Monitoring tvrdih krpelja (fam. Ixodidae) na području Rekreacijsko športskog centra Jarun (2017. - 2018.)

Modrić, Magdalena

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:399025

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

MAGDALENA MODRIĆ

MONITORING TVRDIH KRPELJA (fam.IXODIDAE) NA PODRUČJU REKREACIJSKO ŠPORTSKOG CENTRA JARUN (2017. – 2018.)

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2017 GODINA.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK

MONITORING TVRDIH KRPELJA (fam.IXODIDAE) NA PODRUČJU REKREACIJSKO ŠPORTSKOG CENTRA JARUN (2017. – 2018.)

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša
Predmet: Integrirana zaštita šuma u zaštićenim područjima
Ispitno povjerenstvo:

1. Prof. dr. sc. Josip Margaletić
2. Dr. sc. Marko Vucelja
3. Doc. dr. sc. Milivoj Franjević

Student: Magdalena Modrić
JMBAG:0068218369
Broj indeksa: 693/2015
Datum odobrenja teme: 20.04.2017.
Datum predaje rada: 10.09.2017.
Datum obrane rada: 22.09.2017.

Zagreb, rujan, 2017.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	**OB ŠF 05 07**
		Revizija: 1
		Datum: 22.09.2017.

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

_____

vlastoručni potpis

Magdalena Modrić

U Zagrebu, 22.09.2017.

ZAHVALA

Želim se zahvaliti prof. dr. sc. Josipu Margaletiću koji mi je kao mentor omogućio izradu diplomskog rada iz teme koja me zanima.

Želim se također zahvaliti dr. sc. Marku Vucelji i Marku Boljfetiću mag. ing.silv na izdvojenom vremenu, pomoći, ugodnom društvu i vođenju prilikom obavljanja praktičnog dijela posla, te prilikom Izrade diplomskog rada.

Posebno se želim zahvaliti svojim roditeljima ,sestri , dečku koji su uvijek bili TU ,uz mene, bez obzira da li se radilo o teškim ili sretnim trenucim i bez kojih sve ovo što sam dosad postigla ne bi bilo moguće.

Jedno veliko Hvala mojoj najboljoj kolegici i prijateljici Angeli Roce na nesebičnoj pomoći i podršci tijekom studiranja.

Na kraju 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.

Veliko HVALA svima !

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Monitoring tvrdih krpelja (fam.Ixodidae) na području Rekreacijsko športskog centra Jarun (2017.-2018.)
Title	Monitoring of hard ticks (fam.Ixodidae) at Recreation and sports centre Jarun (2017.-2018.)
Autor	Magdalena Modrić
Adresa autora	Štefanovec 15, 10040 Dubrava, Zagreb
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof.dr.sc.Josip Margaletić
Izradu rada pomogao	Dr.sc.Marko Vucelja
Godina objave	2017.
Obujam	53 stranica, 1 tablica, 29 slika, 62 navoda literature
Ključne riječi	tvrdi krpelji (porodica: *Ixodidae*), zoonoze, RŠC Jarun
Key words	Hard ticks (family: Ixodidae), zoonoses, RŠC Jarun
Sažetak	Krpelji su parazitski člankonošci iz reda grinja koji je dio razreda paučnjaka. Dijele se na tvrde krpelje Ixodidae (krpelji šikare; 692 vrste), meke krpelje Argasidae (krpelje nastambe; 186 vrsta) i Nuttalliellidae koja sadržava samo jednu vrstu.Krpelji su glavni prijenosnici zoonoza (lajmske 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*: *Ixodidae*) na području Rekreacisjkog športskog centra Jarun obavljeno je od ožuljka do rujna 2017. godine. Ukupno je prikupljeno 84 jedinki. Determinacijom je ustanovljeno da sve jedinke pripadaju istoj vrsti - obični ili šumski krpelj (*Ixodes ricinus*). Krpelji su uzorkovani metodom krpeljne zatege na 5 različitih lokaliteta, na transektima duljine 100 metara, pri čemu je uzorkovanje trajalo 30 minuta po svakom tansektu. Među uzorkovanim krpeljima, 14 jedinki je bilo u adultnum stadiju, dok je najveći broj jedinki bio u stadiju nimfe. Jedinke u razvojnom stadiju larve nisu zabilježene. Najveća aktivnost krpelja bila je utvrđena u mjesecu svibnju, a najmanja u mjesecu srpnju, kolovozu i rujnu.

POPIS SLIKA

Slika 1.1. Ženka (lijevo) i mužjak (desno) vrste Ixodes ricinus (web1)
Slika 2.1. Prikaz ornamentiranog štita kod roda Dermacentor (web 2)
Slika 2.2. Prikaz štita (scutum) kod ženke (lijevo) i kod mužjaka (conscutum) (desno) (web 3)
Slika 2.3. Morfološki prikaz građe usnog aparata (web 4)
Slika 2.4. Razvojni stadiji roda Ixodes (web 5)
Slika 2.5. Hranjenje ženke *Ixodidae* krpelja na koži domaćina (Estrada-Peña i sur. 2004,Borak 2014)
Slika 2.6. Nahranjena ženka krpelja (web 6)
Slika 2.7. Rasprostranjenost vrste *Ixodes ricinus* na području Europe (web 7)
Slika 2.8. Prvi simptomi lajmske borelioze (*erythema migrans*) (web 9)
Slika 2.9. Godišnji broj oboljelih od Lajmske borelioze u Hrvatskoj od 1998. do 2015. godine (HZJZ 2015)
Slika 2.10.Broj prijavljenih oboljelih i trend kretanja od krpeljnog meningoencefalitisa u Hrvatskoj, razdoblje 1999.-2008. Godine (Mulić i dr. 2011)
Slika 2.11. Zemljopisna raspodjela mediteranske pjegave groznice po županijama Hrvatske , razdoblje 1999.-2008.godine (Mulić i dr. 2011)
Slika 2.12.Spiralni mikroorganizmi iz porodice Leptosipraceae koji uzrokuju leptospirozu (web 10)
Slika 2.13. Simptomi leptospiroze kod ljudi (web 11)
Slika 2.14. Pravilno vađenje krpelja pincetom (web 12)
Slika 2.15. *I. ricinus* ženka (Boljfetić, 2017)
Slika 2.16. *I .ricinus* mužjak (Boljfetić , 2017)
Slika 3.1. Rekreacijsko športski centar Jarun (web 13)
Slika 3.2. Transekt 1, „ Šuma“ (Boljfetić 2017)
Slika 3.3. Transekt 2 „ Livada“ (Boljfetić 2017)
Slika 3.4.Transekt 3 „ Rub šume „ (Boljfetić 2017)
Slika 3.5. Transekt „Plaža“ (Boljfetić 2017)
Slika 3.6. Transekt „ Park“ (Boljfetić 2017)
Slika 4.1. Metoda krpeljne zatege (Boljfetić 2017)
Slika 4.2. Svjetlosni mikroskop Olympus Leica Wild m28 kojim je vršena laboratorijska analiza uzorkovanih krpelja (Vucelja 2013)
Slika 5.1. Analiza spolova i razvojnih stadija uhvaćenih jedinki
Slika 5.2. Brojnost prema razvojnom stadiju
Slika 5.3. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja na području RŠC Jarun u 2017. godini na pet odabranih lokacija.
Slika 5.4. Brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece obavljanja uzorkovanja
Slika 5.5. Brojnost uhvaćenih jedinki s obzirom na srednje mjesečne vrijednosti više klimatskih pokazatelja

POPIS TABLICA

Tablica 2.1. Bolesti koje krpelji prenose i njihovi uzročnici (web 8)

SADRŽAJ

DOKUMENTACIJSKA KARTICA……I
POPIS SLIKA……II
POPIS TABLICA……III
1.UVOD **1**
1.1. CILJ RADA 2
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA **3**
2.1. KLASIFIKACIJA I RASPROSTRANJENOST KRPELJA 3
2.1.1 OPĆE ZNAČAJKE PODREDA IXODIDA 4
2.2 MORFOLOGIJA KRPELJA 4
2.3 ŽIVOTNI CIKLUS KRPELJA I RAZMNOŽAVANJE 7
2.4. HRANJENJE KRPELJA 9
2.5. STANIŠTE I GEOGRAFSKA RASPROSTRANJENOST VRSTE IXODES RICINUS 10
2.6. SEZONA POJAVLJIVANJA 12
2.7. MEDICINSKA VAŽNOST KRPELJA 13
2.8. KRPELJI KAO VEKTORI UZROČNIKA BOLESTI 14
2.8.1. LYMSKA BORELIOZA 15
2.8.2. KRPELJNI MENINGOENCEFALITIS 17
2.8.3. MEDITERANSKA PJEGAVA GROZNICA 19
2.8.4. LEPTOSPIROZA 20
2.8.5. BABEZIOZA 22
2.7.5 TULAREMIJA 23
2.8. KONTROLA BROJNOSTI KRPELJA 23
2.9. OPĆE MJERE ZAŠTITE OD KRPELJA 24
2.10. UKLANJANJE KRPELJA 25
2.11. OPIS ISTRAŽIVANE VRSTE 26
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA **27**
3.1. OPIS TESTIRANE POVRŠINE 27
3.1.1.TRANSEKT 1 29
3.1.2 TRANSEKT 2 30
3.1.3..TRANSEKT 3 30
3.1.4.TRANSEKT 4 31
3.1.5. TRANSEKT 5 31
4. MATERIJALI I METODE **32**
4.1. TERENSKI RAD 32
4.2. LABORATORIJSKI RAD 32
4.2.1 MORFOMETRIJSKA ANALIZA I DETERMINACIJA KRPELJA 32
4.2.2. ODLAGANJE UZORAKA KRPELJA POSLIJE UZORKOVANJA I DETERMINACIJE 33
4.2.3 OBRADA PODATAKA 33
5. REZULTATI **34**
5.1. DETERMINIRANE VRSTE KRPELJA 34
5.2. ANALIZA SPOLOVA I RAZVOJNIH STADIJA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA 34
5.3. SEZONSKA DINAMIKA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA 36
6.RASPRAVA **38**
7.ZAKLJUČAK **40**
8.LITERATURA **41**
9.PRILOZI **45**

1.UVOD

Krpelji su parazitski člankonošci iz reda grinja koji je dio razreda paučnjaka (Arachnida).To su nametnici koji parazitiraju na domaćinu i prenose veći broj bolesti. Domaćini krpelja su sisavci (*Mammalia*), ptice (*Aves*), gmazovi (*Reptilia*), te rjeđe vodozemci (*Amphibia*) (Hillyard 1996). Među svim vrstama tvrdih krpelja, 20% ih parazitira na pticama, a 80% na sisavcima (Kolonin 2009). Krpelji prolaze kroz 4 razvojna oblika: jajašce, ličinka, nimfa i adult, od toga su zadnje tri aktivne, odnosno potreban im je domaćin i njegova krv, kojom prenose različite patogene organizme.
Dijele se u 3 skupine:

- Ixodidae - krpelji šikara - tvrdi krpelji (692 vrste)
- Argasidae - krpelji nastambi - meki krpelji (186 vrste)
- Nuttalliellidae - samo jedna vrsta - *Nuttalliella namaqua*

Porijeklo krpelja seže sve do sredine krede (prije 100 milijuna godina), a domaćini su u to vrijeme bili reptili ili vodozemci (Nava i dr. 2009). Najpoznatija vrsta krpelja u Europi je *Ixodes ricinus*, koji se često naziva i običnim krpeljom (Slika 1.1). 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 samo veće životinje na kojima se hrane od ožujka do listopada. Osim običnog krpelja u Hrvatskoj su također rasprostranjene još dvije vrste: Smeđi pseći krpelj - *Rhipicephalus sanguineus* koji je isključivo parazit pasa i Šareni krpelj - *Dermacentor reticulatus*. Otprilike 10 % od sada poznatih 867 vrsta krpelja su vektori raznih patogena (Jongejan i Uilenberg 2004).



Slika 1.1. Ženka (lijevo) i mužjak (desno) vrste *Ixodes ricinus* (web 1)

S medicinskog aspekta, smatraju se drugom najznačajnijom skupinom člankonožaca, odmah nakon komaraca (Jaenson i Jensen 2007). Sposobnost krpelja da pronalaze nove ekološke niše rezultirala je s time da se mnogim vrstama krpelja povećala geografska rasprostranjenost, a time i sve veća njihova brojnost .

Zbog bolesti koje prenose, zadnjih desetljeća sve više pozornosti usmjereno je proučavanju krpelja, te njihove ekologije. Najznačajnije bolesti uzrokovane krpeljom su: lajmska borelioza, krpeljni meningoencefalitis, anaplazmoze. Šumski krpelj također prenosi i krvne parazite iz roda *Babesia*; *B.divergens* (uzročnik bebezioze stoke i po život opasne infekcije splenektomiziranih ljudi), tularemiju (Salman i dr. 2013).

U okviru ovoga rada bit će obuhvaćena istraživanja faune tvrdih krpelja poduzet tijekom 2017.g. na području Rekreacijsko športskog centra Jarun u obliku determinacije i utvrđivanju brojnosti populacije i vrsta krpelja .

1.1. CILJ RADA

Cilj ovog rada bio je istražiti i utvrditi vrste i sezonsku dinamiku populacija tvrdih krpelja (porodica *Ixodidae*) u Rekrecijsko športskom centru Jarun. U nastavku su navedeni detalji opisanoga cilja rada:

- praćenje brojnosti i sezonske dinamike populacija tvrdih krpelja na 5 različitih lokaliteta u Rekrecijsko športskom centru Jarun u razdoblju od ožujka do rujna 2017. godine.
- determinacija vrste, spola te razvojnog stadija jedinki tvrdih krpelja uzorkovanih u Rekreacijsko športskom centru Jarun

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

2.1. KLASIFIKACIJA I RASPROSTRANJENOST KRPELJA

Krpelji pripadaju koljenu člankonožaca (Arthropoda), razredu paučnjaka (Arachnida) koji je najbrojniji razred sa (oko 75.500 opisanih vrsta) potkoljena kliještara. Najrasprostranjenije i najčešće vrste ovog razreda pripadaju redu grinja (Acari) koji je sastavljen uglavnom od grinja, sa kojima su krpelji vrlo slični, ali se od njih razlikuju po tome što se hrane samo kao paraziti i većih su dimenzija (Estrada-Peña i dr. 2004).
Klasifikacija krpelja :

Arthropoda (koljeno) = člankonošci
Arachnida (razred) = paučnjaci
Acari (red) = krpelji i grinje
Ixodida (podred) = krpelji
Argasidae (porodica) = meki krpelji
Ixodidae (porodica) = tvrdi krpelji
Ixodes (rod)
Ixodes ricinus (vrsta)
Dermacentor (rod)
Dermacentor reticulatus (vrsta)
Nuttalliellidae (porodica)

Krpelji su hematofagni paraziti koji su prošireni gotovo po cijelome svijetu. Za razliku od kralježnjaka, mnogi člankonošci (Arthropoda), prije svega razred kukaca (Insecta) i potkoljena kliještara (Chelicerata) i nadrazreda rakova (Crustacea) umjesto čvrstog endoskeleta (unutrašnjeg kostura), imaju stabilizirajući vanjski kostur (egzoskelet) . To je tvrdi vanjski oklop za koji su mišići vezani s unutrašnje strane , te koji također služi zaštiti nutarnjih organa. Opisano je gotovo 850 vrsta krpelja. Porodica Ixodidae je najveća , s medicinskog i veterinarskog pogleda najvažnija te ekonomski najznačajnija porodica s 13 rodova i oko 650 vrsta (Lindgren i Jaenson 2006). 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).

