

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

Borovčak, Branimira

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:108:177792>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-26**



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

BRANIMIRA BOROVIČAK

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

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2018 GODINA

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

MONITORING TVRDIH KRPELJA (fam. Ixodidae) NA PODRUČJU

PARKA MAKSIMIR

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. Milivoj Franjević

Student: Branimira Borovčak

JMBAG: 00068212734

Broj indeksa: 738/16

Datum odobrenja teme: 11.04.2018.

Datum predaje rada:22.06.2018.

Datum obrane rada:06.07.2018.

Zagreb, srpanj, 2018.

Izjavljujem da na temelju zahtjeva za odobrenje diplomskog rada, naslov diplomskog rada je izmijenjen, te umjesto: "Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području parka Maksimir", glasi "Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području parka Maksimir tijekom 2018. godine.



IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

OB ŠF 05 07

Revizija: 1

Datum: 28.6.2017.

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

U Zagrebu, 22.6.2018.

vlastoručni potpis

Branimira Borovčak

Naslov	Monitoring tvrdih krpelja (fam. <i>Ixodidae</i>) na području parka Maksimir (2018.)
Autor	Branimira Borovčak
Adresa autora	S.S. Kranjčevića 38, Slatina
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Doc. dr. sc. Marko Vucelja
Izradu rada pomogao	Marko Boljfetić, mag.ing.silv.
Godina objave	2018.
Obujam	
Ključne riječi	tvrdi krpelji (porodica: <i>Ixodidae</i>), park Maksimir, zoonoze
Sažetak	<p>Krpelji su glavni prijenosnici zoonoza (lyme borelioze, krpeljnog meningoencefalitisa, babezioze) kod ljudi i životinja, te je stoga bitno utvrditi njihovu brojnost, kako bi se podigla svijest o realnoj opasnosti od ugriza krpelja. Uzorkovanje tvrdih krpelja (Acari: <i>Ixodidae</i>) na području parka Maksimir obavljeno je od ožujka do lipnja 2018. godine. Prilikom uzorkovanja krpelja determinirana je samo jedna vrsta - obični ili šumski krpelj (<i>Ixodes ricinus</i>). Među uzorkovanim krpeljima, utvrđena je dominacija ženki, dok je najveći broj jedinki bio u stadiju larve. Jedinke u razvojnem stadiju nimfe nisu zabilježene. Maksimum brojnosti vrste bio je u lipnju. Prema broju jedinki uhvaćenih tijekom jednog izlaska na teren ističe se transekt broj četiri (šuma hrasta kitnjaka s običnim grabom). Također na tom istom lokalitetu najveća je uspješnost lova kroz sve mjesece.</p> <p>Utvrđena sezonska dinamika upućuje na potrebu povećanog opreza tijekom proljetnih mjeseci. Od javnozdrastvenog je interesa senzibiliziranje i edukacijavnosti o realnoj opasnosti od krpelja.</p>

SADRŽAJ:

1.	UVOD.....	10
2.	PREDMET ISTRAŽIVANJA	12
2.1.	KLASIFIKACIJA KRPELJA I OPĆE ZNAČAJKE PODREDA IXODIDA.....	12
2.2.	MORFOLOGIJA KRPELJA	13
2.3.	ŽIVOTNI CIKLUS I RAZMNOŽAVANJE	16
2.4.	HRANJENJE KRPELJA	18
2.5.	STANIŠTE I GEOGRAFSKA RASPROSTRANJENOST VRSTE IXODES RICINUS	19
2.6.	SEZONA POJAVLJIVANJA.....	21
2.7.	KRPELJI KAO VEKTORI UZROČNIKA BOLESTI	22
2.7.1.	KRPELJNI MENINGOENCEFALITIS	23
2.7.2.	LAJMSKA BORELIOZA	25
2.7.3.	TULAREMIJA	28
2.7.4.	RIKECIOZE	30
2.7.5.	ERLIHIOZE	30
2.7.6.	BABEZIOZA	31
2.7.7.	KRIMSKO-KONGOANSKA HEMORAGIJSKA GROZNICA	32
2.7.8.	MEDITERANSKA PJEGAVA GROZNICA (MPG).....	33
2.8.	KARTE RIZIKA ZARAZE.....	35
2.9.	MJERE ZAŠTITE OD KRPELJA	36
2.9.1.	PREPORUČENE OSOBNE MJERE ZAŠTITE	37
2.9.2.	PREPORUČENE MJERE U SLUČAJU UBODA KRPELJA:	38
2.9.3.	KONTROLA BROJNOSTI KRPELJA.....	39
3.	CILJEVI ISTRAŽIVANJA	41
4.	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	41
4.1.	OPIS MIKROLOKACIJA	42
5.	MATERIJALI I METODE.....	45
5.1.	TERENSKI RAD.....	45
5.2.	LABORATORIJSKI RAD	46
6.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	47
6.1.	DETERMINIRANE VRSTE KRPELJA	47
6.2.	ANALIZA SPOLOVA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA	48
6.3.	SEZONSKA DINAMIKA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH	48

KRPELJA.....	48
7. RASPRAVA I ZAKLJUČCI.....	51
8. LITERATURA	53
9. PRILOZI.....	56

POPIS SLIKA

Slika 1. <i>Ixodes ricinus</i> (stadiji).....	11
Slika 2. Rast volumena krpelja uslijed hranjenja	13
Slika 3. Ventralni (lijevo) i dorzalni (desno) prikaz tijela mužjaka krpelja roda <i>Ixodes</i> (Nuttal i sur., 1908, Borak 2014).....	14
Slika 4. Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda <i>Ixodes</i> (Nuttal i sur. 1908, Borak 2014).....	15
Slika 5. Prikaz štita (scutum) kod ženke (lijevo) i kod mužjaka (conscutum) (desno) (web) 16	
Slika 6. Razvojni ciklus krpelja (web)	17
Slika 7. Hranjenje krpelja (web).....	19
Slika 8. Rasprostranjenost krpelja u Europi (web).....	21
Slika 9. Zemljopisna raspodjela krpeljnog meningoencefalitisa po županijama R. Hrvatske, razdoblje 1999.–2008. Godine.....	24
Slika 10. FSME-IMMUN-suspenzija (web).....	25
Slika 11. Prvi simptomi lajmske borelioze (<i>erythema migrans</i>) (web).....	26
Slika 12. Zemljopisna raspodjela krpeljnog lajmske borelioze po županijama R. Hrvatske, razdoblje 1999.–2008. Godine.....	28
Slika 13. Otečeni limfni čvorovi kod vanjskom ulceroglandularnog oblika.....	30
Slika 14.. Zemljopisna raspodjela mediteranske pjegave groznice po županijama R. Hrvatske, razdoblje 1999.–2008. godine	34
Slika 15: Karta rizika zaraze sa <i>Ixodes ricinus</i> na području RH (www.fleatickrisk.com).	36
Slika 16. Pravilno vađenje krpelja pincetom (web).....	39
Slika 17. Tretiranje insekticidom (web)	40
Slika 18: Tlocrtni prikaz transekata na kojima su vršena uzorkovanja	43
Slika 19: Transekt 1, uz rub makadamske staze (Boljfetić, 2018.)	43
Slika 20. Transekt 2 Livada (Boljfetić 2018)	43

Slika 21. Transekt 3 (Boljfetić 2018)	44
Slika 22. Transekt 4 Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (Boljfetić 2018).....	44
Slika 23. Transekt 5 Nasip (Boljfetić 2017).....	45
Slika 24. Metoda krpeljne zatege (Boljfetić 2017).....	46
Slika 25. Svjetlosni mikroskop Olympus Leica Wild m28 kojim je vršena laboratorijska analiza uzorkovanih krpelja (Vucelja 2013).....	47
Slika 26 . Analiza spolova i razvojnih stadija uhvaćenih jedinki	48
Slika 27. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja na području parka Maksimir u 2018. godini	49
Slika 28. Prikaz brojnosti krpelja, temperature te količine oborina	50
Slika 29. Brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece obavljanja uzorkovanja 50	
Slika 30. Brojnost jedinki uhvaćenih po pojedinom transektu	51

POPIS TABLICA

Tablica 1. Bolesti koje prenose krpelji i njihovi uzročnici.....	22
Tablica 2. Tumač karti rizika određenog parazita	35
Tablica 3.Potrebna (minimalna, obavezna osobna zaštitna oprema), preporučena (opcijaska odjeća/osobna zaštitna oprema koja poboljšava zaštitu), alternativna (opcijski mehanizam koji se zamjenjuje/zahtijeva sa dodatnom zaštitom), zabranjena (odjeća koja nije dopuštena) osobna zaštitna oprema prilikom izlaska u prirodno stanište krpelja.	37
Tablica 4. Općeniti podaci o parku Maksimir	41
Tablica 5.. Evidencija uzorkovanih krpelja u parku Maksimir za razdoblje ožujak- lipanj 2018.g.	47

1. UVOD

Krpelji su parazitski člankonošci (koljeno Arthropoda), pripadnici razreda paučnjaka (Aracnida), te reda grinja (Acarina). Usni organi su im prilagođeni za bodenje kože i sisanje krvi. Domaćini krpelja su sisavci, ptice, gmazovi, te rjeđe vodozemci (Hillyard 1996). Među svim vrstama tvrdih krpelja, 20% ih parazitira na pticama, a 80% na sisavcima (Kolonin 2009). Krpelji prolaze kroz četiri razvojna oblika: jajašce, ličinka, nimfa i adult, od toga su zadnje tri aktivne, odnosno potreban im je domaćin i njegova krv, kojom mogu prenijeti različite patogene organizme.

Porijeklo krpelja seže sve do sredine krede (prije 100 milijuna godina), a domaćini su u to vrijeme bili gmazovi ili vodozemci (Nava i dr. 2009). Najpoznatija vrsta krpelja u Europi je *Ixodes ricinus*, koji se često naziva i običnim krpeljom (Slika 1). Najrasprostranjeniji je krpelj u većini dijelova središnje, zapadne i sjeverne Europe (Salman i dr.2013). Obični krpelj također je i najrasprostranjenija vrsta krpelja na području Republike Hrvatske, sa gušćom populacijom u sjevernim dijelovima Hrvatske (Borčić i sur. 1999). Danas ga nalazimo i u gradskim parkovima i vrtovima, a adulti se penju i u više slojeve vegetacije i obično napadaju veće životinje na kojima se hrane od ožujka do listopada. Osim običnog krpelja u Hrvatskoj su pridolazi još dvadesetak vrsti od kojih su šire rasprostranjene: Smeđi pseći krpelj (- *Rhipicephalus sanguineus*) koji je isključivo parazit pasa i ornamentirani krpelj (- *Dermacentor reticulatus*). Otprilike 10 % od poznatih 867 vrsta krpelja su vektori raznih patogena (Jongejan i Uilenberg 2004).



Slika 1. *Ixodes ricinus* (stadiji)

Za aktivnost krpelja vrlo su važne temperatura i vlažnost zbog čega je kod njih izražena sezonska aktivnost: – najbrojniji i najaktivniji su u proljeće i početkom ljeta. Ipak mogu se susresti i u jesen, ali i tijekom nadprosječno toplih zimskih perioda. Krpelji se zaraze prilikom hranjenja na šumskim životinjama, a patogeni mogu svojim ubodom prenijeti i na čovjeka ako se on nađe u njihovom prirodnom okolišu. Uzročnici bolesti prenose se sa zaraženog krpelja i na nove generacije pa su stoga krpelji ne samo prenosioci nego i rezervoari uzročnika (Romanović i sur., 1999).

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).

Pojavljivanje bolesti koje prenose krpelji (Lyme boreliozna, krpeljni meningoencefalitis, tularemija, mediteranska pjegava groznica, anaplazmoza, babezioza, erlihioza) ovisno je o prirodnom staništu prenosioca - krpelja s pogodnim uvjetima za njihovo razmnožavanje, pa se pojavljuju samo na nekim endemičnim područjima. Nalaze se na listovima i granama grmova, niskog raslinja (do visine 1 m), u šikarama, pretežno u prizemnom sloju šuma. Prema tome boravak u prirodi, osobito među niskim raslinjem, povezan je s rizikom od mogućeg kontakta s krpeljima. Rizična skupina izložena krpeljima su ljudi koji

profesionalno ili rekreativno borave učestalo u prirodi na područjima gdje postoje prirodna žarišta krpelja (šumari, šumski radnici, vojnici, planinari, lovci, izletnici, turisti itd.).

Većina bolesti koje nastaju nakon ugriza krpelja može se spriječiti samim izbjegavanjem kontakta s krpeljima ili pravovremenim i ispravnim uklanjanjem krpelja s tijela. Samo se jedna bolest (krpeljni meningoencefalitis) može spriječiti i cijepljenjem. Prevencija je "najbolji lijek", stoga korištenjem repelenata, nošenjem prikladne obuće i odjeće, te temeljitim pregledom tijela nakon povratka iz prirode, se znatno može umanjiti mogućnost uboda, odnosno bolesti.

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

2.1. KLASIFIKACIJA KRPELJA I OPĆE ZNAČAJKE PODREDA IXODIDA

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

Podred Ixodida obuhvaća oko 867 vrsta krpelja. U medicinskom i veterinarskom pogledu najvažnija je porodica Ixodidae (tvrdi krpelji) (Lindgren i Jaenson, 2006). Porodica tvrdih krpelja sadrži pet potporodica. Najveća je potporodica Ixodinae koja jerasprostranjena širom svijeta, a uključuje samo jedan rod *Ixoides* s 217 vrsta. Potporodica Amblyomminae uključuje dva roda *Aponomma* i *Amblyomma* s 126 vrsta. Potporodica Haemaphysalinae sadrži samo rod *Haemaphysalis* sa 155 vrsta. U potporodicu Hyalomminae pripada samo rod *Hyalomma* s 30 vrsta i

potporodica Rhipicephalinae koja je i ujedno i najmlađa obuhvaća osam rodova i 114 vrsta.

