

Monitoring tvrdih krpelja na području Rekreativnog športskog centra Bundek u 2019. godini

Matić, Mirna

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:108:267095>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-04**



Repository / Repozitorij:

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



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA SA LOVNIM GOSPODARENJEM

MIRNA MATIĆ

MONITORING TVRDIH KRPELJA NA PODRUČJU
REKREACIJSKOG ŠPORTSKOG CENTRA BUNDEK U 2019.
GODINI

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, rujan 2020.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK

**MONITORING TVRDIH KRPELJA NA PODRUČJU REKREACIJSKOG
ŠPORTSKOG CENTRA BUNDEK U 2019. GODINI**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem
Predmet: Zoookologija u šumskim ekosustavima
Ispitno povjerenstvo: 1. (mentor) doc. dr. sc. Marko Vucelja
2. (član) prof. dr. sc. Josip Margaletić
3. (član) doc. dr. sc. Milivoj Franjević
4. (zamjenski član) doc. dr. sc. Kristijan Tomljanović
Student: Mirna Matić
JMBAG: 0068219532
Broj indeksa: 960/18
Datum odobrenja teme: 17. travanj 2019
Datum predaje rada: 15.09.2020.
Datum obrane rada: 25.09.2020.

Zagreb, rujan 2020.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Monitoring tvrdih krpelja na području Rekreativnog športskog centra Bundek u 2019. godini
Title	Monitoring of hard ticks at Recreation and sports centre Bundek in 2019.
Autor	Mirna Matić
Adresa autora	Vladimira Nazora 3, 32 100 Vinkovci
Mjesto izrade	Zagreb
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	doc. dr. sc. Marko Vucelja
Izradu rada pomogao	doc. dr. sc. Marko Vucelja
Godina objave	2020.
Obujam	Broj stranica: 47 Broj slika: 24 Broj tablica: 5 Broj grafikona: 4
Ključne riječi	Tvrđi krpelji, RŠC Bundek, krpeljne bolesti, monitoring, transekti
Key words	Hard ticks, RSC Bundek, tick's diseases, monitoring, transects
Sažetak	<p>Krpelji su prijenosnici brojnih zoonoza (krpeljnog meningoencefalitisa, lyme boreliozе, tularemije) kod ljudi, domaćih i divljih životinja. Kako bi se podigla svijest o opasnostima koji oni potencijalno nose, od iznimne je važnosti utvrđivanje i praćenje njihove brojnosti. Cilj predloženog diplomskog rada jest monitoring populacije tvrdih krpelja (por. Ixodidae) na području Rekreativnog športskog centra Bundek. Monitoring je obuhvaćao utvrđivanje strukture populacija (vrsta, razvojni stadij, spol) i mjesečne dinamike. Prilikom petomjesečnog uzorkovanja krpelja prikupljeno je svega 9 jedinki tvrdih krpelja vrste obični ili šumski krpelj (<i>Ixodes ricinus</i>) u razvojnem stadiju nimfe. Zaključeno je da na području RŠC Bundek, unatoč povoljnim ekološkim uvjetima za njihov razvoj, imamo relativno malu brojnost tvrdih krpelja. Glavni razlog ovakvih rezultata je redovito održavanje i košnja travnatih površina.</p>

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

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

vlastoručni potpis

Mirna Matić

U Zagrebu, 25.09.2020.

ZAHVALA

Želim se zahvaliti svome mentoru doc. dr. sc. Marku Vucelji što mi je omogućio izradu diplomskog rada, te svojim vremenom, stručnim savjetima, smjernicama i motivacijom pridonio nastanku ovog rada.

Posebno se želim zahvaliti svojim roditeljima na strpljenju i neograničenoj količini ljubavi i podrške. Također, veliko hvala mojim sestrama i šogorima koji su uvijek bili tu za mene i bez kojih sve ovo ne bi bilo moguće, te posebna zahvala mojoj baki.

Popis slika

Slika 1. Distribucija vrste <i>Ixodes ricinus</i> u kolovozu 2019. godine u Europi prema Europskom centru za prevenciju i kontrolu bolesti.....	6
Slika 2. <i>Ixodes ricinus</i> na području Republike Hrvatske (Krčmar 2012, Kerner, 2019).....	7
Slika 3. Ventralni (lijevo) i dorzalni (desno) prikaz tijela mužjaka krpelja roda <i>Ixodes</i> (Borak, 2014).....	9
Slika 4. Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda <i>Ixodes</i> (Borak, 2014).....	9
Slika 5. (a) Ventralni prikaz kuka i položaj unutranjih i vanjskih izdanaka; (b) Dijelovi noge tvrdog krpelja (M. A. Taylor, R. L. Coop, Richard R.L. Wall 2015)	10
Slika 6. Razvojni ciklus vrste <i>Ixodes ricinus</i> L. (foto: Boljfetić Marko).....	11
Slika 7. Životni ciklus vrste <i>Ixodes ricinus</i> (L.) (preuzeto sa stranice http://:britannica.com)	12
Slika 8. Hranjenje ženke vrste <i>Ixodes ricinus</i> (izvor: Estrada-Peña i sur. 2004).....	14
Slika 9. Razvojni stadij krpelja <i>Ixodes ricinus</i> , s lijeva na desno: larva (0.5 mm), nimfa (nenahranjena, nahranjena) (1.5 mm), odrasli mužjak (nahranjen, nenahranjen) (2.5 - 3.5 mm), odrasla ženka (nenahranjena, 3.5 – 4.5 mm; nahranjena, 10 mm) (izvor: http://www.isw.tbe.info/upload/medialibrary/Figure-04.jpg , http://www.fsbiophannover.de/oftheweek/65.htm) ...	15
Slika 10. Prvi simptomi Lajmske borelioze - erythema migrans (preuzeto sa: http://www.putzdravlja.com/borelioz-a-uzroci-simptomi-i-lijecenje/).....	21
Slika 11. Krpelj na koži (Časopis HŠ,br. 161, svibanj 2010).....	26
Slika 12. Nakon izlaska iz šume – krpelji na hlačama (Časopis HŠ,br. 161, svibanj 2010).....	26
Slika 13. Pravilno vađenje krpelja pincetom (preuzeto sa: https://www.cdc.gov/ticks/removing_a_tick.html)	27
Slika 14. Determinacijski ključ za razvojni stadij nimfe vrste <i>Ixodes ricinus</i> L. (Estrada – Peña, 2017).....	28
Slika 15. Položaj RŠC Bundek (www.googlemaps.com)	29
Slika 16. Satelitska snimka položaja RŠC Bundek i transekata na kojima je proveeno uzorkovanje tvrdih krpelja	30
Slika 17. Transekt 1 - Livada (autor, 2019)	31
Slika 18. Transekt 2 – Park (autor, 2019).....	32
Slika 19. Transekt 3 – Nasip (autor, 2019).....	32
Slika 20. Transekt 4 – Obala (autor, 2019)	33
Slika 21. Transekt 5 – Šuma (autor, 2019).....	33
Slika 22. Povlačenje krpeljne zatege po tlu (foto: Boljfetić Marko).....	34
Slika 23. Instrumenti i oprema korišteni tijekom istraživanja (Jakovljević, 2018).....	35
Slika 24. Svjetlosni mikroskop Olympus Leica Wild m28, pomoću kojeg je vršena analiza uzorkovanih krpelja (Vucelja, Marko).....	36

Popis tablica

Tablica 1. Klasifikacija krpelja prema Krantzu i Walteru (2009.), za primjer vrste obični ili šumski krpelj (<i>Ixodes ricinus</i> Linneaus 1758):	3
Tablica 2. "Matrica aktivnosti" za vrstu <i>Ixodes ricinus</i>	5
Tablica 3. Najučestalije bolesti, njihovi uzročnici te vrste krpelja koje sudjeluju u njihovoj transmisiji na području Europe (izvor: Vucelja i Klobučar 2019)	17
Tablica 4. Kvantitativni pregled uzorkovanih vrsta krpelja na području RŠC Bundek u 2019. godini	38
Tablica 5. Sezonska dinamika uzorkovanih krpelja na području RŠC Bundek u 2019. godini.....	38

Popis grafikona

Grafikon 1. Godišnji broj oboljelih od lajmske borelioze u Hrvatskoj od 2005. do 2018. (HZJZ 2019).....	20
Grafikon 2. Godišnji broj oboljelih od tularemije u Hrvatskoj od 2005. do 2018. (HZJZ 2019)	23
Grafikon 3. Sezonska dinamika brojnosti tvrdih krpelja utvrđenih na području RŠC Bundek.....	38
Grafikon 4. Broj uhvaćenih jedinkitvrdih krpelja prema transektima uzorkovanja	39

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Predmet istraživanja.....	3
2.1. Klasifikacija krpelja	3
2.2. Rasprostranjenost i stanište	4
2.3. Morfologija krpelja	8
2.4. Životni ciklus krpelja	11
2.5. Razmnožavanje krpelja.....	12
2.6. Hranjenje krpelja.....	14
2.7. Sezona pojavljivanja	16
2.8. Medicinska važnost krpelja.....	16
2.8.1. Krpeljni meningoencefalitis (KME)	18
2.8.2. Lajmska bolest.....	19
2.8.3. Tularemija	22
2.8.4. Babezioza	23
2.9. Kontrola brojnosti krpelja	24
2.10. Opće mjere zaštite od krpelja.....	25
2.11. Uklanjanje krpelja	27
3. Cilj istraživanja.....	28
4. Područje istraživanja	29
4.1. Rekreativno športski centar Bundek.....	29
4.2. Položaj i opis testiranih ploha – transekata.....	30
4.1.1. Transekt 1 – Livada.....	31
4.1.2. Transekt 2 – Park	31
4.1.3. Transekt 3 – Nasip	32
4.1.4. Transekt 4 – Obala.....	33
4.1.5. Transekt 5 – Šuma	33
5. Metode istraživanja	34
5.1 Terenski rad	34
5.2 Laboratorijski rad	36
5.3. Odlaganje uzoraka krpelja poslije uzorkovanja i determinacije.....	37
5.4 Obrada podataka.....	37

6. Rezultati	38
7. Rasprava i zaključci.....	40
8. Literatura	42
9. Prilozi.....	47

1. Uvod

U današnje vrijeme svjedoci smo različitim negativnim promjenama u ekosustavima diljem planeta Zemlje. Različiti abiotski i biotski čimbenici djeluju na ekosustav i zaokružuju ga kao cijelinu. Brojnost različitih sastavnica ekosustava varira na dnevnoj bazi i svojom pojavnošću uvelike utječu na funkcioniranje svih ekosustava. Čovjek kao sastavni čimbenik koji indirektno ili direktno utječe na funkcioniranje svih ekosustava može biti ugrožen i meta štetnog djelovanja abiotskih i biotskih čimbenika. Kako bi čovjek dobio odgovore i potrebne podatke u svrhu provođenja mjera zaštite potrebno je imati što više saznanja o tim čimbenicima. Time bi mogao donijeti prave mjere i metode zaštite. Monitoring ili praćenje stanja radnja je koja čovjeku osigurava priljev i pristup podataka o nekom objektu koji se prati. U sklopu ovog rada prikazat će se rezultati monitoringa jednog (potencijalno) štetnog čimbenika za čovjeka. Predmet ovog istraživanja monitoring je tvrdih krpelja na području Rekreativno športskog centra Bundeck.

Krpelji su obligatni hematofagni člankonošci koji parazitiraju na domaćinu i prenose veliki broj bolesti. Domaćini krpelja su ptice (*Aves*), gmazovi (*Reptilia*) i sisavci (*Mammalia*), te rijeđe vodozemci (*Amphibia*) (Hillyard, 1996). Sporadično, domaćin može postati i čovjek. Krpelji spadaju u red grinja (*Acar*), te su srodnici pauka s osam nogu i dijele se u tri porodice – *Ixodidae* (tvrdi krpelji ili krpelji šikare), *Argasidae* (meki krpelji ili krpelji nastamba) i porodica *Nuttalliellidae* koju karakterizira samo jedna vrsta *Nuttalliella namaqua*. Krpelji tijekom života prolaze kroz četiri razvojna oblika: jaje, ličinka, nimfa i adult, od kojih su zadnje tri aktivne. Krpeljima je potreban domaćin, odnosno hranjenje krvlju domaćina, kako bi preživjeli, i tim putem, prenijeli (u određenim okolnostima) patogena.

Krpelji predstavljaju izvjesnu prijetnju za čovjeka baš zbog svog indirektnog utjecaja, odnosno prenošenja širokog spektra bolesti. Praćenje njihove brojnosti u područjima u kojima ljudi rade i borave može biti od pomoći u boljem razumijevanju gradacijskih ciklusa odnosno pomoći učinkovitijoj prevenciji bolesti koje krpelji prenose.

Na taj način spremni smo za donošenje mjera i pravovremenih reakcija kako bi se što više smanjilo ili u potpunosti uklonilo njihovo štetno djelovanje na čovjeka.

Kako bi monitoring tvrdih krpelja bio što vjerodostojniji i precizniji potrebno je vrlo dobro poznavati karakteristike predmeta istraživanja te područja istraživanja. Na temelju integriranog pristupa potrebno je uvažiti sve utjecaje i karakteristike štetnog djelovanja na čovjeka i prema podacima provedenog monitoringa uvesti i provoditi mjere i metode zaštite.

Najvažniji cilj ovog istraživanja je doprinos razumijevanju faktora rizika koje prenose tvrdi krpelji, razumijevanju sastava njihovih populacija, prostornog rasporeda i vremenske dinamike njihove brojnosti odnosno definiranja prostora različitog stupnja opasnosti za ljude i životinje.