2.1.1 OPĆE ZNAČAJKE PODREDA IXODIDA

Podred Ixodida rašlanjen je na tri porodice te ukupno obuhvaća oko 867 vrsta. Porodica Argasidae obuhvaća tri potporodice koje imaju medicinsku važnost, a rasprostranjene su diljem svijeta: Argasinae (rod *Argas* s 56 vrsta), Ornithodorinae (rod *Ornithodoros* s više od 100 vrsta) i Otobinae (rod *Otobius* s dvije vrste) (Lane i Crosskey 1993). *Argasidae* krpelji se često zovu i meki krpelji, zato jer na dorzalnoj (leđnoj) površini tijela nemaju tvrdi oklop. Svi *Argasidae* krpelji su veliki, dok su im usni dijelovi smješteni ventralno. Njihove noge završavaju parom kandži između kojih nema pulvillusa (jastučića) (Estrada-Peña i dr. 2004). Porodica Ixodidae predstavlja najbrojniju skupinu krpelja, koju karakterizira tvrdi vanjski štit na leđnoj površini tijela, a zbog te je karakteristike ova porodica ujedno i dobila naziv tvrdi krpelji. Porodica tvrdih krpelja sadrži pet potporodica. Najveća je potporodica Ixodinae koja je rasprostranjena 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 *Haemapysalis* 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. Najmanja je porodica Nuttalliellidae kojoj pripada samo jedna vrsta *Nuttalliella namaqua* koja je rasprostranjena u južnoj Africi i Tanzaniji.

2.2 MORFOLOGIJA KRPELJA

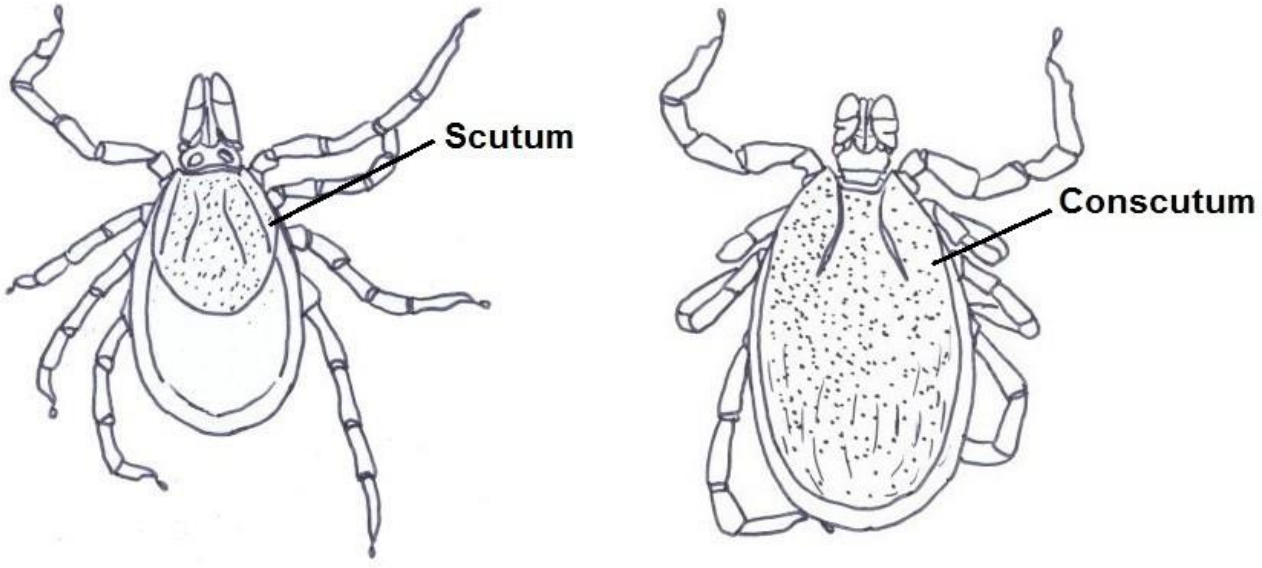
Krpelji porodice Ixodidae (tvrdi krpelji ili krpelji šikare) pripadaju skupini člankonožaca iz reda grinja (Acarina) veličine 0,2 do 1,5 cm. Dobili su ime po čvrstom štitu ili ploči koja se još i naziva *scutum*. Zbog male veličine tijela krpelja nestalo je kolutićavosti, pa su prednji i stražnji dio tijela srasli, a mnogi organi su smanjeni ili su nestali. Tijelo krpelja je različitog oblika: okruglasto, pločasto, kuglasto, duguljasto, prema tome kako životinja živi (Matoničkin 1981). Krpelji su vanjski nametnici koji sišu krv na koži kralješnjaka, u koju se zavlače jakim rilom (*hipostom*), a na plijenu se zadrže sve dok ne napune svoje postrane crijevne vrećice. Noge kod krpelja su sastavljene od šest segmenata: kuk (coxae), trohanter (trochanter), bedro (femur), čašica (patella), goljenica (tiba), stopalo (tarsus). Stopalo se na trećoj i četvrtoj nozi može dijeliti na metatarsus i tarsus. Ličinke imaju tri para nogu, dok nimfe i odrasli imaju četiri para nogu. Krpelji ne skaču, ne lete niti padaju s većih visina. Krpelji 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* (Hillyard 1996) (Slika 2.1).



Slika 2.1. Prikaz ornamentiranog štita kod roda Dermacentor (web 2)

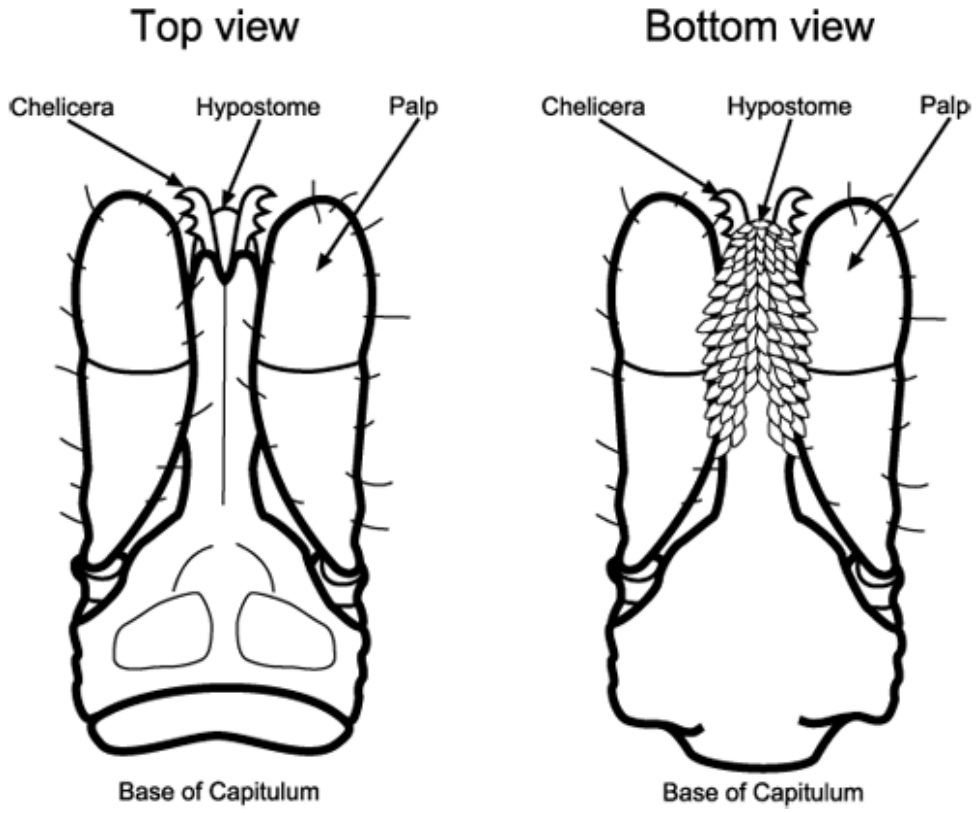
Štit (*scutum*) na ličinkama, nimfama i ženkama krpelja pokriva trećinu do polovice tijela, dok kod mužjaka pokriva gotovo cijelu dorzalnu (leđnu) površinu i njegovo širenje tijekom hranjenja je vrlo ograničeno (Teni 2012) (Slika 2.2). Dio tijela bez štita (alloscutum) povećava se sisanjem krvi. U prvoj fazi se prilikom sisanja javlja usporeni rast i rahlo rastezanje kutikule, dok se u drugoj fazi veličina znatno poveća, zbog rastezanja endokutikule i brzog rasta prokutikule. Epikutikula se prilikom hranjenja samo rastegne iz naboranog stanja i ne raste (Hillyard 1996).



Slika 2.2. Prikaz štita (scutum) kod ženke (lijevo) i kod mužjaka (conscutum) (desno) (web 3)

Tijelo krpelja sastavljeno je od kapituluma (glave), te idiosome koja se dijeli na podosomu (dio tijela na kojem se nalaze noge) i opistosomu. Kapitulum i podosoma zajedno se nazivaju prosoma. Mjesto na kojem su povezani kapitulum i idiosmoa nazina se emarginacija. Kapitulum je kod porodice *Ixodidae* dobro vidljiv odozgo i odozdo, dok je kod porodice *Argasidae* manje vidljiv. Kod determinacije vrsta važni su oblik i izrasline baze kapituluma. Kapitulum nosi usne dijelove i više puta je opisan kao neprava glava, jer ne nosi oči (Hillyard 1996). Sastoji se od baze (*basis capituli*), dva pipala, od četverodijelnih čeljusnih nožica (Slika 2.3). Pipala i čeljusne nožice štite središnje postavljenu hipostomu koja se nalazi s prednje strane tijela i kliješta. S obje strane baze kapituluma nalaze se četveročlana ticala, koja pored senzorske uloge, imaju važnu ulogu kod zaštite gornje površine hipostome i helicera. Prvi član ticala je negibljiv bazalni prsten, drugi i treći članovi su dugi i široki što je karakteristika porodice *Ixodidae*. Na vrhu trećeg člana nalazi se četvrti član ticala sa setom osjetila. Helicere se nalaze nad hipostomom i služe za prodiranje u kožu domaćina. Osnovni dijelovi helicera su: mišićna baza, te produljeni dio i segment sa zubićima (Hillyard 1996).

Hipostoma je prekrivena zubićima koji su savijeni prema unutra. Oblik baze, dužina pipala, broj zubića i druge karakteristike usnog aparata koriste se kao pomoć pri identifikaciji roda i vrste krpelja .



Slika 2.3. Morfološki prikaz građe usnog aparata (web 4)

2.3 ŽIVOTNI CIKLUS KRPELJA I RAZMNOŽAVANJE

Životni ciklus sastoji im se od 4 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. Meki krpelji imaju životni ciklus s više domaćina s višestrukim stadijima nimfi, svaki stadij se hrani kratko i odrasli krpelji uzimaju više puta krvne obroke te liježu male vrećice jaja nakon svakog hranjenja. Agarasidni krpelji mogu preživjeti mnogo godina bez domaćina, dok tvrdi krpelji bez domaćina mogu preživjeti nekoliko mjeseci do najviše dvije godine. Životni ciklus iksodidnih krpelja može uključivati jednog (jednorodni krpelji), dva (dvorodni) ili tri domaćina (trorodni). Životni ciklus se sastoji od jednog inaktivnog stadija (jaje) i tri pokretna (ličinka, nimfa i imago) (Slika 2.4).



Slika 2.4. Razvojni stadiji roda Ixodes (web 5)

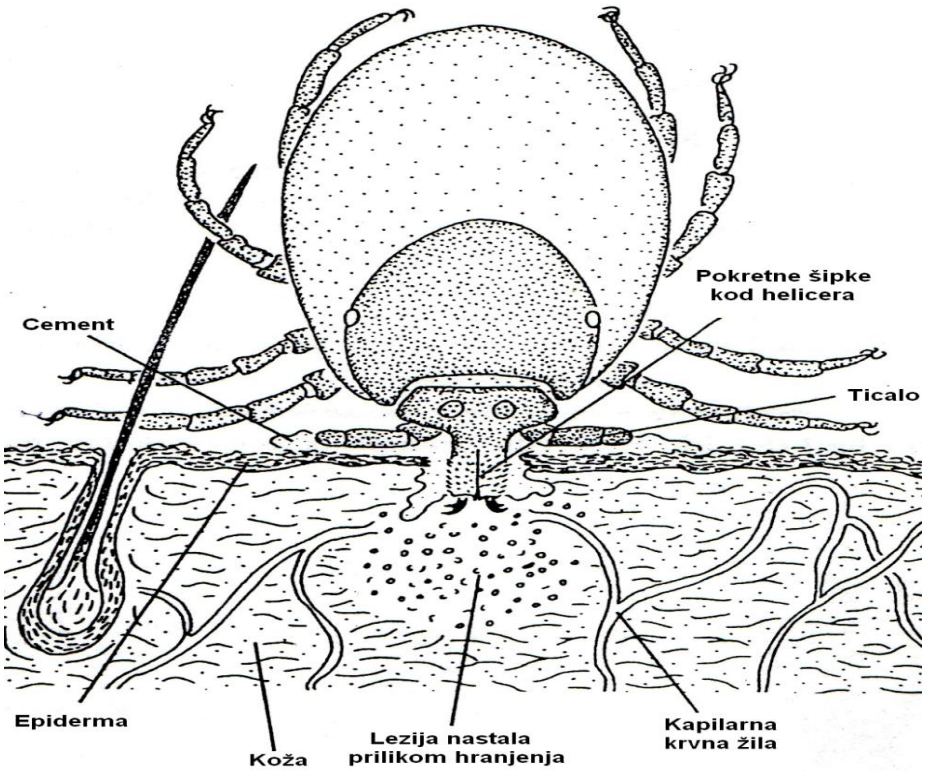
Svi razvojni stadiji krpelja (larva, nimfa i adult) hrane se krvlju domaćina (Logar 1999). Adulti mogu narasti oko 2 do 3 mm, ličinke do 1 mm, dok nahranjena ženka može doseći veličinu do 10 mm i više (Parola i Raoult 2001). Prezimljavaju u gornjim slojevima zemlje ili pod otpalim lišćem. Krpelji postaju aktivni kada je dnevna temperatura oko 7°C, a temperatura tla oko 4°C (Sonenshine 1991).

