

Fauna tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) različitih stanišnih tipova u gradu Osijeku

Kovačević, Jelena

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:667271>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-19**



**ODJEL ZA
BIOLOGIJU**
Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

[Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Zaštita prirode i okoliša

Jelena Kovačević

**Fauna tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) različitih stanišnih tipova u
gradu Osijeku**

Diplomski rad

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Odjel za biologiju

Diplomski sveučilišni studij: Zaštita prirode i okoliša

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

FAUNA TVRDIH KRPELJA (ACARI: IXODIDAE) RAZLIČITIH STANIŠNIH TIPOVA U GRADU OSIJEKU

Jelena Kovačević

Rad je izrađen: Zavod za zoologiju, Odjel za biologiju

Mentor: Dr.sc. Stjepan Krčmar, prof.

Kratak sažetak diplomskog rada: Faunističko istraživanje krpelja je provedeno od veljače do kolovoza 2019. godine na sedam različitih stanišnih tipova unutar grada Osijeka. Prikupljeno je 664 jedinki svrstanih u 2 vrste te 2 roda (*Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna*). Vrsta *I. ricinus* je najbrojnija vrsta na istraženim lokalitetima sa 492 prikupljene jedinke te ju slijedi *H. concinna* sa 172 jedinke. Mjesec srpanj dominira brojem prikupljenih krpelja te je u uzorku najviše jedinki u stadiju larve. Zabilježene su statistički značajne razlike u brojnosti jedinki uzorkovanih vrsta krpelja u odnosu na različite tipove staništa i mjesec uzorkovanja ($p < 0,05$). Prikupljeni podaci predstavljaju nulto stanje populacije tvrdih krpelja na području grada Osijeka.

Broj stranica: 45

Broj slika: 17

Broj tablica: 7

Broj literaturnih navoda: 75

Broj priloga: 4

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: tvrdi krpelji, *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna*, Osijek

Datum obrane: 10. listopada 2019.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Dr.sc. Nataša Turić, doc., predsjednik
2. Dr.sc. Stjepan Krčmar, prof., član i mentor
3. Dr.sc. Goran Vignjević, doc., član
4. Dr.sc. Alma Mikuška, doc., zamjena člana

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Master thesis

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek Department of Biology

Graduate university study programme in Nature and Environmental Protection

Scientific Area: Natural science

Scientific Field: Biology

HARD TICK FAUNA (ACARI: IXODIDAE) OF DIFFERENT HABITATS IN THE CITY OF OSIJEK

Jelena Kovačević

Thesis performed at: Sub-department of Zoology, Department of Biology

Supervisor: Stjepan Krčmar, PhD, full professor

Short abstract: Faunistic study of hard ticks was conducted from February 2019 to August 2019 on seven different habitats in the city of Osijek. 664 specimens were collected and classified into 2 species and 2 genera (*Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna*). *I. ricinus* is the most abundant species in the studied sites with 492 specimens collected followed by *H. concinna* with 172 collected specimens. The month of July dominates by the number of collected ticks and the most specimens in the sample are in the developmental stage of larvae. Statistically significant differences were observed in the number of specimens with respect to different habitat types and sampling months ($p < 0,05$). Collected data represents a pilot study of hard tick population in the city of Osijek.

Number of pages: 45

Number of figures: 17

Number of tables: 7

Number of references: 75

Original in: Croatian

Key words: hard ticks, *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna*, Osijek

Date of the thesis defence: October 10, 2019

Reviewers:

1. Nataša Turić, PhD, assistant professor, chair
2. Stjepan Krčmar, PhD, full professor, member and supervisor
3. Goran Vignjević, PhD, assistant professor, member
4. Alma Mikuška, PhD, assistant professor, member

Thesis deposited: on the web site of the Department of Biology and in Croatian Digital Theses Repository of the National and University Library in Zagreb.

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Stjepanu Krčmaru na ukazanoj susretljivosti, razumijevanju, neprocjenjivoj pomoći i strpljenju kroz brojne sate utrošene na izradu diplomskog rada.

Isto tako se zahvaljujem svojoj najvećoj podršci, kolegi i partneru Tomislavu Bučanoviću na nesebičnoj pomoći u svakom trenutku.

Hvala roditeljima, bliskim prijateljima i kolegama na podršci i razumijevanju tijekom studiranja.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Taksonomija krpelja	2
1.2. Morfološke karakteristike krpelja	2
1.2.1. Životni ciklus krpelja	5
1.2.2. Tipovi ponašanja i ekologija krpelja	7
1.3. Medicinski i vektorski značaj krpelja	9
1.3.1. Krpelji kao vektori babezija	9
1.3.2. Krpelji kao vektori bakterija	10
1.3.3. Krpelji kao vektori virusa.....	12
1.4. Prevencija i kontrola krpelja	13
1.5. Cilj rada.....	15
2. MATERIJALI I METODE.....	16
2.1. Opis istraživanog područja	16
2.2. Opis istraživanih lokaliteta	17
2.3. Terenski rad	21
2.4. Laboratorijski rad.....	22
2.5. Statistička obrada podataka	22
3. REZULTATI	24
3.1. Pregled uzorkovanih vrsta krpelja	24
3.2. Kvantitativni sastav uzorkovanih krpelja	24
3.3. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta krpelja.....	25
3.4. Kvalitativna i kvantitativna usporedba faune krpelja na različitim tipovima staništa	25
3.5. Statistička interpretacija faune krpelja.....	26
3.6. Opis najzanimljivije vrste na lokalitetima uzorkovanja unutar grada Osijeka	28
3.7. Opis najzastupljenije vrste na lokalitetima uzorkovanja unutar grada Osijeka	29
3.8. Odstupanja vrijednosti praćenih klimatskih faktora na području grada Osijeka	30
4. RASPRAVA.....	32
5. ZAKLJUČCI	35
6. LITERATURA	36
7. PRILOZI.....	44

1. UVOD

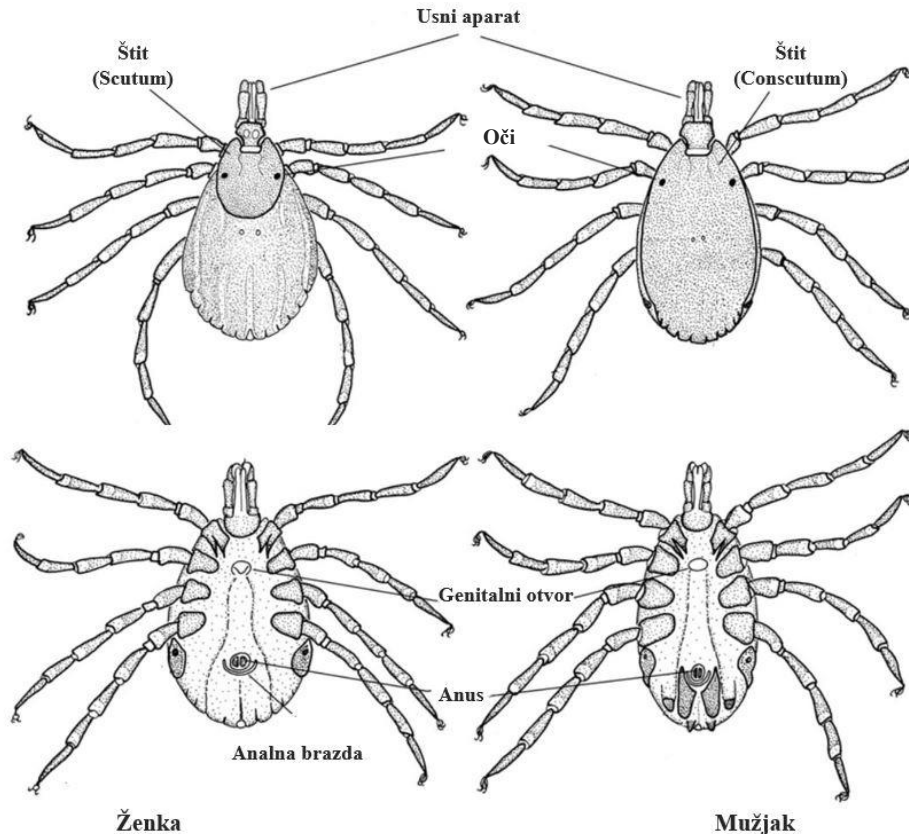
Unutar skupine člankonožaca krpelji privlače sve veću pažnju zbog svoje vektorske sposobnosti i prijenosa ljudskih i animalnih patogena, uključujući brojne pripadnike Protozoa, virusa, bakterija i gljivica, te raznolikih vrsta zaraznih bolesti (Goodman i sur., 2005). Upravo ih to čini zabrinjavajućom skupinom člankonožaca, koja prenosi više patogenih vrsta širom svijeta nego bilo koja druga skupina, čiji rast i razvoj omogućava krv domadara (Durden, 2006). Ubodi krpelja mogu izazvati toksične reakcije, alergijske odgovore, čak i paralizu, dok su nastale rane potencijalna ulazna mjesta za sekundarne mikrobne infekcije. Globalno su najvažniji vektori u spektru veterinarskih interesa, dok su drugi po važnosti nakon komaraca u sektoru javnog zdravstva (Krčmar i sur., 2014). Zoonoze prenesene krpeljima su poznate i proučavane od druge polovice 19. stoljeća (Hoogstraal, 1967), međutim tijekom posljednja dva desetljeća se bilježi porast broja novootkrivenih bolesti i broja prijavljenih slučajeva oboljelih. Broj oboljelih od lajmske borelioze na području Sjedinjenih Američkih Država se povećao za 101% tijekom 14 godina (1992-2006) (Bacon i sur., 2008). Isto tako se broj prijavljenih slučajeva oboljelih od krpeljnog meningoencefalitisa na području Europe povećava, a alarmantna činjenica jest da je čak i u Austriji, gdje je pokrivenost cijepljenjem visoka uz smanjen rizik u vrijednosti od 72,90%, vjerojatnost oboljenja od krpeljnog meningoencefalitisa necijepljene osobe veća je nego prije trideset godina (Lindquist i Vapalahti, 2008). Okolišni čimbenici uz sociodemografske promjene, agrarni razvoj, deforestaciju i ostale antropogeno utjecane modifikacije ekoloških sustava uvelike utječu na dinamiku populacija krpelja i širenja patogena. Stoga je nužna interdisciplinarna suradnja s ciljem razjašnjenja promjena u distribuciji i zastupljenosti krpelja. Na istočnom dijelu Republike Hrvatske su prikupljene 225 jedinke roda *Ixodes*, *Dermacentor* i *Haemaphysalis* na 48 lokaliteta (Krčmar, 2019), međutim područje grada Osijeka nije zabilježeno kao jedno od područja istraživanja. Osijek je najveći grad unutar Slavonije, a posebno se ističe najvećim brojem zelenih površina i parkova u Hrvatskoj; 17 parkova na ukupnoj površini od 394 000 m² (Web 1). Dakle, grad Osijek je važno demografsko, industrijsko i kulturno središte, čije je zelene površine potrebno pratiti i bilježiti prisutnost krpelja zbog sprječavanja pojave i širenja povezanih patogena.

1.1. Taksonomija krpelja

Krpelji su člankonošci (Arthropoda) iz razreda paučnjaka (Arachnida) te podrazreda grinja (Acari). Grinje (Acari) podijeljene su u nadredove Parasitiformes i Acariformes (Kvesić i sur., 2017). Grinje nadreda Parasitiformes u koji spadaju krpelji, s obzirom na smještaj i funkciju stigmalnih otvora dijele se u podredove: Metastigmata, Mesostigmata, Prostigmata i Astigmata (Kvesić i sur., 2017). Podred Metastigmata (sin. Ixodida) sadrži tri postojeće porodice; Ixodidae, Argasidae i Nuttalliellidae (Barker i Murrell, 2004; Kvesić i sur., 2017). Porodica Ixodidae se dijeli na podporodice Prostriata i Metastriata te je najraznolikija sa 707 vrsta, predstavljajući 78% od ukupnog broja opisanih krpelja (Barker i Murrell, 2004). Vrste unutar ovih podporodica su grupirane prema morfološkim značajkama. Krpelji unutar Prostriata imaju istaknutu analnu brazdu anteriorno od analnog otvora, dok krpelji unutar Metastriata ili nemaju analnu brazdu ili se nalazi posteriorno od analnog otvora (Barker i Murrell, 2004). Podporodici Prostriata pripada samo rod *Ixodes* s 244 vrste, dok podporodica Metastriata broji 459 vrsta unutar 14 rodova. Unutar porodice Argasidae je opisano 4 roda i 190 vrsta, dok porodicu Nuttalliellidae čini samo jedna vrsta *Nuttalliella namaqua* (Barker i Murrell, 2004).

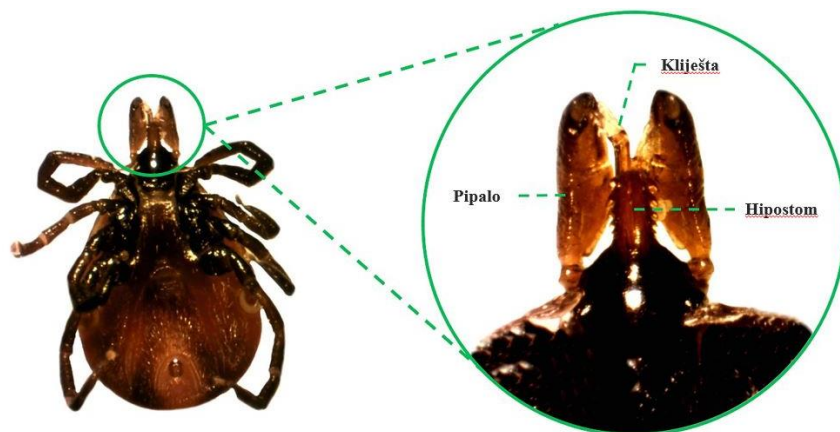
1.2. Morfološke karakteristike krpelja

Prepoznatljiv oblik tijela krpelja čine glava (capitulum, gnathosoma) i spljošteno, ovalno tijelo (idiosoma). Glavno obilježje porodice Ixodidae je dorzalni sklerotizirani štit (scutum i conscutum), što ih razlikuje od ostalih porodica. Sklerotizirana ploča pokriva cijelu dorzalnu stranu mužjaka, a samo $\frac{1}{3}$ dorzalne površine kod ženki, nimfi i larvi. Vanjski dio ili kutikula tvrdih krpelja raste kako bi se prilagodila volumenu unesene krvi, što u odraslih krpelja može iznositi čak 200-600 puta više od njihove tjelesne mase (Walker i sur., 2003). Osim razlike u pokrivenosti tjelesne površine sklerotiziranom pločom, spolni dimorfizam u odrasloj fazi je dodatno vidljiv zahvaljujući razlici u veličini tijela. Mužjaci su općenito manji od ženki. Oči, ako su prisutne, smještene su lateralno na scutum (Slika 1) (Walker i sur., 2003).