U Hrvatskoj je evidentirana 21 vrsta tvrdih krpelja koje nalazimo na 47 različitih životinjskih vrsta domaćina. Nama najinteresantniji rodovi su: *Ixodes*, *Dermacentor*, *Hyalomma*, *Haemaphysalis*, *Rhipicephalus* i *Boophilus*. Rod *Ixodes* (Latreille 1795) zastupljen je sa sedam vrsta, *Haemaphysalis* (Koch 1844) sa šest, *Rhipicephalus* (Koch 1844) s četiri, a rodovi *Dermacentor* (Koch 1844) i *Hyalomma* (Koch 1844) s po dvije vrste. Najučestalija vrsta je obični krpelj koju nalazimo na 25 različitih vrsta domaćina (Krčmar 2012).

U kontinentalnoj Hrvatskoj poznato je sedam vrsta krpelja od kojih su najučestaliji *Ixodes ricinus*, *Dermacentor marginatus*, *Dermacentor reticulatus*, *Haemaphysalis concinna* i *Ixodes hexagonus* (Mikačić 1968, 1969, Tovornik 1976, Borčić i sur. 1978a, Barišin i sur. 2011, Teni i Krčmar 2012, Krčmar 2012, Vucelja 2013). (slika2.).



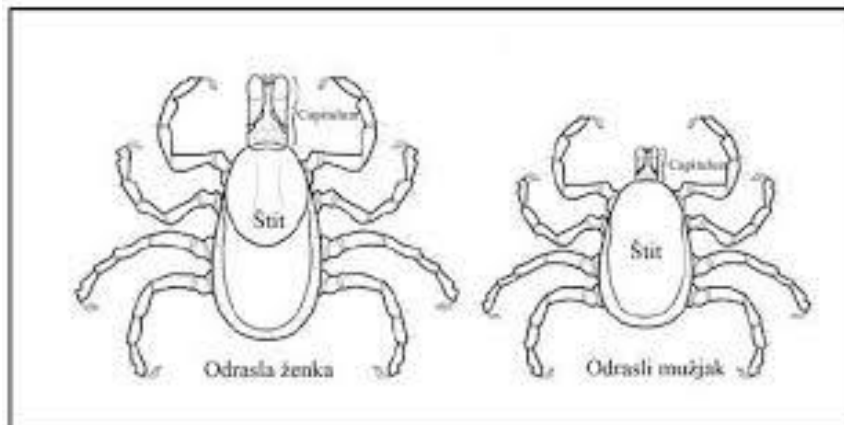
Slika 2. Rast volumena krpelja uslijed hranjenja

2.2. MORFOLOGIJA KRPELJA

Krpelji porodice Ixodidae (tvrdi krpelji ili krpelji šikare) pripadaju skupini člankonožaca iz reda grinja (Acarina) veličine 0,2 do 1,5 cm. Dobili su ime po čvrstom štitu ili ploči koja se još i naziva *scutum*. Pridjev „tvrd“ odgovara opisu (*Ixodidae*) krpelja koji se nije preobrazio pijući krv domaćina, a kojega je izuzetno

Slika 4. Dorzalni (lijevo) i ventralni (desno) prikaz tijela ženke krpelja roda *Ixodes* (Nuttal i sur. 1908, Borak 2014)

Ličinke krpelja nalikuju odraslim oblicima, a razlikuju se u veličini i po tome što imaju tri para nogu, dok nimfe i odrasli oblici imaju četiri para. U bazalnom dijelu noge, točnije na kuku (*coxa*), mogu se nalaziti izbočine koje pomažu u identifikaciji. Kod odraslih oblika spolni otvor se nalazi na ventralnoj strani približno između drugog para nogu. Otvori odušaka (*stigme*) nalaze se na ventralnoj strani, lateralno iza četvrtog para nogu, oni mogu biti ovalni, zaobljeni ili u obliku zareza. Krpelji ne skaču, ne lete niti padaju s većih visina. Postoje vrste krpelja koji nemaju oči, ali imaju tzv. Hallerov organ na dorzalnoj strani stopala prve noge - senzorski organ kojim osjete promjenu koncentracije CO₂ u okolini, toplinsko zračenje i kretanje kroz obližnju vegetaciju te osjete prisutnost potencijalne žrtve i kreću prema prolazu žrtve. Mogu se popeti na vršak trave, grančicu koja strši i tu čekaju. Kad osjete dolazak žrtve, podignu prvi par nožica i čekaju. Kad žrtva dotakne krpelja, on prelazi na nju (Hillyard 1996). Glavna značajka ovog reda je dorzalna sklerotizirana ploča ili štit, koja je ukrašena uzorcima bijele ili zlatne boje na smeđoj ili sivoj podlozi i koja razlikuje ove krpelje od drugih redova. Takvi štit sa pigmentiranim uzorkom nazivamo ornamentirani (npr. kod roda *Dermacentor*). Štit (*scutum*) na ličinkama, nimfama i ženkama krpelja pokriva trećinu do polovice tijela, dok kod mužjaka pokriva gotovo cijelu dorzalnu (leđnu) površinu i njegovo širenje tijekom hranjenja je vrlo ograničeno (Teni 2012) (Slika 2.2). Dio tijela bez štita (*alloscutum*) povećava se sisanjem krvi. U prvoj fazi se prilikom sisanja javlja usporeni rast i rahlo rastezanje kutikule, dok se u drugoj fazi veličina znatno povećava, zbog rastezanja endokutikule i brzog rasta prokutikule. Epikutikula se prilikom hranjenja samo rastezne iz naboranog stanja i ne raste (Hillyard 1996) (slika 5.).



Slika 5. Prikaz štita (scutum) kod ženke (lijevo) i kod mužjaka (conscutum) (desno)
(web)

2.3. ŽIVOTNI CIKLUS I RAZMNOŽAVANJE

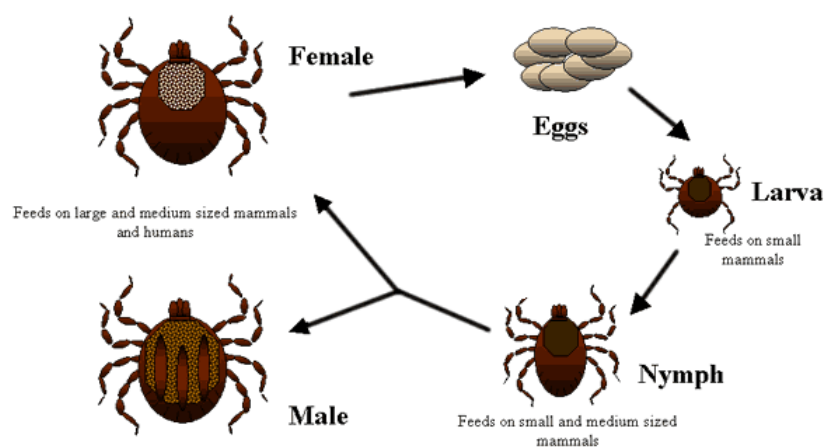
Sve vrste krpelja imaju sličan životni ciklus, koji obično traje dvije godine, a može trajati i pet do šest godina. Životni ciklus sastoji im se od četiri stadija koji uključuje pravilnu izmjenu nametničkog i slobodno živućeg stadija kao i izmjenu domaćina. Vrijeme provedeno na domaćinu čini samo 10 % od ukupnog životnog vijeka krpelja. Dužina trajanja životnog ciklusa ovisi o temperaturi, godišnjem dobu u kojem se krpelj razvija, te raspoloživim domaćinima (Parola i Raoult 2001). Krpelji kojima je za završetak životnog ciklusa potreban samo jedan domaćin mogu imati više generacija u jednoj godini, dok je kod višerodnih krpelja za završetak životnog ciklusa potreban vremenski period od jedne do tri godine.

Svi razvojni oblici ovise o vlazi u staništu, te pri nastupu sušnih razdoblja krpelji preživljavaju mirovanjem na tlu, zaštićeni lišćem očekujući povoljno razdoblje. Krpelji postaju aktivni kada je dnevna temperatura oko 7°C, a temperatura tla oko 4°C (Sonenshine).

U svakom razvojnom obliku (larva, nimfa, adult) uzimaju po jedan obrok krvi.

Ženka tvrdoga krpelja se nakon sisanja krvi i oplodnje otpušta sa životinje na tlo, traži kakvo skrovito mjesto (otpalo lišće, pukotine u tlu) gdje tada polaže jajašca (2000 – 18000). Stvaranje jajašaca je intenzivno i doseže vrhunac tri do pet dana nakon početka ovipozicije, zatim polagano opada; 90% jajašaca je položeno u

prvih deset dana no maleni dio se još polaže daljnjih pet do deset dana, zatim iscrpljena ženka ugiba. Nakon završetka embrionalnog razvoja (3 – 4 tjedna i duže) iz jajašca izlaze pokretne ličinke, slične ostalim pokretnim stadijima. Nakon toga one potraže žrtvu, a to su najčešće zmijske i gušteri ili sitni sisavci (mišoliki glodavci) i ptice. Nakon sisanja krvi (3 – 7 dana) ostaju na nositelju ili se otpuštaju na tlo, zapadaju u letargično stanje i presvlače se u stadij nimfe. Kako su nimfe malene teško se otkrivaju. Nakon novog „krvnog obroka“ (3 – 10 dana), slijedi presvlačenje u adultni stadij na nositelju ili na tlu. Ako se presvlačenje dogodilo na tlu, adulti će potražiti sljedećeg nositelja. Odrasla ženka iz skupine se na domaćinu hrani 8-12 dana te ima polumjesečast, crvenkasto-narančasti abdomen koji je jako rastezljiv. Ona se na domaćinu može zadržati i znatno duže, praktički sve dok ne bude oplodena. Ženka je prilično proždrljiva i posiše 2-2,5 ml krvi. Odrasli mužjak se može hraniti više puta manjim količinama krvi, dok za neke vrste nije pouzdano utvrđeno da uopće sišu. U krpelja se također javlja 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). Dijapauza omogućava beskralješnjacima usklađivanje razvoja, rasta i razmnožavanja, te razdoblja hranjenja sa sezonskim promjenama u okolišu (Borak 2014). Ukoliko se razvojni krug prekine, krpelj može preživjeti dugi period i hibernirati cijelu zimu, a bez hranjenja mogu preživjeti dvije godine. Razvojni krug obično je kompletiran u roku od jedne godine, ali se može produžiti i na period od tri godine. (Slika 6.)



Slika 6. Razvojni ciklus krpelja (web)

2.4. HRANJENJE KRPELJA

Krpelji žive parazitskim načinom života u svakoj fazi životnog ciklusa, hraneći se krvlju svojih domaćina (Estrada-Peña i sur. 2004). Oni gmižu na domaćinu i pričvrste se za kožu svojim usnim dijelovima, pod kutom od 45° do 60° (Estrada-Peña i sur. 2004, Stafford 2007). Usni dijelovi kod ličinki i nimfi su manji, s manjom penetracijom i uzrokuju slabiju reakciju domaćina, dok je kod odraslih domaćina usni aparat duži, može doseći subdermalne slojeve kože, te uzrokuju jaču imunološku reakciju domaćina (Hill i McDonald 2006).

Uslijed parazitskog načina života kod krpelja su se razvile pojedine morfološke i anatomske specifičnosti koje se prvenstveno odnose na građu usnog aparata i probavnog trakta. Krpelji ne mogu letjeti ni skakati, već gmižu, te im je za prijenos na domaćina potreban fizički kontakt. Kada odabere pogodno mjesto krpelj počinje proces hranjenja koji može trajati od nekoliko dana do otprilike jednog tjedna.

Usni dijelovi se sastoje od helicera (klijesta), pedipalpi (čeljusne nožice) i hipostome (rilo).

Usni aparat ličinki i nimfi krpelja je manji s manjom penetracijom i uzrokuje slabiju reakciju domaćina, dok kod odraslih jedinki usni aparat je duži te može doseći i subdermalne slojeve kože te jaču imunološku reakciju.

Nakon što je krpelj postavio prednji dio capituluma u potpunosti u kožu domaćina, počinje lučiti slinu iz žlijezda slinovnica. Slina krpelja sadrži specifičan protein koji stvara vezivni sloj koji se stvrdnjava uokolo usnog aparata, zatim istječe na površinu kože gdje se potom krpelj učvršćuje. (Slika 7.)

Pričvršćivanje može trajati od nekoliko sati do nekoliko dana, jednom kada se krpelj pričvrsti počinje proces hranjenja. Hranjenje u periodu od nekoliko dana ili tjedana je strategija da bi se pribavila velika količina krvi u samo jednom obroku, ali usporedno s time postoji rizik da domaćin odbaci parazita koji se nalazi na njemu. Da bi došlo do prijenosa patogena iz zaraženog krpelja, krpelj treba biti pričvršćen i hraniti se na domaćinu minimalno 24 sata, dok je kod nekih patogena potrebno 48 sati i više (Hill i MacDonald 2006).