Krpelji se pare seksualno, unutrašnjom oplodnjom. Mužjak krpelja ostati će na domaćinu, kako bi se mogao pariti sa više ženki dok se one hrane, dok se ženke pare samo jednom i to samo prije nego što su spremne nagutati se krvi (Estrada-Peña i dr. 2004). Reprodukcijska aktivnost iksodidnih krpelja u potpunosti je ovisna o krvnom obroku. Nakon što je oplođena ženka u potpunosti nahranjena, otpušta se s domaćina, traži pogodnu lokaciju i zatim započinje s polaganjem jaja , nakon otprilike tjedan dana , no to može biti odgođeno na nekoliko tjedana dok se ne jave povoljni klimatski uvjeti. Ženka unutar nekoliko dana , ovisno o vrsti , proizvede od 1000 do 18000 jaja koja položi u ljepljivu masu te zatim iscrpljena ugine (Stafford 2007). Jajašca dozrijevaju nekoliko tjedana ovisno o temperaturi , vlazi, te drugim ekološkim uvjetima. Iz jajašca se razviju ličinke koje su nakon nekoliko dana spremne na hranjenje (Logar 1999, Spielman i Hodgson 2000). Krpelji koji su se tek izlegli iz jaja ili su se tek presvukli imaju meka tijela, te su neaktivni 1-2 tjedna sve dok im vanjski tjelesni zid ne očvrsne (Estrada-Peña i dr. 2004). Nakon toga ličinke potraže žrtvu, a to su najčešće zmije i gušteri ili sitni sisavci (mišoliki glodavci) i ptice (Mehlhorn i Schein 1984, Barišin i dr. 2011). Ličinke se presvlače u stadij nimfe kada imaju četiri para nožica i dužine su oko 1,5 mm. Dižu se na veću visinu i opet se prihvačaju na drugog domaćina. Poslije sazrijevanja, nimfe padaju na zemlju i presvlače se u stadij adulta – odraslog krpelja (dužine 2,4 do 4,8 mm), koji se penje najviše do metra visine te se kreće nekoliko metara u širinu. Kreću se vertikalno i horizontalno. Imaju uski radijus kretanja. Tijelo im je građeno od glavoprsja (srasla glava i prsni koš) i zatka. Imaju četiri para nogu. Odrasla ženka 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 oplođena. 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. Krpelji su najaktivniji u proljeće i jesen, a bez hranjenja mogu preživjeti dvije godine (Mehlhorn i Schein 1984, Logar 1999, Spielman i Hodgson 2000, Barišin i dr. 2011).

Također značajna karakteristika životnog ciklusa krpelja 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).

2.4. HRANJENJE KRPELJA

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 (kliješta), pedipalpi (čeljusne nožice) i hipostome (rilo). 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). Krpelj se prvo čvrsto prihvaća za kožu i postavlja tijelo pod kutem od 45°- 60° i počinje rezati kožu pomoću para helicera (kliješta) (Stafford 2007). Helicere su pokretne šipke, koje imaju oštre kandže pomoću kojih krpelji režu rupu u koži domaćina te prekidaju kapilarne krvne žile vrlo blizu površine kože, dok prilikom hranjena formiraju ozlijede ili lezije. Krpelji se hrane krvlju, dok u ozljedu otpuštaju limfu. Zatim u ranu koja je napravljena pomoću zubića ulazi hipostomom na kojoj se nalazi mnogo zavijenih zubića, a pipala ostaju izvan rane te su horizontalno položene na površini kože (Stafford 2007) (Slika 2.5). Pri probadanju kože krpelj kroz rilce izlučuje slinu – kompleksnu tvar koja sadrži anestetik, zbog čega je ubod bezbolan, te posebnu tvar „cement“, poput lateksa, koja se stvrdne u obliku stošca oko mjesta uboda, čime se krpelj učvrsti, što traje par sati.



Slika 2.5. Hranjenje ženke *Ixodidae* krpelja na koži domaćina (Estrada-Peña i dr. 2004, Borak 2014).

Zbog lokalnih anestetika, domaćin ne osjeti kada se krpelj rilom ubuši u kožu. Nakon dugotrajnog učvršćivanja krpelja za domaćina, slijedi sisanje krvi (Sonenshine 1993, Sonenshine 2005). 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).

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 hranjena diferencira za izlučivanje vode.S obzirom na vrijeme hranjenja izmjenjuje se razdoblje izlučivanja sline.

Period uzimanja krvnog obroka je relativno kratak kod mekih krpelja gdje se adulti i nimfe najčešće nasisaju krvi u vremenu od 15-60 minuta, te pritom svoju početnu masu uvećaju 3-4 puta. Kod tvrdih krpelja je duži period uzimanja krvnog obroka gdje ženke ostaju pričvršćene za domaćina i hrane se 5-12 dana, te za to vrijeme mogu svoju početnu masu uvećati 50-200 puta (Slika 2.6). Kod vrste *Ixodes ricinus* nenasisana ženka teži oko 2 mg, a može posisati i do 600 mg krvi. Mužjaci se hrane puno kraće, 3-5 dana, i za to vrijeme njihova masa se udvostruči. Mužjaci nekih vrsta porodice Ixodidae mogu ostati na domaćinu i do nekoliko mjeseci čekajući ženku, pri čemu se mogu hraniti više puta mijenjajući mjesto pričvršćivanja.



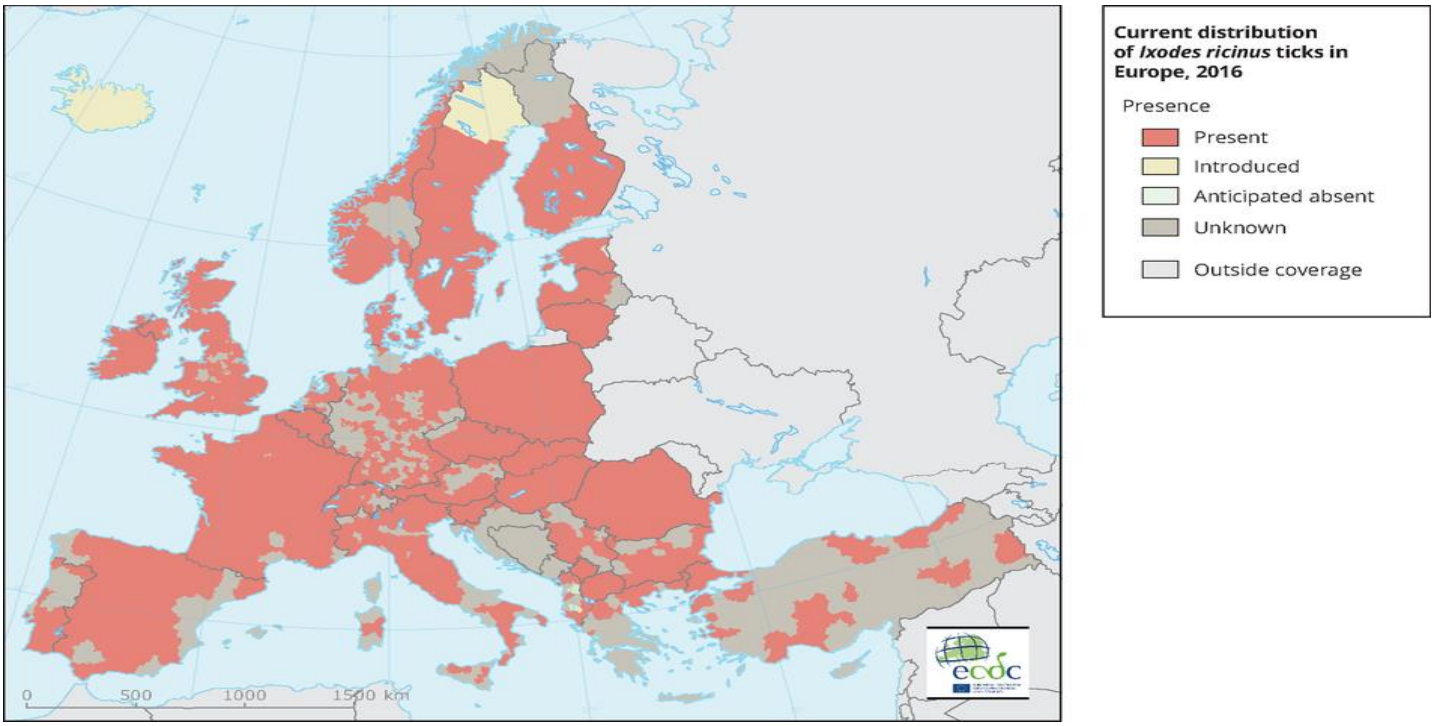
Slika 2.6. Nahranjena ženka krpelja (web 6)

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 (Slika 2.7), 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.

Krpelji mogu biti prilagođeni na više različitih ili imaju jedno optimalno stanište, što ovisi o klimatskim uvjetima i dostupnosti domaćina (Sonenshine 1993). Ovoj vrsti krpelja pogoduju staništa sa vegetacijom koja održava visoku vlažnost na površini zemlje. 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). 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. Klimatske promjene također utječu na njihovo preživljavanje, brojnost te sezonsku aktivnost. Tijekom zimskih mjeseci aktivnost krpelja se značajno smanjuje i ponovno započinje na proljeće kada su temperature dovoljno visoke.

Na području Hrvatske također najučestaliji krpelj je obični ili šumski krpelj pronađen da parazitira na 25 vrsta domaćina. Najznačajnije bolesti u Hrvatskoj koje ovaj krpelj prenosi kod ljudi su: lajmska borelioza i krpeljni meningoencefalitis.



Slika 2.7. Rasprostranjenost vrste *Ixodes ricinus* na području Europe (web 7)

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 temepraturni 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. To znači da temperatura ima presudan utjecaj na početak i kraj aktivnosti krpelja (McEnroe 1977, Duffy i Campbell 1994).

Drugi bitan egzogeni čimbenik koji utječe na aktivnost krpelja su relativna vlažnost zraka i količina padalina. Za obični krpelj 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. Blage zime i topla proljeća doprinose

ranijem izlasku iz zimske dijapauze i početku aktivnosti krpelja. S obzirom da krpelji prezimljavaju na površini zemlje, snježni pokrivač spriječava da temperatura površine zemlje padne ispod nule, i na taj način omogućava njihovo preživljavanje. S druge strane, dugotrajan snježni pokrivač nepovoljno utječe na veće životinje, u ovom slučaju jelene koji se harne vegetacijom, a predstavljaju važne domaćine adultnih stadija krpelja.

2.7. MEDICINSKA VAŽNOST KRPELJA

Medicinsko i gospodarsko značenje krpelja odavno je prepoznato zbog njihove sposobnosti prenošenja bolesti ljudima i životinjama. Krpelji uzrokuju velike gospodarske gubitke u stočarstvu i nepovoljno utječu na domaćina na nekoliko načina (Snelson 1975) i parazitiziraju veliki broj domaćina kralježnjaka, te su prenosioci većega broja patogenih uzročnika od bilo koje druge skupine Arthropoda (Oliver 1989).

Krpelji mogu utjecati na domaćina posredno i neposredno. Kada krpelj sisanjem krvi uznemirava domaćina, te oslabi njegov organizam, radi se o neposrednom utjecaju. Prenošenje uzročnika bolesti patogenih mikroorganizama kao što su virusi, bakterije i praživotinje, predstavlja posredni utjecaj krpelja na domaćina (Hillyard 1996). Mikroorganizam koji uzrokuje bolesti se prenosi sa jedne životinje na drugu na području prirodnog žarišta zaraze. Takve bolesti se zovu transmisivne ili prenosive bolesti, čiji uzročnici su krpelji, komarci i muhe. Njih vektori prenose na domaćine (prirodne rezervoare) i opet natrag. Ako čovjek dođe u takvo prirodno žarišno područje bolesti, također se može zaraziti (Lešničar i Strle 1992). Bolesti koje uzrokuju životinje i koje se sa životinje prenose na čovjeka i suprotno, nazivaju se zoonoze (Borak 2014). Glavni rezervoar za širenje opasnih zoonoza su glodavci, ponajprije šumski miševi i voluharice. Neke vrste krpelja tijekom sisanja luče toksine, koji uzrokuju krpeljnu paralizu, a to nije bolest nego toksikoza. To je uglavnom neurotoksin koji uzrokuje paralizu neuromuskularnih funkcija. Može se pojaviti kod domaćih životinja i ljudi, a može biti kobna prije svega za djecu, kada se krpelja ne odstrani pravovremeno.

U Europi krpeljnu paralizu uzrokuje pet vrsta krpelja, a to su: *Ixodes ricinus*, *Ixodes hexagonus*, *Haemaphysalis punctata*, *Rhipicephalus sanguineus* i *Argas reflexus*. Toksini koji uzrokuju krpeljnu pralizu premalo su istraženi (Hillyard 1996). Krpelji prenose brojne uzročnike zaraznih bolesti, kao što je uzročnik Lyme borelioze, mrzlice stjenovitih planina, sjevernoazijskog krpeljnog

tifusa, queenslandskog krpeljnog tifusa, orijentalne groznice, monocitne erlihioze, povratne groznice, ruskog proljetno-ljetnog encefalitisa, krimsko-kongoške hemoragijske vrućice,

mediteramske groznice, Q groznice, granulocitne erlihioze, tularemije, babezioze i krpeljnog meningoencefalitisa (Strle 1991).

2.8. KRPELJI KAO VEKTORI UZROČNIKA BOLESTI

Pojam zoonoza najbolje prikazuje definicija Svjetske Zdravstvene Organizacije (SZO) „ Zoonoze su 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 novostale 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 najrašireniji i medicinski najznačajne od svih vektorskih bolesti u Europi, a bilježi se dramatično povećanje oboljelih tijekom posljednjih dva desetljeća i nova žarišta infekcija. Najčešće krpeljne bolesti kojih moramo biti svjesni su: krpeljni meningoencefalitis (KME), Lyme borelioza, rikecije, krimsko-kongoanska hemoragijska groznica, erhilioza i babezioza. Vektori tih bolesti u Europi su krpelji iz roda *Ixodes*, *Dermacentor*, *Hyalomma* i *Rhipicephalus*. *Ixodes ricinus* je najbitniji i najrasprotranjeniji krpelj na području Europe, a zatim slijedi *Dermacentor reticulatus*. *Rhipicephalus sanquineus* je najrasprostranjeniji krpelj na području mediteranske regije, dok *Hyalomma marginatum* predstavlja sve veću prijetnju šireći se iz područja sjeverne Afrike.

Tablica 2.1. Bolesti koje krpelji prenose i njihovi uzročnici (web 8)

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

2.8.1. LYME BORELIOZA

Lajmska borelioza je bakterijska bolest, a uzrokovana je spiralnim bakterijama iz roda *Borrelia*. Ova bolest je poznata od 1975. godine, dok je današnji naziv dobila po mjestu Lyme u sjevernoameričkoj državi Connecticut, gdje se ujedno i pojavila u epidemijskim razmjerima. Istraživači su otkrili da je većina zaražene djece živjela blizu šumovitih područja gdje je bila velika koncentracija krpelja, i da su se simptomi pojavili u ljetnim mjesecima kada je izražena aktivnost krpelja. 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. Lyme boreliozu. Boreliozu kod ljudi uzrokuju jedino *Borrelia afzelii* (vezana za glodavce), *Borrelia burdorferi sensu stricto* i *Borrelia garinii* (vezana za ptice). Lyme borelioza je proširena gotovo u cijeloj sjevernoj hemosferi, tj. na području rasprostranjenosti krpelja. Čovjek je ključan domaćin kod *Borrelia burgdorferi sensu lato*, međutim nije značajan za njihov opstanak u prirodi. U kruženje borelija u Europi uključeno je 9 vrsta malih sisavaca, 7 vrsta srednje velikih sisavaca i 16 vrsta ptica (Zore 2002).