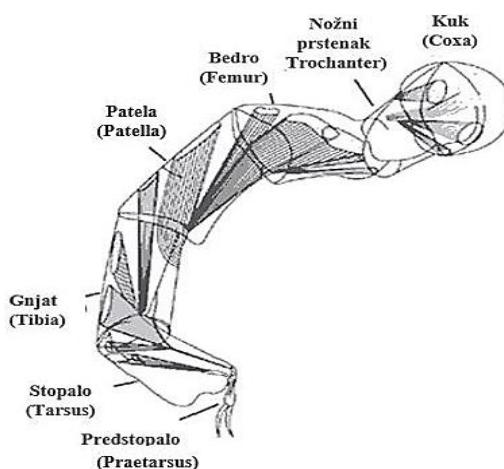
Slika 1: Morfološke razlike vrsta krpelja porodice Ixodidae (preuzeto i prilagođeno prema Walker i sur., 2003).

Anteriorno od sklerotiziranog štita strše dijelovi usnog aparata i lako su vidljivi dorzalno. Dijelovi usnog aparata su par kliješta (chelicerae) na dorzalnoj, dva pipala (palpus) uz ventralnu hipostomu (hypostoma) smješteni na bazi odnosno ovratniku (basis capituli) (Slika 2). Kliješta se nalaze dorzalno na bazi iznad hipostoma te služe za rezanje tkiva domadara tijekom prihvaćanja. Pipala tvrdih krpelja se sastoje od 4 segmenta ili članka, ali završni četvrti članak je uvučen u šupljinu na trbušnoj površini trećeg članka. Hipostoma je istaknuta, ventralno smještena struktura, koja nosi redove savijenih zuba. Ženke imaju uparene nakupine pora, takozvano porozno područje, smješteno dorzalno na bazi odnosno ovratniku. Porozna područja izlučuju antioksidanse, koji inhibiraju razgradnju voštanih spojeva u sekretu Genovog organa, nužnih za prekrivanje položenih jaja (Walker i sur., 2003).



Slika 2: Građa usnog aparata krpelja (Web 2).

Tijelo krpelja ili idiosoma je podijeljeno na dva dijela; anteriorni dio ili podosoma i posteriorni dio ili opisthosoma. Nimfe i imaga imaju četiri para nogu građenih od kuka (coxa), nožnog prstenka (trochanter), bedra (femur), patele (patella), gnjata (tibia), stopala (tarsus) i predstopala (praetarsus) (Slika 3). Kukovi su položeni ventralno i omogućuju ograničenu rotaciju u anteroventralnoj i dorzoventralnoj ravnini. Ostali dijelovi se mogu savijati, tako da noge mogu biti ili presavijene na površini ventralne strane tijela za zaštitu ili protegnute za hodanje. Par kandži i jastučića (pulvillus) se nalaze na svakom stopalu većine vrsta krpelja. S druge strane, ličinke imaju tri para nogu. Osim toga, larve i nimfe nemaju genitalni otvor. Ličinke i nimfe se obično mogu smjestiti u pripadajuću skupinu prema morfologiji usnog aparata, kuka i drugih sličnih karakteristika odraslim oblicima krpelja (Walker i sur., 2003).



Slika 3: Anatomski prikaz noge krpelja (Web 3).

1.2.1. Životni ciklus krpelja

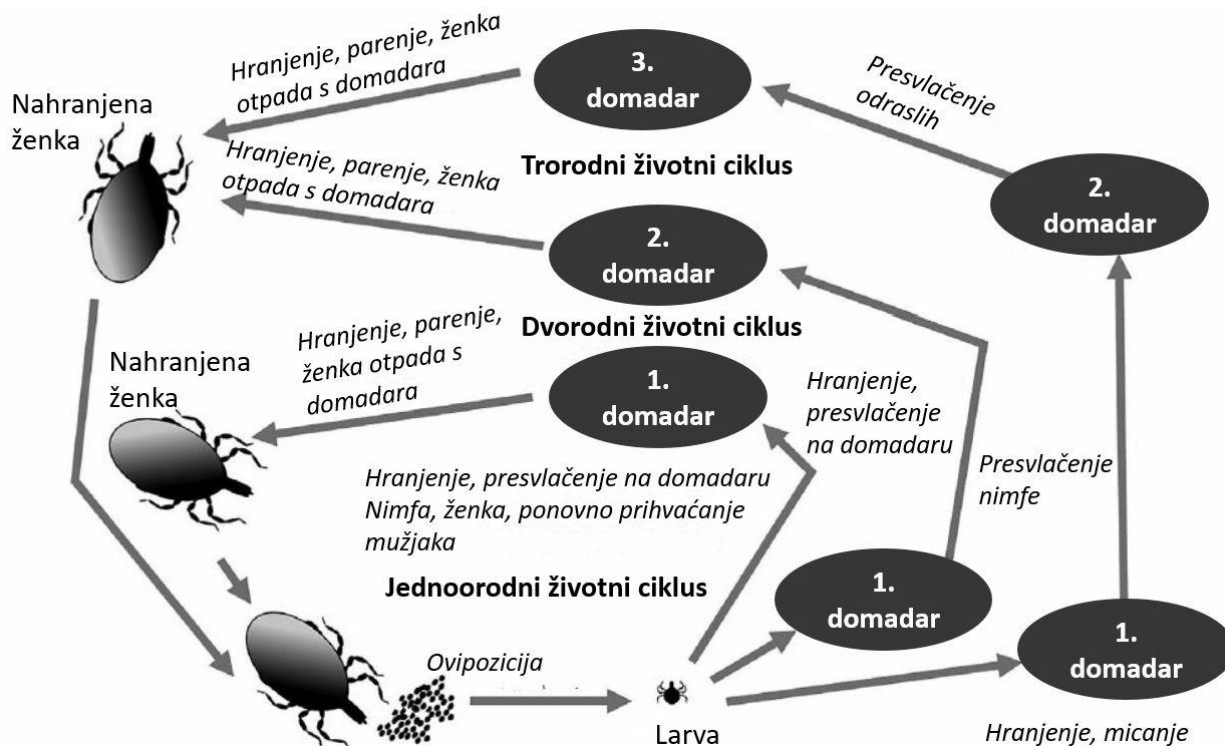
Životni ciklus krpelja obuhvaća četiri faze: jaje, larva, nimfa i odrasli oblik. Krpelji unutar porodice Ixodidae imaju samo jedan stadij nimfe, dok krpelji unutar porodice Argasidae imaju dva ili više stadija nimfe. Svi krpelji se hrane krvlju u nekim ili svim fazama životnog ciklusa, dakle, oni su obvezni ektoparaziti. Larve napadaju domadare, hrane se, odvajaju i razvijaju u zaštićenim mikro okruženjima, gdje se nakon nekog vremena presvlače i razvijaju u nimfe. Nimfe traže domadare, hrane se te nakon presvlačenja razvijaju se u odrasli oblik, osim unutar porodice Argasidae, gdje se krpelji pretvaraju u kasniji ili sekundarni oblik nimfe. Odrasli krpelji traže domadara, hrane se i polažu jaja (Slika 4). Za razliku od većine drugih člankonožaca, krpelji mogu biti iznimno dugoživi. Mogu preživjeti jednu ili više godina bez hrane, međutim njihovi životni ciklusi dosta variraju, posebice s vidljivim razlikama između vrsta unutar porodica Ixodidae i Argasidae (Nicholson i sur., 2019).



Slika 4: Prikaz polaganja oko 6 000 jaja ženke vrste *Amblyomma americanum* (preuzeto iz Nicholson i sur., 2019).

Nezreli i odrasli stadiji krpelja se hrane krvlju, osim nekih vrsta mužjaka, posebice vrste roda *Ixodes*. Nakon kontakta s domadarom krpelj kliještima prodire kroz dermalni sloj te se hipostomom prihvaća. Često je povezanost za domadara pojačana izlučivanjem tvari sa slinom u i oko mjesta rane. Ženke se hrane samo jednom. Nakon parenja ženke uzimaju krv brzo unutar 24-48 sati i izrazito nabubre. Nakon toga, ženke se miču od svojih domadara i pronalaze sklonište za polaganje stotine do tisuće jaja. Jaja se nalaze u jednoličnoj masi

tijekom nekoliko tjedana, a ženka umire nakon završetka polaganja jaja. Mužjaci nabreknu tijekom hranjenja u dosta manjoj mjeri nego ženke. Uobičajeno ostanu na svojim domadarima, hrane se više puta i mogu oploditi nekoliko ženki. Parenje se često događa na domadaru. Neke vrste roda *Ixodes* se pare na svojim domadarima, u gnijezdima ili na vegetaciji. Mnogi mužjaci roda *Ixodes* imaju zakržljale hipostome te se ne pare na domadarima. Međutim, mužjaci i ženke ostalih vrsta zahtijevaju krv za poticanje oogeneze i spermatogeneze. Više od 90% životnog ciklusa je provedeno izvan domadara. Presvlačenje se obično događa u zaštićenom mikrostanjstvu poput tla ili u sloju lišća te gnijezdima domadara. Nakon presvlačenja nimfe i imaga moraju tražiti drugog domadara i hraniti se. Kada se traženje domadara i hranjenje krvlju istog dogodi u sva tri aktivna parazitska stadija, riječ je o pojmu osnovnog trorodnog životnog ciklusa iksodidnih krpelja. Nekoliko iksodidnih vrsta se razvija na jednom domadaru, poput vrste *Rhipicephalus annulatus*, ili na dva. Dvorodne vrste, poput *Hyalomma dromedarii*, u ličinačkom stadiju i stadiju nimfe se nalaze na istom domadaru, no imago nalazi sekundarnog domadara (Slika 5) (Nicholson i sur., 2019).



Slika 5: Tri tipa životnih ciklusa iksodidnih krpelja: jednorodni, dvorodni i trorodni životni ciklus (preuzeto i prilagođeno prema Nicholson i sur., 2019).

1.2.2. Tipovi ponašanja i ekologija krpelja

Lokomotorni lov i potraga krpelja za domadarom, fizički kontakt krpelja s vunom, krznom ili dlakom domadara, traženje prikladnog mjesta na domadaru za konačno prihvaćanje na dermalni sloj, penetracija usnog sustava, uspostava mjesta hranjenja, ingestija, višestruko povećanje tjelesne mase krpelja nakon punog obroka, odvajanje usnog aparata od pokrovnog sustava domadara te micanje s domadara su zajedničke stavke svakog krpelja tijekom procesa hranjenja (Obenchain i Galun, 1984). Mirisi, tjelesna toplina, vizualni podražaji ili vibracije stimuliraju krpelje i omogućavaju im prepoznavanje potencijalnog domaćina. Mirisi su najistaknutiji podražaji, pri čemu se najviše ističu ugljični dioksid, emitiran iz domadara, amonijak u urinu, maslačna kiselina i mliječna kiselina u znoju te aceton i 1-okten-2-ol (Carr i sur., 2012). Hranjenje krvlju započinje ubrzo nakon kontakta i prihvaćanja na odgovarajuće mjesto domadara. Iksodidni krpelji se mogu kretati i nekoliko sati u potrazi za prikladnom lokacijom za hranjenje. Nakon što je mjesto odabrano, krpelj kliještima prodire u kožu domadara i umeće hipostomu, a ubrzo izlučuje tvar (cement) te lijepi svoja ticala za epidermu tijekom 1-2 dana osiguravajući si područje rane. Lezija na području mjesta hranjenja se povećava kako krpelj ubrizgava antikoagulacijske i antihemostatske spojeve u ranu. Uspješno hranjenje ovisi o nizu antihemostatika, protuupalnih i imunomodulatornih proteina i lipida u slini krpelja, kako bi se onemogućila sposobnost domadara za odbijanjem krpelja. Iksodidni krpelji se hrane postupno jer je nužno stvoriti novu kutikulu za veliki krvni obrok. Periodi prihvaćanja i boravka na tijelu domadara variraju, pri čemu se larve zadržavaju prosječno 2 dana, dok ženke čak i do 13 dana. Upravo zbog toga varira i povećanje tjelesne mase krpelja nakon obroka; tjelesna masa iksodidne larve se poveća 11-17 puta, a tjelesna masa iksodidne ženke 60-120 puta (Nicholson i sur., 2019). Međutim, postoje razlike u ponašanju različitih vrsta krpelja tijekom hranjenja, koje se očituju u varijacijama unutar prethodno navedenih 9 procesa ciklusa hranjenja. Takve razlike su regulirane neurobiološkim faktorima, posebice senzornim neuronima i središnjim živčanim sustavom (Obenchain i Galun, 1984). Primjerice, meki krpelji (porodica Argasidae) se kraće zadržavaju od tvrdih krpelja, odrasle jedinice svega nekih 35-70 minuta, te ne izlučuju cementnu tvar, nego se isključivo adheriraju usnim aparatom. Isto tako, njihova kutikula im ne dozvoljava hranjenje u onoj mjeri u kojoj je to

omogućeno iksodidnim krpeljima, upravo jer ne stvaraju novu kutikulu (Nicholson i sur., 2019).