Slika 7. Hranjenje krpelja (web)

Hranjenje kod krpelja nije kontinuirano te je većina krvnog obroka uzeta tijekom zadnjih 12-24 sata hranjenja. Kako bi krpelj skoncentrirao svoj obrok krvi, mora odstraniti višak vode, zbog toga grupa stanica u žlijezdama slinovnicama se tijekom hranjenja diferencira za izlučivanje vode. S obzirom na vrijeme hranjenja izmjenjuje se razdoblje izlučivanja sline.

Po završetku hranjenja masa kod ličinki i nimfi se povećava otprilike 10 – 20 puta, dok se kod odrasle ženke masa tijela može povećati od 100 do 120 puta (Sonenshine 2005).

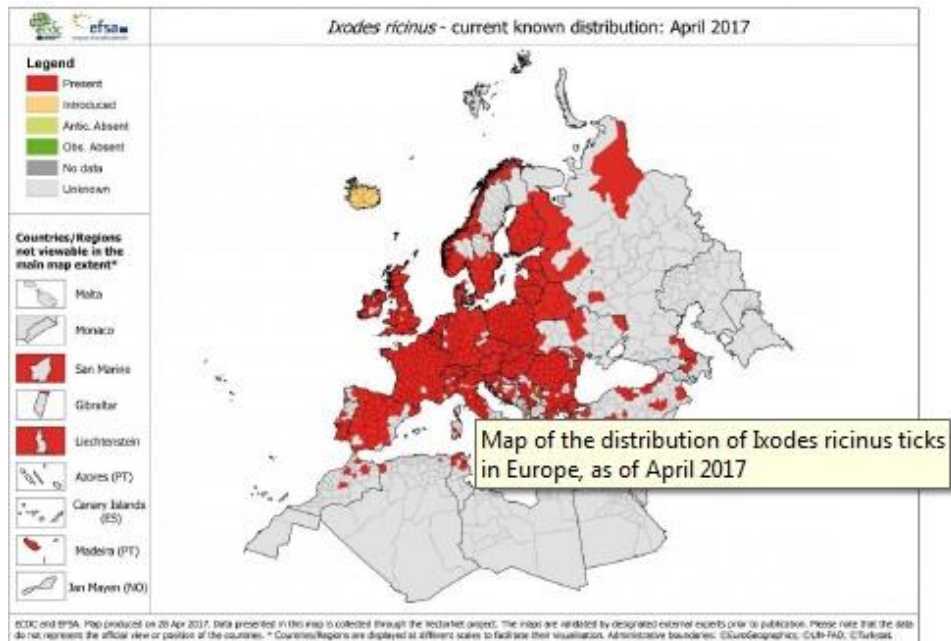
2.5. STANIŠTE I GEOGRAFSKA RASPROSTRANJENOST VRSTE IXODES RICINUS

Krpelji naseljavaju gotovo sve dijelove svijeta u umjerenim, tropskim i subtropskim klimatskim zonama. Šumski krpelj rasprostranjen je širom Europe, na području umjerene klime između 39 i 65 stupnjeva geografske širine, od Portugala do Rusije (Bowman i sur. 2008). 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 dr. 2004), a na sjeveru je rasprostranjena sve do Skandinavije. Ovako širok areal rasprostranjenosti podrazumijeva prilagođenost šumskog krpelja različitim ekološkim uvjetima. (Slika 8.)

Ekosustav koji je pogodan za obitavanje krpelja mora zadovoljiti sljedeća dva uvjeta: (1.) gustoća naseljenosti vrsta domaćina na tom području mora biti dovoljno visoka, (2.) kao vlažnost zraka da bi krpelji ostali hidratizirani.

Uglavnom naseljava listopadne i mješovite šume, gdje su mikroklimatski uvjeti i sastav potencijalnih domaćina pogodni za razvoj sva četiri stadija krpelja. Budući da je šumski krpelj podložan gubitku vode, visoka vlažnost staništa je preduvjet za opstanak ove vrste. Krpelji izgube vode u mezoklimatskim i makroklimatskim uvjetima. Šumski krpelj može preživjeti samo na mjestima gdje je vlažnost mikrostaništa iznad 80% (Randolph i dr. 2000). Također krpelji mogu preživjeti duga razdoblja bez hrane, za razliku od drugih člankonožaca. Osim u šumama, pogodni uvjeti za razvoj šumskog krpelja mogu dovesti do širenja ove vrste na pašnjacima, travnjacima i urbanim parkovima.

Prve studije o pojavi tvrdih krpelja u Hrvatskoj bile su izrađene prije otprilike 80 godina, dok intenzivna istraživanja faune tvrdih krpelja počinju u drugoj polovici 20. stoljeća. Od ukupno 21 vrste krpelja na području Hrvatske, u kontinentalnome dijelu pet najučestalijih vrsta čine *Ixodes ricinus* (šumski ili obični krpelj), *Dermacentor reticulatus* (ornamentirani pseći krpelj), *Dermacentor marginatus*, *Haemaphysalis concinna* i *Ixodes hexagonus*, dok ostatak vrsta pridolazi u mediteranskom dijelu Hrvatske. Veća brojnost jedinki krpelja i potencijalno veća opasnost od krpeljno prenosivih bolesti, zabilježena je na području sjeverozapadne Hrvatske (Slika 9.) (Hrvatsko zagorje, područje oko Koprivnice, Čakovca te područje uz Zagrebačku goru), a manje u Gorskom kotaru, Kvarneru i Istri. Najučestalija vrsta krpelja na području Hrvatske je šumski ili obični krpelj pronađen da parazitira na 25 različitih vrsta domaćina. Najznačajnije bolesti u Hrvatskoj koje ovaj krpelj prenosi kod ljudi su: lajmska borelijoza i krpeljni meningoencefalitis.



Slika 8. Rasprostranjenost krpelja u Europi (web)

2.6. SEZONA POJAVLJIVANJA

Aktivnost krpelja definirana je različitim čimbenicima koji se mogu podijeliti u dvije grupe (egzogene i endogene). Egzogeni čimbenici obuhvaćaju čimbenike vanjske sredine – temperaturu, vlažnost, količinu padalina i prisutnost domaćina na kojima se krpelji hrane. U endogene čimbenike spadaju genetička građa jedinki i fiziološki status krpelja.

Temperatura se najčešće označava kao osnovni ekološki čimbenik koji utječe na aktivnost krpelja. Važnost temperature je u tome što postoji temperaturni minimum i maksimum unutar kojih je moguća aktivnost krpelja, ukoliko temperature budu izvan dozvoljenih granica, aktivnost krpelja nije moguća bez obzira na utjecaj ostalih važnih čimbenika.

Drugi bitan egzogeni čimbenik koji utječe na aktivnost krpelja su relativna vlažnost zraka i količina padalina.

Za krpelje vrste *I. ricinus* je značajna dvojna sezonska aktivnost. Najaktivniji su u kasno proljeće i rano u ljeti, te ponovo u ranu jesen. U jesen je aktivnost krpelja neznatno manja, zbog skraćivanja dana i snižavanja temperature (Sonenshine 1993, Korenberg 2000). Što se tiče dnevne aktivnosti, krpelji su najaktivniji ujutro i navečer.

2.7. KRPELJI KAO VEKTORI UZROČNIKA BOLESTI

Pojam zoonoza najbolje prikazuje definicija Svjetske Zdravstvene Organizacije (SZO) prema kojoj su zoonoze one bolesti koje se prenose između životinja i čovjeka prirodnim putem“. Na pojavu zoonoza utječu različiti čimbenici kao što su klimatske promjene, razvoj turizma, kretanje životinja, porast životinjske populacije, širenje i bolja prilagodba različitih vektora i mikroorganizama na novonastale uvjete i prirodne katastrofe.

Vektori ili prenosioci zoonoza su hematofagni člankonošci, s krilima ili beskrilni, koji mogu prenijeti uzročnika bolesti s rezervoara na ljude i životinje. Rezervoari su životinje koje služe uzročnicima bolesti za njihovo trajno održavanje u prirodi. Krpeljne zarazne bolesti su najraširenije i medicinski najznačajnije od svih vektorskih bolesti u Europi, a bilježe se dramatično povećanje oboljelih tijekom posljednjih dva desetljeća i nova žarišta infekcija.

Ugriz krpelja ne uzrokuje samo lokalnu infekciju, već može predstavljati i ulazna vrata za opasne virusne, bakterijske i protozoarne bolesti (Tablica 1.).

Tablica 1. Bolesti koje prenose krpelji i njihovi uzročnici (Web)

Bolesti koje prenose krpelji	Uzročnik
Krpeljni meningoencefalitis	Flavivirus - virus krpeljnog meningoencefalitisa
Krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica	Nairovirus iz porodice <i>Bunyaviridae</i>
Borelioze: povratna vrućica, lajmska bolest, eritema migrans	Borelije - razne borelije - <i>Borrelia burgdorferi</i>
Tularemija	<i>Francisella tularensis</i>
Erlihioze	<i>Ehrlichia chaffeensis</i> , <i>E. phagocytophila</i>
Babesioza	Paraziti iz roda <i>Babesia</i>
Rikecioze - Pjegave groznice / krpeljni tifus - Q-groznica	Rikecije - <i>R. rickettsii</i> , <i>R. conori</i> , <i>R. sibirica</i> , <i>R. australis</i> - <i>Coxiella burnetii</i>

Približno 10% od 896 poznatih vrsta krpelja, prenosioci su uzročnika bolesti u divljih životinja. Uzročnici bolesti prenose se na generacije krpelja transovarijskim putem što krpelje čini i rezervoarima, a ne samo prijenosnicima zaraznih bolesti. Zbog bolesti (zoonoze) koje prenose kao vektori različitih patogena, poput virusa, bakterija, protozoa i rekecija, zadnjih je desetljeća sve više pozornosti usmjereno njihovom proučavanju, kao i proučavanju njihove ekologije. Krpelje je, ovisno o razvojnem stadiju, moguće pronaći u listincu, travnatoj vegetaciji, niskom raslinju (do visine 1 m), u sloju grmlja i sl. Prema tome boravak u prirodi, osobito među niskim raslinjem, povezan je s rizikom od mogućeg kontakta s krpeljima, te eventualne zaraze.

Godišnje se u Hrvatskoj registrira prosječno 200 – 300 oboljelih od lajmske borelioze te 20 – 50 oboljelih od krpeljnog meningoencefalitisa. U 2016. godini zabilježen je 301 slučaj lajmske borelioze (108 u Gradu Zagrebu, 39 u Zagrebačkoj županiji) te 20 slučajeva krpeljnog meningoencefalitisa (1 u Gradu Zagrebu). Tijekom petnaest godina provedene epidemiološke studije oboljelih, utvrdila se distribucija krpelja u Hrvatskoj i otkriveno je da se prirodna žarišta KME nalaze u sjevernoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Urbano područje Grada Zagreba smatra se slobodnim od KME, dok su Sljeme i podsljemenska zona razmjerno rizična zona. Postotak zaraženih krpelja mijenja se iz godine u godinu (Borčić 2000).

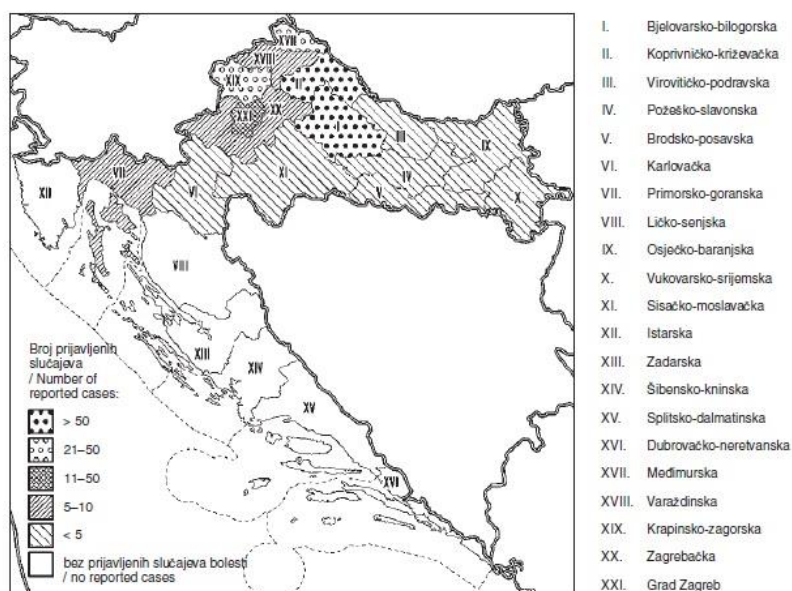
2.7.1. KRPELJNI MENINGOENCEFALITIS

Krpeljni meningoencefalitis je tijekom prošlog desetljeća postao rastući zdravstveni problem u Europi i u Aziji i najvažnija je virusna bolest koju prenose krpelji u Europi (Süss, 2011). Virus KME pripada porodici flavivirusa, a prema vrsti je RNA virus. Sam virus je okruglog oblika, u promjeru je 40-60 nm i obavijen je lipidnom ovojnicom. Bolest je prvi put opisana u Rusiji 1930.

Virus je rasprostranjen u različitim dijelovima Europe i Azije (Begovac i sur. 2006). Prethodno je bilo opisano samo jedno prirodno žarište bolesti i to u sjevernim dijelovima zemlje između rijeka Save i Drave (Zagreb, Koprivnica). Rizik od bolesti je također vrlo visok nedaleko od Križevaca i sjeveroistočno od Osijeka. Nova

rizična područja pojavljuju se duž Jadranske obale i na otocima između Istre i Dubrovnika na jugu. (slika 9.)

