

# FAUNISTIČKO - EKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA KRPELJA (ACARI: IXODIDAE) NA PODRUČJU MIKLEUŠA

---

Teni, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2012

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:967931>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



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

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ODJEL ZA BIOLOGIJU

Diplomski znanstveni studij biologije

Marko Teni

FAUNISTIČKA, EKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA KRPELJA (ACARI:  
IXODIDAE) NA PODRUČJU MIKLEUŠA

Diplomski rad

Osijek, 2012.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ODJEL ZA BIOLOGIJU

Diplomski znanstveni studij biologije

Marko Teni

FAUNISTIČKO - EKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA KRPELJA (ACARI:  
IXODIDAE) NA PODRUČJU MIKLEUŠA

Diplomski rad

Osijek, 2012.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Odjel za biologiju

Diplomski znanstveni studij biologije

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

**FAUNISTIČKO - EKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA KRPELJA (ACARI: IXODIDAE) NA  
PODRUČJU MIKLEUŠA**

**Marko Teni**

**Rad je izrađen:** 2011/2012 na odjelu za zoologiju.

**Mentor:** Prof.dr.sc. Stjepan Krčmar.

**Kratak sadržaj diplomskog rada:**

U razdoblju od travnja do rujna 2011. godine obavljena su istraživanja faunističko-ekoloških značajki krpelja (Acari:Ixodidae) na tri različita lokaliteta na području općine Mikleuš. Sakupljeno je 739 jedinki krpelja koje su svrstane u porodice Amblyommidae i Ixodidae, te u rodove *Dermacentor*, *Haemaphysalis* i *Ixodes*. Utvrđene vrste krpelja su: *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna* i *Dermacentor reticulatus*. Najbrojnija vrsta u Mikleušu je *Ixodes ricinus* sa 700 uzorkovanih jedinki. Najviše krpelja uzorkovano je metodom krpeljne zatege 95.66 %. Na lokalitetu u šumi I uzorkovano je 52.87 % svih uzorkovanih krpelja a na lokalitetu šuma II i livadi uzorkovano je 45.20 i 1.93%. Utvrđena je signifikantna razlika u broju krpelja istraživanih lokaliteta na području općine Mikleuš. Najviše uzorkovanih jedinki nalazi se u razvojnom stadiju ličinki.

**Broj stranica:** 44

**Broj slika:** 32

**Broj tablica:** 7

**Broj literaturnih navoda:** 38

**Broj priloga:** 1

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** Krpelji, *Ixodes ricinus*, Mikleuš, krpeljna zatega

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Prof.dr.sc. Enrih Merdić
2. Prof.dr.sc. Stjepan Krčmar
3. Doc.dr.sc. Ljiljana Krstin

**Rad je pohranjen u:**

u knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**University Josip Juraj Strossmayer in Osijek**

**MS thesis**

**Department of Biology**

**Graduate Study of Biology**

**Scientific Area: Natural science**

**Scientific Field: Biology**

### **FAUNISTIC - ECOLOGICAL STUDY OF TICKS (ACARI: IXODIDAE) IN THE MIKLEUŠ AREA**

**Marko Teni**

**Thesis performed:** 2011/2012 at department of zoology

**Supervisor:** Prof. Stjepan Krčmar, MD. PhD

#### **Short abstract:**

In the period from April to September 2011 the investigation of faunistic-ecological characteristics of ticks (Acari: Ixodidae) was conducted on three different sites in the Mikleuš area. 739 specimens of ticks, which are classified into families Amblyomidae and Ixodidae, and the genera Dermacentor, Haemaphysalis, and Ixodes were collected. Identified tick species are: *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna* and *Dermacentor reticulatus*. The most abundant species in the Mikleuš area is *Ixodes ricinus* with 700 samples. Most ticks are sampled by the method of tick drag 95.66%. In the forest area I 52.87% of the ticks were sampled and in the forest area II and meadow 45.20 and 1.93% were sampled. A significant difference in the number of ticks in the area of Mikleuš has been determined. The greatest number of sampled units is in the developmental stage of larvae.