U krpelja se parenje može dogoditi ili tijekom hranjenja ili izvan domadara. Odrasli krpelji podporodice Metastriata se pare isključivo tijekom hranjenja. Nenahranjene jedinke su spolno nezrele i zahtijevaju krvni obrok za stimulaciju gametogeneze. Parenje je regulirano spolnim feromonima i slijedi složeni hijerarhijski obrazac odgovora. Ženke izlučuju hlapljivi atraktant, najčešće 2,6-diklorfenol, čime uzbuđuju mužjake, koji se hrane u blizini na istom domadaru. Mužjaci se, zatim, u potrazi za ženkom odvoje, tražeći feromone (smjesa kolesteril estera) na površini tijela ženke. Zatim slijedi pozicioniranje mužjaka na dorzalnu stranu ženke i traženje gonopora. Nakon lociranja gonopore, mužjak probija kliještima otvor te krene ispuštati spermatofore, koje hvata svojim usnim aparatom i umeće u stidnicu ženke. Krpelji unutar podporodice Prostriata i argasidni krpelji se pare u gnijezdima ili na vegetaciji, iako se neki od krpelja Prostriata mogu pariti na domadaru (Kiszewski i sur., 2001). Tijekom ovipozicije iksodidnih krpelja, koja može potrajati i do nekoliko tjedana, kutikula vulve omekša te dolazi do evaginacije. Jajašca su zaštićena i obložena voskom izlučenim iz Gené-ovog organa. Tjelesna masa ženke nakon ispuštanja jajašaca se smanji za 50% do 60%. Po završetku ovipozicije, ženka umire, stoga kod iksodida postoji samo jedan gonotrofni ciklus (Goodman i sur., 2005).

Većina krpelja živi u šumama i šumskim prostirkama, savanama i travnatim livadama. Ostali su ukopani u pješčana tla, ispod kamenja, u pukotinama ili na otpadu te truloj vegetaciji. Suprotno navedenom, argasidni krpelji i nekoliko vrsta roda *Ixodes* nastanjuju isključivo gnijezda, jazbine, špilje i ostala skloništa svojih domadara. Krpelji izvan staništa svog domadara su aktivni tijekom određenih perioda godine, kada su povoljni klimatski uvjeti za razvoj i reprodukciju. Brojnost krpelja je najveća tijekom kišne sezone s relativnom vlažnošću od 75% i iznad te temperaturom od 28°C i iznad. Ljeto, s visokim temperaturama i niskom vlagom, nije pogodno za razmnožavanje krpelja. Suprotno tome, niska temperatura i vlaga zimi svode brojnost na najnižu razinu (Basu i Roxanne, 2017). Tijekom takvih razdoblja, oni su u potrazi za domadarom. Nimfe i imaga se hrane tijekom proljeća i početkom ljetnih mjeseci. Većina ženki polaže jaja u srpnju i kolovozu (Nicholson i sur., 2019). Međutim, u nepovoljnim uvjetima krpelji su u fazi dijapauze. Dijapauza omogućava usklađivanje životnog

ciklusa krpelja s povoljnim godišnjim dobima i otpornost na nepovoljne uvjete, poput ekstremnih temperatura, suša ili nedostatka hrane. Snižene stope metabolizma tijekom dijavpauze doprinose racionalnijem iskorištavanju rezervi hrane, nužne za opstanak tijekom dugotrajnog gladovanja (Obenchain i Galun, 1984). U umjerenim i subpolarnim regijama, sezonska aktivnost je regulirana temperaturom okoliša, trajanjem dana i insolacije. U tropskim područjima dolazi do neznatne varijacije u trajanju dana i temperature tijekom cijele godine, stoga se aktivnost krpelja kontrolira prijelazom iz sušnog u kišno razdoblje (Nicholson i sur., 2019).

1.3. Medicinski i vektorski značaj krpelja

Krpelji su od javnog značaja uglavnom zbog svoje sposobnosti prenošenja uzročnika zoonoza, uključuju sve značajniji broj bakterija, virusa i Protista (Goodman i sur., 2005). Njihovo pričvršćivanje na domadara može izazvati razne vrste dermatoza i kožnih poremećaja, poput upala, boli i oteklina, te alergijske i anafilaktičke reakcije. Ponekad se mogu naći u slušnom kanalu, a zabilježena je i paraliza prouzročena krpeljima (Van Wye i sur., 1991).

Brojni biološki čimbenici pridonose visokom vektorskom potencijalu krpelja, uključujući dugovječnost, visoki reproduktivni potencijal, relativnu slobodu od prirodnih neprijatelja i sklerotizirana tijela. Nadalje, sporo hranjenje iksodidnih krpelja im dopušta široku rasprostranjenost i povećava vjerojatnost stjecanja patogena tijekom vezanosti za domadara. Zbog prethodno navedene činjenice, krpelji su rezervoari bakterija, koje se prenose kroz životne stadije krpelja, odnosno transtadijalno, ili pak transovarijski kroz generacije (Parola i Raoult, 2001). Nekoliko drugih bioloških svojstava krpelja također naglašava njihov vektorski potencijal. Farmakološki aktivne tvari u slini krpelja mogu pospješiti hranjenje i prijenos mikrobnih uzročnika bolesti (Nicholson i sur., 2019). Postoji nekoliko načina prijenosa mikroba krpeljima, uključujući izlučivanje sline i tekućine iz koksalnih žlijezda, regurgitaciju i feces (Lane, 1994; Nuttall i Labuda, 1994).

1.3.1. Krpelji kao vektori babezija

Babezija je parazitarna bolest uzrokovana protozoama *Babesia divergens* i *Babesia microti*. Ove vrste pripadaju porodici Babesiidae, redu Piroplasmida i koljenu Apicomplexa.

Sadrže kruškolike merozoite, koji se hrane eritrocitima domadara. Jedinke vrste *Babesia* spp. slične uzročnicima malarije *Plasmodium* spp., posebice njihovim razvojnim ciklusom (Beugnet i Moreau, 2015). Prvi slučaj babezije, opisan 1957. godine na području Jugoslavije, popraćen je smrću zaraženog stočara (Homer i sur., 2000). Vrste roda *Babesia* se u potpunosti razvijaju unutar cirkulirajućih crvenih krvnih stanica. Sporozoiti se unose putem sline krpelja inficiranog babezijom tijekom hranjenja. Jednom kada uđu u krvotok, većina parazita se razvija aseksualno unutar eritrocita. Povremeno *Babesia* spp. napada limfocite. Kod ljudi *Babesia* spp. može izazvati bolest sličnu malariji bez periodičnosti karakteristične za malariju. Nakon inkubacije od 1-4 tjedna, klinički tijek varira ovisno o uzročniku i kreće se od subkliničke infekcije do teškog stanja u kratkom razdoblju. Znakovi i simptomi su vrućica ili epizode zimice, jako znojenje, glavobolja i bolovi u mišićima. Ponekad se javljaju i bolovi u zglobovima, mučnina, povraćanje i slabost. Parazitemija može trajati nekoliko mjeseci s teškom anemijom, žuticom i hemoglobinurijom. Međutim, kod većine pojedinaca babezija je blaga i samoograničena (Homer i sur., 2000).

1.3.2. Krpelji kao vektori bakterija

Bakterija roda *Borrelia* su ekstracelularne spirohete unutar porodice Spirochaetaceae. Rod *Borrelia* se dijeli na dvije grupe, od kojih je jedna odgovorna za lajmsku bolest i prenosi se isključivo vrstama unutar roda *Ixodes* te druga za rekurentnu vrućicu prenesenu od strane mekih krpelja (*Ornithodoros* i *Argas*) (Stanek i sur., 2012). Lajmska bolest je najčešći oblik vektorske bolesti na sjevernoj hemisferi. Glavni vektor u Europi je vrsta *Ixodes ricinus* te *Ixodes persulcatus* u Istočnoj Europi i Aziji. Najčešća klinička manifestacija kod ljudi je tipična upala derme s lezijama promjera najmanje 5 cm. U nedostatku terapije antibioticima, lezija napreduje i može zahvatiti srčano tkivo, zglobove te izazvati neurološke smetnje (Stanek i sur., 2012). Prirodni rezervoari ovih bakterija su složeni i varijabilni, uključujući glodavce i ptice zbog specifičnosti i prikladnosti povezanih sa imunološkim sustavom domadara. No, imunološki sustav neprikladnih domadara, poput jelena, može ubiti bakterije *Borrelia* (Kurtenbach i sur., 2006).

Rod *Rickettsia* opisuje male unutarstanične gram-negativne bakterije, koje prenose razni člankonošci, uključujući i krpelje. Ove bakterije stupaju u interakcije s endotelnim stanicama, povećavajući vaskularnu propusnost odgovornu za kliničke manifestacije (Blanton,

2013). Identificirano je ukupno 25 patogenih vrsta podijeljenih u tri skupine: tifusna skupina (vektori uglavnom uši i buhe), skupina pjegave groznice i prijelazna skupina. Unutar skupine pjegave groznice nalazi se 21 patogena vrsta, a čak 20 njih se prenosi upravo krpeljima kao glavnim vektorima i rezervoarima. Četiri glavne patogene vrste su *Rickettsia conorii*, *Rickettsia slovaca*, *Rickettsia raoultii* i *Rickettsia helvetica* (Boulanger i sur., 2019). Vrsta *R. conorii* je odgovorna za mediteransku pjegavu groznicu, koju prenosi smeđi pseći krpelj *Rhipicephalus sanguineus*. Nakon perioda inkubacije u trajanju od jednog tjedna, bilježe se akutna groznica s glavoboljom, bolovi u zglobovima i mišićima, a na mjestu uboda se nalazi crna mrlja praćena osipom (Oteo i sur., 2012). Vrste *R. slovaca* i *R. raoultii* su odgovorne za limfadenopatiju, najčešće prenesena vrstama roda *Dermacentor*. Ovaj tip je najčešća rikecioza u Europi. Otprilike tjedan dana inkubacije (1-15 dana), cervikalna adenopatija (oticanje cervikalnih limfnih čvorova) i crne mrlje najčešće na vlasištu su glavni simptomi, dok groznica nije uvijek prisutna (Boulanger i sur., 2019). Naposljetku, vrsta *R. helvetica* je opisana prvi put 1993. godine u Švicarskoj te ju prenosi krpelj *Ixodes ricinus*. Ona je manje patogena nego prethodno navedene, a patogenost varira od bolesnika do bolesnika (Oteo i sur., 2012).

Vrsta *Coxiella burnetii* je gram-negativna, intracelularna bakterija u monocitima i makrofagima. Ova bakterija je uzročnik Q groznice, zoonoze raširene diljem svijeta. Ljudi se zaraze respiratornim putem, u direktnom dodiru sa zaraženom životinjom ili probavnim putem nakon konzumiranja mliječnih proizvoda i nepasteriziranih ili slabo pasteriziranih mliječnih proizvoda. Uobičajeni simptomi Q groznice su groznica, glavobolja, bolovi u zglobovima i mišićima, atipična pneumonija ili hepatitis, a potencijalno se može javiti i infekcijski endokarditis (infekcija endokarda i srčanih valvula) (Roest i sur., 2013).

Vrsta *Francisella tularensis* je gram-negativna intracelularna bakterija, vrlo virulentna i zarazna zbog lakog širenja i prijenosa putem aerosola. Ova bakterija je uzročnik tularemije te dovodi do pojave groznice i kožnih čireva, limfni čvorovi su povećani, a može doći i do upale pluća. Krpelji roda *Dermacentor* i *Ixodes* mogu prenijeti tularemiju, međutim češći je izravni prijenos kontaktom sa životinjom (ogrebotine, ugrizi, lizanje i slično), konzumiranjem nedovoljno kuhanog mesa te inhalacijom (Steiner i sur., 2014).

1.3.3. Krpelji kao vektori virusa

Brojni virusi se mogu prenijeti na ljude i životinje krpeljima. Većina tih virusa pripada porodicama Bunyaviridae, Flaviviridae i Reoviridae te se prenose krpeljima. Najvažnije virusne infekcije kod ljudi su krpeljni meningoencefalitis i krimsko-kongoanska hemoragijska groznica (Lani i sur., 2014).

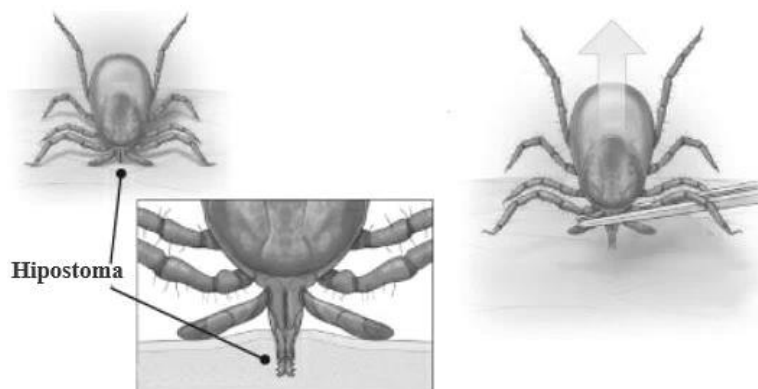
Virus krpeljnog meningoencefalitisa je RNA virus unutar porodice Flaviviridae. Krpeljni meningoencefalitis je zastupljen na gotovo 30 područja unutar Europe i sjevernog dijela Azije sa procijenjenih 14 000 slučajeva oboljelih godišnje, od toga čak 11 000 oboljelih se javlja u Rusiji, te rizičnost konstantno raste (Petri i sur., 2010). Bolest kod ljudi je popraćena visokom temperaturom i glavoboljom, nakon čega ubrzo slijedi upala mozga (encefalitis) i moždanih ovojnica (meningitis). Neke pacijente pogodi mišićna slabost ili paraliza, posebice u desnim mišićima ramena (Charrel i sur., 2004). Međutim, postoji nekoliko učinkovitih i sigurnih cjepiva, komercijalno dostupnih u Europi i Rusiji. Cjepiva inaktivirana formalinom u Europi imaju ukupnu učinkovitost od 99%, ako se koriste u skladu s preporučenim rasporedom cijepljenja (Petri i sur., 2010). Primarni vektori virusa krpeljnog meningoencefalitisa su vrste *Ixodes ricinus* i *Ixodes persulcatus*. Očuvanje i pojačano djelovanje virusa omogućava enzootski ciklus, sezonski sinkroniziran paralelnim hranjenjem zaraženih nimfi i nezaraženih larvi krvlju domadara kratkoročno kroz 2-3 dana. Na ovaj način, nimfe prenose horizontalno virus na nezaražene ličinke, koje iduće godine stvaraju zaražene nimfe (Randolph i Sumilo, 2007).

