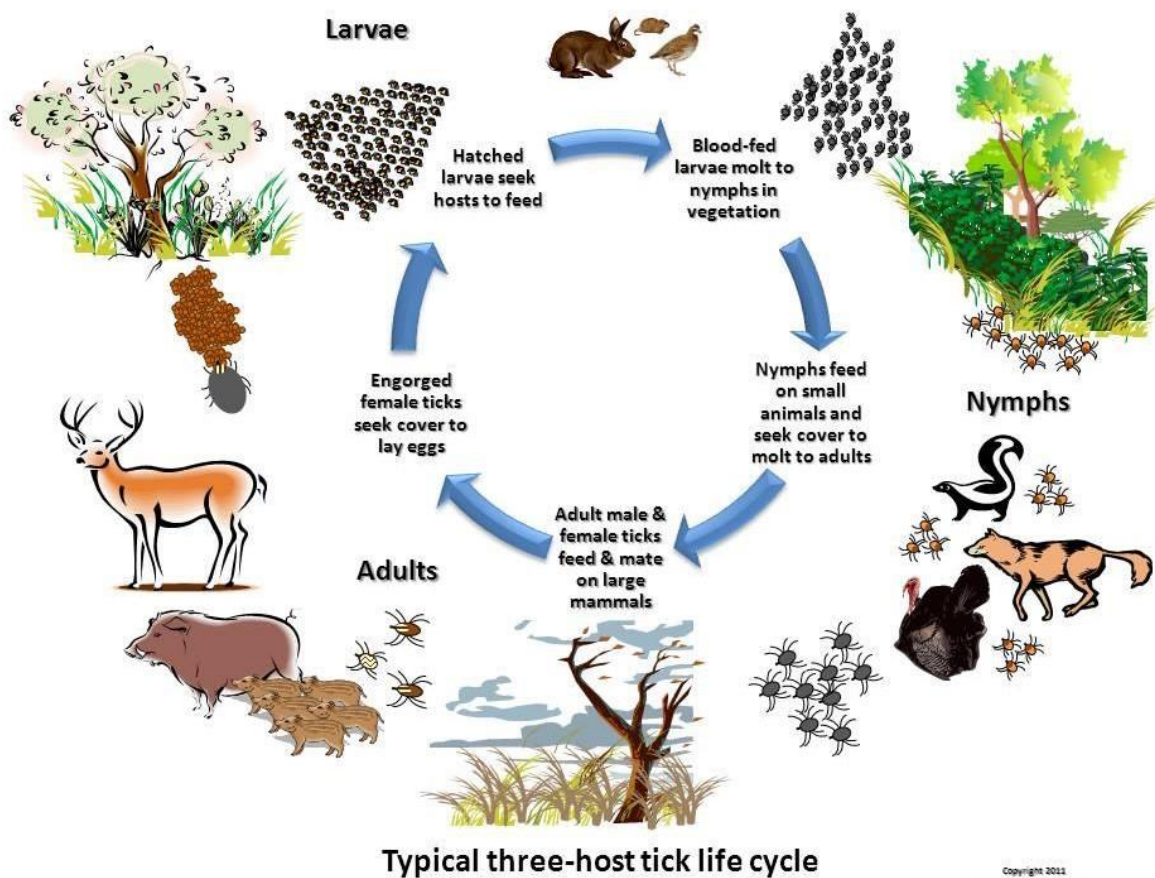
Ventralni dio tijela krpelja sastoji se od ventralnog (trbušnog) dijela kapituluma, prvih članova nogu (kukovi), parnih odušaka, te analnog i genitalnog otvora (Hillyard 1996). Otvori odušaka (stigmi) nalaze se na ventralnoj strani tijela, lateralno iza četvrtog para nogu, a mogu biti ovalni, zaobljeni ili u obliku zareza. Odušci su vidljivi kod nimfi i kod odraslih krpelja (Stafford 2007, Lane i Crosskey 1993). Postoje razlike kod ventralne građe između mužjaka i ženke. Mužjaci s ventralne strane imaju sedam manjih štitova između kojih se nalazi genitalna i analna brazda, dok ženke nemaju ventralne štitove, a imaju stigmatske otvore, analni otvor i genitalnu poru (Slika 8.). Prilikom raspoznavanja vrsta najpouzdanija je determinacija odraslih ženki, odrasli mužjaci imaju manje tipičnih znakova, raspoznavanje nimfa je teže, dok se za raspoznavanje ličinki potrebno koristit mikroskopom (Hillyard 1996.).



Slika 8. Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda *Ixodes* (izvor: <https://www.inspq.qc.ca>)

2.4. Biologija krpelja

Krpelji imaju četiri životna stadija; jaje, larva, nimfa i adult. Da bi mogli prijeći u drugi stadij krpelji moraju imati krvni obrok. Životni ciklus obično traje dvije godine, ali može trajati i duže (pet do šest godina), a u koliko su klimatski uvjeti optimalni i raspoloživih domaćina ima u izobilju životni ciklus može trajati manje od dvije godine. Ličinke obično narastu do oko 1 mm, nimfe oko 1,5 mm, a adulti do oko 2 do 3 mm, dok nahranjena ženka može doseći veličinu do 13 mm i više (Parola i Raoult 2001). Krpelje možemo podijeliti na jednorodne, dvorodne i najčešće, trorodne, ovisno o broju domaćina koji im je potreban za razvoj. Ličinka kod jednorodnih krpelja se do adulta razvija na istom domaćinu i mogu imati više generacija u jednoj godini. Dvorodni krpelji imaju dva domaćina, jer se nimfe ponovo hrane na istom domaćinu (Lane i Crosskey 1993). Ciklus razvoja trorodnih krpelja uključuje tri različita domaćina iste ili različite vrste (Slika 9.). Može uključivati istu jedinku tri puta ako se nađe u blizini sva tri razvojna stadija (Lane i Crosskey 1993). Meki krpelji se hrane kratko, ali više puta u svakoj fazi životnog ciklusa te nemaju kompleksno pričvršćivanje za kožu kakvo imaju tvrdi krpelji (Estrada-Peña i sur. 2004). Kod tvrdih krpelja proces hranjenja traje i do nekoliko sati.

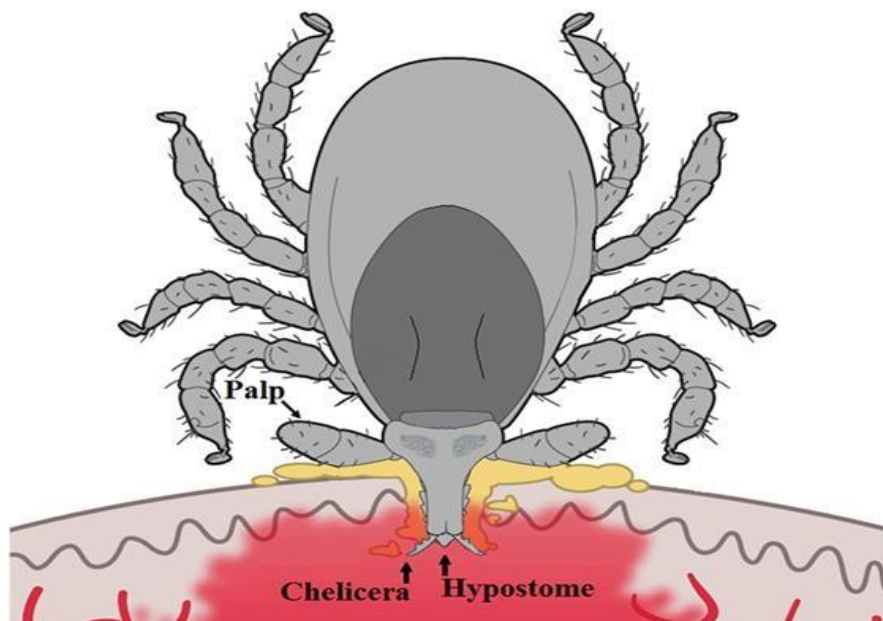


Slika 9. Životni ciklus trorodnih krpelja (izvor: <https://tickapp.tamu.edu>)

Parenje tvrdih krpelja se odvija na domaćinu, a kod *Ixodes* vrsta moguće je i na vegetaciji. Feromoni imaju važnu ulogu u pronalaženju partnera za parenje. Mužjak ostaje na domaćinu i pari se sa više ženik (poliginija), dok se ženka pari samo jednom i to prije nego što je spremna nagutati se krvi. Kada je ženka 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 velik broj jajašaca (2 000 - 20 000) u jednoj seriji, nakon toga ugiba (Logar 1999; Spielman i Hodgson 2000). Iz jaja se razvijaju ličinke koje imaju mekano tijelo i kao takvi nisu aktivni sve dok im vanjski tjelesni zid ne ojača (1 do 2 tjedna). Kada su spremne za hranjenje, ličinke pronalaze domaćina, a to su najčešće glodavci, ptice, zmijske. Ličinke se na prvom domaćinu hrane 3-7 dana. Nakon hranjenja ostaju na domaćinu ili se otpuštaju na tlo te se za nekoliko mjeseci preobraze u nimfu. Nimfa se na svom drugom domaćinu hrani 3-10 dana, nakon čega se otpušta i pada na tlo, pretvara u adultni oblik i traži svog trećeg domaćina kao što su jeleni, srne, divlje svinje, itd. Adult ženke se na domaćinu hrani 10-12 dana, dok se odrasli mužjak hrani nešto kraće oko 3-5 dana. Mužjaci nekih vrsta porodice *Ixodidae* mogu ostati na domaćinu i do nekoliko mjeseci čekajući ženku.

Krpelji postaju aktivni u periodu od travnja do lipnja, no na njihovu aktivnost jako veliku ulogu imaju mikroklimatski uvjeti. Krpelj *Ixodes ricinus* preferira uvjete u kojima je temperatura zraka 5-20°C i gdje vlažnost doseže preko 50%, pa se često nalaze na šumovitim ili šikarnim područjima s umjerenim i povećanim oborinama. Blage zime i toplo proljeće rezultirat će ranom aktivnosti krpelja (Vodopija i sur. 2017). U koliko je temperatura iznad 30°C krpelji neće biti aktivni, bez obzira na postotak vlage. Krpelji, u svim razvojnim stadijima, prezimljuju u listincu ili u gornjim slojevima zemlje.

Krpelji prelaze kratke udaljenosti, te svoje domaćine ne traže aktivno nego čekaju na vegetaciji da se uhvate za njihovo tijelo. Pričvršćuju se za kožu domaćina pomoću kliješta i hipostome, a tijelo im je pod kutom od 45° do 60°. Usni dijelovi kod ličinki i nimfi su manji, s manjom penetracijom i uzrokuju slabiju reakciju domaćina, dok je kod odraslih jedinki usni aparat duži i može doseći subdermalne slojeve kože te uzrokuju jaču imunološku reakciju domaćina (Hill i McDonald 2006).

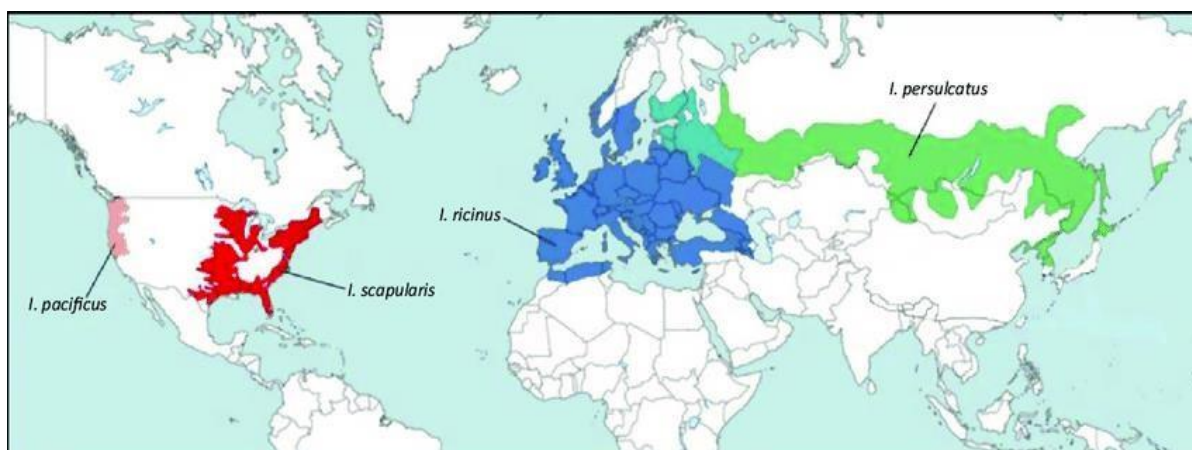


Slika 10. Hranjenje krpelja: ispod kože se nalaze kliješta (helicera) i hipostoma (rilo), a na površini kože čeljusne nožice (pedipalpi) (izvor: <https://kids.frontiersin.org>)

Sam ubod krpelja se ne osjeti zbog tvari koje se nalaze u slini i djeluju poput anestetika. Krpelji putem žlijezda slinovnica izlučuju ljepljiv materijal (tzv. "cement") kojim učvršćuju čeljusne nožice (pedipalpe) za vanjsku epidermu, a hipostom za kožu (Estrada-Peña i sur. 2004) (Slika 10.). Enzimi sline osim što pospješuju hranjenje olakšavaju prijenos patogena u tijelo domaćina. Da bi došlo do prijenosa patogena potrebno je da se krpelj hrani minimalno 24 sata. Hranjenjem krpelji povećavaju svoju masu, pa tako ne nahranjena ženka *Ixodes ricinus* koja teži oko 2 mg može posisati i do 600 mg krvi.