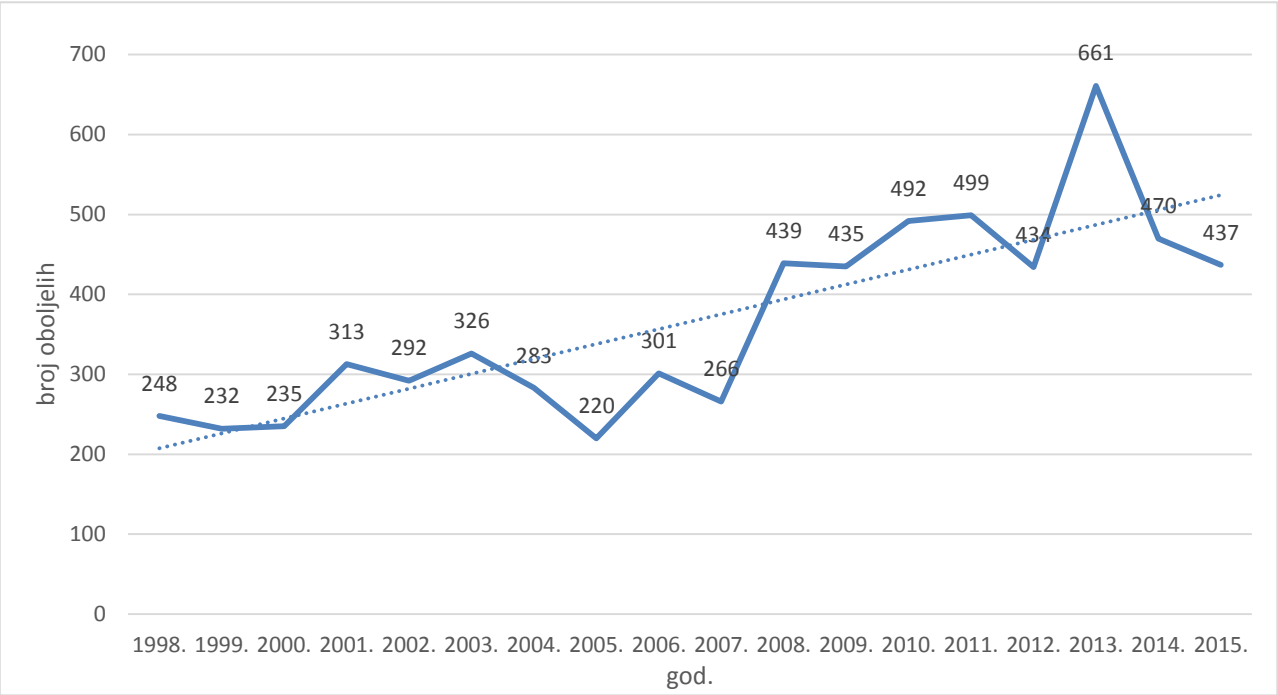
Ljudi i životinje se Lyme boreliozom mogu inficirati prilikom hranjenja krpelja (nimfi i odraslih stadija) njihovom krvlju. Kod ljudi ova bolest izaziva tri klinička stadija. Prvi stadij se javlja na mjestu uboda krpelja. Nakon uboda krpelja u prvom stadiju javlja se sistemna infekcija, koja se manifestira karakterističnim crvenilom, a naziva se erythema migrans (Goodman i dr. 2005). Prvi stadij se javlja nakon 3 dana do 16 tjedana nakon uboda, oko mjesta za koje se pričvrstio krpelj. Crvenilo je raspoređeno koncentrično, te je obično promjera 15 cm (Slika 2.8). Crvenilo može biti homogeno ili prstenasto s blijeđenjem u sredini. Premda su ovalni ili okruglasti oblici najuobičajeniji, viđaju se povremeno i trokutasti, četverokutni ili nepravilni oblici, ovisno o mjestu nastanka (Lane i Crosskey 1993, Begovac i dr. 2006).



Slika 2.8. Prvi simptomi lajmske borelioze (*erythema migrans*) (web 9)

Kod neliječenih bolesnika uzročnik bolesti se može proširiti u živčani sustav, srce, zglobove te dolazi do pojave drugog stadija, gdje prevladavaju neurološki, srčani i reumatološki simptomi. Nakon više mjeseci infekcije u latenci moguće je da ove bakterije (spirohete) dodatno zahvate zglobove, živčani sustav i kožu, te tada govorimo o trećem kliničkom stadiju (Goodman i dr. 2005). Lyme borelioza se liječi antibioticima, međutim ne postoji najučinkovitiji antibiotik, niti optimalna količina antibiotika, kao ni odgovarajuće vrijeme koje je potrebno da se bolest liječi (Strle 2001). Najveći broj oboljelih od Lyme borelioze je u odrasloj životnoj dobi iznad 20 godina, a bolest je najučestalija u osoba starijih od 50 godina života.

U našoj su zemlji krpelji široko rasprostranjeni, na 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). Lyme borelioza podliježe obveznom prijavljivanju od 1991. godine u Hrvatskoj. Prema podacima Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ 2012), u razdoblju od 1998 do 2012 godine prosječni godišnji broj oboljelih iznosio je 366, dok smrtnih slučajeva u navedenom razdoblju nije bilo (Slika 2.9) . Bolest pokazuje jasan sezonski karakter obolijevanja, s najviše oboljelih tijekom ljeta u lipnju i srpnju, što se može povezati s hranjenjem vektora, ali i s pojačanom aktivnošću ljudi na otvorenom, bilo radi poslova na otvorenom bilo radi rekreativnih aktivnosti u prirodi (Mulić i dr. 2006).



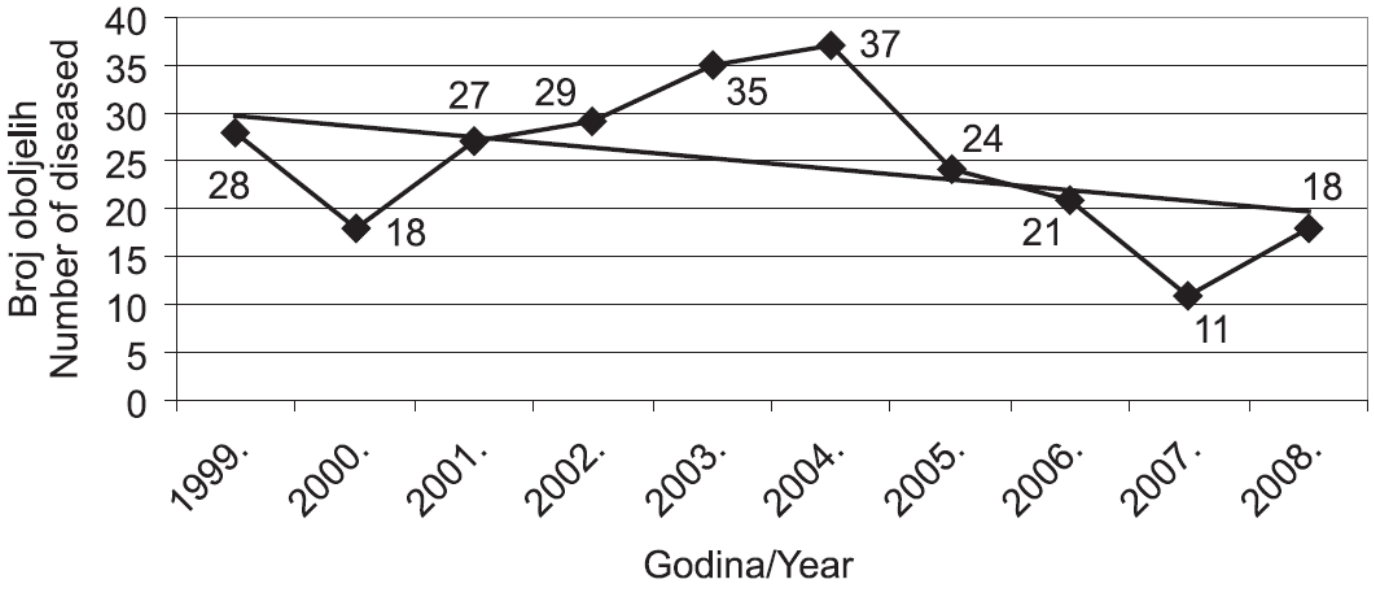
Slika 2.9. Godišnji broj oboljelih od Lajmske borelioze u Hrvatskoj od 1998. do 2015. godine (HZJZ 2015).

2.8.2. KRPELJNI MENINGOENCEFALITIS

Krpeljni meningoencefalitis (KME) je transmisivna prirodno žarišna zoonoza od koje godišnje oboli preko 10 000 ljudi u Europi i Aziji. Virus KME pripada obitelji *Flaviviridae*, rodu *Flavivirus*, koji obuhvaća oko 70 serotipova izoliranih širom svijeta te uzrokuju bolesti životinja i ljudi. Strukturno se virus KME ne razlikuje od drugih flavivirusa. Sam virus je okruglog oblika, promjer mu iznosi 40 -60 nm, a obavijen je lipidnom ovojnicom (Saksida i dr. 2004, Begovac i dr. 2006). Njegov genom čini jednolančana (+) RNK s kapsidnim C-proteinom koji oblikuje ikozaedarnu nukleokapsidu. Proteinski omotač sadrži glikoprotein E i u zrelim virusnim česticama membranski M protein koji je ugrađen u lipidnu virusnu membranu. Centralnu ulogu u biologiji virusa KME ima protein E, koji je odgovoran za stvaranje neutralizacijskih protutijela (Heinz 2003). Kod najmanje dvije trećine bolesnika tipičan tijek bolesti je bifazičan. Nakon inkubacije 7 do 14 dana (2 do 28 dana) slijedi prva, febrilna faza s općim infektivnim simptomima, koja obično traje dva do osam dana i odgovara viremiji. Asimptomatsko razdoblje traje od 1 do 20 dana, a potom slijedi druga faza bolesti s naglim povišenjem tjelesne temperature, glavoboljom, mučninom, povraćanjem, fotofobijom, ukočenošću vrata s mogućim parezama, paralizama i konvulzijama. Razvijaju se simptomi meningitisa, meningoencefalitisa te meningoencefalomijelitisa (Haglund i dr. 2003).

Najznačajniji prenositelj ove bolesti je vrsta obični krpelj. 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*.

Smatra se da je povećana raširenost ove bolesti posljedica povećanog transporta domaćih životinja zajedno sa krpeljima, te klimatskih promjena (Hillyard 1996). U Hrvatskoj je bolest prvi puta opisana 1952 godine (Begovac i dr. 2006). U Hrvatskoj je endemično žarište u sjeverozapadnom dijelu (okolica Koprivnice, Zagreba, Bjelovara, Čakovca, Varaždina) a, na sjeveroistoku (okolica Našica i Vinkovaca) (Mišić-Majerus i dr. 2003).U Hrvatskoj je od ove bolesti od 1999. do kraja 2008.godine oboljelo 248 osoba, dok smrtnog slučaja nije bilo (Slika 2.10). Bolest je sezonskog tipa, pojavljuje se od travnja do studenog mjeseca, s dva maksimuma. Prvi je od lipnja do srpnja, a drugi od rujna do listopada (Saksida i dr. 2004). Kao sredstvo zaštite i prevencije koristi se cjepivo (Begovac i dr. 2006, Lane i Crosskey 1993).



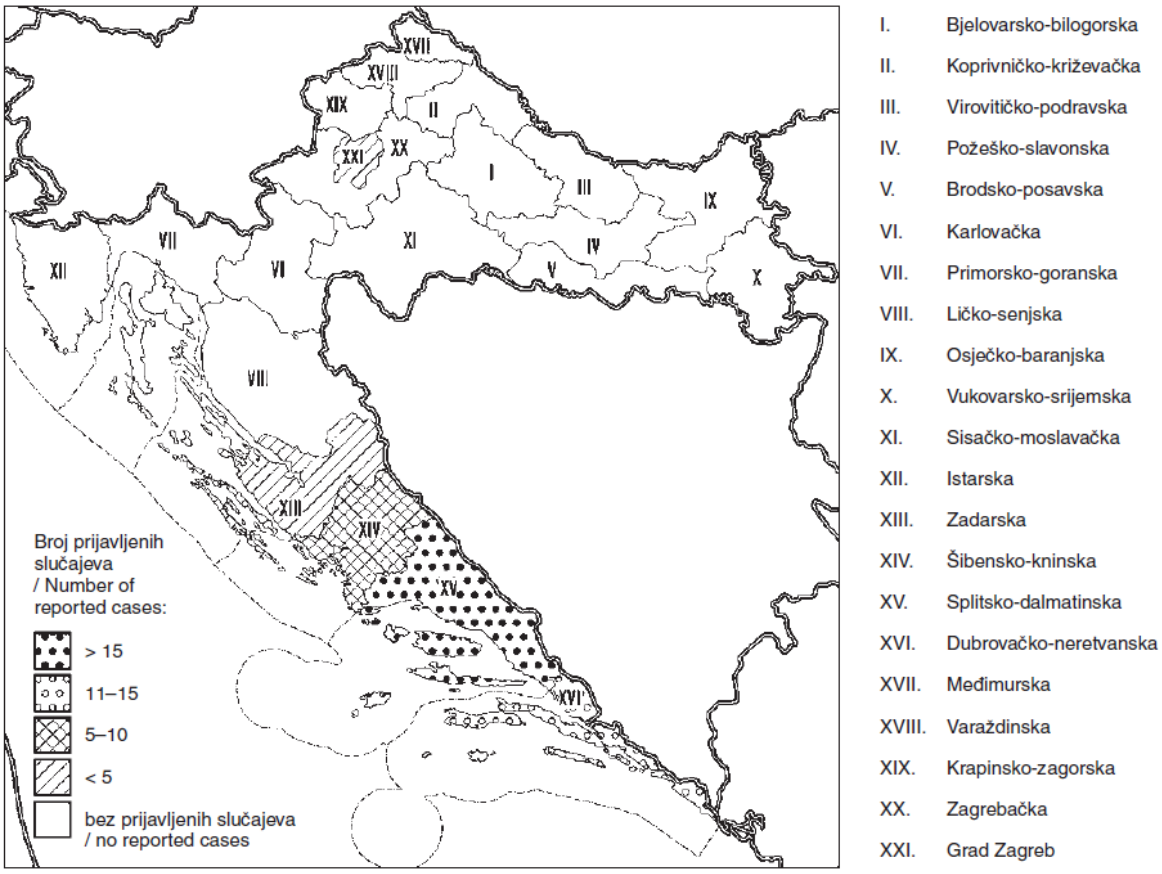
Slika 2.10. Broj prijavljenih oboljelih od krpeljnog meningoencefalitisa i trend pojave boesti u Hrvatskoj u razdoblju od 1999. do 2008. godine (Mulić i dr. 2011)

2.8.3. 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 od nastalog uboda krpelja do pojave simptoma bolesti iznosi 5 do 7 dana (inkubacija).

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, tresavica, glavobolja. Česta odsutnost uboda krpelja u anamnezi kod oboljelih objašnjava se ubodom inficirane larve koji ubodeni ne primjećuju.U nekih bolesnika na mjestu uboda krpelja vidljiva je lividno-crvena promjena (ulkus, *tache noire*) s crnim središtem, okruženim crvenim prstenom, promjera oko 1 cm i popratno povećanim limfnim čvorovima. Ova kožna promjena najčešće je smještena na udovima, glavi, trupu, u pazušnim jamama i u preponama. 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.