Krimsko-kongoanska hemoragijska groznica je virusna infekcija opisana 40-ih godina 20. stoljeća na području Krima tijekom epidemije hemoragijske groznice. Uzročnik groznice je dugi dvolančani DNA-virus i pripada virusima roda *Nairovirus* iz porodice Bunyaviridae (Boulanger i sur., 2019). Rasprostranjenost virusa se podudara s geografskom rasprostranjenošću vektorskih krpelja, uglavnom onih roda *Hyalomma*, *Dermacentor* i *Rhipicephalus*. Zabilježen je na području Afrike, Europe i Zapadne Azije. Virus se kreće i cirkulira kroz enzootski ciklus, a glavni domadari su mu zečevi, ježevi i domaće vrste, poput goveda, ovaca, koza, konja i svinja. Međutim, i migratorne ptice imaju važnu ulogu u kruženju i širenju ovog virusa (Mertens i sur., 2013). Ubod krpelja je glavni zarazni put kod ljudi. Isto tako, kontakt sa zaraženim tjelesnim tekućinama ili tkivima viremičnih životinja

dovodi do kontaminacije. Glavni simptomi su vrućica i krvarenja, a u uznapredovalim slučajevima dolazi do šoka i smrti (Mertens i sur., 2013).

1.4. Prevencija i kontrola krpelja

Osobne zaštitne mjere su najučinkovitije sredstvo za sprječavanje uboda krpelja. Potrebno je nositi čizme, čarape, duge hlače i svijetlu odjeću. Hlače treba utaknuti u čizme, a čarape navući preko hlača. Odjeću treba tretirati repelentom. Danas je moguće nabaviti odjeću trajno impregniranu insekticidom permetrinom, koji ostaje djelotvoran za života odjeće i otporan je na pranje (Faulde i Uedelhoven, 2006). Najčešće korišteni repelent je dietiltoluamid (DEET), dostupan u obliku losiona ili spreja. Za maksimalnu zaštitu poželjno je primjenjivati repelent prema uputama. Međutim, zabilježeno je oštećenje sintetičkih vlakana (rajona, vinila, elastičnog vlakna itd.) i plastičnog materijala (naočala) primjenom ovog repelenta (Boulanger i sur., 2019). Svaka osoba, tijekom i nakon izlaganja na području staništa krpelja, bi trebala provoditi samopreglede. Krpelja se uklanja hvatanjem glave (capitulum) pincetom što bliže koži te ga se nježno povlači dok dijelovi usta ne popuste. Okretanje i uvijanje krpelja je potrebno izbjegavati zbog posljedičnog pucanja hipostome u ranu (Slika 6) (Web 6).



Slika 6: Pravilni način uklanjanja krpelja (Web 6).

S druge strane, postoji i kemijska kontrola krpelja. Akaricidi su kemijska sredstva za suzbijanje grinja i krpelja. Sastav akaricidnih tvari može uključivati arsen, klorirane ugljikovodike (diklor-difenil-trikloretn DDT), piretroide, organofosforne spojeve (kumafos), karbamate, formamide, makrocikličke laktone, fenilpirazole, regulatore rasta kukaca

(fluazuron) i izoksazoline. Sintetički piretroidi su među navedenima najsigurniji i najučinkovitiji pesticidi te široko korišteni u kontroli krpelja (Boulanger i sur., 2019). Organoklorni insekticidi, diklor-difenil-trikloretan i lindan, su prvi izašli na tržište, ali danas nisu dostupni te su povučeni iz prodaje zbog svoje perzistentnosti u okolišu i nakupljanju u adipoznom tkivu (George i sur., 2004). Za razliku od perzistentnih kloriranih ugljikovodika, organofosfatni spojevi, koji su ih nedugo nakon zabrane zamijenili, su kemijski nestabilni i neperzistentni. Ovi akaricidi su najtoksičniji za kralježnjake i slični su živčanim bojnim otrovima (tabunu, somanu i sarinu) (George i sur., 2004). Tradicionalne metode tretmana goveda akaricidima za suzbijanje krpelja su uključivale pripravak akaricida u obliku emulgirajućeg koncentrata ili vlažnog praha, koji se može razrijediti u vodi i nanijeti na govedo ručnom prskalicom ili uranjanjem životinje u posudu. Danas postoji više načina tretiranja poput injekcija, ušnih oznaka impregniranih akaricidima i slično (George i sur., 2004). Obećavajuća istraživanja sugeriraju kombinaciju akaricida i feromona kao najučinkovitijeg načina kemijskog tretiranja krpelja. Kako raste sve veća zabrinutost oko rezistentnosti krpelja na brojne komercijalne akaricide, spojevi akaricida i feromona eliminiraju nesigurnost učinkovitosti samo akaricida, jer krpelji neće razviti otpornost na vlastite feromone (Carr i Roe, 2016).

Nadalje, primjena biološke kontrole krpelja je uspješna metoda, posebice reguliranje brojnosti krpelja gljivicama i nematodama. Zabilježeno je značajno smanjenje brojnosti nimfi krpelja *Ixodes scapularis* na području primjene gljivice *Metarhizium anisopliae* (Williams i sur., 2018). Biološke metode uključuju i introdukciju prirodnih predatora krpelja (mravi, kornjaši, pauzi). Moguće je i puštanje prethodno steriliziranih mužjaka zračenjem u prirodu ili hibridizacija i povećanje imunološke obrane domadara od krpelja. Komercijalna rekombinantna cjepiva protiv krpelja mogu smanjiti fekunditet krpelja za čak 90% (Willadsen, 2004). Drugi tip cjepiva cilja na remećenje uspješnosti izlučivanja cementne tvari prilikom vezanja krpelja na površinu domadara (Labuda i sur., 2006).

Prakse upravljanja krpeljima pružaju još jednu mogućnost smanjenja njihovih populacija. Eliminacija ispaše i držanje životinja u zatvorenim kontroliranim uvjetima minimiziraju izlaganje blaga krpeljima. Međutim, ovaj potez je poprilično ekstreman jer ispaša omogućava redukciju i kontrolu pojava požara, održava vijabilnost brojnih biljnih

populacija te povećava biološku raznolikost staništa (Metera i sur., 2010). Protivljenje javnog interesa tretmanu pesticidima prirodnih staništa čine ovu metodu danas sve više neprikladnom, osim za iznimno zahvaćena područja. Stoga su posljednjih godina akaricidni tretmani primjenjivani i ograničeni uglavnom na područja vojnih baza ili rekreacijska područja. Alternativne metode su sve zastupljenije, a uključuju modifikaciju staništa kontroliranim spaljivanjem i čišćenjem vegetacije ili kontroliranje populacija domadara krpelja, primjerice postavljanjem ograda ili lovom divljači. Redovito i propisano zakonom spaljivanje vegetacije značajno smanjuje brojnost populacija krpelja, a samim tim se smanjuje i izloženost patogenima prenesenih krpeljima (Gleim i sur., 2014).

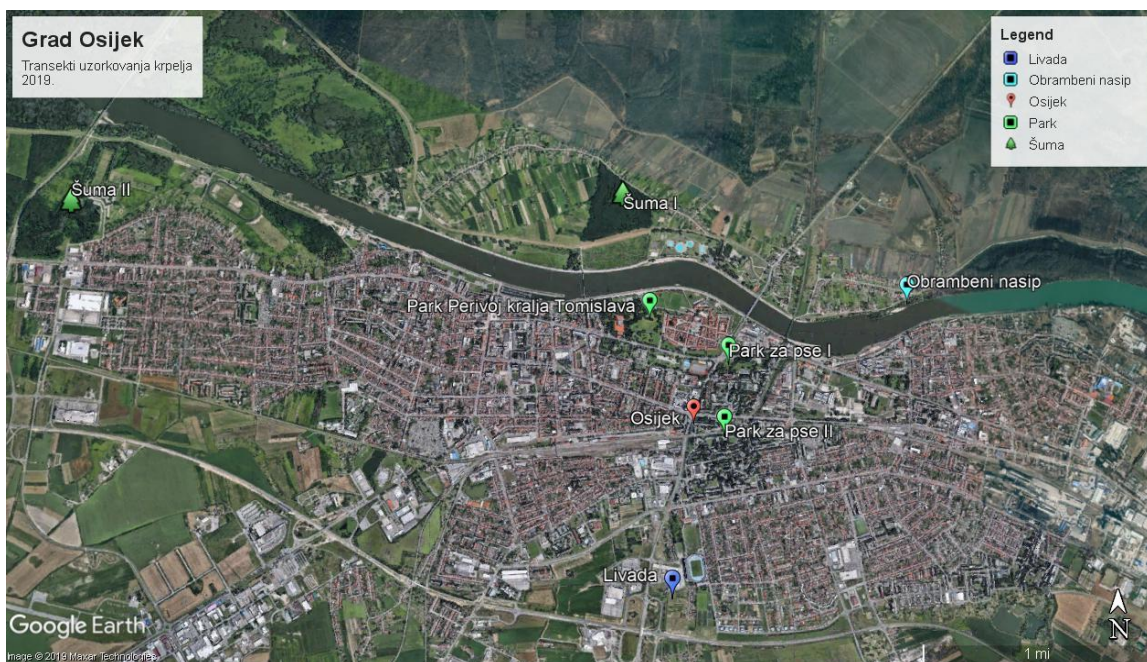
1.5. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je istražiti faunu krpelja područja grada Osijeka i zabilježiti nulto stanje istraživanog područja, opisati nove spoznaje o sezonskoj dinamici krpelja i definirati potencijalnu povezanost određenih vrsta krpelja za određeni tip staništa na definiranim područjima grada Osijeka.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Opis istraživanog područja

Grad Osijek se nalazi u Istočnoj Hrvatskoj unutar Osječko-baranjske županije na površini od 16 974 ha. Na ovom području su najzastupljenije obradive i poljoprivredne površine (71 % od ukupne površine, 12 121 ha), dok su šumska zemljišta smještena na 965 ha. Osim navedenih površina, važno je navesti i vodena tijela; rijeka Drava, močvare i bajeri. Reljef obilježavaju nizinske, ravničarske površine, a presudno za izgled reljefa je tok rijeke Drave. Stoga se mogu izdvojiti dva geomorfološka oblika na akumulacijskoj nizini, a to su naplavne ravni i riječne terase. Na lijevoj obali rijeke Drave se nalaze naselja Tvrđavica i Podravlje unutar kojih se nalaze zoološki vrt i kupalište, a na desnoj obali je urbanistička sredina složenijeg sadržaja. Na ispitivanom području prevladava umjereno kontinentalna klima sa prosječnom godišnjom količinom oborina od 700 mm do 800 mm, dok je prosječna temperatura zraka 10,7 °C (Web 5).



Slika 7: Satelitska snimka grada Osijeka s označenim lokalitetima uzorkovanja krpelja (Web 6).

Uzorkovanje krpelja je provedeno na sedam lokaliteta s različitim tipovima staništa unutar područja grada Osijeka. Transekti su ravnomjerno raspoređeni od periferije grada ka unutrašnjosti te se radi o šumskim zajednicama, parkovima i livadama (Slika 7).

2.2. Opis istraživanih lokaliteta

Uzorkovanja su obavljena na sedam lokaliteta unutar područja grada Osijeka. Šumska staništa, kao i livade se nalaze na periferiji grada, gdje je zaključno s navedenim i aktivnost divljači veća, posebice unutar šumskih sastojina, dok su parkovi za rekreaciju i oni namijenjeni za pse u unutrašnjosti te su upravo zbog povećane ljudske aktivnosti unutar urbaniziranog središta i pasa ova područja neizostavna za uzorkovanje.

Lokalitet 1. Park Perivoj kralja Tomislava

Park Perivoj kralja Tomislava je spomenik parkovne arhitekture (Web 9) te se svrstava prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa u intenzivno njegovane parkove u sklopu naselja (I.8.1.1.) (Web 7; Web 8) (Slika 8). Park čine 83 svojite grmlja i drveća, poput obične božikovine (*Ilex aquifolium* L.), javora klena (*Acer campestre* L.) te američkog borovca (*Pinus strobus* L.). Uredno je održavan i njegovan te je namijenjen za sport i rekreaciju.



Slika 8: Park Perivoj kralja Tomislava (fotografirala Jelena Kovačević).

Lokalitet 2. Obrambeni nasip rijeke Drave

Područje se nalazi na lijevoj obali rijeke Drave. Prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa riječ je o mezofilnim livadama košanicama Srednje Europe (C.2.3.2.) (Slika 9) (Web 7; Web 8). Mogućnost uzorkovanja ovog područja uvelike ovisi o vodostaju rijeke Drave i

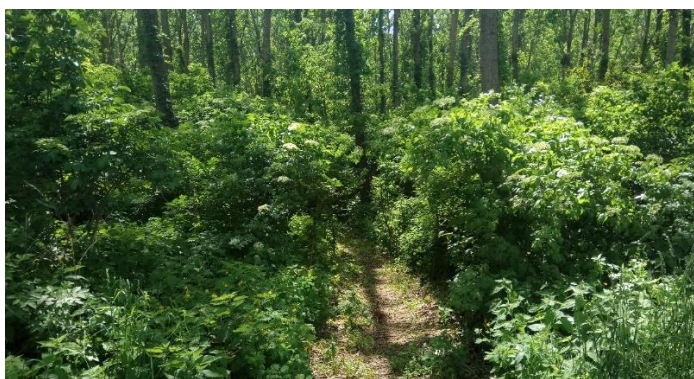
njezinim maksimumima u vodostaju i protjecanju tijekom proljeća i ranog ljeta te u jesen. Obrambeni nasip je antropogeno utjecan košnjama, a tijekom ljetnih mjeseci je poznato kupalište mještana.



Slika 9: Obrambeni nasip rijeke Drave (fotografirala Jelena Kovačević).

Lokalitet 3. Šuma u Tvrđavici

Uzorkovano područje je tip poplavne šume vrba i topola (E.1.1.3.) (Web 7; Web 8), međutim zbog obrambenog nasipa uz lijevu obalu Drave, uz koju se ovo stanište nalazi, šuma ne plavi te je iznad razine podzemne vode (Slika 10). Šuma je okružena stambenim jedinicama, gradskim kupalištem i Zoološkim vrtom i akvarijem grada Osijeka, dok je u neposrednoj blizini dječje igralište. Područje je antropogeno utjecano sječom drvene mase.



Slika 10: Šuma u Tvrđavici (fotografirala Jelena Kovačević).