U današnje vrijeme sve je više povećana svijest o bolestima uzrokovanim raznim vektorima (komarci, krpelji i sl.) i o važnosti monitoringa istih. Jedna od najboljih platformi za to je zasigurno VectorNet koja sustavno prati podatke o distribuciji vektora različitih bolesti te se u svakom trenutku može provjeriti trenutna situacija prisutnosti pojedine bolesti. Zbog trenutne situacije s COVID – 19 virusom budi se svijest o ostalim virusnim i bakterijskim bolestima i pronalaze se preventivna rješenja kako bi se smanjila mogućnost zaraze čovjeka istima. Pomoću monitoringa i pravilne edukacije ljudi može se postići zadovoljavajući nivo zaštite od bolesti koje izazivaju gore navedeni vektori. Ljudi su zbog ove situacije posebno osjetljivi na bilo kakve bolesti koje mogu postati epidemijske ili pandemijske.

Poznato je da su prirodna žarišta bolesti krpeljnog meningoencefalitisa (KME) u sjevernoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj, dok su Sljeme i podsljemenska zona također razmjerno rizična područja. Iako se urbano područje Grada Zagreba smatra slobodnim od KME (Barišin i sur., 2008), zbog brojnosti i frekvencija ljudi te njihovih ljubimaca, monitoring krpelja, njihove sezonske dinamike itd je od velike važnosti. Istraživanje provedeno i opisano ovim radom pronalazi svoje značenje u pogledu javnozdrastvene zaštite i i sl.

2. Predmet istraživanja

Predmet ovog istraživanja su tvrdi krpelji porodice Ixodidae koja ujedno predstavlja i najbrojniju skupinu krpelja sa 13 rodova i 682 vrste. Glavna karakteristika ove porodice je tvrdi vanjski štiti na leđnoj strani tijela pa su prema tome i dobili naziv – tvrdi krpelji.

2.1. Klasifikacija krpelja

Krpelje svrstavamo u carstvo životinja (*Animalia*), koljeno člankonožaca (*Arthropoda*), razred paučnjaka (*Arachnida*). Najrasprostranjenije i najčešće vrste ovog razreda pripadaju redu grinja (*Acar*) koji je sastavljen uglavnom od grinja, sa kojima su krpelji vrlo slični, ali se od njih razlikuju po tome što se hrane samo kao paraziti i većih su dimenzija (Estrada-Peña i sur., 2004). Krpelji pripadaju podredu Ixodida unutar kojeg razlikujemo tri porodice:

- Argasidae – meki krpelji ili krpelji nastambi
- Ixodidae - tvrdi krpelji ili krpelji šikara
- Nuttalliellidae – samo jedan predstavnik *Nuttalliella namaqua* koja je rasprostranjena u južnoj Africi i Tanzaniji

U nastavku je navedena klasifikacijska pripadnost, prema Krantzu i Walteru (2009.), za primjer vrste obični ili šumski krpelj (*Ixodes ricinus* Linnaeus 1758).

Tablica 1. Klasifikacija krpelja prema Krantzu i Walteru (2009.), za primjer vrste obični ili šumski krpelj (*Ixodes ricinus* Linnaeus 1758):

Carstvo	Animalia: životinje
Koljeno	Arthropoda: člankonošci
Podkoljeno	Chelicerata: klješčari
Razred	Arachnida: paučnjaci
Podrazred	Acar (sin. Acaria, Acarina, Acarida): grinje
Nadred	Parasitoformes (sin. Anactinotrichidea)
Red	Ixodida (sin. Metastigmata)
Porodica	<i>Ixodidae</i> : tvrdi krpelji
Rod	<i>Ixodes</i>
Vrsta	<i>Ixodes ricinus</i> : obični krpelj

Krpelji su prošireni gotovo po cijelome svijetu. Za razliku od kralježnjaka, mnogi člankonošci (*Arthropoda*), prije svega razred kukaca (*Insecta*) i potkoljena kliještara (*Chelicerata*) i nadrazreda rakova (*Crustacea*) umjesto čvrstog endoskeleta (unutrašnjeg kostura), imaju stabilizirajući vanjski kostur (egzoskelet). To je tvrdi vanjski oklop za koji su mišići vezani s unutrašnje strane, te koji isto tako služi zaštititi unutarnjih organa. Opisano je približno 900 vrsta krpelja. Porodica Ixodidae je najveća, s medicinskog i veterinarskog pogleda najvažnija te ekonomski najznačajnija porodica s 13 rodova i oko 700 vrsta (Hyllard, 1996, Lindgren i Jaenson 2006). U Hrvatskoj su evidentirane 22 vrste tvrdih krpelja koje nalazimo na 47 različitih životinjskih vrsta domaćina. Nama najinteresantniji rodovi su: *Ixodes*, *Dermacentor*, *Hyalomma*, *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus* i *Boophilus*. Najučestalija vrsta je obični krpelj (*Ixodes ricinus* L.) koju nalazimo na 25 različitih vrsta domaćina (Krčmar 2012, Hornok i sur., 2017).

2.2. Rasprostranjenost i stanište

Krpelji su globalno rasprostranjeni, ali je veća vjerojatnost da ih se pronađe u područjima sa toplom i vlažnom klimom, naročito u tropskim i suptropskim klimatskim zonama. Za njihov rast i razvoj potrebna je visoka temperatura i povoljna (visoka) vlažnost zraka, u suprotnom, nepovoljni vanjski faktori imati će inhibirajući učinak na životni ciklus, odnosno razvoj krpelja. Na primjeru "matrice aktivnosti" vrste *Ixodes ricinus* vidimo da je za optimum razvoja krpelja potrebna temperatura između 10 - 20°C uz vlagu zraka 80 – 90% i više. Pri temperaturama nižim od 5 - 10°C uz prisutnost vlage manje od 60% krpelji nisu aktivni. Isto tako, pri temperaturama većim od 30°, bez obzira na prisutan postotak vlage u zraku također nemamo zabilježenu aktivnost jedinki krpelja.

Tablica 2. "Matrica aktivnosti" za vrstu *Ixodes ricinus*

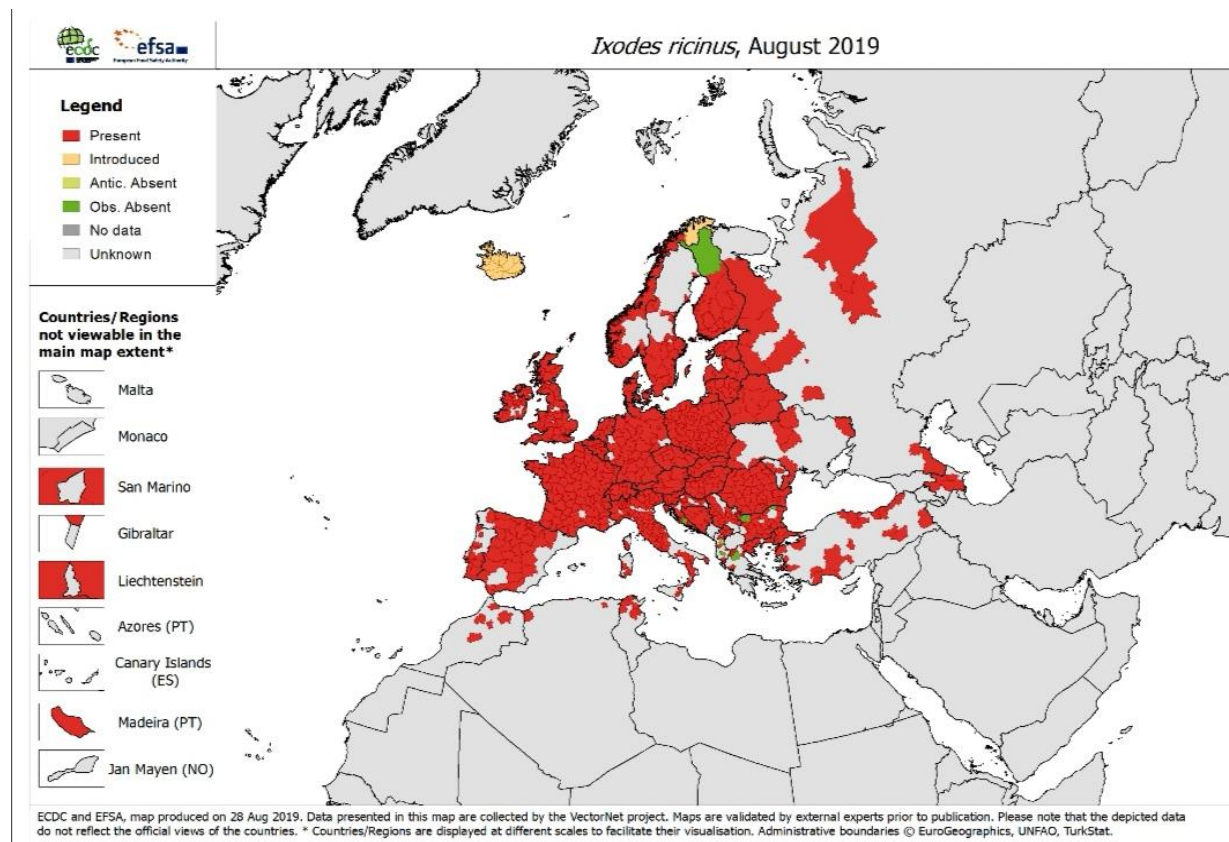
Temperature	<5°C	5°-10°	10°-15°	15°-20°	20°-25°	25°-30°	30°-35°	>35°
Hygrometry								
< 40%	0	0	0	0	0	0	0	0
40-50	0	0	0	0	0	0	0	0
50-60	0	0	10	20	10	0	0	0
60-70	0	10	30	40	40	10	0	0
70-80	0	40	80	80	60	20	0	0
80-90	0	60	100	100	70	50	0	0
>90	0	80	100	100	80	50	0	0

Šume i šumski ekosustavi primarna su staništa krpelja što pokazuje i najveća brojnost dokazana upravo u njima (Vucelja i sur., 2019). *Ixodes ricinus* (L.) vrsta je koja preživljava u uvjetima vlažnosti mikrostaništa iznad 80%. Isto tako, mogu se pronaći i na livadama, pašnjacima, zapuštenim poljoprivrednim površinama, te u urbanim sredinama ukoliko postoje uvjeti pogodni za razvoj krpelja. Na pojavnost krpelja u nekom području utječu ekološki čimbenici: temperatura zraka, vlažnost zraka, utjecaj sunčevog zračenja, te dužina fotoperioda.

Krpelji nisu aktivni tijekom cijele godine. U našem podneblju unutar umjerene geografske širine oko 45° paralele gdje pretežno imamo umjerenu i toplu vlažnu klimu (Cf); krpelji su najaktivniji u proljeće i jesen. U tim godišnjim dobima najčešće vladaju uvjeti koji pogoduju pojavi krpelja. Tada imamo veći postotak vlažnosti zraka, veću količinu padalina nego ljeti, dnevne temperature oko 22°C. Imamo i jače sunčevo zračenje nego zimi, ali ne u tolikoj mjeri kao ljeti. Viši postotak zračne vlage uvjetuje njihovu pojavnost jer tako neće doći do dehidracije tijela. Uglavnom se pojavljuju u područjima vegetacije koja stvaraju svoju specifičnu mikroklimu.

Osim povoljnih ekoloških uvjeta, za pojavnost krpelja u nekom ekosustavu, ključna je i gustoća naseljenosti domaćina uz koju je usko vezan životni ciklus krpelja.

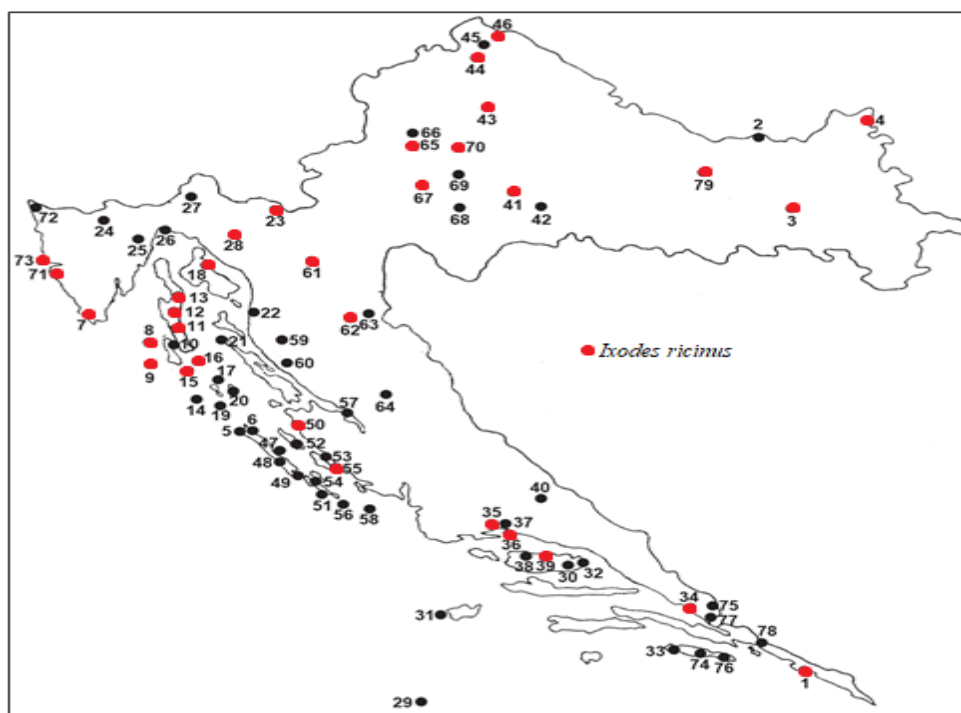
Široka ekološka plastičnost čini ih jednim od glavnih vektora zaraznih bolesti ljudi, te posljedično predstavljaju značajnu prijetnju za ljudsko zdravlje u Europi.