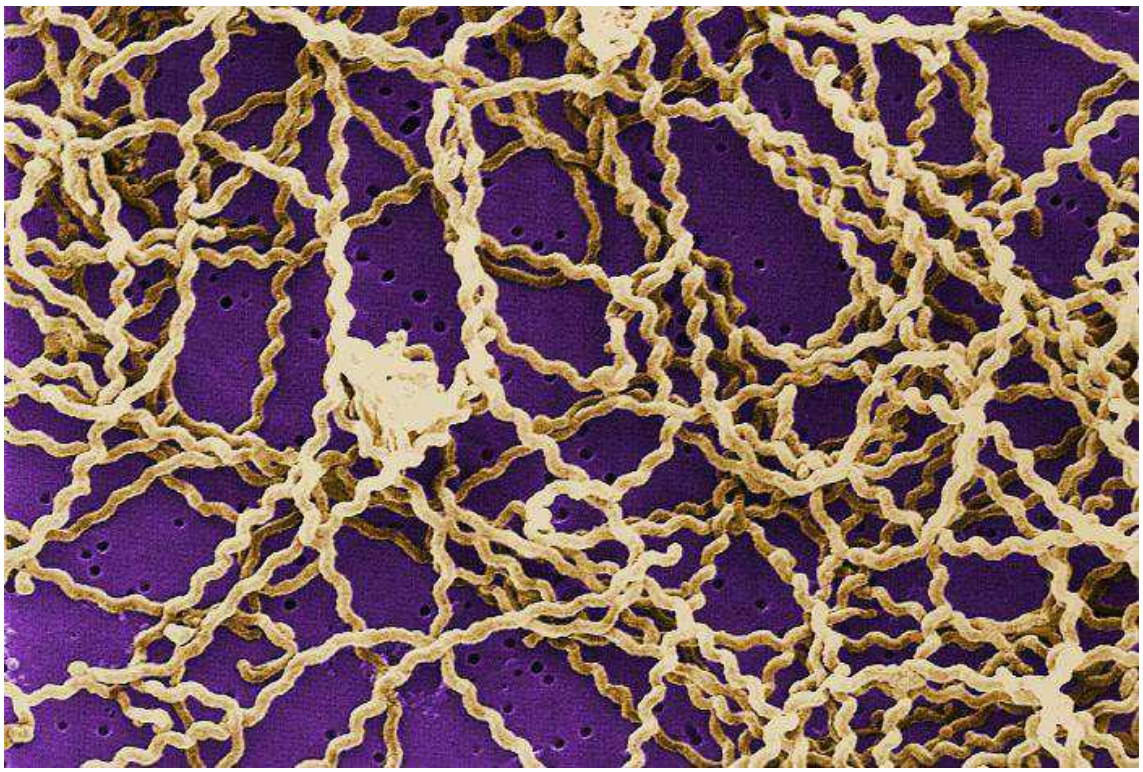
U Hrvatskoj je mediteranska pjegava groznica u razdoblju od početka 1999. do kraja 2008. godine prijavljena ukupno 36 puta. Ova bolest najviše je rasprostranjena u dalmatinskim županijama ; najmanje oboljelih je u Zadarskoj, a najviše u Splitsko-dalmatinskoj županiji (Slika 2.11).



Slika 2.11. Zemljopisna raspodjela mediteranske pjegave groznice po županijama Hrvatske , razdoblje 1999.-2008.godine (Mulić i dr. 2011)

2.8.4. LEPTOSPIROZA

Naziv leptospiroza obuhvaća sve infekcije uzrokovane spiralnim bakterijama roda *Leptospira*. Ti spiralni mikroorganizmi tvore enzime (oksidaza, katalaza, lipaza..) koji oštećuju različita tkiva. Zavijeni su u obliku spirale zavojima 0,2 – 0,3 μm, a krajevi su u obliku kukica više ili manje savijeni (Slika 2.12). Bolest je rasprostranjena diljem svijeta, a učestalost joj raste idući od subpolarnih prema tropskim krajevima. Bakterijama leptospiroze pogoduje toplo vrijeme i česte kiše, pa je zbog toga češća pojava bolesti ljeti i u jesen. Izvori zaraze najčešće su sitni glodavci (*Apodemus agrarius, Rattus rattus, Ratus norvegicus*).



Slika 2.12. Spiralni mikroorganizmi iz porodice Leptosipraceae koji uzrokuju leptospirozu (web 10)

Od leptospiroze mogu oboljeti sve životinje bez obzira na dob, spol i pasminu. Ipak, čimbenici poput loše ishrane, loših uvjeta i pretjeranog iskorištavanja pogoduju lakšoj infekciji. Za razvoj kliconoštva bitan je i pH mokraće. Viši pH (lužnata sredina) utječe povoljno, a niži pH (kiselo) utječe nepovoljno. Ljudi se mogu zaraziti na više načina i to putem izravnog kontakta s inficiranim životinjskim urinom ili tkivom (najčešće glodavaca, svinja, pasa i divljih životinja) ili neizravno tzv. sekundarnim izvorima leptospira i to kontaktom s inficiranom vodom, tlom, hranom i predmetima ili kupanjem u stajaćim vodama. Kod čovjeka leptospiroze su u velikoj većini slučajeva kratkotrajne febrilne bolesti. Inkubacijsko razdoblje iznosi 2 do 20 (obično 7 do 13) dana, a bolest ima dvije karakteristične faze. Prva, septikemična faza, nastupa naglo, a praćena je glavoboljom, jakim bolovima u mišićima, zimicom i visokom temperaturom koja često dosegne i 39 ^{o}C. Nakon tri ili četiri dana se javlja upala očiju. Ova prva faza traje 4 do 9 dana. Potom slijedi normalizacija tjelesne temperature. Druga ili imunološka faza pojavljuje se između šestog i dvanaestog dana bolesti, a praćena je različitim simptomima ovisno o zaraženom tkivu. Ponovno se pojavljuje temperatura i drugi simptomi iz prve faze bolesti, a može se razviti i meningitis što uzrokuje ukočenost vrata, glavobolju, katkada i komu (Slika 2.13). Ova bolest kod ljudi može se izliječiti uzimanjem ampicilina i doksiciklina. U teškim slučajevima uz antibiotike, važne su i potporne mjere, uključujući infuziju i elektrolitsku terapiju.

Prirodno žarište leptospiroze je u nizinskom dijelu Hrvatske. U 2014. godini prijavljeno je 105 oboljelih i 1 umrla osoba, što je višestruko više oboljelih od ove prirodnožarišne zoonoze nego zadnjih nekoliko godina (HZJZ). Radilo se o epidemijskoj godini čiji je porast bio povezan s klimatološkim čimbenicima koji među ostalim pogoduju povećanju populacije glodavaca (tzv.mišja godina). Također, 2014. godine Hrvatska je bila pogođena i poplavama što je pogodovalo očuvanju leptospira i širenje kod ljudi i životinja.

Što se tiče mjera prevencije one su vrlo važne za pojavu i širenje bolesti, a podrazumijevaju: utvrđivanje zaraženih voda, deratizciju (uništavanje glodavaca), higijensko držanje životinja, kloriranje vode za piće, nošenje zaštitne odjeće i obuće prilikom rada s potencijalno zaraženim životinjama, cijepljenje životinja..)



Slika 2.13. Simptomi leptospiroze kod ljudi (web 11)

2.8.5. BABEZIOZA

Ljudsku babeziozu uzrokuju *Babesia microti* i *Babesia divergens*, koju prenosi krpelj *Ixodes ricinus* (Hillyard 1996). U SAD-u glavni uzročnik ljudske babezioze je *Babesia microti*, najznačajniji rezervoar je miš vrste *Peromyscus leucopus*, dok je glavni prenositelj *Ixodes scapularis*, te je u SAD-u enzootski ciklus ove bolesti dobro poznat. Kod ljudi se babezioza manifestira simptomima koji su slični malariji, bolest je najopasnija kod ljudi sa odstranjenom slezenom i starijih osoba, za koje je često smrtna (Sonenshine 1993). Babezioze i theilerioze uzrokuju velike financijske

gubitke, zbog katastrofalnih epidemijskih bolesti, koje uzrokuju na stadima domaćih životinja. Vrste iz roda Babesia se spolno razmnožavaju u krpeljima, gdje hemolimfom putuju u unutarnje organe ioblikuju se u sporozoite. Preko žlijezda slinovnica zatim dospiju u domaćine kralješnjaka, gdje se dalje nespolono razmnožavaju u crvenim krvnim stanicama. 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).

2.7.5 TULAREMIJA

Tularemija je zoonoza koju uzrokuje mala, nepokretna, nesporulirajuća, gram negativna kokobacilarna bakterija *Francisella tularensis*. Na osnovi biokemijskih razlika i virulencije *F. tularensis* se dijeli na 4 podvrste (subsp. *tularensis, holarctica, mediasiatica* i *novicida*) od kojih su dvije značajne jer najčešće uzrokuju bolest u ljudi i domaćih životinja. *F. tularensis* subsp. *holarctica* javlja se širom sjeverne polutke (Europa, Azija i Sjeverna Amerika) dok *F. tularensis* subsp. *tularensis* uglavnom nalazimo u Sjevernoj Americi. *F. tularensis* je jedna od najinfektivnijih bakterija i svega 10 do 50 bakterijskih stanica može uzrokovati bolest u ljudi i životinja. Radi ovako velike infektivnosti te mogućnosti prijenosa zrakom može se koristiti kao biološko oružje. Do danas je *F. tularensis* izdvojena iz 190 vrsta sisavca, 88 vrsta beskralježnjaka, 23 vrste ptica i tri vrste vodozemaca. U Hrvatskoj je veći broj slučajeva bio utvrđivan tijekom Domovinskog rata, a danas je najučestalija oko tokova Save I Drave. Ovo je bolest primarno divljih dvojezubaca (zec, kunić) i glodavaca (voluharica,štakor), ali ju prenose i krpelji i drugi hematofagni člankonošci. Do zaraze dolazi kontaktom čovjeka s bolesnom životinjom (lov,deranje kože), ugrizom životinje ili ubodom krpelja. Tularemija se u Hrvatskoj obično javlja u zimi (lov na zečeve) i ljeti (ubodi krpelja). Glavni prenositelj tularemije u Europi je krpelj *Ixodes ricinus*. Ovu bolest također prenose i druge vrsta krpelja, kao što su: *Ixodes apronophorus, Dermacentor marginatus, Dermacentor reticulatus, Haemaphysalis concinna, Haemaphysalis punctata.*

2.8. KONTROLA BROJNOSTI KRPELJA

Brojnost krpelja može se kontrolirati na različite načine, a u najučinkovitije metode kontrole brojnosti krpelja možemo svrstati: kontrolirani požari, mehaničko čišćenje krošanja, odstranjivanje listinca, te djelomično odstranjivanje krošnje (tako da je tlo više izloženo direktnom suncu). Na taj način mijenjamo stanište krpelja, bez ubijanja domaćina i upotrebe raznih otrova. Kod kontrole brojnosti krpelja potrebno je uništiti mikrostanište krpelja ili ga promijeniti do te mjere, da za krpelje više nije primjereno (Sonenshine 1993). Među radikalne metode kontrole brojnosti krpelja,

svakako spada redukcija brojnosti 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). Također pri smanjivanju brojnosti krpelja moguće je koristiti kemijske i biološke metode.

Kod kemijskih metoda najviše se upotrebljavaju organofosfati, te piretroidi, kao i njihove kombinacije. Budući da ove kemikalije uzrokuju veliko zagađenje okoliša i štetne su za organizme, u skoroj budućnosti žele se stvoriti metode kontrole brojnosti krpelja koje će biti lako upotrebljive, učinkovite, jeftine i bez uzrokovanja stresa.

U biološke metode kontrole 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*), pauci (*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). 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).

2.9. OPĆE (OSOBNE) MJERE ZAŠTITE OD KRPELJA

Tijekom boravka u prirodi trebamo se pridržavati sljedećih pravila:

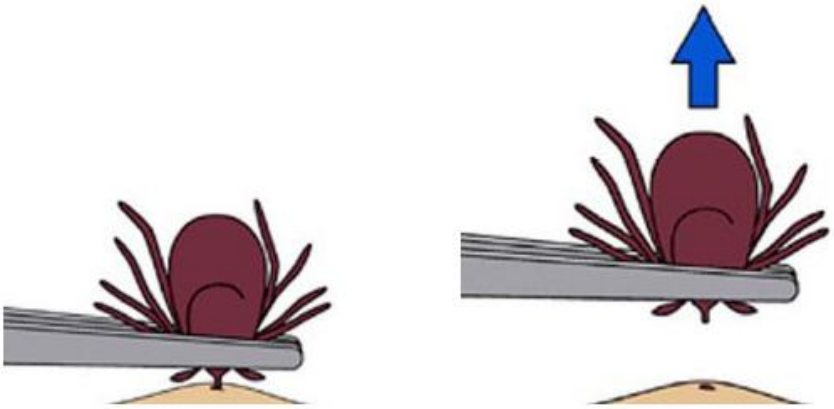
- Prikladna odjeća i obuća - dugi rukavi i nogavice, uvučene čarape,zatvorene cipele, izbjegavati odjeću tamnih boja (na njoj se krpelji teže uočavaju) i materijale s dlačicama, poput vune i flanela, jer se na njih krpelji lakše uhvate
- Za boravka u prirodi nositi odjeću svijetlih boja kako bi se krpelja lakše uočilo na odjeći i odmah uklonilo
- Hodati obilježenim stazama, izbjegavati provlačenje kroz grmlje, ležanje na tlu, odlaganje odjevnih predmeta na grmlje
- Primijena repelenata na gole i izložene dijelove tijela te eventualno na odjeću

- Pri povratku iz prirode presvući odjeću i pažljivo pregledati cijelo tijelo (posebno treba pretražiti dijelove tijela s nježnijom kožom -zatiljak, vrat, prepone, pazuhe, područje iza koljena, pupak…
- Otuširati se po povratku iz prirode

- Cijepljenje: cijepljenjem se može spriječiti pojava krpeljnog meningoencefalitisa nakon ugriza krpelja
- Cijepljenjem s 3 doze cjepiva postiže se zaštita koja traje oko 3 godine (što znači da se nakon 3 godine treba docijepiti ukoliko se želi zadržati odgovarajuća razina zaštite).

2.10. UKLANJANJE KRPELJA

Krpelji su posebno opasni u proljeće i ljeto, te je potrebno znati kako ga pravilno odstraniti. Nakon boravka u prirodi gdje je prirodno stanište krpelja potrebno je skinuti svu odjeću, kako bi se pregledali svi dijelovi tijela koje krpelji preferiraju prilikom hranjenja. Pregled treba početi od donjeg dijela tijela (gležnjevi, noge i stražnji dio koljena). Ukoliko uočimo krpelja na svojoj koži važno ga je čim prije ukloniti jer je rizik infekcije veći što je krpelj duže pričvršćen. Krpelja je lakše odstraniti u prvih nekoliko sati nakon uboda. 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 sline, a to znači i virusa i bakterija u tkivo domaćina (Harpin 1999). Kod mehaničkog uklanjanja krpelja, od krucijalne 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 2.14). 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. 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 krpeljnih bolesti. U većini slučajeva, ako se pojave neki od simptoma krpeljnih bolesti liječnik će početi tretmane antibioticima. Antibiotici se koriste kod pojave prvih simptoma, simptomi tada nestaju, dok su dugoročni ili kronični učinci rijetki.



Slika 2.14. Pravilno vađenje krpelja pincetom (web 12)

2.11. OPIS ISTRAŽIVANE VRSTE

***Ixodes ricinus* (Linnaeus 1758) – obični ili šumski krpelj**

Ova vrsta pripada porodici tvrdih krpelja te je široko rasprostranjena od Portugala do Rusije, od sjeverne Afrike na jugu pa sve do Skandinavije. Ova vrsta krpelja bila je jedna od prvih formalno opisanih vrsta, te je intenzivno proučavan u Europi zbog svoje uloge koju ima u prijenosu velikog broja patogena kod ljudi i životinja (Estrada-Peña i dr. 2004). Stanište ove vrste krpelja je hrastova zajednica (*Quercus faginea* i *Quercus suber*) s prizemnim raščem, pretežno od vrste *Pteridium aquilinum* (Estrada-Peña i dr. 2004). Njegova široka rasprostranjenost ukazuje nam na to da može živjeti u različitim okolišnim uvjetima. Općenito za život krpelja važna je visoka relativna vlažnost koja treba biti viša od 80 %. Iz toga slijedi da obični ili šumski krpelj primarno naseljava listopadne i miješane šume Europe, ali može biti pronađen na različitim staništima koja osiguravaju njihov krvni obrok i relativnu vlažnost mikrookoliša.