Lokalitet 4. Livada u blizini stadiona Gradski vrt

Prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa područje je svrstano u kategoriju mezofilnih livada košanica Srednje Europe (C.2.3.2.) (Web 7; Web 8). Nalazi se na periferiji grada udaljena svega nekoliko metara od stadiona Gradski vrt i stambenih jedinica uz južnu osječku obilaznicu (Slika 11). Antropogeno je utjecana učestalom košnjom i ilegalnim odlaganjem i spaljivanjem otpada.



Slika 11: Livada u blizini stadiona Gradski vrt (fotografirala Jelena Kovačević).

Lokalitet 5. Šuma kod streljane Pampas

Područje je poplavna šuma vrba i topola (E.1.1.3.) (Web 7; Web 8) te se plavi kraći vremenski period (Slika 12). Vidljiv je antropogeni utjecaj ilegalnim odlaganjem otpada te izgrađenim putem kroz šumu sve do desne obale rijeke Drave u blizini streljane Pampas. Osim toga, okružena je prometnicama, stambenim naseljima i trgovačkim centrima.



Slika 12: Šuma kod streljane Pampas (fotografirala Jelena Kovačević).

Lokalitet 6. Park za pse Garo

Nacionalnom klasifikacijom staništa ovo se područje svrstava u intenzivno njegovane parkove u sklopu naselja (I.8.1.1.) (Web 7; Web 8) te se nalazi unutar gradske četvrti Sjenjak (Slika 13). Kosi se relativno redovito te je poprilično posjećen psima i njihovim vlasnicima. Nalazi se neposredno uz željezničku prugu.



Slika 13: Park za pse Garo (fotografirala Jelena Kovačević).

Lokalitet 7. Park za pse Toti

Ovo stanište se nalazi unutar kategorije intenzivno njegovanih parkova u sklopu naselja (I.8.1.1.) (Web 7; Web 8) u blizini gradske četvrti Tvrđa (Slika 14). Park je, kao i prethodni, redovito posjećen psima i njihovim vlasnicima te redovito održavan košnjom. Okružen je prometnicama i stambenim zgradama.



Slika 14. Park za pse Toti (fotografirala Jelena Kovačević).

2.3. Terenski rad

Uzorkovanje tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) obavljeno je kroz sedam mjeseci, od mjeseca veljače do mjeseca kolovoza 2019. godine s dva izlaska na teren mjesečno uz prosječne razmake između uzorkovanja od 15 dana. Uzorkovalo se krpeljom zategom dimenzija 100x100 cm s metar dugim drvenim letvicama na prednjem i stražnjem kraju zatege. Na prednjem kraju zatege se nalazi uže, dok je stražnji kraj poželjno dodatno pričvrstiti zbog stabilnijeg i jednoličnog potezanja o površinu tla. Zatega se povlači pravolinijski po transektu te je nužno detaljno pregledati i gornju i donju stranu zatege. Nakon svakih 10 metara potezanja, zatega se pregledava te se svaka uhvaćena jedinka krpelja skida preciznom pincetom i pohranjuje u otopinu 96%-tnog etanola unutar označene posudice s poklopcem (Slika 14 i Slika 15). Važno je pratiti vremenske prilike jer je za uzorkovanje krpelja nužno izaći na teren za vrijeme suhih i sunčanih dana bez oborina. U slučaju mokre vegetacije i vlažnog tla, uzorkovanje će biti otežano.



Slika 14: Uzorkovanje povlačenjem krpeljne zatege (fotografirao Tomislav Bučanović).



Slika 15: Skidanje krpelja sa zatege i pohranjivanje (fotografirao Tomislav Bučanović).

2.4. Laboratorijski rad

Kvantitativna i kvalitativna analiza krpelja je obavljena na Zavodu za zoologiju na Odjelu za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Za determinaciju krpelja korišteni su ključevi Ticks of North – West Europe, (Hillyard, 1996) i Ticks of domestic animals in the mediterranean region (Estrada-Peña, 2004). Nakon pregleda svakog uzorka, krpelji su ponovno pohranjeni u označene pripadajuće bočice s 96% - tnom otopinom etanola uz označenu lokaciju i datum prikupljanja.

2.5. Statistička obrada podataka

Analiza faune krpelja (Acari: Ixodidae) na području grada Osijeka je izvršena primjenom indeksa dominantnosti, Sørensenovog indeksa te Chi-kvadrat testa.

Indeks dominantnosti opisuje brojnost vrsta krpelja u prikupljenom uzorku te se izražava u postotcima [%] prema izrazu:

$$D0 = \frac{na}{n} \times 100$$

gdje se oznaka n_a odnosi na broj jedinki promatrane vrste, dok se n odnosi na ukupan broj jedinki unutar promatranog uzorka (Durbešić, 1988).

Dobiveni rezultati analizom uzoraka indeksom dominantnosti se mogu svrstati u sljedeće kategorije (Durbešić, 1988):

- Eudominantna > 10,0 % uzorka
- Dominantna 5,1 do 10,0 % uzorka
- Subdominantna 2,1 do 5,0 % uzorka
- Recedentna 1,0 do 2,1 % uzorka
- Subrecedentna < 1,0 % uzorka

Sørensenov indeks opisuje i uspoređuje sličnost dvaju uzoraka (Durbešić, 1988).

Računa se prema izrazu:

$$QS = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

gdje su A i B oznake za brojnost vrsta u uzorcima A i B pojedinačno, dok je oznaka C broj zajedničkih vrsta unutar dvije ispitivane skupine. Rezultat analize se izražava u postotcima [%].

Naposljetku se podaci obrađuju programskim jezikom R (verzija 3.5.1.) (R Core Team, 2018) te zbog nenormalno distribuiranih podataka testiranih Shapiro-Wilk testom normalnosti ($p < 0.05$) se primjenjuje neparametarski Chi-kvadrat test, prema kojem se zaključuju postojeće razlike u podacima, a u konačnici i *post-hoc* Chi-kvadrat test za utvrđivanje između kojih uzoraka se javljaju statistički značajne razlike (Agresti, 2007).

3. REZULTATI

3.1. Pregled uzorkovanih vrsta krpelja

Terenska istraživanja različitih područja grada Osijeka su provedena od veljače do kolovoza 2019. godine na 7 tipova staništa, uključujući park Perivoj kralja Tomislava, obrambeni nasip Drave, šumu u blizini Tvrdavice, livadu u blizini dvorane Gradski vrt, šumu kraj streljane Pampas te parkove za pse Garo i Toti. Determinacijom je utvrđena prisutnost 2 vrste u uzorcima, *Ixodes ricinus* i *Haemaphysalis concinna*, unutar 664 determinirane jedinke. Najbrojnija vrsta u uzorcima je *Ixodes ricinus* sa zastupljenošću od 74,09%, dok vrsta *Haemaphysalis concinna* čini udio od 25,90% (Tablica 1).

Tablica 1: Broj i postotak uzorkovanih vrsta krpelja na području grada Osijeka od veljače do kolovoza 2019. godine.

Zastupljenost vrsta na različitim staništima		
Vrsta	Broj jedinki	%
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	492	74,09
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1884)	172	25,90
Σ	664	

3.2. Kvantitativni sastav uzorkovanih krpelja

Kvantitativnom analizom prikupljenih jedinki krpelja utvrđena je dominantnost jedinki u stadiju nimfe te zatim slijedi stadij larve. Najmanja brojnost uzorkovanih vrsta krpelja se bilježi u odraslom stadiju, posebice mužjaka (Tablica 2).

Tablica 2: Prikaz brojnosti jedinki uzorkovanih vrsta krpelja prema razvojnem stadiju i spolu.

Brojnost jedinki krpelja prema razvojnem stadiju i spolu				
Vrsta/razvojni stadij	Mužjak ♂	Ženka ♀	Nimfa	Larva
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	27	30	314	122
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1884)	3	20	22	126
Σ	30	50	336	248

3.3. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta krpelja

Prema priloženim podacima (Tablica 3) uočava se povećanje brojnosti jedinki unutar uzoraka od veljače do srpnja sa smanjenjem brojnosti u kolovozu, no istovremeno se bilježi nepravilna izmjena porasta i pada brojnosti uzorkovanih jedinki od veljače do kolovoza, s naglaskom na manju brojnost u travnju i lipnju od očekivane.

Tablica 3: Ukupan broj uzorkovanih vrsta krpelja na svim lokalitetima od veljače do kolovoza 2019. godine.

Ukupan broj krpelja na svim lokalitetima od veljače do kolovoza 2019.							
Vrsta/mjeseci	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	18	103	78	116	37	85	55
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1884)	0	0	5	17	14	126	10
Σ	18	103	83	133	51	211	65

3.4. Kvalitativna i kvantitativna usporedba faune krpelja na različitim tipovima staništa

Kvalitativnim i kvantitativnim sastavom faune krpelja (Tablica 4) se ističu šumska staništa, gdje je zabilježen najveći broj uzorkovanih vrsta (*Ixodes ricinus* i *Haemaphysalis concinna*). Unutar parkovnih staništa, najvećom brojnošću krpelja se ističe park za pse Garo, gdje je uzorkovana vrsta *Ixodes ricinus*, a potom ga slijede park Perivoj kralja Tomislava s jednom jedinkom vrste *Ixodes ricinus* i obrambeni nasip rijeke Drave s jednom jedinkom vrste *Haemaphysalis concinna*, što je višestruko manji broj uzorkovanih jedinki u odnosu na park za pse Garo, gdje je prikupljeno 16 jedinki. S druge strane, na livadi u blizini stadiona Gradski vrt i u parku za pse Toti nije ulovljena niti jedna jedinka krpelja.

Tablica 4: Broj uhvaćenih jedinki krpelja na različitim tipovima staništa unutar grada Osijeka od veljače do kolovoza 2019. godine.

Broj uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece							
Vrsta/mjeseci	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz
Park Perivoj kralja Tomislava							
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1♂	0	0	0	0
Σ	0	0	1	0	0	0	0
Obrambeni nasip rijeke Drave							
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1884)	0	0	1♀	0	0	0	0
Σ	0	0	1	0	0	0	0
Šuma u Tvrđavici							
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	1♂, 1♀, 16n	6♂, 5♀, 62n	1♂, 6♀, 57n	2♂, 2♀, 90n	1♂, 28n, 21	1♂, 2♀, 15n, 64l	2n, 14l
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1884)	0	0	2♀	7♀, 2n, 7l	2♂, 9l	1♂, 3♀, 9n, 106l	1♂, 4n, 2l
Σ	18	73	66	110	42	201	23
Šuma kod streljane Pampas							
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	0	30n	1♂, 3♀, 6n	2♂, 4♀, 3n	4♂, 2♀	3l	39l
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1884)	0	0	1♀, 1n	1n	3l	1♂, 4♀, 2n	3n
Σ	0	30	12	10	9	10	42
Park za pse Garo							
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1♂, 2n	6♂, 4♀, 3n	0	0	0
Σ	0	0	3	13	0	0	0

3.5. Statistička interpretacija faune krpelja

Prema rezultatima indeksa dominantnosti (Tablica 5) vrsta *Ixodes ricinus* se nalazi u kategoriji eudominantne vrste na šumskim staništima te u parku za pse Garo i parku Perivoj kralja Tomislava. Vrsta *Haemaphysalis concinna*, unatoč činjenici da je zastupljena u dosta manjem broju u odnosu na *Ixodes ricinus*, pripada kategoriji eudominantne vrste, posebice na

lokalitetu obrambenog nasipa rijeke Drave, gdje je zabilježena samo ova vrsta. Objekti uzorkovane vrste nisu zabilježeni na livadi u blizini dvorane Gradski vrt te u parku za pse Toti.

Tablica 5: Indeks dominantnosti vrsta krpelja unutar istraživanih lokaliteta grada Osijeka.

Vrsta/ Lokalitet	Perivoj kralja Tomislava	Obrambeni nasip	Šuma u Tvrđavici	Šuma Pampas	Park za pse Garo
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	100,00%	/	70,92%	72,93%	100,00%
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1884)	/	100,00%	29,08%	12,03%	/

Vrijednosti Sørensenovog indeksa (Tablica 6) upućuju na najveću faunističku sličnost uzorkovanih vrsta krpelja šumskih staništa, odnosno šume u Tvrđavici i šume u blizini streljane Pampas (100%). Isto tako je najveća sličnost zabilježena između parka Perivoj kralja Tomislava te parka za pse Garo (100%). S druge strane, sličnost između lokaliteta parka Perivoj kralja Tomislava i šume u Tvrđavici je 66%. Ista vrijednost indeksa je i u usporedbi parka Perivoj kralja Tomislava sa šumom u blizini streljane Pampas. Osim toga, šuma u Tvrđavici te šuma u blizini streljane Pampas dijele sličnost od 66% s lokalitetima obrambenim nasipom rijeke Drave i parkom za pse Garo.

Tablica 6: Vrijednosti Sørensenovog indeksa sličnosti za različite tipove staništa.