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



Slika 9. Zemljopisna raspodjela krpeljnog meningoencefalitisa po županijama R. Hrvatske, razdoblje 1999.–2008. Godine

Sezonsko javljanje bolesti povezano je s aktivnošću krpelja u proljeće i ljeto a u europskim žarištima može trajati i dulje tako da se javlja epidemični val i u jesen.

Krpelji jednom zaraženi virusom KME ostaju zaraženi do kraja života. Oni nemaju nikakve posljedice kao nositelji virusa. Ličinke predaju virus nimfama, a nimfe odraslima. Dokazano je da se virus prenosi putem jajašaca. Čovjek je slučajna žrtva i posljednja karika u tom lancu, jer nema prijenosa KME s čovjeka na čovjeka.

Zaraza se može prenijeti i preko mlijeka. Ako ljudi piju nekuhano ili nedovoljno kuhano mlijeko koza, mogu nastati čitave epidemije od nekoliko stotina oboljelih (Blašković 2006).

Ako dođe do razvoja bolesti ona se manifestira bifazičkim tokom. Prva faza javlja se poslije inkubacijskog perioda od 7 do 14 dana nakon uboda zaraženog krpelja. To je febrilna bolest slična gripi koja traje oko tjedan dana. Slijedi period latencije u trajanju od 4 do 10 dana. Kod manjeg dijela bolesnika dolazi do druge,

meningoencefalitičke faze bolesti kod koje se, uz opće simptome javljaju i znakovi infekcije središnjeg živčanog sustava. Međutim, kod najvećeg broja bolesnika bolest ipak ima blagi tijek.

U procesu liječenja provodi se samo simptomatska terapija koja se sastoji od mirovanja, davanja vitamina, zatim antiedematozna terapija primjenom hipertoničnih otopina i diuretika, 10% glukoza. Kortikosteroidi se rijetko koriste osim u najtežim slučajevima (Beus 2006).

Prevenција KME uključuje cijepljenje atenuiranom vakcinom protiv krpeljnog encefalitisa u tri doze. Prve dvije doze u razmaku od 1-3 mjeseca, a treća nakon godinu dana. Revakcinacija svake tri godine. Cijepljenje je najbolje započeti tijekom zimskih mjeseci kako bi se osigurala zaštita prije sezone krpelja u proljeće. Cijepljenje nije učinkovito nakon ugriza krpelja. Kod nas se uglavnom koristi FSME-IMMUN 0,5 ml suspenzija protiv krpeljnog encefalitisa (slika 10.).



Slika 10. FSME-IMMUN-suspenzija (web)

2.7.2. LAJMSKA BORELIOZA

Ova je bolest bila poznata od 1975. pod raznim nazivima, a današnje ime je dobila po mjestu Lyme u sjevernoameričkoj državi Connecticut gdje se pojavila bolest u epidemijским razmjerima. Uzrokuje ju bakterija *Borrelia burgdorferi*.

Najvažniji rezervoari bakterije *Borrelia burgdorferi* u Europi su krupna divljač i sitni glodavci (*Apodemus sylvaticus*, *A. agrarius*, *A. flavicollis*, *Myodes glareolus*, *Glis glis*). Ličinke krpelja *Ixodes ricinus* parazitiraju na rezervoarima, na taj način dolazi do zaraze bakterijom, a ugrizom zaraženog krpelja na životinje (npr. psa, konja) ili čovjeka prenosi se bakterija koja uzrokuje infekciju, tzv. lajmskuboreliozu kod ljudi

uzrokuju jedino *Borrelia afzelii* (prisutna u glodavcima), *Borrelia burgdorferi sensu stricto* i *Borrelia garinii* (prisutna u pticama). Lajmska boreliozna je proširena gotovo u cijeloj sjevernoj hemisferi, tj. na području rasprostranjenosti krpelja.

Ljudi i životinje se lajmskimboreliozom mogu inficirati prilikom hranjenja krpelja njihovom krvlju. Kod ljudi ova bolest izaziva tri klinička stadija. Prvi stadij se javlja na mjestu uboda krpelja. Nakon uboda krpelja u prvom stadiju javlja se sistemna infekcija, koja se manifestira karakterističnim crvenilom, a naziva se *erythema migrans*.(slika 11.)



Slika 11. Prvi simptomi lajmske borelioze (*erythema migrans*) (web)

Kod 1. stadija nakon uboda krpelja i inokulacije borelija u kožu, uzročnik se širi lokalno i u 60% do 80% bolesnika nastaje *erythema migrans*, koji može biti praćen vrućicom, malim konstitucionalnim simptomima ili regionalnom limfadenopatijom. Crvenilo se širi centrifugalno, može biti homogeno ili prstenasto s blijeđenjem u sredini, razvija se od 3 do 16 tjedana nakon krpeljnog uboda. (Maretić 2006).

Erythema migrans obično blijedi i nestaje nakon 3-4 tjedna i u neliječenih bolesnika no može zaostati i do 14 tjedana. Antibiotička terapija bitno skraćuje trajanje eritema, a u znatnoj mjeri prevenira kasne manifestacije (Hoeprich 1994). Tijekom drugog stadija diseminirane infekcije već nakon nekoliko dana ili tjedana od uboda krpelja borelije se mogu hematogeno i/ili limfogeno proširiti po cijelom organizmu. Diseminirana infekcija često je povezana sa karakterističnim simptomima na koži, živčanom sustavu te mišićno koštanom sustavu (Maretić 2006). U prvim danima bolesti uobičajena je glavobolja uz naznačenu ukočenost vrata, uz uredan neurološki status i normalan nalaz cerebrospinalnog likvora. Bannwarthov sindrom najčešća je europska neurološka manifestacija koje obično traju tjednima ili mogu postati kronične (Steere 1986). Kardijalne manifestacije očituju se u 4% do 8% bolesnika s lajmskom boreliozom. Trajanje srčanih manifestacija je kratko od 3 do 6 tjedana a najčešće su blage pa nije potreban trajni srčani potaknik (pace-maker).

U Hrvatskoj bolest je prvi put opisana 1986.god., a godišnje se bilježi 200 do 300 slučajeva, i to u lipnju i srpnju. Bolest je češća na sjeveru Hrvatske (Begovac i sur. 2006).

Kod ove bolesti smrtni slučajevi nisu zabilježeni međutim kod neliječenih bolesnika posljedice su dugotrajne. Bolest se liječi antibioticima, međutim ne postoji najučinkovitiji antibiotik, niti optimalna količina antibiotika, kao ni odgovarajuće vrijeme koje je potrebno da se bolest liječi. Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, u razdoblju od 2005. do 2014. godine prosječni godišnji broj oboljelih od lajmske borelioze na području Hrvatske iznosio je 422, dok smrtnih slučajeva u navedenom razdoblju nije bilo (slika 12.).



Slika 12. Zemljopisna raspodjela krpeljnog lajmske borelioze po županijama R. Hrvatske, razdoblje 1999.–2008. Godine

2.7.3. TULAREMIJA

Tularemija je zoonoza uzrokovana bakterijom *Francisella tularensis*, karakterizirana ulcerativnom lezijom na mjestu inokulacije s regionalnim limfadenitisom, pneumonijom ili febrilnim stanjem.

F. tularensis je malen nepokretan, pleomorfan, gram-negativan aeroban kokobacil. Stanična stijenka bogata je lipidima i gubitak ove kapsule može dovesti i do gubitka virulencije. Slabo raste na većini uobičajenih hranilišta, no kultivacija dobro uspijeva na krvnom agaru i tioglikolatu obogaćenom cistinom pri temperaturi od 35C. *F. tularensis* stvara i nepoznat egzotoksin. Imunosni odgovor domaćina nastaje na brojne antigene stanične stijenke, LPS i karbohidrate (Lisić 2006).

Bolest se može prenijeti na čovjeka ili domaće životinje direktnim kontaktom s bolesnom životinjom, konzumiranjem kontaminiranog mesa ili vode, inhalacijom infektivnog aerosola ili prašine te hematofagnim člankonošcima. Krpelji koji ostaju inficirani tijekom cijelog životnog ciklusa predstavljaju naročito važan izvor infekcije.

Postoje četiri vrste tularemije. Kod najčešće vrste (ulceroglandularni tip) na šakama i prstima nastaju upale, a limfni čvorovi na istoj strani, na kojoj je infekcija, oteknu. Druga vrsta (okuloglandularni tip) zarazi oko uzrokujući crvenilo i oteknuće

uz natečene limfne čvorove. Taj je tip vjerojatno posljedica dodirivanja oka sa zaraženim prstom. U trećoj vrsti (glandularni tip) oteknu limfni čvorovi, ali se ne razviju upale, što upućuje da su izvor progutane bakterije. Četvrta vrsta (tifoidni tip) dovodi do visoke temperature, bolova u trbuhu i iscrpljenosti. Ako tularemija dospije do pluća, može nastati pneumonija.

Kliničke manifestacije infekcije s *F. tularensis* variraju ovisno o virulenciji mikroorganizama, mjestu primarnog infekta, sistemskom zahvaćanju organa i imunom stanju mikroorganizama.

Inkubacija tularemije varira od 1 do 21 dan, prosječno traje tri do pet dana. Početak bolesti je obično nagao s izraženim općim simptomima i treskavicom (Gries 1996).

Razlikujemo s obzirom na mjesto ulaska infekta, vanjske i unutarnje oblike bolesti. Vanjski oblici su: ulceroglandularni, glandularni, okuloglandularni, tonziloglandularni dok su unutarnji plućni, tifoidni (septički, kriptogeni) i abdominalni.

Kod vanjskom ulceroglandularnog oblika koji se i javlja najčešće (oko 80%) nakon kontakta s oboljelom životinjom primarni afekt je obično na prstima ruku, gdje se javlja isprva bezbolna papula koja brzo nekrotizira i nastaje ulkus uzdignutih rubova i gnojnog, a zatim crnog nekrotičnog dna.

Limfni čvorovi su otečeni do veličine šljive i veći, nisu osobito bolni, često se razmekšaju te perforiraju kroz kožu sa stvaranjem fistule (slika 13.) Glandularni oblik manifestira se u 3-20% bolesnika samo upalom limfnih čvorova bez primarnog afekta. Okuloglandularni oblik javlja se oko 1% bolesnika s jednostranim gnojnim konjuktivitisom i regionalnim limfadenitisom. Kod tonziloglandularnog oblika javlja se jednostrana ili obostrana nekrotična angina s jakim glavoboljom i otokom regionalnih limfnih čvorova.

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

Gotovo uvijek prežive ljudi koji su se liječili. Bolest ima smrtni ishod kod 6% bolesnika. Smrt obično nastane zbog razbuktale infekcije, pneumonije, infekcije

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



Slika 13. Otečeni limfni čvorovi kod vanjskom ulceroglandularnog oblika

2.7.4. RIKECIOZE

Rikecioze su bolesti koje svojim simptomima mogu nalikovati gripi, ali mogu izazvati teške, pa čak i smrtonosne komplikacije. U Hrvatskoj se javljaju u endemskim područjima gdje su životinje (osobito ovce i psi) glavni rezervoar bolesti. Jedino se Qgroznica prvenstveno prenosi na druge načine, a iznimno putem krpelja.

Uzročnik joj je *Coxiella burnetii*, a bolest se očituje vrućicom, mialgijama i glavoboljom, a u težim slučajevima i razvojem hepatitisa, pneumonije i meningoencefalitisa. Moguća je pojava mediteranske groznice koju uzrokuje *R. conorii* koja je rasprostranjena u našem priobalju, ali se bolest rijetko prepoznaje zbog blage kliničke slike.

2.7.5. ERLIHIOZE

Erlihije su obvezatne intracelularne bakterije koje izgledaju kao sitne inkluzije u citoplazmi limfocita i neutrofila. Infekcije se prenose na ljude ugrizom krpelja,

katkad prilikom kontakta sa životinjama koje nose smeđi pseći krpelj ili jelenski krpelj. Većina je slučajeva utvrđena u jugoistočnim i središnjim južnim dijelovima SAD-a. Za ljude su patogene sljedeće tri vrste *Ehrlichia* u SAD-u: *E. chaffeensis* koja uzrokuje humanu monocitnu erlihiozu; *Anaplasma phagocytophila* (ranije *E. phagocytophila*) i *E. ewingii* koje uzrokuju humanu granulocitnu erlihiozu. Bitno je napomenuti da različit primarni cilj napada (monociti ili granulociti) rezultira samo neznatno različitim kliničkim manifestacijama.

HME ima inkubaciju osam dana. Klasični simptomi HME su nespecifični, uključuju vrućicu, glavobolju, mialgije i malaksalost, rjeđe nalazimo gastorintestinalne simptome (mučnina, povraćanje, proljev) i kašalj.

Inkubacija HGE obično iznosi 4 do 8 dana. Većina oboljelih ima leukopeniju i trombocitopeniju s povišenjem jetrenih transaminaza.

Dijagnoza se postavlja specifičnim serološkim testovima ili u novije vrijeme dokazom genskog materijala metodom lančane reakcije polimeraze.

U liječenju se primjenjuju tetraciklini, obično doksiciklin. Kloramfenikol *in vitro* ne djeluje na *E. chaffeensis* (Saab 2000.)

2.7.6. BABEZIOZA

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

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

Ljudi u ciklus ulaze u slučajevima ugriza zaraženog mladog krpelja. Dok se hrani krvlju, inficirani krpelj čovjeku prenosi parazite koji (kao i kod miša) ulaze u eritrocite i podliježu aseksualnoj replikaciji. Kod domaćih životinja crvene krvne

stanice se zatim raspadaju, oboljeli domaćini nakon toga pokazuju simptome, kao što su: crveno obojeni urin (crvena voda), visoka vrućina, anemija, a u većini slučajeva dolazi do smrti (Sonenshine 1993).