Slika 1. Distribucija vrste *Ixodes ricinus* u kolovozu 2019. godine u Europi prema Europskom centru za prevenciju i kontrolu bolesti

Karta na slici 1 prikazuje distribuciju vrste *Ixodes ricinus* u Europi na "regionalnoj" administrativnoj razini (NUTS3) u kolovozu 2019. godine kada je istraživanje rađeno. Crvena boja označava područja na kojima imamo prisutnost šumskog krpelja. Karte VectorNet objavljuju se na web stranici kako bi korisnicima ECDC-a (European Centre for Disease Prevention nad Control – Europski centar za prevenciju i kontrolu bolesti) te široj javnosti pružili najnovije podatke o pojavnosti i distribuciji vektora.

Praćenje krpelja i istraživanje u Republici Hrvatskoj intenziviralo se nakon druge polovice 20. stoljeća. Uzrok tomu su klimatske promjene koje bitno utječu na promjenu ekoloških uvjeta staništa, te samim time utječu i na širenje različitih patogena bolesti. Na području Hrvatske evidentirana su 22 vrste tvrdih krpelja koje nalazimo na 47 različitih vrsta domaćina (Krčmar 2012, Hornok i sur. 2017). U kontinentalnom dijelu najučestaliju vrstu predstavlja vrsta *Ixodes ricinus*, uz još par vrsta iz roda *Dermacentor* (*D. reticulatus*, *D. marginatus*). Slika 2 prikazuje rasprostranjenost vrste *Ixodes ricinus* na području Hrvatske. Najveća 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 (Mulić, 2011).



Slika 2. *Ixodes ricinus* na području Republike Hrvatske (Krčmar 2012, Kerner, 2019)

2.3. Morfologija krpelja

Poznavanje morfologije jedinki krpelja vrlo je bitno prilikom determinacije. Najvjerniji opis morfologije krpelja prikazao je Hillyard (1996).

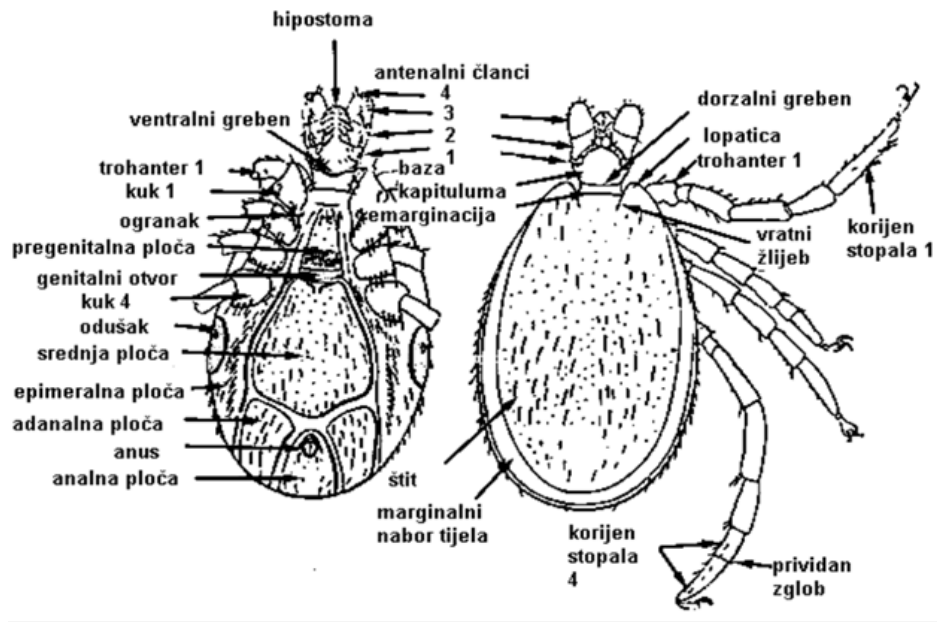
Tijelo krpelja građeno je od tzv. glavopršnjaka (prednjeg tijela) i zatka (stražnjeg tijela), a njihova veličina kreće se od 0.2 do 1.5 cm te je različitog oblika: okruglasto, pločasto, kuglasto, duguljasto, prema tome kako životinja živi (Matoničkin, 1981).

Porodica Ixodidae ime je dobila po čvrstom štitu ili ploči koja se još i naziva scutum.

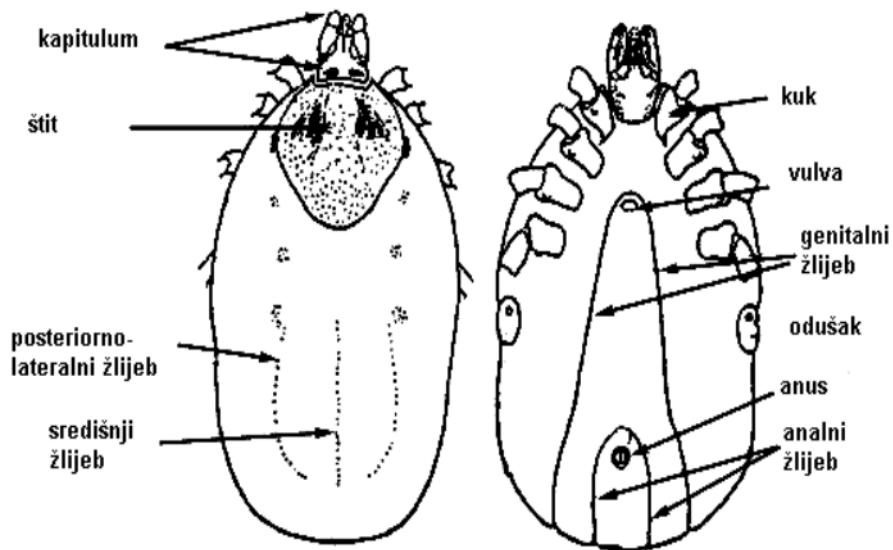
Glava krpelja naziva se capitulum, sadrži usni aparat, a sastavljena je od baze (basis capituli), dva pipala i čeljusnih nožica. Između pipala se nalazi hipostoma.

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 aloscutum (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 3. Ventralni (lijevo) i dorzalni (desno) prikaz tijela mužjaka krpelja roda *Ixodes* (Borak, 2014)

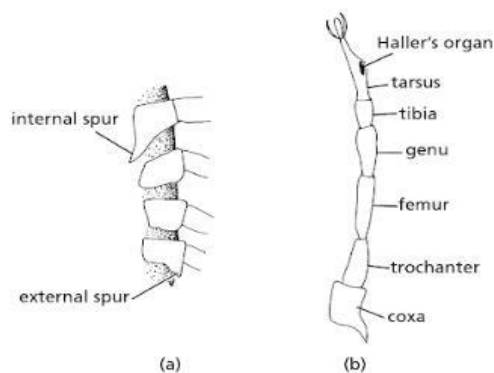


Slika 4. Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda *Ixodes* (Borak, 2014)

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) (Slika 5). 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).



Slika 5. (a) Ventralni prikaz kuka i položaj unutranjih i vanjskih izdanaka; (b) Dijelovi noge tvrdog krpelja (M. A. Taylor, R. L. Coop, Richard R.L. Wall 2015)

2.4. Životni ciklus krpelja

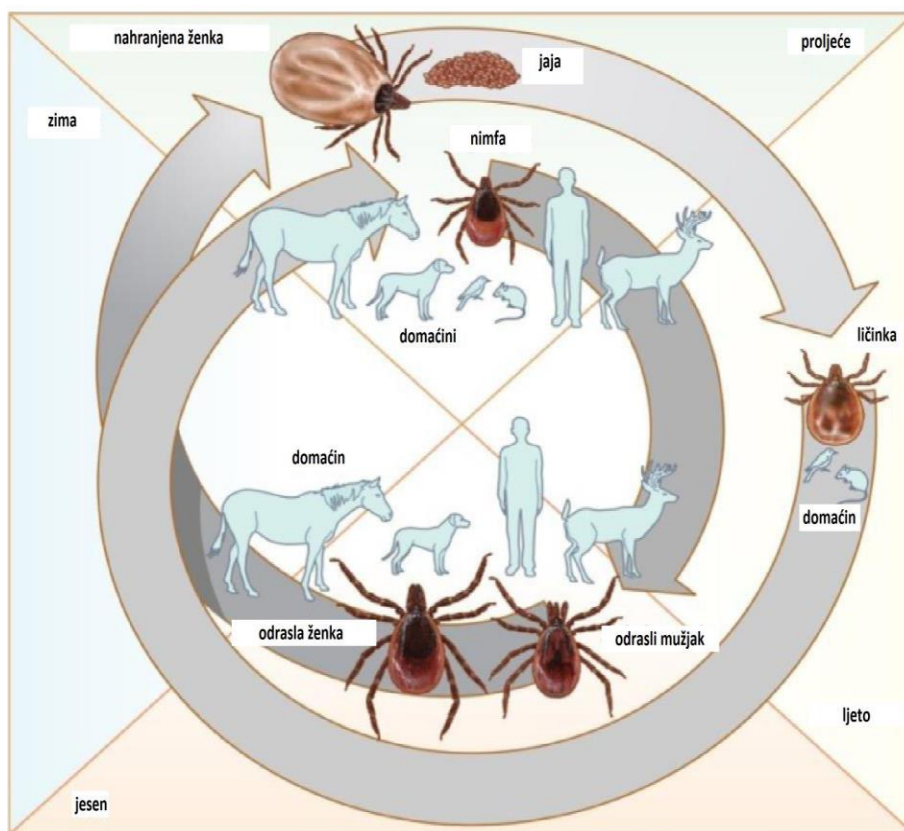
Sve vrste krpelja imaju sličan životni ciklus koji se sastoji od četiri razvojna stadija: jaje, ličinka, nimfa, odrasli krpelj, te obično traje dvije godine, ali može i duže. Dužina trajanja životnog ciklusa ovisi o temperaturi, godišnjem dobu u kojem se krpelj razvija, te raspoloživim domaćinima (Parola i Raoult 2001). Životni ciklus tvrdih krpelja karakterizira pravilna izmjena nametničkog i slobodno živućeg stadija, te izmjenu domaćina.



Slika 6. Razvojni ciklus vrste *Ixodes ricinus* L. (foto: Boljfetić Marko)

Životni ciklus krpelja sastoji se od jednog inaktivnog stadija i tri pokretna stadija. Inaktivni stadij čini jaje, dok su pokretni razvojni stadiji ličinka, nimfa i adult koji tijekom života traže svog domaćina čijom se potom krvlju hrane (Logar 1999). Dužina razvojnog ciklusa varira od vrste do vrste. Ovisno o broju domaćina, životni ciklus krpelja može biti jednorodni (jedan domaćin), dvorodni (dva domaćina), te ujedno i najčešći, trorodni životni ciklus, koji uključuje tri različita domaćina iste ili različite vrste.

Adulti mogu narasti oko 2 do 3 mm, ličinke do 1 mm, dok nahranjena ženka može doseći veličinu do 10 mm i više (Parola i Raoult 2001). Prezimljavaju u gornjim slojevima zemlje ili pod otpalim lišćem. Krpelji postaju aktivni kada je dnevna temperatura oko 7°C, a temperatura tla oko 4°C (Sonenshine 1991).



Slika 7. Životni ciklus vrste *Ixodes ricinus* (L.) (preuzeto sa stranice <http://:britannica.com>)

2.5. Razmnožavanje krpelja

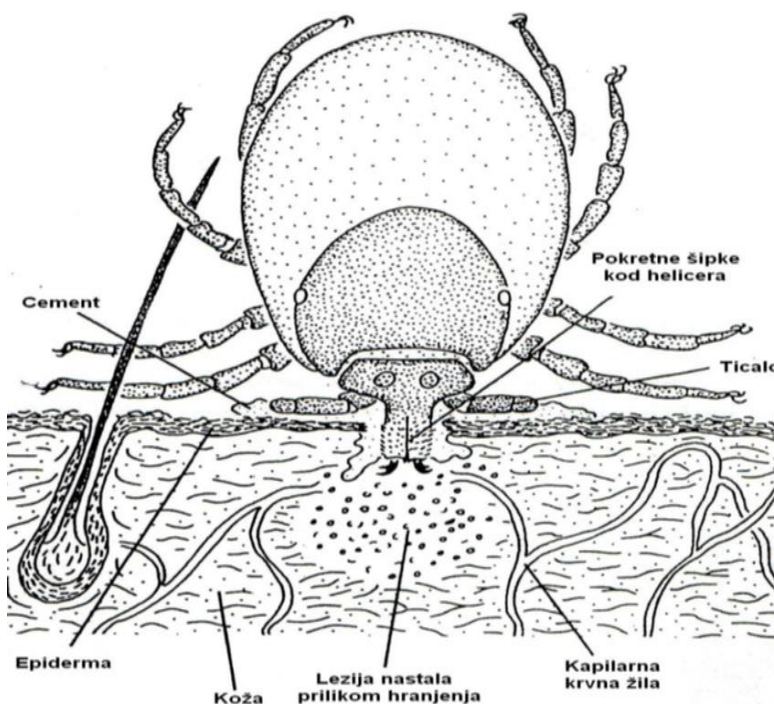
Krpelji se pare seksualno, unutrašnjom oplodnjom. Mužjak krpelja ostati će na domaćinu, kako bi se mogao pariti sa više ženki dok se one hrane. Ženke se pare samo jednom i to samo prije nego što su spremne nagutati se krvi (Estrada-Peña i dr. 2004). Reprodukcijska aktivnost krpelja usko je vezana uz količinu krvnog obroka. Oplodjena ženka krpelja tek nakon što se nahrani otpušta se s domaćina te traži najbolju moguću