2.5. Rasprostranjenost krpelja i utjecaj klimatskih promjena

Krpelji su rasprostranjeni širom svijeta, te se uz komarce smatraju drugim najopasnijim nositeljima uzročnika bolesti. Jedan od najučestalijih nositelja uzročnika bolesti, kao što je bakterija *Borrelia burgdorferi*, virus krpeljnog meningoencefalitisa i dr., u Europi je vrsta *Ixodes ricinus*. Osim u Europi rasprostranjen je i u dijelovima sjeverne Afrike, gdje je ograničena na hladnije i vlažnije pokrajine sa mediteranskom klimom (Tunis, Alžir i Maroko) (Estrada-Peña i dr. 2004) (Slika 11.).



Slika 11. Geografska rasprostranjenost vrsta iz roda *Ixodes* (*Ixodes pacificus*, *Ixodes scapularis*, *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus*) (izvor: <https://www.researchgate.net>)

Ograničeni temperaturom i vlagom, kao ključnim okolišnim čimbenicima te dostupnošću svojih domaćina, krpelji dominantno nastanjuju listopadne i mješovite šume, ali pridolaze i u šumama četinjača s dovoljno prizemne vegetacije, livadama, travnjacima, pašnjacima, prigradskim i

gradskim staništima, kao i rekreacijskim i parkovnim prostorima (Burgdorfer 1995; Estrada-Peña 2001). Budući da krpelji mogu naseljavati širok raspon vegetacijskih staništa na selu, predgrađu pa čak i urbana područja, predstavljaju opasnost u javnom i veterinarskom zdravlju. Urbana i prigradska staništa karakterizira niža biološka raznolikost divljih vrsta u usporedbi s prirodnim ekosustavima, no sa širenjem urbanizacije dolazi do prilagodbe mnogih vrsta životinja i postižu veću gustoću naseljenosti. U gradskim staništima u Europi glodavci (miševi, voluharice, puhovi, vjeverice i štakori), ježevi, rovke, ptice, gušteri i životinje za pratnju (psi i mačke), ali u prigradskim područjima i srednji i veći sisavci poput lisica, srna i divljih svinja, igraju glavnu ulogu kao domaćini održavanja krpelja i rezervoari patogena koji se prenose krpeljima (Pfäffle i dr. 2013). Stoga urbanizacija može promijeniti biologiju i gustoću populacije krpelja i može dovesti do povećane transmisije patogena između vektora i domaćina.

Kako je već spomenuto krpelji su osjetljivi na klimatske uvjete, zahtijevaju relativnu vlažnost od najmanje 80% kako bi preživjeli razdoblje života izvan domaćina, te su ograničeni na područja umjerenih do jakih kiša s vegetacijom koja zadržava visoku vlažnost. U slučajevima kada vlažnost zraka padne ispod 80% to direktno smanjuje šanse za preživljavanje krpelja time što skraćuje vrijeme traženja domaćina (Knap i sur. 2009). Klimatske promjene utječu na preživljavanje, brojnost i sezonsku aktivnost krpelja. Blaže zime i topla proljeća omogućuju krpeljima raniju potragu domaćina tijekom godine, a razdoblja pretjerane vrućine i suhoće tijekom proljeća i ljeta zaustavlja njihovu aktivnost.

Pokretači promjena u distribuciji krpelja mogu se svrstati u tri skupine: 1. čimbenici koji su izravno povezani s klimatskim promjenama (djeluju na krpelja, domaćina ili njihovo stanište), 2. čimbenici koji se odnose na promjene u raspodjeli domaćina krpelja (što može biti izravan ili neizravan učinak ljudske intervencije) i 3. druge ekološke promjene (također obično izravni ili neizravni učinak ljudske intervencije) (Tablica 1). Primjerice, sve toplija klima u središnjoj Europi vjerojatno će rezultirati smanjenjem obične smreke (*Picea abies*) i ta će područja vjerojatno biti kolonizirana bukvom (*Fagus sylvatica*), otpalo lišće će pružiti povoljne mikroklimatske uvjete za život svih životnih stadija krpelja (Kölling 2008), zatim određenim smjericama gospodarenja šuma stvaraju se pogodna staništa za njihov rast i razvoj.

Tablica 2. Pregled ključnih pokretača i djelovanje čimbenika na distribuciju krpelja *Ixodes ricinus* u Europi (izvor: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/>)

Glavni pokretači	Čimbenici	Način djelovanja čimbenika	Utjecaj na biologiju krpelja	Nadmorska visina	Zemljopisna širina	Endemske zone
Klima	Temperatura	Povećana temperatura tijekom zimskih mjeseci	Povećano preživljavanje zimi	x	x	
		Ukupna povećana temperatura (zimi i ljeti)	Produljeno razdoblje razvoja	x	x	
	Padavine	Povećana vlaga	Produljeno razdoblje razvoja, povećano preživljavanje			
	Snježni pokrivač	Izolacija, sprječava pad temperature tla ispod 0 ° C	Povećano preživljavanje zime	x	x	
	Produljeno vegetacijsko razdoblje (povećana temperatura i smanjeni snježni pokrivač)	Horizontalno i vertikalno širenje listopadne šume stvara prikladne uvjete za <i>Ixodes ricinus</i>	Poboljšana mikroklima s povećanim preživljavanjem i razvojem krpelja	x	x	
		Rasprostranjenost srneće divljači na većoj nadmorskoj visini i širini	Pojačano širenje i reprodukcija	x	x	
Antropogeni	Upravljanje divljinom	Povećano stanište za <i>Ixodes ricinus</i>	Pojačano širenje	x	x	
		Povećano stanište domaćina	Pojačano širenje	x	x	
		Povećana brojnost domaćina	Poboljšana reprodukcija			x
	Promjene u obrascima korištenja zemljišta	Povećano stanište za <i>Ixodes ricinus</i>	Pojačano širenje			x
		povećano stanište za domaćine	Pojačano širenje			x
		Povećana brojnost domaćina	Poboljšana reprodukcija			x
	Gospodarenje šumama	Pošumljavanje, stvaranje odgovarajućih staništa		x	x	x
Ekološki / zemljopisni čimbenici	Struktura i povezanost staništa	Povećanje u prikladnom okruženju	Poboljšana reprodukcija i razvoj			x
		Poboljšano širenje domaćina	Pojačano širenje			x
	Orijentacija planinskih padina	Utjecaj na mikroklimu	Utjecaj na opstanak, razvoj	x		
	Rastjerivanje domaćina	Prilagođavanje srneće divljači ljudskoj prisutnosti	Poboljšana reprodukcija i širenje krpelja			x

Vertikalni i horizontalni pomaci u distribuciji različitih vrsta krpelja (npr. *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, *Rhipicephalus sanguineus*) i njihovih patogena vidljivi su već u brojnim Europskim zemljama (Danielová i sur. 2006.; Beugnet i Monfray 2013.; Grey i sur. 2009.), a važnost ovakvih promjena, za očekivati je, imat će i dalje uzlaznu putanju (Vucelja i Klobučar 2019).

2.6. Medicinska važnost krpelja

Krpelji su (domaćini) rezervoari i (vektori) prenosnici patogenih uzročnika bolesti prenosivih na čovjeka (zoonoza). Uzročnici bolesti mogu prijeći iz zaražene ženke krpelja u njezina jajašca (transovarijalni prijenos) iz kojih se izlegu zaražene ličinke ili tijekom preobrazbe u novi razvojni stadij iz zaražene ličinke u nimfu i zaražene nimfe u adultni oblik (transstadijalni prijenos). Krpelji su vektori širokog spektra uzročnika bolesti širom svijeta, uključujući viruse, bakterije i protozoe. Krpelji su jako učinkoviti vektori iz razloga što su teško primjetni i čvrsto fiksirani za domaćina, hrane se krvlju u sva tri razvojna stadija, imaju visoku stopu razmnožavanja, parazitiraju na raznolikim domaćinima i lako se prilagođavaju novima te imaju relativno mali broj prirodnih neprijatelja. Približno 10% od 900-njak poznatih vrsta krpelja su prijenosnici uzročnika bolesti s divljih životinja na čovjeka (Milutinović i Radulović 2002). Uzročnike bolesti krpelji prenose neposredno ugrizom ili posredno kontaminacijom sa sekretima, fecesom ili prilikom njihova gnječenja (Hyllard 1996). Za krpelje je poznato da mogu svojim ubodom prenositi bolesti kao što su: krpeljni meningoencefalitis (KME), borelioze, erlihioza, tularemija, krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica, babezioze te rikecioze (pjegave groznice/krpeljni tifus, Q groznica) (Vodopija i sur. 2017). U Hrvatskoj, najznačajnijim bolestima čiji su vektori tvrdi krpelji pripadaju Lyme boreliozu, KME i mediteranska pjegava groznica (Mulić i sur. 2011). Na području Europe, nalazi se i krpelj *Hyalomma marginatum* koji je prijenosnik i rezervoar virusne kongoansko-krimske hemoragijske vrućice (Bente i sur. 2013).

2.6.1. Lyme borelioza

Lajmska bolest prvi je put prepoznata u gradu Old Lyme u saveznoj državi Connecticut 1975. godine. Otkrivena je nakon istraživanja djece kojima je dijagnosticiran mladenački reumatoidni artritis. Većina djece koja su bila zaražena živjeli su u blizini šumovitih područja, te se vrijeme zaraze poklapalo sa sezonom krpelja u ljetnim mjesecima.

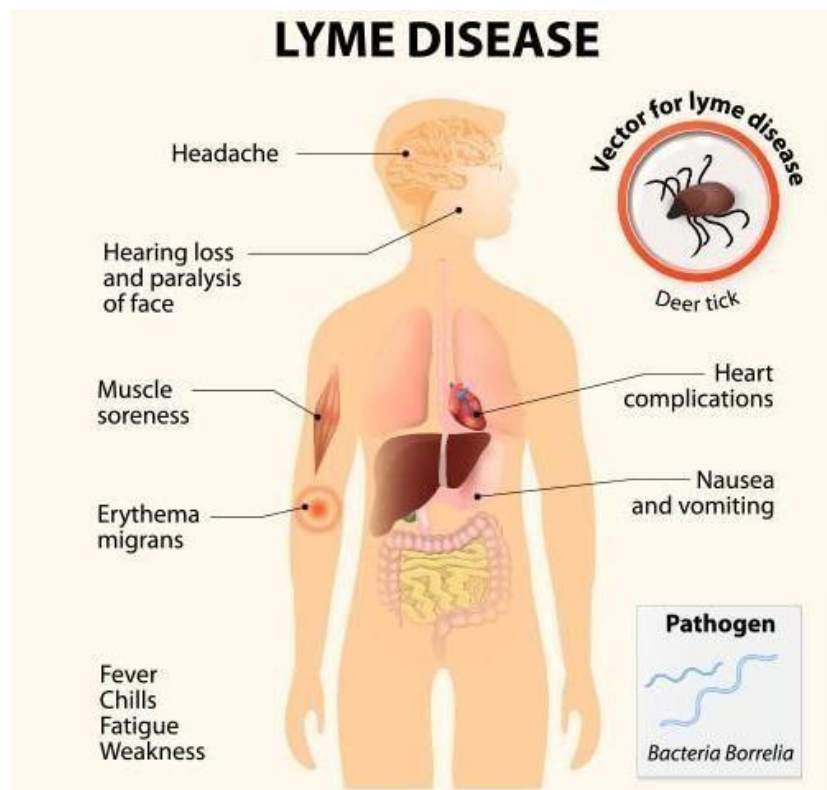
Lajmska borelioza je bolest koju uzrokuje spiroheta (grupa spiralnih bakterija) iz roda *Borrelia*. Bakterija *Borrelia burgdorferi* prvi puta je otkrivena 1982. kod jelenskog krpelja (*Ixodes scapularis*). Prenositelj bolesti u Europi, pa tako i u Hrvatskoj je šumski krpelj (*Ixodes ricinus*), a glavni rezervoari uzročnika bolesti su ptice te mišoliki sisavci (šumski, žutogrl i poljski miševi, voluharice, puh). Za prijenos spirohete *Borrelia burgdorferi* potrebno je više od 24 sata (36 do 48 sati) (Bratton i sur. 2008). Bolest nastupa u tri stadija, a ovisno o stadiju može zahvatiti kožu, zglobove, živčani sustav, srčano-žilni sustav, jetru, pluća, mišiće (Slika 13). U velikog broja osoba (70-80%), nakon inkubacije od 7 do 14 dana manifestira se pojavom prstenaste kožne promjene (*erythema migrans*) na mjestu uboda koja se postupno širi u prosjeku 1 cm dnevno, a sredina postaje sve bljeđa (Vodopija i sur. 2017). Crvenilo nastalo iritacijom uboda krpelja nestaje u roku 24 do 48 sati za razliku od *erythema migrans* (Slika 12.) koja ostaje na koži i do nekoliko tjedana. *Erythema migrans* je popraćena simptomima sličnim gripi (groznica, glavobolja, vrtoglavost, umor, bolovi u zglobovima itd.). Navedeni simptomi se pojavljuju u lokalnom stadiju.