**Number of pages:** 44

**Number of figures:** 32

**Number of tables:** 7

**Number of referencis:** 38

**Original in:** Croatian

**Key words:** Ticks, *Ixodes ricinus*, Mikleuš, tick drag

**Date of thesis defence:**

**Reviewers:**

1. Prof.dr.sc. Enrih Merdić
2. Prof.dr.sc. Stjepan Krčmar
3. Doc.dr.sc. Ljiljana Krstin

**Thesis deposited in:**

Library of Department of Biology, University of J..J. Strossmayer in Osijek.

*Želim se zahvaliti svom mentoru prof.dr.sc. Krčmar Stjepanu, što mi je omogućio izradu ovog diplomskog rada i bio podrška, kao i Šarec Tomislavu, Bistrović Silvestru, Pešić Marinu i Fijala Tihomiru koji su mi savjetima i pomoći pri uzorkovanju uvelike olakšali rad. Također se želim zahvaliti svojoj obitelji, koji su uvijek bili uz mene i bili mi iznimna podrška. Ovaj diplomski rad izrađen je u okviru projekta „Genetički biljezi i uloga atraktanata u regulaciji brojnosti hematofagnih diptera“ (MZOŠ RH 285-073/674-2200).*

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. Klasifikacija i rasprostranjenost podrazreda Acari (grinje).....	1
1.1.1. Opće značajke podreda Ixodida (krpelji) .....	2
1.2. Morfologija krpelja .....	2
1.2.1. Ponašanje i biološke značajke krpelja .....	4
1.2.2. Način hranjenja .....	7
1.3. Medicinska važnost krpelja .....	10
1.3.1. Krpelji kao vektori uzročnika bolesti .....	10
1.4. Osobna zaštita, biološka i kemijska kontrola krpelja .....	14
1.5. Cilj rada.....	16
<b>2. MATERIJALI I METODE</b> .....	<b>17</b>
2.1. Opis istraživanog područja .....	17
2.2. Terenski i laboratorijski rad .....	18
2.3. Statistička obrada podataka .....	20
<b>3. REZULTATI</b> .....	<b>22</b>
3.1. Sistematski pregled uzorkovanih krpelja.....	22
3.2. Kvantitativni pregled uzorkovanih krpelja.....	23
3.3. Sezonska dinamika uzorkovanih krpelja.....	23
3.4. Usporedba faune krpelja na različitim staništima.....	25
3.5. Usporedba učinkovitosti različitih metoda u uzorkovanju krpelja.....	26
3.6. Opis najzanimljivije vrste krpelja u fauni Hrvatske .....	28
3.7. Opis najčešće vrste krpelja na području Mikleuša .....	29
<b>4. RASPRAVA</b> .....	<b>30</b>
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>33</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>34</b>
<b>7. PRILOZI</b> .....	<b>37</b>

# 1. UVOD

Važnost tvrdih krpelja (Ixodidae) se očituje u njihovoj vektorskoj ulozi prenositelja raznih virusa, bakterija i protozoa koje utječu na zdravlje domaćih i divljih životinja, kao i na zdravlje ljudi (Jongejan i Uilenberg, 2004; Földvári i Farkas, 2005; Hornok i Farkas, 2009). Otprilike 10 % od sada poznatih 867 vrsta krpelja su vektori raznih patogena (Jongejan i Uilenberg, 2004). Sposobnost krpelja da pronalaze nove ekološke niše rezultirala je s time da se mnogim vrstama krpelja povećala geografska rasprostranjenost. Povećani broj krpelja također je bio povezivan s povećanom aktivnošću čovjeka u prirodnom okolišu i povećanim populacijama domaćina u okolišu (jeleni, mali sisavci, lisice), (Földvári i Farkas, 2005). Upravo sve veće različite aktivnosti čovjeka u prirodi omogućuju neposredan kontakt između čovjeka i krpelja, te i mogućnost prijenosa raznih bolesti s krpelja na čovjeka. Navedene saznanja navela su me na provedbu faunističko - ekoloških istraživanja krpelja (Ixodidae) na području Mikleuša, radi utvrđivanja vrsta krpelja koje žive na tom prostoru i radi utvrđivanja njihove sezonske dinamike. Podataka o fauni krpelja na području Republike Hrvatske ima vrlo malo, te sam ovim diplomskim radom nastojao pridonijeti boljem poznavanju faune krpelja Hrvatske.