lokaciju za polaganje jaja. Ukoliko uvjeti za polaganje nisu povoljni, ženka ima sposobnost odgode polaganja jaja. Polaganje jaja ne ovisi samo o nahranjenosti ženke, nego i o klimatskim uvjetima. Kada ženka krpelja ima dovoljno uskladištene sperme za oplodnju svojih jaja, otpušta se sa domaćina, pada na tlo i traži lokaciju za polaganje jaja. Ženka unutar nekoliko dana, ovisno o vrsti, proizvede od 1000 do 18000 jaja koja položi u ljepljivu masu te zatim iscrpljena ugine (Stafford 2007). Dozrijevanje jajašaca traje nekoliko tjedana ovisno o temperaturi, vlazi, te drugim ekološkim uvjetima. Krpelji koji su se izlegli iz jaja ili su se tek presvukli imaju mekana tijela te su neaktivni 1 – 2 tjedna sve dok im vanjski tjelesni zid ne očvrсне (Estrada – Peña i dr. 2004). Iz jajašaca se razvijaju ličinke koje su spremne za hranjenje već nekoliko dana nakon izljetanja. Ličinke tvrdih krpelja hrane se sisanjem krvi na zmijama, gušterima, sitnim sisavcima (mišolikim glodavcima) i pticama. Hranjenje traje tri do sedam dana te se nakon mjesec dana preobraze u nimfu. U stadiju nimfe imaju četiri nožice, za razliku od stadija ličinke u kojem imaju tri, te im je dužina tijela veća, oko 1,5 mm. Nimfe se vertikalno kreću i prihvaćaju na drugog domaćina. Domaćini nimfi mogu biti zmije, gušteri, sitni sisavci i ptice, a hranjenje na domaćinu traje tri do deset dana, nakon kojeg pada na zemlju i preobrazi se u odraslu jedinku; mužjaka ili ženke. Odraslu jedinku karakterizira dužina tijela između 2.4 i 2.8 mm. Kreće se u uskom radijusu vertikalno ili horizontalno, te se penje najviše metar u visinu te nekoliko metara u širinu. Domaćini ovog razvojnog stadija tvrdih krpelja su goveda, jelenska i srneća divljač, pas, pa čak i čovjek. Odrasla ženka tvrdog krpelja hrani se na domaćinu 8 do 12 dana. Može se zadržati i duže, sve dok ne bude oplođena. Odrasle ženke hrane se više puta u odnosu na mužjaka i mogu posisati 2 – 2.5 ml krvi. Po završetku hranjenja masa tijela kod ličinki i nimfi se povećava otprilike 10 do 20 puta, dok se kod odrasle ženke može povećati 100 - 120 puta (Sonenshine, 2005).

Važno obilježje u životnom ciklusu tvrdih krpelja zasigurno je dijapauza. Krpelji pomoću ovog hormonskog procesa preživljavaju u nepovoljnim klimatskim uvjetima. Tijekom dijapauze dolazi do prestanka razvoja i stagnacije, te snižene razine metaboličkih procesa. Tvrdi krpelji, u stanju mirovanja na tlu prekriveni listincem i bez hranjenja, mogu preživjeti i do dvije godine.

2.6. Hranjenje krpelja

Traganje krpelja za hranom odvija se na dva načina: aktivno ili pasivno. Kod aktivnog traženja, krpelj privučen mirisom domaćina postaje svjestan njegove prisutnosti i kreće se prema domaćinu. Miris koji dolazi do krpelja sadrži podatke o količini ugljikovog dioksida (CO₂) u zraku, amonijaku iz izlučevina i urina domaćina te količini mliječne kiseline. Na temelju tih podataka krpelj usmjerava svoje buduće kretanje. Isto tako podaci o budućem kretanju mogu doći do krpelja u obliku vibracija, zasjenjivanja, topline i dodira. Pasivni način karakterizira mirovanje jedinke u travi te se prilikom prolaska domaćina hvata za njega pomoću prednjih raširenih nogu.



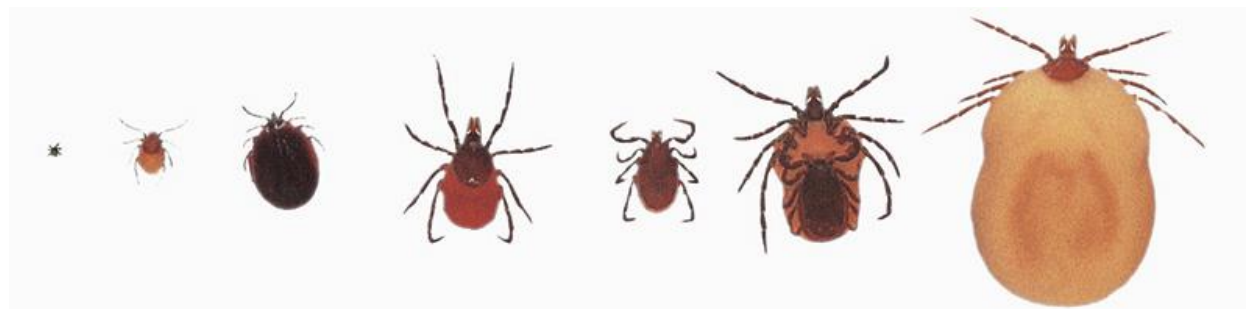
Slika 8. Hranjenje ženke vrste *Ixodes ricinus* (izvor: Estrada-Peña i sur. 2004)

Stafford (2007) detaljno opisuje postupak hranjenja krpelja. Krpelj se prvo čvrsto prihvaća za kožu i postavlja tijelo pod kutem od 45°- 60° i počinje rezati kožu pomoću para helicera (klijesta). Helicere su pokretne šipke, koje imaju oštre kandže kojima krpelji režu rupu u koži domaćina te prekidaju kapilarne krvne žile vrlo blizu površine

kože, dok prilikom hranjenja formiraju ozljede ili lezije. Krpelji se hrane krvlju, dok u ozljedu otpuštaju limfu. Zatim u ranu koja je napravljena pomoću zubića ulazi hipostomom na kojoj se nalazi mnogo zavijenih zubića, a pipala ostaju izvan rane te su horizontalno položene na površini kože. Pri probadanju kože krpelj kroz rilce izlučuje slinu – kompleksnu tvar koja sadrži anestetik, zbog čega je ubod bezbolan, te posebnu tvar „cement“, poput lateksa, koja se stvrdne u obliku stošca oko mjesta uboda, čime se krpelj učvrsti, što traje par sati.

Nakon što se učvrsti za domaćina slijedi proces hranjenja u vidu sisanja krvi. Hranjenje može trajati nekoliko dana do nekoliko tjedana. Što je hranjenje krpelja duže, povećava se i rizik da domaćin odbaci krpelja. Prilikom hranjenja krpelji stvaraju enzime u slini koji pospješuju protok krvi, ali i olakšavaju prijenos patogena. Da bi došlo do zaraze patogenom krpelj se mora hraniti na domaćinu minimalno 24 sata. A za pojedine patogene potrebno je duže vrijeme hranjenja od 48 sati i više. Kako bi mogao primiti što veću količinu krvi jedinka krpelja pomoću žlijezda slinovnica odstranjuje višak vode iz tijela.

Meki krpelji imaju kratak period hranjenja u trajanju od 15 do 60 minuta prilikom kojeg povećaju svoju masu 3 do 4 puta. Tvrdi krpelji imaju duži period hranjenja u trajanju od 5 do 12 dana prilikom kojeg mogu povećati svoju masu 50 do 200 puta (Sonenshine 2005).



Slika 9. Razvojni stadij krpelja *Ixodes ricinus*, s lijeva na desno: larva (0.5 mm), nimfa (nenahranjena, nahranjena) (1.5 mm), odrasli mužjak (nahranjen, nenahranjen) (2.5 - 3.5 mm), odrasla ženka (nenahranjena, 3.5 – 4.5 mm; nahranjena, 10 mm) (izvor: <http://www.isw tbe.info/upload/medialibrary/Figure-04.jpg>, <http://www.fsbiohannover.de/oftheweek/65.htm>)

2.7. Sezona pojavljivanja

Za tvrde krpelje karakteristična je sezonska pojavnost jedinki što znači da nisu jednako aktivni tijekom cijele godine nego samo u, za njih, pogodnim periodima, a to su dominantno proljeće i jesen. U tom periodu prosječna dnevna temperatura je 22°C, veće su količine padalina a sunčevo zračenje je optimalno, ni prejako niti preslabo. U nepovoljnim mjesecima krpelji prelaze u stadij dija-pauze u kojem čekaju povoljnije vremenske prilike. Nakon produljenja fotoperioda koji se događa u proljeće, prestankom zime, povećava se i aktivnost krpelja. Dosadašnja istraživanja pokazala su povećanu aktivnost krpelja u proljeće u odnosu na jesen, a uzrok tomu su kraći jesenski dani. Međutim, klimatske promjene dovele su do pojave blagih zima i toplijih proljeća zbog kojih je i period dija-pauze znatno skraćen u odnosu na prije (Mulić i sur., 2006). Što se tiče dnevne aktivnosti, krpelji su aktivniji ujutro i navečer nego tijekom dana.

2.8. Medicinska važnost krpelja

Važnost krpelja sa medicinskog stajališta očituje se u njegovoj sposobnosti prenošenja bolesti na životinje i čovjeka. Poznato je da u prirodi vlada ravnoteža između krpelja, mikroorganizama, životinja i čovjeka, točnije ne dolazi do pojave epidemije jer su domaćini tijekom vremena razvili određeni stupanj otpornosti.

Pojava krpelja ne smatra se problemom ukoliko jedinka nije zaražena patogenim mikroorganizmom (virusi, bakterije i dr.) i ne predstavlja opasnost od širenja istog.

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 (Parola i Raoult, 2001).

Krpelji mogu utjecati na domaćina posredno i neposredno. Kada krpelj sisanjem krvi uznemirava domaćina te oslabi njegov organizam, radi se o neposrednom utjecaju.

Prenošenje uzročnika bolesti patogenih mikroorganizama kao što su virusi, bakterije i praživotinje, predstavlja posredni utjecaj krpelja na domaćina (Hillyard, 1996).

Posrednim utjecajem krpelja, odnosno prijenosom uzročnika bolesti ogleda se najveća važnost krpelja u medicini. Krpelj, kao parazit na životinjama i čovjeku, prenosi niz uzročnika teških bolesti koje nerijetko završavaju ugibanjem ili umiranjem domaćina. Krpelji prenose brojne uzročnike zaraznih bolesti, kao što je uzročnik Lyme borelioze, groznice stjenovitih planina, sjevernoazijskog krpeljnog tifusa, queenslandskog krpeljnog tifusa, orijentalne groznice, monocitne erlihioze, povratne groznice, ruskog proljetno - ljetnog encefalitisa, krimsko - kongoške hemoragijske vrućice, mediteranske groznice, Q groznice, granulocitne erlihioze, tularemije, babezioze i krpeljnog meningoencefalitisa (Strle, 1991). U daljnjem dijelu biti će nabrojane i objašnjene neke od najbitnijih bolesti uzrokovane djelovanjem krpelja.

U Tablici 3. navedene su bolesti od javnozdravstvene važnosti koje prenosi deset učestalih vrsta tvrdih krpelja rasprostranjenih u Hrvatskoj, zajedno s njihovim uzročnicima (Hyllard, 1996; Estrada-Peña i sur., 2004; Krčmar, 2012).

Tablica 3. Najučestalije bolesti, njihovi uzročnici te vrste krpelja koje sudjeluju u njihovoj transmisiji na području Europe (izvor: Vucelja i Klobučar 2019)

Krpelj	BOLESTI I UZROČNICI									
	Virusne bolesti		Bakterijske bolesti			Rikecije			Protozoarne bolesti	Toksikoza
	Krpeljni meningoencefalitis virus KME	Krimsko-kongoanska hemorag. vrućica Nairovirus iz porodice Bunyaviridae	Lyme boreliozna <i>Borrelia burgdorferi</i> s.l.	Tularemija <i>Francisella tularensis</i>	Anaplazmoza <i>Anaplasma phagocytophilum</i>	Mediter. pjegava groznica <i>Rickettsia conori</i>	Q - groznica <i>Coxiella burnetii</i>	Erlhioza <i>Ehrlichia phagocytophila</i> complex	Babezioza <i>Babesia</i> , <i>Theileria</i>	Krpeljna paraliza; toksikoza
<i>Dermacentor reticulatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
<i>Dermacentor marginatus</i>	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-
<i>Haemaphysal punctata</i>	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
<i>Haemaphysalis concinna</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalomma marginatum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Rhipicephalus bursa</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+
<i>Ixodes hexagonus</i>	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-
<i>Ixodes ricinus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ixodes trianguliceps</i>	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-

2.8.1. Krpeljni meningoencefalitis (KME)

Krpeljni meningoencefalitis je bolest uzrokovana virusom KME iz porodice *Flavaviridae* koji je prema vrsti RNA virus. Krpeljni meningoencefalitis je tijekom prošlog desetljeća postao rastući zdravstveni problem u Europi i Aziji i najvažnija je virusna bolest koju prenose krpelji.

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.