Upravo je takvo naglo razmnožavanje odgovorno za razvoj simptoma bolesti nalik malariji (napose hemolitičke anemije). Premda oboljeli u principu nisu zarazni za svoju okolinu, prijenos sa čovjeka na čovjeka dobro je poznat je u slučajevima transfuzije krvi te s majke na dijete u trudnoći (Meštrović 2014).

U velikom broju slučajeva prilikom zaraze babezozom ljudi nemaju značajnijih poremećaja i tegoba. U nekih se osoba mogu razviti nespecifični simptomi nalik na gripu, kao što su vrućica, zimica, glavobolja, bolovi u mišićima, gubitak apetita, mučnina i povraćanje. S obzirom da ovaj parazit dovodi do uništavanja crvenih krvnih stanica, može doći do pojave posebnog oblika anemije koja se naziva hemolitička anemija te posljedičnog razvoja žutice. (Meštrović, 2014.)

Kod stariji osoba i osoba sa oslabljenim imunitetom u slučaju raka i drugih težih bolesti babezioza može predstavljati ozbiljnu opasnost po zdravlje.

U slučajevima blage ili umjerene bolesti, terapija se primjenjuje u kombinacijama antimikrobnih lijekova azitromicina i atovakvona u trajanju od sedam do deset dana a samo cjepivo za navedenu bolest ne postoji. Kod težih slučajeva bolesti primjenjuje se zamjenska transfuzija, što predstavlja postupak u kojem se odstranjuju zaražene crvene krvne stanice te zamjenjuju novim nezaraženim.

2.7.7. KRIMSKO-KONGOANSKA HEMORAGIJSKA GROZNICA

Krimsko-kongoanska hemoragijska groznica (KKHG) je jedna od najraširenijih bolesti koju prenose krpelji na svijetu koja utječe na ljude u dijelovima Afrike, Azije, istočne Europe i Bliskog Istoka. Zaražena stoka predstavlja rezervoar virusa i njegov prijenos do čovjeka. Uzročnik KKHG je drugi najrašireniji virus kojeg prenose člankonošci nakon dengue groznice. Spada u rod *Nairovirus*, porodicu Bunyaviridae i prenosi se krpeljima roda *Hyalomma*, najčešće vrstom *Hyalomma marginatum*. KKHG mogu prenositi i vrste roda *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, te neke vrste mekih krpelja.

Među svim karantenskim VHV, najveći rizik od unosa u Republiku Hrvatsku je upravo za CCHF jer je bolest raširena u zemljama regije (Kosovo, Albanija, Grčka, Bugarska). Uobičajeni prijenos je krpeljima *Hyalomma*, koji su ujedno i rezervoari, ali i vektori virusa. Iako su krpelji *Hyalomma* rasprostranjeni u Hrvatskoj, do sada nije zabilježen slučaj CCHF-a na našim prostorima. Brojne domaće i divlje životinje (ovce, koze, goveda), uključujući i ljude su slučajni rezervoari virusa. Infekcija se prenosi ubodom inficiranog krpelja ili direktnim kontaktom s krvlju zaraženih životinja, najčešće pri obradi zaraženih životinja.

Krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica je teška bolest koja se uz opće simptome očituje poremećajem koagulacije s posljedičnim nastankom krvarenja. Mortalitet je 9-50%. Oporavak je spor, a kronične posljedice do sada nisu zapažene, ali ni dovoljno istraživane u preživjelih. Viši postotak izloženosti infekciji zabilježen je u pojedinim profesijama kao što su: stočari, mesari, zemljoradnici, i naravno zdravstveni radnici zbog nozokomijalnih infekcija. Osobe koje su profesionalno izložene infekciji u prirodi moraju obavezno primjenjivati mjere zaštite koja pored adekvatne odjeće, uključuje i primjenu repelenata koji sadrže $\geq 20\%$ DEET (N, N-diethyl-m-toluamide).

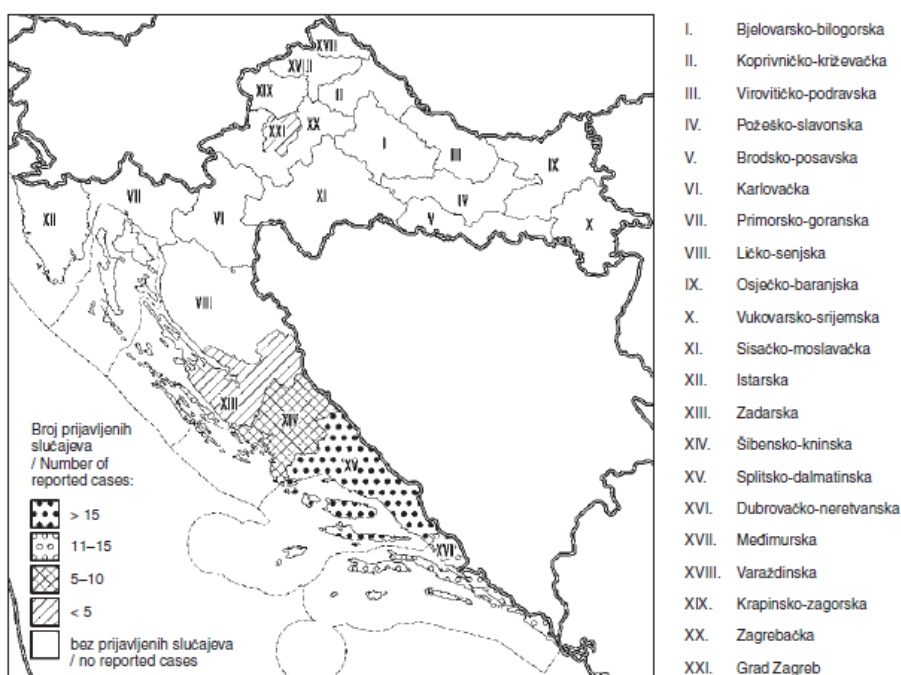
2.7.8. MEDITERANSKA PJEGAVA GROZNICA (MPG)

MPG prenosi smeđi pseći krpelj *Rhipicephalus sanguineus*. Prvi put je opisana početkom 20. stoljeća i jedna je od najstarijih poznatih krpeljnih bolesti. U Europi je endemska u mediteranskom području, gdje je većina slučajeva zabilježena u ljeto kada su krpelji najaktivniji. U Hrvatskoj je prvi klinički slučaj opisao Petar Tartaglia 1935. god. u Splitu, a prvi slučaj laboratorijski dokazan bio je 1982. god. također u Splitu (Milas i dr. 1984). Bolest je udomaćena i česta, pojavljuje se sezonski kod nas u području Dalmacije, osobito u priobalnom i otočnom području oko Zadra i Splita.

Vrijeme inkubacije traje pet do sedam dana. Kod mediteranske pjegave groznice javlja se primarni afekt, te povećanje regionalnih limfnih čvorova i karakterističan osip koji uz cijelo tijelo zahvaća dlanove i tabane (Walker i dr. 2005). Osip je tamnocrvene boje u obliku pjega i kvržica, bez popratnog svrbeža, a često i u obliku točkastih krvarenja. Razdoblje trajanja osipa je dva do tri tjedna, a nakon

nestanka osipa nastaje blago ljuštenje kože, koja na tim mjestima bude blago hiperpigmentirana tijekom nekoliko tjedana. Javljaju se također simptomi upale, povišena temperatura, treskavica, glavobolja. Danas se MPG sve više pojavljuje s teškim oblicima i simptomima bolesti bubrega, središnjeg živčanog sustava i srca. Ranom primjenom antibiotske terapije (prvih 48 sati od početka simptoma) smanjuje se mogućnost nastanka teškog kliničkog stanja i smrtnog ishoda. U liječenju MPG-a lijek izbora je antibiotik doksiciklin, a učinkovitim su se pokazali kinoloni i azitromicin.

U Hrvatskoj je mediteranska pjegava groznica u razdoblju od početka 1999. do kraja 2008. godine prijavljena ukupno 36 puta. Ova bolest najviše je rasprostranjena u dalmatinskim županijama; najmanje oboljelih je u Zadarskoj, a najviše u Splitsko-dalmatinskoj županiji (Slika 14.).









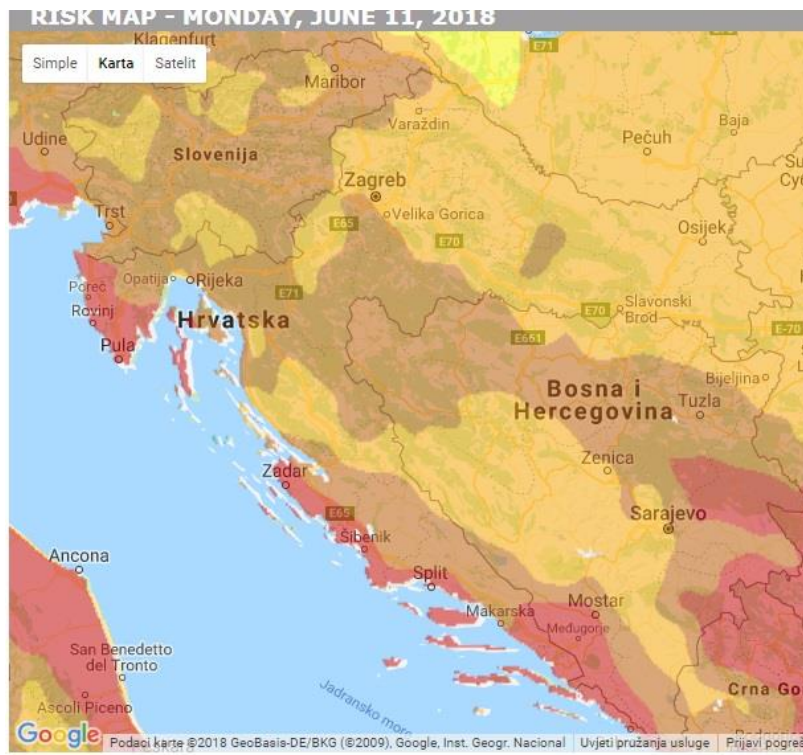
Slika 14.. Zemljopisna raspodjela mediteranske pjegave groznice po županijama R. Hrvatske, razdoblje 1999.–2008. godine

2.8. KARTE RIZIKA ZARAZE

Na internetskim stranicama „FleaTickRisk“ (www.fleatickrisk.com) dostupne su karte rizika za tri vrste krpelja: *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus* i *Rhipicephalus sanguineus*. Karte rizika od manifestacije parazita su dobivene kombinacijom indeksa aktivnosti i indeksa gustoće populacije krpelja. Indeks aktivnosti ukazuje da li će paraziti biti agresivni ili ne, a izračunava se prema meteorološkoj prognozi za narednih tjedan dana. Karta obuhvaća šest stupnjeva rizika zastupljenih na skali od 0 do 5, od najnižeg do najvišeg rizika. Kako se povećava aktivnost krpelja, veći je rizik zaraze i to rezultira povećanjem rizika od prijenosa bolesti. Karte rizika mijenjaju se svakodnevno, a ovdje su prikazane za *Ixodes ricinus* na datum 11. srpnja 2018. godine.

Tablica 2. Tumač karti rizika određenog parazita

	Nizak rizik	Parazit nije ni aktivan ni brojna, malo vjerovatno da će se dogoditi zaraza
	Srednji rizik	Infestacija je rijetka
	Srednje visoki rizik	Može doći do prisutnosti aktivnog parazita
	Visoki rizik	Aktivnost parazita dosegla je razinu koja zahtijeva povećanu pažnju
	Vrlo visoki rizik	Kod vanjskih aktivnosti treba poduzeti preventivne mjere da bi se smanjio rizik od zaraze
	Maskimalan rizik	Poduzimanje zaštitnih mjera i maksimalan oprez kod vanjskih aktivnosti



Slika 15: Karta rizika zaraze sa *Ixodes ricinus* na području RH (www.fleatickrisk.com)

2.9. MJERE ZAŠTITE OD KRPELJA

Najbolji način osobne zaštite protiv napada krpelja uključuje izbjegavanje ili što manje provedeno vrijeme u staništima u kojima se nalaze krpelji za vrijeme njihovog sezonskog vrhunca, korištenje zaštitne odjeće i korištenje različitih repelenata, nakon boravka u prirodi pregledavanje cijelog tijela i ako je krpelj pronađen brzo uklanjanje krpelja radi reduciranja mogućnosti prijenosa patogena. Pregledavanje tijela kao i brzo uklanjanje pričvršćenih krpelja je najbolji i najučinkovitiji način sprječavanja infekcije. 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 bolest vjerojatnost prijenosa patogena je 0 % u prva 24 sata, 12 % u slijedeća 48, 79 % u 72 sata i 94 % za 96 sati. Za nimfe je u prosjeku potrebno 30 sati dok je za odrasle jedinke oko 10 sati. Krpelja je najlakše odstraniti u prvi nekoliko sati nakon što se pričvrstio. Na samog krpelja ne treba nanositi sredstva kao što su ulja, petrolej ili slično jer to uzrokuje grčenje krpelja i pojačano lučenje sekreta a i time se povećava mogućnost prijenosa patogena. Najsigurniji i najučinkovitiji način je taj da se krpelj uhvati pomoću dezinficirane pincete na mjestu ulaska usnog aparata u kožu.