Slika 12. Napredovanje erythema migrans nakon 2 tjedna (Izvor:

<https://www.onlandscape.co.uk>)

Rani diseminirani stadij javlja se nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci nakon ugriza, dolazi do pojave opće slabosti uz osip poput onoga u prvom stadiju na drugim mjestima tijela. U kasnom stadiju, koji se manifestira godinama nakon početka bolesti, zaraza pogađa živčani sustav koji uzrokuje ukočenost vrata, jake glavobolje (zbog meningitisa), privremenu paralizu mišića lica (Bellova paraliza), slabu koordinaciju mišića, a mogući su i ozbiljniji problemi kao što su napadaji panike, dezorijentiranost, halucinacije, shizofrenija itd. Osobe koje nisu liječene imaju otečene i bolne zglobove nakon čega dolazi do razvoja kroničnog artritisa. Liječenje se provodi antibioticima i učinkovito je u prvoj fazi bolesti, pa je s terapijom poželjno početi što ranije kako bi se izbjegle komplikacije na ostalim organima u tijelu (Vodopija i sur. 2017).



Slika 13. Dijelovi tijela koje može zahvatiti infekcija (Izvor: <https://texasholisticdentist.com>)

2.6.2. Krpeljni meningoencefalitis (KME)

Krpeljni meningoencefalitis (KME) je virusna bolest, koja je rasprostranjena po cijeloj Europi i Aziji, kod koje može doći do ozbiljne upale moždane ovojnice i mozga. Bolest ima sezonski karakter te se pojavljuje od proljeća do rane jeseni. Virus se nalazi u slini krpelja i prenosi se na čovjeka putem uboda ili se može prenijeti konzumacijom nepasteriziranog mlijeka ili mliječnih proizvoda od zaražene životinje. Važno je istaknuti da do infekcije najčešće dolazi tiskanjem, trganjem te nestručnim vađenjem, kada sadržaj krpelja (u kojem je prisutan virus) ulazi u organizam domaćina (odrasli, djeca) (Vodopija i sur. 2017). Šumski krpelj (*Ixodes ricinus*) najrasprostranjenija je vrsta krpelja u Hrvatskoj, a primarna staništa su mu šume i livade. Prirodni rezervoar virusa su ptice i mali šumski glodavci, a uslijed transovarijalnog prijenosa s jedne generacije na drugu, rezervoar infekcije može biti i sam krpelj (Mulić 2003). Vođeni tom činjenicom, osobe koje profesionalno borave u prirodi, na područjima prirodnih žarišta krpelja (šumari, šumski radnici, lovci...) pripadaju rizičnoj skupini izloženoj krpeljima.

Uzročnik krpeljnog meningoencefalitisa je RNA virus iz roda *Flavivirus*. Prvi je puta izoliran u Rusiji još 1937. godine. Postoje tri podvrste virusa s različitim kliničkim prezentacijama: zapadnoeuropski tip, sibirski tip te dalekoistočni tip. Dalekoistočni tip je teži i nerijetko ima visoku stopu smrtnosti, dok u Hrvatskoj i drugim okolnim zemljama prevladava zapadnoeuropski tip krpeljnog meningoencefalitisa s blažim tijekom bolesti (Meštrović, 2014). U Hrvatskoj je KME endemičan u sjeverozapadnim regijama, ali zaraze su zabilježene u svim kontinentalnim županijama s prosječno 36 (raspon 11-87) slučajeva registriranih na godišnjoj osnovi (Vilibić-Čavlek i sur. 2014).

Nakon razdoblja inkubacije koje traje između jednog i dva tjedna, u 90 % pacijenata se javljaju simptomi nalik gripi kao što su opća slabost, glavobolja, povišena tjelesna temperatura i bolovi u mišićima cijelog tijela (Meštrović 2014). Nakon toga slijedi razdoblje latencije (bez simptoma) u trajanju od 4 do 10 dana gdje se kod manjeg broja zaraženih javi druga meningoencefalitična faza u kojoj uz opće simptome dolazi do upale mozga, moždane ovojnice i leđne moždine što u najtežim slučajevima može rezultirati paralizom dišne muskulature te smrtnim ishodom. Osobama koje učestalo borave u prirodi preporuča se cijepljenje koje je vrlo učinkovito.

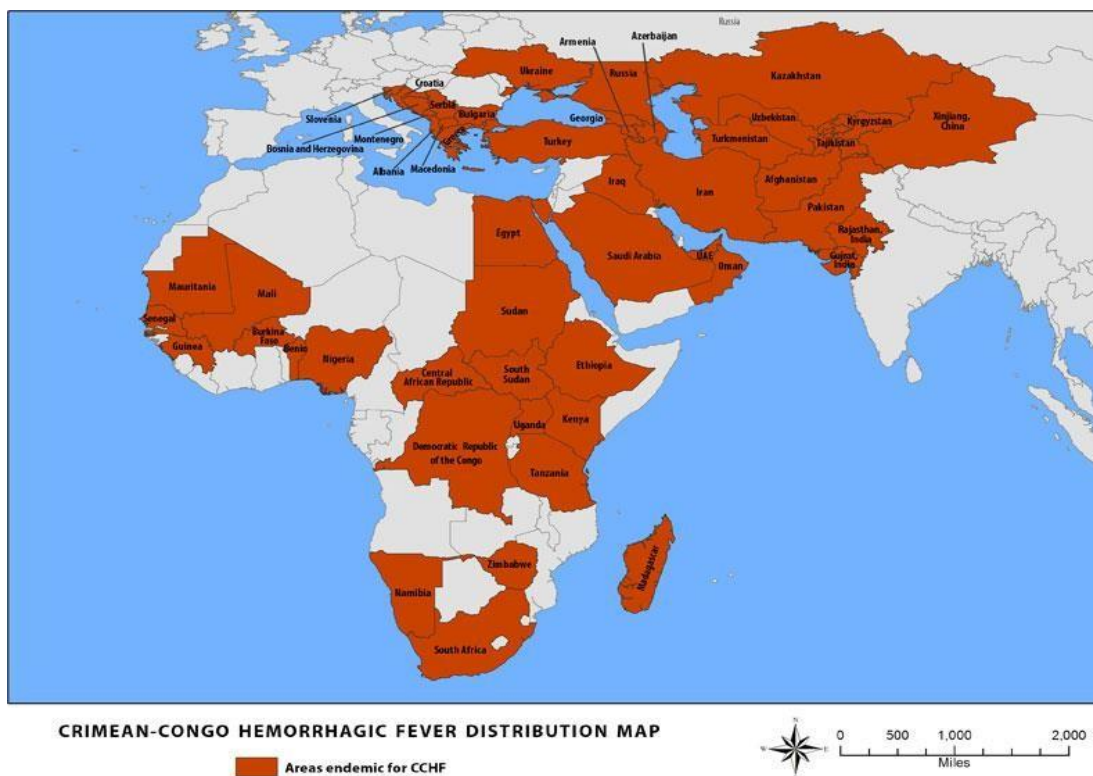
2.6.3. Mediteranska pjegava groznica

Ova bolest je prisutna u zemljama Afrike, Azije i južne Europe te se sve češće javlja u mediteranskim zemljama pa tako i u Hrvatskoj (na području Dalmacije u priobalnim i otočnim područjima oko Zadra i Splita). Uzročnik meditaranske pjegave groznice je bakterija *Rickettsia conorii*, a glavni prijenosnik je smeđi pseći krpelj *Rhipicephalus sanguineus* (smeđi pseći krpelj).

Inkubacija traje u razdoblju od 5 do 7 dana, a početni simptomi su vrućica, glavobolja, mučnina, bolovi u zglobovima i mišićima. Trećeg do petog dana bolesti javlja se tamnocrveni osip, kako po trupu i udovima, tako i po licu, dlanovima i tabanima. Kožni osip nestaje nakon dva do tri tjedna, a na mjestu osipa dolazi do ljuštenja kože i blage hiperpigmentacije. U nekih bolesnika na mjestu uboda krpelja vidljiva je lividno-crvena promjena (ulkus, *tache noire*) s crnim središtem, okruženim crvenim prstenom, promjera oko 1 cm i popratno povećanim limfnim čvorovima (Dželalija, 2012). Ranom primjenom antibiotika (prvih 48 sati od početka simptoma) smanjuje se mogućnost pojave teških oblika zaraze i simptoma bolesti bubrega, središnjeg živčanog sustava i srca.

2.6.4. Krimsko-kongoanska hemoragijska groznica

Uzročnik KKHG je RNA virus iz roda *Nairovirus*, porodicu *Bunyaviridae* i koji se prenosi krpeljima iz roda *Hyalomma*, najčešće vrstom *Hyalomma marginatum*. Rezervoari virusa su domaće životinje poput krava ili ovaca. Prijenos na ljude događa se kontaktom s zaraženim krpeljima ili krvlju zaraženih životinja. KKHG se može prenijeti s jednog zaraženog čovjeka na drugog kontaktom s zaraznom krvlju ili tjelesnim tekućinama. Ova bolest je zabilježena u 52 zemlje Afrike, Aziji, istočnoj Europi te Bliskom Istoku (Slika 14.). U Europi KKHG je endemičan za područje Balkanskog poluotoka, južne Rusije, Španjolske, Francuske, Portugala i Mađarske (Kallio-Kokko 2005). Inkubacija traje najčešće 2 do 9 dana, bolest nastupa naglo uz simptome kao što su groznica, vrućica, glavobolja, bolovi u leđima, povraćanje, crvene oči, rumeno lice. Kako bolest napreduje dolazi do krvarenja iz nosa, zatim u obliku potkožnog krvarenja, stvaraju se krvni podljevi. Stopa smrtnosti je 20 do 35% (Kallio-Kokko 2005).



Slika 14. Karta distribucije krimsko - kongoanske groznice (Izvor: <https://www.cdc.gov/>)

2.6.5. Tularemija

Tularemija je zoonoza uzrokovana bakterijom *Francisella tularensis*, koja ulazi u tijelo ingestijom, inokulacijom, inhalacijom ili kontaminacijom. Dvije najznačajnije podvrste *F. tularensis* koje uzrokuju bolest kod ljudi i životinja su *F. tularensis* subsp. *holarctica* koja se javlja u Europi, Aziji i Sjevernoj Americi dok se *F. tularensis* subsp. *Tularensis* javlja samo u Sjevernoj Americi. Glavni rezervoari tularemije su zečevi i kunići dok krpelji predstavljaju vektore. Najčešće se inficiraju lovci, mesari, trgovci krzna, osobe koje rade u laboratorijima. U ljetnim mjesecima većinom dolazi do zaraze zbog kontakta sa zaraženim krpeljima, a zimi sa zaraženim divljim zečevima.

Bolest počinje naglo, obično 2 do 4 dana nakon kontakta. Postoji nekoliko tipova tularemije, a svaki tip ima svoje simptome. Ulceroglandularna tularemija je najčešći oblik zaraze koji pogađa usta, grlo i probavni sustav. Dolazi do natečenosti limfnih žlijezda, temperature, umora, glavobolje. Iste simptome uzrokuje i žljezdana tularemija. Očna tularemija zahvaća oči te uzrokuje

bolne, otečene, crvene oči, iscjedak. Ždrijelna tularemija uzrokovana je konzumacijom nedovoljno kuhanim mesom divlje životinje i zagađene vode. Plućna tularemija pojavljuje se kod starijih osoba koja uzrokuje bolove u plućima, otežano disanje, kašalj. Tifusna tularemija je rijedak i ozbiljan tip zaraze popraćen visokom temperaturom, umorom, povećanom jetrom i slezenom te povraćanje. Tularemija može biti učinkovito liječena konzumacijom antibiotika. U liječenim slučajevima gotovo nema smrtnosti dok kod neliječenih slučajeva iznosi 6 %.