Lokaliteti	Perivoj kralja Tomislava	Obrambeni nasip	Šuma u Tvrđavici	Šuma Pampas	Park za pse Garo
Perivoj kralja Tomislava	/	/	66	66	100
Obrambeni nasip	/	/	66	66	/
Šuma u Tvrđavici	66	66	/	100	66
Šuma Pampas	66	66	100	/	66
Park za pse Garo	100	/	66	66	/

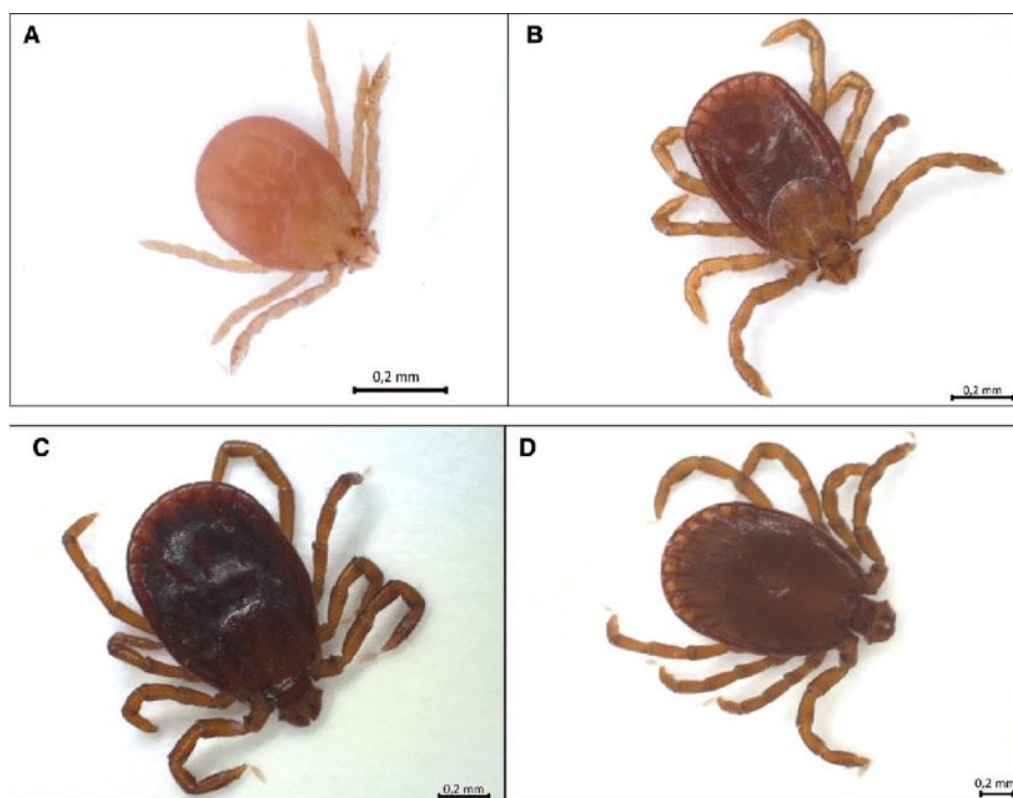
Shapiro-Wilk testom normalnosti zabilježena su odstupanja od normalne distribucije podataka ($p < 0,05$) te se odbacuje nulta hipoteza prema kojoj nema razlike u distribuciji

brojnosti prikupljenih krpelja u ovisnosti o tipu staništa i mjesecu uzorkovanja . Prema tome se koristi Chi-kvadrat test te se uočavaju odstupanja u frekvencijama ukupne brojnosti uzorkovanih krpelja u ovisnosti o tipu staništa ($\chi^2 = 1573,3$, $df = 4$, $p < 0,001$) i vremenskom periodu mjeseca uzorkovanja ($\chi^2 = 251,67$, $df = 6$, $p < 0,001$). Zabilježene su statistički značajne razlike u brojnosti jedinki određene vrste na svim tipovima istraživanih staništa (brojnost jedinki vrste *I. ricinus* u ovisnosti o tipu staništa: $\chi^2 = 1058,3$, $df = 4$, $p < 0,001$, brojnost jedinki vrste *H. concinna* u ovisnosti o tipu staništa: $\chi^2 = 533,87$, $df = 4$, $p < 0,001$) te postoje statistički značajne razlike unutar broja jedinki vrste *I. ricinus* ($\chi^2 = 106,87$, $df = 6$, $p < 0,001$) i broja jedinki vrste *H. concinna* ($\chi^2 = 498,94$, $df = 6$, $p < 0,001$) u ovisnosti o mjesecu uzorkovanja. *Post-hoc* Chi-kvadrat testom se razlike u ukupnoj brojnosti uzorkovanih krpelja uočavaju između svih tipova staništa ($p < 0,05$), osim između parka Perivoj kralja Tomislava te obrambenog nasipa Drave ($p = 1,00000$). Nadalje, *post-hoc* Chi-kvadrat testom su utvrđene statistički značajne između ukupne brojnosti jedinki svih uzorkovanih vrsta u ovisnosti o mjesecu uzorkovanja, osim između ukupne brojnosti jedinki prikupljenih u ožujku i travnju ($p = 0,14965$), ožujku i svibnju ($p = 0,05931$), travnju i kolovozu ($p = 0,14965$) te lipnju i kolovozu ($p = 0,19365$).

3.6. Opis najzanimljivije vrste na lokalitetima uzorkovanja unutar grada Osijeka

Reliktni krpelj *Haemaphysalis concinna* je rijetko zastupljena vrsta karakteristična za područja Europe i Azije. Nastanjuje listopadne i mješovite šume umjerenog pojasa Euroazije, posebice vlažna staništa uz obala jezera i rijeka te je karakteristična za očuvana i neznatno promijenjena područja (Rubel i sur., 2018). Prisutnost ove vrste ukazuje na očuvanost staništa bez značajnih negativnih antropogenih utjecaja (Hillyard, 1996). Imaga čekaju svog domadara na grmlju, a najčešće se radi o biljnim vrstama obična žutika, crvena hudika, kalina, crveni drijen, ili na zeljastim biljkama, poput obične zlatnice i vrbolike (Nosek, 1970). Egzofilna je vrsta trorodnog životnog ciklusa, kod koje se odrasle jedinke uglavnom mogu naći na običnom jelenu i srni, a nezreli oblici na gmazovima, pticama, manjim sisavcima i posebice srnama. Zabilježeni su i na domaćim životinjama, poput goveda, koza i ovaca (Rubel i sur., 2018). U Srednjoj Europi, odrasli krpelji su aktivni od svibnja do srpnja s najvećom aktivnošću u lipnju, a nimfe od travnja do sredine listopada te larve od kraja svibnja do sredine listopada (Slika 16) (Rubel i sur., 2018). Vektor je različitih patogena i bolesti, uključujući lajmsku boreliozu,

virus krpeljnog meningoencefalitisa, bakterije *Rickettsia sibirica* i *Coxiella burnetii* te krimsko-kongoansku hemoragijsku groznicu (Meng i sur., 2016).



Slika 16: *Haemaphysalis concinna* larva (A), nimfa (B), ženka (C) i mužjak (D) (Dwužnik i sur., 2019).

3.7. Opis najzastupljenije vrste na lokalitetima uzorkovanja unutar grada Osijeka

Vrsta *Ixodes ricinus* je najrasprostranjenija vrsta krpelja u Europi i prenosi važne patogene od medicinskog i veterinarskog značaja (Slika 17) (Medlock i sur., 2013). Područje rasprostranjenosti ove vrste se značajno povećalo i proširilo sjevernije i na većim nadmorskim visinama nego prije nekoliko desetljeća (Léger i sur., 2013). Povećanje brojnosti ovih krpelja i šira geografska distribucija su omogućeni prenamjenom staništa zbog poljoprivrede, šumarstva, urbanizacije i klimatskih promjena (Medlock i sur., 2013). Obični krpelj se uglavnom nalazi u listopadnim i mješovitim šumama zbog većeg broja domadara na takvim tipovima staništa, ali je prisutan i u urbanim sredinama. Egzofilan je, stoga ga se nerijetko

može naći na otvorenim staništima tijekom potrage za domadarom, te je generalist i hrani se krvlju više od 300 različitih vrsta kralježnjaka (Gern, 2005). Dugoživuća je vrsta, čiji životni ciklus uključuje tri aktivna životna stadija (larva, nimfa, imago). Svaki razvojni stadij zahtijeva specifično mikro stanište te je parazitski period hranjenja unutar životnog ciklusa larve ograničen na 3-5 dana, dok je kod nimfe to 4-7 dana, a kod ženki 7-11 dana (Balashov, 1998). S druge strane, neparazitski period čini veći dio životnog ciklusa različitih razvojnih oblika običnog krpelja te može trajati nekoliko mjeseci ili godina (Balashov, 1998). Potencijalno se populacije običnih krpelja mogu biološki kontrolirati entomopatogenim gljivicama, gdje su u toj ulozi najučinkovitije vrste *Beauveria* spp. i *Metarhizium* spp., nematodama iz porodice Mermithidae te osica *Ixodiphagus hookeri* (Klingen i Duijvendijk, 2016).



Slika 17: Odrasla jedinka običnog krpelja (*Ixodes ricinus*) (Web 10).

3.8 Odstupanja vrijednosti praćenih klimatskih faktora na području grada Osijeka

Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda zabilježena su odstupanja srednjih mjesečnih vrijednosti temperature zraka i količine oborina od veljače do kolovoza 2019. godine na području grada Osijeka u odnosu na višegodišnji prosjek (1981. - 2010.) (Web 12).

Tablica 7: Odstupanja srednjih mjesečnih temperatura i srednje količine oborina 2019. godine na području grada Osijeka (Web 12).

	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz
Odstupanje srednje mjesečne temperature (°C)	2,5	2,6	1,0	-3,1	3,0	0,6	2,1
Odstupanje srednje količine oborina (percentili)	39	3	76	98	72	58	68
Kategorija	Toplo/ Normalno	Toplo/ Vrlo sušno	Normalno/ Kišno	Vrlo hladno/ Vrlo kišno	Vrlo toplo/ Normalno	Normalno/ Normalno	Vrlo toplo/ Normalno

4. RASPRAVA

Podaci o fauni krpelja na području istočne Hrvatske prilično su oskudni te se bilježe u nekolicini publiciranih radova (Mikačić, 1968; Krčmar, 2012; Krčmar i sur., 2014; Krčmar, 2019). Faunu krpelja na području Republike Hrvatske čine 22 vrste iksodidnih krpelja, od kojih dominira vrsta *Ixodes ricinus*, kao i na širokom području Europe (Krčmar, 2019; Hillyard, 1996). Obradom podataka prikupljenih na području grada Osijeka od veljače do kolovoza 2019. godine se također uočava dominantnost u brojnosti upravo običnog krpelja na većini ispitivanih lokaliteta. Od ukupno 664 prikupljenih jedinki krpelja, čak 492 su jedinke vrste *Ixodes ricinus*. Budući da ova vrsta nastanjuje uglavnom staništa grmolikih biljnih zajednica te listopadnih i mješovitih šumskih sastojina (Krčmar, 2019), u kojima je i veća aktivnost divljih životinja, najviše je jedinki zabilježeno na šumskim lokalitetima (475 jedinki). Običnog krpelja se rijetko nalazi na otvorenim staništima, poput livada i pašnjaka, što potvrđuje činjenica da niti jedna jedinka nije zabilježena na livadi u neposrednoj blizini dvorane Gradski vrt. Uobičajeno su imaga i nimfe običnog krpelja aktivni u periodu od ožujka ili početkom travnja sve do početka studenog (Dautel i sur., 2008). Različita staništa unutar grada Osijeka su istraživana od veljače do kolovoza 2019. s prvim izlaskom na teren početkom veljače (10. veljače 2019.), kada je prikupljeno i determinirano 8 aktivnih nimfi običnog krpelja, dok su prvi aktivni odrasli oblici običnog krpelja (1♂ i 1♀) zabilježeni tijekom drugog uzorkovanja (20. veljače 2019.). Aktivnost nimfi i imaga tijekom zime također je uočena i na šumskim staništima grada Berlina (Dautel i sur., 2008). Pretpostavka i razlog rane aktivnosti običnog krpelja su klimatske promjene i trend blagih zima. Tijekom 2018. godine nisu zabilježena značajna odstupanja u količini oborina na području Osijeka, međutim, zabilježeno je odstupanje srednje temperature zraka za 2,0 °C (Prilog 1), što je uvelike utjecalo na povećanu aktivnost običnog krpelja. Isto tako je srednja temperatura zraka za veljaču odstupala od prosjeka za 2,5 °C (Prilog 2). Prema tome, poželjno bi bilo napustiti ustaljenu praksu uzorkovanja krpelja od ožujka do studenog, jer je, prema dosad prikupljenim podacima, njihova aktivnost tijekom zime očekivana i samim tim je povećan rizik od krpeljima prenosivih zoonoza. Odrasli oblici i nimfe dosežu vrhunac svoje aktivnosti u proljeće te početkom ljeta u sjevernim i središnjim dijelovima Europe dok je u slučaju larvi to sredinom ljeta (Gray i sur., 2016), stoga nije neobična najveća aktivnost ove vrste u stadiju

nimfe i imaga tijekom svibnja i travnja te u stadiju larve u srpnju i kolovozu na istraživanim područjima Osijeka.

S druge strane, do sredine travnja 2019. godine na uzorkovanim područjima Osijeka nije uzorkovana nijedna jedinka vrste *Haemaphysalis concinna*, što je i očekivano s obzirom da su nimfe i imaga ove vrste aktivni od travnja/svibnja u Srednjoj Europi (Rubel i sur., 2018). Ono što odstupa od pravila je najveća aktivnost imaga vrste *H. concinna* u srpnju u Osijeku, dok je to uobičajeno kroz lipanj za ova područja (Rubel i sur., 2018). Razlog tome je nagla izmjena vrlo niske temperature u svibnju u Osijeku (odstupanje srednje mjesečne temperature zraka -3,1 °C u odnosu na višegodišnji prosjek) s ekstremno visokom temperaturom u lipnju (odstupanje srednje mjesečne temperature zraka 3,0 °C) (Prilog 3) te tretman suzbijanja komaraca u Osijeku i okolici izvršen krajem lipnja (Web 11). Iz istog razloga je dosta manja ukupna brojnost prikupljenih jedinki u uzorku za mjesec lipanj (Tablica 3). Također se bilježi manja brojnost prikupljenih krpelja u travnju u odnosu na ožujak (Tablica 3). Zaključuje se da su uzrok smanjenja brojnosti prikupljenih jedinki vremenske neprilike i česte kiše, koje su otežale planiranje odlazaka na teren, prilikom kojih je potrebno imati pravilni vremenski razmak između uzorkovanja. Količina oborina u Osijeku je tijekom travnja 2019. godine odstupala za 132% od višegodišnjeg prosjeka te su vrijednosti uglavnom bile uglavnom iznad prosječnih na području cijele Hrvatske (Prilog 4). S druge strane, najveća aktivnost nimfi i larvi je također u srpnju, što prati uobičajeni trend sezonske dinamike ove vrste krpelja.

