

Monitoring tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) u državnim šumama Hrvatske u 2018. godini

Čajkovac, Kata

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:108:322681>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-15**



Repository / Repozitorij:

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



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

KATA ČAJKOVAC

**MONITORING TVRDIH KRPELJA (ACARI: IXODIDAE) U
DRŽAVNIM ŠUMAMA HRVATSKE U 2018. GOD.**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, RUJAN, 2019.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK

MONITORING TVRDIH KRPELJA (ACARI: IXODIDAE) U DRŽAVNIM
ŠUMAMA HRVATSKE U 2018. GOD.

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Zooekologija u šumskim ekosustavima

Ispitno povjerenstvo:

1. doc. dr. sc. Marko Vucelja
2. prof. dr. sc. Josip Margaletić
3. doc. dr. sc. Kristijan Tomljanović

Student: Kata Čajkovac

JMBAG: 0068219207

Broj indeksa: 882/17

Datum odobrenja teme: 25.04.2019.

Datum predaje rada: 26.08.2019.

Datum obrane rada: 06.09.2019.

Zagreb, rujan, 2019.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

| | |
|---------------------|---|
| Naslov | Monitoring tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) u državnim šumama Hrvatske u 2018. god. |
| Autor | Kata Čajkovac |
| Adresa autora | Rudina Merolino 1, 32282 Prkovci, Vinkovci |
| Mjesto izrade | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu |
| Vrsta objave | Diplomski rad |
| Mentor | doc. dr. sc. Marko Vucelja |
| Izradu rada pomogao | doc. dr. sc. Marko Vucelja |
| Godina objave | 2019. |
| Obujam | 67 stranica, 14 tablica, 34 slike, 78 literature |
| Ključne riječi | tvrdi krpelji (porodica: <i>Ixodidae</i>), šumarije Hrvatske |
| Sažetak | Krpelji su glavni prijenosnici zoonoza (Lyme boreliozе, krpeljnog meningoencefalitisa, babezioze) kod ljudi i životinja, te je stoga bitno utvrditi njihovu brojnost, kako bi se podigla svijest opasnosti od ugriza krpelja. Uzorkovanje tvrdih krpelja (Acari: <i>Ixodidae</i>) na području državnih šuma RH obavljeno je od polovice siječnja do kraja listopada 2018. godine. Utvrđeno je 1179 jedinki krpelja koje su svrstane u porodicu <i>Ixodidae</i> (tvrdi krpelji), te rodove: <i>Dermacentor</i> , <i>Haemaphysalis</i> i <i>Ixodes</i> . Utvrđene vrste krpelja su: <i>Ixodes ricinus</i> i <i>Dermacentor reticulatus</i> . Među uzorkovanim krpeljima utvrđena je dominacija vrste <i>Ixodes ricinus</i> . Među uzorkovanim krpeljima, utvrđena je dominacija ženki, dok je najveći broj jedinki bio u stadiju larve. Sezonskom dinamikom utvrđena je najveća pojavnost jedinki tvrdih krpelja u svibnju i lipnju. |

| | | |
|---|-------------------------------------|--------------------|
|  | IZJAVA O IZVORNOSTI RADA | OB ŠF 05 07 |
| | | Revizija: 1 |
| | | Datum: 06.9.2019. |

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

vlastoručni potpis

U Zagrebu, 06.9.2019.

Kata Čajkovac

ZAHVALA

Velika zahvala voditelju moga diplomskog rada doc. dr. sc. Marku Vucelji što mi je omogućio izradu diplomskog rada iz područja i na temu koja me zanima, te na stručnom vođenju i savjetima koji su mi uvelike pomogli prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Želim se zahvaliti svim kolegama koji su mi vrijeme provedeno na fakultetu uljepšali svojim prisustvom i pomogli da to vrijeme smatram najljepšim dijelom svoga života.

Posebna zahvala mom dečku Mihaelu na velikoj podršci, strpljenju i razumijevanju tijekom studiranja. Hvala i na svim lijepim riječima, kritikama i savjetima zbog kojih sam postala bolja osoba.

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

I na kraju, najveću zahvalnost dugujem svojim roditeljima, mami Mariji i tati Martinu koji su mi omogućili studiranje. Hvala na svim savjetima, riječima ohrabrenja i neizmjerne ljubavi, bez vas sve što sam dosad postigla ne bi bilo moguće. Hvala što ste vjerovali u mene!

Velika HVALA svima!

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Razlike između porodica <i>Ixodidae</i> i <i>Argasidae</i> (Web 4)..... | 10 |
| Tablica 2. Bolesti koje krpelji prenose i njihovi uzročnici (Web 8) | 15 |
| Tablica 3. Faze i simptomi Lymške borelioze | 20 |
| Tablica 4. Ukupan broj determiniranih vrsta tvrdih krpelja na području državnih šuma Republike Hrvatske u 2018.godini..... | 35 |
| Tablica 5. Brojnost razvojnih stadija unutar determiniranih vrsta tvrdih krpelja na području državnih šuma Republike Hrvatske u 2018.godini..... | 35 |
| Tablica 6. Brojnost utvrđenih vrsta tvrdih krpelja u šumarijama na području državnih šuma Hrvatske u 2018. godini | 38 |
| Tablica 7. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području šumarije Ivanska 2018. godine | 39 |
| Tablica 8. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području park-šume Maksimir 2018. godine | 42 |
| Tablica 9. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području ŠRC Jarun 2018. godine | 43 |
| Tablica 10. Sezonska dinamika razvojnih stadija vrsta tvrdih krpelja na području državnih šuma Republike Hrvatske kroz mjesece u 2018. godine | 47 |
| Tablica 11. Brojnost razvojnih stadija vrste <i>Ixodes ricinus</i> na području šumarija RH u 2018.godini..... | 48 |
| Tablica 12. Sezonska dinamika <i>Ixodes ricinus</i> unutar uzrokovanih šumarija tijekom 2018. g. | 49 |
| Tablica 13. Brojnost razvojnih stadija vrste <i>Dermacentor reticulatus</i> na području šumarija RH u 2018.godini | 50 |
| Tablica 14. Sezonska dinamika <i>Dermacentor reticulatus</i> unutar uzrokovanih šumarija tijekom 2018. g. | 52 |

POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1. Trenutna rasprostranjenost šumskog krpelja u Europi prema Europskom centru za prevenciju i kontrolu bolesti, Lipanj 2018 (Web 1) | 5 |
| Slika 2. Morfološki prikaz građe usnog aparata (Web 2) | 7 |
| Slika 3. Prikaz štita (scutum) kod ženke (lijevo) i kod mužjaka (conscutum) (desno) (Web 3) | 8 |
| Slika 4. Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela krpelja (Hyllard, 1996)..... | 9 |
| Slika 5. Životni ciklus trorodnih krpelja (Web 5)..... | 11 |
| Slika 6. Položaj krpelja prilikom A) prijanjanje B) hranjenje (Web 6) | 12 |
| Slika 7. Povećanje volumena ženke <i>Ixodes ricinus</i> uslijed hranjenja (Web 7) | 13 |
| Slika 8. Proširenost krpelnog encefalitisa u svijetu (Web 9) | 17 |
| Slika 9. Prvi simptomi Lajmske borelioze (erythema migrans) (Web 10)..... | 20 |
| Slika 10. Proširenost tularemije u svijetu (Web 11) | 22 |
| Slika 11. Područja čovjeka gdje se najčešće „hvataju“ krpelji (Web 12)..... | 25 |
| Slika 12. Pravilno vađenje krpelja pincetom (Web 13) | 26 |
| Slika 13. Karta prikaza UŠP sa lokalitetima na kojima je obavljeno uzrokovanje krpelja (Web 14) | 28 |
| Slika 14. Prikaz transekata parka Maksimir na kojima je obavljeno uzorkovanje krpelja (Web 15) | 29 |
| Slika 15. Smještaj promatranih područja parka Bundek (Web 16) | 30 |
| Slika 16. Prikaz mikrolokaliteta na području športsko rekreacijskog centra Jarun (Web 17)..... | 32 |
| Slika 17. Prikaz lokacije (koordinate: N45 51.574 E16 01.193) na kojoj je rađeno uzrokovanje krpelja (Web 18)..... | 33 |
| Slika 18. Prikupljanje krpelja metodom krpeljne zatege (Juričić K., 2017)..... | 34 |
| Slika 19. Brojnost vrste <i>Ixodes ricinus</i> prema spolu i razvojnem stadiju na području državnih šuma Hrvatske 2018. godine | 36 |
| Slika 20. Brojnost vrste <i>Dermacentor reticulatus</i> prema spolu i razvojnem stadiju na području državnih šuma Hrvatske 2018. godine | 36 |
| Slika 21. Ukupna brojnost utvrđivanih vrsta u šumarijama RH 2018. godine | 37 |
| Slika 22. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području šumarije Ivanska 2018. godine | 39 |

| | |
|---|----|
| Slika 23. Sezonska dinamika razvojnih stadija i spola vrste <i>Ixodes ricinus</i> na području šumarije Ivanska 2018. godine..... | 40 |
| Slika 24. Sezonska dinamika razvojnih stadija i spola vrste <i>Dermacentor reticulatus</i> na području šumarije Ivanska 2018. godine | 40 |
| Slika 25. Sezonska dinamika razvojnih stadija vrste <i>Haemaphysalis concinna</i> na području šumarije Ivanska 2018. godine..... | 41 |
| Slika 26. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području park-šume Maksimir 2018. godine | 42 |
| Slika 27. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području ŠRC Jarun 2018. godine | 43 |
| Slika 28. Sezonska dinamika razvojnih stadija i spola vrste <i>Ixodes ricinus</i> na području ŠRC Jarun 2018. godine..... | 44 |
| Slika 29. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području državnih šuma RH 2018. godine..... | 45 |
| Slika 30. Sezonska dinamika pojavnosti razvojnih stadija vrste <i>Ixodes ricinus</i> na području državnih šuma RH 2018. godine | 45 |
| Slika 31. Sezonska dinamika pojavnosti razvojnih stadija vrste <i>Dermacentor reticulatus</i> na području državnih šuma RH 2018. godine | 46 |
| Slika 32. Sezonska dinamika pojavnosti razvojnih stadija vrste <i>Haemaphysalis concinna</i> na području državnih šuma RH 2018. godine | 46 |
| Slika 33. Brojnost prema spolu i razvojnim stadijima vrste <i>Ixodes ricinus</i> na području šumarija RH 2018. godine..... | 48 |
| Slika 34. Brojnost prema spolu i razvojnim stadijima vrste <i>Dermacentor reticulatus</i> na području šumarija RH 2018. godine | 51 |

SADRŽAJ

| | |
|---|-----|
| DOKUMENTACIJSKA KARTICA | I |
| ZAHVALA | III |
| POPIS TABLICA | IV |
| POPIS SLIKA | V |
| SADRŽAJ | VII |
| 1. UVOD | 1 |
| 2. PREDMET ISTRAŽIVANJA | 3 |
| 2.1. Sistematika krpelja | 3 |
| 2.2. Rasprostranjenost i stanište | 4 |
| 2.3. Morfologija krpelja | 6 |
| 2.4. Životni ciklus i biološke značajke | 10 |
| 2.5. Hranjenje krpelja | 12 |
| 2.6. Krpelji kao vektori uzročnika bolesti | 14 |
| 2.6.1. Babezioza | 15 |
| 2.6.2. Krimsko–kongoanska hemoragijska groznica | 16 |
| 2.6.3. Krpeljni meningoencefalitis (KME) | 16 |
| 2.6.4. Lajmska bolest | 18 |
| 2.6.5. Rikecioze | 21 |
| 2.6.6. Tularemija | 22 |
| 2.7. Kontrola brojnosti krpelja | 23 |
| 2.8. Mjere zaštite od krpelja | 24 |
| 2.9. Preporučene mjere u slučaju ugriza krpelja | 26 |
| 3. CILJ ISTRAŽIVANJA | 27 |
| 4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA | 27 |
| 5. MATERIJALI I METODE | 33 |

| | |
|---|----|
| 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA..... | 35 |
| 6.1. Determinirane vrste krpelja | 35 |
| 6.2. Analiza razvojnih stadija uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja..... | 35 |
| 6.3. Prostorna analiza uzrokovanih vrsta tvrdih krpelja | 37 |
| 6.3.1. Prostorno-vremenska analiza uzrokovanih vrsta tvrdih krpelja po šumarijama | 38 |
| 6.4. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja | 44 |
| 6.5. Analiza brojnosti i sezonske dinamike vrste <i>Ixodes ricinus</i> | 47 |
| 6.6. Analiza brojnosti i sezonske dinamike vrste <i>Dermacentor reticulatus</i> | 50 |
| 7. RASPRAVA | 53 |
| 8. ZAKLJUČAK..... | 56 |
| 9. PRILOZI..... | 63 |

1. UVOD

Krpelji su obligatni hematofagni paraziti. Pripadnici su razreda *Arachnida* (paučnjaci), te reda *Acarina* (grinje). Srodnici su pauka s četiri para nogu u stadiju nimfe i adulta, te po tri para nogu u larvalnom stadiju. Krpelji prolaze kroz četiri razvojna stadija: jajašce, larva, nimfa i adult za posljednja tri oblika potreban je domaćin kako bi mogli obavljati hranjenje odnosno sisanje krvi sa tijela domaćina. Domaćini krpelja su sisavci (*Mammalia*), ptice (*Aves*), gmazovi (*Reptilia*), te rjeđe vodozemci (*Amphibia*) (Hillyard, 1996). Obični krpelj (*Ixodes ricinus*) je najrasprostranjenija vrsta krpelja na području Republike Hrvatske, no populacija mu je gušća u sjevernim dijelovima Hrvatske (Borčić i sur., 1999). U Hrvatskoj je evidentirana 21 vrsta tvrdih krpelja. Poznato je 896 vrsta krpelja, od toga, približno 10% krpelja predstavlja vektore patogena u divljih životinja (Milutinović i Radulović, 2002). U kontinentalnom dijelu Hrvatske najrasprostranjeniji je šumski krpelj (*Ixodes ricinus*) dok je u hrvatskom priobalju za ljude opasniji pseći krpelj (*Rhipicephalus sanguineus*).

Krpelji su učinkoviti prenosnici virusa, bakterija, rikecija i protozoa iz više razloga: sporo i dugo se hrane na domaćinu pa mogu usisati velik broj uzročnika bolesti, hrane se najmanje jedanput u svakom stadiju pa mogu primiti i prenijeti patogene uzročnike, posjeduju veliki reproduktivni potencijal, imaju visok stupanj preživljavanja, mužjak običnog krpelja može gladovati 18, a ženka 27 mjeseci (Romanović i Mulić, 1999). S medicinskog aspekta, smatraju se drugom najznačajnijom skupinom člankonožaca, odmah nakon komaraca (Jaenson i Jensen, 2007).

Na aktivnost krpelja utječu klimatološki čimbenici kao što su temperature zraka, relativna vlažnost zraka, vegetacija, vrsta tla, nadmorska visina i vrsta hrane. Krpelji se najčešće pojavljuju u proljeće i jesen, kada je temperatura zraka oko 5°C, a vlažnost zraka preko 70%. Krpelji se najčešće nalaze na listovima i granama niskog grmlja ne većim od 1m visine, u šikarama, među niskim raslinjem, pretežno u prizemnom sloju tla.

Većina bolesti koje nastaju nakon ugriza krpelja može se spriječiti izbjegavanjem mjesta na kojima borave krpelji u slučaju potrebe boravka na takvim mjestima potrebno je poduzeti preventivne mjere: nošenje duge odjeće od materijala za kojeg se krpelj teže prihvaća, umetanje hlača u obuću radi sprječavanja ulaska krpelja kroz

nogavicu te nakon boravka u prirodi pregledavanje tijela i odstranjivanje krpelja. Rizičnu skupinu ljudi vezanu uz čest boravak ili rad u područjima gdje postoje prirodna žarišta krpelja čine šumari, lovci, planinari, vojnici i dr. te se istima može preporučiti cijepljenje kao preventivna mjeru od zaraze krpeljnim meningoencefalitisom.

U okviru ovog rada biti će obuhvaćena istraživanja faune tvrdih krpelja poduzeta tijekom 2018. godine na kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske u obliku determinacije, odnosno utvrđivanja vrste krpelja, njihovih razvojnih stadija, spola te brojnosti, odnosno dinamike populacije.

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

2.1. Sistematika krpelja

Krpelji pripadaju koljenu člankonožaca (*Arthropoda*), razredu paučnjaka (*Arachnida*), koji je najbrojniji, te potkoljenu klješćara. Najrasprostranjenije i najčešće vrste ovog razreda pripadaju redu grinja (*Acar*) koji je sastavljen uglavnom od grinja, kojima su krpelji vrlo slični, ali se od njih razlikuju po tome što se hrane samo kao paraziti i većih su dimenzija (Estrada-Peña i sur., 2004).

Klasifikacija krpelja (Krantz i Walter, 2009):

Koljeno (*Phylum*) = člankonošci (*Arthropoda*)

Potkoljeno (*Subphylum*) = klješćari (*Chelicerata*)

Razred (*Classis*) = paučnjaci (*Arachnida*)

Podrazred (*Subclassis*) = grinje (*Acar*)

Nadred (*Superordo*) = *Opilioacariformes*

Nadred (*Superordo*) = *Parasitiformes* (sin. *Anactinotrichida*)

Red (*Ordo*) = *Holothyrida*

Red (*Ordo*) = *Mesostigmata*

Red (*Ordo*) = *Metastigmata*

Porodica = meki krpelji (*Argasidae*)

Porodica = tvrdi krpelji (*Ixodidae*)

Porodica = *Nuttalliellidae*

Nadred (*Superordo*) = *Acariformes*

Red (*Ordo*) = *Trombidiformes*

Red (*Ordo*) = *Sarcoptiformes*

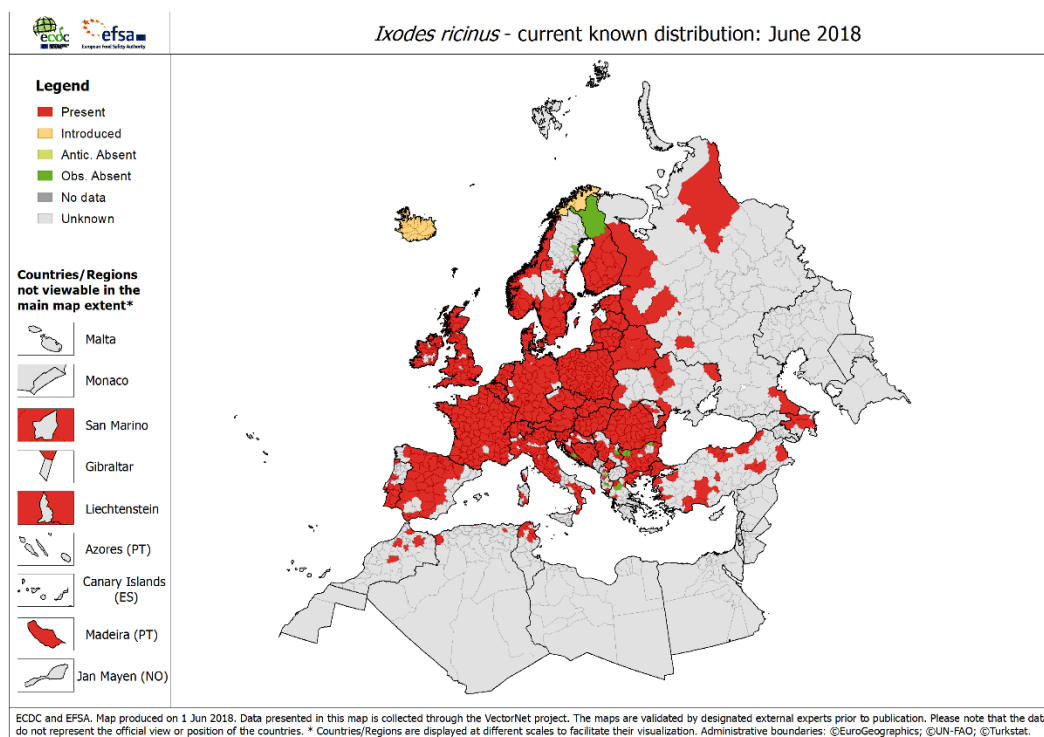
Grinje nadreda *Parasitiformes* (sin. *Anactinotrichidea*) u koji spadaju krpelji, ne posjeduju aktinohitin (optički aktivna tvar) i trihobotrije (vrsta osjetnih dlačica) (Dhooira, 2008.; Mehlhorn, 2016.). Grinje iz podreda *Metastigmata* (sin. *Ixodida*) imaju stigme iza četvrte kokse.

Krpelji se dijele na tri porodice: meki krpelji ili krpelji nastambe (*Argasidae*), tvrdi krpelji ili krpelji šikare (*Ixodidae*) i *Nuttalliellidae*. Porodica *Nuttalliella* ima samo jedan rod i jednu vrstu *Nuttalliella namaqua*, dok porodica *Ixodidae* obuhvaća sljedeće rodove: *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Amblyomma*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, *Hyalomma*, *Anomalohimalaya*, *Bothriocroton*, *Cosmiomma*, *Compluriscutula* (fosilni ostaci), *Corrupalpatum* (fosilni ostaci), *Margaropus*, *Rhipicentor* i *Nosomma*. U Europi i našem podneblju nalaze se četiri značajna roda: *Ixodes*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus* i *Hyalomma*. Porodica *Argasidae* (krpelji nastambi) sadržava pet rodova te približno 190 vrsta i ne posjeduju hitinizirani štit, a usni organi i ovratnik ne vide se s dorzalne strane za razliku od krpelja šikare (Estrada-Pena i sur., 2010.)

2.2. Rasprostranjenost i stanište

Krpelji se pojavljuju još u vrijeme dinosaura odnosno početkom mezozoika prije približno 225 milijuna godina. Prvi krpelji parazitirali su na gmazovima. Većina fosila poznata je iz doba eocena prije približno 50 milijuna godina, međutim teško je odrediti pravi početak pojavljivanja krpelja (Parola i Raoult, 2001). Najstariji fosil krpelja starosti je oko 92 milijuna godina. To je bio krpelj vrste *Carlos jeseyi* iz porodice *Argasidae*, a pronađen je fosiliziran u jantaru na području New Jerseyja, te se hranio krvlju dinosaura (Klompen i Grimaldi, 2001).

Krpelj su rasprostranjeni širom Europe na području umjerene klime od 39 do 65 stupnjeva geografske širine. *Ixodes ricinus* je najčešća vrsta u Europi s geografskom rasprostranjenošću od juga Španjolske do sjeverne Skandinavije (Slika 1). Ova vrsta također je prisutna i u sjevernoj Africi, gdje je ograničena na hladnije i vlažnije pokrajine sa mediteranskom klimom (Tunis, Alžir i Maroko) (Estrada-Peña i sur., 2004).



Slika 1. Trenutna rasprostranjenost šumskog krpelja u Europi prema Europskom centru za prevenciju i kontrolu bolesti, Lipanj 2018 (Web 1)

Karta pokazuje trenutnu raspodjelu običnog šumskog krpelja u Europi na regionalnoj razini. Temelji se objavljenim podacima i potvrđenim od strane stručnjaka kao dio VBORNET projekta (mreža entomologa i stručnjaka za javno zdravstvo, koje financira Europski centar za prevenciju i nadzor bolesti). Crvena boja prikazuje područja na kojima je šumski krpelj prisutan, žuta označava predviđeni izostanka (vrsta nikad nije prijavljena), dok zelena prikazuje učestalu odsutnost (vrsta nikad nije bila prijavljena, a bilo je terenskih istraživanja i studija o krpeljima).

Stanište pridozaska krpelja dijeli se na tri sloja: makroklima (uvjeti su slični generalnim klimatskim uvjetima), mezoklima (vlažnost je veća, a temperaturne promjene manje), mikroklima (predstavlja mikrookruženje tla, listinca, te granica između tla i vegetacije), koji se razlikuju u temperaturi, relativnoj vlažnosti i strujanju zraka.