2.7. Preventivne mjere zaštite od uboda krpelja i uklanjanje krpelja

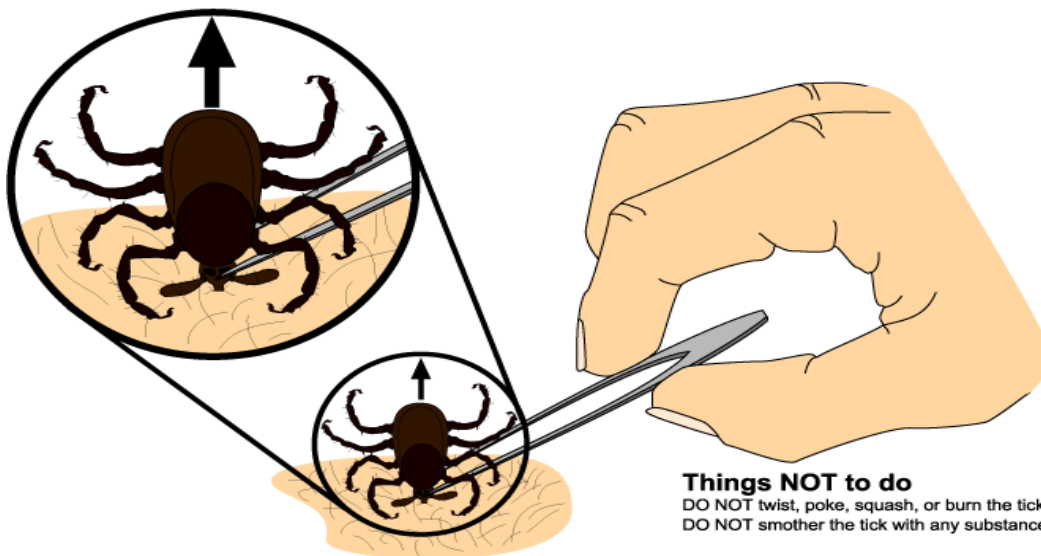
Ključ borbe protiv zaraznih bolesti koje se prenose krpeljima leži u samoj prevenciji. Krpelji se često nalaze na mjestima gdje šumovita i travnata vegetacija graniče. Najbolja preventivna mjera bila bi izbjegavanje takvih površina u vrijeme njihove povećane aktivnosti. Krpelji se kreću i čekaju domaćina na travi, otpalom lišću, nižem raslinju što bliže tlu. Stoga se većina krpelja prihvati na nižem dijelu noge (potkoljenici), odakle krpelji gmižu prema gornjim dijelovima tijela tražeći pristup koži (Vucelja i Klobučar 2019). Prilikom svakog boravka u prirodi potrebno je koristiti adekvatnu odjeću i obuću što podrazumijeva hlače dugih nogavica (uvučene u čarape), majice dugih rukava (uvučena u hlače) i zatvorenu obuću. Poželjno je da odjeća bude svjetlije boje kako bi se krpelj lakše uočio. Za suzbijanje krpelji s osoba, s površina ili u nastambama, primjenjuju se repelentna ili insekticidna sredstva, odnosno kombinacija istih (Vodopija i sur., 2018). Postoje dvije skupine repelenata, a to su konvencionalni (sintetski) i biopesticidi (od sastojaka prirodnog podrijetla). U skupinu konvencionalnih repelenata ubraja se repelent kemijskog podrijetla s aktivnom tvari DEET (N,N-dietyl-meta-toluamide). Primjenjuje se u obliku tekućine, spreja, losiona, stikova i dr. Za osobnu zaštitu također se može koristiti i insekticid na bazi aktivne tvari permetrin (0,5%), pruža dugotrajnu zaštitu, a primjenjuje se samo na odjeći (Vucelja i Klobučar 2019). Biopesticidi spadaju u drugu skupinu repelentnih sredstava kod kojih se aktivna tvar dobije iz biljaka npr. ulje cedra, ružmarina, timijana, limuna i drugih citrusnih biljaka.

Nakon boravka u prirodi potrebno je pregledati odjeću i čitavo tijelo, s naglaskom na prepone, pregibe, područje iza uha, a kod djece i vlasište. Tuširanje može pomoći u uklanjanju krpelja koji se još nisu uhvatili za kožu. U koliko se na tijelu otkrije krpelj nužno ga je ukloniti na pravilan

način i u što kraćem mogućem roku kako ne bi došlo do prijenosa patogena iz tijela krpelja u tijelo domaćina. Za ispravno uklanjanje, krpelja je potrebno pincetom uhvatiti tik do kože domaćina, na mjestu ulaska usnih dijelova u kožu. Zatim ga treba nježno, ali odlučno i ravnomjerno, bez trzaja i zakretanja povući prema gore kako bi se koža mogla rastegnuti (Slika 15.).

Removal of a Tick

Using a pair of tweezers, find where the tick's mouthparts have entered the skin. Place the ends of the tweezers around the base of the mouthparts and while applying gentle pressure pull the tick up slowly and steadily until it releases its hold. Dispose of the tick in a sealable plastic bag in the trash *outside* your home.



Slika 15. Postupak uklanjanja krpelja (Izvor: <https://extension.entm.purdue.edu/>)

U koliko se usni dijelovi krpelja slome i ostanu u koži potrebno ih je (bez panike) izvaditi pincetom ili iglom. U ovom slučaju se ne povećava dodatna opasnost od prijenosa patogena, ali može doći do iritacije, te sekundarnih bakterijskih infekcija (crvenilo, otjecanje, bol) i tada bi bilo dobro obratiti se svome liječniku. Ne preporuča se korištenje vazelina, ulja, petroleja niti ikakvih tekućina pri uklanjanju krpelja jer može pospješiti dodatno lučenje sline krpelja u ranu, odnosno povećati mogućnost prijenosa patogena u slučaju da se radi o zaraženoj jedinki krpelja (Vucelja i Klobučar 2019).

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj provedenog istraživanja bio je monitoring faune tvrdih krpelja (fam. *Ixodidae*) tj. praćenje njihovih populacija na području Parka Maksimir u svrhu utvrđivanja brojnosti, sezonske, odnosno mjesečne dinamike te strukture populacije (vrste, razvojni stadij, spol) koje se pojavljuju. Poznavanje faune krpelja preduvjet je svakoj prevenciji zoonoza, kako šumskim, tako i urbanim sredinama.

4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Park Maksimir je izvorno nastao na rubnim dijelovima Zagreba krajem 18. i u prvoj polovici 19. stoljeća, a danas je u cijelosti okružen gradskim naseljima. Zauzima površinu od 316 hektara na nadmorskoj visini od 120 do 167 metara. Na južnoj strani parka nalazi se hrast lužnjak (*Quercus robur*) i njegov vjerni pratitelj obični grab (*Carpinus betulus*). Hrast lužnjak se djelomično prostire i po dolinama među brežuljcima sjevernog dijela parka, a u njegovim šumama prisutne su vrste kao što su: 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 malolisna lipa (*Tilia cordata*). U najvišim dijelovima parka Maksimir prostire se hrast kitnjak (*Quercus petraea*), pitomi kesten (*Castanea sativa*) te bukva (*Fagus sylvatica*). U parku, osim bjelogoričnih vrsta, zastupljena je i crnogorica unošenjem bijelog bora (*Pinus sylvestris*) i crnog bora (*Pinus nigra*) u sklopu hrastovih šuma. Osim borova mogu se pronaći skupine duglazije (*Pseudotsuga menziesii*) i smreka (*Picea abies*). Travnjačke zajednice koje su se razvile ubrajaju se u razred močvarnih i dolinskih livada. U zamočvarenim dijelovima parka pojavljuju se razne vrste šaševa (*Carex* spp.) i sitova (*Juncus* spp.) te grupe vrba i joha.

Područje parka Maksimir ima umjerenu kontinentalnu klimu modificiranu maritimnim utjecajem sa Sredozemlja. Prema Köppenovoj klasifikaciji klime, koja uvažava bitne odlike srednjeg godišnjeg hoda temperature zraka i oborine, park Maksimir ima umjereno toplu kišnu klimu sljedećih obilježja:

- temperatura najhladnijeg mjeseca viša od -3°C i niža od 18°C

- ljeta su relativno svježa (srednja mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca je veća od 22°C)
- raspored oborina relativno je ujednačen tijekom cijele godine s tim da u toplom dijelu godine ima nešto više oborina
- srednja godišnja temperatura iznosi oko 11°C, srednja temperatura zime oko 1°C, proljeća 11°C, ljeta 20°C i jeseni 11°C
- srednji maksimum temperature iznosi oko 35°C, a minimum oko -16°C (apsolutni minimum može pasti ispod -30°C)
- temperatura najtoplijeg mjeseca iznosi oko 21°C, a najhladnijeg oko 0°C

Uzorkovanje krpelja obuhvatilo je nekoliko mikrolokaliteta unutar sjeveroistočnog dijela parka Maksimir (Slika 16.).



Slika 16. Prikaz mikrolokacija na kojima su vršena uzorkovanja (Izvor: Google Earth)

Mikrolokalitet 1 – „Šumska staza“

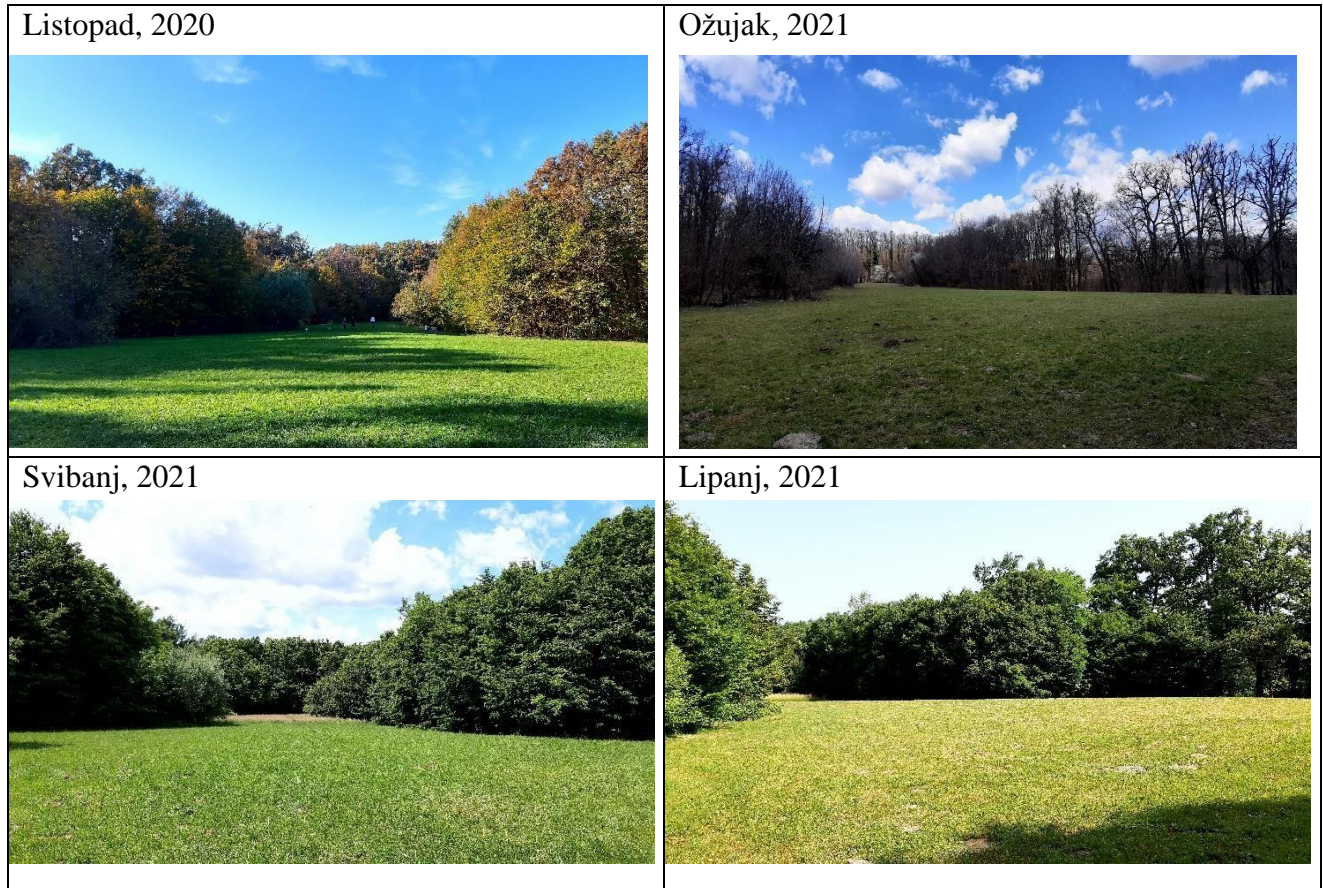
Prvi mikrolokalitet („Šumska staza“) na kojemu je poduzimano uzorkovanje krpelja unutar ovoga istraživanja nalazi se na istočnom rubu Parka Maksimir, uz makadamski put kojim se sa Fakultetskog dobra ulazi u sami park. Na lokaciji prevladava niska vegetacija, uz stablimičan raspored običnog graba (Peleš, 2017) (Slika 17.). Navedeni mikrolokalitet predstavlja područje relativno visoke frekvencije kretanja šetača, prolaznika, rekreativaca, odnosno korisnika Parka te je u tom pogledu poznavanje brojnosti krpelja u navedenom području svojevrsna projekcija potencijalne opasnost od zaraze bolestima koje prenose.