Nakon vrsta *Ixodes ricinus* i *Dermacentor reticulatus*, *H. concinna* je treća najzastupljenija vrsta u Srednjoj Europi (Rubel i sur., 2018). Prikupljeni uzorci na različitim tipovima staništa Osijeka broje visoku zastupljenost *H. concinna* (172 jedinke), no niti jednu jedinku vrste *D. reticulatus*, unatoč visokoj zastupljenosti zabilježenoj na različitim područjima Srednje Europe, uključujući aluvijalne šume, močvare, suha staništa te urbane sredine (Rubel i sur., 2016). Mala raznolikost faune krpelja na području grada Osijeka ne iznenađuje u tolikoj mjeri upravo zbog nedostatka različitosti vrsta krpelja u većim urbanim sredinama Hrvatske, poput grada Zagreba. Od veljače do listopada 2016. godine s jednim mjesečnim izlaskom na teren unutar području parka Maksimir determinirana je samo jedna vrsta krpelja u uzorku – obični krpelj *I. ricinus*, dok je ukupni broj uzorkovanih jedinki iznosio tek 89 bez ijedne larve (Peleš, 2017). Isto tako je istraženo područje Rekreativno športskog

centra Jarun od ožujka do rujna 2017. godine s jednim mjesečnim izlaskom na teren, gdje su prikupljene 84 jedinke samo jedne vrste *I. ricinus*, također bez prisutnih larvi u uzorku (Modrić, 2017). Urbane sredine su izložene često košnji i održavanju zelenih površina, što uvelike olakšava kontrolu dinamike populacije krpelja. Upravo iz tog razloga nije pronađena niti jedna jedinka ili zanemariv broj u parkovima, gdje je potrebno uvesti mjere opreza i kontrolu brojnosti krpelja zbog najveće frekvencije kretanja ljudske populacije unutar takvih tipova staništa. Iznimka od prethodno navedenog jest visok broj prikupljenih jedinki vrste *I. ricinus* u parku za pse Garo (16 jedinki). Brojka je prilično iznenađujuća jer je riječ o urbanoj sredini, koja bi se redovno trebala održavati, no u odnosu na ostale parkove (park za pse Toti i park Perivoj kralja Tomislava), ovaj park se nešto slabije kosio u proljetnim mjesecima. Isto tako, za izrazito visoku brojnost krpelja u šumi u Tvrđavici (533 prikupljenih jedinki) potrebno je informirati građane, budući da šumu okružuju stambene jedinice, šetalište uz lijevu obalu rijeke Drave te park za djecu udaljen svega nekoliko metara od šume.

Europski centar za prevenciju i kontrolu bolesti pruža popis vrsta krpelja zastupljenih na području Europe uz zaštitne mjere protiv uboda krpelja te distribuciju određenih vrsta na regionalnoj administrativnoj razini unutar Europe u sklopu VectorNet projekta. Mreža VectorNet bilježi distribuciju vrsta *Dermacentor reticulatus*, *Hyalomma marginatum*, *Ixodes persulcatus*, *Ixodes ricinus*, *Ornithodoros* spp., i *Rhipicephalus sanguineus* (Web 13). Međutim, iz priloženog se ne uočava bilježenje vrste *H. concina*, koja je na području grada Osijeka široko zastupljena te potencijalno opasni vektor zoonoza. Zaključno, prikupljeni podaci predstavljaju nultu stanje faune krpelja grada Osijeka, stoga je nužno nastaviti istraživanje u okviru višegodišnjih praćenja brojnosti i sezonske dinamike populacija krpelja na području grada Osijeka i okolice.

5. ZAKLJUČCI

Na sedam tipova staništa unutar grada Osijeka u periodu od veljače do kolovoza 2019. godine prikupljeno je 664 jedinki krpelja, koje su determinacijom svrstane u dvije vrste *Ixodes ricinus* i *Haemaphysalis concinna*.

Vrsta *I. ricinus* je dominirala brojnošću u uzorcima sa 74,09% (492 jedinke) te je svrstana u kategoriju eudominantne vrste na većini istraživanih lokaliteta.

Vrsta *H. concinna* je zabilježena u dosta manjem broju (172 jedinki) u odnosu na prethodnu, ali je njezina brojnost na istraživanim lokalitetima signifikantna jer ukazuje na očuvanost i kvalitetu staništa.

Najveći broj krpelja je uzorkovan na šumskim staništima upravo zbog većeg broja prikladnih domadara za krpelje. Unutar šume u Tvrđavici i šume u blizini streljane Pampas je uzorkovano 97% jedinki krpelja (646 jedinki) od ukupnog broja.

U srpnju je uzorkovano najviše jedinki krpelja (211 jedinki) s naglaskom na dominaciju jedinki u stadiju larve vrste *H. concinna*. Srednja mjesečna temperatura zraka i količina oborina u srpnju nisu odstupali od prosjeka, što je omogućilo razvoj i dominantnost larvi u uzorku.

Sezonska dinamika krpelja je uglavnom pravilna s iznimkom u naglom padu brojnosti u lipnju zbog tretmana suzbijanja komaraca, ali i nagle izmjene iznadprosječno niske srednje temperature u svibnju te vrlo visoke temperature u lipnju u odnosu na višegodišnji prosjek. Iznimka u normalnosti sezonske dinamike krpelja jest aktivnost nimfi i imaga vrste *I. ricinus* tijekom mjeseca veljače zbog viših temperatura u odnosu na prosječnu višegodišnju vrijednost te blage zime.

Zabilježene su statistički značajne razlike u brojnosti jedinki uzorkovanih vrsta krpelja u odnosu na različite tipove staništa i mjesec uzorkovanja ($p < 0,05$).

6. LITERATURA

- Agresti, A. (2007) An Introduction to Categorical Data Analysis, 2nd ed. John Wiley & Sons, New York.
- Bacon, R.M., Kugler, K.J., Mead, P.S. (2008) Surveillance for Lyme disease - United States, 1992-2006. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 57:1-9.
- Balashov, Y.S. (1998) *Ixodid Ticks, Parasites and Vectors of Infections*. Nauka, St. Petersburg.
- Barker, S., Murrell, A. (2004) Systematics and evolution of ticks with list of valid genus and species names. *Parasitology*. 129:15-36.
- Basu, A., Roxanne, C. (2017) A General Account of Ticks. U: Basu, A., Roxanne, C. (ur.) *Ticks of Trinidad and Tobago - an Overview*. Academic Press, Trinidad and Tobago, str.1-33.
- Beugnet, F., Moreau, Y. (2015) Babesiosis. *Revue Scientifique et Technique* 34:627-639.
- Blanton, L. (2013) Rickettsial infections in the tropics and in the traveler. *Current Opinion in Infectious Diseases* 26:435-40.
- Boulangier, N., Boyer, P., Talagrand-Reboul, E., Hansmann, Y. (2019) Ticks and tick-borne diseases. *Médecine et Maladies Infectieuses* 49:87-97.
- Carr, A.L., Roe, M. (2016) Acarine attractants: Chemoreception, bioassay, chemistry and control. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 131:60-79.
- Carr, A.L., Roe, R.M., Arellano, C., Sonenshine, D.E., Schal, C., Apperson, C.S. (2012) Responses of *Amblyomma americanum* and *Dermacentor variabilis* to odorants that attract haematophagous insects. *Medical and veterinary entomology* 27:86-95.
- Charrel, R.N., Attoui, H., Butenko, A.M., Clegg, J.C., Deubel, V., Frolova, T.V. (2004) Tick-borne virus diseases of human interest in Europe. *Clinical Microbiology and Infection* 10:1040-1055.
- Dautel, H., Dippel, C., Kammer, D., Werkhausena, A., Kahl, O. (2008) Winter activity of *Ixodes ricinus* in a Berlin forest. *International Journal of Medical Microbiology* 298:50-54.

Durbešić, P. (1988) Upoznavanje i istraživanje kopnenih člankonožaca. Mala ekološka biblioteka, Zagreb, pp. 60, 68-71.

Durden, L.A. (2006) Taxonomy, host associations, life cycles and vectorial importance of ticks parasitizing small mammals. U: Morand, S., Krasnov, B., Poulin, R. (ur.) Micromammals and macroparasites: From evolutionary ecology to management. Springer, Tokyo, str.91-102.

Dwuźnik, D., Mierzejewska, E.J., Alsarraf, M., Bajer, A. (2019) A new focus of the tick *Haemaphysalis concinna* in Western Poland. Experimental and Applied Acarology 78:93-112.

Estrada-Pena, A., Bouattour, A., Camicas, J.L., Walker, A. (2004) Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region. A Guide to Identification of Species. Spain, University of Zaragoza.

Faulde, M., Uedelhoven, W. (2006) A new clothing impregnation method for personal protection against ticks and biting insects. The International Journal of Medical Microbiology 40:225-229.

George, J.E., Pound, J.M., Davey, R.B. (2004) Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. Parasitology 3:53-66.

Gern, L. (2005) The biology of the *Ixodes ricinus* tick Therapeutische Umschau 11:707-12.

Gleim, E.R., Conner, L.M., Bergaus, R.D., Levin, M.L., Zemtsova, G.E., Yabsley, M.J. (2014) The phenology of ticks and the effects of long-term prescribed burning on tick population dynamics in southwestern Georgia and northwestern Florida. Public Library of Science One 9(11):112-174.

Goodman, L.J., Dennis, T.D., Sonenshine, E.D. (2005) Tick-borne diseases of humans. Emerging Infectious Disease 11:1808-1809.

Gray, J. S., Kahl, O., Lane, R. S., Levin, M. L., Tsao, J. I. (2016) Diapause in ticks of the medically important *Ixodes ricinus* species complex. Ticks and Tick-Borne Diseases 5:992-1003.

Hillyard, P.D. (1996) Ticks of North-West Europe. Field Studies Council, Shrewsbury.

- Homer, M.J., Aguilar-Delfin, I., Telford, S.R., Krause, P.J., Persing, D.H. (2000) Babesiosis. *Clinical Microbiology Reviews* 3:451-469.
- Hoogstraal, H. (1967) Ticks in relation to human diseases caused by *Rickettsia species*. *Annual Review of Entomology* 12:377-420.
- Kiszewski, A.E., Matuschka, F.R., Spielman, A. (2001) Mating strategies and spermiogenesis in ixodid ticks. *Annual Review of Entomology* 1:167-182.
- Klingen, I., Duijvendijk, G. (2016) Biological control of the tick *Ixodes ricinus* by pathogens and invertebrates. U: Braks M., Wieren, S.E., Takken, W., Sprong H. (ur.) *Ecology and Control of Vector-borne diseases*. Wageningen Academic Publishers, Netherlands, str.279-293.
- Krčmar, S. (2019) Diversity, ecology, and seasonality of hard ticks (Acari: Ixodidae) in eastern Croatia. *Journal of Vector Ecology*, 44: 18-29.
- Krčmar, S. (2012) Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. *ZooKeys* 234: 19–57.
- Krčmar, S., Vereš, M., Trilar, T. (2014) Fauna of hard ticks (Acari: Ixodidae) in different habitats in croatian part of Baranja. *Šumarski list* 138: 309-313.
- Kvesić, T., Boban, A., Martinković, F. (2017) Morphological characterization of ixodid ticks from the genus *Dermacentor*, as important pathogen vectors in Croatia. *Hrvatski veterinarski vjesnik*, 25: 61-66.
- Kurtenbach, K., Hanincová, K., Tsao, J.I., Margos, G., Fish, D., Ogden, N.H. (2006) Fundamental processes in the evolutionary ecology of Lyme borreliosis. *Nature Reviews Microbiology* 4: 660-9.
- Labuda, M., Trimnell, A.R., Lickova, M., Kazimirova, M., Davies, G.M., Lissina, O. (2006) An antivector vaccine protects against a lethal vector-borne pathogen. *PloS Pathogens*, 2:27.
- Lane, R.S. (1994) Competence of ticks as vectors of microbial agents with an emphasis on *Borrelia burgdorferi*. U: Sonenshine, D. E., Mather, T. N. (ur.) *Ecological dynamics of tick-borne zoonoses* Oxford University Press, New York, str.45-67.

- Lani, R., Moghaddam, E., Haghani, A., Chang, L.Y., AbuBakar, S., Zandi, K. (2014) Tick-borne viruses: a review from the perspective of therapeutic approaches. *Ticks and Tick Borne Diseases* 5:457-65.
- Léger, E., Vourc'h, G., Vial, L., Chevillon, C., McCoy, K.D. (2013) Changing distributions of ticks: causes and consequences. *Experimental and Applied Acarology* 59:219-44.
- Lindquist, L., Vapalahti, O. (2008) Tick-borne encephalitis. *Lancet* 371:1861-1871.
- Medlock, J.M., Hansford, K.M., Bormane, A., Derdakova, M., Estrada-Peña, A., George, J.C. (2013) Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasites and Vectors* 6:1.
- Meng, H., Xu, S., Zhijun, Y., Li, N., Wang, R., Gao, X., Yang, X., Liu J. (2016) Abundance and seasonal activity of *Haemaphysalis concinna* (Acari: Ixodidae) at the border between China and Russia in Northern Inner Mongolia, China *Parasites and Vectors* 9:1.
- Mertens, M., Schmidt, K., Ozkul, A.G.M. (2013) The impact of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus on public health. *Antiviral Research* 98:248-60.
- Metera, E., Sakowski, T., Sloniewski, K., Romanowicz, B. (2010) Grazing as a tool to maintain biodiversity of grassland - a review. *Animal Science Papers and Reports* 28:315-334.
- Mikačić, D. (1968) A contribution to the study of the biocoenology of ticks (Ixodidae) in north – western Croatia. *Veterinarski arhiv* 38:23-27.
- Modrić, M. (2017) Monitoring tvrdih krpelja (Ixodidae) na području Rekreativno športskog centra Jarun (2017. – 2018.). Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Nicholson, W.L., Sonenshine, D.E., Noden, B., Brown, R.N. (2019) Ticks (Ixodida). U: Mullen, G.R., Durden, L.A. (ur.) *Medical and Veterinary Entomology*, 3rd ed., Academic Press, San Diego, str.603-672.
- Nosek, J. (1970) The Ecology, Bionomics and Behaviour of *Haemaphysalis concinna* Tick. *Zeitschrift fur parasitenkunde* 36: 233-241.