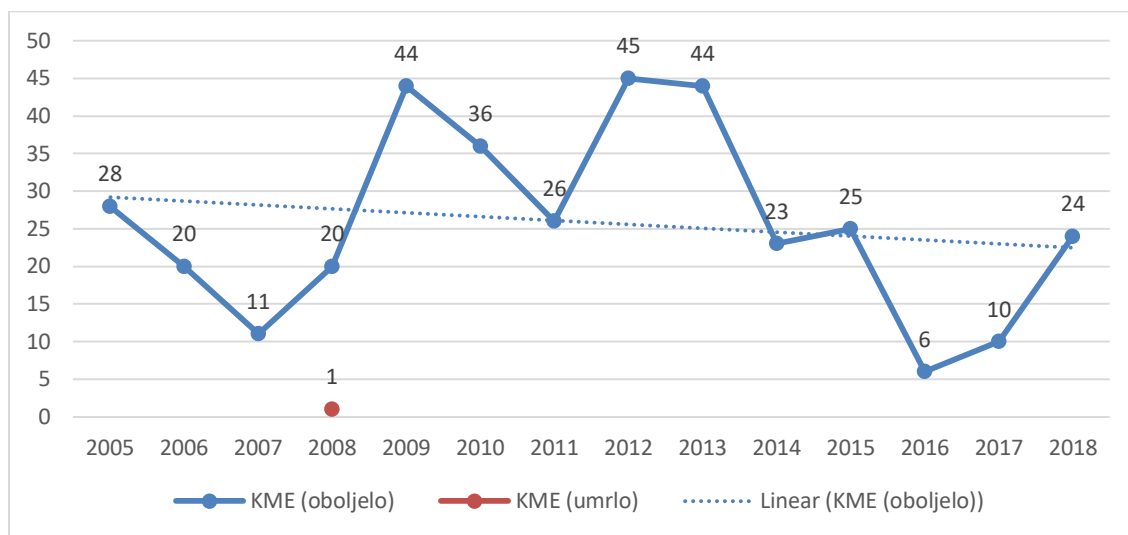
Sezonsko javljanje bolesti usko je povezano sa aktivnošću krpelja u proljeće i ljeto jer je osnovni način zaraze čovjeka virusom KME ubod zaraženog krpelja. Za vrijeme hranjenja krpelj preko sline može unijeti uzročnika u organizam domaćina. Krpelji zaraženi virusom KME ostaju zaraženi čitav život te kao nositelji nemaju nikakve posljedice. Zaražene ličinke predaju virus nimfama, nimfe odraslim jedinkama krpelja. Čovjek se u tom lancu prijenosa javlja kao posljednja karika. Prijenos virusa sa čovjeka na čovjeka još uvijek nije poznat. Rizik od zaraze veći je što je boravak krpelja na tijelu duži.

Većina zaraženih osoba uopće ne oboli. Ako dođe do razvoja bolesti ona se manifestira bifazičnim 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.

Proces liječenja očituje se u simptomatkoj terapiji koja se sastoji od mirovanja, davanja vitamina, zatim antiedematozna terapija primjenom hipertoničnih otopina i diuretika, 10% glukoza. Kortikosteroidi se rijetko koriste osim u najtežim slučajevima.

Prevenciju čini cijepljenje u 3 doze. Prve dvije doze primaju se u razmaku 1 – 3 mjeseca, a treća nakon godinu dana. Revakcinacija je svake tri godine, a cijepljenje nakon ugriza pokazalo se neučinkovitim.

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



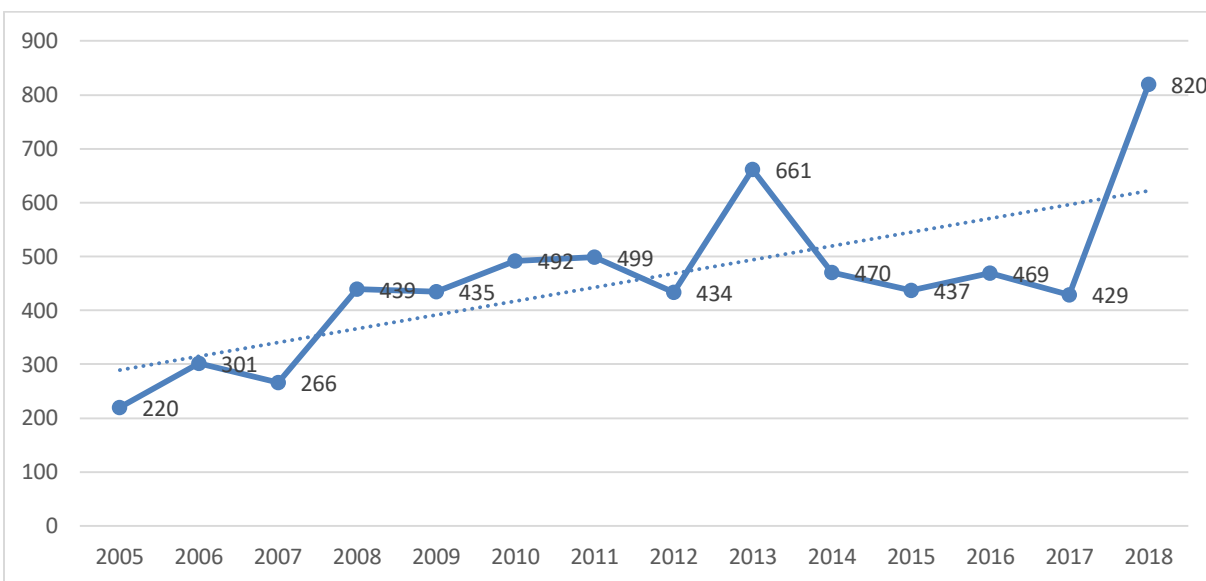
Grafikon 1. Godišnji broj oboljelih od KME u Hrvatskoj od 2005. do 2018. god. (izvor: HZJZ, 2019)

2.8.2. Lajmska bolest

Lajmska bolest je zoonoza uzrokovana spiralnim bakterijama iz kompleksa *Borrelia burgdorferi sensu lato*, a glavni je prijenosnik šumski krpelj. Naziv je dobila u 70-im godinama prošlog stoljeća prema lokalitetu Lyme u sjevernoameričkoj državi Connecticut, gdje je uočena u formi "epidemijskog juvenilnog artritisa". Ubrzo je došlo do izolacije borelije iz krpelja *Ixodes scapularis*, koja je po otkrivaču dobila naziv *B. burgdorferi*, te iz krvi bolesnika s lajmskom bolešću.

Pojava borelioze vezana je uz pojavnost krpelja iz porodice Ixodidae čije je distribucija ograničena na umjerenu zonu, točnije na područje između 33. i 65. stupnja zemljopisne širine.

Broj oboljelih od lajmske borelioze u Republici Hrvatskoj u stalnom je porastu, a na grafikonu 2 pratimo uzlaznu putanju kretanja broja zaraženih u razdoblju od 2005. godine do 2018. godine. Posebno velik broj zaraženih zabilježeno je u 2013. i 2018. godini.



Grafikon 1. Godišnji broj oboljelih od lajmske borelioze u Hrvatskoj od 2005. do 2018. (HZJZ 2019)

Kako bi se ova bolest razvila kod čovjeka potrebna su namanje 24 sata hranjenja krpelja. Prijenosnici bolesti mogu biti nimfe i odrasli krpelji.

Lajmska bolest potencijalno je opasna jer infekcija može proći kao neprepoznatljiva bolest, a zatim ostaviti veće posljedice. Znakovi bolesti djelomično ovise o vrsti patogena. *Borellia garinii* uzrokuje oštećenje živaca, *Borellia afzelii* oštećenja na koži, *Borellia burgdorferi sensu stricto* napada zglobove. Sve tri vrste uzrokuju erythema migrans područje na koži na mjestu uboda krpelja koje se zacrvni i lagano svrbi. Odavde se borelije dalje šire u različite organe.

Simptomi bolesti imaju dvije faze – ranu i kasniju fazu. U ranijoj fazi, simptomi koji se javljaju slični su simptomima gripe. Nakon uboda krpelja javlja se pojava crvenila oko uboda koja postepeno prelazi u prstenastu promjenu na koži, a nazivamo ju erythema migrans. Ona najčešće spontano nestaje, ali važno je što prije započeti sa antibioticima kako bi se spriječio prelazak u kroničnu, kasniju fazu bolesti. Ukoliko se ne primjene antibiotici na vrijeme, u razdoblju od jednog do 6 mjeseci nakon pojave erytheme migrans bakterije prodiru do živčanog sustava. Javlja se niz problema i simptoma bolesti centralnog i perifernog živčanog sustava, te su mogući ozbiljno psihički simptomi – napadaji panike, dezorijentacija, halucijancija, suicidalne težnje, te stanja slična shizofreniji.



Slika 10. *Prvi simptomi Lajmske borelioze - erythema migrans* (preuzeto sa: <http://www.putzdravlja.com/borelioza-uzroci-simptomi-i-lijecenje/>)

2.8.3. Tularemija

Tularemija je zoonoza uzrokovana malom, nepokretnom, nesporulirajućom, gram negativnom kokobacilarnom bakterijom *Francisella tularensis*. To je bakterija koja je striktan aerob i ne kultivira se na standardnim podlogama. Razlikujemo pet podvrsta ove bakterije (supsp. *tularensis*, *holartica*, *mediasiatica* i *novicida*) od kojih su najznačajnije *F. tularensis* subsp. *holartica* koja se javlja na sjevernoj hemisferi (Europa, Sjeverna Amerika, Azija), dok *F. tularensis* subsp. *tularensis* nalazimo u Sjevernoj Americi. Bakterija je vrlo infektivna, ima mogućnost prijenosa zrakom pa se može koristiti kao biološko oružje.

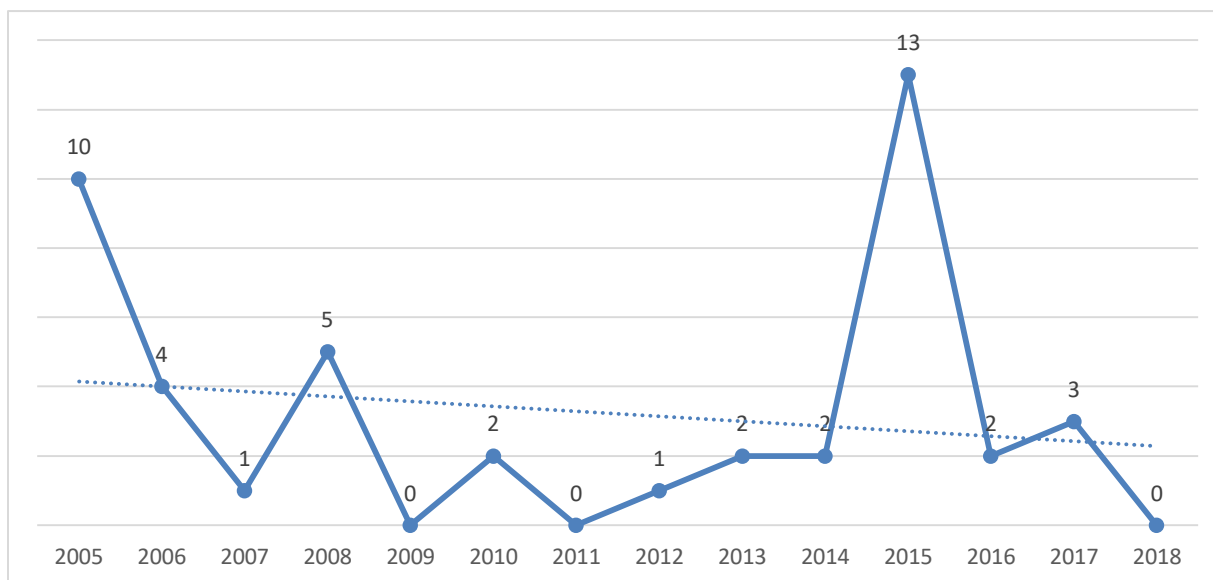
Ovo je bolest divljih dvojezupaca (zec, kunić) i glodavaca (voluharice, miševi), ali ju prenose i krpelji te drugi hematofagni člankonošci. U Europi je glavni prenositelj tularemije krpelj *Ixodes ricinus*, ali mogu biti i druge vrste krpelja. Do zaraze dolazi isključivo kontaktom sa zaraženom životinjom, ugrizom životinje ili ugrizom krpelja, konzumiranjem kontaminiranog mesa, te udisanjem infektivnog aerosola ili prašine.

Razlikujemo četiri vrste tularemije – ulceroglandularni, okuloglandularni, glandularni, tifoidni. Najčešća vrste je ulceroglandularni kojeg karakteriziraju crvene papule vrijedovi na prstima i šakama, te otečeni limfni čvorovi. Drugu vrstu karakteriziraju simptomi koji se javljaju na oku uzrokujući crvenilo i oteknuće. Glandularni tip karakteriziraju otečeni limfni čvorovi, ali se ne razvijaju fizičke promjene u obliku crvenih papula što nam ukazuje da je zaraza došla gutanjem bakterije. Tifoidni tip dovodi do visoke temperature, bolova u trbuhu i iscrpljenosti.

Simptomi se javljaju 2 do 4 dana nakon dodira sa bakterijom. Početni simptomi su glavobolja, mučnina, povraćanje, povišena temperatura do 40°C i jaka iscrpljenost. U preiodu od 24 – 48 sati javljaju se upaljeni mjehurići na mjestu zaraze koji se ubrzo ispune gnojem i otvore.

Kao i većina bolesti uzrokovanih bakterijama i tularemija se liječi antibioticima koji se uzimaju u obliku tableta 5 – 7 dana. Kod ove bolesti smrtnost je oko 6%, a javlja

se ukoliko se ne krene na vrijeme sa liječenjem i prijeđe u tešku pneumoniju. Osoba koja je jednom bila zaražena razvija otpornost prema ponovnoj zarazi.