Slika 17. Mikrolokalitet 1- „Šumska staza“ (Izvor: Melani Mijić)

Mikrolokalitet 2 – „Livada“

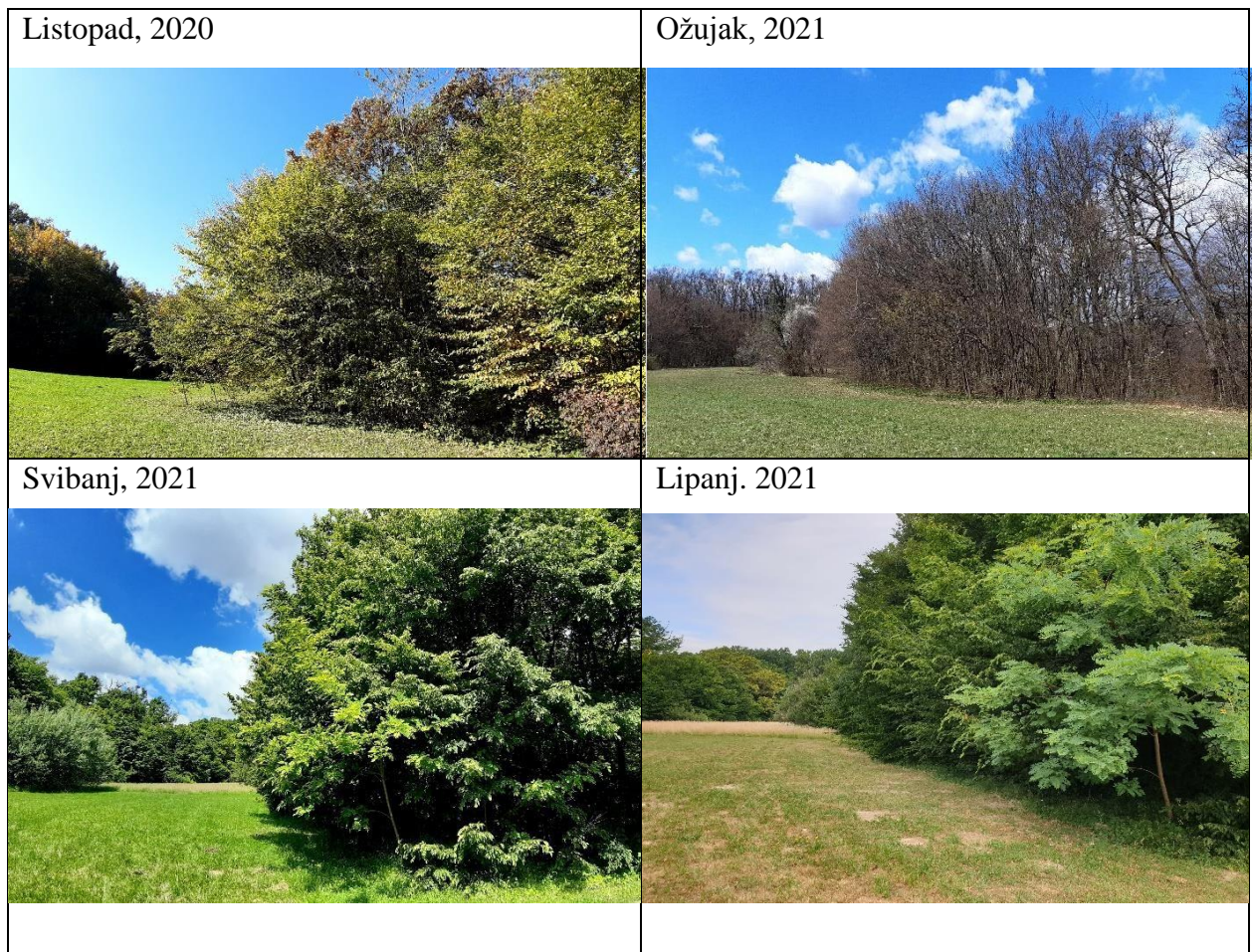
Drugi mikrolokalitet („Livada“) na kojemu je poduzimano uzorkovanje krpelja unutar ovoga istraživanja smješten je na košenoj livadi zapadno od petog jezera. Navedenu lokaciju karakterizira travnata vegetacija bez stabala (Peleš, 2017) (Slika 18.).



Slika 18. Mikrolokalitet 2- „Livada“ (Izvor: Melani Mijić)

Mikrolokalitet 3 – „Rub šume“

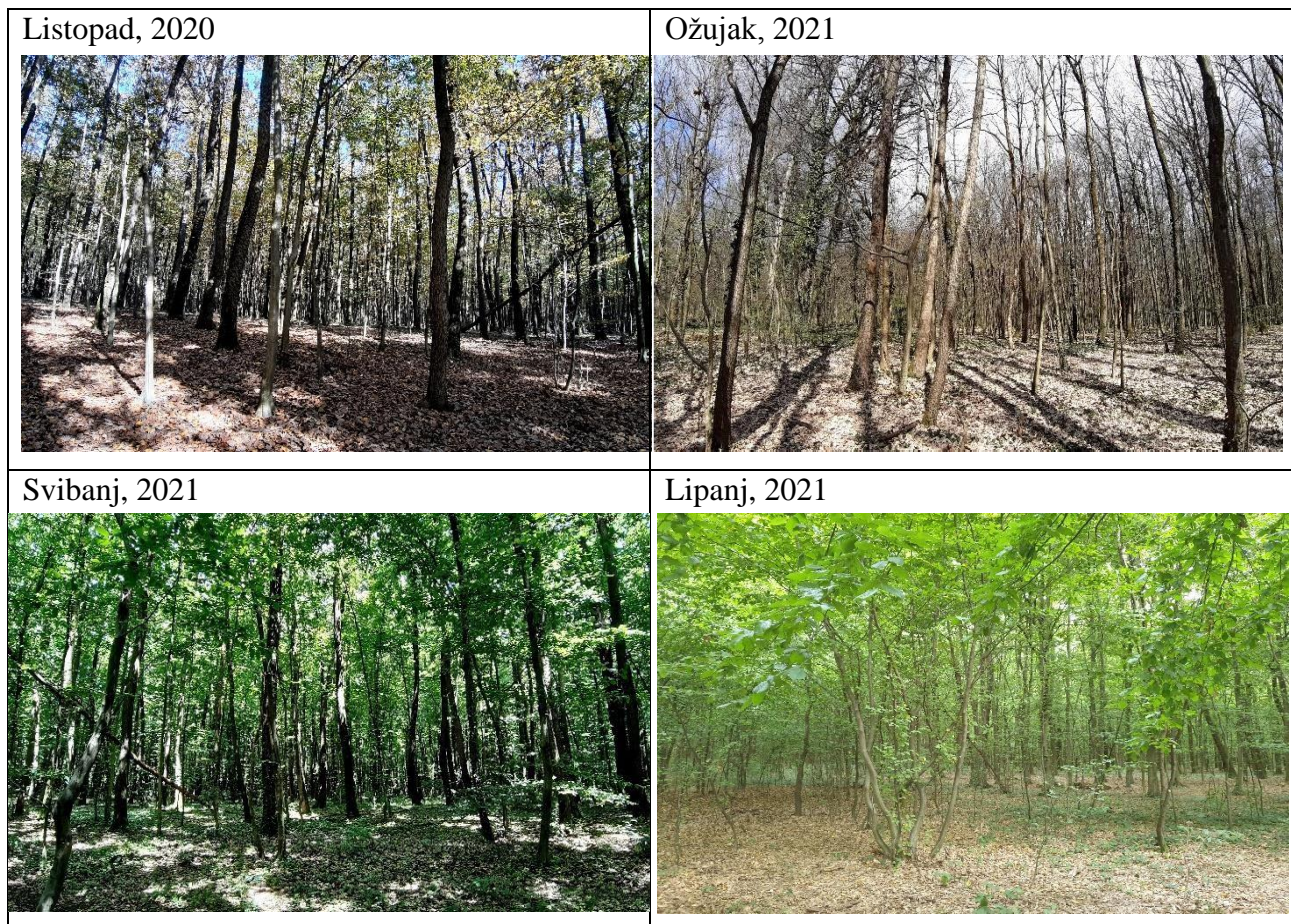
Treći mikrolokalitet („Rub šume“) na kojemu je poduzimano uzorkovanje krpelja unutar ovoga istraživanja smješten je neposredno uz transekt broj 2 („Livada“), na rubu livade i grupe stabala običnoga graba. Prevladava travnata vegetacija uz ponešto grmlja koje se razvija u proljetnim mjesecima (Peleš, 2017) (Slika 19.).



Slika 19. Mikrolokalitet 3 – „Rub šume“ (Izvor: Melani Mijić)

Mikrolokalitet 4 – „Šuma“

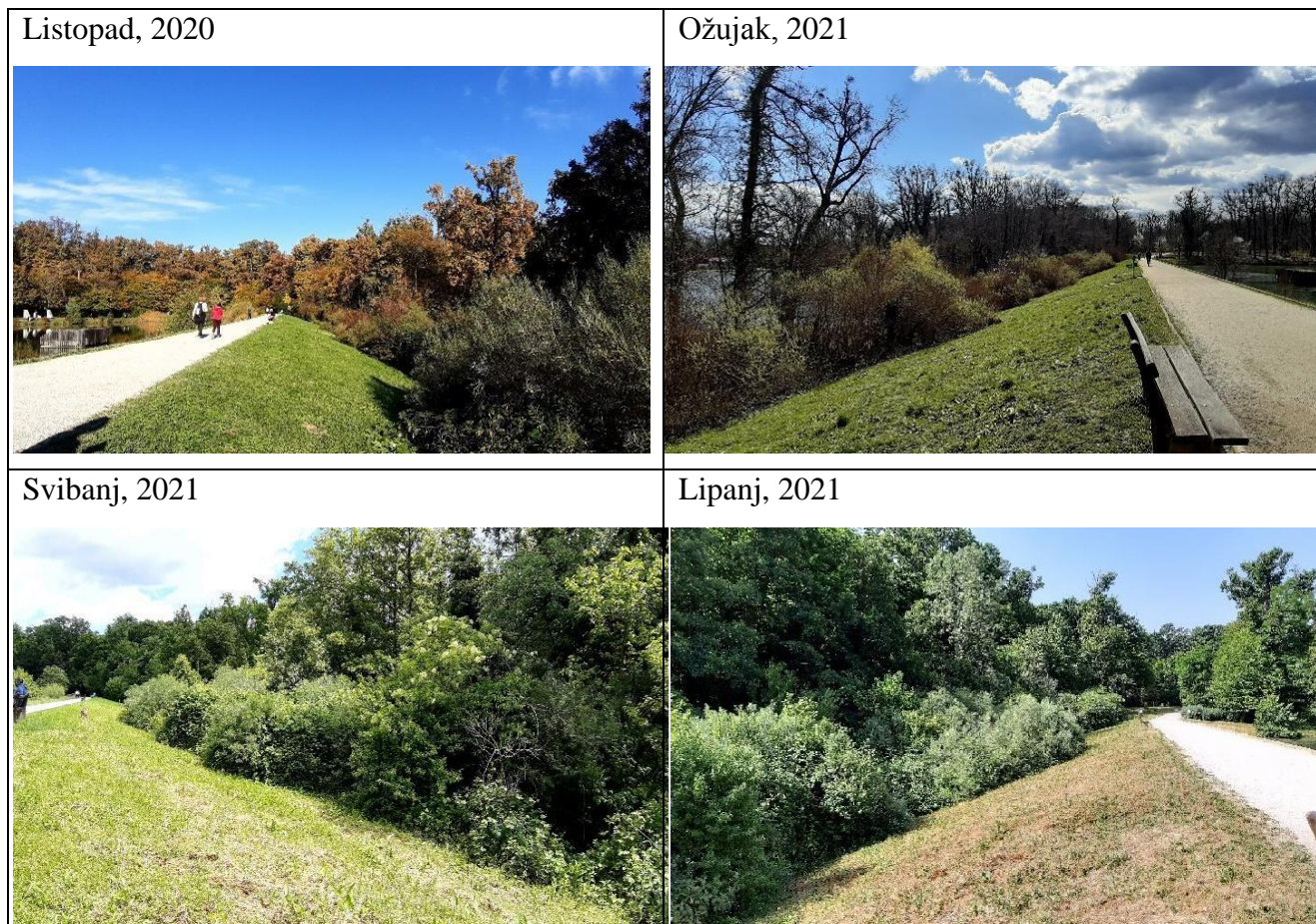
Četvrti mikrolokalitet („Šuma“) na kojemu je poduzimano uzorkovanje krpelja unutar ovoga istraživanja nalazi se na udaljenosti pedesetak metara od istočne obale petoga jezera u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris* /Anić 1959/Rauš 1969). Ovaj lokalitet predstavlja suvislo obraslu površinu koja se svojim sastojinskim elementima u najvećoj mjeri približava uvjetima kakvi vladaju u površinom većim, homogenim šumskim kompleksima koji udomljuju relativno velik broj životinjskih vrsta potencijalnih domaćina (osobito ptica i sitnih sisavaca) (Slika 20.).



Slika 20. Mikrolokalitet 4 – „Šuma“ (Izvor: Melani Mijić)

Mikrolokalitet 5 – „Nasip“

Peti mikrolokalitet („Nasip“) na kojemu je poduzimano uzorkovanje krpelja unutar ovoga istraživanja smješten je na jugoistočnom obronku nasipa koji dijeli četvrto i peto jezero (Slika 21.). Vegetacija je travnata uz neposrednu šikaru vrba sa južne strane (Peleš, 2017).



Slika 21. Mikrolokalitet 5 – „Nasip“ (Izvor: Melani Mijić)

5. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Unutar parka Maksimir odabrano je pet mikrolokaliteta na kojima su vršena uzorkovanja. Uzorkovanje se obavljalo jednom mjesečno i to u mjesecima: listopad 2020. godine te, ožujak, travanj, svibanj i lipanj 2021. godine. Jedinke su prikupljene metodom krpeljne zatege na opisanim mikrolokalitetima. Na svakom mikrolokalitetu uzorkovanje je provedena na dva transekta; svaki duljine 100 m. Na opisan način površina sa koje su uzorkovane jedinke iznosila je 200 m². Krpeljna zatega sastoji se od finog flanel platna, bijele boje, dimenzije 1m x 1m (1m²) (Slika 22.), koje je pričvršćeno za letvicu na kojoj se nalazi vezica i pomoću nje platno se povlači po tlu, preko listinca i niske vegetacije (Slika 23.). Uzorkovanje je trajalo približno 30-45 minuta na svakoj lokaciji.