- Nuttall, P.A., Labuda, M. (1994) Tick-borne encephalitis subgroup complex. U: Sonenshine, D.E., Mather, T.N. (ur.), Ecological dynamics of tick-borne zoonoses. Oxford University Press, New York, str.351-391.
- Obenchain, F.D., Galun, R. (1984) Physiology of Ticks. Parasitology 89: 641-642.
- Oteo, J., Portillo, A., Oteo, J.A., Portillo, A. (2012) Tick-borne rickettsioses in Europe. Ticks and Tick Borne Diseases 3:271-8.
- Parola, P., Raoult, D. (2001) Ticks and Tickborne Bacterial Diseases in Humans: An Emerging Infectious Threat. Clinica Infectious Diseases 32: 897-928.
- Peleš, V. (2017) Fauna tvrdih krpelja (porodica: Ixodidae) u parku Maksimir. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Petri, E., Gniel, D., Zent, O. (2010) Tick-borne encephalitis (TBE) trends in epidemiology and current and future management. Travel Medicine and Infectious Disease 8: 233-245.
- R Core Team. (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Randolph, S.E., Sumilo, D. (2007) Tick-borne encephalitis in Europe: Dynamics of changing risk. U: Takken, W., Knols G.J. (ur.) Emerging pests and vector-borne diseases in Europe. Wageningen University Publishers, Netherlands, str.187-206.
- Roest, H., Bossers, A., Van Zijderveld, F., Rebel, J. (2013) Clinical microbiology of *Coxiella burnetii* and relevant aspects for the diagnosis and control of the zoonotic disease Q fever. Veterinary Quarterly 33:148-56.
- Rubel, F., Brugger, K., Pfeffer, M., Chitimia-Dobler, L., Didyk, Y.M., Leverenz, S., Dautel, H., Kahl, O. (2016) Geographical distribution of *Dermacentor marginatus* and *Dermacentor reticulatus* in Europe. U: Suess, J. (ur.). Ticks and Tick-borne Diseases. Elsevier BV, Netherlands, str.224-233.
- Rubel, F., Brugger, K., Walter, M., Vogelgesang, J.R., Didyk, Y.M., Fu, S., Kahl, O. (2018) Geographical distribution, climate adaptation and vector competence of the Eurasian hard tick

Haemaphysalis concinna. U: Suess, J. (ur.). Ticks and Tick-borne Diseases. Elsevier BV, Netherlands, str.1080-1089.

Stanek, G., Wormser, G., Gray, J., Strle, F. (2012) Lyme borreliosis. Lancet 379:461-73.

Steiner, D., Furuya, Y., Metzger, D. (2014) Host-pathogen interactions and immune evasion strategies in *Francisella tularensis* pathogenicity. Infection and Drug Resistance 7:239-51.

Van Wye, J.E., Hsu, Y.P., Terr, A.I., Lane, R.S., Moss, R.B. (1991) Anaphylaxis from a tick bite. New England Journal of Medicine 324:777-778.

Walker, A.R., Bouattour, A., Camicas, J.L., Estrada-Peña, A., Horak, I.G., Latif, A.A., Pegram, R.G., Preston, P.M. (2003) Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species. Bioscience Reports, Edinburgh.

Willadsen, P. (2004) Anti-tick vaccines. Parasitology 129:367-87.

Williams, S.C., Stafford, K.C., Molaei, G., Linske, M.A. (2018) Integrated control of nymphal *Ixodes scapularis*: effectiveness of white-tailed deer reduction, the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*, and fipronil-based rodent bait boxes. Vector-Borne and Zoonotic Diseases 18:55-64.

Mrežne stranice

Web1. Osijek360: Osijek Info.

<http://www.osijek360.com/osijek-info/> (28.5.2019.).

Web2. University of Maine Cooperative Extension: Tick Mouthparts.

<https://extension.umaine.edu/ticks/tick-biology/> (29.5.2019.).

Web3. Companion vector-borne diseases: Anatomic sections of a tick leg.

<http://www.cvbd.org/en/tick-borne-diseases/about-ticks/general-morphology/locomotion/> (29.5.2019.).

Web4. Harvard Health Publishing: Tick removal.

<https://www.health.harvard.edu/blog/matchless-strategy-for-tick-removal-6-steps-to-avoid-tick-bites-201306076360> (16.6.2019.).

Web5. Zavod za prostorno uređenje Osječko-baranjske županije: Položaj, značaj i posebnosti područja grada Osijeka.

http://www.prostorobz.hr/Planovi/PPUG/PPUG%20OSIJEK/pdf/4_polaz_5%20do%2017.pdf (26.7.2019.).

Web6. Google Earth: Osijek.

<https://earth.google.com/web/> (27.7.2019.)

Web7. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu: Nacionalna klasifikacija staništa.

http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/03_prirodne/Nacionalna%20klasifikacija%20stanista_IVverzija.pdf (28.7.2019.).

Web8. Bioportal: Preglednik.

<http://www.bioportal.hr/gis/> (28.7.2019.).

Web9. Agencija za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Osječko-baranjske županije: Perivoj kralja Tomislava.

http://www.obz-zastita-prirode.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=272&Itemid=270 (28.7.2019.).

Web10. European Centre for Disease Prevention and Control: Photo library of ticks species.

<https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/photo-library-ticks-species> (11.8.2019.).

Web11. Osijek 031: Aviotretiranje komaraca na području OBŽ.

http://www.osijek031.com/osijek.php?najava_id=78442 (27.6.2019.).

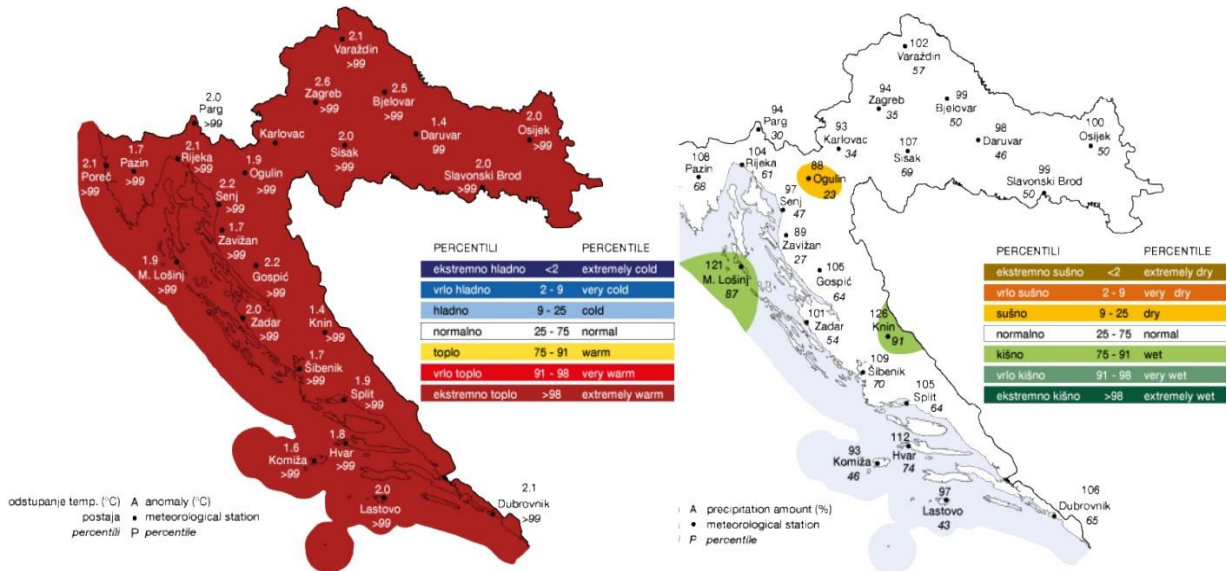
Web12. Državni hidrometeorološki zavod: Ocjena mjeseca, sezone, godine.

https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje¶m=ocjena&MjesecSezona=8&Godina=2019 (18.7.2019.).

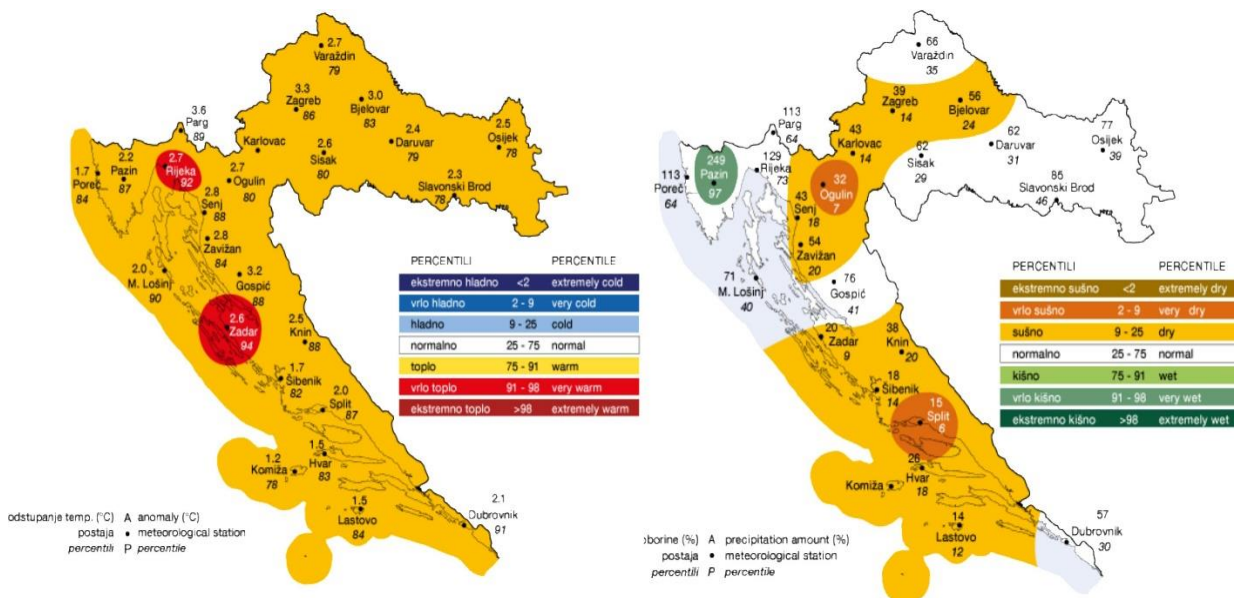
Web13. European Centre for Disease Prevention and Control: Tick maps.

<https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/tick-maps>
(24.8.2019.).

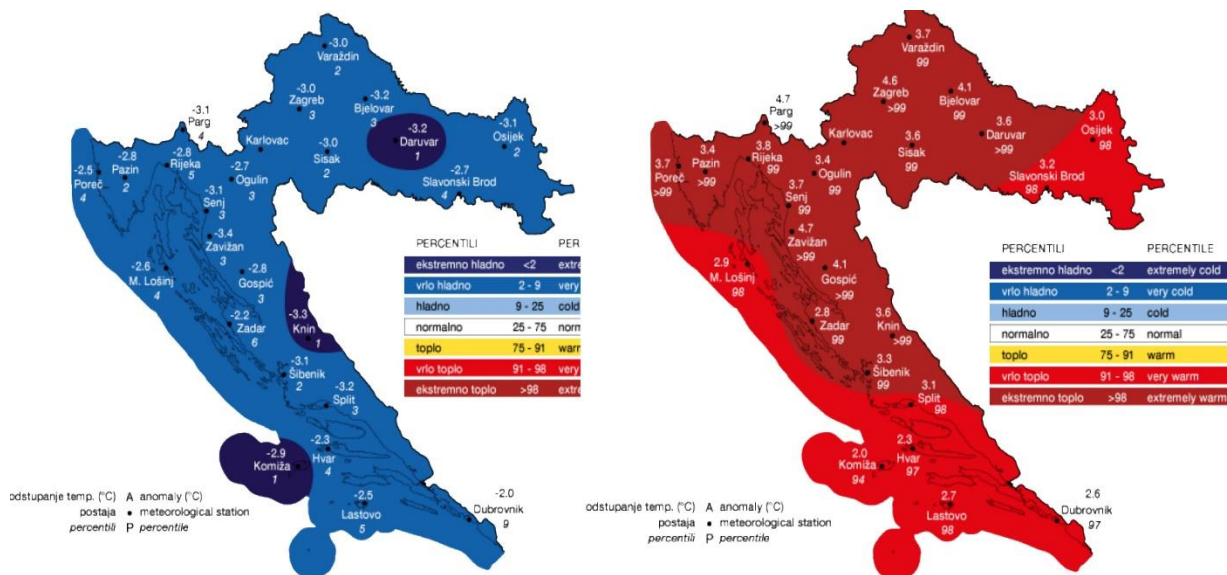
7. PRILOZI



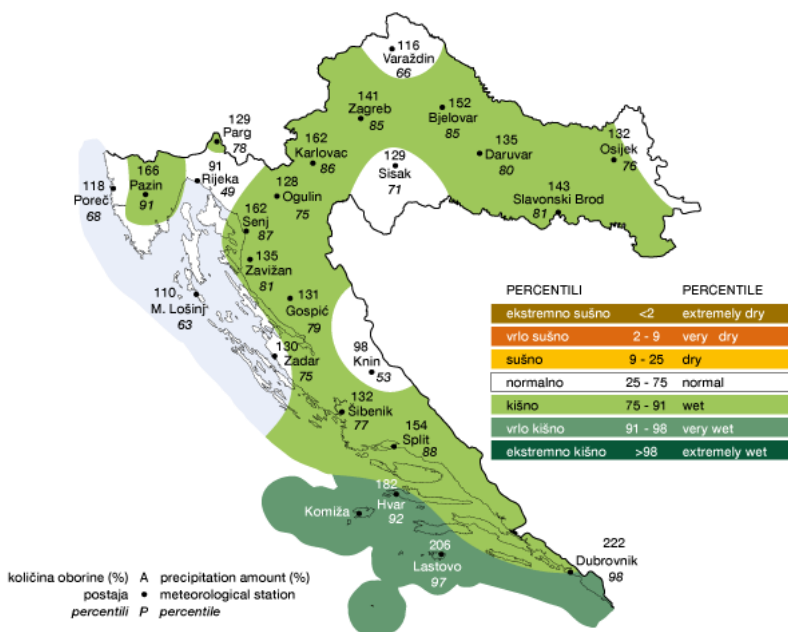
Prilog 1: Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka i količine oborina u 2018. u odnosu na višegodišnji prosjek (1961. – 1990.) (Web 12).



Prilog 2: Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka i količine oborina za veljaču 2019. u odnosu na višegodišnji prosjek (1981.-2010.) (Web 12).



Prilog 3: Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka za svibanj i lipanj 2019. u odnosu na višegodišnji prosjek (1981.-2010.) (Web 12).



Prilog 4: Odstupanje količine oborina za travanj 2019. u odnosu na višegodišnji prosjek (1981.-2010.) (Web 12).