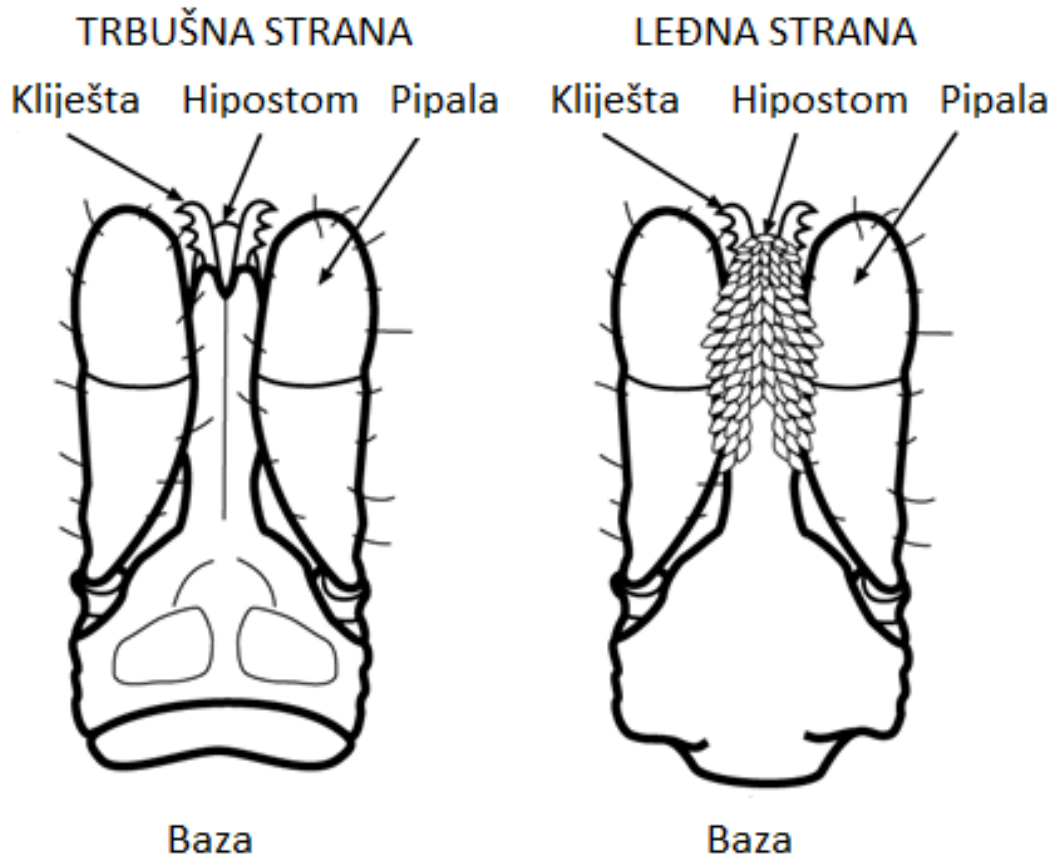
Ixodes ricinus nalazi se uglavnom u listopadnim šumama koji sadrže male sisavce i jelensku divljač, međutim velika populacija može se pojaviti na otvorenim staništima poput livada i močvara u područjima s dovoljno oborina gdje je velika gustoća

domaćina (na stoci). Također se mogu naći u crnogoričnim šumama, dok tamo postoji dovoljno vegetacije na tlu i vlažan mikroklimat. Veliki ograničavajući okolišni čimbenik za pojavu i razvoj običnog krpelja je relativna vlaga zraka koja ne smije pasti ispod 80% za produljena razdoblja i temperatura zraka od 5 do 20°C. Kritična ravnotežna vlažnost za krpelje je od 80% do 92% (Tarman, 1992). Okruženje krpelja također može biti tijelo domaćina, bez obzira na to da 90% svojega života prežive odvojeno od domaćina, na kojemu se većinom hrane i razmnožavaju (Hillyard, 1996).

Period najveće aktivnosti pojavljivanja krpelja su topliji mjeseci, najčešće od travnja do listopada, međutim na njihovu aktivnost utječu specifični uvjeti u njihovom mikroklimatu. Pa tako blage zime i toplo proljeće uvjetuju ranu aktivnost krpelja. Tokom ljeta, naročito u mediteranskom dijelu gdje prevladavaju suši stanišni uvjeti, prelaze u razdoblje dijapauze, odnosno miruju. Na području Hrvatske evidentirana je 21 vrsta tvrdih krpelja koje nalazimo na 47 različitih životinjskih vrsta domaćina (Krčmar, 2012). Unutar roda *Dermacentor* postoji oko 35 vrsta (Guglielmone i sur., 2014.) od kojih su samo dvije vrste prisutne na području Mediterana, a to su: *Dermacentor marginatus* i *Dermacentor reticulatus* (Estrada-Pena i sur., 2004.).

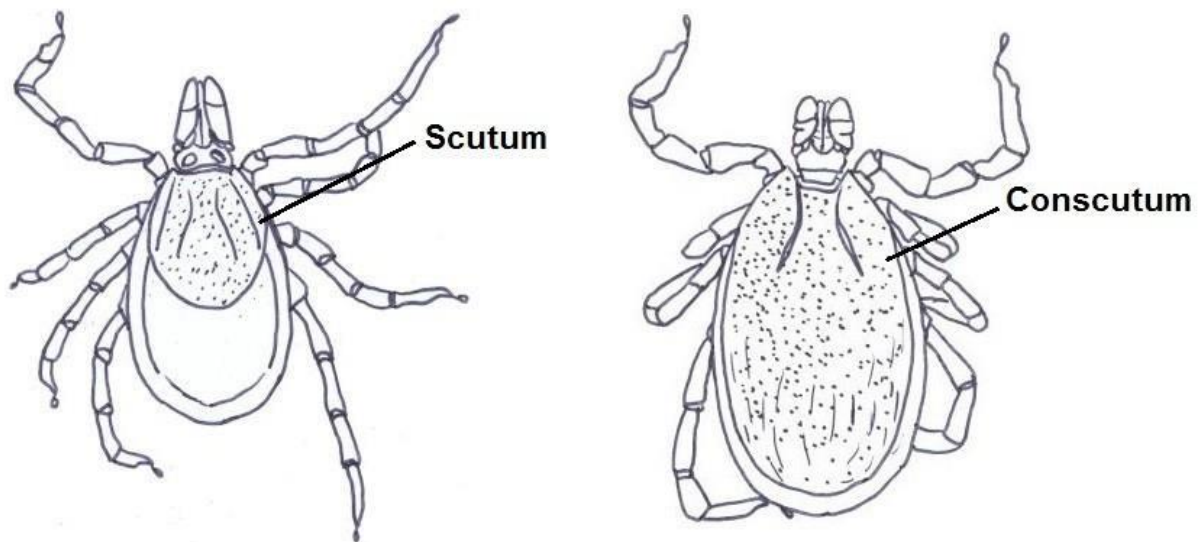
2.3. Morfologija krpelja

Tijelo krpelja čini kapitulum (tzv. „lažna glava“) i idiosoma koja se dijeli na podosomu (dio tijela na kojem se nalaze noge) i opistosomu. Prosomu zajedno čine kapitulum i podosoma, a emargencija se naziva mjesto na kojem su povezani kapitulum i idiosoma. Kapitulum nosi usne dijelove i više puta je opisan kao nepravna glava, jer ne nosi oči (Hillyard, 1996). Uočljivost kapituluma stvara vidljivu razliku između dvije poznate porodice *Ixodidae* i *Argasidae*. Za razliku od porodice *Ixodidae*, kapitulum je kod porodice *Argasidae* manje vidljiv. Kapitulum se sastoji od baze (*basis capituli*), dva pipala i četverodijelnih čeljusnih nožica. Središnje postavljenu hipostomu koja se nalazi s prednje strane tijela i kliješta štite pipala i čeljusne nožice (Slika 2). S obje strane baze kapituluma nalaze se četveročlana ticala koja osim senzorske uloge imaju ulogu zaštite gornje površine hipostome i helicera. Helicere se nalaze nad hipostomom i služe za prodiranje u kožu domaćina. Osnovni dijelovi helicera su: mišićna baza, produljeni dio i segment sa zubčićima (Hillyard, 1996). Cijelo tijelo okružuju epiderma i kutikula s ostrugama.



Slika 2. Morfološki prikaz građe usnog aparata (Web 2)

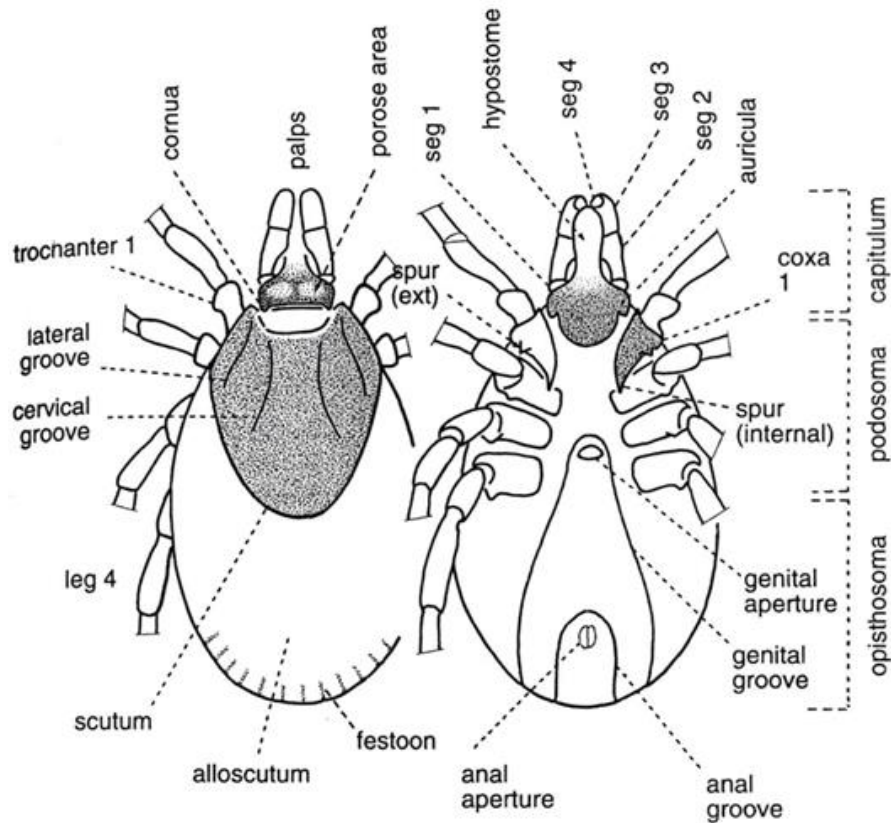
Porodica *Ixodidae* imaju značajku koja je razlikuje od drugih porodica krpelja te su po njoj dobili i ime tvrdi krpelji, to je tvrdi hitinski štit smješten na dorzalnoj (leđnoj) strani tijela (*idiosoma*). U ženki, nimfi i larvi pokriva samo dio tijela na području podosome i naziva se scutum (*scutum*), a u mužjaka pokriva cijelu dorzalnu (leđnu) površinu tijela i naziva se konskutum (*conscutum*) (Slika 3). Štit se razlikuje po obliku i nekim drugim karakteristikama kao što su prisutnost ili izostanak jednostavnih očiju. On ograničava širenje tijela prilikom hranjenja, a može biti i obilježen različitim šarama koje olakšavaju determinaciju vrste.



Slika 3. Prikaz štita (*scutum*) kod ženke (lijevo) i kod mužjaka (*conscutum*) (desno) (Web 3)

Zbog manje pokrivenosti tijela tvrdim štitom, ženka se prilikom hranjenja značajno poveća dok mužjaci ostaju iste veličine. Epikutikula se prilikom hranjenja samo rastegne iz naboranog stanja i ne raste (Hillyard, 1996). Dio tijela koji ne prekriva štit se povećava hranjenjem, naziva se aloscutum. Kod mužjaka se nalazi još sedam manjih štitova sa donje strane, a između njih se nalazi analna i genitalna brazda. Ženke nemaju štitove na ventralnoj strani, a brazde su manje izražene.

Donji dio tijela krpelja sastoji se od ventralnog (trbušnog) dijela kapituluma, prvih članova nogu (kukovi), parnih odušaka te analnog i genitalnog otvora (Hillyard, 1996). Na ventralnoj strani tijela nalaze se analni otvor, genitalni otvor te genitalna pora. Krpelji imaju tri spolne strukture koje imaju taksonomski značaj: spolni otvor smješten s trbušne strane na prednjem dijelu tijela (iza kapituluma), očvrsnula spolna pločica koja zatvara spolni otvor i spolne brazde koje se pruža od spolnog otvora do analne brazde. Za porodicu *Ixodidae* karakteristična je polukružna analna brazda jer se zakrivljuje uokolo ispred analnog otvora, dok je sve ostale vrste krpelja imaju iza analnog otvora ili je ni nemaju (Slika 4).



Slika 4. Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela krpelja (Hyllard, 1996)

Tijelo krpelja je različitog oblika; okruglasto, pločasto, kuglasto, duguljasto, prema tome kako životinja živi (Matoničkin, 1981). Krpelji su veličine 0,2 do 1,5 cm. Upravo zbog tako male veličine tijela nastala je kolutičavost te su prednji i stražnji dio tijela srasli, a mnogi organi su smanjeni ili su jednostavno nestali. Ličinke krpelja nalik su adultima, a jedina razlika je u tome što imaju po 3 para nogu dok odrasli krpelji imaju po 4 para. Noge su sastavljene od šest segmenata: kuk (*coxae*), trohanter (*trochanter*), bedro (*femur*), čašica (*patella*), goljenica (*tibia*) i stopalo (*tarsus*). Stopalo se na trećoj i četvrtoj nozi može dijeliti na metatarsus i tarsus. Na stopalu se nalazi apotel. Apotel je dio noge koji služi za prianjanje, a građen je od jednog para kandžica i pulvillus (blaziničasta struktura ispod kandžica). 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). Feromonske žlijezde (fovealne žlijezde) kod ženki se nalaze blizu posteriornog ruba štita, a kod mužjaka na sredini tijela.

Tablica 1. Razlike između porodica Ixodidae i Argasidae (Web 4)

| KARAKTERISTIKE | TVRDI KRPELJI | MEKI KRPELJI |
|----------------------------|----------------|---------------|
| Štit | prisutan | nema |
| Capitulum (djelovi usta) | vidljiv odozgo | nije vidljiv |
| Stadij nimfe | jedan | nekoliko |
| Vrijeme hranjenja adulta | nekoliko dana | 30-60 min |
| Krvni obroci ženke | jedan | nekoliko |
| Odlaganje jaja | jednom | nekoliko puta |
| Ukupan broj položenih jaja | 2000-20000 | 400-500 |

2.4. Životni ciklus i biološke značajke

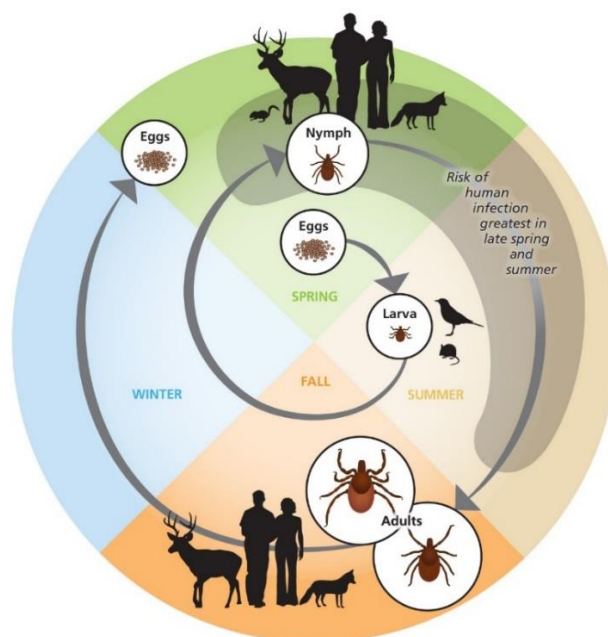
Sve vrste krpelja imaju približno sličan razvojni ciklus koji obično traje dvije godine, a može trajati pet do šest godina ovisno o klimi i uvjetima staništa. Dužina trajanja životnog ciklusa ovisi o temperaturi, godišnjem dobu u kojem se krpelj razvija, te raspoloživim domaćinima (Parola i Raoult 2001). Životni ciklus tvrdih krpelja može biti jednorodni (jedan domaćin), dvorodni (dva domaćina) ili trorodni životni ciklus (tri domaćina) iste ili različite vrste domaćina (Slika 5). Jednorodni krpelji mogu imati više generacija u jednoj godini, dok je kod višerodnih krpelja potreban duži vremenski period od jedne do tri godine kako bi dovršili životni ciklus. Životni ciklus mekih krpelja uključuje više domaćina s višestrukim stadijima nimfi, a svaki se stadij hrani kratko te odrasli krpelji uzimaju više puta krvne obroke i nakon svakog hranjenja liježu male vrećice jaja.

Svi razvojni stadiji krpelja (larva, nimfa i adult) hrane se krvlju domaćina (Logar, 1999). Prezimljuju u gornjim slojevima zemlje ili pod otpalim lišćem, a aktivni postaju kada dnevna temperatura dosegne oko 7°C, a temperatura tla oko 4°C. (Sonenshine, 1991.) Krpelji koriste dvije strategije za pronalazak domaćina, aktivnu i pasivnu. Pasivne vrste miruju i ovise o životinjama koje prolaze, dok aktivne vrste traže domaćina. Većina krpelja traži domaćina tako da se popne na vrh travke ili grančice i

postavi u specifičan položaj sa ispruženim prednjim nogama. Dodatni stimulansi za postavljanje krpelja u ovaj položaj su ugljični dioksid, toplina i pokreti domaćina. Kada se domaćin dotakne njihovih prednjih nogu krpelji se brzo uspinju na tijelo, pričvrste i buše kožu kako bi se nahranili odnosno sisali krv.

Ženke krpelja se pare samo jednom neposredno prije nego što su spremne nagutati se krvi. Kada je ženka krpelja nahranjena i kada ima dovoljno uskladištene sperme za oplodnju svojih jaja, odvaja se od domaćina, pada na tlo i u razdoblju od dva do 20 dana na tlu polaže od 2000-20000 jaja nakon čega ugiba (Estrada-Peña i sur. 2004, Logar 1999, Spielman i Hodgson 2000). Jajašca dozrijevaju nekoliko tjedana te se iz njih razviju ličinke koje su nakon nekoliko dana spremne za hranjenje na domaćinu, a to su najčešće zmijske i gušteri ili sitni sisavci i ptice (Mehlhorn i Schein 1984, Barišin i sur. 2011). Ličinke se na domaćinu hrane tri do sedam dana te se nakon nekoliko mjeseci preobraze u nimfu, a nimfa se na domaćinu hrani tri do deset dana, zatim se preobrazi u odraslog mužjaka ili ženku. Odrasla ženka se na domaćinu hrani osam do 12 dana i u to vrijeme može posisati dva do 2,5 ml krvi.

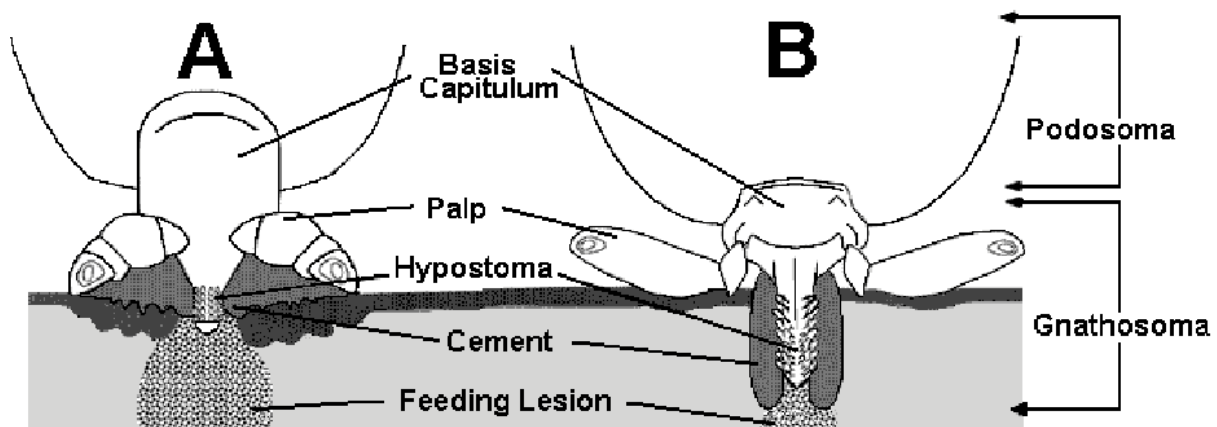
Za životni ciklus krpelja značajna je dijapauza. To je hormonski proces s niskom razinom metaboličke aktivnosti (Sonenshine, 1993). Dijapauza kod insekata i nekih pauka karakterizira prestanak razvoja i stagnaciju, koja omogućava životinjama da prežive nepovoljne klimatske uvjete (Tarman, 1992).



Slika 5. Životni ciklus trorodnih krpelja (Web 5)

2.5. Hranjenje krpelja

Sukladno parazitskom načinu života, krpelj ima specifično razvijenu građu usnog aparata i probavnog trakta. Krpelji ne mogu skakati niti letjeti, oni gmižu te im je za prijenos na domaćina potreban fizički kontakt koji ostvaruju penjanjem sa vrha travke ili grančica i prihvaćanjem prednjim nogama za domaćina. Prilikom pronalaska pogodnog mjesta krpelj počinje proces hranjenja koji može trajati od nekoliko dana do jednog tjedna. Usni dijelovi se sastoje od helicera (klijesta), pedipalpi (čeljusne nožice) i hipostome (rilo). Usni su dijelovi kod ličinki i nimfi manji, s manjom penetracijom i uzrokuju slabiju reakciju domaćina, dok je kod odraslih domaćina usni aparat duži, tako da može doseći subdermalne slojeve kože, te uzrokuju jaču imunološku reakciju domaćina (Hill i McDonald 2006). Krpelj se prvo čvrsto prihvaća za kožu i postavlja tijelo pod kutem od 45°-60° i počinje rezati kožu pomoću para klijesta (Stafford, 2007). Zatim uranu koja je napravljena pomoću zubića ulazi hipostom na kojoj se nalazi mnogo zavijenih zubića, pipala ostaju izvan rane te su horizontalno položene na površini kože (Stafford, 2007) (Slika 6).



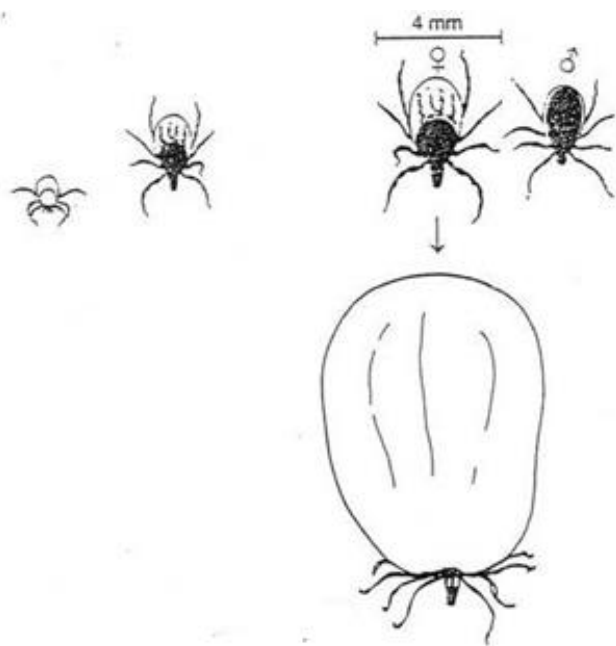
Slika 6. Položaj krpelja prilikom A) prijanjanje B) hranjenje (Web 6)

Kod probadanja kože krpelj kroz rilce počinje lučiti slinu iz žlijezda slinovnica. Slina ima specifičnu tvar koja sadrži anestetik, zbog čega je ubod bezbolan, te poseban protein koji stvara vezivni sloj oko mjesta uboda, čime se krpelj učvrsti prilikom sisanja što traje nekoliko sati. Krpelji luče razne bioaktivne komponente koje narušavaju mogućnost domaćina da suzbije štetu na svom tkivu. Enzimi sline osim što pospješuju hranjenje, olakšavaju prijenos i preživljavanje patogena u tijelu domaćina. Da bi došlo

do prijenosa patogena iz zaraženog krpelja on mora biti pričvršćen i hraniti se na domaćinu minimalno 24 sata, dok je kod nekih patogena potrebno 48 i više sati (Hill i MacDonald, 2006).

Hranjenje kod krpelja nije kontinuirano te je većina krvnog obroka uzeta tijekom zadnjih 12 do 24 sata hranjenja. Da bi se krvni obrok koncentrirao određene stanice u slinovnim žlijezdama postepeno su preobražene u žlijezde koje izlučuju vodu. Žlijezde slinovnice izlučuju vodu i prekomjerne količine soli iz hemolimfe u slinovne kanale, gdje se transportiraju u područje hranjenja u domaćinu. Eliminacijom vode zajedno s ograničenom transpiracijom preko kutikule krpelj koncentrira krvni obrok do mjere da je pravi volumen krvi dva do tri puta veći od težine nahranjenog krpelja.

Period uzimanja krvnog obroka kod mekih krpelja značajno je kraći od perioda uzimanja krvnog obroka tvrdih krpelja. Adulti i nimfe mekih krpelja najčešće se nahrane u vremenu od 15-60 minuta, te pritom svoju početnu masu uvećaju tri do četiri puta. Tvrdi krpelji ostaju pričvršćene za domaćina i hrane se pet do 12 dana, te za to vrijeme ženke krpelja mogu svoju početnu masu povećati 80-120 puta (Slika 7). Muški krpelji se hrane s prekidima, uzimaju male obroke i veličina im se neznatno mijenja zbog velikog štita na leđima koji ograničava njihov rast.