Slika 22. Lijevo-krpeljna zatega i dodatna oprema (sprej za zaštitu od krpelja, obrazac, pinceta, epruvete, povećalo, rukavice od lateksa), desno- epruvete s pohranjenim jedinkama (Izvor: Melani Mijić)

Tijekom uzorkovanja, nakon svakih 10-ak metara provjeravala se krpeljna zatega. Jedinke koje su se prihvatile za krpeljnu zategu skidale su se pomoću pincete i pohranjivale u plastične epruvete s poklopcem. Na svaku epruvetu upisivali su se podatci o mikrolokaciji, a broj i vrsta uzorkovanih krpelja te razvojni stadij evidentirao se u terenski obrazac (Prilog 1.) Uzorkovani krpelji

dostavljeni su na Fakultet šumarstva i drvne tehnologije gdje su determinirani u Zoološkom laboratoriju i pohranjeni u zamrzivač na -80 °C.

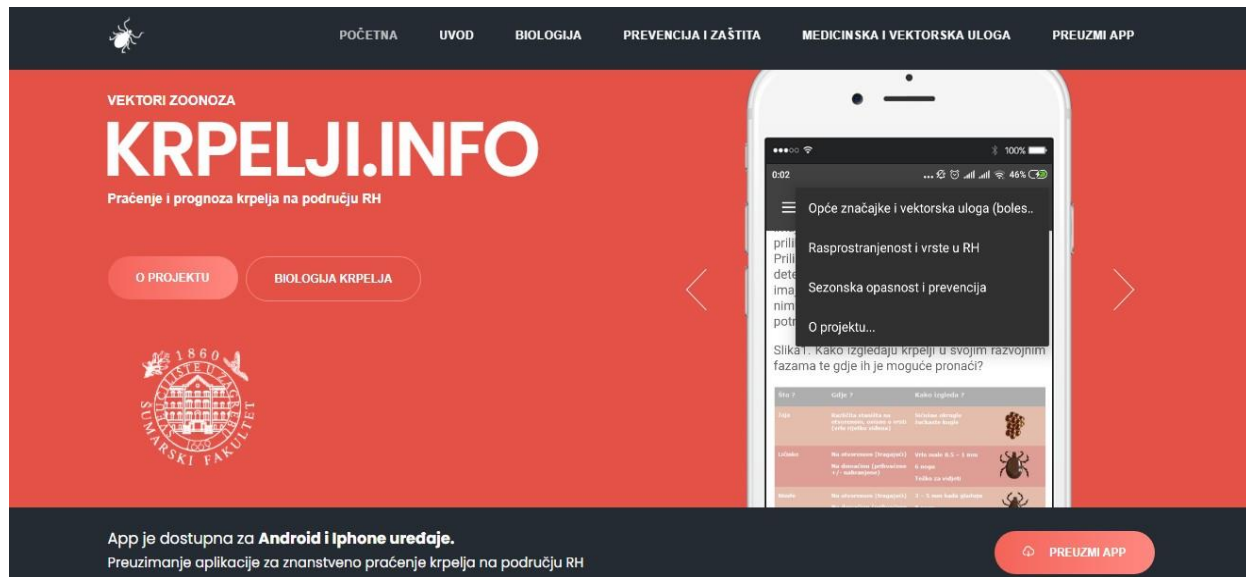


Slika 23. Prikupljanje krpelja metodom krpeljne zatege (Izvor: Melani Mijić)

Determinacija krpelja vršila se pomoću svjetlosnog mikroskopa Olympus Leica Wild m28 opremljenim objektnim mikrometrom zajedno s programskim paketom Quick Photo, Modell: Camera 2 te pomoću Dino-Lite digitalnog mikroskopa (povećanja 20x – 220x) i programskog paketa DinoCapture 2.0 version 1.5.17.B, pod povećanje od 50x. Za vrijeme identifikacije pregledana je dorzalna i ventralna strana krpelja, a pri pregledu se u obzir uzimao oblik tijela, broj ekstremiteta, izgled i veličina scutum, građa i veličina kapituluma i rostruma, i drugo. Identifikacija svih razvojnih stadija vršena je prema uputama identifikacijskog ključa: Estrada-Peña i sur. 2017: Ticks of Europe and North Afrika - A Guide to Species Identification - University of Zaragoza.

Tijekom terenskog uzorkovanja korištena je aplikacija o krpeljima za mobilne uređaje „Krpelji.info“ koju je izradio Fakultet šumarstva i drvne tehnologije (Slika 24.). Bilježi datum i

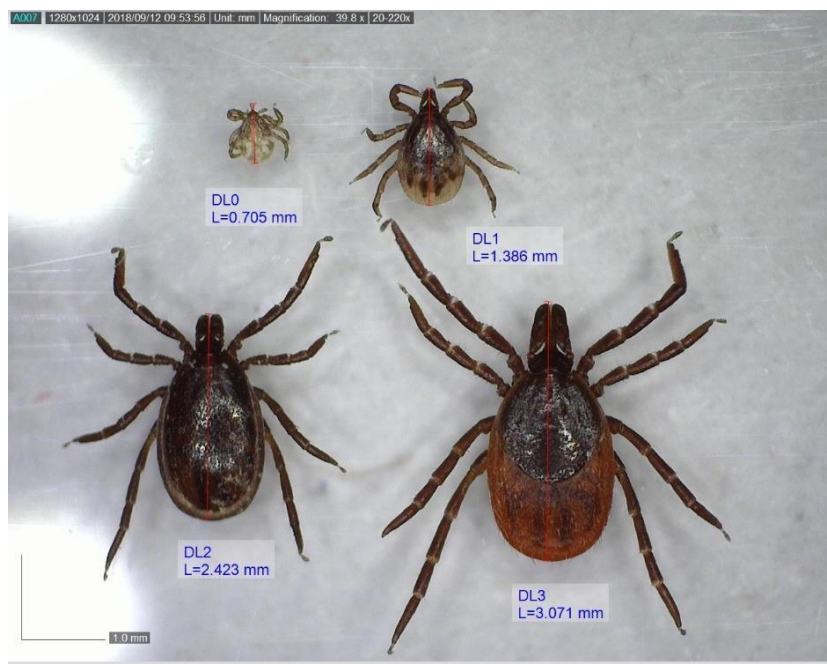
vrijeme prikupljanja, koordinate (WGS)/nadmorsku visinu, zatim klimatske podatke kao što su temperatura, vlaga zraka, tlak zraka, brzina i smjer kretanja vjetra i opis vremena. U aplikaciju se također unose podatci o broju i vrsti uzorkovanih krpelja. Unutar ove aplikacije nalaze se informacije o biologiji, morfologiji, preventivnim mjerama zaštite te važnosti krpelja u medicinske svrhe.



Slika 24. Aplikacija Krpelji.info (Izvor: <https://www.krpelji.info>)

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*) obavljeno je na pet različitih mikrolokaliteta unutar parka Maksimir, jednom mjesečno u pet mjeseci (listopad 2020., ožujak, travanj, svibanj, lipanj 2020.godine). Ukupno je prikupljeno 83 jedinke i to vrste šumskog krpelja (*Ixodes ricinus*) (Slika 25.).



Slika 25. Četiri razvojna stadija *Ixodes ricinus* (prvi red lijevo: ličinka, desno: nimfa; drugi red lijevo: mužjak, desno: ženka) (Izvor: Marko Vucelja)

Analizom razvojnih stadija unutar determiniranih krpelja na području parka Maksimira utvrđena je dominantnost razvojnog stadija ličinke (Slika 25.). Od ukupno uhvaćenih jedinki, 45 pripadaju razvojnem stadiju ličinke, 32 razvojnem stadiju nimfe i 6 razvojnem stadiju adult (Tablica 2). Prilikom uzorkovanja nije zabilježen larvalni stadij. Na razini spolova determinirano je 5 mužjaka i 1 ženka (Slika 25.).

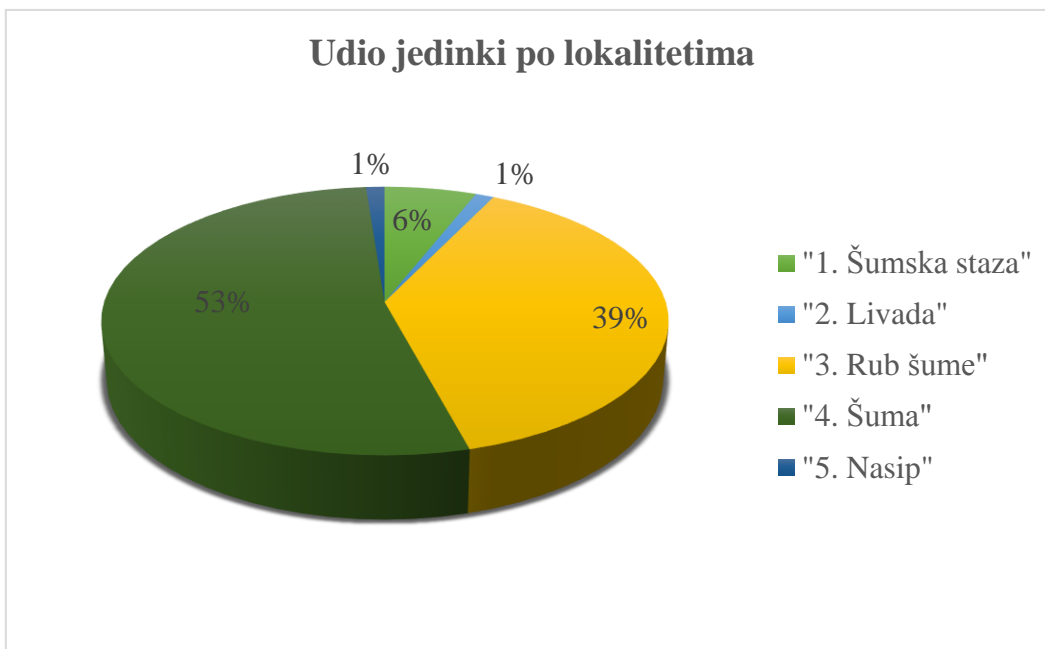
Tablica 2. Prikupljeni podatci tijekom uzorkovanja

DATUM	LOKACIJA / vrijeme uzorkovanja	IR ♂	IR ♀	IR N	IR L	Σ IR	Temp. zr	Tlak zraka (Hpa)	Relativna vlaga	Brzina vjetra (m/s)	Smjer vjetra:	Vrijeme (opis):
31.10.2020.	PARK MAKSIMIR 1 (ŠUMSKA STAZA) (10:00h)	0	0	0	3	3	13,4	1023,7	85	1,5	SE	pretežno vedro
31.10.2020.	PARK MAKSIMIR 2 (LIVADA) (10:30h)	0	0	0	0	0	15,6	1023,4	75	1,4	SE	pretežno vedro
31.10.2020.	PARK MAKSIMIR 3 (RUB ŠUME) (11:00h)	0	0	1	3	4	15,6	1023,4	75	1,4	SE	pretežno vedro
31.10.2020.	PARK MAKSIMIR 4 (ŠUMA) (11:30h)	0	0	0	1	1	18	1022,9	60	0,9	S	pretežno vedro
31.10.2020.	PARK MAKSIMIR 5 (NASIP) (12:30h)	0	0	0	0	0	19,2	1022,1	55	7	SE	umjereno oblačno
17.03.2021.	PARK MAKSIMIR 1 (ŠUMSKA STAZA) (10:00h)	0	0	0	0	0	8,4	1016,6	40	3,1	NW	pretežno vedro
17.03.2021.	PARK MAKSIMIR 2 (LIVADA) (10:30h)	0	0	0	0	0	9,1	1016,1	39	2,8	NE	pretežno oblačno
17.03.2021.	PARK MAKSIMIR 3 (RUB ŠUME) (11:00h)	0	0	1	0	1	9,3	1015,7	37	5,5	N	pretežno oblačno
17.03.2021.	PARK MAKSIMIR 4 (ŠUMA) (11:30h)	0	0	2	0	2	9,3	1015,4	41	2,9	N	umjereno oblačno
17.03.2021.	PARK MAKSIMIR 5 (NASIP) (12:30h)	0	0	0	0	0	9,5	1015	37	2,9	N	umjereno oblačno
30.04.2021.	PARK MAKSIMIR 1 (ŠUMSKA STAZA) (10:00h)	0	0	0	0	0	20	1011,3	58	2,5	SW	pretežno oblačno
30.04.2021.	PARK MAKSIMIR 2 (LIVADA) (10:30h)	0	0	0	0	0	20,8	1011,5	58	2,7	S	pretežno oblačno
30.04.2021.	PARK MAKSIMIR 3 (RUB ŠUME) (11:00h)	0	0	5	14	19	21,3	1011,7	53	2,7	SW	pretežno oblačno
30.04.2021.	PARK MAKSIMIR 4 (ŠUMA) (11:30h)	0	0	8	23	31	22	1011,3	51	2,1	SW	pretežno oblačno
30.04.2021.	PARK MAKSIMIR 5 (NASIP) (12:30h)	1	0	0	0	1	22,8	1011	46	3,2	SW	umjereno oblačno
28.05.2021.	PARK MAKSIMIR 1 (ŠUMSKA STAZA) (10:00h)	0	0	0	0	0	16,1	1020,7	67	1,7	SE	vedro
28.05.2021.	PARK MAKSIMIR 2 (LIVADA) (10:30h)	0	0	0	0	0	17,7	1020,3	65	0,7	E	umjereno oblačno
28.05.2021.	PARK MAKSIMIR 3 (RUB ŠUME) (11:00h)	1	0	4	0	5	18,4	1020	58	1,2	SE	pretežno oblačno
28.05.2021.	PARK MAKSIMIR 4 (ŠUMA) (11:30h)	2	1	7	0	10	18,5	1019,9	55	1,1	E	pretežno oblačno
28.05.2021.	PARK MAKSIMIR 5 (NASIP) (12:30h)	0	0	0	0	0	18,9	1019,6	50	1,6	NE	pretežno oblačno
24.06.2021.	PARK MAKSIMIR 1 (ŠUMSKA STAZA) (10:00h)	0	0	2	0	2	29,9	1014,1	51	1,1	NW	vedro
24.06.2021.	PARK MAKSIMIR 2 (LIVADA) (10:30h)	1	0	0	0	1	31,7	1013,9	40	2,4	S	vedro
24.06.2021.	PARK MAKSIMIR 3 (RUB ŠUME) (11:00h)	0	0	2	1	3	32,8	1014	37	2	S	vedro
24.06.2021.	PARK MAKSIMIR 4 (ŠUMA) (11:30h)	0	0	0	0	0	33,5	1013,9	36	2,4	S	vedro
24.06.2021.	PARK MAKSIMIR 5 (NASIP) (12:30h)	0	0	0	0	0	34,5	1013,5	37	3	S	vedro
Σ		5	1	32	45	83						