Grafikon 2. Godišnji broj oboljelih od tularemije u Hrvatskoj od 2005. do 2018. (HZJZ 2019)

2.8.4. Babezioza

Babezioza ili piroplazmoza globalno je rasprostranjena opasna i smrtonosna bolest koju prenose praživotinje, protozoe iz roda *Babesia* spp., a prenosi je šumski krpelj. Naziv je dobila prema rumunjskom mikrobiologu Victoru Babešu koji je 1888. godine identificirao uzročnika u crvenim krvnim stanicama goveda. Također se radi i o prvoj opisanoj bolesti posredovanoj vektorima.

Ubodom i ugrizom krpelja protozoe se šire tijelom domaćina, napadaju i razaraju eritrocite. To može rezultirati nedostatkom tih krvnih stanica i anemijom koja u ozbiljnim slučajevima može dovesti do otkazivanja organa i smrti. Simptomi su često i crveno obojeni urin i visoka temperatura, a bolest je posebno opasna za ljude sa odstranjenom slezenom i starije ljude za koje može biti letalna.

Životni ciklus babezije uključuje dva domaćina: miša i krpelja. Krpelj prilikom hranjenja prenosi parazita na miša, kod kojeg on ulazi u eritrocite te se počinje aseksualno razmnožavati. Ljudi u ciklus ulaze u slučaju ugriza zaraženog krpelja te proces zaraze teče isto kao i kod miša.

2.9. Kontrola brojnosti krpelja

Brojnost krpelja može se kontrolirati na različite načine, a dijelimo ih na mehaničke i kemijske metode. U mehaničke metode svrstavamo kontrolirane požare, mehaničko čišćenje krošnji, te uklanjanje listinca. Prilikom njih mijenjamo uvjete staništa tako da je tlo više izloženo suncu, te se broj jedinki krpelja smanjuje bez upotrebe raznih kemijskih preparata. Isto tako, postoji i ekstremna metoda odstrijela životinja koji mogu biti vektori zaraznih bolesti.

Kod kemijskih metoda upotrebljavaju se organofosfati, te piretroidi. Ovi preparati uzrokuju onečišćenje okoliša i štetne su za organizme, te se predlaže izbacivanje ovog načina kontrole brojnosti krpelja.

Osim mehaničkih i kemijskih, postoje i biološke metode kontrole brojnosti krpelja. Tu spadaju prirodni predatori krpelja, paraziti te bakterijski patogeni kod krpelja. Gljive također mogu uzrokovati smanjenje brojnosti krpelja (Hillyard 1996). Također, krpelji su plijen brojnim životinjama: pticama (vrane, kokoši, čvorci, čaplje), sisavcima (rovke, štakori, miševi, gušteri), člankonošcima (kornjaši, mravi, pauzi, grinje). Prema Sonenshine (1993) krpelji su većinom plijen kada su nasisani i kada se spuste na zemlju kako bi našli mjesto za presvlačenje i dolaganje jajašaca.

2.10. Opće mjere zaštite od krpelja

Preporučene mjere zaštite od krpelja (www.hzjz.com)

- prilikom boravka u prirodi potrebno je imati prikladnu odjeću i obuću (dugi rukavi, nogavice uvučene u čarape, zatvorene cipele)
- izbjegavati nositi tamniju odjeću na kojoj se krpelj teže uočava, te materijale poput vune, flanela jer se na njih krpelj lakše zakvači
- hodati obilježenim stazama, izbjegavati provlačenje kroz grmlje, ležanje na tlu, odlaganje odjevnih predmeta na tlo i grmlje
- potrebno je primjenjivati repelente za obijanje krpelja na gole i izloženiye dijelove tijela te eventualno odjeću
- nakon povratka iz prirode važno je pregledati se i provjeriti ima li jedinki krpelja na koži ili odjeći kako bi se, u slučaju pronalaska, što prije krpelj odstranio. Posebnu pozornost treba obratiti na osjetljive dijelove tijela – vrat, zatiljak, pazuhe, prepone, područje iza koljena, pupak. Nakon toga važno je istuširati se.

Treba naglasiti da cijepljenje štiti samo od jedne bolesti koju mogu prenijeti krpelji, a ne od svih! Cijepljenjem s tri doze cjepiva postiže se zaštita koja traje oko tri godine (što znači da se nakon tri godine treba docijepiti ukoliko se želi zadržati odgovarajuća razina zaštite). Poželjno je cijepljenje šumskih radnika, lovaca i izletnika koji često borave u područjima bogatim krpeljima.



Slika 11. *Krpelj na koži* (Časopis HŠ, br. 161, svibanj 2010)



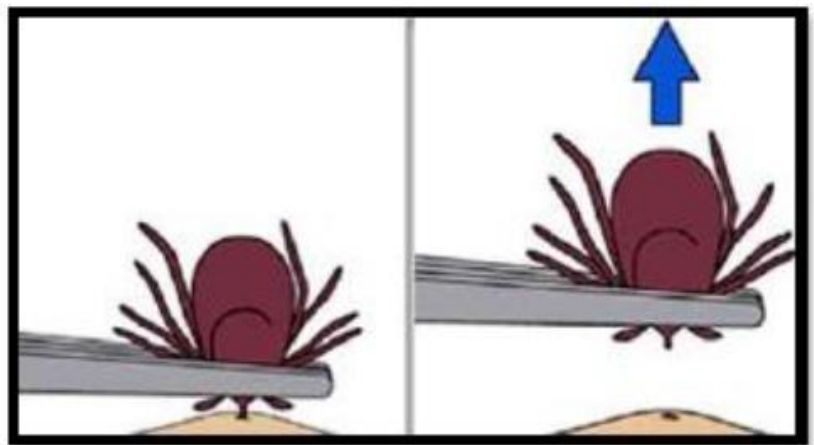
Slika 12. *Nakon izlaska iz šume – krpelji na hlačama* (Časopis HŠ, br. 161, svibanj 2010)

2.11. Uklanjanje krpelja

Ukoliko je krpelj uočen u koži potrebno ga je ukloniti što prije kako bi se smanjio rizik od infekcije. Lakše ga je odstraniti u prvih nekoliko sati nakon uboda. Važno je krpelja odmah izvaditi van (prethodno je potrebno oprati ruke, a pincetu prebrisati antiseptikom), zahvaćajući ga što bliže glavici, uz kožu, i laganim povlačenjem izvući ga iz kože.

Krpelja se ne smije ničim premazivati (alkoholom, kremom, uljem, lakom za nokte, petrolejem i 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.

Nakon uklanjanja krpelja iz kože potrebno je područje uboda dezinficirati alkoholom kako bi se smanjio rizik od sekundarne infekcije. Isto tako, važno je obratiti pozornost na moguće simptome i znakove koji ukazuju na pojavu neke od bolesti. Ukoliko se pojave, važno je kontaktirati liječnika.



Slika 13. *Pravilno vađenje krpelja pincetom* (preuzeto sa: https://www.cdc.gov/ticks/removing_a_tick.html)

3. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada bio je istraživanje faune tvrdih krpelja na području Rekreativnog športskog centra Bundek. U nastavku su navedeni detalji opisanog cilja rada:

- praćenje brojnosti i sezonske dinamike krpelja na pet mikrolokaliteta unutar RŠC Bundek u razdoblju od ožujka do kolovoza 2019. godine
- determinacija vrste, spola i razvojnog stadija jedinki uzorkovanih tvrdih krpelja prema determinacijskom ključu Estrada – Peña i sur. (2017) (Slika 14)

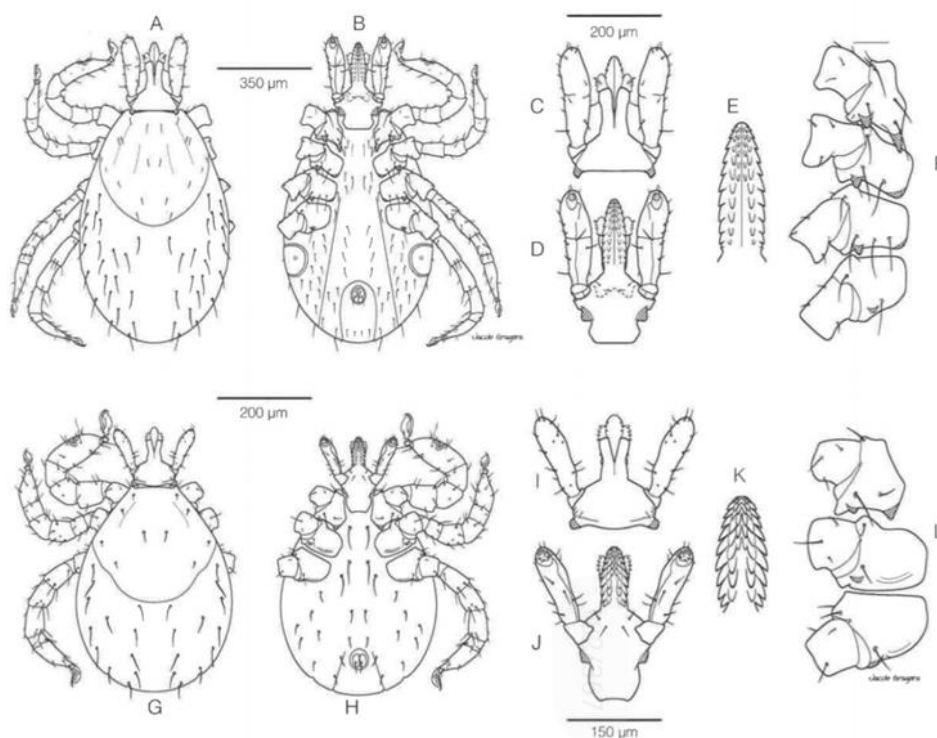
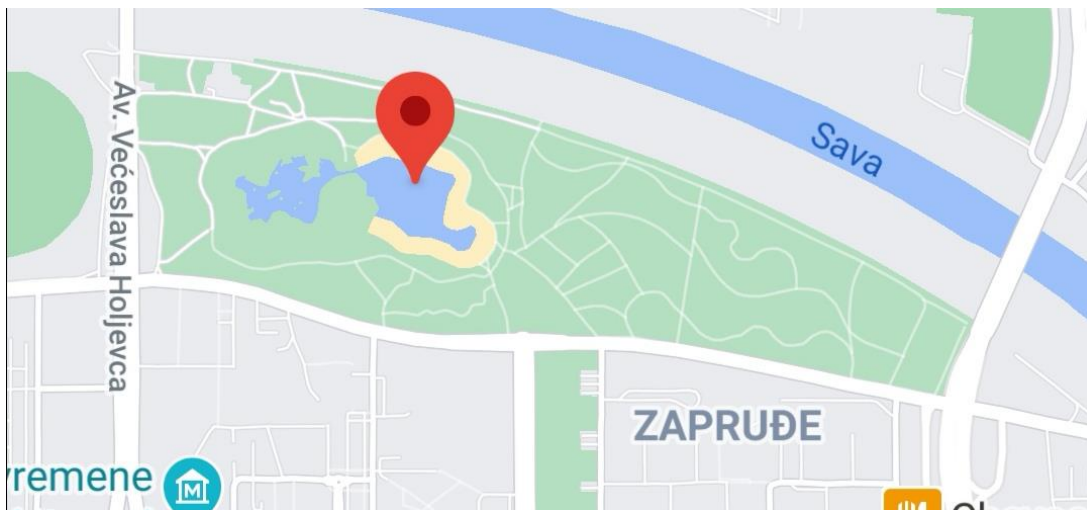


Fig. 69 A–F The nymph of *I. ricinus*. A Dorsal, B ventral, C capitulum, dorsal, D capitulum, ventral, E hypostome, F coxae and trochanters I–IV. G–L The larva of *I. ricinus*. G Dorsal, H ventral, I capitulum, dorsal, J capitulum, ventral, K hypostome, L coxae and trochanters I–III. Illustrations from specimens collected in Belgium, France, Germany, Spain, Sweden, and the United Kingdom

Slika 14. Determinacijski ključ za razvojni stadij nimfe vrste *Ixodes ricinus* L. (Estrada – Peña, 2017)

4. Područje istraživanja

4.1. Rekreativno športski centar Bundek



Slika 15. *Položaj RŠC Bundek* (www.googlemaps.com)

Rekreativno športski centar Bundek nalazi se na sjevernom rubu Novoga Zagreba i desnoj obali rijeke Save. Točnije, pruža se južno od rijeke Save, istočno od Mosta slobode, te zapadno od Mosta mladosti (Slika 15).

Bundek je nastao 1955. godine prilikom iskapanja i vađenja šljunka za potrebe izgradnje Zagrebačkog velesajma. Budući da se kopalo ispod razine podzemnih voda došlo je do nastanka jezera. Daljnjim iskopavanjem šljunka potrebnog za izgradnju Mosta mladosti površina jezera se povećavala. Nakon završenih radova šljunčara postaje kupalište. Tijekom 70-ih godina Bundek je bio najpopularnije zagrebačko kupalište.

Površina parka iznosi oko 54,5 ha od čega 47 ha otpada na zelene površine, 6,5 ha na jezera te 1ha na pješačke staze. Bundek se sastoji od dva jezera – Veliko i Malo jezero. Veliko jezero površine je 3,5 ha te se tijekom ljetnih mjeseci koristi kao kupalište. Tijekom sezone kupanja za sigurnost kupaća brine se spasilačka i liječnička služba. Osim toga svakodnevno se prate razni parametri poput UV indeksa, te kvalitete vode za

kupanje. Malo jezero površine je 3 ha i ono je važno sa ornitološkog aspekta kao bogato stanište ptica i riba.

Oko jezera uređena je biciklističko - pješačka staza u duljini od 1650 m. Park je u cijelosti uređen kao zabavno - rekreativni park sa brojnim stolovima i mjestima za roštilj koji su na raspolaganju građanima. Uz to, postoje i brojna dječja igrališta, dva ugostiteljska objekta, te na zapadnom dijelu Velikog jezera ima i pozornica sa uređenim gledalištem gdje se održavaju razna kulturna događanja.