## 1.1. Klasifikacija i rasprostranjenost podrazreda Acari (grinje)

Krpelji pripadaju koljenu člankonožaca (Arthropoda), razredu paučnjaka (Arachnida), podrazredu grinja (Acari). U paučnjake ubrajamo člankonošce koji nemaju ticala i čeljusti, a to su pauci (Aranea), štipavci (Scorpiones) i grinje (Acari). Većina pripadnika paučnjaka ima usne strukture prilagođene predatorskom načinu života, dok lažipauci (Opiliones) i grinje predstavljaju iznimke. Paučnjaci nastanjuju umjerena i tropska područja. Grinje koje su malene, često i mikroskopske veličine prilagođene su na različite načine života, od biljojeda do oblika koji parazitiraju na kralježnjacima i beskralježnjacima. Klasifikacija podrazreda grinja temelji se na prisutnosti ili odsutnosti odušaka ili stigmi te njihovom položaju kada su prisutni. Podrazred grinja dijeli se na dva reda: Acariformes i Parasitiformes. Red Acariformes obuhvaća tri podreda (Acaridida, Actinedida i Oribatida). Red Parasitiformes pripada četiri podreda (Mesostigmata, Ixodida, Holothyrida i Opilioacarida), (prema Krantz, 1978 u Lane i Crosskey, 1993). Ovo istraživanje koncentrirano je na faunu podreda Ixodida, preciznije na porodicu Ixodidae.