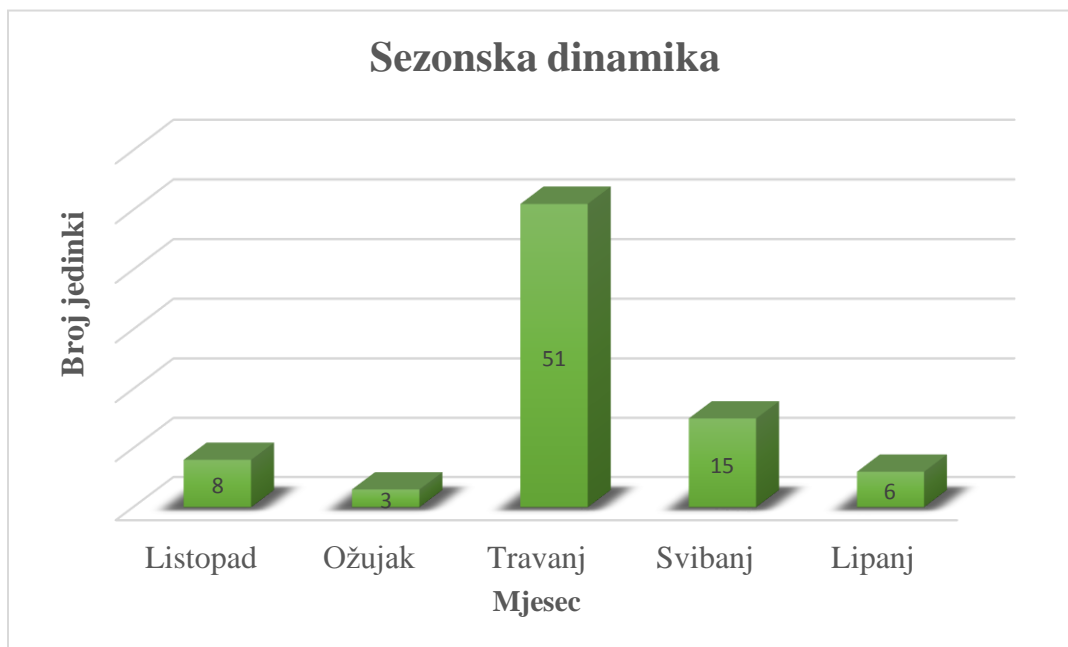
IR ♂- *Ixodes ricinus* odrasli mužjak; IR ♀ - *Ixodes ricinus* odrasla ženka; IR N- *Ixodes ricinus* nimfa; IR L- *Ixodes ricinus* larva

Analizom brojnosti jedinki po određenim mikrolokalitetima utvrđeno je kako je 92% jedinki uzorkovano na 2. i 5. lokalitetu („Šuma“ i „Rub šume“) (Grafikon 1.). Najmanji broj ulovljenih jedinki nalazi se na mikrolokalitetima „Livada“ i „Nasip“; sa po jednom jedinkom; što čini 1% od ukupno broja ulovljenih jedinki tijekom obavljenog monitoringa.

Analizom sezonske dinamike brojnost krpelja ustanovljen je manji broj jedinki u jesenskim mjesecima, zatim povećana brojnost jedinki u proljetnim mjesecima, dok u ljetnim mjesecima njihova brojnost opada (Grafikon 2.).

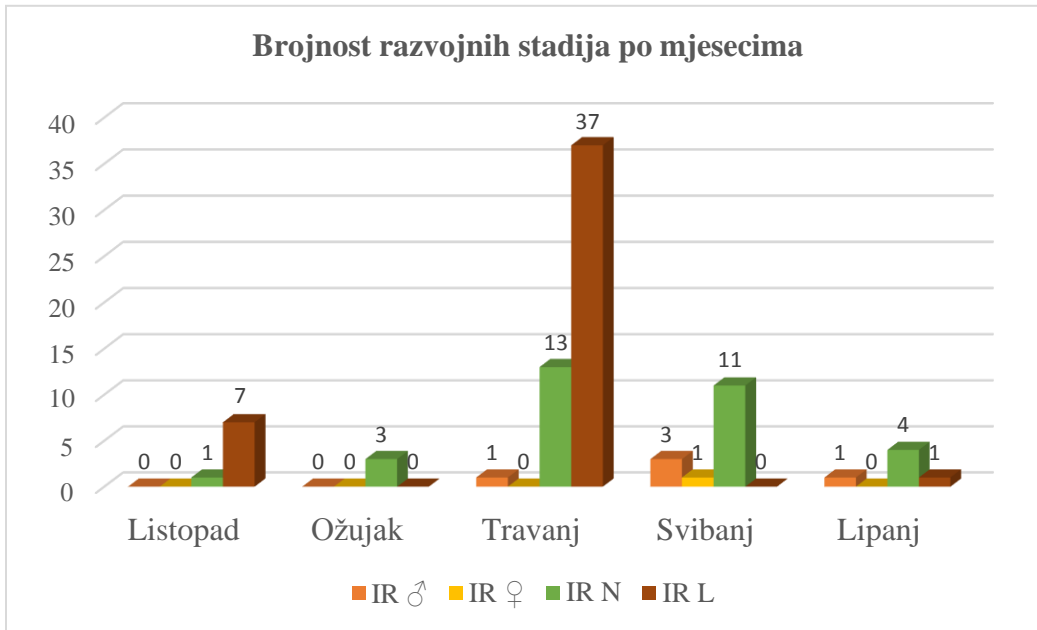


Grafikon 1. Udio ulovljenih jedinki prema mikrolokalitetima uzorkovanja

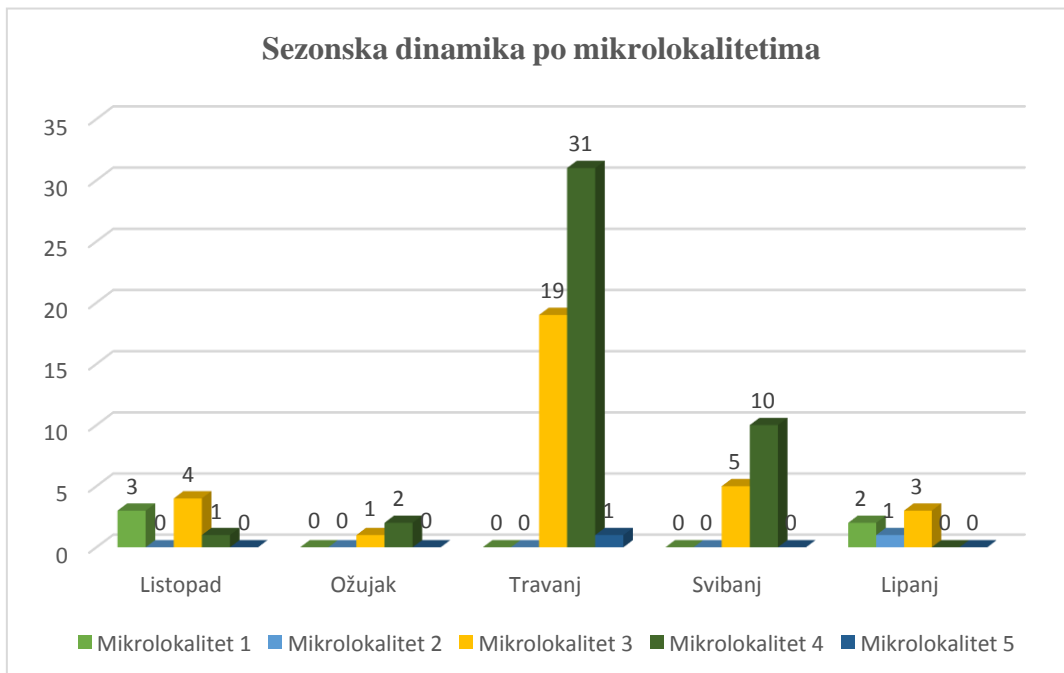


Grafikon 2. Sezonska dinamika uzorkovanja krpelja po mjesecima

Od ukupnog broja ulovljenih jedinki, tijekom čitavog razdoblja uzorkovanja, najzastupljeniji razvojni stadij činile su ličinke (54%), potom nimfe (39%), dok su odrasli razvojni stadiji (7%) zastupljeni u manjem broju (Grafikon 3.).



Grafikon 3. Dinamika brojnosti razvojnih stadija po mjesecima



Grafikon 4. Prikaz sezonske dinamike po mikrolokalitetima

7. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Na području Parka Maksimir obavljeno je uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*) na pet različitih mikrolokaliteta, metodom krpeljne zatege. Sveukupno su ulovljene 83 jedinke, i to samo vrste obični (šumski) krpelj (*Ixodes ricinus*). Na svakom mikrolokalitetu vladaju različiti ekološki uvjeti (travnata vegetacija, sloj prizemnog rašća, sloj grmlja, sloj drveća, različita količina vlage, temperature i sl.) o čemu zapravo ovisi broj ulovljenih jedinki u različitim razvojnim stadijima na određenim mikrolokalitetima. Najveći postotak ulovljenih jedinki utvrđen je na mikrolokalitetima „Rub šume“ i „Šuma“ (Grafikon 1.) što upućuje na pogodnost staništa vrsti *Ixodes ricinus*, koja preferira uvjete temperature zraka 5-20°C i vlage zraka preko 50%. U trenutku kada je ulovljen najveći broj jedinki temperatura zraka iznosila je 21,38°C, tlak zraka 1011,36 hPa te vlaga zraka 53,2 % , a za vrijeme najmanjeg ulova temperatura zraka je bila 9,12°C, tlak zraka 1015,7 hPa, i vlaga zraka 38,8%. Izmjereni parametri i dobiveni rezultati podudarni su mikroklimatskim uvjetima visoke zračne vlage (50 – 90%) i umjerene temperature (15 – 25°C), koje šumski krpelji osobito preferiraju prema matrici njihove aktivnosti .

Što se same sezonske dinamike tiče, krpelji su aktivni tokom cijele godine, ali postoji određeni period u godini kada je njihova aktivnost pojačana (proljeće i jesen). Najveća brojnost populacije pojavljuje se u proljetnim mjesecima, a to su travanj i svibanj. Rezultati u mjesecu svibnju prikazuju manji broj ulovljenih jedinki od očekivanog broja. Pretpostavlja se da je ovakav ulov rezultat velike količine oborina koja je pala noć prije obavljenog uzorkovanja. U mjesecu lipnju krpelji su, uslijed povećanja temperatura zraka, uzorkovani u manjem broju od očekivanoga; pri čemu je ulovljeno sveukupno 6 jedinki (Grafikon 2.), što je potvrdilo ranije spomenutu karakterističnu sezonsku dinamiku pojavnosti ove vrste krpelja za koju su ljetne visoke temperature neodgovarajuće.

Tijekom uzorkovanja prikupljene su jedinke u sva tri razvojna stadija. U pogledu sezonske pojavnosti različitog razvojnog stadija krpelja, iz Grafikona 3. možemo uočiti kako se razvojni stadij nimfe pojavljuje u proljetnim mjesecima, ličinke također u proljetnim, ali osobito u ljetnim, te adultni stadij u jesenskim i zimskim mjesecima.

Prema boju jedinki ulovljenih tijekom petomjesečnog uzorkovanja najviše se ističe mikrolokalitet 4 – „Šuma“ (Grafikon 4.). Ovakav rezultat nije iznenađujući iz razloga što ovaj lokalitet predstavlja

šumu hrasta lužnjaka i običnog graba koja svojim sastojinskim elementima pruža povoljnu zračnu vlagu, zasjenu krošanja što stvara povoljnu mikroklimu za razvoj krpelja.