2.9.1. PREPORUČENE OSOBNE MJERE ZAŠTITE

1. Nošenje prikladne odjeće i obuće za boravak u prirodi (dugi rukavi , nogavice uvučene u čarape, zatvorene cipele). Izbjegavanje odjeće tamnih boja (na kojoj se krpelj teže uočava) i materijale poput vune, flanela, jer se na njih krpelji lakše zakvače.

2. Hodanje obilježenim stazama, izbjegavanje provlačenje kroz grmlje, ležanje na tlu, odlaganje odjevnih predmeta na grmlje i tlo.

3. Primjena repelenata (sredstva koja odbijaju krpelje) na gole i izloženiije dijelove tijela te eventualno na odjeću. (koristite ih prema uputi proizvođača – provjerite uputstva o proizvodu!).

4. Pregledati se nakon povratka iz prirode imate li na koži ili odjeći krpelja kako biste ga što prije odstranili. Za to obično ima dovoljno vremena jer krpelj, nakon što dospije na domaćina, dosta dugo (i nekoliko sati) “šeta” tražeći pogodno mjesto za ugriz. Pri povratku iz prirode presvucite odjeću i pažljivo pregledajte cijelo tijelo (uz pomoć ogledala ili druge osobe radi pregleda neuočljivih dijelova tijela).

5. Otuširati se po povratku iz prirode.

6. Ako se uoči krpelj, treba ga što prije ukloniti s kože.

7. Cijepljenjem se može spriječiti pojava krpeljnog meningoencefalitisa nakon ugriza krpelja. Treba naglasiti da cijepljenje štiti samo od jedne bolesti koju mogu prenijeti krpelji. 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).

Tablica 3. Potrebna (minimalna, obavezna osobna zaštitna oprema), preporučena (opcijska odjeća/osobna zaštitna oprema koja poboljšava zaštitu), alternativna (opcijski mehanizam koji se zamjenjuje/zahtijeva sa dodatnom zaštitom), zabranjena (odjeća koja nije dopuštena) osobna zaštitna oprema prilikom izlaska u prirodno stanište krpelja (Anonymous 2006).

DIJELOVI TIJELA	Potrebno	Preporučeno	Alternativa	Zabranjeno
-----------------	----------	-------------	-------------	------------

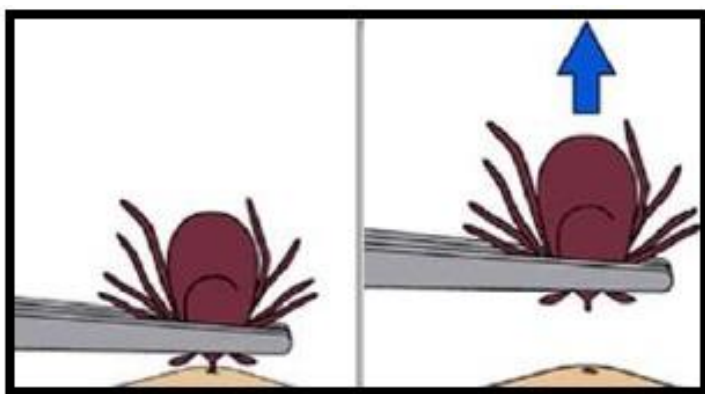
GLAVA	-	Šešir svijetle boje.	-	-
GORNJI DIO TIJELA	Košulja kratkih rukava svijetle boje.	Košulja dugih rukava svijetle boje. Jakna otporna na vjetar svijetle boje od najlona ili poliestera. Nanošenje repelenta.	Kabanica. Kombinezon.	-
DONJI DIO TIJELA	Duge hlače, svijetlo obojene.	Svijetlo obojene hlače od najlona ili poliestera otporne na vjetar. Nanošenje repelenta.	Kabanica. Kombinezon.	Kratke hlače.
NOGE	Bijele čarape. Čarape navući iznad nogavica dugih hlača.	Nanošenje repelenta	Na nogavice dugih hlača navući gornji dio čarapa. Omotom od najlona spojiti hlače sa cipelama. Gumene čizme navučene na nogavice dugih hlača. Odijelo na koje se nadovezuju čizme.	Sandale ili vrhom otvorene cipele.

2.9.2. PREPORUČENE MJERE U SLUČAJU UBODA KRPELJA:

1. Ukoliko se uoči krpelj u koži, važno je da se što prije ukloni – rizik od infekcije je veći što je krpelj duže pričvršćen. Lakše ga je odstraniti u prvih nekoliko sati nakon uboda,
2. Nužno je odmah izvaditi krpelja pincetom (prije toga oprati ruke, a pincetu prebrisati antiseptikom), zahvaćajući ga što bliže glavicu, uz kožu, i laganim ga povlačenjem izvucite iz kože. (Slika 16.)

Neke od "narodnih" metoda uključuju mazanje krpelja raznim sredstvima (ulje, petrolej, vazelin, alkohol, lak za nokte i dr.), što nije dobro, jer tada dolazi do pojačanoga lučenja slina, a to znači i virusa i bakterija u tkivo domaćina (Harpin 1999). Kod mehaničkog uklanjanja krpelja, od ključne je važnosti uhvatiti ga pincetom (ili specijaliziranom napravom za uklanjanje krpelja) što bliže koži, manje je bitan smjer izvlačenja (Needham 1985). Ponekad se može naići na preporuku rotiranja obrnuto od smjera kazaljke, međutim u novijoj

literaturi najčešće se nailazi na preporuku laganog povlačenja ravno prema gore (slika 16.) Ova metoda omogućava uklanjanje krpelja s neoštećenim usnim dijelovima. Potrebno je izbjegavati hvatanje tijela krpelja pincetom, jer postoji velika vjerojatnost od slamanja tijela krpelja, te bi usni dijelovi mogli ostati u koži. Krpelja nikada ne bi trebalo dirati ili izvlačiti golim rukama, jer ponekad se patogeni mikroorganizmi mogu prenijeti preko kože. Krpelj se ne bi smio ni spaljivati zagrijanim objektima, pošto takav čin može dovesti do rasprskavanja krpelja i samim time i širenje patogena u okolinu.



Slika 16. Pravilno vađenje krpelja pincetom (web)

2.9.3. KONTROLA BROJNOSTI KRPELJA

MEHANIČKE METODE

Među najučinkovitije metode kontrole brojnosti krpelja spadaju: kontrolirani požari, mehaničko čišćenje krošanja, odstranjivanje listinca, te djelomično odstranjivanje krošnje (tako da je tlo više izloženo direktnom suncu). Ovim metodama mijenjamo stanište, pritom ne upotrebljavamo otrove, niti ubijamo domaćine. Kod kontrole brojnosti krpelja potrebno je uništiti mikrostanište krpelja ili ga promijeniti do te mjere, da za krpelje više nije primjereno (Sonenshine 1993). Među brutalne metode kontrole brojnosti krpelja, svakako spada ubijanje domaćina. Tako su na otoku Main, zbog porasta oboljenja od Lyme borelioze usmrtili sve jelene, tj. domaćine krpelja koji prenose ovu bolest, u roku od dvije godine, te se na taj način brojnost krpelja naglo smanjivala (Stanek 2003).

KEMIJSKE METODE

Za smanjenje brojnosti krpelja također se koriste kemijske metode. Najviše se upotrebljavaju organofosfati, te piretroidi, kao i njihove kombinacije. Ove kemikalije uzrokuju veliko zagađenje okoliša i štete su za sve organizme. Dobre metode kontrole brojnosti krpelja trebale bi biti lako upotrebljive, učinkovite, jeftine i bez uzrokovanja stresa. (Slika 17.).



Slika 17. Tretiranje insekticidom (web)

BIOLOŠKE METODE

Jedna između metoda kontrole brojnosti krpelja, također je biološka kontrola. U biološke metode kontrole brojnosti krpelja spadaju: prirodni predatori krpelja, paraziti, te bakterijski patogeni kod krpelja. Gljive također mogu uzrokovati smanjenje brojnosti krpelja (Hillyard 1996). 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*) i gušteri (*Lacertidae*). Među člankonošcima, značajni predatori krpelja su: mravi, zatim kornjaši (*Coleoptera*), pauzi (*Aranea*), te grinje (npr. *Anystidae*, koje jedu krpelje). Krpelji su većinom plijen kada su nasisani i kada se spuste na zemlju kako bi našli mjesto za presvlačenje i odlaganje jajašaca (Sonenshine 1993).

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog istraživanja su istražiti i utvrditi faunu tvrdih krpelja (porodica: *Ixodidae*) na području parka Maksimir, u gradu Zagrebu i to kroz:

- praćenje brojnosti i sezonske dinamike populacija tvrdih krpelja na pet različitih lokaliteta na području parka Maksimir u razdoblju od ožujka do lipnja 2018. godine
- determinaciju vrsti, spola te razvojnog stadija uzorkovanih jedinki tvrdih krpelja

4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Park Maksimir (Tablica 4.) obuhvaća granično područje južnih obronaka Medvednicei dolinske zaravni Save, pa su u njemu zastupljene šumske zajednice koje rastu na velikim površinama u okolnim brdskim i nizinskim predjelima sjeverne Hrvatske.

Tablica 4. Općeniti podaci o parku Maksimir

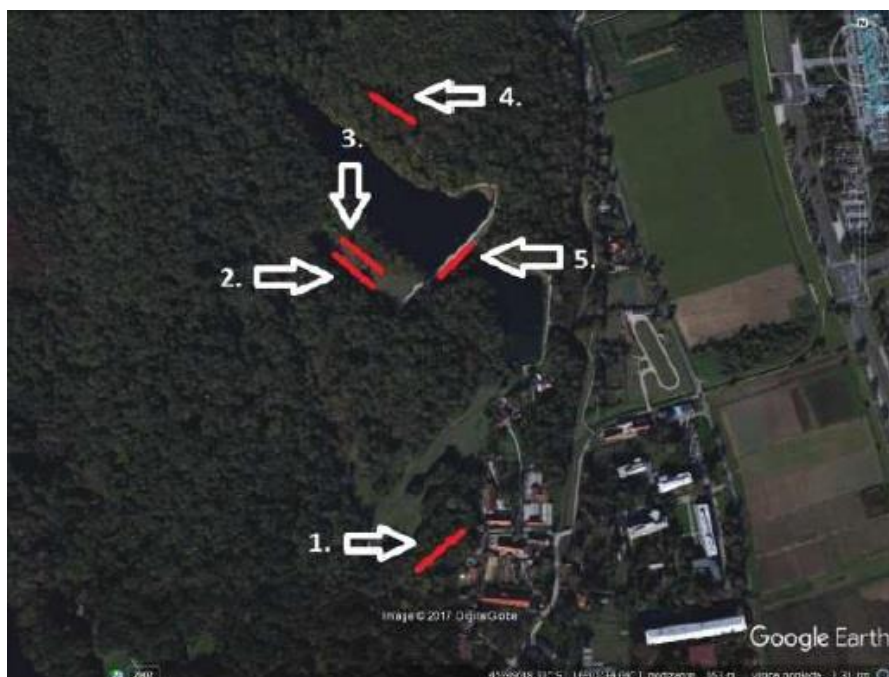
KATEGORIJA ZAŠTITE	spomenik parkovne arhitekture zaštićeno kulturno dobro
GODINA PROGLAŠENJA	1964. godina
POVRŠINA	316 ha
NADMORSKA VISINA	120 – 167 m/n.v.
SREDNJA GODIŠNJA TEMPERATURA	11 °C
GODIŠNJE OBORINE	870 mm
NAJČEŠĆI SMJER VJETRA	sjever, sjeveroistok

Stoljećima je ovaj prostor obilovao hrastovom šumom, što je karakteristično za sjevernohrvatsko podneblje. U donjem, južnom dijelu parka Maksimir, dominantnu ulogu ima hrast lužnjak (*Quercus robur*), i to u sklopu šuma s običnim grabom (*Carpinus betulus*). Hrast lužnjak se djelomično prostire i po dolinama među brežuljcima sjevernog dijela parka. U šumama hrasta lužnjaka nalaze se crna joha (*Alnus glutinosa*) i bijela vrba (*Salix alba*), a pomiješani su još bijeli jasen (*Fraxinus excelsior*), poljski brijest (*Ulmus minor*), bijela topola (*Populus alba*) i sitnolisna lipa (*Tilia cordata*). U najvišim dijelovima parka Maksimir prostire se zajednica hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) i pitomog kestena (*Castanea sativa*) dok se na prijelazu zajednica lužnjaka i kitnjaka prostiru skupine hrasta lužnjaka, cera

(*Quercus cerris*) i kitnjaka. Uz obični grab rastu još sremza (*Prunus padus*), lijeska (*Corylus avellana*) i drugo drveće. Sve te vrste, uključivši i bukvu (*Fagus sylvatica*) na višim položajima, bagrem (*Robinia pseudaccacia*) te mnoge druge vrste drveća i grmlja pridonose izuzetnoj raznolikosti maksimirskih šuma. Osim domaćih vrsta drveća i grmlja u parku Maksimir je, u vrijeme stvaranja parka, posađeno više od tri stotine vrsta raznog bilja, dok su danas mnoge od njih nestale. Crnogorica je u parku Maksimir zastupljena uvođenjem bijelog i crnog bora (*Pinus sylvestris* i *Pinus nigra*) u sklopu hrastovih šuma ili kao podignuta kultura smreke (*Picea excelsa*) u sklopu šume hrasta lužnjaka. Svoj značaj bioraznolikosti daju i mnoge vrste prizemnog raslinja u šumama, zatim travnjačka te močvarna vegetacija. Travnjačka vegetacija zauzima male površine u istočnom dijelu pokraj fakultetskog Majura, a u južnom se dijelu prostiru, u širem ili užem pojasu, između jezera od istoka prema zapadu. Razvila se nakon krčenja prvobitnih šuma, ovisno o prirodnim stanišnim uvjetima.