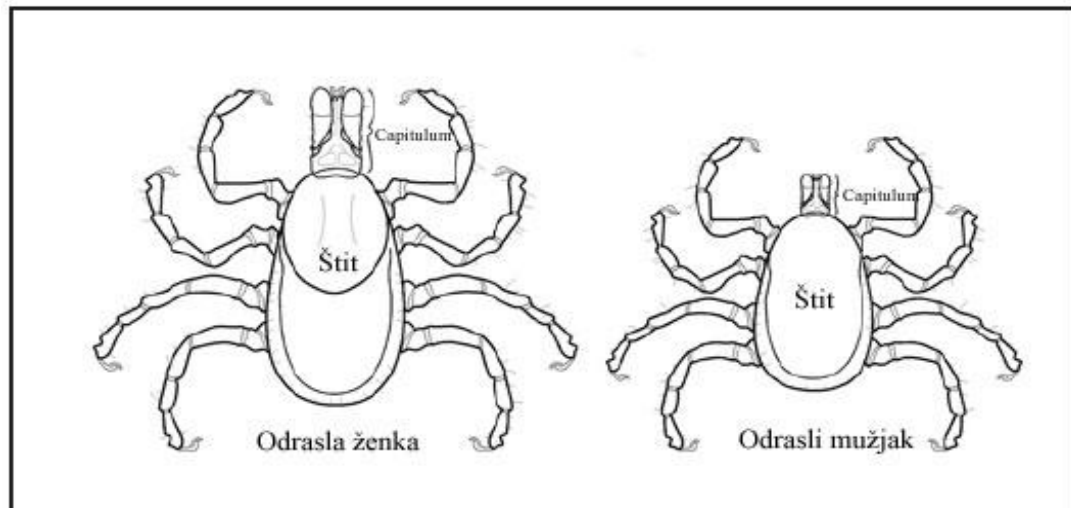


### 1.1.1. Opće značajke podreda Ixodida (krpelji)

Podred Ixodida obuhvaća oko 867 vrsta krpelja. U medicinskom i veterinarskom pogledu najvažnija je porodica Ixodidae (tvrđi krpelji) (Lindgren i Jaenson, 2006). 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 *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. Također u podred Ixodida pripadaju i porodice Argasidae (meki krpelji) i Nuttalliellidae. U porodicu Nuttalliellidae pripada samo jedna vrsta *Nuttalliella namaqua* koja je rasprostranjena u južnoj Africi i Tanzaniji. 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).

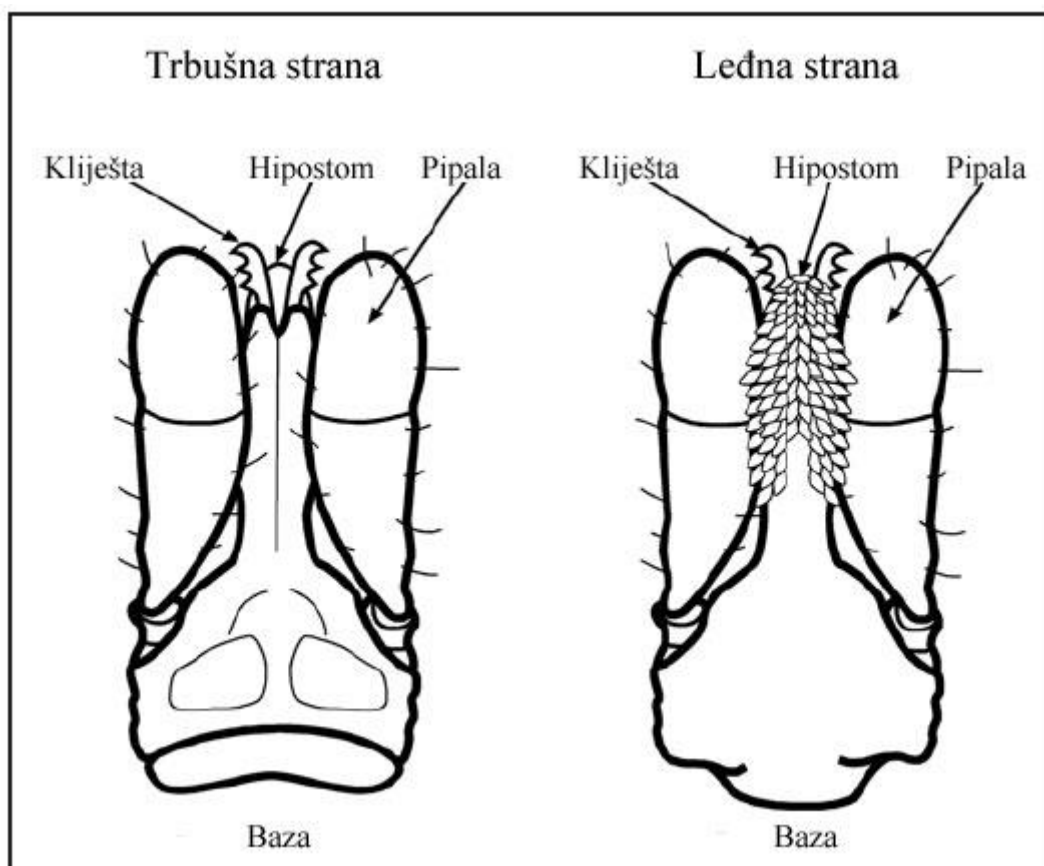
## 1.2. Morfologija krpelja

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). 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. Odušci su vidljivi kod nimfi i kod odraslih oblika. Porodica Ixodidae ime je dobila po čvrstom štitu ili ploči koja se još i naziva scutum. Ona je smještena na dorzalnoj strani i nalazi se na svim pokretnim oblicima krpelja. Štit (scutum) na ličinkama, nimfama i ženjkama krpelja pokriva trećinu do polovice tijela, dok kod mužjaka pokriva gotovo cijelu dorzalnu (leđnu) površinu, i njegovo širenje tijekom hranjenja je vrlo ograničeno (slika 1).