Obični ili šumski krpelj pripada trorodnim krpeljima što znači da mu je za životni ciklus potrebna tri različita domaćina. Aktivnost odraslog krpelja počinje u jesen (u mjesecu listopadu) i završava sredinom ožujka. Larve i nimfe su aktivne u isto vrijeme na domaćinima i vegetaciji između travnja i srpnja (u proljeće i ljeto) (Estrada-Peña i dr. 2004). Kopulacija se može, ali i ne mora, odvijati na domaćinu. Nakon kopulacije ženka se hrani 6-13 dana nakon čega pada na tlo. Zatim slijedi inkubacija te ženka polaže nekoliko tisuća jajašaca. Životni ciklus Šumskog krpelja može trajati od jedne do 6 godina, ali obično traje dvije do tri godine. Ženke ove vrste veće su od mužjaka, njihova dužina je između 3,5 i 4 mm, a širina oko 3 mm (Slika 2.15, Slika 2.16). Nakon uzimanja krvnog obroka dužina tijela ženki poveća se na 10 – 11 mm, a širina na 6 – 7 mm (Mulić i dr. 2011).

Rod *Ixodes* ima tamno smeđe do crne noge i tijelo, bez cakline i očiju. Jedinstveno obilježje ovog roda je analni žlijeb koji se proteže prednjom (anteriornom) stranom anusa, u odnosu na metastriate krpelja gdje se proteže stražnjom (posteriornom) stranom anusa. Ova karakteristika je najočitija kod ženke krpelja roda *Ixodes*, jer kod mužjaka analni žlijeb prolazi između velikih ravnih trbušnih (ventralnih) pločica (Estrada-Peña i dr. 2004).

U Europi ovaj krpelj je zaslužan za održavanje i prijenos nekoliko vrsta patogena, kao što su spiroheta *Borrelia burgdorferi sensu lato*, zatim piroplazma *Babesia bigemina*, bakteria *Anaplasma phagocitophylum*, te virusne bolesti (louping bolest, TBE komplex). U sjevernoj Africi ovaj krpelj je uglavnom vektor bakterije *Borrelia lusitaniae* i *Borrelia garinii*, dok je u Tunisu vektor *Babesie divergens* uzrokujući goveđu babeziozu (Estrada-Peña i dr. 2004). Najčešće bolesti koje ovaj krpelj prenosi kod ljudi su: mediteranska groznica, Q-groznica, tularemija, lyme borelioza i krpeljni meningoencefalitis (Baker 1999).



Slika 2.15. *I. ricinus* ženka (Boljfetić, 2017)



Slika 2.16. *I .ricinus* mužjak (Boljfetić, 2017)

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

3.1. OPIS TESTIRANE POVRŠINE

U središtu Zagreba, na lijevoj obali rijeke Save, smjestio se veliki športsko rekreacijski centar Jarun koji se prostire na 240 hektara od čega 30% otpada na vodene površine (Slika 3.1). 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.

Prostor RŠC Jarun stanište je brojnih biljnih i životinjskih zajednica, pri čemu je osobito karakteristično područje oko Otoka divljine, gdje još prevladava močvarna vegetacija poput one uz rijeku Savu. Na području Jaruna prevladava autohtona vegetacija vrba i topola kao predstavnika biljnih zajednica koje rastu uz vodu. Oko Otoka divljine rastu zajednice biljaka močvarnih i vlažnih staništa: trska, šaš, vodena metvica i rogoz, a u vodi prevladava žuti lokvanj (Nuphar lutea), krocanj i mrijesnjak.

Tijekom opsežnih istraživanja ekosustava Jarun, počevši od 1980-tih godina, na ovom je prostoru zabilježeno 29 vrsta riba, 130 vrsta ptica te više vrsta vodozemaca, gmazova i malih sisavca. Od riba, najbrojnija je skupina šaranki, ali postoje i druge vrste poput balavca, sunčanice, linjaka,soma. Jezero se poribljuje dva puta godišnje vrstama koje održavaju ravnotežu unutar jezerskog ekosustava. To čine tako da se hrane vodenim biljem, planktonom i manjom ribom.

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. Hrani se gotovo isključivo biljkama te je potpuno pogrešno uvjerenje da mu se smije davati kruh ili bilo koja hrana namijenjena ljudima. Područje Jaruna obuhvaća 6 vrsta koje se nalaze na Crvenom popisu (O*phrys apifera, Alopecurus geniculatus, Carex panicea, Cyperus fuscus, Orchis militaris* i *Orchis tridentata*), dok je invazivnih vrsta zabilježeno ukupno 25. Naposljetku možemo zaključiti da je floristička raznolikost Jaruna relativno velika, iako se područje nalazi pod jakim utjecajem čovjeka.



Slika 3.1. Rekreacijsko športski centar Jarun (web 13)

3.1.1.TRANSEKT 1

Nalazi se istočno od velikog jezera, na samom rubu RŠC Jarun. Prevladavaju šumski uvjeti s manjim intenzitetom svjetla (gušći sklop) (Slika 3.2).



Slika 3.2. Transekt 1 „Šuma„ (Boljfetić 2017)

3.1.2. TRANSEKT 2

Nalazi se na košenoj livadi pokraj konjušnice. Prevladava travnata vegetacija bez stabala (Slika 3.2).



Slika 3.3. Transekt 2 „ Livada“ (Boljfetić 2017)

3.1.3.TRANSEKT 3

Ovaj transekt se nalazi preko puta transekta 2 te obuhvaća sam rub šume i paralelno prati biciklističku stazu. Prevladava travnata vegetacija uz ponešto grmlja koje se razvija u proljetnim mjesecima (Slika 3.3).



Slika 3.4.Transekt 3 „ Rub šume „ (Boljfetić 2017)

3.1.4.TRANSEKT 4

Ovaj transekt smješten je pored šljunčane plaže na Velikom jezeru. Prevladava travnata vegetacija sa uređenom živicom šimšira (Slika 3.5).



Slika 3.5. Transekt „Plaža“ (Boljfetić 2017)

3.1.5. TRANSEKT 5

Ovaj transekt smjestio se preko puta samog nasipa na južnoj strani RŠC Jarun, u blizini parka i dječjeg igrališta. Prevladava travnata vegetacija sa stablima hrasta lužnjaka u relativno rijetkome sklopu (Slika 3.6).



Slika 3.6. Transekt „Park“ (Boljfetić 2017)

4. MATERIJALI I METODE

4.1. TERENSKI RAD

Uzorkovanje krpelja vršeno je jedan puta mjesečno (u prijepodnevnim satima), na 5 različitih lokacija na Jarunu, u periodu od ožujka do rujna 2017. 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 30 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 °C.



Slika 4.1. Metoda krpeljne zatege (Boljfetić 2017)

4.2. LABORATORIJSKI RAD

4.2.1 MORFOMETRIJSKA ANALIZA I DETERMINACIJA KRPELJA

Determinacija krpelja na razinu vrste vršena je u entomološkom laboratoriju Zavoda za zaštitu šuma i lovno gospodarenje 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 objektnim mikrometrom zajedno s programskim paketom Quick Photo, Modell:

Camera 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 jedinke su pohranjene u zamrzivač (na – 80°C) za daljnja istraživanja.



Slika 4.2. Svjetlosni mikroskop Olympus Leica Wild m28 kojim je vršena laboratorijska analiza uzorkovanih krpelja (Vucelja 2013)

4.2.2. ODLAGANJE UZORAKA KRPELJA POSLIJE UZORKOVANJA I DETERMINACIJE

Nakon obavljene laboratorijske analize i determinacije vrste te njenog razvojnog stadija, uzorci krpelja su pohranjene u zamrzivač (– 80°C) za daljnja istraživanja, odnosno testiranja na prokuženost istih različitim patogenim uzročnicima zoonoza.

4.2.3 OBRADA PODATAKA

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

5. REZULTATI

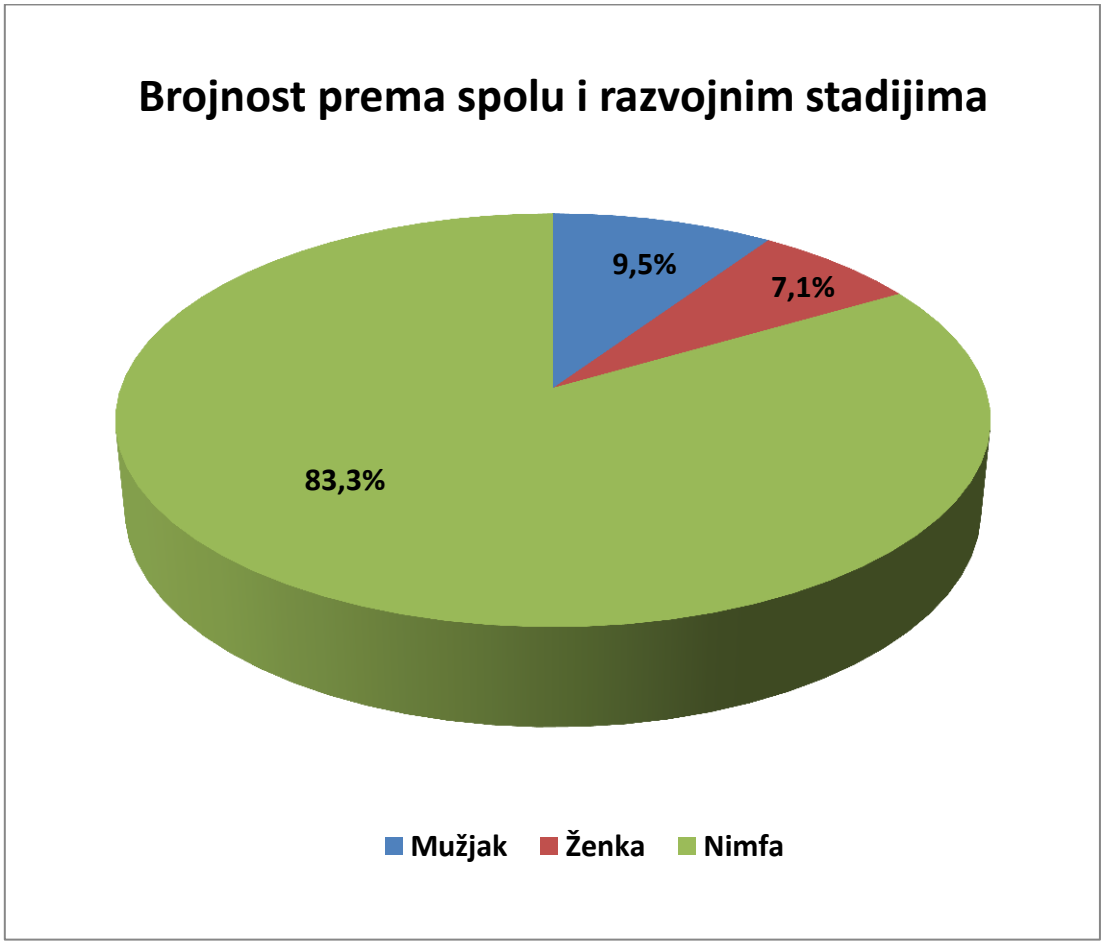
5.1. DETERMINIRANE VRSTE KRPELJA

U razdoblju od ožujka do rujna 2017.godine provedeno je uzorkovanje tvrdih krpelja (*Ixodidae*) na pet različitih transekata smještenih u Rekreacijsko športskom centru Jarun. Prikupljeno je ukupno 84 jedinki tvrdih krpelja, i to samo vrste *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj).

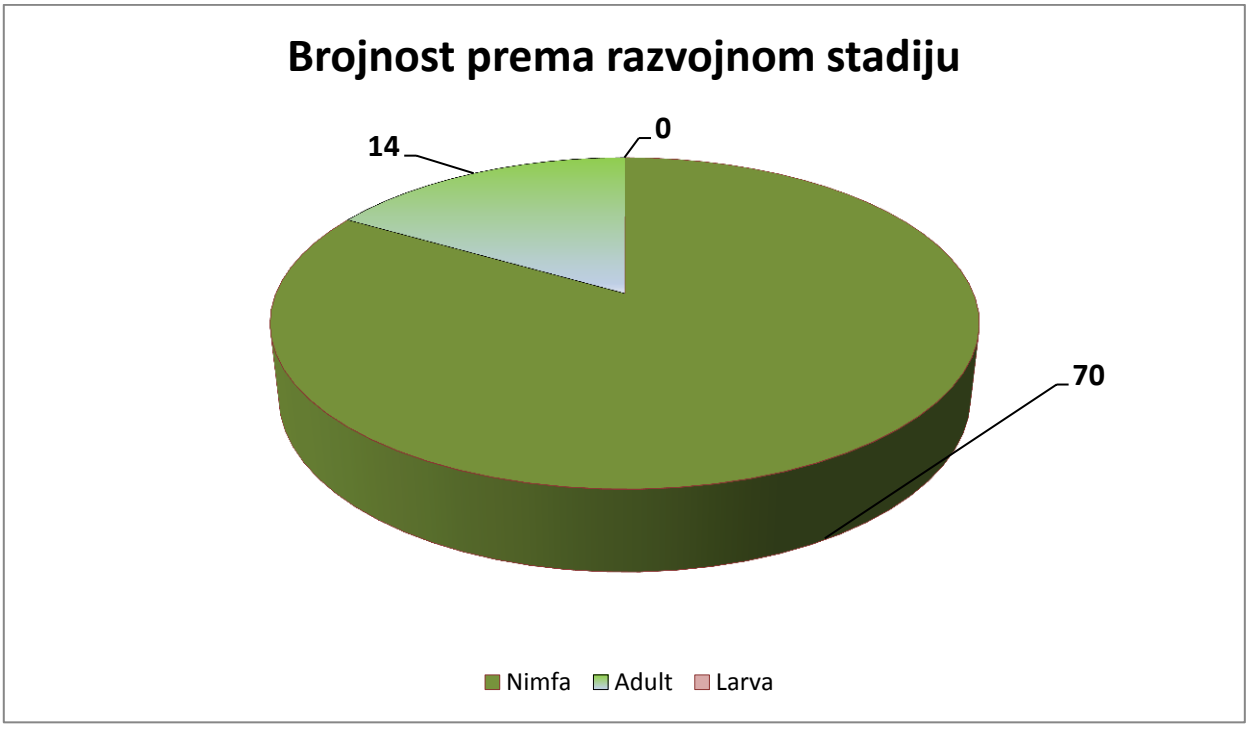
5.2. ANALIZA SPOLOVA I RAZVOJNIH STADIJA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

Analizom spolova i razvojnih stadija determiniranih krpelja na području Rekreacijsko športskog centra Jarun utvrđeno je kako su u najvećoj mjeri uzorkovane jedinke bile u razvojnom stadiju nimfe (83,3%), dok su među adultnim jedinkama (16,7%) dominirale one muškog spola. Od ukupno 84 uhvaćene jedinke svega 8 (9,5 %) su bili mužjaci, 6 (7,1 %) ženke, dok su preostalih 70 (83,3 %) jedinki bile nimfe. Omjer razvojnih stadija i utvrđenih spolova u postotcima prikazan je na slici (Slika 5.1).