4.1. OPIS MIKROLOKACIJA

Uzorkovanje krpelja obavljeno je na pet različitih transekata (dužine 100 metara) (Slika 18.) smještenih na različitim lokacijama u parku Maksimir.



Slika18: Tlocrtni prikaz transekata na kojima su vršena uzorkovanja

TRANSEKT 1

Prva mikrolokacija uzorkovanja krpelja nalazi se na istočnom rubu parka Maksimir, uz makadamski put kojim se sa Fakultetskog dobra ulazi u sami park. Na transektu prevladava niska vegetacija, uz stabilni raspored običnog graba.



Slika 19: Transekt 1, uz rub makadamske staze (Boljfetić, 2018.)

TRANSEKT 2

Nalazi se na košenoj livadi zapadno od petog jezera. Prevladava travnata vegetacija bez stabala (Slika 20).



Slika 20. Transekt 2 Livada (Boljfetić 2018)

TRANSEKT 3

Ovaj transekt nalazi se neposredno uz transekt broj 2, na rubu livade i grupe stabalaobičnoga graba. Prevladava travnata vegetacija uz ponešto grmlja koje se razvija uproljetnim mjesecima (Slika 21).



Slika 21. Transekt 3 (Boljfetić 2018)

TRANSEKT 4

Nalazi se na udaljenosti pedesetak metara od istočne obale petoga jezera u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba. Prevladava najgušća vegetacija (grmlje i prizemno rašće) među svim transektima (Slika 22).



Slika 22. Transekt 4 Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (Boljfetić 2018)

TRANSEKT 5

Smješten je na jugoistočnom obronku nasipa koji dijeli četvrto i peto jezero. Vegetacija je travnata uz neposrednu šikaru vrba sa južne strane (Slika 23).



Slika 23. Transekt 5 Nasip (Boljfetić 2017)

5. MATERIJALI I METODE

5.1. TERENSKI RAD

Uzorkovanje krpelja vršeno je jedan puta mjesečno, na pet različitih lokacija u Maksimiru, u periodu od ožujka do lipnja 2018. godine. Jedinke su prikupljane metodom krpeljne zatege na transektima od 100 m, povlačenjem flanelastog platna (dimenzije 1 x 1 m) pričvršćenog na drvenu letvu (Slika 4.1). Platno je povlačeno po površini tla, preko listinca i preko niske vegetacije u trajanju od 15 minuta na svakom pojedinom transektu. Platno je pregledavano svakih 20-tak metara, a po potrebi i češće, ako je primjećen povećan ulov krpelja. Krpelji su s platna sakupljani pincetom, pritom koristeći gumene rukavice. Pohranjivani su u plastične epruvete sa čepom. Živi krpelji transportirani su do laboratorija na Šumarskom fakultetu, determinirani te pohranjivani u zamrzivaču na $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Slika 24. Metoda krpeljne zatege (Boljfetić 2017)

5.2. LABORATORIJSKI RAD

Determinacija krpelja na razinu vrste vršena je u entomološkom laboratoriju Zavoda za zaštitu šuma i lovno gospodarstvo Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Također je vršena determinacija razvojnih stadij uzorkovanih krpelja (larve, nimfe, adulti). Determinaciju krpelja vršili smo pod povećanjem od 50x, pomoću svjetlosnog mikroskopa Olympus Leica Wild m28 opremljenim objektivnim mikrometrom zajedno s programskim paketom Quick Photo, ModellCamera 2 (Slika 4.2) te Dino-Lite digitalni mikroskop (povećanja 20x – 220x) te software DinoCapture 2.0 version 1.5.17.B. Pregledana je dorzalna i ventralna strana krpelja, a prilikom identifikacije uzimao se u obzir 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 dr. 2004: Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region - A Guide to Identification of Species.- University of Zaragoza. Nakon determinacije sve jedinice su pohranjene u zamrzivač (na – 80°C) za daljnja istraživanja.



Slika 25. Svjetlosni mikroskop Olympus Leica Wild m28 kojim je vršena laboratorijska analiza uzorkovanih krpelja (Vucelja 2013)

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Podaci dobiveni u laboratoriju obrađivani su programom Microsoft Office Excel 2007.

6.1. DETERMINIRANE VRSTE KRPELJA

U razdoblju od ožujka do lipnja 2018. godine provedeno je uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*) na pet različitih transekata smještenih u parku Maksimir. Uzorkovano je ukupno 50 jedinki tvrdih krpelja. Prilikom determinacije uzorkovanih jedinki utvrđena je samo vrsta *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj).

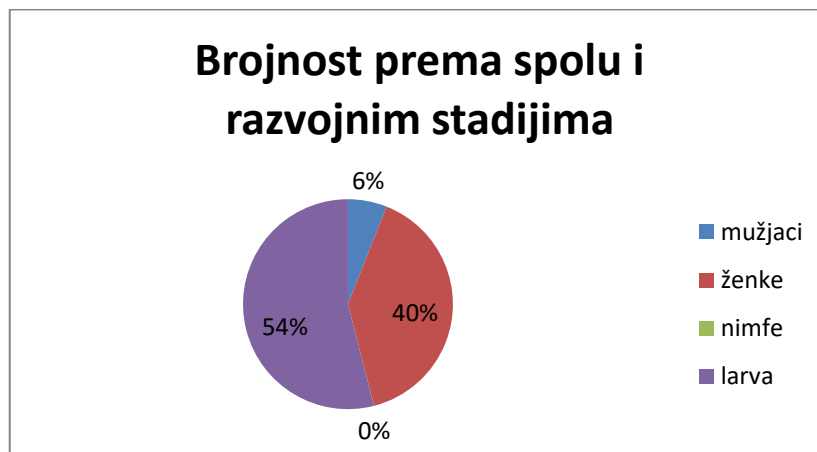
Tablica 5.. Evidencija uzorkovanih krpelja u parku Maksimir za razdoblje ožujak- lipanj 2018. godine (prema vrsti, razvojnom stadiju te spolu jedinki)

	IR ♂	IR ♀	IR L	Ukupno
ožujak	0	2	2	4
travanj	1	4	5	10

svibanj	1	6	9	16
lipanj	1	8	11	20
	3	20	27	50

6.2. ANALIZA SPOLOVA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

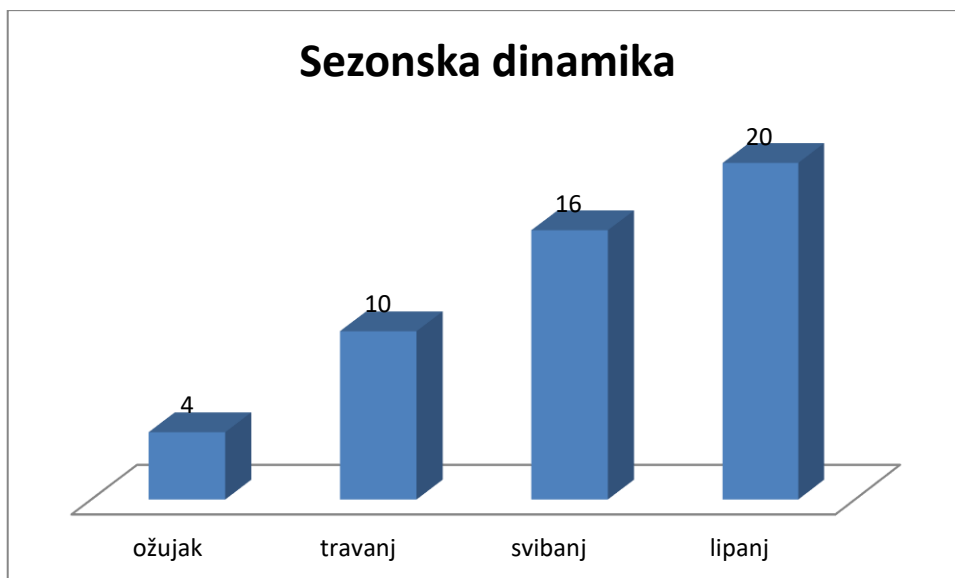
Analizom spolova i razvojnih stadija unutar determiniranih krpelja na području parka Maksimir utvrđena je visoka dominantnost larvi. Od ukupno 50 uhvaćenih jedinki svega 13% jedinki otpada na mužjake, 87% na ženke dok stadij nimfe nije pronađen. Omjer razvojnih stadija i utvrđenih spolova u postotcima prikazan je na slici u nastavku. (slika 26)



Slika 26. Analiza spolova i razvojnih stadija uhvaćenih jedinki

6.3. SEZONSKA DINAMIKA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

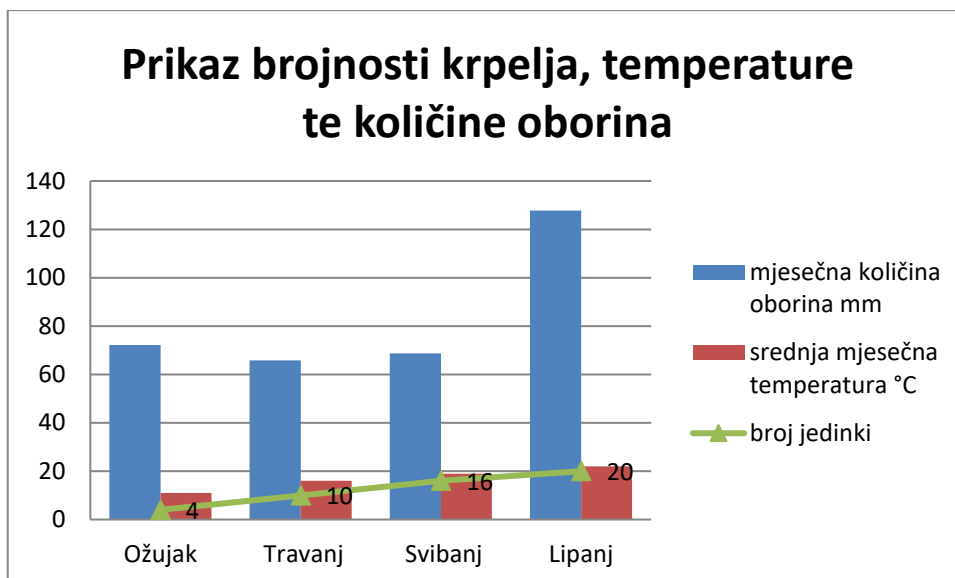
Broj jedinki u ožujku je nizak (4), dok je u travnju zabilježen lagani porast od 10, a najveći broj krpelja je pronađen u lipnju, 20 njih.



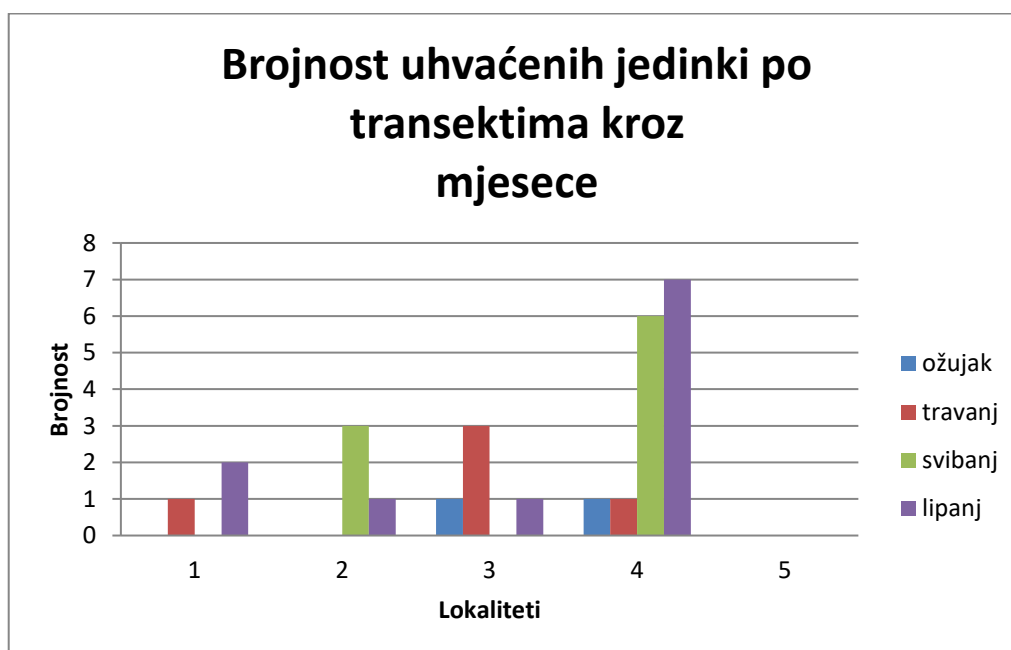
Slika 27. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja na području parka Maksimir u2018. godini

Mjesečna kretanja brojnosti populacija tvrdih krpelja na istraživanom području sukladno mjesečnim iznosima temperature i količine oborina prikazani su na slici 28.

Podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda sastoje se od sljedećih parametara: srednja mjesečna temperatura ($^{\circ}\text{C}$) i ukupna mjesečna količina oborina (mm). Podaci u tablici dobiveni su izračunavanjem prosjeka dnevnih mjerenja na području Zagreba – postaja Maksimir za 2018. godinu.