Prema podacima DHMZ-a, unatoč izuzetno toplinskim uvjetima u Zagrebu u 2018., 2019., i 2020. godini, broj uzorkovanih krpelja se povećavao kroz godine u Parku Maksimir, što govori u prilog manje osjetljivosti vrste šumski krpelj na promjene temperature; u odnosu na ostale vrste tvrdih krpelja. Prema podacima recentnih istraživanja faune tvrdih krpelja na području Parka Maksimir, 2018. godine evidentirano 50 jedinki u periodu od ožujka do lipnja (Borovčak 2018). Usporedbom sezonske dinamike rezultati uzorkovanih jedinki su dosta slični s tim da je u mjesecu lipnju 2018. godine prikupljen veći broj jedinki u odnosu na 2021. godine.

Povećanje brojnosti populacije krpelja, kako u urbanim tako i periurbanim područjima, predstavlja sve veću opasnost za zdravlje ljudi. Svjedoci smo globalnih promjena koje se brzo odvijaju, posebno pod antropogenim utjecajem. Takve promjene imaju pozitivan utjecaj na širenje areala krpelja vrste *Ixodes ricinus*, koji je jedan od glavnih vektora širokog spektra uzročnika bolesti širom svijeta, kao što su virusi, bakterije i protozoe, što uključuje sve veću distribuciju bolesti koje prenose krpelji. Šumski krpelj ima veliku sposobnost prilagodbe na klimatske promjene i nova staništa što rezultira povećanjem populacije ove vrste na zelenim površinama unutar gradova kao što su parkovi, vrtovi, šumarci, a sve su to mjesta visoke frekvencije ljudi koja predstavljaju potencijalnu opasnost od zaraze. Najugroženiju skupinu u ljudskoj populaciji čine osobe koje veliki dio vremena provode u prirodi, tj. području u kojem obitavaju tvrdi krpelji (šumari, lovci, vojnici i sl.). Kombinacijom urbanizacije, klimatskim promjenama te povećanom aktivnosti ljudi na otvorenom (sport, rekreacija, povećan broj kućnih ljubimaca itd.) stvaraju idealne uvijete za razvoj i opstanak populacije krpelja.

Informiranje ljudi o provođenju preventivnih mjera zaštite uboda od krpelja iziskuje posebne napore u javnom zdravstvu. U Hrvatskoj ne postoji sustavno prćenje brojnosti populacije krpelja što uključuje određeni nedostatak kvantitativnih ekoloških i epidemioloških podataka kako bi javnosti pružili što kvalitetnije informacije o procjeni rizika. Stoga je potrebno kontinuirano praćenje i izvještavanje o populaciji krpelja i njihovih domaćina, kako bi pomoglo poboljšanje javnozdravstvenih standarda u vidu prevencije.

LITERATURA

1. Alkische AA, Peterson AT, Samy AM. Climate change influences on the potential geographic distribution of the disease vector tick *Ixodes ricinus*. PLoS One. 2017;12:e0189092.
2. Balashov YS. *Ixodid Ticks, Parasites and Vectors of Infections*. St. Petersburg: Nauka (1998).
3. Barištin, 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.
4. Bente DA, Forrester NL, Watts DM, McAuley AJ, Whitehouse CA, Bray M. Crimean-Congo hemorrhagic fever: history, epidemiology, pathogenesis, clinical syndrome and genetic diversity. Antiviral Res 2013;100:159-89.
5. Borovčak, B., 2018: Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području Parka Maksimir, Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
6. Bowmann A, Nuttall P. *Ticks. Biology, Disease and Control*. New York, NY: Cambridge University Press (2008). 506 p.
7. Bratton RL, Whiteside JW, Hovan MJ, Engle RL, Edwards FD. Diagnosis and treatment of Lyme disease. Mayo Clin Proc 2008;83:566-71
8. Estrada-Peña 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, 18 -131.
9. Hillyard P.D., 1996. Ticks of North-West Europe. In: Kermack DM, Barnes RSK, Crothers JH (Eds) Synopses of the British Fauna (New Series). The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, Shrewsbury, 16-52.
10. 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.
11. Kallio-Kokko H., Uzcategui N., Vapalahti O., Vaheri A., Viral zoonoses in Europe, FEMS Microbiology Reviews, 2005; 29: 1051–1077

12. Knap N., Durmiši E., Saksida A., Korva M., Petrovec M., Avišić-Župan T., 2009. Influence of climatic factors on dynamics of questing *Ixodes ricinus* ticks in Slovenia. *Vet Parasitol.*164: 275–281.
13. Kölling C. Forests under the influence of climate change—chances and limitations of adaptation in forestry. In: Lozán JL, Graßl H, Jendritzky G, Karbe L, Reise K, editors. *Warning Signal Climate. Health Risks for Plants, Animals and Human Beings*. Hamburg, Germany:Wissenschaftliche Auswertungen; 2008.
14. Lane P.R., Crosskey R.W., 1993. *Medical Insects and Arachnids*. Chapman and Hall, London, 723
15. Lindgren E, Tälleklint L, Polfeldt T. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environ Health Perspect.* 2000; 108: 119–123.
16. Logar J., 1999. Klopi in pršice (Acarina): Parazitologija v medicini. Logar J. (ur.). Ljubljana, DZS: 157-159
17. Milutinović M., Radulović Ž., 2002. Ecological notes on ticks (Acari: Ixodidae) in Serbia (central regions). *Acta Veterinaria Beograd* 52: 49–58.
18. Mravunac I., 2019: Fauna tvrdih krpelja na području Uprave šuma Sisak 2019.
19. Mulić R. Krpeljni meningoencefalitis (meningoencefalitis acarina) U: Ropac D, Puntarić D i sur. *Epidemiologija zaraznih bolesti*. Zagreb: Medicinska naklada; 2003. str. 373.
20. Mulić R., Petković B., Klišmanić Z., Jerončić I., 2011. Bolesti koje se prenose krpeljima na području Hrvatske. *Liječnički Vjesnik*, 133: 89–95.
21. Parola P., Raoult D., 2001. Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clinical Infectious Diseases*, 32: 897-928.
22. Peleš, V., 2017: Fauna tvrdih krpelja (porodica: *Ixodidae*) u Parku Maksimir, Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
23. Pfäffle M, Littwin N, Muders SV, Petney TN. Ekologija bolesti koje se prenose krpeljima. *Int J Parasitol* (2013) 43 (12–13): 1059–77. doi: 10.1016 / j.ijpara.2013.06.009

24. Spielman A., Hodgson, J.C., 2000. The natural history of ticks: A human health perspective. V: Tickborne infectious diseases: diagnosis and management. Cunha B.A. (ed). New York, Marcel Dekker: 1-13.
25. Stafford C.K., 2007. Tick Management Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station. New Haven, str. 78
26. Stafford C.K., 2007. Tick Management Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, 78
27. Stone BL, Tourand Y, Brissette C. Brave New Worlds: The Expanding Universe of Lyme Disease. Vector Borne Zoonotic Dis. 2017;17:619–629.
28. Vilibić-Čavlek T, Barbić L, Pandak N, Pem-Novosel I, Stevanović V, Kaić B, Mlinarić-Galinović G. Tick-borne encephalitis virus: epidemiological and clinical picture, diagnosis and prevention. Acta Med Croatica 2014; 68(4-5):393-404
29. Vodopija R. i sur. 2017: Trebamo li se bojati krpelja?. Infektološki glasnik, 38: :1, 9-17 (2018)
30. Vucelja, M., Klobučar, A. 2019: Krpelji i tekuti, Korunić, DDD Trajna edukacija: Suzbijanje ostalih sezonski napasnih člankonožaca, uzročnika alergijskih reakcija i repelentna zaštita od zmija. Zbornik predavanja, Zagreb, listopad 2019

Web:

1. DHMZ 2019: Croatian Meteorological and Hydrological Service http://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje¶m=ocjena, accessed on March 24. 2019.
2. Hill, C.A., Whitford, F. and MacDonald, J.F. 2009. Assessing and responding to public health entomology needs in Indiana. American Entomologist. 55, 114-121 : <https://extension.entm.purdue.edu/publichealth/index.html>
3. <http://www.bristoluniversitytickid.uk/page/Select+a+Species/7/#.YOrwPJgzBIU>
4. <https://www.healthline.com/health/tick-bites>
5. <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/16299/Mediteranska-pjegava-groznica-bolest-koju-prenose-krpelji.html>
6. Javna ustanova Maksimir: <https://park-maksimir.hr/prirodna-bastina/>

7. Jongejans F., Uilenberg G., 2004: The global importance of ticks, *Parasitology* (2004), 129, S3–S14.
8. Rizzoli A, Silaghi C, Obiegala A, Rudolf I, Hubálek Z, Földvári G, Plantard O, Vayssier-Taussat M, Bonnet S, Špitalská E and Kazimírová M (2014) *Ixodes ricinus* and its transmitted pathogens in urban and peri-urban areas in Europe: new hazards and relevance for public health. *Front. Public Health* 2:251. doi: 10.3389/fpubh.2014.00251
9. Vucelja M., 2019 ; Department of Forest Protection and Wildlife Management, Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia, *Infektol glasnik* 2019; 39(2):33-39

PRILOZI

Prilog 1. Terenski obrazac za uzorkovanje krpelja

MONITORING I DETERMINACIJA TVRDIH KRPELJA																	
OBAVEZNO ISPUNITI SIVE ČELIJE! PREPORUČLJIVO KORISTITI MOBILNU APLIKACIJU WWW.KRPELJ.INFO																	
IME PREZIME:												KONTAKT (MAIL/MOB.):					
DATUM (upisati!)	LOKALITET (upisati!)				TIP STANIŠTA (markirati!)					GPS KOORDINATE (upisati iz app. decimalne stupnjeve npr: 45.824636 16.029787)							
	ŽUPANIJA:				ŠUMA* <input type="checkbox"/>	RUB ŠUME <input type="checkbox"/>	LIVADA <input type="checkbox"/>	PARK <input type="checkbox"/>	OKUĆNICA <input type="checkbox"/>								
	GRAD:																
	MJESTO:																
SUMA*																	
UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA:												ZAŠTIĆENO PODRUČJE* (zaokružiti!) Strogi rezervat / Nacionalni park / Posebni rezervat / Park prirode / Regionalni park / Spomenik prirode / Značajni krajobraz / Park-šuma / Spomenik parkovne arhitekture					
ŠUMARIJA:																	
GOSPODARSKE JEDINICA:																	
ODJEL / ODSJEK:																	
PRIVATNA ŠUMA*																	
METODA UZORKOVANJA KRPELJA												NAPOMENE					
<input type="checkbox"/> krpeljna zatega (tick dragging): sakupljač svojim prolaskom kroz područje uzorkovanja iza sebe povlači zategu (zastavu 1x1m od bijelog flanela) te nakon svakih 5-10 m provjerava ima li na zastavi prikupljenih životinja, nakon čega nastoji determinirati jedinke i pohraniti ih da daljnju obradu												BR. TRANSEKATA (kom.):					
<input type="checkbox"/> krpeljna zastava (tick flagging): krpeljom zastavom (1x1m od bijelog flanela) se prelazi po poniku, grmlju, imitirajući mahanje zastavom te nakon svakih 5-10 m provjerava ima li na zastavi prikupljenih životinja, nakon čega nastoji determinirati jedinke i pohraniti ih da daljnju obradu												DULJINA TRANSEKTA (m):					
<input type="checkbox"/> uzorkovanje sa odjeće sakupljača (walking): uzorkovanje krpelja sa odjeće sakupljača prolaskom staništem, bez korištenja krpeljne zatega te nakon svakih 5-10 m provjerava ima li na odjeći prikupljenih životinja, nakon čega nastoji determinirati jedinke i pohraniti ih da daljnju obradu												BR. TRANSEKATA (kom.):					
<input type="checkbox"/> uzorkovanje sa životinja (collecting from hosts)												DULJINA TRANSEKTA (m):					
<input type="checkbox"/> slučajno prikupljene jedinke: slučajno uočeni krpelji (na tijelu, odjeći, vegetaciji, predmetima i sl.) *u slučaju da je krpelj počeo sa hranjenjem na tijelu sakupljača, moguće je zabilježiti dimenziju nasisane jedinke, ne/uspješnost uklanjanja krpelja bez otkidanja dijelova usnog ustroja, pojavu osipa...												ŽIVOTINJSKA VRSTA/E:					
UZORKOVANJE METODOM KRPELINE ZATEGE, ZASTAVE ILI PROLASKOM SAKUPLJAČA																	
TRANSKET 1.																	
stajalište br.	Ixodes (A)			Dermacentor (B)			Haemaphysalis (C)			Ripicephalus (D)			Hyalomma (E)			sp (?)	ličinke
	N	♀	♂	N	♀	♂	N	♀	♂	N	♀	♂	N	♀	♂		
1.																	
2.																	
3.																	
4.																	
5.																	
6.																	
7.																	
8.																	
9.																	
10.																	
Σ ¹																	
TRANSKET 2.																	
stajalište br.	Ixodes (A)			Dermacentor (B)			Haemaphysalis (C)			Ripicephalus (D)			Hyalomma (E)			sp (?)	ličinke
	N	♀	♂	N	♀	♂	N	♀	♂	N	♀	♂	N	♀	♂		
1.																	
2.																	
3.																	
4.																	
5.																	
6.																	
7.																	
8.																	
9.																	
10.																	
Σ ²																	
Σ ¹⁺²																	
DETERMINACIJA TVRDIH KRPELJA DO RAZINE RODA (LJEVO: primjer građe hipostoma (nepravne glave) kod 5 najučestalijih rodova krpelja, DESNO: <i>Ixodes ricinus</i> i <i>Dermacentor reticulatus</i>)																	