Od ukupnog broja uhvaćenih krpelja, 70 jedinki su nimfe. Preostalih 14 jedinki su odrasli krpelji, adulti. Nije zabilježen niti jedan pronalazak larvalnog stadija. Rezultati brojnosti prema razvojnim stadijima prikazana je na slici ispod (Slika 5.2)



Slika 5.1. Analiza spolova i razvojnih stadija uhvaćenih jedinki

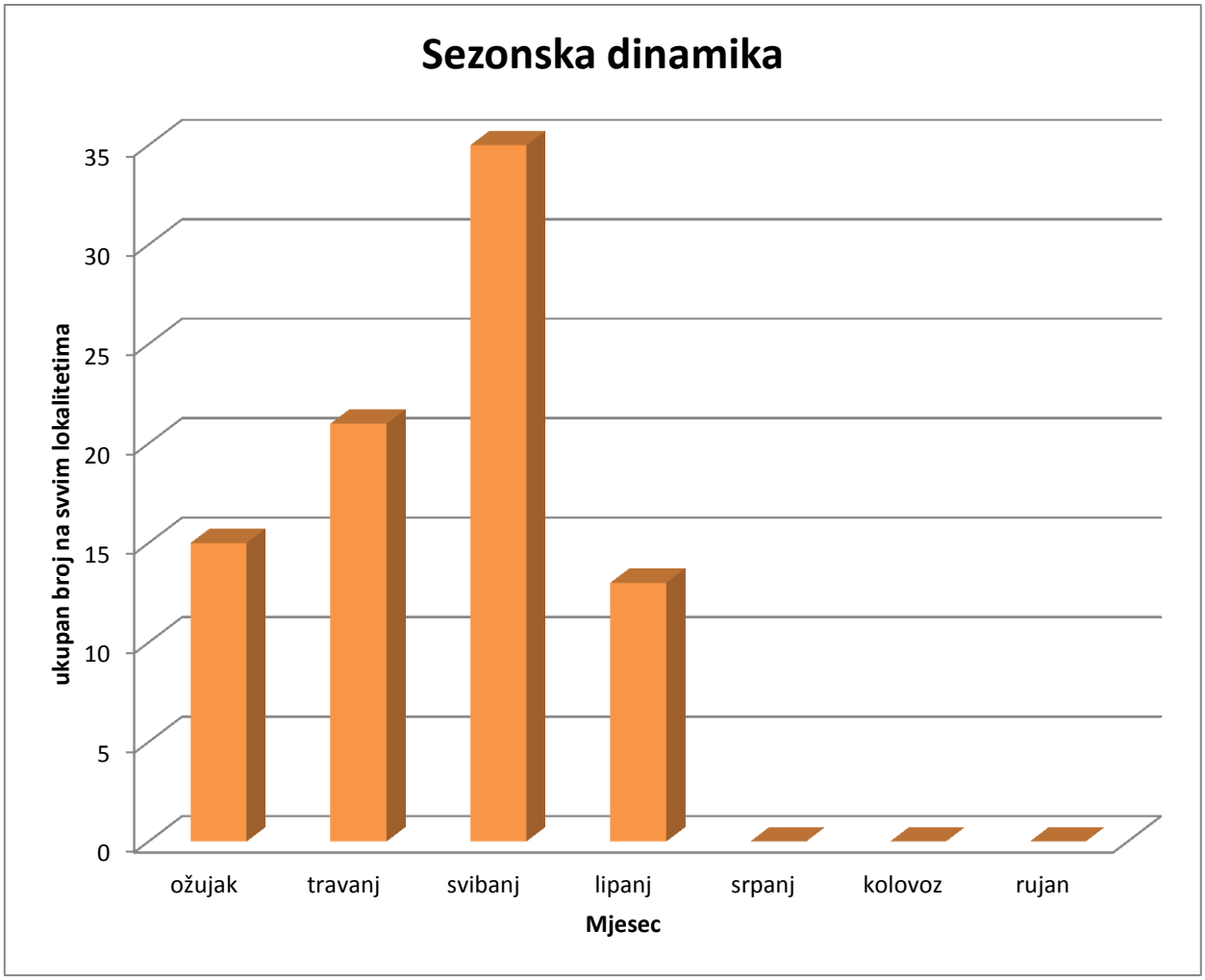


Slika 5.2. Brojnost prema razvojnom stadiju

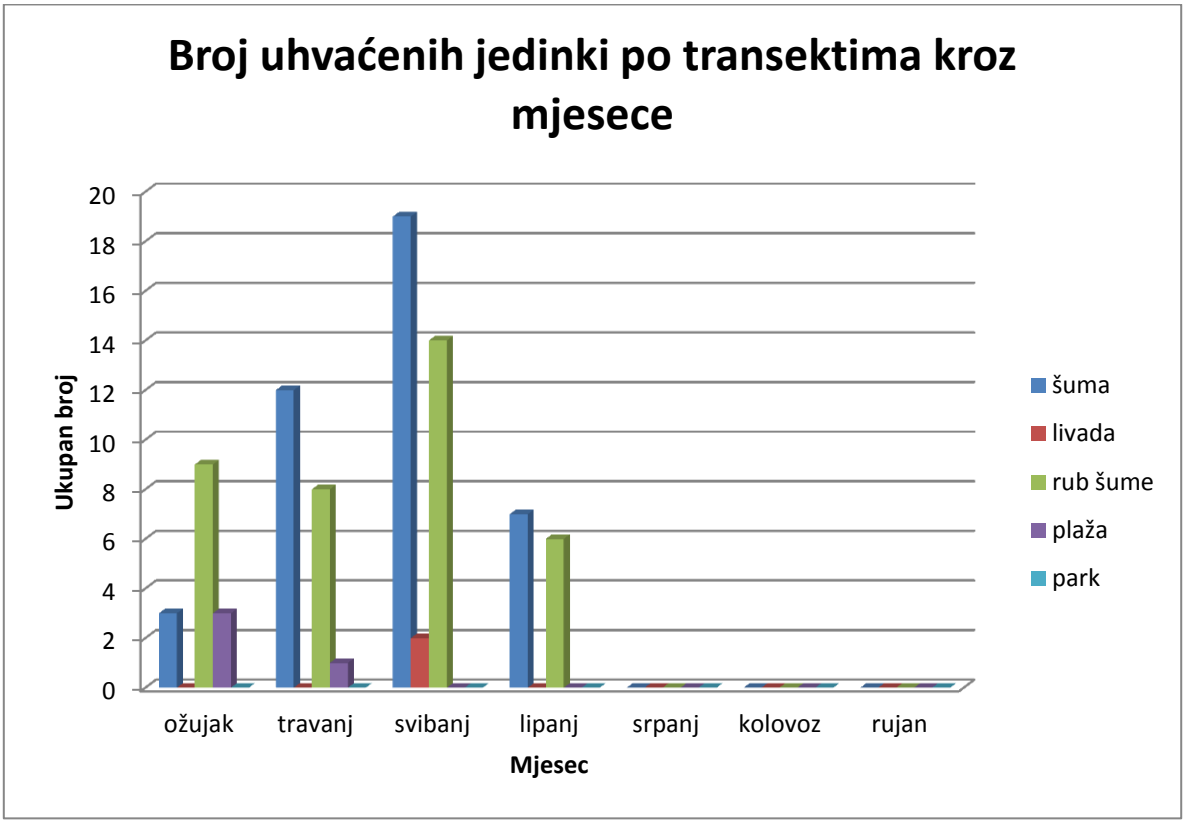
5.3. SEZONSKA DINAMIKA UZORKOVANIH VRSTA TVRDIH KRPELJA

Brojnost krpelja *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj) na području Rekreacijsko športskog centra Jarun imala je uspon tijekom prva tri mjeseca uzorkovanja. U mjesecu ožujku uhvaćena je 15 jedinka, u travnju 21 jedinka, a mjesecu svibnju uhvaćen je najveći broja jedinki, 35. Nakon mjeseca svibnja, brojnost jedinki je u stalnom opadanju. Za razliku od svibnja, u mjesecu lipnju brojnost jedinki značajno je smanjena, uhvaćeno je 13 jedinki, a tri mjeseca poslije (u srpnju, kolovozu i rujnu) nije uhvaćena niti jedna jedinka (Slika 5.3, Slika 5.4).Najveći broj jedinki pronađeno je na području šume i ruba šume, dok je najmanje, odnosno ni ti jedna jedinka nije pronađena na području parku.

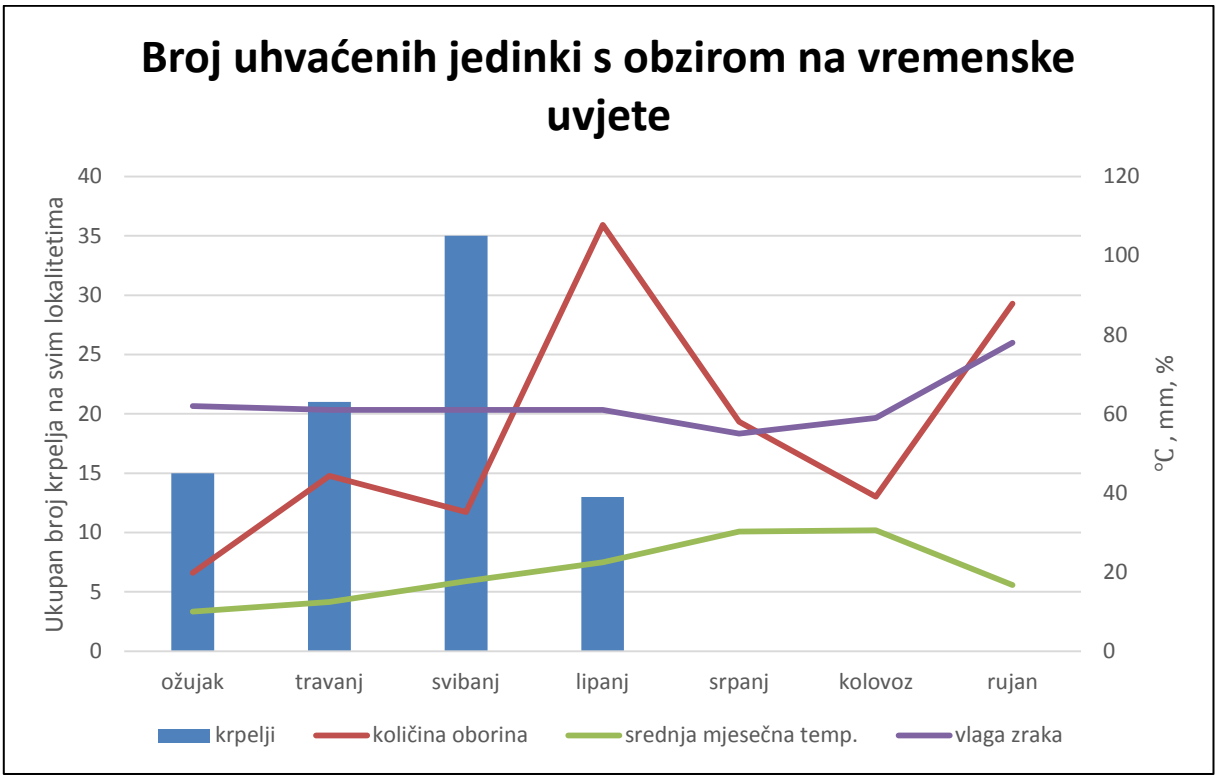
S obzirom na dobivene podatke iz DHMZ-a, možemo reći da je najveći broj uhvaćenih jedinki bio u mjesecima (travanj i svibanj) kada se srednja temperatura zraka kretala između 12,4 i 17,7 ℃ i pri vlažnosti od 61 % (Slika 5.5).



Slika 5.3. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta tvrdih krpelja na području RŠC Jarun u 2017. godini na pet odabranih lokacija



Slika 5.4. Brojnost uhvaćenih jedinki po transektima kroz mjesece uzorkovanja



Slika 5.5. Brojnost uhvaćenih jedinki s obzirom na srednje mjesečne vrijednosti više klimatskih pokazatelja

6. 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 (*Acari*: *Ixodidae*) počinju u drugoj polovici 20 stoljeća (Krčmar i dr. 2014-1). Broj utvrđenih vrsta krpelja u Hrvatskoj znatno je porastao tijekom 1950-ih, 60-ih, 70-ih i 80-ih godina prošlog stoljeća (Krčmar 2012). Tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća istraživala se fauna te ekološke značajke tvrdih krpelja (Ixodidae) na području Jadrana, dok je unutrašnjost Hrvatske nedovoljno istražena. Na području sjeverne Hrvatske zabilježene su slijedeće vrste krpelja: *Ixodes ricinus, Ixodes hexagonus, Dermacentor marginatus*, *Dermacentor pictus*, *Haemaphysalis punctata, Haemaphysalis concinna* i *Hyalomma marginatum* (Mikačić 1968, Tovornik 1976). Vrtsa *Ixodes ricinus* je uobičajena u sjeverozapadnoj Europi i kroz veći dio zapadnog Paleartika, te se rasprostire 65 do 39 stupnja sjeverne zemljopisne širine od Irske do Portugala istočno od rijeke Volga u Rusiji i južno do Sjeverne Afrike (Hillyard 1996, Jaenson i Jensen 2007) , što je vidljivo i na području RŠC Jarun gdje je u ukupnom broju uzorkovanih krpelja činila 100 % svih uzorkovanih jedinki.

Entomološko istraživanje krpelja na području grada Zagreba provedeno je 2008.godine u suradnji Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ) i Hrvatskog veterinarskog instituta (HVI) na pet različitih lokacija, od kojih je samo na tri lokaliteta utvrđena prisutnost krpelja, a jedno od njih je i područje Jaruna. To uzorkovanje provodilo se od travnja do listopada 2008. godine gdje su na Jarunu bile identificirane dvije vrste krpelja: *Ixodes ricinus* i *Dermacentor reticulatus*. U razdoblju od ožujka do rujna 2017. godine obavljeno je uzorkovanje tvrdih krpelja na području Rekreacijsko športskog centra Jarun u kojem je prikupljeno 84 jedinki vrste *Ixodes ricinus*. Prema Hillyardu (1996) učestala pojava vrste *Ixodes ricinus* predstavlja generalan trend diljem Europe. U usporedbi sa 2008. godinom na području Jaruna dominirala je vrsta *Dermacentor reticulatus* gdje je na jednoj livadi, obraslom visokom travom i gustim grmljem prikupljeno 304 jedinki i to samo odrasli stadiji, od čega je 176 (58 %) ženki. Tako velika brojnost vrste *Dermacentor reticulatus* utvrđena je također i na području šumarije Lipovljani gdje je prikupljeno ukupno 395 jedinki krpelja, od čega 381 (96,5%) jedinka vrste *Dermacentor reticulatus* i 14 (3,5%) jedinki vrste *Ixodes ricinus*. Udio ženki vrste Dermacentor reticulatus (59,6%) uzorkovan na području šumarije Lipovljani podudaran je sa rezultatima uzorkovanja Barišin i suradnika (2011) na području Zagreba (58%). Na području šumarije Lipovljani najveći broj jedinki vrste *Dermacentor reticulatus* prikupljen je u travnju, a vrste Ixodes ricinus u svibnju i lipnju, što odgovara rezultatima uzorkovanja provedenog u Zagrebu i na području Rekreacijsko športskog centra Jarun te navodima Milasa i dr. (2002) o povećanju rizika od infekcije tijekom toplijih mjeseci.