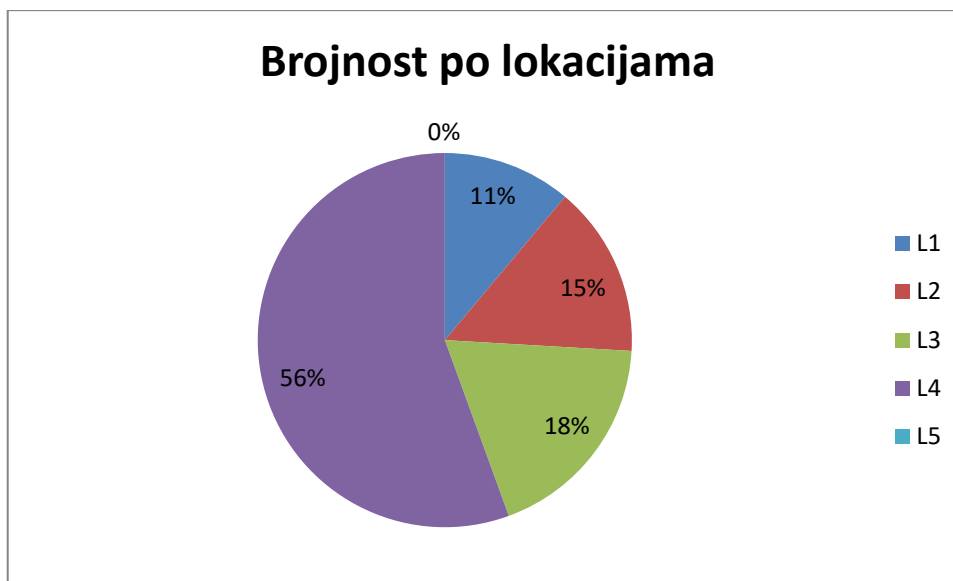
Slika 28. Prikaz brojnosti krpelja, temperature te količine oborina



Slika 29. Brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece obavljanja uzorkovanja

Na slici 29. prikazana je brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece obavljanja uzorkovanja.

Ukupno je na tom lokalitetu uhvaćeno 15 jedinki, što u postotnom odnosu znači da je samo na tom lokalitetu uhvaćeno 56% jedinki tvrdih krpelja (Slika 30).



Slika 30. Brojnost jedinki uhvaćenih po pojedinom transektu

7. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Uzorkovanja tvrdih krpelja na području parka Maksimir provedeno je u razdoblju od ožujka do lipnja 2018. godine. Ukupno je prilikom uzorkovanja prikupljeno 50 jedinki krpelja metodom krpeljne zatege na pet različitih transekata dužine 100 metara. Laboratorijskom analizom determinirano je da svih 50 jedinki pripada vrsti *Ixodes ricinus*.

Analizom spolova utvrđena je dominacija ženki, a analizom razvojnih stadija utvrđena je dominacija razvojnog stadija larva. Najveći broj jedinki prikupljen je prilikom mjeseca svibnja i lipnja, a najviše jedinki sakupljeno je na transektu u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba. Možemo reći da podatak o najvećem broju jedinki uzorkovanih u šumi hrasta kitnjaka i običnog graba nije iznenađujuć, naprotiv, takvo stanište izuzetno je povoljno zbog povećane zračne vlage i sklopa krošanja koji čini zasjenu i osigurava pozitivnu mikroklimu za nesmetani razvoj i život krpelja.

Sto postotni udio vrste *Ixodes ricinus* u uzorku ukazuje nam na malu raznolikost faune krpelja na području parka Maksimir, s obzirom na činjenicu da je park dio užeg gradskog prostora, gdje je brojnost i raspoloživost domaćina relativno mala.

Nadalje, usporedbom podataka za 2016. i 2017. godinu i 2018. godinu uočava se sličnost u kretanju brojnosti krpelja prema pojedinim mjesecima (Prilog 3). U

prilogu 3 na grafikonu je prikazan broj krpelja u svakom pojedinom mjesecu i trend rasta odnosno pada brojnosti. U promatranim godinama brojnost jedinki najveća je u proljetnim mjesecima (svibanj, lipanj).

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

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

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

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

8. LITERATURA

1. Barišin, A., Nemeth Blažić, T., Jeličić, P., Gjenero Margan, I., Capak, K., Petrović, G., 2011: Prikaz istraživanja krpelja na području Grada Zagreba u 2008. godini. Zbornik radova, DDD i Zupp, 23. znanstveno-stručno-edukativni seminar, Pula. 203-211.
2. Barišin, A., Nemeth Blažić, T., Jeličić, P., Gjenero Margan, I., Capak, K., Petrović, G., 2011: Prikaz istraživanja krpelja na području Grada Zagreba u 2008. godini. Zbornik radova, DDD i Zupp, 23. znanstveno-stručno-edukativni seminar, Pula. 203-211.
3. Borak, S., 2014: Uzorkovanje krpelja (porodica: *Ixodidae*) kao rezervoara zoonoza na području šumarije Lipovljani, Diplomski rad, Šumarki fakultet sveučilišta u Zagrebu
4. Borčić B, Kaić B, Kralj V. Some epidemiological data on TBE and Lyme borreliosis in Croatia. Zentralbl Bakteriologie 1999;289:540–7.
5. Borčić B, Raos B, Kranzelić D, Abu Eldan J, Filipović V. Uloga divljih životinja u održavanju prirodnih žarišta krpeljnog meningoencefalitisa u sjevernoj Hrvatskoj. Acta Med Jugoslavica 1990;44(4):399–406.
6. Borčić, B., 1988: Zapadni panonski nozoareal krpeljnog meningoencefalitisa u SR Hrvatskoj, Liječ Vjesnik; 8:110-195.
7. Borčić, B., 2000. Epidemiologija zaraznih bolesti (odabrana poglavlja), HZJZ
8. Borčić, B., Aleraj, B., Žutić, M., Mikačić, D., 1978a: Uloga krpelja (*Ixodidae*) u održavanju prirodnog žarišta tularemije u srednjoj Posavini. Veterinarski arhiv 48: 277– 283.
9. Burgdorfer, W., 1995: Lyme disease (borreliosis): a global perspective. Alpe Adria Microbiology journal, 4: 227-233.
10. Daniel, M., Kolar, J., Zeman, P., Pavelka, K., Sadlo, J., 1988: Predictive map of *Ixodes ricinus* high-incidence habitats and a tick-borne encephalitis risk assessment using satellite data. Experimental Applied Acarology, 22: 417-433.
11. Duh, D., Petrovec, M., Avšič-Županc, T., 2001: Diversity of *Babesia* Infecting European Sheep Ticks (*I. ricinus*).-Journal of Clinical Microbiology, 39 (9): 3395-3397.
12. Frimmel S., Krienke A., Riebold D., Loebermann M., Littmann M., Fiedler K., Klaus C., Süß J., Reisinger EC., Tick-Borne Encephalitis Virus Habitats in North East Germany: Reemergence of TBEV in Ticks after 15 Years of Inactivity, BioMed Research International, Volume 2014; Article ID 308371: 5 pages
13. Granström M., Tick-borne zoonoses in Europe, Clinical Microbiology and Infection, Volume 3, 1997; 2: 156- 169
14. Harpin, M. (1999). Krpelji i neke antropozoonoze. Šumarski list br. 7-8 str. 323-328
15. Hillyard, P.D., 1996: Ticks of North-West Europe. U: Kermack DM, Barnes RSK, Crothers JH (ur.) Synopses of the British Fauna (New Series). The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, Shrewsbury, 178.
16. Jaenson, T.G.T, Jensen, J.K., 2007: Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe islands. Norwegian Journal of Entomology 54: 11–15.
17. Kallio-Kokko H., Uzcategui N., Vapalahti O., Vaheri A., Viral zoonoses in Europe, FEMS Microbiology Reviews, 2005; 29: 1051–1077

18. Krčmar, S., 2012: Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. ZooKeys 234: 19–57.
19. Lane P.R. and Crosskey R. W. 1993. Medical Insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp.723.
20. Lane P.R. and Crosskey R. W. 1993. Medical Insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp.723.
21. Lane, P.R., Crosskey, R.W., 1993: Medical insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp.723.
22. Lešničar, L., Strle, F., 1992: Klopni meningoencefalitis, Lymška borelijoza. Celje: 72 str.
23. Lindgren E., Jaenson G.T.T. 2006. Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, pp. 34.
24. Maretić M, Maretić Z. Morbus Lyme: Povodom jednog slučaja. Liječn Vjesn 1986;108:490–3.
25. Margaletić, J., 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. Rad. - Šumarski institut Jastrebar. 41 (1-2): 133-140.
26. Matoničkin I. 1981. Beskralješnjaci. Biologija viših avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, pp. 650.
27. Strle, F., 1991: Kakšna je možnost, da po vvodu klopa dobimo lymško borelijozo? Zdravstveni Vestnik, 60: 140-141.
28. Tarman, K., 1992: Osnove ekologije in ekologija živali.-Ljubljana, Državna založba Slovenije: 546 str.
29. Teni, M., 2012: Faunističko-ekološka istraživanja krpelja (Acari: Ixodidae) na području Mikleuša. Diplomski rad, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
30. Tovornik, D., 1976: Seasonal and diurnal periodicity of the tick *Ixodes ricinus* L. in the Pannonian tick – borne encephalitis focus (Stara Ves). U: Vesenjāk-Hirjan, J. i sur. (ur.) Tick-borne encephalitis in Croatia (Yugoslavia). Rad JAZU 372, Zagreb, 99–103.
31. Vilibić-Čavlek T., Barbić Lj., Pandak N., Pem-Novosel I., Stevanović V., Kaić, Mlinarić-Galinović 2014: Virus krpeljnog encefalitisa: epidemiološka i klinička slika, dijagnostika i prevencija, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet
32. Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – integrirani pristup i zoonotički aspekt, Doktorski rad, Šumarki fakultet svučilišta u Zagrebu
33. web 1 - <http://bristoltickid.blogs.ilrt.org/introduction-3/glossary-of-morphological-features/> (24.03.2017.)
34. web 2 - <http://www.lowchensaustralia.com/pests/images/ixodrici.gif> (24.03.2017)
35. web 3 - http://www.tickencounter.org/tick_identification/deer_tick (24.05.2018)
36. web 4 - <http://survival.aforumfree.com/t10074-krpelji> (24.05.2018)
37. web 5 - <http://survival.aforumfree.com/t10074-krpelji> (25.05.2018.)
38. web 6 - <http://www.fleatickrisk.com/EN/Pages/Maps.aspx> (15.06.2018)
57. web 7 - <http://www1.toronto.ca/wps/portal/contentonly?vgnextoid=06906c836bd32410>

VgnVCM10000071d60f89RCRD (2.07.2018.)

58. web 8 - <http://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/9687/Bolesti-koje-prenosekrpelji.html#12660> (23.03.2018)

59. web 9 - <http://brzeg.zhp.pl/index.php?nr=4> (1.07.2018)

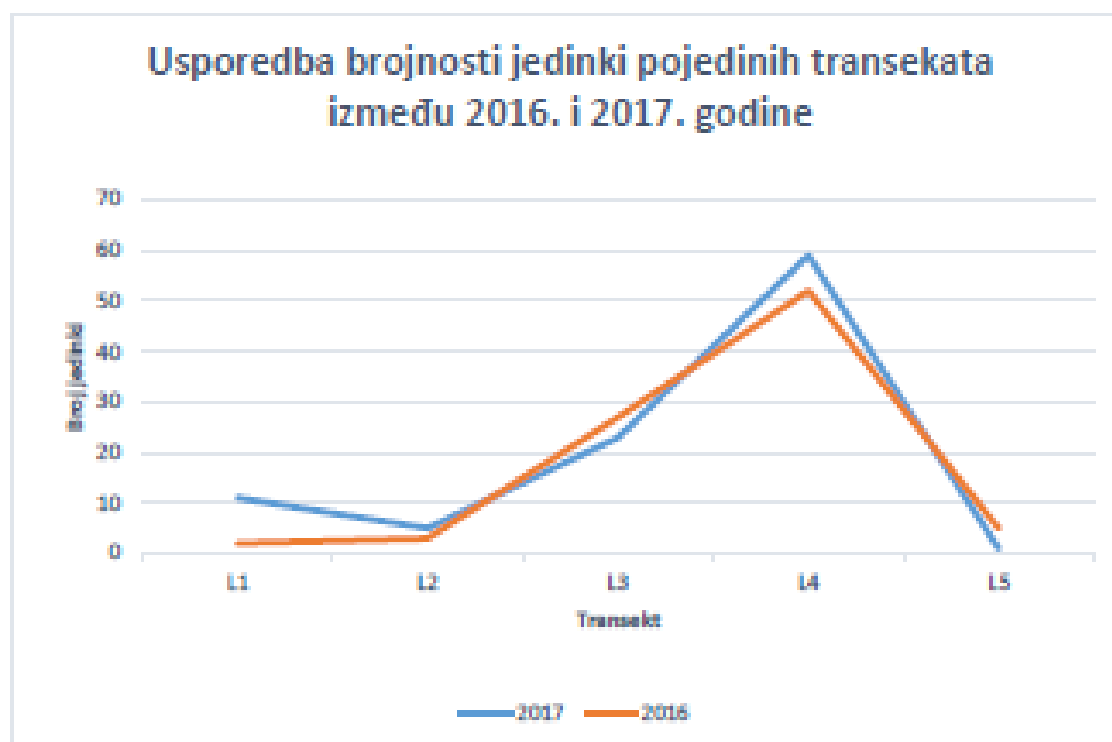
9. PRILOZI

Prilog 1. Evidencija uzorkovanja krpelja – Zagreb, Maksimir

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

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

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



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