Slika 7. Povećanje volumena ženke *Ixodes ricinus* uslijed hranjenja (Web 7)

2.6. Krpelji kao vektori uzročnika bolesti

Vektori ili prenosioci zoonoza su hematofagni člankonošci, koji mogu prenijeti uzročnika bolesti s rezervoara na ljude i životinje. Rezervoari su u velikoj mjeri sitni glodavci (miševi, voluharice) koje služe uzročnicima bolesti za njihovo trajno održavanje u prirodi. Zarazne bolesti prenositeljima najraširenije su i medicinski najznačajnije od svih vektorskih bolesti u Europi, a evidentira se dramatično povećanje oboljelih tijekom posljednjih dva desetljeća kao i nova žarišta infekcija.

Čimbenici koji čine krpelje učinkovitim vektorima patogena su:

- brzi proces hranjenja kod mekih krpelja
- čvrsto držanje za domaćina i mogućnost duljeg preživljavanja bez krvnog obroka kod tvrdih krpelja

Krpelji imaju vektorsku ulogu, ali služe i kao rezervoar bakterija i daljnje zaraze. Bakterije se mogu prenositi horizontalno (iz stadija larve preko stadija nimfe do stadija odraslog krpelja) i vertikalno (iz jedne generacije na drugu putem majke na potomstvo). Vertikalno prenošenje karakterizira manja važnost za održavanje inficirane populacije krpelja jer je podložno neuspjehu zbog promjene temperature tijekom embriogeneze (Weber, 1993.; Milutinović i sur., 2012.).

Smatra se da samo 10% vrsta krpelja sudjeluje u prijenosu patogena na domaće životinje i ljude. Prijenos patogena ovisi o nekoliko čimbenika. Ovisi o tome je li krpelj zaraženo o vremenu prisutnosti krpelja na tijelu domaćina (Kumar i Chhangte, 2015). Krpelj patogena stekne prilikom hranjenja krvlju na zaraženom organizmu. Patogen se u krpelju može zadržavati u probavilu ili u epitelu probavnog trakta. Nakon epitela probavnog trakta patogen prelazi u žlijezde slinovnice, a zatim kod ponovnog hranjenja zajedno sa slinom ulazi u krv novog domadara (Šimo i sur., 2017).

Tablica 2. Bolesti koje krpelji prenose i njihovi uzročnici (Web 8)

| BOLESTI | UZROČNICI |
|--|--|
| Krpeljni meningoencefalitis | Flavivirusi - virus krpeljnog meningoencefalitisa |
| Krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica | Nairovirus iz porodice <i>Bunyaviridae</i> |
| Borelioze: povratna vrućica, eritema migrans, lajmska bolest | Borelije – <i>Borelia burgdorferi</i> |
| Tularemija | <i>Francisela tularensis</i> |
| Erlihioze | <i>Ehrlichia chaffeensis</i> , <i>E. phagocytophila</i> |
| Babezioza | Paraziti iz roda <i>Babesia</i> |
| Rikecioze - Pjegava groznica / Q groznica | Rikecije - <i>R. rickettsii</i> , <i>R. conori</i> , <i>R. sibirica</i> , <i>R. australis</i> – <i>Coxiella burnetii</i> |

2.6.1. Babezioza

Babezioza je vektorska bolest koju uzrokuju protozoe (praživotinje) iz porodice *Babesidae*. Parazit je prvi put opisao Victor Babes 1888. kod goveda u Transilvaniji u Rumunjskoj (Granstörn, 1997). U Europi su najčešći uzročnici babezioze kod pasa *Babesia vogeli*, *Babesia canis* i *Babesia gibsoni*, a prenose ih *Ixodes ricinus*, *Dermacentron reticulatus* i *Rhipicephalus sanguineus*. Ljudsku babeziju uzrokuju *Babesia microti* i *Babesia divergens*, koju prenosi krpelj *Ixodes ricinus* (Hillyard, 1996).

Ljudi se babeziazom zaraze u slučaju ugriza zaraženog krpelja. Dok se hrani krvlju, inficirani krpelj čovjeku prenosi parazite koji ulaze u eritrocite i podliježu aseksualnoj replikaciji. Oboljeli nisu zarazni za svoju okolinu, ali prijenos sa čovjeka na čovjeka poznat je u slučajevima transfuzije krvi te s majke na dijete u trudnoći. Velik broj ljudi koji se zarazi babezijom osjeća se dobro i nema nikakvih tegoba, dok se kod nekih osoba mogu razviti nespecifični simptomi nalik na gripu, kao što su vrućica, zimica, glavobolja, bolovi u mišićima, gubitak apetita, mučnina i povraćanje. Također može doći do pojave posebnog oblika anemije koja se naziva hemolitička anemija te razvoja žutice. Liječenje u slučajevima blage ili umjerene bolesti, kombinacija je antimikrobnih lijekova azitromicina i atovakvona u trajanju od sedam do deset dana, dok u

slučajevima gdje je ugrožen život bolesnika često se provodi tzv. zamjenska transfuzija.

2.6.2. Krimsko–kongoanska hemoragijska groznica

Krimsko-kongoanska hemoragijska groznica (KKHG) pripada jednoj od najraširenijih bolesti na svijetu koje prenose krpelji. Pod pojmom virusnih hemoragijskih groznica podrazumijevaju se visoko zarazne bolesti koje uzrokuju virusi iz pet porodica: *Arenaviridae*, *Filoviridae*, *Bunyaviridae*, *Togaviridae* i *Flaviviridae*. Krpeljima prenosi virusne hemoragijske groznice su Omsk hemoragijska groznica i Krim-Kongo hemoragijska groznica (de la Fuente i sur., 2008). Spada u skupinu virusne hemoragijske groznice koja uzrokuje vrućicu i poremećaje krvarenja, a osim toga može dovesti i do jake groznice, šoka pa i smrti ako se radi o ekstremnim slučajevima. Navedena groznica zahvaća dijelove Afrike, Azije, istočne Europe i Bliskog Istoka. Prijenosnici ove groznice najčešće su krpelji roda *Hyalomma*. Groznicu mogu prenositi i vrste roda *Rhipicephalus*, *Dermacentor* te neke vrste mekih krpelja. U Europi je bolest endemična za područja Balkanskog poluotoka (i to na području Kosova, Albanija, Grčke i Bugarske), južne Rusije, Francuske, Portugala i Mađarske. Prijenos groznice uključuje i domaće i divlje životinje, a infekcija se prenosi ubodom inficiranog krpelja ili direktnim kontaktom s krvlju zaraženih životinja što se najčešće događa pri obradi zaraženih životinja.

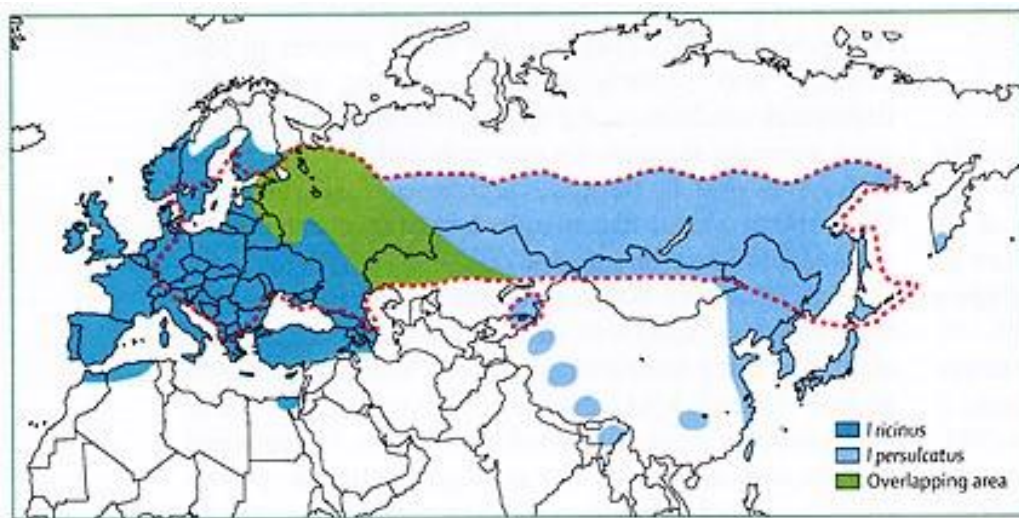
2.6.3. Krpeljni meningoencefalitis (KME)

Krpeljni meningoencefalitis (KME) virusno je oboljenje, tipična zoonoza prirodno žarišnog tipa, što znači da se javlja na području koja odgovaraju rezervoaru i vektoru. Uzročnik KME je RNK virus iz roda *Flavivirus* i obitelji *Flaviviridae* koji obuhvaća oko 70 serotipova izoliranih po cijelom svijetu. Postoje tri podvrste virusa različitih kliničkih interpretacija: zapadnoeuropski tip, sibirski tip te dalekoistočni tip. Dalekoistočni tip je teži i ima visoku stopu smrtnosti, dok u Hrvatskoj i drugim okolnim zemljama prevladava zapadnoeuropski tip s blažim tijekom bolesti.

Strukturno se virus KME ne razlikuje od drugih flavivirusa. Njegov genom čini jednolančana RNK s kapsidnim C-proteinom koji oblikuje ikozaedarnu nukleokapsidu.

Protonski omotač sadrži glikoprotein E i u zrelih virusnim česticama membranski M protein koji je ugrađen u lipidnu virusnu membranu (M. Miletić-Medved i sur., 2011). Otpornost virusa nije velika. Ultraljubičaste zrake i temperatura od 60°C uništavaju ga za dvije minute. Manje je osjetljiv na alkohol, eter, aceton i formalin.

KME virus rasprostranjen je u umjereno-klimatskom pojasu. Bolest je rasprostranjena širom Europe, od Švicarske i baltičkih država do jugoistoka Europe (Slika 8). Poznata endemska područja KME u Europi su Austrija i Njemačka, a u novije vrijeme i baltičke države. U najznačajnija endemska područja svrstava se Slovenija, koja je godinama jedna od država s najvećim brojem prijavljenih oboljenja ove bolesti u ljudi.



Slika 8. Proširenost krpeljnog encefalitisa u svijetu (Web 9)

U Hrvatskoj je bolest prvi puta opisana 1952. godine (Begovac i sur., 2006). U Hrvatskoj je endemično žarište u sjeverozapadnom dijelu (okolica Koprivnice, Zagreba, Bjelovara, Čakovca, Varaždina), a na sjeveroistoku (okolica Našica i Vinkovaca). Nova rizična područja pojavljuju se duž Jadranske obale i na otocima između Istre i Dubrovnika na jugu. Godišnje se u Hrvatskoj u prosjeku prijavi 25 osoba oboljelih od krpeljnog meningoencefalitisa.

Inkubacija krpeljnog meningoencefalitisa je sedam do 14 dana. Kod srednjoeuropskog tipa tijek bolesti je obično bifazičan. Prva faza odgovara stadiju viremije u kojoj se virus umnaža lokalno u kožnim stanicama, potom odlazi u regionalne limfne čvorove te putem limfnih puteva u krvotok. Traje od jednog do osam dana a simptomi su slični gripi, uz vrućicu, glavobolju, malaksalost, bol u cijelom tijelu i povraćanje. Nakon

prolaznog poboljšanja u trajanju od četiri do deset dana, u drugom stadiju imamo invaziju središnjeg živčanog sustava, praćenu visokom temperaturom, poremećajem svijesti, glavoboljom i povraćanjem, te infekciju moždanih opni, mozga i leđne moždine, što rezultira meningitisom, encefalitisom, mijelitisom. Kod težih oblika bolesti, druga faza bolesti karakterizirana je afekcijom središnjeg živčanog sustava. Može nastati paraliza mišića ramenog pojasa, ruku i disanja. Smrtnost se kreće 1-5%.

Krpeljni meningoencefalitis može se spriječiti cijepljenjem. Cijepljenje treba započeti tijekom zimskih mjeseci kako bi se osigurala zaštita prije „sezona“ krpelja u proljeće. Provodi se u tri doze i već određeno vrijeme nakon druge doze postoji zadovoljavajuća zaštita. Liječenje je simptomatsko i provodi se u bolnici. Kod liječenja KME ne postoje specifični antivirusni lijekovi.

Prirodni rezervoar virusa su ptice i sitni šumski glodavci, a uslijed transovarijalnog prijenosa s jedne na drugu generaciju rezervoar infekcije može biti i sam krpelj. Najčešći sitni glodavci koji služe kao rezervoari krpeljnog meningoencefalitisa (KME) su: žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis*), šumski miš (*Apodemus sylvaticus*), poljski miš (*Apodemus agrarius*), livadna voluharica (*Microtus agrestis*), šumska voluharica (*Myodes graleolus*). Najznačajniji prenositelj ove bolesti je vrsta *Ixodes ricinus*. Ovu virusnu bolest još prenose i sljedeće vrste krpelja: *Ixodes hexagonus*, *Ixodes arvicola*, *Ixodes trianguliceps*, *Haemaphysalis punctata*, *Haemaphysalis inermis*, *Haemaphysalis concinna*, *Dermacentor reticulatus*, *Dermacentor marginatus*.

2.6.4. Lajmska bolest

Lajmska bolest je spirohetna bolest koju najčešće prenose jelenski krpelji. Lajmska bolest naziva se još i Lyme boreliozom te erythema migrans. Vrlo je raširena zoonoza koju prenose krpelji u Europi i Sjevernoj Americi. Ime je dobila prema mjestu gdje je otkrivena 1975. godine, okrug Lyme u državi Connecticut u Sjedinjenim Američkim Državama, a bakteriju je prvi put opisao američki znanstvenik Willy Burgdofer 1981. godine. Radi se o mikroorganizmu iz skupine spiroheta koji spada u rod *Borrelia*. Najčešći uzročnici lajmske bolesti u Europi su vrste *Borrelia afzelii* i *Borrelia garinii*, dok su u Sjevernoj Americi to *Borrelia burgdoferi* i *Borrelia mayonii*. Glavni prijenosnik ove bolesti je krpelj *Ixodes ricinus*, a mogu prenositi i vrste kao što su: *Ixodes*

hexagonus, *Ixodes acuminatus*, *Ixodes trianguliceps*, *Haemaphysalis punctata* i *Dermacentor reticulatus*. Te vrste rijetko parazitiraju na čovjeku, ali su važne za održavanje enzootskih ciklusa (Hillyard, 1996). U kruženje borelija u Europi uključeno je devet vrsta malih sisavaca, sedam vrsta srednje velikih sisavaca i 16 vrsta ptica (Zore, 2002).

U Hrvatskoj bolest je prvi put opisana 1986. Godišnje se bilježi 200 do 300 slučajeva i to u lipnju i srpnju. Bolest je češća na sjeveru Hrvatske (Begovac i sur., 2006). U našoj su zemlji krpelji široko rasprostranjeni, no područje sjeverozapadne Hrvatske (Hrvatsko zagorje, područje oko Koprivnice, Čakovca te područje uz Zagrebačku goru, manje Gorski kotar, Kvarner i Istra) bilježi veću brojnost i potencijalno veću opasnost od bolesti koje prenose (Borčić, 1988; Margaletić, 2006). Veliki porast oboljelih od ove bolesti zabilježen je u Belgiji, Norveškoj, Finskoj i Bugarskoj.

Borelija može preživjeti u raznim tkivima dugi niz godina i uzrokovat kroničnu bolest, godinama nakon ugriza zaraženog krpelja, čiji se simptomi sele u tkiva i oponašaju različite bolesti. Nakon ugriza inficiranog krpelja borelija se razmnožava s odgodom deset do 24 sata, a simptomi rane bolesti su: kožne promjene i povećanje temperature iznad 38°C. U slučaju da zaraženi krpelj ugrize trudnicu postoji mogućnost od spontanog prekida trudnoće, prijevremenog porođaja, smrti novorođenčeta ili kongenitalne borelioze novorođenčeta. Bolest nastupa u tri stadija, ovisno o stadiju može zahvaćat: kožu, neurološki, koštano-mišićni i srčano-žilni sustav.

Tablica 3. Faze i simptomi Lajmske borelioze

| STADIJ | SIMPTOMI |
|--------------------------|---|
| Lokalni stadij | <ul style="list-style-type: none"> - Rani stadij započinu poput gripe. - 2 do 30 dana pojavljuju se crveni čvorići na mjestu ugriza, koji se vremenom pretvaraju u prstenastu promjenu koja se širi i centralno blijedi (Slika 9). |
| Rani diseminirani stadij | <ul style="list-style-type: none"> - Rasipanje bakterija krvlju i limfom po tijelu, uz osip i pojavu prstenastih lezija kože na raznim dijelovima tijela, uz povećanje limfnih čvorova i slezene. - 1 – 6 mjeseci nakon pojave migrirajućih eritema razvijaju se neurološki simptomi meningitis, radikulopatija i neuropatija uz moguće smetnje u radu srčanog mišića. |
| Kasni stadij | <ul style="list-style-type: none"> - Manifestira se godinama nakon početka bolesti kod osoba koje nisu liječene. - Bolesti centralnog i perifernog živčanog sustava. - Mogući napadaji panike, dezorijentacija, opsesivno ponašanje, shizofrenija, suicidalne težnje, impulzivno ponašanje i dr. - Promjene na očima, jetri, plućima, mišićima, želucu i crijevima. |



Slika 9. Prvi simptomi Lajmske borelioze (erythema migrans) (Web 10)

Rizik od infekcije je veći tijekom toplijih mjeseci godine (svibanj i lipanj) budući da postoji sezonska povezanost pojavljivanja bolesti i aktivnosti rezervoara i vektora

(Milas i sur., 2002). Lajmska borelijoza liječi se antibioticima, međutim ne postoji najučinkovitiji antibiotik, niti optimalna količina antibiotika, kao ni odgovarajuće vrijeme koje je potrebno da se bolest liječi (Strle, 2001). Cilj liječenja ranog stadija lajmske bolesti antibioticima je skratiti znakove i simptome te ukloniti ili smanjiti rizik od nastanka kasnih manifestacija bolesti.

2.6.5. Rikecioze

Rikecioze su zarazne bolesti koje uzrokuju rikecije, male gram-negativne bakterije kokobaciliranog oblika, one su obligatni unutarstanični paraziti. Dijele se u četiri skupine: a) tifusnu skupinu i skupinu pjegavih groznica, b) šikarski tifus, c) erlihioze, d) Q-groznicu. Većina rikecioza osim erlihioza i Q-groznice, manifestira se pojavom osipa. Bolesti rikecioznih skupina uzrokuju bakterije roda *Rickettsia*. U Dalmaciji su opisani slučajevi bolesti čiji osnovni izvor zaraze pas, a prenosilac je pseći krpelj (*Rhipicephalus sanguineus*).

Erlhioze u ljudi uzrokuju bakterije *Ehrlichia chaffeensis* (humanu monocitnu erlihiozu) i *Ehrlichia phagocytophila* (humanu granulocitnu erlihiozu). Izvor je zaraze humanom monocitnom erlihiozom jelen (može biti i pas), a u SAD-u prenosilac je krpelj *Amblyomma americanum*. Izvor zaraze humanom granulocitnom erlihiozom može biti jelen, a prenosilac obični krpelj *Ixodes ricinus* kod nas je opisana u sjeverozapadnim dijelovima Hrvatske.

Rickettsia conorii uzročnik je mediteranske pjegave groznice. Prvi zapis te bolesti u Hrvatskoj s područja grada Splita, dao je Tartaglia 1935. godine, a prvu serološku potvrdu bolesti u bolesnika, stanovnika i turista, oboljelih u epidemiji bolesti na području Splita i prigradskih naselja, dala je Punda sa suradnicima 1982. godine (Tartaglia P., 1939.,; Punda V. i sur., 1984.). *R. conorii* izolirana je ne samo iz glavnog prijenosnika - krpelja *Rhipicephalus sanguineus*, nego i iz krpeljnih vrsti *bursa* i *Dermacentor marginatus* (Sardelić i sur., 2003). Mediteranska pjegava vrućica češća je bolest kod muškaraca nego kod žena, pojavljuje se kod svih dobnih skupina, najčešće djece do deset godina. Najčešći simptomi su vrućica, glavobolja, osip kože tijela sa zahvaćanjem lica, dlanova i tabana.

Q groznica je zoonoza uzrokovana bakterijom *Coxiella burnetii*. Prvi put je opisana 1935. god. *Coxiella burnetii* je unutarstanični parazit koji nema kapsulu i može stvarati spore. Mikroorganizmi su otporni na vrućinu i suhi okoliš. Takve osobine otpornosti organizma dopuštaju bakterijama da prežive kroz dugi period u vanjskom okolišu. Inkubacija traje dva do tri tjedna. Učestalost je najveća u proljeće, ali prisutna je tijekom cijele godine. Kod ljudi udisanjem inficiranog aerosola mikroorganizmi dopiju u pluća, a poslije u krv. Rezultat infekcije je pojava različitih simptoma i znakova kao što su: vrućica, glavobolja i intenzivno znojenje, a bolest može pratiti i pneumonitis.

2.6.6. Tularemija

Francisella tularensis prepoznata je kao ljudski patogen od početka 20. stoljeća i etiološki uzročnik - tularemije. Ona je mali, pleomorfni, nepokretni, nesporogeni, aerobni bacil. Ime je dobila po okrugu Tulare u Kaliforniji gdje je bolest bila endemska među glodavcima. Tularemija je bolest sjeverne hemisfere čija je pojavnost uglavnom vezana uz pojedina endemska područja (Slika 10). Endemična žarišta u Europi već dugo postoje; to su Finska i Švedska. Iako su značajnija oboljenja ljudi uglavnom vezana uz ratne prilike (BiH, Kosovo), u posljednje vrijeme zabilježena je povećana pojavnost i pojava epidemija u nekoliko europskih država u kojima nije bilo većih socio-ekonomskih previranja (Njemačka, Mađarska). U Hrvatskoj je veći broj slučajeva evidentiran tijekom Domovinskog rata, a danas je najučestalija oko tokova Save i Drave.



Slika 10. Proširenost tularemije u svijetu (Web 11)

Inkubacija traje - tri do pet dana sa osnovnim simptomima poput: groznice, slabost, grlobolje, glavobolje, dok ostale kliničke manifestacije ovise u načinu ulaska patogena u tijelo. Na osnovi biokemijskih razlika i virulencije *F. tularensis* se dijeli na četiri vrste. Kod najčešće vrste (ulceroglandularni tip) na šakama i prstima nastaju upale, a limfni čvorovi na istoj strani, na kojoj je infekcija, oteknu. Druga vrsta (okuloglandularni tip) zarazi oko uzrokujući crvenilo i oteknu te natečene limfne čvorove. U trećoj vrsti (glandularni tip) oteknu limfni čvorovi, ali se ne razviju upale, što upućuje da su izvor progutane bakterije. Četvrta vrsta (tifoidni tip) dovodi do visoke temperature, bolova u truhu i iscrpljenosti. Ako tularemija dospije do pluća, može nastati pneumonija.

Čimbenici poput promjene temperature i oborine, zajedno s promjenama u vektorskim pojavama, važni su za pojavu tularemije. Pogoršanje higijenskih uvjeta zajedno s naglim povećanjima populacije glodavaca razlozi su za pojavu epidemije.

Do danas je *F. tularensis* izdvojena iz 190 vrsta sisavca, 88 vrsta beskrležnjaka, 23 vrste ptica i tri vrste vodozemaca. Glavnim rezervoarima tularemije ipak smatramo: zečeve, kuniće i glodavce dok krpelji imaju ulogu vektora. Glavni prenositelj tularemije u Europi je krpelj *Ixodes ricinus*. Ovu bolest također prenose i druge vrste krpelja, kao što su: *Ixodes apronophorus*, *Dermacentor marginatus*, *Dermacentor reticulatus*, *Haemaphysalis concinna*, *Haemaphysalis punctata*.

2.7. Kontrola brojnosti krpelja

Boravak u šumovitim predjelima može predstavljati brojne rizike. Jedan od njih je mogućnost zaraze bolestima koje prenose krpelji. Vjerojatnost zaraze povećava se u proljetnom i ljetnom razdoblju čija se brojnost može kontrolirati. Brojnost krpelja na nekom staništu se može kontrolirati mehaničkim, biološkim i kemijski metodama. Mehaničke metode poput: kontroliranih požara, mehaničkog čišćenja krošanja i odstranjivanja listinca, te djelomično odstranjivanje krošnje tako da je tlo više izloženo direktnom suncu smatraju se jednim od najučinkovitijih metoda kontrole brojnosti krpelja. Mehaničke metode imaju pozitivan karakter jer njima mijenjamo stanište, a da pritom ne upotrebljavamo otrove, niti ubijamo domačine krpelja. Kod kontrole brojnosti krpelja potrebno je uništiti mikrostanje krpelja ili ga promijeniti do te mjere, da za krpelje više nije primjereno (Sonenshine, 1993).