Slika 1. Morfološki prikaz krpelja (web 1).

Štit se razlikuje po obliku i po nekim drugim karakteristikama kako što je prisutnost ili izostanak jednostavnih očiju, također može biti obilježen različitim šarama što služi kao pomoć pri identifikaciji. Izražena polukružna analna brazda zakrivljuje se uokolo ispred analnog otvora i ona je karakteristična za porodicu Ixodidae. Kod svih ostalih krpelja analna brazda je iza analnog otvora ili je ni nema. Krpelji imaju tri spolne strukture koje imaju taksonomski značaj: spolni otvor smješten je s trbušne strane na prednjem dijelu tijela (iza capitulum), očvrsnula spolna pločica koja zatvara spolni otvor te spolne brazde koje se pruža od spolnog otvora do analne brazde. Kod porodice Argasidae capitulum je smješten s donje strane i nije vidljiv dorzalno, dok je kod Ixodidae vidljiv dorzalno u svim stadijima. Capitulum sadrži usni aparat koji se sastoji od baze (basis capituli), dva pipala, od četverodijelnih čeljusnih nožica. Pipala i čeljusne nožice štite središnje postavljenu hipostomu koja se nalazi s prednje strane tijela i kliješta. 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). Odrasli oblici nekih uobičajenih krpelja mogu se jednostavno identificirati zbog specifičnih bojanih obilježja, dok identifikacija većina krpelja kao i identifikacija nezrelih stadija zahtjeva taksonomske ključeve i mnogo vježbe (Stafford, 2007; Lane i Crosskey, 1993).