Za održavanje travnatih površina i uređenje parka brine se Podružnica Zrinjevac Zagrebački Holding d.o.o. Bundek je mjesto brojnih manifestacija poput FloraArta, Međunarodnog festivala vatrometa, BundekFesta, raznih koncerata, utrka i drugih događanja.

4.2. Položaj i opis testiranih ploha – transekata

Na Slici 16 vidljivi su položaji i pružanje transekata na kojima je provedeno uzorkovanje tvrdih krpelja na području RŠC Bundek u periodu od ožujka do kolovoza 2019. godine.



Slika 16. Satelitska snimka položaja RŠC Bundek i transekata na kojima je proveeno uzorkovanje tvrdih krpelja

4.1.1. Transekt 1 – Livada

Transekt 1 pruža se istočno od Velikog jezera te ga karakterizira isključivo travnata vegetacija, otvoren sklop i velika količina direktnog sunčevog zračenja. Ovaj lokalitet se redovito kosi što bitno utječe na rezultate istraživanja.



Slika 17. *Transekt 1 - Livada* (autor, 2019)

4.1.2. Transekt 2 – Park

Transekt 2 – Park područje je sa najvećim brojem aktivnih korisnika parka. Na tom području nalaze se brojne klupe i stolovi za piknik te uređena mjesta za roštilj. Ovaj lokalitet karakterizira zatvoreni sklop pa nema direktnog utjecaja sunčevog zračenja, te redovito košena travnata vegetacija.



Slika 18. *Transekt 2 – Park* (autor, 2019)

4.1.3. Transekt 3 – Nasip

Transekt 3 nalazi se na padini nasipa koji dijeli rijeku Savu od parka. Karakterizira ga otvorenost sklopa, sa povremenom zasjenom obližnjih stabala bijele topole koji se nalaze unutar parka. Redovito se kosi, kao i ostatak parka.



Slika 19. *Transekt 3 – Nasip* (autor, 2019)

4.1.4. Transekt 4 – Obala

Transekt 4 pruža se uz obalu Malog jezera na kojoj bilježimo prisutnost ritskih zajednica bijele topole i bijele vrbe. Sklop je zatvoren, povećana je koncentracija vlage te nemamo direktan utjecaj sunčevog zračenja na tlo.



Slika 20. Transekt 4 – Obala (autor, 2019)

4.1.5. Transekt 5 – Šuma

Transekt 5 uključuje lokalitet šume, odnosno predstavlja mikropodručje sličnih ekoloških karakteristika tipične šumske zajednice. Sklop je gust, na tlu se nalazi listinac, te se nalazi u blizini vode pa je i vlažnost povećana. Drveća koja su zastupljena su bijela topla i bijela vrba.



Slika 21. *Transekt 5 – Šuma* (autor, 2019)

5. Metode istraživanja

5.1 Terenski rad

Uzorkovanje krpelja vršeno je jednom mjesečno u prijedodnevnim satima na pet različitih mikrolokaliteta na području RŠC Bundek, u razdoblju od ožujka do kolovoza 2019.

Prikupljanje jedinki odvijalo se metodom krpeljne zatege povlačenjem flanelastog platna (dimenzije 1 x 1m) pričvršćenim na drvenu letvu. Duljina transekta na kojem se vršilo povlačenje je 100 m. Platno se povlačilo po površini tla, listincu te niskoj vegetaciji u trajanju od približno 30 min na svakom transektu pazeći pri tome da se platno vuče što dalje od tijela kako ne bi došli u kontakt sa krpeljima. Svakih 20-tak metara vršilo se pregledavanje platna sa obje strane. Sakupljanje krpelja sa platna vršilo se pincetom, koristeći pri tome gumene rukavice. Pohranjivani su u plastične epruvete sa čepom (Safe-Lock tubes 2.0 mL). Živi krpelji su transportirani na Šumarski fakultet gdje su determinirani i pohranjeni u zamrzivaču na - 80° C. Isto tako, vršeno je i prikupljanje jedinki sa odjeće sakupljača.

Nakon obavljenog terenskog rada, vršila se provjera opreme i odjeće koja je nošena, te tijela sakupljača.



Slika 22. Povlačenje krpeljne zatege po tlu (foto: Boljetic Marko)

Instrumenti i oprema koji su korišteni prilikom istraživanja su:

- krpeljna zatega od flanela (dimenzije 1 x 1m)
- metalna pinceta
- vrpca za mjerenje duljine transekta
- plastične epruvete s poklopcem (Safe-Lock tubes 2.0 mL)
- povećalo
- higrotermometar za mjerenje zračne vlage i temperature
- barometar za mjerenje tlaka zraka
- anemometar za mjerenje brzine vjetra
- fotometar za mjerenje količine svjetlosti
- gumene rukavice



Slika 23. Instrumenti i oprema korišteni tijekom istraživanja (Jakovljević, 2018)

5.2 Laboratorijski rad

Determinacija vrste uzorkovane krpelja na terenu. Nakon terenskog rada, detaljno je pregledana oprema i odjeća koja je nošena kako bi se uklonile eventualno zaostale jedinke krpelja. Prikupljeni krpelji su transportirani do zoološkog laboratorija na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je obavljena determinacija uzorkovanih jedinki te utvrđivanje njihova stadija (larve, nimfe, adulti; mužjaci i ženke), kontrola broja uzorkovanih krpelja. Nakon determinacije i morfometrijske analize, krpelji su pohranjeni u zamrzivač (- 80°C). Determinacija uzoraka obavljena je pomoću svjetlosnog mikroskopa Olympus Leica Wild m28 (uz povećanje 50x i 100x) koji je opremljen objektnim mikrometrom uz programski paket Quick Photo, Modell: Camera 2.2., prema uputama identifikacijskog ključa: Estrada-Peña i sur. 2004: Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region - A Guide to Identification of Species.- University of Zaragoza.



Slika 24. Svjetlosni mikroskop Olympus Leica Wild m28, pomoću kojeg je vršena analiza uzorkovanih krpelja (Vucelja, Marko)

5.3. Odlaganje uzoraka krpelja poslije uzorkovanja i determinacije

Nakon obavljene laboratorijske analize i determinacije vrste i njenog razvojnog stadija, uzorci krpelja pohranjeni su u zamrzivač na – 80°C. Prikupljene jedinice korištene su za daljnja istraživanja.

5.4 Obrada podataka

Podaci dobiveni u laboratoriju obrađivani su u programu Microsoft Office Excel 2010.

6. Rezultati

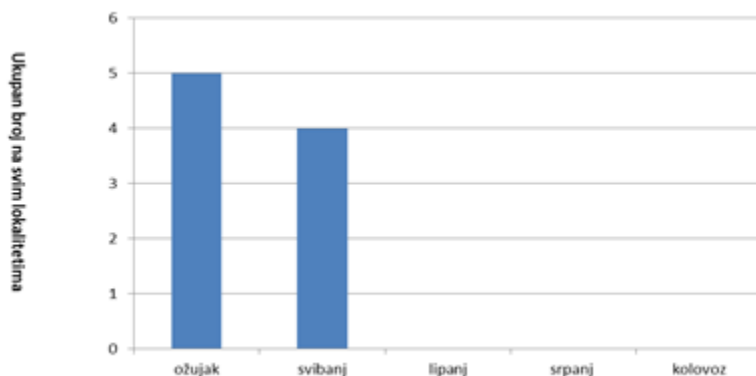
Uzorkovanje tvrdih krpelja provedeno je tijekom pet mjeseci (ožujak, svibanj, lipanj, srpanj i kolovoz) 2019. godine na pet različitih mikrolokaliteta smještenih u Rekreativno športskom centru Bundek. Prikupljeno je ukupno devet jedinki tvrdih krpelja, i to samo jedne vrste *Ixodes ricinus* (L.) (obični ili šumski krpelj). Metodom sakupljanja krpelja s odjeće sakupljača nije sakupljen niti jedan krpelj.

Tablica 4. Kvantitativni pregled uzorkovanih vrsta krpelja na području RŠC Bundek u 2019. godini

VRSTA	LIČINKA	NIMFA	ADULT
<i>Ixodes ricinus</i>	0	9	0
Ostale vrste	0	0	0
Σ	0	9	0

Tablica 5. Sezonska dinamika uzorkovanih krpelja na području RŠC Bundek u 2019. godini

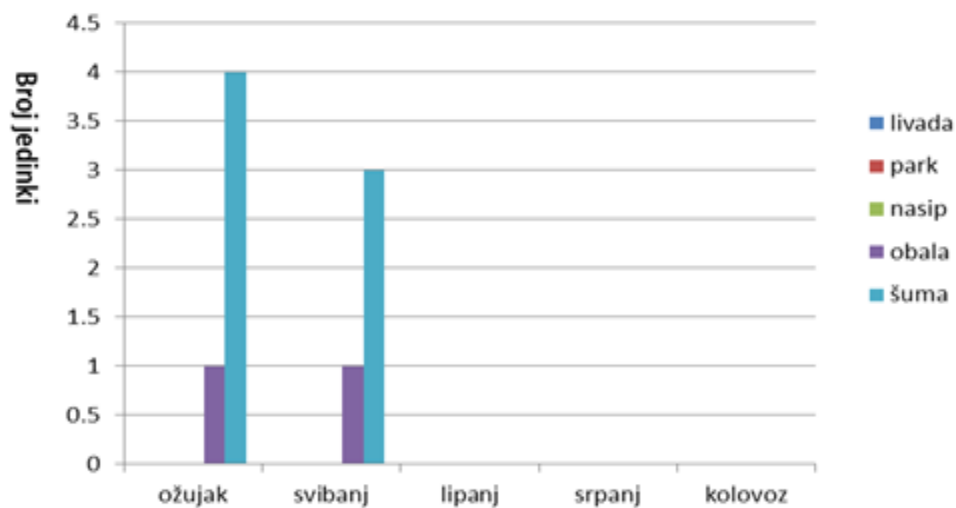
Vrste/Mjeseci	Ožujak	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz
<i>Ixodes ricinus</i>	5	4	0	0	0
Ostale vrste	0	0	0	0	0



Grafikon 3. Sezonska dinamika brojnosti tvrdih krpelja utvrđenih na području RŠC Bundek

Iz dobivenih podataka vidljivo je da najveću brojnost jedinki imamo u proljetnim mjesecima (ožujak, svibanj) te da u ljetnima (srpanj, kolovoz) nemamo zabilježenih jedinki.

Sakupljanje jedinki izvršeno je na pet različitim mikrolokalitetima (livada, park, nasip, obala, šuma) od kojih svaki karakteriziraju različiti ekološki uvjeti. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da na transektima šuma i obala bilježimo najveći broj koje svojim mikroklimatskim uvjetima najviše odgovaraju zahtjevima staništa krpelja.



Grafikon 4. Broj uhvaćenih jedinkitvrdih krpelja prema transektima uzorkovanja

7. Rasprava i zaključci

Prve detaljnije studije o krpeljima u Hrvatskoj učinjene su 40-tih god. 20.st. (Oswald, 1940), a broj utvrđenih vrsta krpelja povećavao se od 1950-ih do 1980-ih godina (Mikačić 1949, Mikačić 1969, Tovornik 1991), no prostor kontinentalne Hrvatske u manjoj mjeri bio obuhvaćen tim i takvim istraživanjima. Zbog potencijalne opasnosti koju predstavljaju za čovjeka, monitoring tvrdih krpelja sve više dobiva na važnosti zbog njihovog zoonotičkog potencijala potpomognutog klimatskim promjenama koje utječu na proširenje njihove distribucije, tj. povećanja areala (Stone 2017, Alkische 2017). Krčmar (2012) navodi značajnu raznolikost faune tvrdih krpelja u Hrvatskoj od 22 vrste na 47 različitih domaćina, od kojih je vrsta *Ixodes ricinus* najučestalija i pronađena na 25 različitih domaćina. Najveća brojnost jedinki krpelja, i potencijalno veća opasnost od krpeljno prenosivih bolesti, zabilježena je na području sjeverozapadne Hrvatske (Mulić, 2011).

Pojavnost krpelja vezana je uz šumske ekosustave, no sve je veći broj zabilježenih jedinki i u urbanim sredinama. Monitoring tvrdih krpelja u urbanim sredinama od velikog je javnozdravstvenog značaja zbog bliskog kontakta jedinki sa čovjekom. RŠC Bundek nalazi se u urbanom području Grada Zagreba, te samim time i na području velike brojnosti jedinki krpelja i moguće zaraze krpeljno prenosivim bolestima.

Na području Rekreativno športskog centra Bundek provedenim monitoringom utvrđena je vrlo niska brojnost njihovih populacija. Najveći broj jedinki pronađen je u šumi što je i za očekivati jer je takvo stanište izuzetno povoljno zbog povećane vlage zraka i sklopa krošanja koja stvara zasjenu i omogućava povoljnu mikroklimu za njihov rast i razvoj (Knap i sur., 2009). Također, dvije jedinice zabilježene su na lokalitetu obala koja također ima povoljne mikroklimatske uvjete i povećanu koncentraciju vlage zraka. Tijekom istraživanja opisanih ovim radom nijedna jedinka krpelja nije pronađena na lokalitetima nasip, park i livada. Razlog tomu je povećan antropogeni utjecaj u vidu redovitog održavanja travnatih površina (1 – 2 tjedno). Na navedenim lokalitetima prisutan je i direktan utjecaj sunčevog zračenja i smanjena količina vlage te intenzivnu rekreaciju i povećan broj korisnika centra koji utječu na uvjete dotičnog staništa.