U biološke metode kontrole krpelja spadaju prirodni predatori krpelja, paraziti te bakterijski patogeni kod krpelja. Krpelji su većinom plijen kada su nasisani i kada se spuste na zemlju kako bi našli mjesto za presvlačenje i odlaganje jajašaca (Sonenshine, 1993). Krpelji mogu biti plijen velikom broju različitih životinja. Od ptica predatori su: čvorci (*Sturnus vulgaris*), vrane (*Corvus* spp.), kokoši (*Gallinae*) ili goveđe čaplje (*Ardeola ibis*) koje sa tijela velikih preživača skupljaju krpelje. Od sisavaca, predatori krpelja su: rovke (*Soricidae*), štakori i miševi (*Muridae*) te gušteri (*Lacertidae*). Među člankonošcima, značajni predatori krpelja su: mravi, kornjaši (*Coleoptera*), pauzi (*Aranea*) te grinje (npr. *Anystidae*, koje jedu krpelje). U toplijim predjelima krpelje iz okoline mogu ukloniti i biljke, npr. Biljke iz roda *Stylosanthes* (fam. *Fabaceae*-mahunarke), *Melinis* (fam. *Poaceae*-trave) i *Gynandropsis* (fam. *Capparaceae*-kaprovke) (Hillyard, 1996). Gljive također mogu uzrokovati smanjenje brojnosti krpelja (Hillyard, 1996). Endoparazitske gljive koje napadaju krpelje su *Steinernema carpocapse* i *Heterorhabditis bacteriophora*.

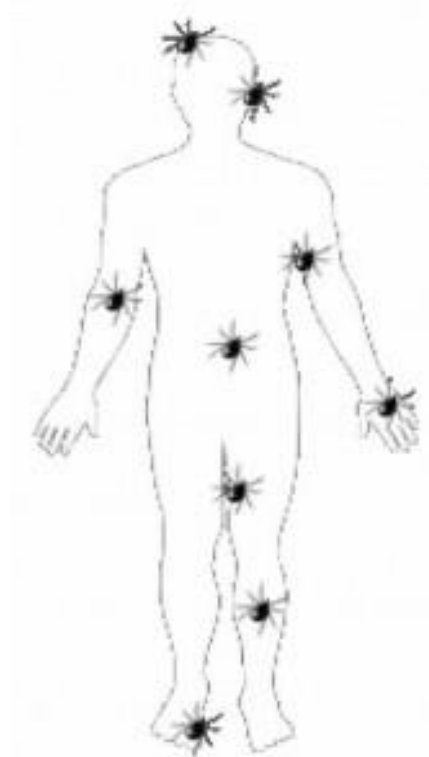
Brojnost krpelja u okolišu može se znatno smanjiti kemijskim metodama odnosno tretiranjem insekticidom (akaricidom). Kod kemijskih metoda najviše se upotrebljavaju organofosfati, piretroidi kao i njihove kombinacije. Male količine navedenih sredstava potrebno je koristiti u pravo vrijeme. U slučaju nimfi *Ixodes scapularis* trebalo bi se provoditi jednom u svibnju ili početkom lipnja. Tretiranje se provodi na rubnim dijelovima šume i na području gdje je nisko raslinje.

2.8. Mjere zaštite od krpelja

Najučinkovitija prevencija zaštite ugriza krpelja je izbjegavanje staništa gdje se nalaze krpelji za vrijeme njihovog sezonskog vrhunca. Hodati obilježenim stazama, izbjegavati provlačenje kroz grmlje, ležanje na tlu, odlaganje odjevnih predmeta na grmlje.

Važno je nositi odjeću svjetlijih boja, majice dugačkih rukava zataknete u hlače. Hlače također trebaju biti dugih rukava i umetnute u čarape, najpogodnije su hlače od čvrstog pamučnog materijala, zbog dužeg vremena prolaska krpelja kroz čvršći materijal. Potrebno je nositi zatvorenu obuću, nikako izlagati stopala. Vrlo je važno koristiti zaštitnu odjeću i repelente.

Preporuča se pregledavanje cijelog tijela nakon svakog boravka u prirodi te, ukoliko je krpelj pronađen, odmah ga ukloniti. Neka područja treba pažljivije pregledati kao što su glava, vrat, pazuhe, prepone, područja iza koljena te pupak. (Slika 11). Posebnu pažnju treba obratiti na ličinke i nimfe koje zbog svoje veličine često znaju biti previđeni.



Slika 11. Područja čovjeka gdje se najčešće „hvataju“ krpelji (Web 12)

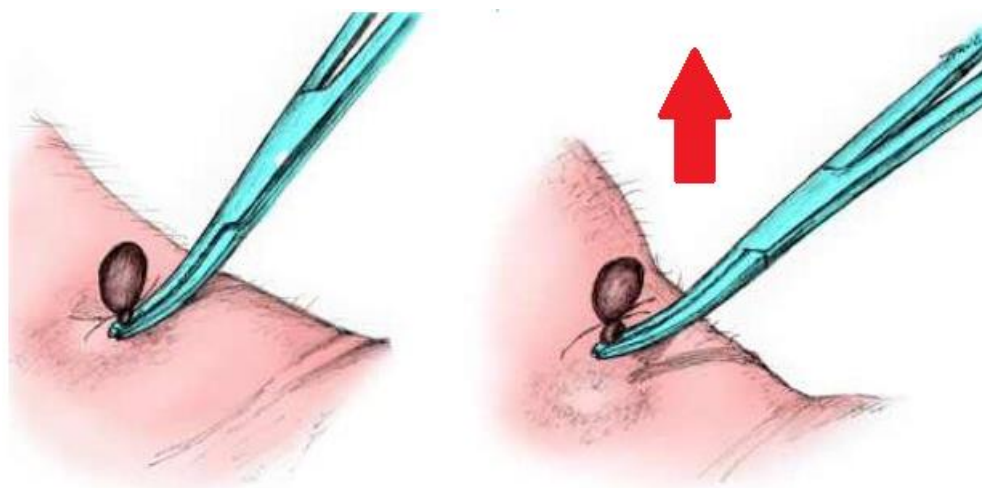
Jedna od metoda zaštite je korištenje insekticidnih repelenata (akaricida), nanoseći ih na odjeću ili direktno na kožu. Idealan repelent pruža potpunu zaštitu nekoliko sati u različitim uvjetima, pruža zaštitu protiv svih člankonožaca (arthropoda), nije toksičan i ne uzrokuje iritaciju. Najpoznatiji repelent je DEET (N,N-dietil-3-metilbenzamid) koji se koristi kao repelent protiv komaraca, ali se pokazao i kao uspješan repelent protiv *I. ricinus*.

Cijepljenjem se može spriječiti pojava krpeljnog meningoencefalitisa nakon ugriza krpelja. 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). Cijepljenje protiv KME preporučuje se osobama koje pripadaju rizičnim

grupama i češće su izložene ubodu krpelja i to samo u područjima gdje ima krpeljnog meningoencefalitisa. Opravdano je cijepjenje šumara, šumskih radnika, vojnika, lovaca, planinara, ali i izletnika i turista koji samo povremeno borave u endemskim krajevima.

2.9. Preporučene mjere u slučaju ugriza krpelja

Primijetimo li ugriz krpelja na tijelu, potrebno ga je što prije izvaditi radi njegove potencijalne inficiranosti (Slika 12). Neke od "narodnih" metoda vađenja krpelja iz tijela uključuju mazanje krpelja raznim sredstvima (ulje, petrolej, vazelin, alkohol, lak za nokte i dr.), što nije dobro, jer tada dolazi do pojačanoga lučenja sline, a to znači i virusa i bakterija u tkivo domaćina (Harpin, 1999). Krpelja nikada ne bi trebalo dirati ili izvlačiti golim rukama, jer ponekad se patogeni mikroorganizmi mogu prenijeti preko kože. Prilikom mehaničkog uklanjanja krpelja, od presudne je važnosti uhvatiti ga pincetom ili specijaliziranom napravom što bliže koži, manje je bitan smjer izvlačenja (Needham, 1985). Radi sprječavanja infekcije zaostalog dijela krpelja u tijelu, moramo paziti da prilikom vađenja izvadimo njegovo čitavo tijelo iz našeg organizma. Krpelj se ne bi smio ni spaljivati zagrijanim objektima, pošto takav čin može dovesti do rasprskavanja krpelja i širenje patogena u okolinu. Nakon uklanjanja krpelja iz domaćina potrebno je područje uboda dezinficirati alkoholom, kako bi se smanjio rizik od sekundarne infekcije, te je potrebno obratiti pozornost na moguće znakove i simptome, koji bi mogli ukazati na pojavu neke od bolesti krpelja.



Slika 12. Pravilno vađenje krpelja pincetom (Web 13)

Što je krpelj duže pričvršćen na domaćina to je veća vjerojatnost prijenosa patogena. U slučaju *B.burgdorferi* ili *B.microti* potrebno je 36-48 sati za prijenos, kod Lyme bolesti vjerojatnost prijenosa patogena je 0 % u prva 24 sata te 12 % u slijedećih 48 sati. Za nimfe je u prosjeku potrebno 30 sati dok je za odrasle jedinke oko deset sati. Krpelja je najlakše odstraniti u prvi nekoliko sati nakon što se pričvrstio.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog diplomskog je istražiti i utvrditi faunu tvrdih krpelja (Acari: *Ixodidae*) na području državnih šuma Republike Hrvatske kroz:

- ❖ praćenje brojnosti i sezonske tj. mjesečne dinamike populacija tvrdih krpelja na području državnih šuma Republike Hrvatske u 2018. godini.
- ❖ determinaciju vrste, spola te razvojnog stadija uzrokovanih jedinki tvrdih krpelja

4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Područje istraživanja zahvatilo je određene lokalitete unutar pojedinih šumarija na području uprava šuma podružnica (UPŠ) Hrvatske. Uprave šuma u kojima se radilo uzrokovanje su (Slika 13):

UPŠ Bjelovar - Šumarija Ivanska (odjel/odsjek 22a, odjel/odsjek 42a, odjel/odsjek 79b, odjel/odsjek 79c, odjel/odsjek 34e);

UPŠ Buzet – Šumarija Rovinj (lokaliteti Kanfanar i Bale), Šumarija Opatija (lokalitet Veprinac i Vas);

UPŠ Delnice – Šumarija Delnice (lokalitet Lučice), Šumarija Gerovo (lokalitet Lividraga) ;

UPŠ Koprivnica - Šumarija Koprivnica (odjel/odsjek 32d, odjel/odsjek 39a), Šumarija Čakovec (odjel/odsjek 36g, odjel/odsjek 35b, odjel/odsjek 37b);

UPŠ Našice – Šumarija Koška (odjel/odsjek 68a, odjel/odsjek 69b);

UPŠ Osijek – Šumarija Valpovo(odjel/odsjek 26c / 28b, odjel/odsjek 46a / 47b);

UPŠ Sisak – Šumarija Lekenik(odjel/odsjek 37b, odjel/odsjek 51a) ;

UPŠ Split – Šumarija Primošten (lokaliteti: Vezac, Kruševo, Boraja, Široke, Oduh i Stražar)

UPŠ Vinkovci – Šumarija Županja(odjel/odsjek 72c, odjel/odsjek 35b);

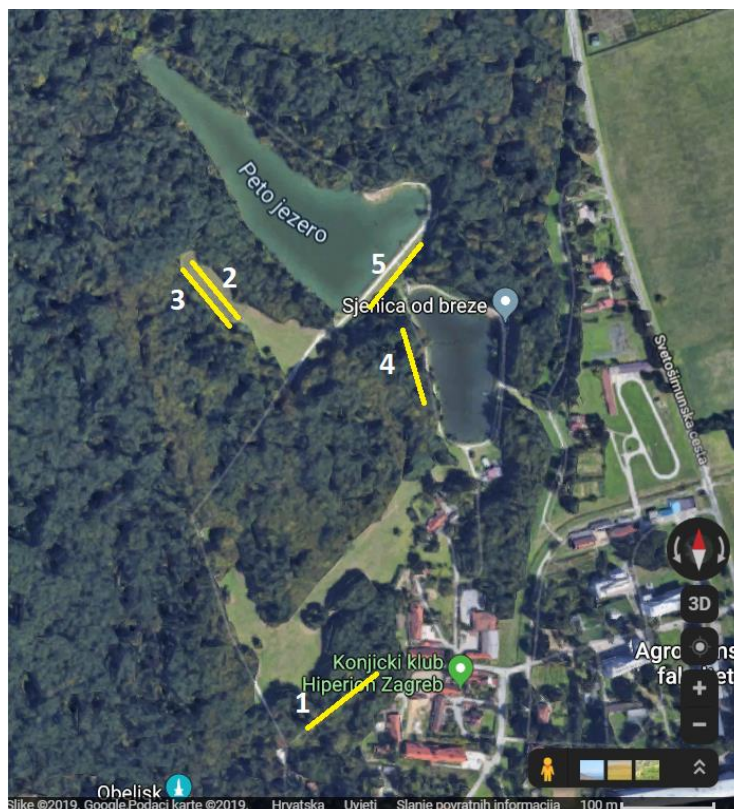
UPŠ Zagreb – Šumarija Velika Gorica (odjel/odsjek 7a, odjel/odsjek 69c), Šumarija Lipovljani (odjel/odsjek 175a, odjel/odsjek 119b); Šumarija Zagreb (lokalitet: Puntijarka 1b, Puntijarka 1a, Štefanovac 12 odjel).



Slika 13. Karta prikaza UŠP sa lokalitetima na kojima je obavljeno uzrokovanje krpelja (Web 14)

Istraživanja vezana uz ovaj rad obavljena su na još četiri lokacije na području grada Zagreba: park-šumu Maksimir, športsko rekreacijski centar Bundek, športsko rekreacijski centar Jarun, nastavno pokusnog šumski objekt (NPŠO) Šumarskog fakulteta u Dotrščini.

Park Maksimir smješten je na južnim obronaka planine Medvednice i dolinske zaravni rijeke Save. Površine je 316 hektara, nalazi se na nadmorskoj visini od 120 do 167 metara, a administrativno pripada zagrebačkoj gradskoj četvrti Maksimir. Srednja godišnja temperatura iznosi 11 °C, a godišnja količina oborina 870 mm. Na području park šume Maksimir istraživanje je rađeno na pet mikrolokacija. Sve mikrolokacije (transekti) smještene su na sjeveroistočnom dijelu parka Maksimir i razlikuju se po tipu vegetacije, osvjetljenosti, vlažnosti, otvorenosti i dr. (Slika 14)

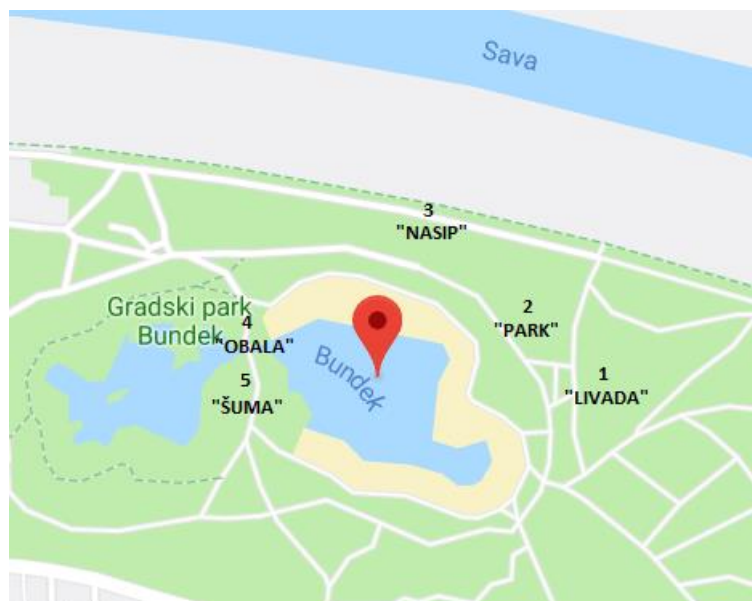


Slika 14. Prikaz transekata parka Maksimir na kojima je obavljeno uzorkovanje krpelja (Web 15)

Prva mikrolokacija nalazi se na istočnom rubu parka Maksimir, uz makadamski put iznad konjušnice. Na transektu prevladava niska vegetacija, uz stablimičan raspored običnog graba. Druga mikrolokacija se nalazi na košenoj livadi zapadno od petog jezera. Prevladava travnata vegetacija bez stabala. Treći transekt nalazi se u

neposrednoj blizini transekt broj 2, na rubu livade i grupe stabala običnoga graba. Prevladava travnata vegetacija uz ponešto grmlja koje se razvija u proljetnim mjesecima. Četvrti transekt nalazi se na nekoliko desetaka metara zapadno od četvrtog jezera u šumi. Prevladava najgušća vegetacija grmlja i prizemnog rašća među svim transektima. Posljednja mikrolokacija, peta smještena je na jugoistočnom obronku nasipa koji dijeli četvrto i peto jezero. Vegetacija je travnata uz neposredan šibljak vrba sa južne strane.

Športsko rekreacijski centar Bundek smješten je na području Novog Zagreba uz rijeku Savu, to je područje dva jezera, livada i šuma koje se proteže od Mosta Slobode do Mosta Mladosti. Površina parka iznosi 545 000 m² od čega 470 000 m² otpada na zelene površine (travnjake), 50 000 m² na vodene površine (jezera) te 10 000 m² na pješačke staze. Dva jezera se nazivaju Veliko jezero i Malo jezero. Područja testiranih ploha nalaze se na području gdje se zadržava veći broj ljudi unutar parka (Slika 15).



Slika 15. Smještaj promatranih područja parka Bundek (Web 16)

Područje testiranja „livada“ smješteno je desno od Velikog jezera na Bundeku, prije parkirališta. Na ovom području nema puno drveća i prevladava otvoreni sklop. Na drugom području „park“ najčešće su prisutni ljudi. Ovo je mjesto okupljanja i aktivnog boravka u prirodi. Zbog stalne prisutnosti ljudi i čestog gaženja tla na pojedinim mjestima gotovo da i nema trave, stoga ovo područje nije pogodno za zadržavanje većeg broja krpelja. Treće područje testiranja – „nasip“ redovito se kosi, nalazi se na

padinama koja odvaja područje parka od staze za šetanje duž nasipa rijeke Save. Ovaj dio posjetitelji rijetko koriste zbog čega ova mikrolokacije predstavlja potencijalno područje gdje se krpelji mogu nesmetano nastaniti. Područje istraživanja „obala“ nalazi se uz obalu Malog jezera, gdje je stanište vlažnije i zaraštenije u odnosu na ostala područja na Bundeku. Područje istraživanja „šuma“ najbliže je prirodnom okruženju krpelja, nalazi se u blizini vode i ima dosta drveća. Ovdje je moguće stvaranje šumske mikroklike, a na tlu se nalazi tanji sloj listinca. Na ovom području rastu crna topola, bijela vrba te razni drugi grmovi.

Rekreacijsko športski centar Jarun nalazi se u središtu Zagreba na lijevoj obali rijeke Save, a s ostalih strana okružuju ga gradska naselja Staglišće, Jarun, Vrbani i Prečko. Prostire se na 240 hektara, čine ga regatna staza duga 2250 m i dva jezera – Veliko i Malo, te šest otoka : Otok Univerzijade, Otok Trešnjevka, Otok Veslača, Otok Hrvatske mladeži, Otok Divljine i Otok Ljubavi (Slika 16).

Na ovom je prostoru zabilježeno 29 vrsta riba, 130 vrsta ptica te više vrsta vodozemaca, gmazova i malih sisavca. Od ptica posebno su značajne ptice močvarice, koje svojim načinom života uz vodu i pored nje utječu na njenu kakvoću. Najpoznatija močvarica među njima je crvenokljuni labud (*Cygnus olor*), koji se u većem broju pojavljuje u zimskim mjesecima. Područje Jaruna obuhvaća šest vrsta koje se nalaze na Crvenom popisu (*Ophrys apifera*, *Alopecurus geniculatus*, *Carex panicea*, *Cyperus fuscus*, *Orchis militaris* i *Orchis tridentata*), dok je invazivnih vrsta zabilježeno 25.

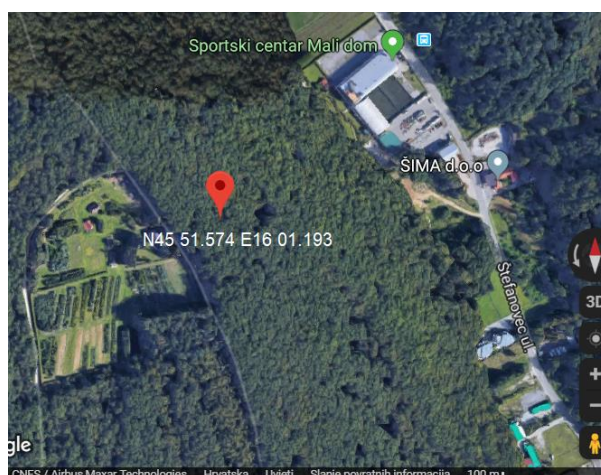


Slika 16. Prikaz mikrolokaliteta na području športsko rekreacijskog centra Jarun (Web 17)

„Sanjkalište šumarak“ prva je mikrolokacije nalazi se istočno od Velikog jezera, na samom rubu RŠC Jarun. Prevladavaju šumski uvjeti s manjim intenzitetom svjetla. Ovdje prevladavaju uglavnom stabla crne i bijele johe, te bagrema. Druga mikrolokacija (Livada) nalazi se na košenoj livadi uz kajakaški kanal na južnoj strani parka, nasuprot otoka Hrvatske mladeži. Prevladava travnata vegetacija bez stabala. Transekt tri („rub šume“) nalazi preko puta mikrolokaliteta 2 te obuhvaća sam rub šume i paralelno prati biciklističku stazu. Prevladava travnata vegetacija uz ponešto grmlja koje se razvija u proljetnim mjesecima. Mikrolokalitet 4 („Plaža“) smješten je pored šljunčane plaže na Velikom jezeru. Mikrolokalitet 5 („Park Veliko jezero“) smješten je preko puta nasipa na južnoj strani ŠRC Jarun, u blizini parka i dječjeg igrališta. Prevladava travnata vegetacija sa stablima hrasta lužnjaka u rijetkome sklopu.

Istraživanja na područjima ŠRC Bundek provodilo se kroz pet mjeseci, parka Maksimir kroz šest mjeseci i ŠRC Jarun kroz osam mjeseci (od ožujka do listopada) i pritom se mijenjalo. Promjene su vidljive u izgledu staništa, u promjeni temperature, tlaka, vlage zraka i drugih parametara. Te promjene su važne upravo radi sezonske pojavnosti krpelja.

Spomen-park Dotrščina smješten je na jugoistočnim obroncima Zagrebačke gore, u istočnom djelu grada Zagreba sjeveroistočno od parka Maksimir. Južni dio park je položeniji dok se u sjeveroistočnom djelu mogu naći strme i napornije staze. Park Dotrščina ima i svoje povijesno značenje te je u parku smješteno mnoštvo spomenika posvećenih žrtvama II. svjetskog rata. Park je dobio ime po potočiću Dotrščini koji se spušta s Medvednice i istoimenim brežuljcima. Dotrščina se prostire na oko 2km² (365 katastarskih jutara) uglavnom šumske površine. Ovdje od vrsta drveća prevladava uglavnom grab, hrast i pitomi kesten. Lokacija Štefanovec na kojoj je rađeno uzrokovanje nalazi se istočno od nastavno pokusnog šumskog objekta (NPŠO), u odjelu 12, na mirolokalitetu dobivenim GPS koordinatama 45°51'34.4"N 16°01'11.6"E (Slika 17).

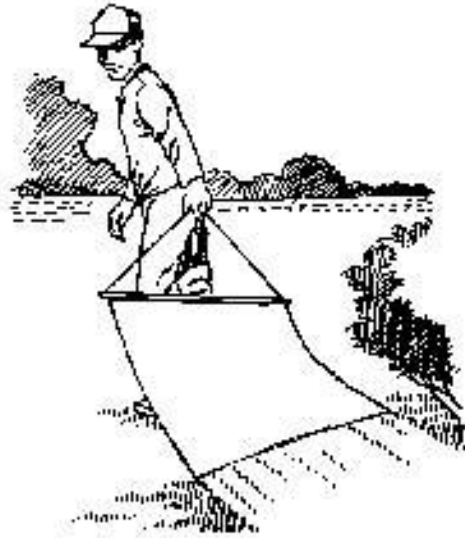


Slika 17. Prikaz lokacije (koordinate: N45 51.574 E16 01.193) na kojoj je rađeno uzrokovanje krpelja (Web 18)

5. MATERIJALI I METODE

Uzorkovanje krpelja vršeno je na 37 različitih lokaliteta na području državnih šuma Hrvatske u periodu od siječnja do listopada 2018. godine. U Zagrebu su istraživanja rađena na četiri područja, od toga je ukupan broj mikrolokaliteta iznosio 16 transekata. U državnim šumama UŠP istraživanja su rađena kombinacijom metode „flagging“ i metodom prolaska odnosno metodom sakupljanja krpelja sa odjeće. Na mikrolokalitetima: park Maksimir, ŠRC Bundek i ŠRC Jarun istraživanje se provodilo isključivo „flagging“ metodom tj. metodom krpeljne zatege. Metodom „flagging“ jedinke su prikupljane povlačenjem bijelog pamučnog flanelastog platna veličine 1m² (Slika 18). Platno se povlači po površini tla, preko listinca i preko niske vegetacije na svakom

pojedinom transektu. Platno je pregledavano svakih 20-tak metara, po potrebi i češće, ako se zamijeti povećan ulov krpelja. Krpelji su s platna sakupljani pincetom, pritom koristeći jednokratne (lateks) rukavice. Pohranjivani su u plastične epruvete sa čepom (2ml) i transportirane na Šumarski fakultet. Prilikom uzorkovanja bilježeno je mjesto i datum uzimanja uzoraka. Za potrebe evidentiranja vremenskih prilika u staništu u vrijeme uzorkovanja tvrdih krpelja mjereni su: temperatura zraka, relativna vlažnost zraka, brzina vjetrova i količina svjetlosti.