U istraživanju provedeno 2008. godine prikupljeno je sveukupno (715 krpelja) na sve tri lokacije u Gradu Zagrebu, a najveći udio zastupljenosti imao je Jarun (43 %), zatim Maksimir (33 %) i Šestine (24%). Analizom spolova uzorkovanih krpelja na području Rekreacijsko športskog centra Jarun (2017) utvrđeno je 7,1 % jedinki ženskog spola, 9,5 % jedinki muškog spola, dok je najveći bio udio nimfi i to 83,3 %.

Na području Rekreacijsko športskog centra Jarun najveći broj jedinki pronađen je u šumi što nije iznenađujuće, 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.Također veći broj jedinki pronađen je i uz rub šume gdje prevladavju slični stanišni uvjeti kao i u šumi. Najmanje, odnosno ni ti jedna jedinka nije pronađena u parku; u blizini dječjeg igrališta, koji je redovito održavan košnjom trave, pa možemo doći do pretpostavke da je brojnost krpelja reducirana zbog učestale ljudske djelatnosti na tom području. S obzirom da ni ti jedan krpelj nije uzrokovan u mjesecu srpnju, kolovozu i rujnu, taj nedostatak možemo objasniti sa povišenim srednjim dnevnim temeraturama koje su se kretale između 30,2 – 30,6 ℃ .U razdoblju između 2008. i 2017. godine na području Jaruna došlo je do značajne promjene, te sada prevladava obični ili šumski krpelj – *Ixodes ricinus, dok je vrsta Dermacentor reticulatus* očigledno znatno manje zastupljena, dok nam razlog tome sa sigurnošću nije poznat.

U radovima na području Hrvatske i susjednih zemalja se govori uglavnom o najvećoj brojnosti vrste *Ixodes ricinus* (Jaenson i Jensen 2007), čija je brojnost također utvrđena na području Jaruna. S obzirom da je uzorkovana vrsta krpelja *Ixodes ricinus* (obični ili šumski krpelj) na području Rekreacijsko športskog centra Jarun potencijalni prijenosnik brojnih zoonoza kako kod ljudi tako i kod životinja, bilo bi poželjno u skoroj budućnosti razmišljati o sustavnom praćenju (monitoringu) brojnosti/udjela vrsta i razvojnih stadija krpelja u parkovima Grada Zagreba.

7. ZAKLJUČAK

1. Tijekom uzorkovanja krpelja (ožujak-rujan 2017.g) na području RŠC Jarun utvrđena je jedna vrsta tvrdih krpelja-IR.
2. U navedenom razdoblju uzorkovano je ukupno 84 jedinke, pri čemu 70 (83,3 % nimfi) i 14 adulta (16,7%).3. Među determiniranim adultima vrste IR svega 8 jedinki (9,5 %) su bili mužjaci, a 6 (7,1%) su bile ženke.
4. Utvrđena je sezonska dinamika populacije krpelja prema kojoj su krpelji najviše prisutni u razdoblju travnja i svibnja.
5. Najveći broj prikupljenih krpelja uzorkovan je na mikrolokalitetu 1. transekta – šuma; odnosno na lokalitetu najsličnijem šumskim sastojinskim prilikama.
6. S obzirom na prisustvo krpelja, možemo zaključiti kako boravak na području Jaruna realno iziskuje oprez te je potrebno posvjestiti građane o mogućnostima zaraze koje ove životinje mogu prenijeti.

8. LITERATURA

1. Barišin, A., Nemeth Blažić, T., Jeličić, P., Gjenero Margan, I., Capak, K.,Petrovicć, 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., Lasić, M., Baršić, B., Schönwald, S., 2006: Ifektologija. Profil International, Zagreb, pp.792.
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 Bakteriol 1999;289:540–7.
5. Borčić B, Raos B, Kranzelić D, Abu Eldan J, Filipović V. Uloga divljih životinja u odžavanju prirodnih žarišta krpeljnog meningoencefalitisa u sjevernoj Hrvatskoj. Acta Med Iugoslav 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 podržavanju prirodnog žarišta tularemije u srednjoj Posavini. Veterinarski arhiv 48: 277– 283.
9. Burgdorfer, W., 1995: Lyme disease (borreliosis): a global perspective. AlpeAdria Microbiology jurnal, 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 satelite data. Experimental Applied Acarology, 22: 417-433.
11. Duh, D., Petrovec, M., Avšić-Županc, T., 2001: Diversity of Babesia Infecting European Sheep Ticks (I. ricinus).-Journal of Clinical Microbiology, 39 (9): 3395-3397.
12. 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. University of Zaragoza, Printed by Atalanta, Houten, The Netherlands, 2004.
13. Földvári, G., Farkas, R., (2005): Ixodid tick species attaching to dogs in Hungary. Veterinary Parasitology, Volume 129, Issues 1-2: 125-131.
14. Goodman, J.L. i sur., 2005: Geographical distribution of the primary vectors of Lyme disease spirochaetes *Ixodes pacificus*, *I. scapularis*, *I. ricinus* and *I. persulcatus*.

15. Goodman, L.J., Dennis, T.D., Sonenshine, E.D., 2005: Tick.borne diseases of humans. ASM Press, Washington, pp. 401.
16. Harpin, M. (1999). Krpelji I neke antropozoonoze. Šumarski list br. 7-8 str. 323-328
17. Hill, A.C., MacDonald F.J., 2006: The bioligy and medical importance of ticks in Indiana. Purdue extension E-243-W.
18. 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.
19. HZJZ, 2013: Hrvatski zdrastveno-statistički ljetopis za 2012. godinu, Poljičanin, T., Benjak, T., (ur.), Zagreb, 2013: 188.
20. Jaenson, T.G.T., Jensen, J.K., 2007: Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe islands. Norwegian Journal of Entomology 54: 11–15.
21. Juršić, A., Petrović, A., Rajković, D., Beuković, M., 2012: Monitoring of ticks species (Acari: Ixodidae) in Vojvodina hunting resorts. International symposium on hunting, »Modern aspects of sustainable managment of game population«. Zemun-Belgrade, Serbia. 122-125.
22. Krčmar, S., 2012: Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. ZooKeys 234: 19–57.
23. Krčmar, S., Vereš, M., Trilar, T., 2014: Fauna of hard ticks (Acari: Ixodidae) in different habitats in Croatian part of Baranja. Šumarski list, 5-6 (2014): 390-314.
24. Lane, P.R., Crosskey, R.W., 1993: Medical insects and Arachnids. Chapman and Hall, London, pp.723.
25. Lešničar, L., Strle, F., 1992: Klopni meningoencefalitis, Lymska borelioza. Celje: 72 str.
26. Lindgren, E., Tällekint, L., Polfeldt, T., 2000: Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. Environmental and Health Perspectives 108: 119–123.
27. Logar, L., 1999: Parazitologija v medicini. 1. izd. Ljubljana, DZS: 217-217.
28. Logar,.J., 1999: Klopi in pršice (*Acarina*): Parazitologija v medicini. Logar J. (ur.). Ljubljana, DZS: 157-159.
29. Margaletić, J., 2003: Štete i zaštita od glodavaca. Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj: 574 str.
30. Margaletić, J., 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. Rad. - Šumarski institut Jastrebar. 41 (1-2): 133-140.
31. Milas, Z., Turk, N., Starešina, V., Margaletić, J., Slavica, A., Živković, D., Modrić, Z. 2002. The role of myomorphus mammals as reservoirs of leptospira in the pedunculate oak forests of Croatia. Veterinarski arhiv 72(3). 119–129.

32. Milutinović, M., Radulović, Ž., 2002: Ecological notes on ticks (Acari: Ixodidae) in Serbia (central regions). Acta Veterinaria Beograd 52: 49–58.
33. Mulić, R., petković, B., Klišmanić, Z., Jerončić, I. (2011): Bolesti koje se prenose krpeljima na području Hrvatske. Lječnički Vjesnik; 113: 89- 95.
34. Nava S, Gugliemone AA, Mangold AJ. An overview of systematic and evolution of ticks. Front Biosci 2009:14:2857–77.
35. Parola., P., Raoult., D., 2001: Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat.-Clinical Infestious Diseases, 32: 897-928.
36. Petrovec, M., Sumner, J.W., Nicholson, W.L., Childs, J.E., Avšič-Županc, T., 2002: Infection with *Anaplasma phagocytophila* in cervids in Slovenia: Evidence of two genotypic lineages. Wiener klinishe Wochenschrift, 114 (13-14): 641-647.
37. Richter B. Medicinska parazitologija. Zagreb: A.B.D. Merkur; 2002, str. 145 51.
38. Richter D., Matuschka F.R., Spielman A., Mahadevan L. (2013). How ticks get under your skin: insertion mechanics of the feeding apparatus of Ixodes ricinus ticks. Proceedings of the Royal Society B. 280:1758.
39. Romanović M, Mulić R, Ropac D. Doprinos poznavanju medicinski Važnih člankonožaca na otocima i priobalju Republike Hrvatske. Entomol Croat 1999;4(1–2):71–80.
40. Rudolph D., Knulle W. (1979). Mechanisms contributing to water balance in non-feeding ticks and their ecological implications, in Rodriguez JG (ed): Recent Advances in Acarology. New York, Academic Press, 1979,pp 375-383.
41. Sonenshine, D.E., 1991: Biology of tick. Vol 1. New York: Oxford University Press: 346 str.
42. Sonenshine, D.E., 1993: Biology of ticks, Vol 2. New York: Oxford University Press: 488.str
43. Spielman, A., Hodgson, J.C., 2000: The natural history of ticks: A human health perspective. V: Tickbourne infectious diseases: diagnosis and managment. Cunha B.A. (ed). New York, Marcel Dekker: 1-13.
44. Stafford, C.K., 2007: Tick Managment Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, pp. 78.
45. Stanek, G., 2003: Reflections on the Clinical and Epidemiological Studies Presented at the IX international Conference on Lyme Borreliosis and Other Tick-Borne Diseases and Future Directions.-Vector-borne and zoonotic diseases, 3 (4): 229-247.
46. Teni, M., 2012: Faunističko-ekološka istraživanja krpelja (Acari: Ixodidae) na području Mikleuša. Diplomski rad, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku: 44 str.
47. Tovornik, D., 1976: Seasonal and diurnal periodicity of the tick *Ixodes ricinus* L. in the Pannonian tick – borne encephalitis focus (Stara Ves). U: Vesenjak-Hirjan, J. i sur. (ur.) Tick-borne encephalitis in Croatia (Yugoslavia). Rad JAZU 372, Zagreb, 99–103.

48. Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)-Integrirani pristup i zoonotički aspekt. Doktorski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 258 str.
49. Zore, A., 2002: Vloga malih sesalcev in ptic pri kroženju borelij v naravi.-Doktorska disertacija., Universa v Libljani, Medicinska fakulteta: 107 str.

50. Web 1: https://www.researchgate.net/figure/12360293_fig1_Figure-1-Ixodes-ricinus-larval-and-female-stages-on-the-left-and-nymphal-and-male
51. Web 2: https://fineartamerica.com/featured/dermacentor-reticulatus-tick-christoph-von horst.html
52. Web 3: http://www.bristoluniversitytickid.uk/glossary/
53. Web 4: https://extension.entm.purdue.edu/publications/E-243.pdf
54. Web 5: http://www.tickencounter.org/tick_identification/deer_tick
55. Web 6: http://cedarviewvet.ca/2015/04/02/its-that-time-of-year-again/
56. Web 7: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/vector-borne-diseases-2/assessment
57. Web 8: http://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/9687/Bolesti-koje-prenose-%20krpelji.html#12660
58. Web 9: http://www.putzdravlja.com/borelioza-uzroci-simptomi-i-lijecenje/
59. Web 10: https://www.markovic.hr/trebaznati/leptospiroza/
60. Web 11: https://twitter.com/pestieostop/status/751684000704401409
61. Web 12: https://www.cdc.gov/ticks/removing_a_tick.html
62. Web 13: http://www.sportskiobjekti.hr/default.aspx?id=117

9. PRILOZI

Prilog : Evidencija uzorkovanja krpelja Zagreb ; Jarun 2017

DATUM	LOKALITET	METODA	IR ♂	IR ♀	IR N	IR L	TOTAL
29.03.2017.	PARK JARUN | 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK	Flagging	1	1	1	0	3
29.03.2017.	PARK JARUN | 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL	Flagging	0	0	0	0	0
29.03.2017.	PARK JARUN | 3. RUB ŠUME	Flagging	2	2	5	0	9
29.03.2017.	PARK JARUN | 4. PLAŽA	flagging	0	0	3	0	3
29.03.2017.	PARK JARUN | 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG	flagging	0	0	0	0	0
13.04.2017.	PARK JARUN | 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK	flagging	1	2	9	0	12
13.04.2017.	PARK JARUN | 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL	flagging	0	0	0	0	0
13.04.2017.	PARK JARUN | 3. RUB ŠUME	flagging	1	0	7	0	8
13.04.2017.	PARK JARUN | 4. PLAŽA	flagging	0	0	1	0	1
13.04.2017.	PARK JARUN | 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG	flagging	0	0	0	0	0
11.05.2017.	PARK JARUN | 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK	flagging	2	1	16	0	19
11.05.2017.	PARK JARUN | 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL	flagging	1	0	1	0	2
11.05.2017.	PARK JARUN | 3. RUB ŠUME	flagging	0	0	14	0	14
11.05.2017.	PARK JARUN | 4. PLAŽA	flagging	0	0	0	0	0
11.05.2017.	PARK JARUN | 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG	flagging	0	0	0	0	0
13.06.2017.	PARK JARUN | 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK	flagging	0	0	7	0	7
13.06.2017.	PARK JARUN | 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL	flagging	0	0	0	0	0
13.06.2017.	PARK JARUN | 3. RUB ŠUME	flagging	0	0	6	0	6
13.06.2017.	PARK JARUN | 4. PLAŽA	flagging	0	0	0	0	0
13.06.2017.	PARK JARUN | 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG	flagging	0	0	0	0	0
20.07.2017.	PARK JARUN | 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK	flagging	0	0	0	0	0
20.07.2017.	PARK JARUN | 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL	flagging	0	0	0	0	0
20.07.2017.	PARK JARUN | 3. RUB ŠUME	flagging	0	0	0	0	0
20.07.2017.	PARK JARUN | 4. PLAŽA	flagging	0	0	0	0	0
20.07.2017.	PARK JARUN | 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG	flagging	0	0	0	0	0
23.08.2017.	PARK JARUN | 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK	flagging	0	0	0	0	0
23.08.2017.	PARK JARUN | 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL	flagging	0	0	0	0	0
23.08.2017.	PARK JARUN | 3. RUB ŠUME	flagging	0	0	0	0	0
23.08.2017.	PARK JARUN | 4. PLAŽA	flagging	0	0	0	0	0
23.08.2017.	PARK JARUN | 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG	flagging	0	0	0	0	0
13.09.2017.	PARK JARUN | 1. SANJKALIŠTE-ŠUMARAK	flagging	0	0	0	0	0
13.09.2017.	PARK JARUN | 2. LIVADA UZ KAJAKAŠKI KANAL	flagging	0	0	0	0	0
13.09.2017.	PARK JARUN | 3. RUB ŠUME	flagging	0	0	0	0	0
13.09.2017.	PARK JARUN | 4. PLAŽA	flagging	0	0	0	0	0
13.09.2017.	PARK JARUN | 5. PARK-VELIKO JEZERO-JUG	flagging	0	0	0	0	0