Sve jedinke krpelja u ovom istraživanju prikupljene su metodom krpeljne zatege. Kasnijim pregledom opreme i sakupljača nije zabilježena niti jedna jedinka. Sve ulovljene jedinke pripadaju vrsti šumski ili obični krpelj (*Ixodes ricinus*). Stopostotni udio ove vrste ukazuje nam na malu raznolikost faune krpelja na području RŠC Bundek, što je dijelom razumljivo s obzirom na činjenicu da je park u užem dijelu grada Zagreba, gdje je brojnost i raspoloživost domaćina relativno mala. S obzirom da je uzorkovana vrsta krpelja na području RŠC Bundek potencijalni prijenosnik brojnih zoonoza, kako kod ljudi, tako i kod životinja, bilo bi poželjno u skoroj budućnosti ustanoviti trajni monitoring krpelja u parkovima Grada Zagreba.

Usporedbom ovog istraživanja s istraživanjima iz 2017. (Juričić) i 2018. (Jakovljević) dolazi se do zaključka kako je 2019. godine uhvaćeno najviše jedinki (9) dok su 2017. uhvaćene 3 jedinke, a 2018. godine uhvaćena je samo jedna jedinka. Iz ovakvih rezultata istraživanja može se zaključiti kako 2019. godina pokazuje na povećanje brojnosti populacije krpelja, a mogući razlog tomu su povoljni ekološko-klimatski uvjeti koji pogoduju razvoju krpelja. Naime, prema podacima DHMZ-a o prosječnoj godišnjoj temperaturi i količini padalina u 2017., 2018. i 2019.god. vidimo da su 2017. i 2018. godina bile ekstremno tople sa odstupanjima temperature 2.1°C (2017.) i 2.6°C (2018.), dok je 2019. godina bila izuzetno kišna sa nešto nižim temperaturnim odstupanjem od 1.9°C. Isto tako, 2019. godinu karakterizira velika prosječna količina padalina od 110%, dok je u 2017. godini zabilježena je prosječna količina padalina od 101%, a u 2018. godini od 93%. Usporedbom ovih istraživanja i podataka DHMZ-a vidljiv je utjecaj klimatskih elemenata na povećanje broja uhvaćenih jedinki. Analizom i usporedbom navedenih podataka razvidno je dakle kako klimatski uvjeti nižih temperaturnih kretanja te povećane vlage zraka povoljno utječu na povećanje brojnosti krpelja na području RŠC Bundek.

Kontinuirano praćenje populacije tvrdih krpelja u urbanim područjima trebalo bi postati standardna metoda preventivnog djelovanja protiv bolesti koje prenose krpelji. Samo kvalitetnim istraživanjima koja nam osiguravaju vjerodostojne podatke i informacije možemo osigurati adekvatnu javnozdravstvenu zaštitu.

8. Literatura

1. Alkische A.A., Peterson A.T., Samy, A.M. Climate change influences on the potential geographic distribution of the disease vector tick *Ixodes ricinus*. Plos one, 2017; 12(12): <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189092>
2. Barišin, A., Nemeth Blažić, T., Jeličić, P., Gjenero Margan, I., Capak, K., Petrović, G., 2011: Prikaz istraživanja krpelja na području Grada Zagreba u 2008. godini. Zbornik radova, DDD i Zupp, 23. znanstveno-stručno-edukativni seminar, Pula. 203-211.
3. Borak, S., 2014: Uzorkovanje krpelja (porodica: Ixodidae) kao rezervoara zoonoza na području šumarije Lipovljani, Diplomski rad. Šumarki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
4. Borak, S., Vucelja, M., Margaletić, J.: Tvrdi krpelji (porodica Ixodidae) - rezervoari i vektori zoonoza
5. Borčić, B., Kaić, B., Kralj, V. Some epidemiological data on TBE and Lyme borreliosis in Croatia. Zentralbl Bakteriolog 1999; 289:540–7.
6. Borčić, B., Raos, B., Kranzelić, D., Abu Eldan, J., Filipović, V. Uloga divljih životinja u održavanju prirodnih žarišta krpeljnog meningoencefalitisa u sjevernoj Hrvatskoj. Acta Med Jugoslav 1990;44(4):399–406.
7. Borčić, B., 2000. Epidemiologija zaraznih bolesti (odabrana poglavlja), HZJZ
8. Borčić, B., Aleraj, B., Tutić, M., Mikračić, D., 1978a: Uloga krpelja (Ixodidae) u podržavanju prirodnog žarišta tularemije u srednjoj Posavini. Veterinarski arhiv 48: 277– 283.
9. Borovčak B., 2018: Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području parka Maksimir. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
10. Burgdorfer, W., 1995: Lyme disease (borreliosis): a global perspective. AlpeAdria Microbiology journal, 4: 227-233.
11. Cvetko, I.: Zoonotički potencijal tvrdih krpelja (Ixodidae) na području Europe
12. Daniel, M., Kolar, J., Zeman, P., Pavelka, K., Sadlo, J., 1988: Predictive map of *Ixodes ricinus* high-incidence habitats and a tick-borne encephalitis risk assessment using satellite data. Experimental Applied Acarology, 22: 417-433.

13. Duh, D., Petrovec, M., Avšič-Županc, T., 2001: Diversity of Babesia Infecting European Sheep Ticks (*I. ricinus*).-Journal of Clinical Microbiology, 39 (9): 3395-3397.
14. 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, 2004.
15. Estrada – Peña, A., Mihalca, A.D., Petney, T.N., 2017: Ticks of Europe nad North Africa – A Guide to Species Identification. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2017.
16. Frimmel S., Krienke A., Riebold D., Loebermann M., Littmann M., Fiedler K., Klaus C., Süß J., Reisinger EC., Tick-Borne Encephalitis Virus Habitats in North East Germany: Reemergence of TBEV in Ticks after 15 Years of Inactivity, BioMed Research International, Volume 2014; Article ID 308371: 5 pages
17. Granström M., Tick-borne zoonoses in Europe, Clinical Microbiology and Infection, Volume 3, 1997; 2: 156- 169
18. Harpin, M. (1999). Krpelji i neke antropozoonoze. Šumarski list br. 7-8 str. 323 - 328
19. Hillyard, P.D., 1996: Ticks of North-West Europe. U: Kermack DM, Barnes RSK, Crothers JH (ur.) Synopses of the British Fauna (New Series). The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, Shrewsbury, 178.
20. Hornok S, Sándor AD, Beck R, et al. Contributions to the phylogeny of *Ixodes (Pholeoixodes) canisuga*, *I. (Ph.) kaiseri*, *I. (Ph.) hexagonus* and a simple pictorial key for the identification of their females. Parasit Vectors. 2017; 10: 545.
21. Hrvatska agencija za hranu: Godišnje izvješće o zoonozama u Hrvatskoj za 2015./16. godinu
22. Jakovljević, A., 2018: Monitoring tvrdih krpelja (familija Ixodidae) na području Rekreativno športskog centra Bundek (2018.). Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

23. Juričić, K., 2017: Monitoring tvrdih krpelja (familija Ixodidae) na području Rekreativno športskog centra Bundek (2017. – 2018.). Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
24. Jaenson, T.G.T, Jensen, J.K., 2007: Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe islands. Norwegian Journal of Entomology 54: 11–15.
25. Kerner, M. 2019: Najučestalije vrste tvrdih krpelja (Acari:Ixodidae) u Hrvatskoj. Završni rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
26. Knap, N., Durmiši, E., Saksida, A., Korva, M., Petrovec, M., Avišić-Župan, T.; Influence of climatic factors on dynamics of questing *Ixodes ricinus* ticks in Slovenia. Vet Parasitol. 2009; 164: 275–281.
27. Krantz, G.W., Walter, D.E., 2009. A Manual of Acarology. Texas Tech University Press. 111-117.
28. Krasnić, V., 2016: Krpelji kao rezervoari i prenosioci bolesti
29. Krčmar, S., 2012: Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. ZooKeys 234: 19–57.
30. 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.
31. Kurečić Filipović, S. 2017: Zarazne bolesti u Hrvatskoj 2017. godine, Služba za epidemiologiju zaraznih bolesti, Hrvatski zavod za Javno zdravstvo
32. Lešničar, L., Strle, F., 1992: Klopni meningoencefalitis, Lymska borelijoza. Celje: 72 str.
33. Lindgren E., Jaenson G.T.T. 2006. Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, pp. 34.
34. Logar, L., 1999: Parazitologija v medicini. 1. izd. Ljubljana, DZS: 217-217.
35. Logar, J., 1999: Klopi in pršice (Acarina): Parazitologija v medicini. Logar J. (ur.). Ljubljana, DZS: 157-159.
36. Majerus, Lj., Zaninović, K., Cmrk-Kadija, V., Đaković-Rode, O. (2008): Globalno zatopljenje, klimatske promjene, učinak na krpelje i krpeljom prenosiive patogene; Znanstveni rad
37. Maretić, T.: Erythema Migrans ; Klinika za infektivne bolesti “Dr. Fran Mihaljević”

38. Margaletić, J., 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. Rad. - Šumarski institut Jastrebarsko. 41 (1-2): 133-140.
39. Matoničkin I. 1981. Beskralješnjaci. Biologija viših avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, pp. 650.
40. Mikačić, D., 1949: Ixodidae of the Islands of Cres and Lošinj with a map of distribution of Ticks species in Yugoslavia. Veterinarski arhiv 19: 14–32.
41. Mikačić, D., 1969: Dinamika pojavljivanja krpelja (Ixodidae) u Sjevernoj Hrvatskoj. Veterinarski arhiv 39: 183–186.
42. Ministarstvo poljoprivrede: Program utvrđivanja prevalencije Francisella tularensis u Republici Hrvatskoj
43. Ministarstvo poljoprivrede: Program utvrđivanja proširenosti lajmske borelioze u Republici Hrvatskoj u 2016. godini
44. Modrić, M., 2017: Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području Rekreativno športskog centra Jarun (2017. – 2018.). Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
45. Mulić, R., Antonijević, S., Klišmanić, Z., Ropac, D., Lučev, O. Epidemiological Characteristics and Clinical Manifestation of Lyme Borreliosis in Croatia. Mil Meld, 2006; 171 (11):1105.
46. Mulić R., Petković B., Klišmanić Z., Jerončić I., 2011. Bolesti koje se prenose krpeljima na području Hrvatske. Liječnički Vjesnik, 133: 89–95.
47. Oswald, B., 1940: Determination of Yugoslavian (Balkan) Ticks (Ixodoidea). Veterinarski arhiv 10: 297–304.
48. Parola, P., Raoult, D., 2001: Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat.-Clinical Infectious Diseases, 32: 897-928.
49. Roce, A., 2017: Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području parka Maksimir (2017. – 2018.). Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
50. Sonenshine, D.E., 1991: Biology of ticks, Vol 1. New York: Oxford University Press: 346 str.
51. Sonenshine, D.E., 1993: Biology of ticks, Vol 2. New York: Oxford University Press: 488 str.
52. Sonenshine, D.E., 2005: The biology of tick vectors of human disease, Tick-borne Diseases of Humans. 12-36

53. Stafford, C.K., 2007: Tick Management Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, pp. 78.
54. Stone BL, Tourand Y, Brissette C. Brave New Worlds: The Expanding Universe of Lyme Disease. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2017; 17, 201.
55. Strle, F., 1991: Kakšna je možnost, da po vbođu klopa dobimo lymsko boreliozo? *Zdravstveni Vestnik*, 60: 140-141.
56. Teni, M., 2012: Faunističko-ekološka istraživanja krpelja (Acari: Ixodidae) na području Mikleuša. Diplomski rad, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
57. Tovornik, D., 1976: Seasonal and diurnal periodicity of the tick *Ixodes ricinus* L. in the Pannonian tick – borne encephalitis focus (Stara Ves). U: Vesenjāk - Hirjan, J. i sur. (ur.) Tick-borne encephalitis in Croatia (Yugoslavia). Rad JAZU 372, Zagreb, 99–103.
58. Tovornik, D., 1991: Data on ticks *Ixodes frontalis* (Panzer, 1798) and *Ixodes arboricola* Schulze et Schlottke, 1929, found on birds in Yugoslavia. *Biološki vestnik* 39: 157–164.
59. 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
60. Vucelja, M., Bjedov, L., Boljfećić, M., Klobućar, A., Krćmar, S., Borak, S., Modrić, M., Jurićić, K., Peleš, V., Margaletić, J., Vilibić Čavlek, T.: Monitoring of Hard Ticks at Urban Recreational Sites in the City of Zagreb from 2016 to 2018, *Infektol glasnik* 2019; 39(2):33-39
61. Vucelja, M., Klobućar, 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., str.
62. www.hzjz.com
63. www.DHMZ.hr

9. Prilozi

DATUM	LOKALITET	LIČINKA	NIMFA	IMAGO	TOTAL
29.3.2019.	Livada	0	0	0	0
29.3.2019.	Park	0	0	0	0
29.3.2019.	Nasip	0	0	0	0
29.3.2019.	Obala	0	1	0	1
29.3.2019.	Šuma	0	4	0	4
25.5.2019.	Livada	0	0	0	0
25.5.2019.	Park	0	0	0	0
25.5.2019.	Nasip	0	0	0	0
25.5.2019.	Obala	0	1	0	1
25.5.2019.	Šuma	0	3	0	3
20.7.2019	Livada	0	0	0	0
20.7.2019	Park	0	0	0	0
20.7.2019	Nasip	0	0	0	0
20.7.2019	Obala	0	0	0	0
20.7.2019	Šuma	0	0	0	0
19.8.2019.	Livada	0	0	0	0
19.8.2019.	Park	0	0	0	0
19.8.2019.	Nasip	0	0	0	0
19.8.2019.	Obala	0	0	0	0
19.8.2019.	Šuma	0	0	0	0