Slika 18. Prikupljanje krpelja metodom krpeljne zatege (Juričić K., 2017)

U laboratoriju Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Zoološki laboratorij) rađena je determinacija krpelja na razini vrste, razvojnog stadija (larve, nimfe, adulti) i spola. Determinacija krpelja vršila se pod povećanjem od 50x, pomoću svjetlosnog mikroskopa Olympus Leica Wild m28 opremljenim objektnim mikrometrom zajedno s programskim paketom Quick Photo, Modell: Camera 2 te pomoću Dino-Lite digitalnog mikroskopa (povećanja 20x – 220x) i programskog paketa DinoCapture 2.0 version 1.5.17.B. Prilikom identifikacije pregledana je dorzalna i ventralna strana krpelja, a pri pregledu se u obzir uzimao oblik tijela, izgled i veličina scutuma, građa i veličina kapituluma i rostruma, broj ekstremiteta i drugo. Identifikacija svih razvojnih stadija na bazi osnovnih karakteristika vršena je prema uputama identifikacijskog ključa: Estrada-Peña i sur. 2004: Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region - A Guide to Identification of Species.- University of Zaragoza.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Determinirane vrste krpelja

U razdoblju od 20.01. do 26.10. 2018. godine na području državnih šuma Republike Hrvatske, provedeno je uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*). Statističkom obradom podataka uzorkovanih jedinki tvrdih krpelja utvrđena je dominacija vrste *Ixodes ricinus* sa 77,86%. Rezultati determiniranih vrsta krpelja kao i podaci o njihovoj brojnosti prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4. Ukupan broj determiniranih vrsta tvrdih krpelja na području državnih šuma Republike Hrvatske u 2018.godini

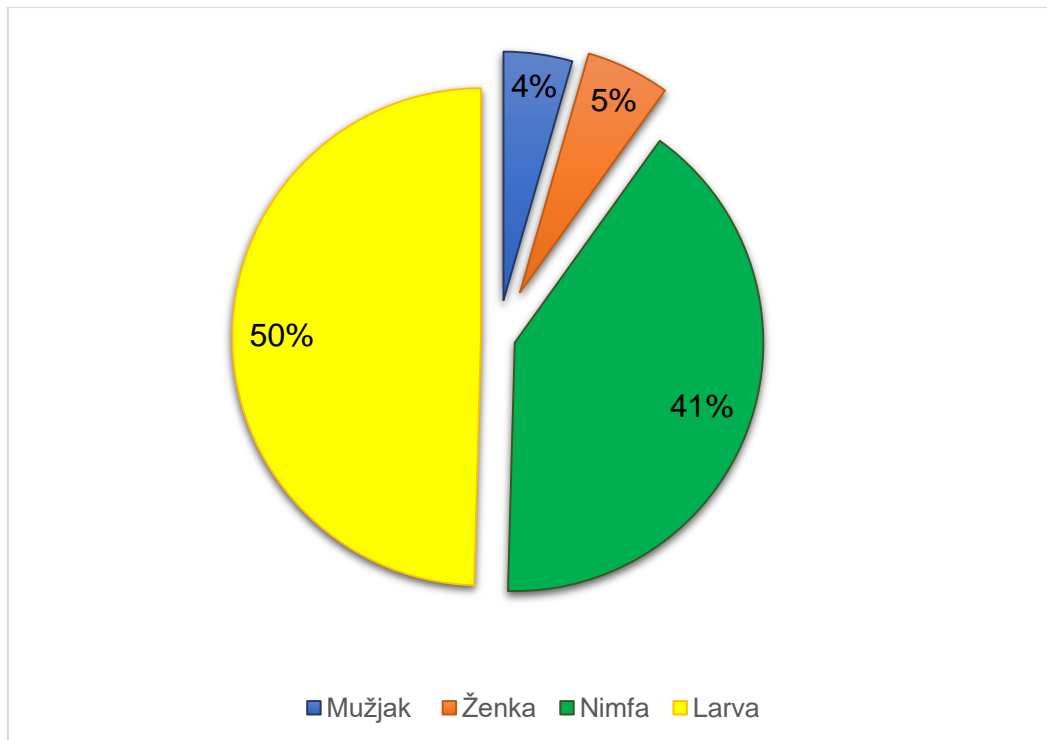
| Porodica | Rod | Vrsta | Broj jedinki | % |
|-----------------|----------------------|--------------------------------|--------------|-------|
| <i>Ixodidae</i> | <i>Ixodes</i> | <i>Ixodes ricinus</i> | 918 | 77,93 |
| | <i>Dermacentor</i> | <i>Dermacentor reticulatus</i> | 243 | 20,63 |
| | <i>Haemaphysalis</i> | <i>Haemaphysalis concinna</i> | 17 | 1,44 |
| Σ | 3 | 3 | 1178 | 100 |

6.2. Analiza razvojnih stadija uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja

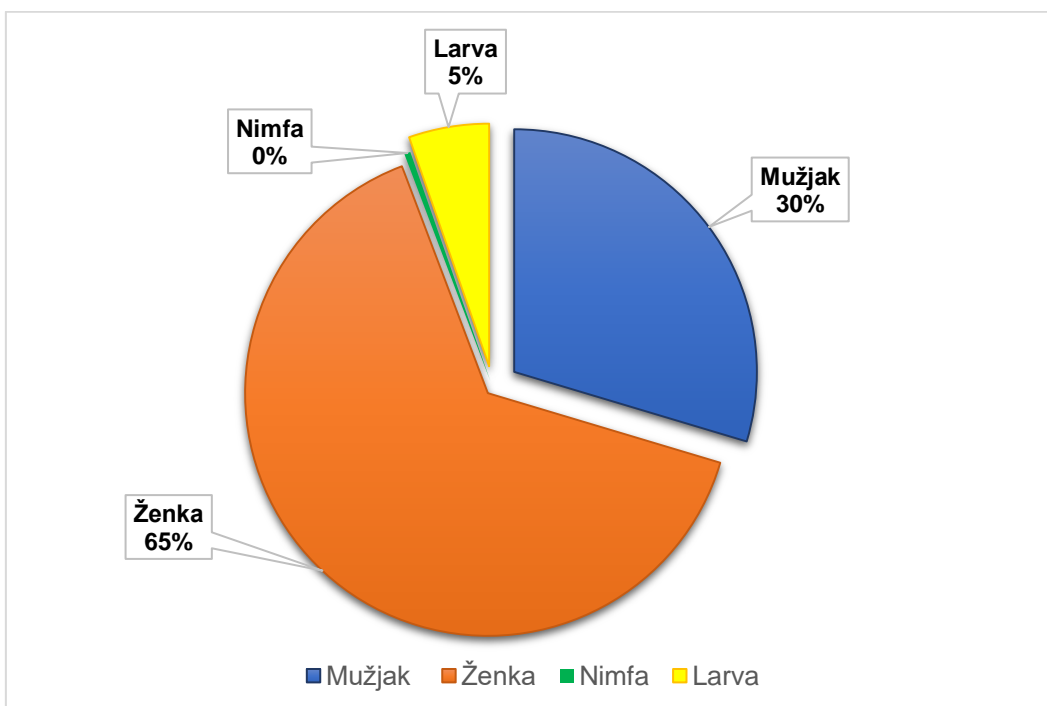
Analizom brojnosti prema razvojnom stadiju uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja utvrđena je dominantnost larvi vrste *Ixodes ricinus*, dok je kod vrste *Dermacentor reticulatus* najveći broj jedinki prikupljen u stadiju adulta. Rezultati brojnosti prema razvojnim stadijima prikazana su u Tablici 5.

Tablica 5. Brojnost razvojnih stadija unutar determiniranih vrsta tvrdih krpelja na području državnih šuma Republike Hrvatske u 2018.godini

| Vrsta | Larva | Nimfa | Mužjak | Ženka | Σ Adult |
|--------------------------------|-------|-------|--------|-------|----------------|
| <i>Ixodes ricinus</i> | 455 | 372 | 41 | 50 | 91 |
| <i>Dermacentor reticulatus</i> | 13 | 1 | 72 | 157 | 229 |
| <i>Haemaphysalis concinna</i> | 13 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 481 | 377 | 113 | 207 | 320 |



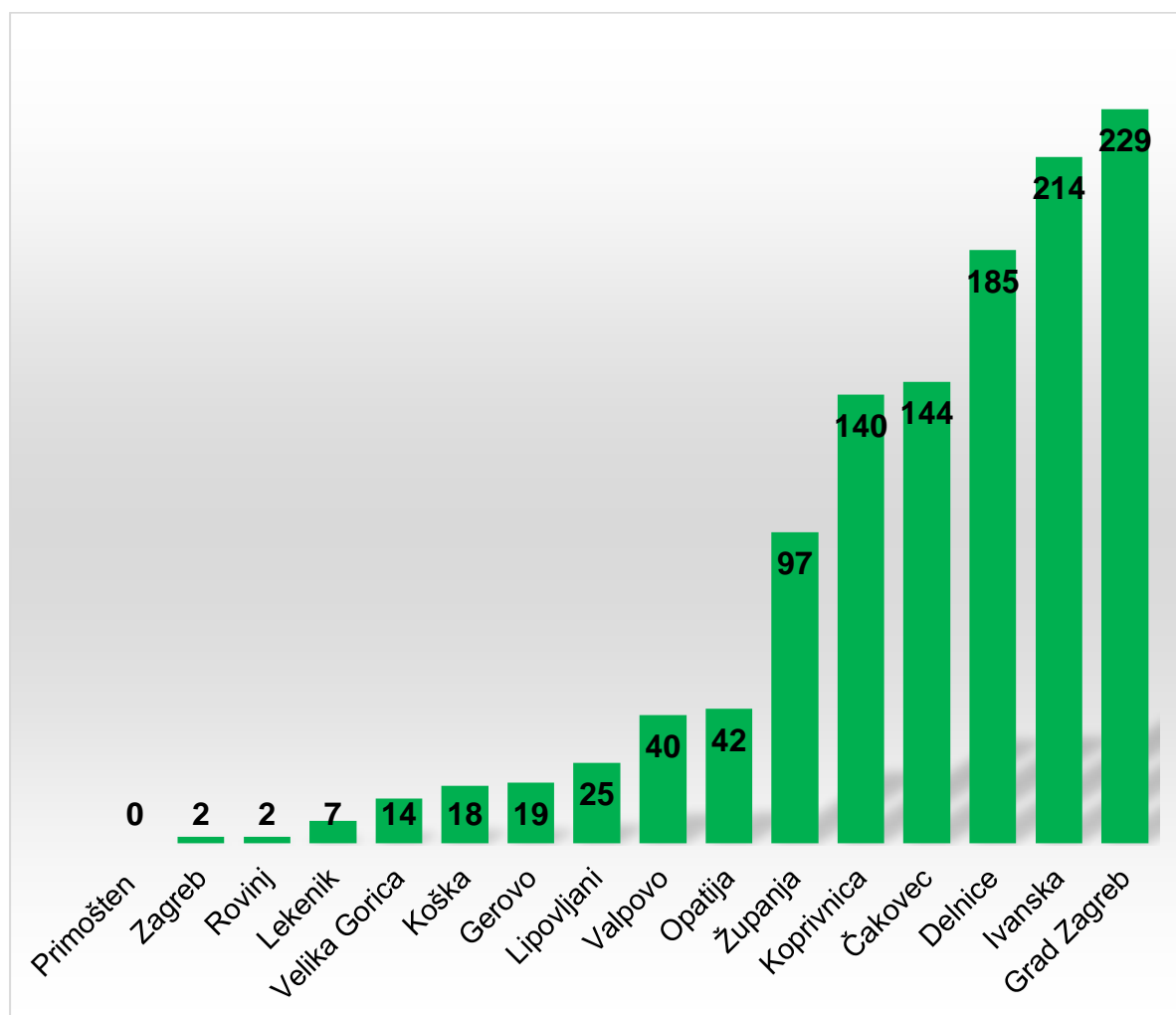
Slika 19. Brojnost vrste *Ixodes ricinus* prema spolu i razvojnom stadiju na području državnih šuma Hrvatske 2018. godine



Slika 20. Brojnost vrste *Dermacentor reticulatus* prema spolu i razvojnom stadiju na području državnih šuma Hrvatske 2018. godine

6.3. Prostorna analiza uzrokovanih vrsta tvrdih krpelja

Analizom brojnosti obzirom na područje uzrokovanja ističe se područje grada Zagreba (ŠRC Jarun, ŠRC Bundek te Park Maksimir) na kojem je pronađeno 229 jedinki vrste *Ixodes ricinus*. Na području šumarije Primošten nije pronađena niti jedna jedinka tvrdih krpelja. Najveća brojnost vrste *Dermacentor reticulatus* pronađena je na području šumarije Ivanska UŠP Bjelovar, gdje je uzorkovan i najveći broj jedinki vrste *Haemaphysalis concinna*.



Slika 21. Ukupna brojnost utvrđivanih vrsta u šumarijama RH 2018. godine

Tablica 6. Brojnost utvrđenih vrsta tvrdih krpelja u šumarijama na području državnih šuma Hrvatske u 2018. godini

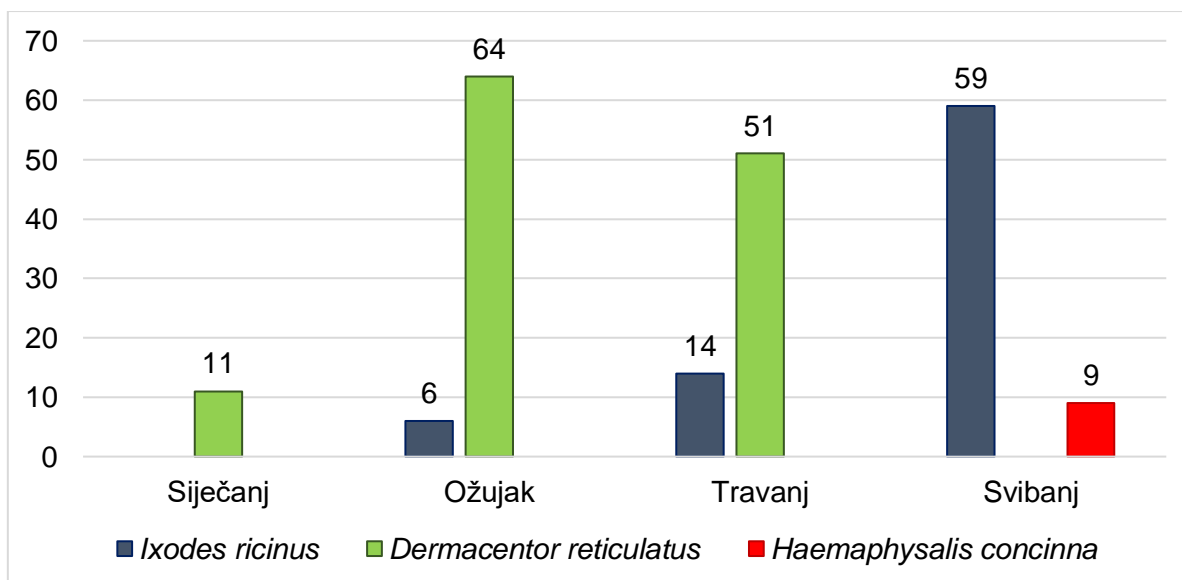
| Područje (Šumarije) | Vrste krpelja | | | | Σ | % |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|------|-------|
| | <i>Ixodes ricinus</i> | <i>Dermacentor reticulatus</i> | <i>Haemaphysalis concinna</i> | | | |
| Ivanska | 79 | 126 | 9 | | 214 | 18,17 |
| Rovinj | 2 | 0 | 0 | | 2 | 0,17 |
| Opatija | 42 | 0 | 0 | | 42 | 3,57 |
| Delnice | 185 | 0 | 0 | | 185 | 15,71 |
| Gerovo | 19 | 0 | 0 | | 19 | 1,61 |
| Koprivnica | 78 | 62 | 0 | | 140 | 11,88 |
| Čakovec | 135 | 9 | 0 | | 144 | 12,22 |
| Koška | 17 | 0 | 1 | | 18 | 1,53 |
| Valpovo | 40 | 0 | 0 | | 40 | 3,40 |
| Lekenik | 7 | 0 | 0 | | 7 | 0,59 |
| Primošten | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| Županja | 76 | 14 | 7 | | 97 | 8,23 |
| Velika Gorica | 7 | 7 | 0 | | 14 | 1,19 |
| Lipovljani | 0 | 25 | 0 | | 25 | 2,12 |
| Zagreb | 2 | 0 | 0 | | 2 | 0,17 |
| Grad Zagreb | 229 | 0 | 0 | | 229 | 19,44 |
| Σ | 918 | 243 | 17 | | 1178 | 100 |

6.3.1. Prostorno-vremenska analiza uzrokovanih vrsta tvrdih krpelja po šumarijama

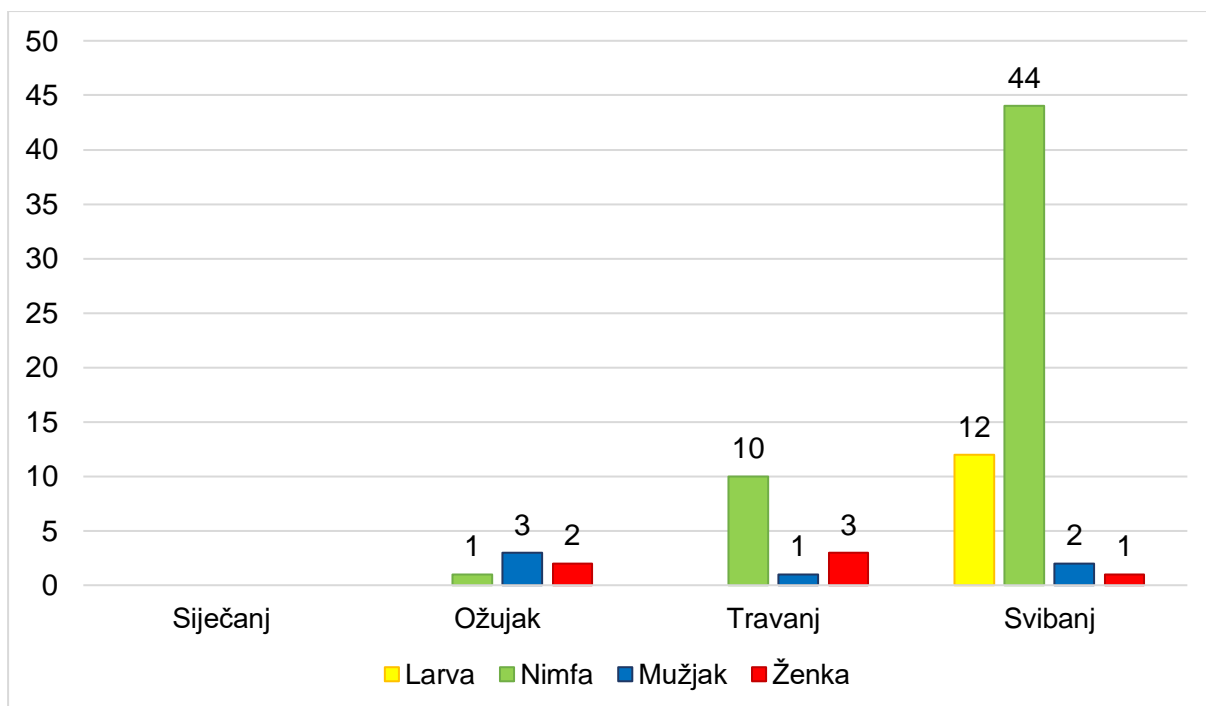
Prilikom utvrđivanja brojnosti tvrdih krpelja na području državnih šuma Hrvatske 2018. godine u šumariji Ivanska istraživanje je provedeno kroz četiri mjeseca. Na području šumarije Ivanska pronađen je najveći broj jedinki vrste *Dermacentor reticulatus*. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja jednako je zastupljena tijekom tri proljetna mjeseca. Vrsta *Haemaphysalis concinna* na području šumarije Ivanska pronađena je samo tijekom mjeseca svibnja u neznatnom broju.

Tablica 7. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području šumarije Ivanska 2018. godine

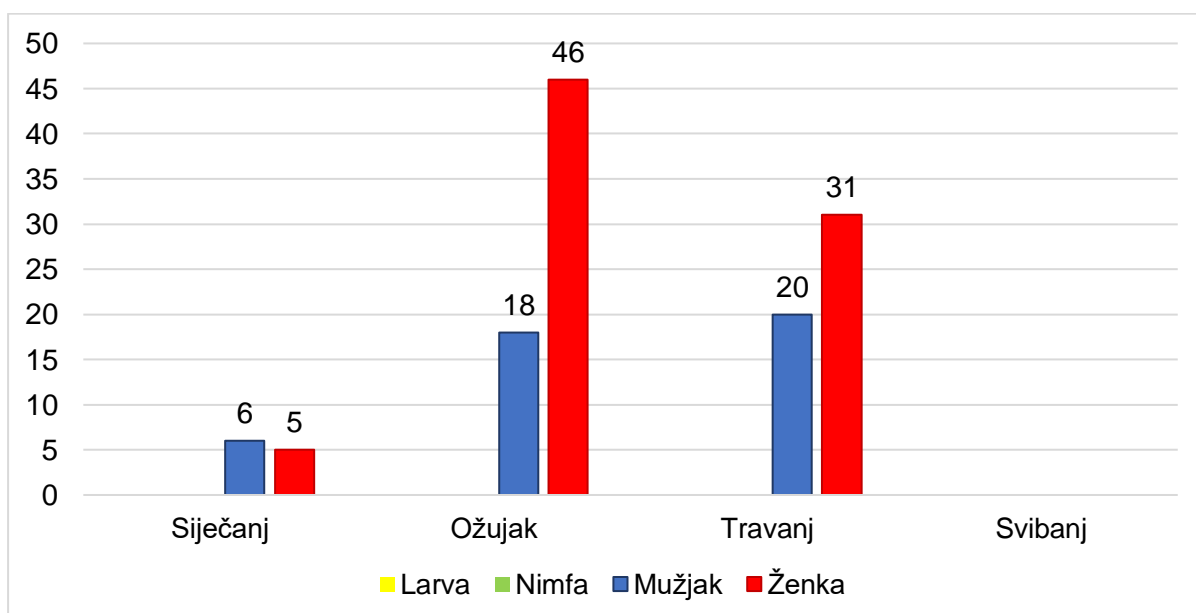
| UŠP BJELOVAR ŠUMARIJA IVANSKA | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------|---------|---------|-----|
| Vrste | Mjeseci | | | | Σ |
| | Siječanj | Ožujak | Travanj | Svibanj | |
| <i>Ixodes ricinus</i> | 0 | 6 | 14 | 59 | 79 |
| <i>Dermacentor reticulatus</i> | 11 | 64 | 51 | 0 | 126 |
| <i>Haemaphysalis concinna</i> | 0 | 0 | 0 | 9 | 9 |
| Σ | 11 | 70 | 65 | 68 | 214 |



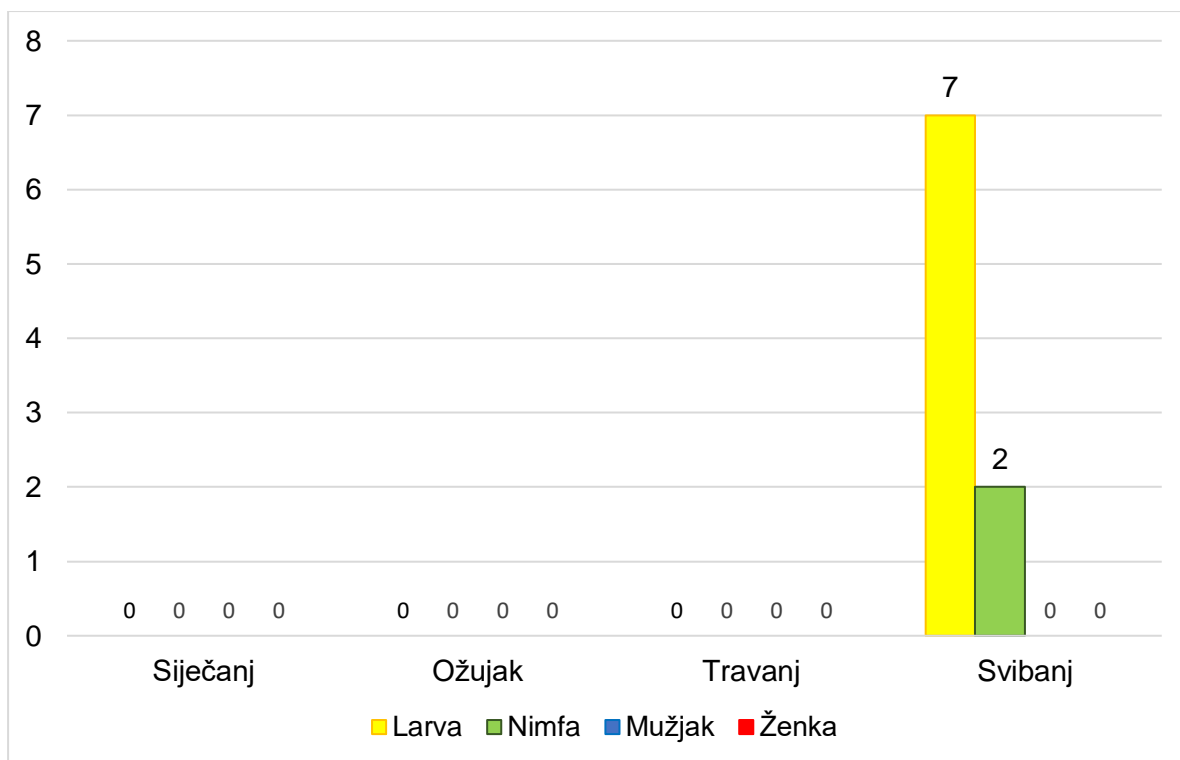
Slika 22. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području šumarije Ivanska 2018. godine



Slika 23. Sezonska dinamika razvojnih stadija i spola vrste *Ixodes ricinus* na području šumarije Ivanska 2018. godine



Slika 24. Sezonska dinamika razvojnih stadija i spola vrste *Dermacentor reticulatus* na području šumarije Ivanska 2018. godine



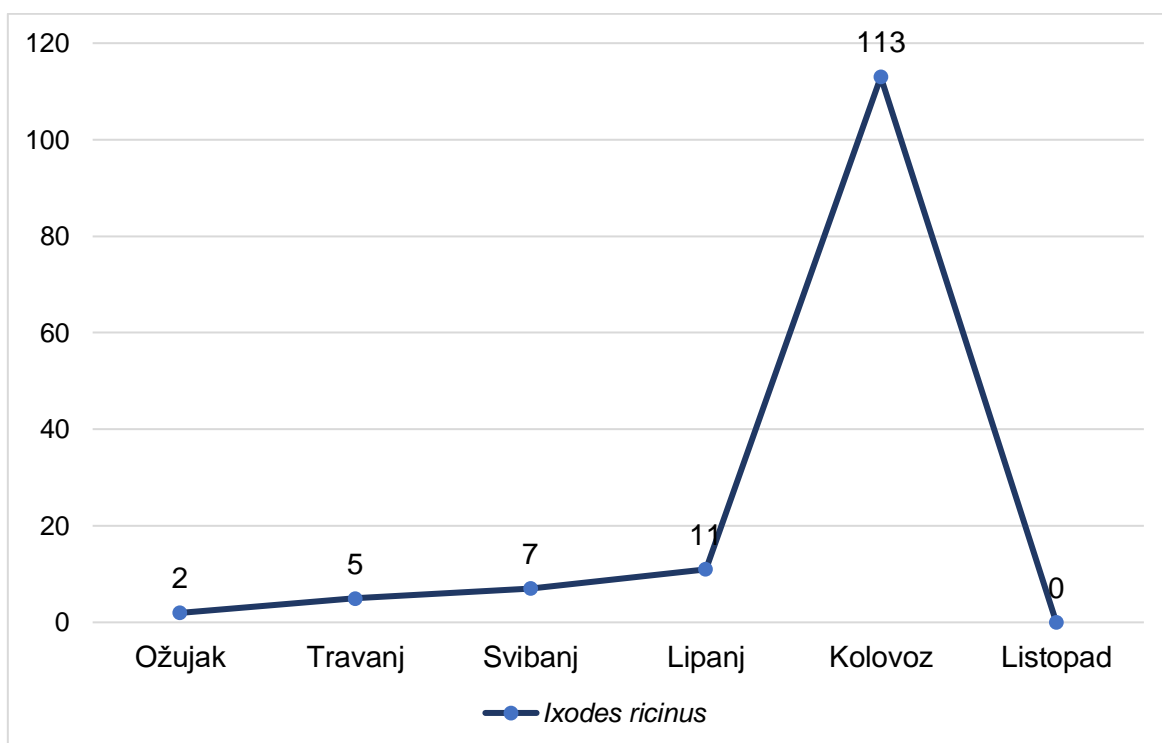
Slika 25. Sezonska dinamika razvojnih stadija vrste *Haemaphysalis concinna* na području šumarije Ivanska 2018. godine

Metodom „flagging“ tj. metodom krpeljne zatege jedinke su uzrokovane na tri lokacije: ŠRC Jarun, ŠRC Bundek i Park Maksimir. Unutar svake pojedine lokacije istraživanje se radilo na pet mikrolokaliteta. Na području ŠRC Jarun istraživanje se radilo tokom osam mjeseci, parku Maksimir šest mjeseci, te ŠRC Bundek tijekom pet mjeseci. Na području ŠRC Bundek pronađene su samo dvije jedinke vrste *Ixodes ricinus* u trećem i četvrtom mjesecu.

Na području park-šume Maksimir pronađena je samo jedna vrsta tvrdih krpelja, *Ixodes ricinus*. Najveći broj ove vrste pronađen je u kolovozu, dok u listopadu nije pronađena niti jedna jedinka tvrdih krpelja.

Tablica 8. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području park-šume Maksimir 2018. godine

| PARK MAKSIMIR | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|-----|
| Vrste | Mjeseci | | | | | | Σ |
| | Ožujak | Travanj | Svibanj | Lipanj | Kolovoz | Listopad | |
| <i>Ixodes ricinus</i> | 2 | 5 | 7 | 11 | 113 | 0 | 137 |
| Σ | 2 | 5 | 7 | 11 | 113 | 0 | 137 |

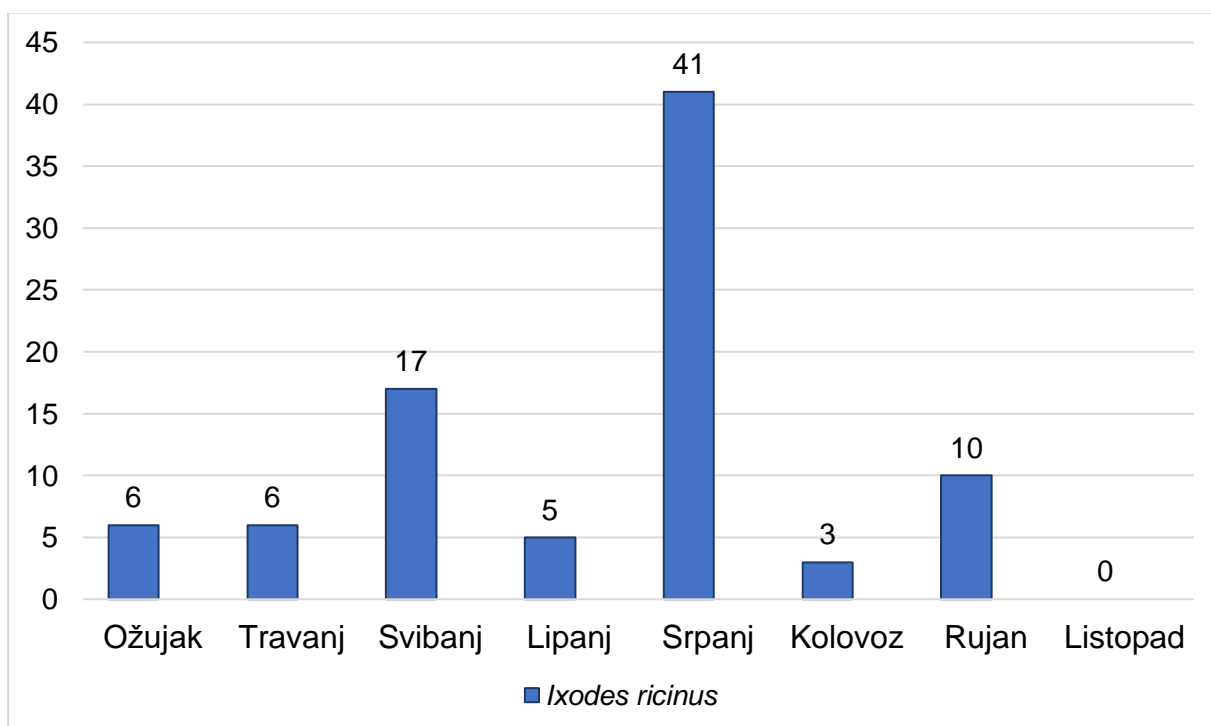


Slika 26. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području park-šume Maksimir 2018. godine

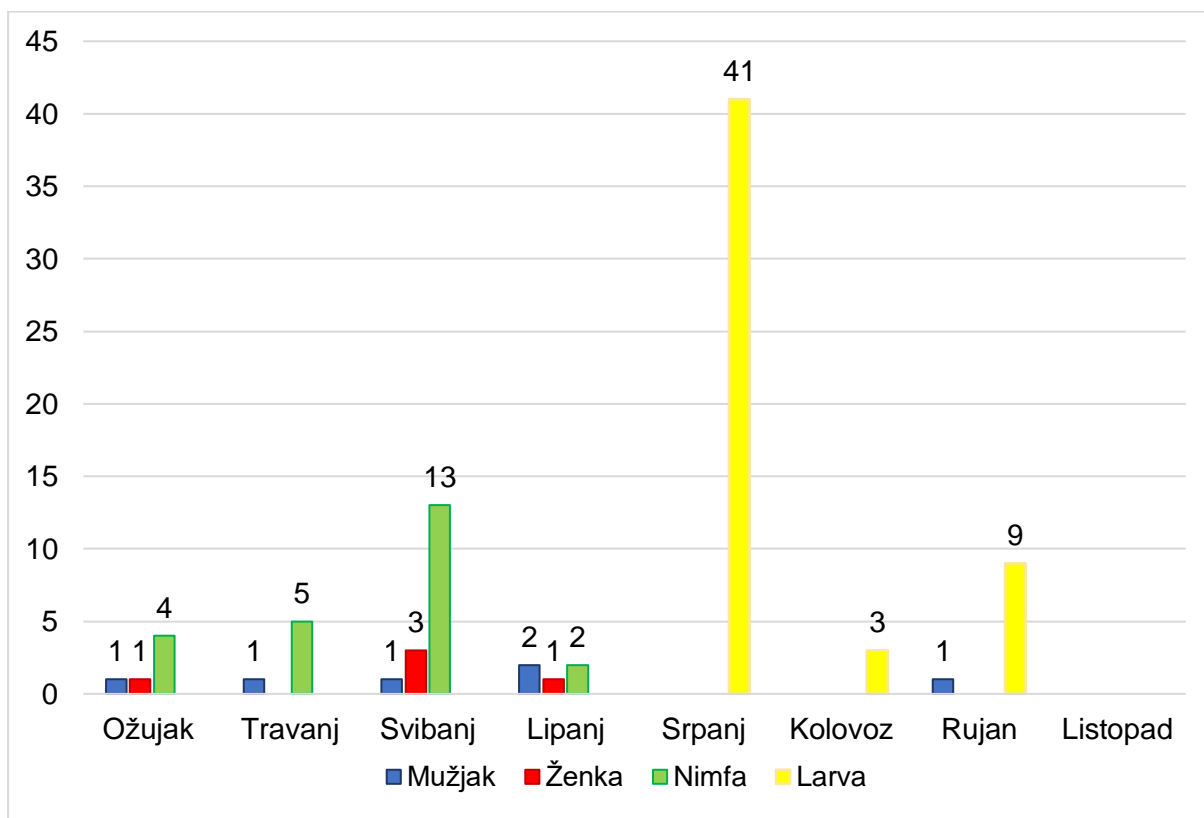
Na području ŠRC Jarun kao i na području park-šume Maksimir pronađena je samo jedna vrsta tvrdih krpelja, *Ixodes ricinus*. Tijekom srpnja „ulovljen“ je najveći broj jedinki.

Tablica 9. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području ŠRC Jarun 2018. godine

| ŠRC JARUN | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|-----|----|-----|------|-------|-----|----|----|
| Vrste | Mjeseci | | | | | | | | Σ |
| | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | |
| <i>Ixodes ricinus</i> | 6 | 6 | 17 | 5 | 41 | 3 | 10 | 0 | 88 |
| Σ | 6 | 6 | 17 | 5 | 41 | 3 | 10 | 0 | 88 |



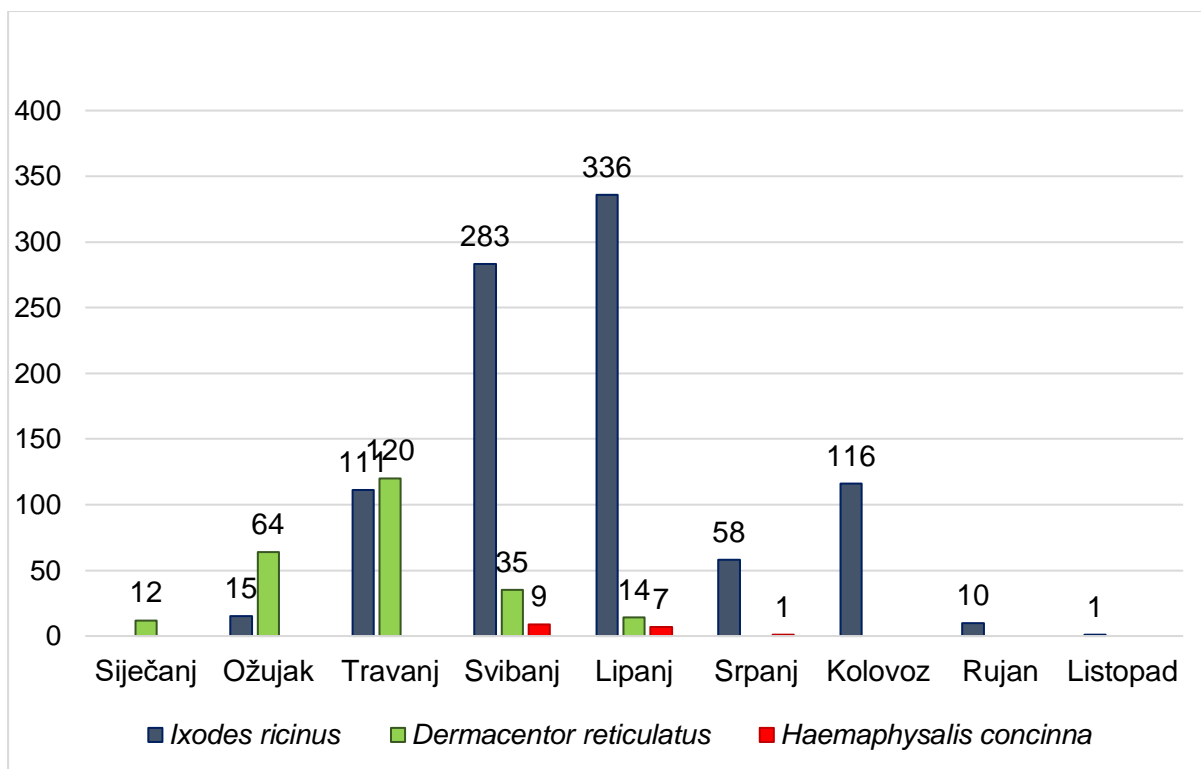
Slika 27. Sezonska dinamika utvrđivanih vrsta tvrdih krpelja na području ŠRC Jarun 2018. godine



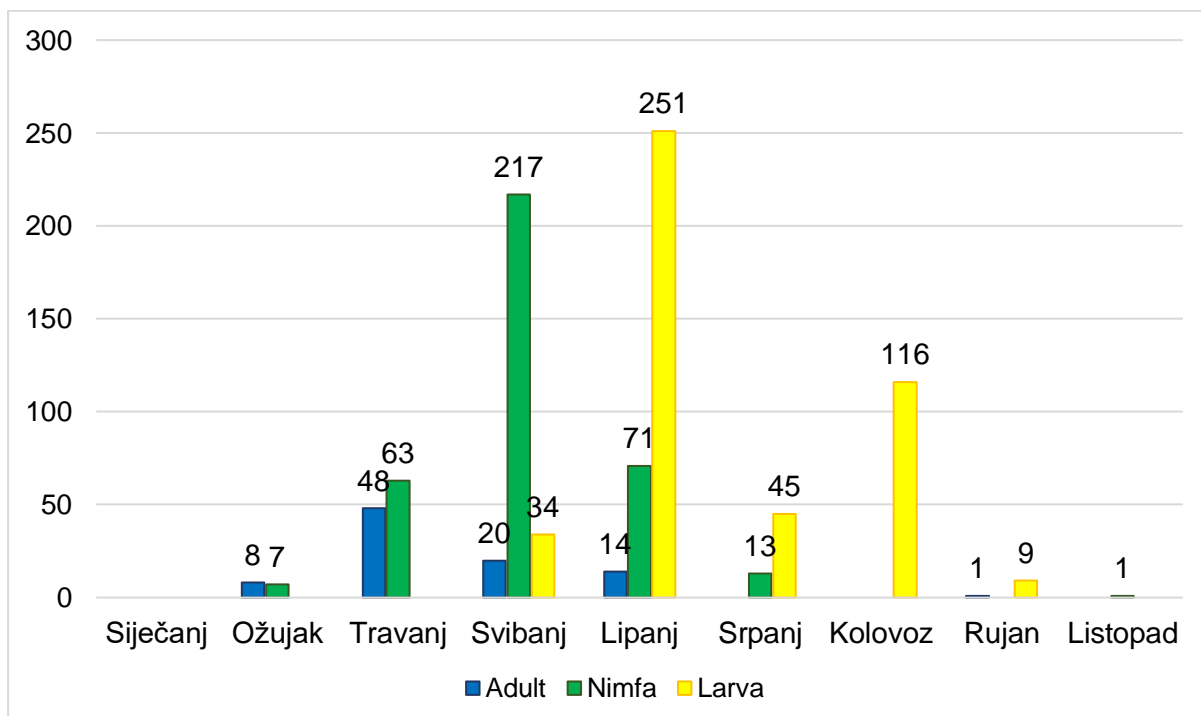
Slika 28. Sezonska dinamika razvojnih stadija i spola vrste *Ixodes ricinus* na području ŠRC Jarun 2018. godine

6.4. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja

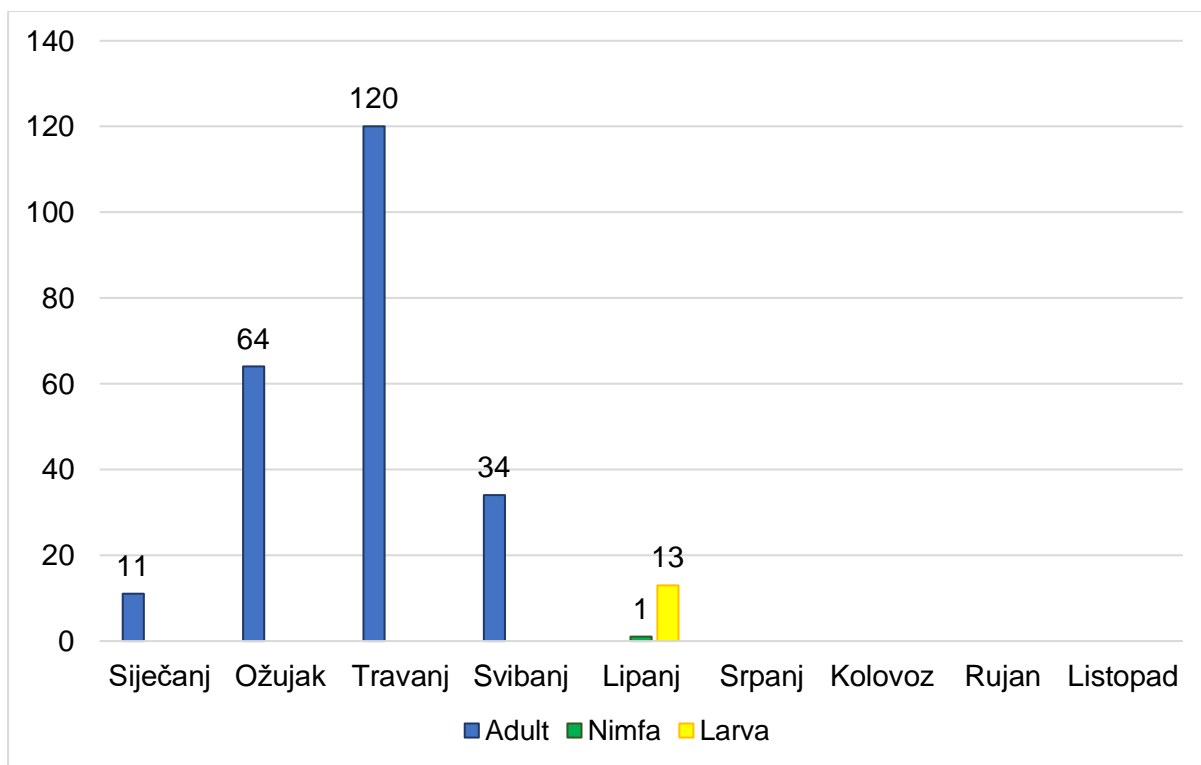
Brojnost krpelja vrste *Ixodes ricinus* na području državnih šuma RH doseže svoj maksimum tijekom svibnja i lipnja, dok ga u siječnju uopće nema. Vrsta *Dermacentor reticulatus* je u mjesecu ožujku bila u porastu, a u lipnju bilježi pad brojnosti, svoj maksimum doseže tijekom travnja. Vrsta *Haemaphysalis concinna* relativno je malo zastupljen i to tijekom svibnja i lipnja, te tek jedna tijekom sedmog mjeseca.



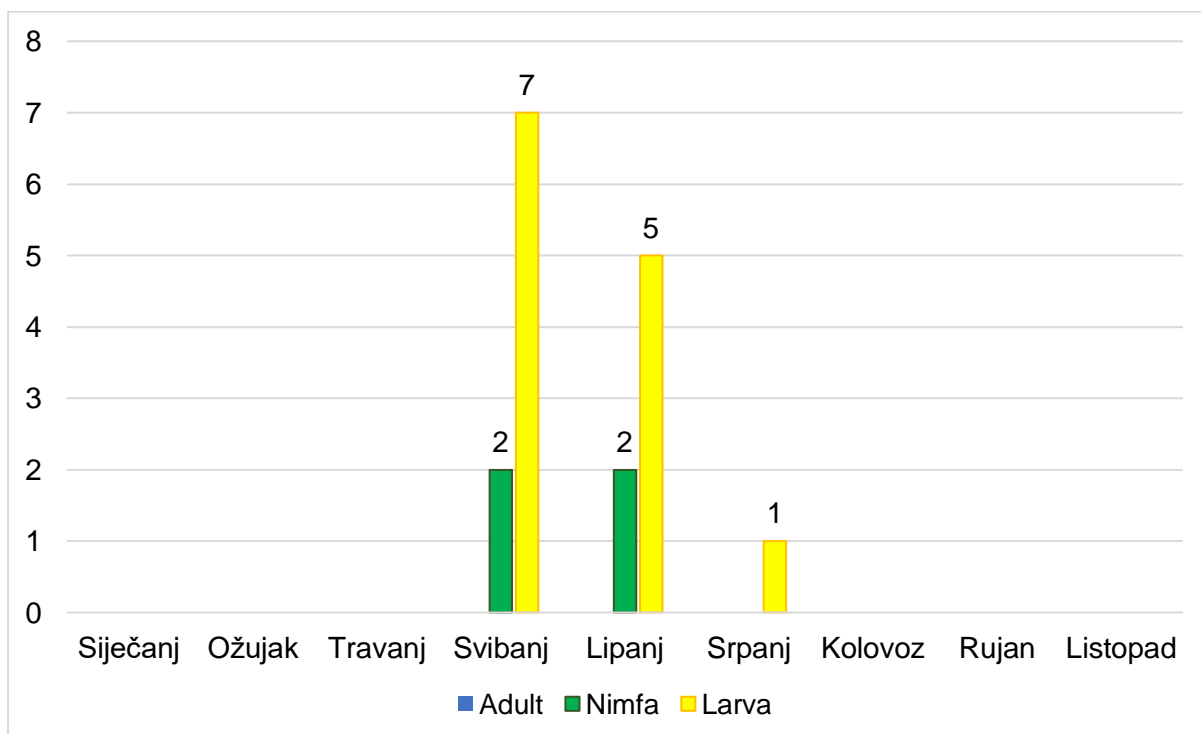
Slika 29. Sezonska dinamika utvrđivanja vrsta tvrdih krpelja na području državnih šuma RH 2018. godine



Slika 30. Sezonska dinamika pojavnosti razvojnih stadija vrste *Ixodes ricinus* na području državnih šuma RH 2018. godine



Slika 31. Sezonska dinamika pojavnosti razvojnih stadija vrste *Dermacentor reticulatus* na području državnih šuma RH 2018. godine



Slika 32. Sezonska dinamika pojavnosti razvojnih stadija vrste *Haemaphysalis concinna* na području državnih šuma RH 2018. godine

Tablica 10. Sezonska dinamika razvojnih stadija vrsta tvrdih krpelja na području državnih šuma Republike Hrvatske kroz mjeseci u 2018. godine

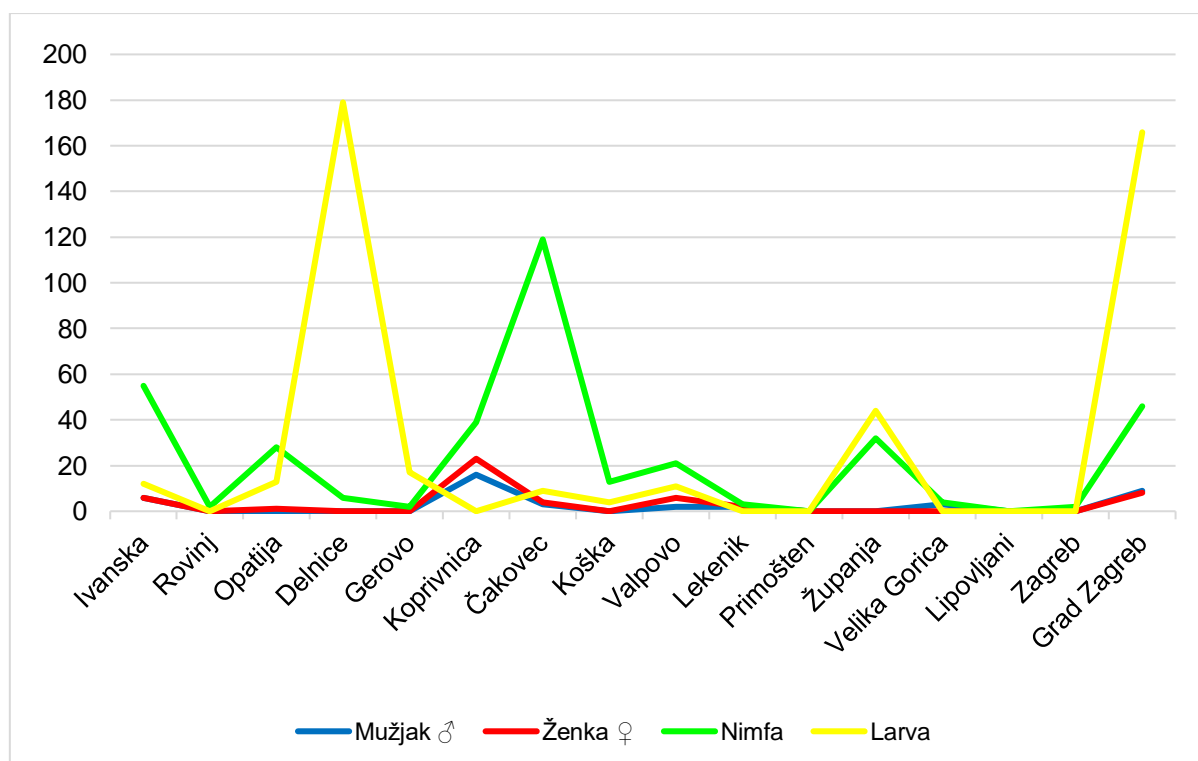
| Vrste | Mjeseci | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|----------|------------|-------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Stadij | I. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. |
| <i>Ixodes ricinus</i> | Adult | 0♂ 0♀ | 5♂ 3♀ | 21♂ 27♀ | 8♂ 12♀ | 6♂ 8♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 1♂ 0♀ | 0♂ 0♀ |
| | Nimfa | 0 | 7 | 63 | 217 | 71 | 13 | 0 | 0 | 1 |
| | Larva | 0 | 0 | 0 | 34 | 251 | 45 | 116 | 9 | 0 |
| <i>Dermacentor reticulatus</i> | Adult | 6♂ 5♀ | 18♂ 46♀ | 37♂ 83♀ | 11♂ 23♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ |
| | Nimfa | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Larva | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Haemaphysalis concinna</i> | Adult | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ |
| | Nimfa | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Larva | 0 | 0 | 0 | 7 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | Adult | 6♂ 5♀ | 23♂ 49♀ | 58♂ 110♀ | 19♂ 35♀ | 6♂ 8♀ | 0♂ 0♀ | 0♂ 0♀ | 1♂ 0♀ | 0♂ 0♀ |
| | Nimfa | 0 | 7 | 63 | 219 | 74 | 13 | 0 | 0 | 1 |
| | Larva | 0 | 0 | 0 | 41 | 269 | 46 | 116 | 9 | 0 |
| Σ | | 11 | 79 | 231 | 314 | 357 | 59 | 116 | 10 | 1 |
| % | | 0,93 | 6,71 | 19,61 | 26,66 | 30,30 | 5,01 | 9,85 | 0,85 | 0,08 |

6.5. Analiza brojnosti i sezonske dinamike vrste *Ixodes ricinus*

Analizom brojnosti razvojnih stadija i spola vrste *Ixodes ricinus* po mjestu uzrokovanja odnosno šumarijama utvrđena je velika brojnost ove vrste na području grada Zagreb odnosno lokacijama: ŠRC Jarun i parka Maksimir, te u šumarijama Delnice i Čakovec,. Neznatno manji broj pronađenih jedinki u odnosu na prethodne šumarije pronađen je u šumarijama: Ivanska, Koprivnica i Županja, dok u šumarijama Primošten i Lipovljani nije pronađena niti jedna jedinka.

Tablica 11. Brojnost razvojnih stadija vrste *Ixodes ricinus* na području šumarija RH u 2018.godini

| IXODES RICINUS | | | | | | |
|-------------------|----------|---------|-------|-------|-----|-------|
| Područje/Šumarija | Mušjak ♂ | Ženka ♀ | Nimfa | Larva | Σ | % |
| Ivanska | 6 | 6 | 55 | 12 | 79 | 8,61 |
| Rovinj | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,22 |
| Opatija | 0 | 1 | 28 | 13 | 42 | 4,58 |
| Delnice | 0 | 0 | 6 | 179 | 185 | 20,15 |
| Gerovo | 0 | 0 | 2 | 17 | 19 | 2,07 |
| Koprivnica | 16 | 23 | 39 | 0 | 78 | 8,49 |
| Čakovec | 3 | 4 | 119 | 9 | 135 | 14,71 |
| Koška | 0 | 0 | 13 | 4 | 17 | 1,85 |
| Valpovo | 2 | 6 | 21 | 11 | 40 | 4,36 |
| Lekenik | 2 | 2 | 3 | 0 | 7 | 0,75 |
| Primošten | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Županja | 0 | 0 | 32 | 44 | 76 | 8,28 |
| Velika Gorica | 3 | 0 | 4 | 0 | 7 | 0,76 |
| Lipovljani | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zagreb | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0,22 |
| Grad Zagreb | 9 | 8 | 46 | 166 | 229 | 24,95 |



Slika 33. Brojnost prema spolu i razvojnim stadijima vrste *Ixodes ricinus* na području šumarija RH 2018. godine

Ukoliko promatramo dolje navedene vrijednosti prema mjesecima, vidljivo je da se brojnost krpelja *Ixodes ricinus* povećavala nastupanjem proljeća i dolaskom većih temperatura. Brojnost vrste *Ixodes ricinus* postepeno raste od ožujka, svoj maksimum dostiže u mjesecu lipnju, a od devetog mjeseca brojnost ove vrste pada. U listopadu je pronađena tek jedna jedinka na području grada Zagreb, dok u siječnju na području šumarije Ivanska nije pronađena niti jedna jedinka ove vrste.

Tablica 12. Sezonska dinamika *Ixodes ricinus* unutar uzrokovanih šumarija tijekom 2018. g.

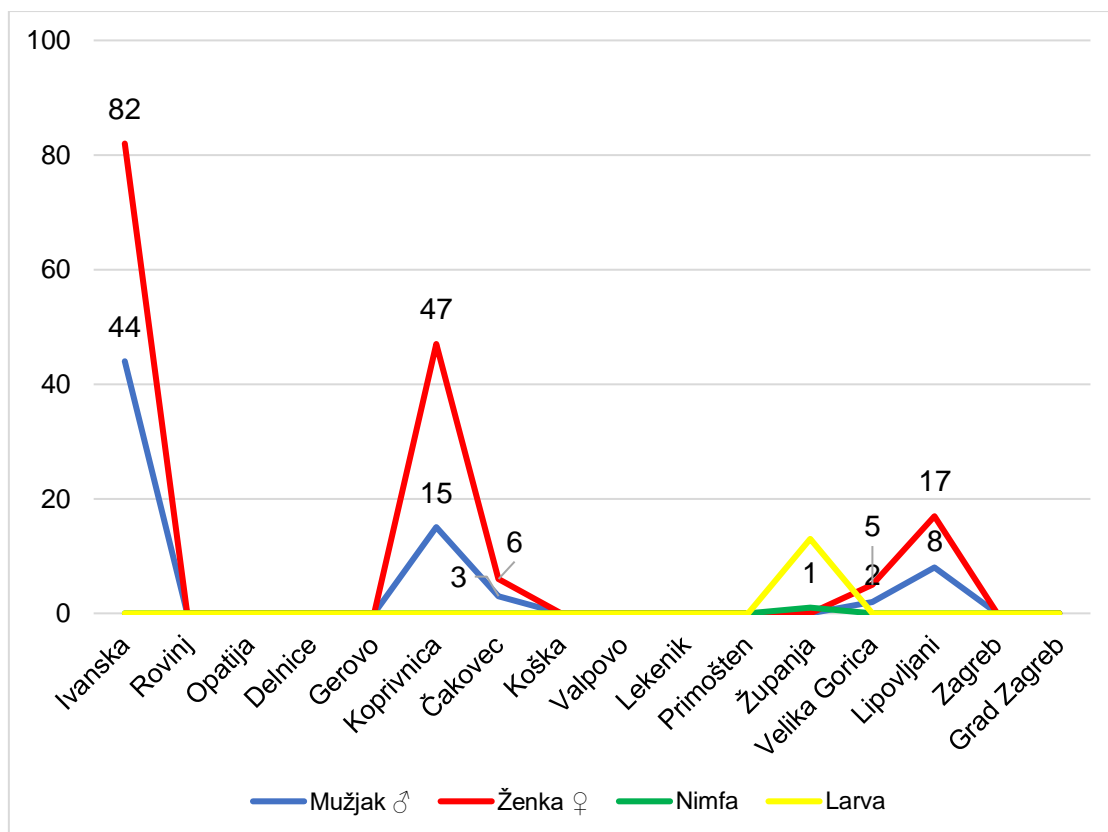
| IXODES RICINUS | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------|------|-----|-----|-----|------|-------|-----|----|-----|
| Područje/Šumarija | Mjeseci | | | | | | | | | Σ |
| | I. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | |
| Ivanska | 0 | 6 | 14 | 59 | | | | | | 79 |
| Rovinj | | | | 2 | | | | | | 2 |
| Opatija | | | | 42 | | | | | | 42 |
| Delnice | | | | | 185 | | | | | 185 |
| Gerovo | | | | | 19 | | | | | 19 |
| Koprivnica | | | 78 | | | | | | | 78 |
| Čakovec | | | | 135 | | | | | | 135 |
| Koška | | | | | | 17 | | | | 17 |
| Valpovo | | | | | 40 | | | | | 40 |
| Lekenik | | | | 7 | | | | | | 7 |
| Primošten | | | | | 0 | | | | | 0 |
| Županja | | | | | 76 | | | | | 76 |
| Velika Gorica | | | 7 | | | | | | | 7 |
| Lipovljani | | | | 0 | | | | | | 0 |
| Zagreb | | | | 2 | | | | | | 2 |
| Grad Zagreb | | 9 | 12 | 24 | 16 | 41 | 116 | 10 | 1 | 229 |
| Σ | 0 | 15 | 111 | 271 | 366 | 58 | 116 | 10 | 1 | 918 |

6.6. Analiza brojnosti i sezonske dinamike vrste *Dermacentor reticulatus*

Iz navedenih podataka (Tablica 13) možemo uočiti relativno slabu zastupljenost vrste *Dermacentor reticulatus* na uzrokovanim područjima. Analizom brojnosti razvojnih stadija i spola vrste *Dermacentor reticulatus* najveća brojnost utvrđena je na području šumarije Ivanska. Najviše jedinki ove vrste pronađeno je u stadiju adulta. Neznatan broj jedinki pronađenih na području šumarije Županja bio je u larvalnom stadiju.

Tablica 13. Brojnost razvojnih stadija vrste *Dermacentor reticulatus* na području šumarija RH u 2018. godini

| DERMACENTOR RETICULATUS | | | | | | |
|-------------------------|----------|---------|-------|-------|-----|-------|
| Područje/Šumarija | Mužjak ♂ | Ženka ♀ | Nimfa | Larva | Σ | % |
| Ivanska | 44 | 82 | 0 | 0 | 126 | 51,85 |
| Rovinj | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Opatija | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Delnice | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gerovo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Koprivnica | 15 | 47 | 0 | 0 | 62 | 25,51 |
| Čakovec | 3 | 6 | 0 | 0 | 9 | 3,71 |
| Koška | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valpovo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lekenik | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Primošten | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Županja | 0 | 0 | 1 | 13 | 14 | 5,76 |
| Velika Gorica | 2 | 5 | 0 | 0 | 7 | 2,88 |
| Lipovljani | 8 | 17 | 0 | 0 | 25 | 10,29 |
| Zagreb | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Grad Zagreb | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Slika 34. Brojnost prema spolu i razvojnim stadijima vrste *Dermacentor reticulatus* na području šumarija RH 2018. godine

Vrsta *Dermacentor reticulatus* pojavljuje se početkom siječnja, a svoj maksimum doseže tijekom travnja nakon čega brojnost ove vrste pada. Na području grada Zagreba istraživanje je rađeno od ožujka do listopada i pri tome nije pronađena niti jedna jedinka ove vrste. Dok je na području šumarije Ivanska istraživanje rađeno tijekom četiri mjeseca od siječnja do svibnja i pri tome sakupljeno 126 jedinki ove vrste.

Tablica 14. Sezonska dinamika *Dermacentor reticulatus* unutar uzrokovanih šumarija tijekom 2018. g.

| DERMACENTOR RETICULATUS | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|------|-----|----|-----|------|-------|-----|----|-----|
| Područje/Šumarija | Mjeseci | | | | | | | | | Σ |
| | I. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | |
| Ivanska | 11 | 64 | 51 | 0 | | | | | | 126 |
| Rovinj | | | | 0 | | | | | | 0 |
| Opatija | | | | 0 | | | | | | 0 |
| Delnice | | | | | 0 | | | | | 0 |
| Gerovo | | | | | 0 | | | | | 0 |
| Koprivnica | | | 62 | | | | | | | 62 |
| Čakovec | | | | 9 | | | | | | 9 |
| Koška | | | | | | 0 | | | | 0 |
| Valpovo | | | | | 0 | | | | | 0 |
| Lekenik | | | | 0 | | | | | | 0 |
| Primošten | | | | | 0 | | | | | 0 |
| Županja | | | | | 14 | | | | | 0 |
| Velika Gorica | | | 7 | | | | | | | 7 |
| Lipovljani | | | | 25 | | | | | | 25 |
| Zagreb | | | | 0 | | | | | | 0 |
| Grad Zagreb | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 11 | 64 | 120 | 34 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 243 |

7. RASPRAVA

Prve studije o pojavi tvrdih krpelja (*Ixodidae*) u Hrvatskoj bile su izrađene prije otprilike 80 godina (Krčmar, 2012). U Hrvatskoj, intenzivna istraživanja faune tvrdih krpelja (*Acarī: Ixodidae*) počinju u drugoj polovici 20. stoljeća (Krčmar i sur., 2014). No i dalje mnoga područja ostaju nedovoljno istražena što je ujedno i jedan od razloga utvrđivanja brojnosti tvrdih krpelja na području državnih šuma. Uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*) na području šumarija državnih šuma Republike Hrvatske obavljeno je u razdoblju od polovice siječnja do kraja listopada 2018. godine. Područjem istraživanja obuhvaćeno je 15 šumarija unutar deset uprava šuma podružnica. Osim šumarija istraživanje se provodilo i na četiri lokacije grada Zagreb (ŠRC Jarun, ŠRC Bundek, Park Maksimir te NPŠO Dotrščina). Sveukupan broj na kojima je rađeno istraživanje obuhvaća 37 lokacija na području državnih šuma te 16 mikrolokacija na području grada Zagreb. Prilikom uzorkovanja prikupljeno je ukupno 1178 jedinki krpelja, od toga je 918 (77,93%) pripadalo vrsti *Ixodes ricinus*, vrsti *Dermacentor reticulatus* pripadalo je 243 jedinke odnosno 20,63%, dok je vrsti *Haemaphysalis concinna* pripadalo 17 (1,44%) jedinki tvrdih krpelja.

Na području grada Zagreb jedina determinirana vrsta bila je *Ixodes ricinus*. Prema Vucelji (2018) na području grada Zagreb u razdoblju od 2016. do 2018. godine vrsta *Ixodes ricinus* također je bila jedina determinirana vrsta. Prilikom uzorkovanja na području grada Zagreb, utvrđeno je 166 jedinki (72,49%) u stadiju ličinke, 46 (20,09%) u stadiju nimfe i 17 (7,42%) u odraslom stadiju. Vucelja i sur. (2018) u trogodišnjem istraživanju (2016.-2018.) na području Zagreba utvrdili su 506 jedinki vrste *Ixodes ricinus*, od čega 273 (54%) u razvojnem stadiju nimfe, 166 (33%) u stadiju ličinke i 64 (13%) u odraslom stadiju. Usporedbom rezultata iz 2018. godine sa trogodišnjim razdobljem uočavamo nepromijenjeno stanje u brojnosti odraslih stadija te povećanu brojnost u stadiju nimfi. Tijekom 2018. godine ukupan broj iznosio je 229 jedinki, što je dvostruko više u odnosu na preostale dvije godine.

Porast brojnosti vrste *Ixodes ricinus* zabilježena je u proljetnim mjesecima travnju i svibnju dok u lipnju bilježi maksimum (Slika 29). U rujnu padom temperature naglo pada i brojnost krpelja te je pronađeno tek nekoliko jedinki u larvalnom stadiju. Dobiveni rezultati poklapaju se sa podacima iz matrice aktivnosti vrste *Ixodes ricinus*,

vrhunac aktivnosti doseže početkom proljeća pri temperaturi od 10-20°C i vlažnosti zraka većoj od 80%, dok ljeti aktivnost zbog visoke temperature pada. Prema podacima matrice aktivnosti vrsta *Dermacentor reticulatus* svoju aktivnost počima u proljeće i nastavlja ljeti sve do temperature od 35°C, a najveću aktivnost doseže pri temperaturi od 10-25°C i vlažnosti zraka većoj od 80%. Za razliku od podataka navedenih u matrici aktivnosti vrsta *Dermacentor reticulatus* svoju aktivnost na području državnih šuma smanjuje početkom ljeta, dok na području grada Zagreb nije pronađena niti jedna jedinka vrste *Dermacentor reticulatus* tijekom osmomjesečnog uzrokovanja.

Analizom spolova uzorkovanih krpelja na području šumarija državnih šuma utvrđeno je 64,69 % jedinki ženskog spola, dok je muških jedinki bilo 35,31%. Földvári i Farkas (2005) prilikom istraživanja tvrdih krpelja (*Ixodidae*) koji parazitiraju na domaćim psima u susjednoj Mađarskoj, sakupili su ukupno 900 krpelja, od čega je vrsta *Ixodes ricinus* bila zastupljena sa 43,2%, dok je najbrojnija vrsta bila *Dermacentor reticulatus* sa 48,9%. Prema tim istraživanjima većina vrsta krpelja (91,7%) bila je u stadiju adulta, dok je ostatak vrsta otpadao na razvojni stadij nimfe. Iz usporedbe istraživanja brojnosti tvrdih krpelja u državnim šumama Hrvatske sa susjednom Mađarskom vidljivo je kako prilikom utvrđivanja brojnosti porodice *Ixodidae* u RH broj adulta trostruko manji sa 27,16%, dok je stadij nimfe tri puta veći sa 32,00%, svakako uz uvažavanje razlike u metodi prilupljanja. Iz navedenog jasno je vidljiv utjecaj načina uzrokovanja na podatke o zastupljenosti vrsta i razvojnih stadija. Tako ne čudi da tijekom istraživanja Földvária i Farkasa (2005) nije bilo ličinki uzrokovanih sa pasa s obzirom da iste parazitiraju dominantno na sitnim glodavcima, dok su tijekom uzrokovanja krpelja u šumama Hrvatske jedinke u larvalnom stadiju činile 40,83% ulova.

U radovima na području Hrvatske i susjednih zemalja govori se uglavnom o najvećoj brojnosti vrste *Ixodes ricinus* (Jaenson i Jensen 2007). S obzirom da je uzorkovana vrsta krpelja *Ixodes ricinus* i najbrojnija (77,93%) na području istraživanih šumarija i grada Zagreba te je potencijalni prijenosnik brojnih zoonoza, kako kod ljudi tako i kod životinja bilo bi poželjno u skoroj budućnosti razmišljati o sustavnom praćenju (monitoringu) brojnosti vrsta i razvojnih stadija krpelja u šumarijama i većim gradovima. Monitoring nam pruža spoznaju o trenutnom stanju i dinamici populacija

kroz duže razdoblje, mogućnost donošenja zaključaka te poduzimanje preventivnih mjera zaštite od negativnih učinaka krpelja.

8. ZAKLJUČAK

- Na području državnih šuma Republike Hrvatske od polovice siječnja do kraja listopada 2018. godine, utvrđene su dvije vrste krpelja *Ixodes ricinus* i *Dermacentor reticulatus*, te rod *Haemaphysalis*. Od ukupno 1179 vrsta sakupljenih kombinacijom metode krpeljne zatege i metode u prolazu (sakupljanje krpelja sa odjeće) najbrojnija je bila vrsta *Ixodes ricinus* sa 77,86%, dok je vrsta *Dermacentor reticulatus* zastupljena sa 20,61% te vrsta *Haemaphysalis concinna* zastupljen sa 1,44%.
- Analizom spolova utvrđena je dominacija ženki sa 64,69%, dok je analizom razvojnih stadija utvrđena dominacija jedinki larvalnog stadija sa 40,83%.
- Utvrđena je sezonska dinamika populacije krpelja prema kojoj su krpelji najviše prisutni u razdoblju mjeseca svibnja i lipnja. Kada su vladali najpogodniji klimatski uvjeti (umjerena temperatura zraka, veća relativna vlažnost zraka).
- Najveći broj prikupljenih krpelja vrste *Dermacentor reticulatus* uzorkovan je na području šumarije Ivanska, dok je najveći broj vrsta *Ixodes ricinus* pronađen na području šumarije Delnice i Čakovec, te grada Zagreb.
- S obzirom da su odrasli krpelji i nimfe prijenosnici raznih zoonoza kod ljudi i životinja, potrebno je poduzeti preventivne mjere prije i poslije boravka u šumskom staništu, jer se tako smanjuje rizik od mogućeg prijenosa bolesti.

KNJIGE I ČLANCI:

1. Barišin, A., Nemeth Blažić, T., Jeličić, P., Gjenero Margan, I., Capak, K., Petrović, G., 2011: Prikaz istraživanja krpelja na području Grada Zagreba u 2008. godini. Zbornik radova, DDD i Zupp, 23. znanstveno-stručno-edukativni seminar, Pula, 203-211.
2. Begovac J., Božinović D., Lisić M., Baršić B., Schönwald S., 2006: Infektologija. Profil international, Zagreb, str. 792.
3. Bogović Z., Bertić T., 2013: Program gospodarenja šumama posebne namjene Nastavno pokusni šumski objekt Zagreb, gospodarska jedinica „Sljeme“, Tematske karte uređajnih razreda
4. Borak, S., 2014: Uzorkovanje krpelja (porodica: *Ixodidae*) kao rezervoara zoonoza na području šumarije Lipovljani, Diplomski rad, Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu
5. Borčić B, Kaić B, Kralj V., 1999: Some epidemiological data on TBE and Lyme borreliosis in Croatia. Zentralbl Bakteriol 289, 540–7.
6. Borčić, B., 1988: Zapadni panonski nozoareal krpeljnog meningoencefalitisa u SR Hrvatskoj, Liječnički vjesnik 8, 110-195.
7. De la Fuente, J., Estrada-Pena, A., Venzal, J. M, Kocan, K. M. , Sonenshine, D., 2008: Overview: Ticks as vectors of pathogens that cause disease in humans and animals. Frontiers in Bioscience 13, 6938-6946.
8. Dhoria, M. S., 2008: Ane's Encyclopedic Dictionary of General & Applied Entomology, Springer Netherlands, str. 320 .
9. Estrada-Pena, A., A. J.Mangold, S.Nava, J. M.Venzal, M.Labruna, A. A. Guglielmone, 2010: A review of the systematics of the tick family *Argasidae* (*Ixodida*). Acarologia 50, 317- 333.
10. Estrada-Pena, A., Bouattour, A., Camicas, J.L., Walker, A.R., 2004: Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region - A Guide to Identification of Species.
11. Földvári, G., Farkas, R., 2005: Ixodid tick species attaching to dogs in Hungary. Veterinary Parasitology, Volume 129, Issues 1-2, str. 125-131
12. Granström M., 1997: Tick-borne zoonoses in Europe, Clinical Microbiology and Infection, Volume 3; 2: 156 – 169.

13. Gugliemone, A. A., R. G. Robbins, D. A. Apanaskevich, T. N. Petney, A. Estrada-Pena, I. G. Horak, 2014: *The Hard Ticks of the World*. Springer Science+Business Media Dordrecht, Springer Netherlands, str. 738.
14. Harpin, M., 1999: Krpelji i neke antropozoonoze. *Šumarski list* br. 7-8, 323-328.
15. Hill, A.C., MacDonald F.J., 2006: *The biology and medical importance of ticks in Indiana*. Purdue extension E-243-W.
16. 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, str. 178.
17. Jaenson, T.G.T., Jensen, J.K., 2007: Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe islands. *Norwegian Journal of Entomology* 54: 11–15.
18. Klompen, H., Grimaldi, D., 2001: First Mesozoic Record of a parasitiform Mitae: a Larval Argasid Tick in Cretaceous Amber (Acari: *Ixodida*). *Annals of the Entomological Society of America (Entomological Society of America)*, 94 (1): 10-15.
19. Krantz, Gerald W.; Walter, D. E., 2009: *A Manual of Acarology*. Texas Tech University Press.
20. Krčmar, S., 2012: Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. *ZooKeys* 234: 19–57.
21. 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: 390-314.
22. Kumar, P., Chhangte, L., 2015: Tick infestation of lower eyelid: a rare occurrence. *Journal of Dental and Medical Sciences* 14: 68-70.
23. Logar, L., 1999: *Parazitologija v medicini*. 1. izd. Ljubljana, DZS: 217-217.
24. Margaletić, J., 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. *Rad - Šumarski institut Jastrebarsko* 41 (1-2): 133-140.
25. Matoničkin I., 1981: *Beskralješnjaci*. *Biologija viših avvertebrata*. Školska knjiga, Zagreb, str. 650.
26. Mehlhron, H., 2016: *Encyclopedia of Parasitology*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, str. 3084.
27. Milas, Z., Turk, N., Starešina, V., Margaletić, J., Slavica, A., Živković, D., Modrić, Z., 2002: The role of myomorphous mammals as reservoirs of

- leptospira in the pedunculate oak forests of Croatia. Veterinarski arhiv 72(3): 119–129.
28. Miletić-Medved M., Đaković Rode O., Cvetko Krajinović L., Marotić A., 2011: Krpeljni meningoencefalitis u hrvatskoj srednjoj Posavini, str. 87.
 29. Milutinović, M., Radulović, Ž., 2002: Ecological notes on ticks (Acari: *Ixodidae*) in Serbia (central regions). Acta Veterinaria Beograd 52: 49–58.
 30. Needham G.R., 1985: Evaluation of five popular methods for tick
 31. Parola., P., Raoult., D., 2001: Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. Clinical Infectious Diseases, 32: 897-928.
 32. Punda V, Milas I, Bradarić N, Kačić A, Klišmanić Z., 1984: Mediterranean spotted fever in Yugoslavia. Liječnički vjesnik; 106 (7-8): 286-8.
 33. Romanović, M., Mulić, R. 1999: Doprinos poznavanju medicinski važnih artropoda na otocima i priobalju Republike Hrvatske, Institut pomorske medicine, Split, 1-11.
 34. Sardelić S, Fournier P-E, Punda-Polić V, Bradarić N, Grgić D, Ivić I, Ledina D, Lukšić B, Milas I, Raoult D., 2003: First isolation of *Rickettsia conorii* from human blood in Croatia, 44: 630-4.
 35. Sjöstedt A., 2016: Department of Clinical Microbiology. Hrčak, medicina fluminensis, str. 211-216.
 36. Sonenshine, D.E., 1991: Biology of tick, New York: Oxford University Press, str. 346.
 37. Sonenshine, D.E., 1993: Biology of ticks, New York: Oxford University Press, str. 488 .
 38. Spielman, A., Hodgson, J.C., 2000: The natural history of ticks: A human health perspective. Tickborne infectious diseases: diagnosis and management. New York, str. 1-13
 39. Stafford C.K., 2007. Tick Management Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station. New Haven, str. 78.
 40. Strle, F., 1991: Kakšna je možnost, da po vvodu klopa dobimo lymsko
 41. Šimo, L., Kazimírová, M., Richardson, J., Bonnet, S.I., 2017: The Essential Role of Tick Salivary Glands and Saliva in Tick Feeding and Pathogen Transmission. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology (7), str. 281.

42. Tarman, K., 1992: Osnove ekologije in ekologija živali. Državna založba Slovenije. Ljubljana, str. 546
43. Tartaglia P., 1939: Exantematic tick fever (Fievre boutonneuse). Glasnik CHZ 22(1-4): 306-13.
44. Teni, M., 2012: Faunističko-ekološka istraživanja krpelja (*Acari: Ixodidae*) na području Mikleuša. Diplomski rad, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera, Osijek, str.44.
45. Vucelja M., Bjedov L., Boljfečić M., Klojučar A., Krčmar S., Borak S., Modrić M., Jurčić K., Peleš M., Margaletić M., Vilibić Čavlek T., 2018: Monitoring tvrdih krpelja u urbanim rekreacijskim odredištima grada Zagreba (2016 – 2018), Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 2.
46. Weber, K., Burgdorfer, W., 1993: Aspects of Lyme borreliosis. Springer-Verlag, Berlin, str. 384
47. Zore, A., 2002: Vloga malih sesalcev in ptic pri kroženju borelij v naravi. Doktorska disertacija., Universa v Ljubljani, Medicinska fakulteta, str.107.

INTERNET:

48. Web 1: <http://www.ijon.de/zecken/system.html#milbe>
49. Web 2: <https://www.krpelji.info/>
50. Web 3: <http://studenci.hr/q-groznica-ima-li-razloga-bitu-zabrinut/>
51. Web 4: <http://veterina.com.hr/?p=48885>
52. Web 5: http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_ploj_martina.pdf
53. Web 6: <http://www.zzjzpgz.hr/nzl/76/krpelj.htm>
54. Web 7: <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/25591/Babezioza.html>
55. Web 8: <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/25591/Babezioza.html>
56. Web9: https://issuu.com/vasezdravlje_casopis/docs/vase_zdravlje_042009/98
57. Web10: <https://www.centarzdavlja.hr/zdravlje-az/zarazne-bolesti/virusne-hemoragijske-groznice/>
58. Web11: <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/25072/Krpeljini-meningoencefalitis.html>

SLIKE:

59. Slika 4: 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
60. Slika 18: Juričić K., 2017: Monitoring tvrdih krpelja (fam. *Ixodidae*) na području rekreacijskog športskog centra Bundek (2017.-2018.), Diplomski rad. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 29.
61. Web1: https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/images/Ixodes_ricinus%20distribution%20June%202018.png
62. Web 2: <https://extension.entm.purdue.edu/publichealth/insects/tick.html>
63. Web 3: <http://www.bristoluniversitytickid.uk/glossary/>
64. Web 4: <https://extension.entm.purdue.edu/publichealth/insects/tick.html>
65. Web 5:
https://www.google.com/search?q=razvojni+ciklus+krpelja&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj2uoCH6InkAhWPI4sKHWICBcYQ_AUIESgB&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgdii=9DF4vKhvAekkCM:&imgsrc=Cm1A_Q0HxpiADM
66. Web 6: <http://www.cvbd.org/en/tick-borne-diseases/about-ticks/tick-feeding/blood-feeding/>
67. Web 7: <https://javno-zdravlje.hr/lyme-borelioza/>
68. Web 8: <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/9687/Bolesti-koje-prenose-krpelji.html>
69. Web 9: <http://www.veterinarstvo.hr/default.aspx?id=2369>
70. Web 10: <https://hr.pestctrl.biz/kleshhi/bolezni-perenosimye-kleshhami/bolezn-lajma/>
71. Web 11: <http://www.veterinarstvo.hr/default.aspx?id=2368>
72. Web 12: <http://www.zjzka.hr/index.php/12-naslovnica-aktualno/577-oprez-sezona-krpelja-2>
73. Web 13: <https://www.krenizdravo.rtl.hr/zdravlje/kako-izvaditi-krpelja-i-ne-zaraziti-se>
74. Web 14: <https://www.hrsume.hr/index.php/hr/tvrtka/uprave>

75. Web 15:
<https://www.google.com/maps/@45.8308877,16.0171725,1036m/data=!3m1!1e3>
76. Web 16:
<https://www.google.com/maps/place/Bundek/@457842771,15.9817695,15.62z/data=!4m5!3m4!1s0x4765d66fcabae60f:0x147113b3a019975d!8m2!3d45.7853775!4d15.9872189>
77. Web 17:
<https://www.google.com/maps/place/Jarun/@45.7787223,15.8872387,6267m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x4765d4013a262a87:0x30b4110e8a7465dc!8m2!3d45.78!4d15.9172222!5m1!1e4>
78. Web 18:
<https://www.google.hr/maps/place/45%C2%B051'34.4%22N+16%C2%B001'11.6%22E/@45.8595667,16.0176946,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d45.8595667!4d16.0198833>

9. PRILOZI

Prilog 1. Evidencija uzorkovanja tvrdih krpelja na području državnih šuma RH (Vucelja M., 2018)

| | |
|-------------|---|
| 20.01.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79b (prema 79c) |
| 20.01.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79b (prema 79c) |
| 20.01.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79c |
| 20.01.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79c |
| 20.01.2018. | UŠP BJELOVAR IVANSKA ODJEL/ODSJEK 22a |
| 20.01.2018. | UŠP BJELOVAR IVANSKA ODJEL/ODSJEK 22a |
| 30.01.2018. | GJ-NOVI SISAK-SUNJA (PRIVATNE ŠUME LOLIČ UZORKOVAO) |
| 24.03.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79b (prema 79c) |
| 24.03.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79b (prema 79c) |
| 24.03.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79c |
| 24.03.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79c |
| 24.03.2018. | UŠP BJELOVAR IVANSKA ODJEL/ODSJEK 22a |
| 24.03.2018. | UŠP BJELOVAR IVANSKA ODJEL/ODSJEK 22a |
| 26.03.2018. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) |
| 26.03.2018. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada |
| 26.03.2018. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) |
| 26.03.2018. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) |
| 26.03.2018. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) |
| 26.03.2018. | PARK BUNDEK 1. LIVADA |
| 26.03.2018. | PARK BUNDEK 2. PARK |
| 26.03.2018. | PARK BUNDEK 3. NASIP |
| 26.03.2018. | PARK BUNDEK 4. OBALA |
| 26.03.2018. | PARK BUNDEK 5. ŠUMA |
| 26.03.2018. | PARK JARUN 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK |
| 26.03.2018. | PARK JARUN 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL |
| 26.03.2018. | PARK JARUN 3. RUB ŠUME |
| 26.03.2018. | PARK JARUN 4. PLAŽA |
| 26.03.2018. | PARK JARUN 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG |
| 10.04.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM KOPRIVNICA ODJEL/ODSJEK 32d |
| 10.04.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM KOPRIVNICA ODJEL/ODSJEK 32d |
| 10.04.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM KOPRIVNICA ODJEL/ODSJEK 29a |
| 10.04.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM KOPRIVNICA ODJEL/ODSJEK 29a |
| 11.04.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM KOPRIVNICA ODJEL/ODSJEK 32d |
| 11.04.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM KOPRIVNICA ODJEL/ODSJEK 29a |
| 14.04.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79b (prema 79c) |
| 14.04.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79b (prema 79c) |
| 14.04.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79c |
| 14.04.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79c |
| 14.04.2018. | UŠP BJELOVAR IVANSKA ODJEL/ODSJEK 22a |
| 14.04.2018. | UŠP BJELOVAR IVANSKA ODJEL/ODSJEK 22a |
| 24.04.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA VELIKA GORICA ODJEL/ODSJEK 7a |
| 24.04.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA VELIKA GORICA ODJEL/ODSJEK 7a |
| 24.04.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA VELIKA GORICA ODJEL/ODSJEK 69c |
| 24.04.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA VELIKA GORICA ODJEL/ODSJEK 69c |
| 25.04.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA VELIKA GORICA ODJEL/ODSJEK 7a |
| 25.04.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA VELIKA GORICA ODJEL/ODSJEK 69c |
| 27.04.2018. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) |
| 27.04.2018. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada |
| 27.04.2018. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) |
| 27.04.2018. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) |
| 27.04.2018. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) |
| 27.04.2018. | PARK BUNDEK 1. LIVADA |
| 27.04.2018. | PARK BUNDEK 2. PARK |
| 27.04.2018. | PARK BUNDEK 3. NASIP |
| 27.04.2018. | PARK BUNDEK 4. OBALA |
| 27.04.2018. | PARK BUNDEK 5. ŠUMA |
| 28.04.2018. | PARK JARUN 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK |
| 28.04.2018. | PARK JARUN 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL |
| 28.04.2018. | PARK JARUN 3. RUB ŠUME |
| 28.04.2018. | PARK JARUN 4. PLAŽA |
| 28.04.2018. | PARK JARUN 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG |
| 02.05.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA LIPOVLJANI ODJEL/ODSJEK 175 a |
| 02.05.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA LIPOVLJANI ODJEL/ODSJEK 175 a |
| 02.05.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA LIPOVLJANI ODJEL/ODSJEK 119 b |

| | |
|-------------|--|
| 02.05.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA LIPOVLJANI ODJEL/ODSJEK 119 b |
| 03.05.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA LIPOVLJANI ODJEL/ODSJEK 175 a |
| 03.05.2018. | UŠP ZAGREB ŠUMARIJA LIPOVLJANI ODJEL/ODSJEK 119 b |
| 03.05.2018. | Sv. Rok Gračac Orešković nimfa se hranila |
| 07.05.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM. ČAKOVEC PREDJEL ČEP ODJEL/ODSJEK 36G |
| 07.05.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM. ČAKOVEC PREDJEL ČEP ODJEL/ODSJEK 35B |
| 07.05.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM. ČAKOVEC PREDJEL ČEP ODJEL/ODSJEK 37B |
| 07.05.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM. ČAKOVEC PREDJEL ČEP ODJEL/ODSJEK 37B |
| 08.05.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM. ČAKOVEC PREDJEL ČEP ODJEL/ODSJEK 36G |
| 08.05.2018. | UŠP KOPRIVNICA ŠUM. ČAKOVEC PREDJEL ČEP ODJEL/ODSJEK 35B |
| 13.05.2018. | Miklouš (Čazma) krpelji sa psa |
| 14.05.2018. | DOTRŠČINA ŠF LOKALITET ŠTEFANOVAC ODJEL/ODSJEK 12 |
| 14.05.2018. | DOTRŠČINA ŠF LOKALITET ŠTEFANOVAC ODJEL/ODSJEK 12 |
| 14.05.2018. | SLJEME-MEDVEDGRADSKE ŠUME LOKALITET ŠTEFANOVAC ODJEL/ODSJEK 4C |
| 14.05.2018. | SLJEME-MEDVEDGRADSKE ŠUME LOKALITET PUNTIJARKA ODJEL/ODSJEK 5A |
| 14.05.2018. | SLJEME ŠF LOKALITET PUNTIJARKA ODJEL/ODSJEK 1B |
| 15.05.2018. | DOTRŠČINA ŠF LOKALITET ŠTEFANOVAC ODJEL/ODSJEK 12 |
| 15.05.2018. | SLJEME-MEDVEDGRADSKE ŠUME LOKALITET ŠTEFANOVAC ODJEL/ODSJEK 4C |
| 15.05.2018. | SLJEME-MEDVEDGRADSKE ŠUME LOKALITET PUNTIJARKA ODJEL/ODSJEK 5A |
| 15.05.2018. | SLJEME ŠF LOKALITET PUNTIJARKA ODJEL/ODSJEK 1B |
| 16.05.2018. | UŠP SISAČ ŠUM LEKENIK ODJEL/ODSJEK 37b |
| 16.05.2018. | UŠP SISAČ ŠUM LEKENIK ODJEL/ODSJEK 37b |
| 16.05.2018. | UŠP SISAČ ŠUM LEKENIK ODJEL/ODSJEK 51a |
| 16.05.2018. | UŠP SISAČ ŠUM LEKENIK ODJEL/ODSJEK 51a |
| 17.05.2018. | UŠP SISAČ ŠUM LEKENIK ODJEL/ODSJEK 37b |
| 17.05.2018. | UŠP SISAČ ŠUM LEKENIK ODJEL/ODSJEK 51a |
| 28.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 42A |
| 28.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 42A |
| 28.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 34E |
| 28.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 34E |
| 28.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79b (prema 79c) |
| 28.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79c |
| 28.05.2018. | UŠP BJELOVAR IVANSKA ODJEL/ODSJEK 22a |
| 29.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 42A |
| 29.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79b (prema 79c) |
| 29.05.2018. | UŠP BJELOVAR ŠUM IVANSKA ODJEL/ODSJEK 79c |
| 29.05.2018. | UŠP BJELOVAR IVANSKA ODJEL/ODSJEK 22a |
| 29.05.2018. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) |
| 29.05.2018. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada |
| 29.05.2018. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) |
| 29.05.2018. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) |
| 29.05.2018. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) |
| 30.05.2018. | PARK BUNDEK 1. LIVADA |
| 30.05.2018. | PARK BUNDEK 2. PARK |
| 30.05.2018. | PARK BUNDEK 3. NASIP |
| 30.05.2018. | PARK BUNDEK 4. OBALA |
| 30.05.2018. | PARK BUNDEK 5. ŠUMA |
| 31.05.2018. | PARK JARUN 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK |
| 31.05.2018. | PARK JARUN 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL |
| 31.05.2018. | PARK JARUN 3. RUB ŠUME |
| 31.05.2018. | PARK JARUN 4. PLAŽA |
| 31.05.2018. | PARK JARUN 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG |

| | |
|-------------|---|
| 01.06.2018. | PRIMOŠTEN -VEZAC |
| 01.06.2018. | PRIMOŠTEN -VEZAC |
| 01.06.2018. | PRIMOŠTEN - KRUŠEVO 1 |
| 01.06.2018. | PRIMOŠTEN - KRUŠEVO 1 |
| 01.06.2018. | PRIMOŠTEN - KRUŠEVO 2 |
| 01.06.2018. | PRIMOŠTEN - KRUŠEVO 2 |
| 01.06.2018. | PRIMOŠTEN - KRUŠEVO 3 |
| 01.06.2018. | PRIMOŠTEN - KRUŠEVO 3 |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - BOJANA |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - BOJANA |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - ŠIROKE 1 |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - ŠIROKE 1 |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - ŠIROKE 2 |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - ŠIROKE 2 |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - ODUH |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - ODUH |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - STRAŽAR 1 |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - STRAŽAR 1 |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - STRAŽAR 2 |
| 02.06.2018. | PRIMOŠTEN - STRAŽAR 2 |
| 04.05.2018. | RIJEKA - VEPRINAC-VAS |
| 04.05.2018. | RIJEKA - VEPRINAC-VAS |
| 04.05.2018. | ISTRA-KANFANAR (izlaz s autoputa za Bale) |
| 04.05.2018. | ISTRA-KANFANAR (izlaz s autoputa za Bale) |
| 04.05.2018. | ISTRA-BALE (kod autokampa) |
| 04.05.2018. | ISTRA-BALE (kod autokampa) |
| 05.06.2018. | DELNICE - LUČICE |
| 05.06.2018. | DELNICE - LUČICE |
| 05.06.2018. | GEROVO - LIVDRAGA |
| 05.06.2018. | GEROVO - LIVDRAGA |
| 12.06.2018. | UŠP OSIJEK ŠUM VALPOVO ODJEL/ODSJEK 26C/28B |
| 12.06.2018. | UŠP OSIJEK ŠUM VALPOVO ODJEL/ODSJEK 46A/47B |
| 12.06.2018. | UŠP OSIJEK ŠUM VALPOVO ODJEL/ODSJEK 46A/47B |
| 13.06.2018. | UŠP OSIJEK ŠUM VALPOVO ODJEL/ODSJEK 46A/47B |
| 13.06.2018. | UŠP OSIJEK ŠUM VALPOVO ODJEL/ODSJEK 26C/28B |
| 26.06.2018. | UŠP VINKOVCI ŠUM ŽUPANJA ODJEL/ODSJEK 42C |
| 26.06.2018. | UŠP VINKOVCI ŠUM ŽUPANJA ODJEL/ODSJEK 42C |
| 26.06.2018. | UŠP VINKOVCI ŠUM ŽUPANJA ODJEL/ODSJEK 35B |
| 26.06.2018. | UŠP VINKOVCI ŠUM ŽUPANJA ODJEL/ODSJEK 35B |
| 27.06.2018. | UŠP VINKOVCI ŠUM ŽUPANJA ODJEL/ODSJEK 42C |
| 27.06.2018. | UŠP VINKOVCI ŠUM ŽUPANJA ODJEL/ODSJEK 35B |
| 30.06.2018. | PARK JARUN 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK |
| 30.06.2018. | PARK JARUN 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL |
| 30.06.2018. | PARK JARUN 3. RUB ŠUME |
| 30.06.2018. | PARK JARUN 4. PLAŽA |
| 30.06.2018. | PARK JARUN 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG |
| 30.06.2018. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) |
| 30.06.2018. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada |
| 30.06.2018. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) |
| 30.06.2018. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) |
| 30.06.2018. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) |
| 30.06.2018. | PARK BUNDEK 1. LIVADA |
| 30.06.2018. | PARK BUNDEK 2. PARK |
| 30.06.2018. | PARK BUNDEK 3. NASIP |
| 30.06.2018. | PARK BUNDEK 4. OBALA |
| 30.06.2018. | PARK BUNDEK 5. ŠUMA |

| | |
|-------------|---|
| 10.07.2018. | PARK JARUN 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK |
| 10.07.2018. | PARK JARUN 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL |
| 10.07.2018. | PARK JARUN 3. RUB ŠUME |
| 10.07.2018. | PARK JARUN 4. PLAŽA |
| 10.07.2018. | PARK JARUN 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG |
| 11.07.2018. | UŠP NAŠICE ŠUM KOŠKA ODJEL/ODSJEK 68A |
| 11.07.2018. | UŠP NAŠICE ŠUM KOŠKA ODJEL/ODSJEK 68A |
| 11.07.2018. | UŠP NAŠICE ŠUM KOŠKA ODJEL/ODSJEK 69A |
| 11.07.2018. | UŠP NAŠICE ŠUM KOŠKA ODJEL/ODSJEK 69A |
| 12.07.2018. | UŠP NAŠICE ŠUM KOŠKA ODJEL/ODSJEK 68A |
| 12.07.2018. | UŠP NAŠICE ŠUM KOŠKA ODJEL/ODSJEK 69A |
| 31.08.2018. | PARK JARUN 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK |
| 31.08.2018. | PARK JARUN 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL |
| 31.08.2018. | PARK JARUN 3. RUB ŠUME |
| 31.08.2018. | PARK JARUN 4. PLAŽA |
| 31.08.2018. | PARK JARUN 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG |
| 31.08.2018. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) |
| 31.08.2018. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada |
| 31.08.2018. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) |
| 31.08.2018. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) |
| 31.08.2018. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) |
| 05.09.2018. | PARK BUNDEK 1. LIVADA |
| 05.09.2018. | PARK BUNDEK 2. PARK |
| 05.09.2018. | PARK BUNDEK 3. NASIP |
| 05.09.2018. | PARK BUNDEK 4. OBALA |
| 05.09.2018. | PARK BUNDEK 5. ŠUMA |
| 14.09.2018. | PARK JARUN 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK |
| 14.09.2018. | PARK JARUN 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL |
| 14.09.2018. | PARK JARUN 3. RUB ŠUME |
| 14.09.2018. | PARK JARUN 4. PLAŽA |
| 14.09.2018. | PARK JARUN 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG |
| 26.10.2018. | PARK JARUN 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK |
| 26.10.2018. | PARK JARUN 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL |
| 26.10.2018. | PARK JARUN 3. RUB ŠUME |
| 26.10.2018. | PARK JARUN 4. PLAŽA |
| 26.10.2018. | PARK JARUN 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG |
| 26.10.2018. | PARK MAKSIMIR - 1. transekt uz pješačku stazu (iznad konjušnice) |
| 26.10.2018. | PARK MAKSIMIR - 2. transekt livada |
| 26.10.2018. | PARK MAKSIMIR - 3. transekt rub šume (uz livadu) |
| 26.10.2018. | PARK MAKSIMIR - 4. transekt šuma (uz 4. jezero) |
| 26.10.2018. | PARK MAKSIMIR - 5. transekt nasip (uz 4. jezero, prema 5. jezeru) |

Prilog 2. Matrica aktivnosti krpelja vrste *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 |

Prilog 3. Matrica aktivnosti krpelja vrste *Dermacentor reticulatus*

| 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 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 50-60 | 0 | 0 | 10 | 20 | 20 | 10 | 0 | 0 |
| 60-70 | 0 | 10 | 30 | 40 | 40 | 20 | 0 | 0 |
| 70-80 | 0 | 10 | 40 | 70 | 50 | 40 | 10 | 0 |
| 80-90 | 0 | 20 | 60 | 100 | 100 | 60 | 20 | 0 |
| >90 | 0 | 20 | 60 | 100 | 100 | 70 | 20 | 0 |