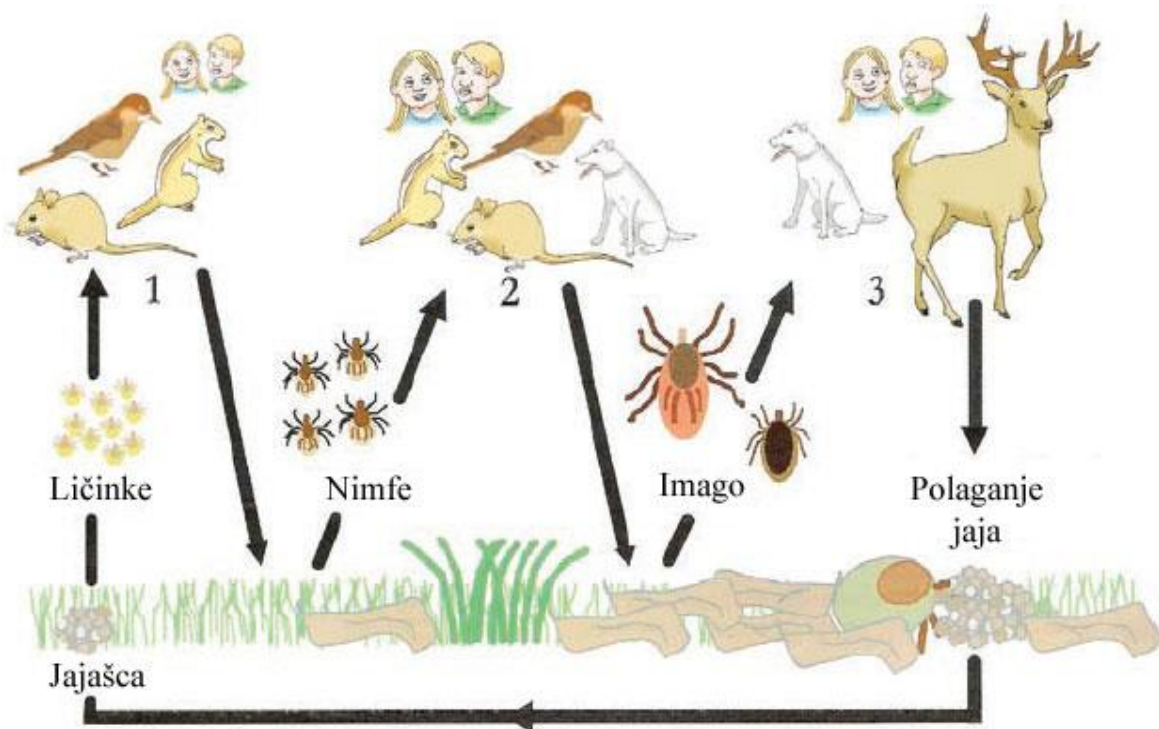


Slika 2. Morfološki prikaz građe usnog aparata (web 1).

### 1.2.1. Ponašanje i biološke značajke krpelja

Krpelji su ektoparaziti na kralježnjacima te im je za rast i razvoj potreban krvni obrok. 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. 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. Životni ciklus se sastoji od jednog inaktivnog stadija (jaje) i tri pokretna (ličinka, nimfa i imago). 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). Krpelji mogu prijeći vrlo male udaljenosti i

uglavnom domaćina ne traže aktivno. Također su izloženi predaciji i ekstremnim klimatskim uvjetima staništa što za posljedicu ima da brojni krpelji uginu prije nego pronađu domaćina. Tim nepovoljnim životnim uvjetima krpelji su se prilagodili tako što su smanjili svoju potrebu za hranom, smanjili broj domaćina te nakon razmnožavanja stvaraju veliki broj potomaka. Reprodukcijska aktivnost iksodidnih krpelja u potpunosti je ovisna o krvnom obroku. Nakon što je 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). Zatim se razvijaju ličinke koje su inaktivne i nalaze se na niskoj vegetaciji toliko dugo dok im kutikula ne očvrstne. Nakon toga se ličinke su spremne za hranjenje te se uspinju na nisku vegetaciju kao što su vlati trave i tamo čekaju domaćina. Domaćini su većinom manje životinje kao što je miš ili voluharica. Jednom kada se nađu na domaćinu ličinke se rasprše i pričvrste na pogodno mjesto. Samo hranjenje traje 4-6 dana i tjelesna težina im se poveća 10-20 puta. Nakon toga ličinke se otpuste i razvoj u nimfe nastavlja u prirodnom okolišu. Sam razvoj je pod hormonalnom kontrolom, a brzina i uspjeh razvoja ovisi o vlažnosti i temperaturi mikrookoliša u kojem se nalazi ličinka. Uzimanje krvnog obroka inducira povećanje koncentracije hormona presvlačenja, 20-hidroksi-ekdisona u hemolimfi. Kao odgovor, nova kutikula je sintetizirana a stara se razgrađuje (Goodman i sur., 2005). Nakon nekoliko mjeseci kada je presvlačenje gotovo, tanki sloj stare kutikule, epikutikula puca i izlazi nimfa. Sama nimfa ima 4 para nogu i dugačka je 1.5-2 mm. Nimfe se pričvršćuju na istog ili drugog domaćina. Većinom su domaćini vjeverice ili ptice. Zatim nakon krvnog obroka otpuste se s domaćina i razvijaju se u odrasli oblik. Kao rezultat dužeg razvojnog ciklusa koji je karakterističan za većinu krpelja više od 90 % razvojnog ciklusa je provedeno na domaćinu (Goodman i sur., 2005). Reprodukcijska aktivnost iksodidnih krpelja u potpunosti je ovisna o krvnom obroku. Kopulacija svih iksodidnih krpelja osim roda *Ixodes* se događa na domaćinu nakon čega se ženke hrane krvnim obrokom, a mužjaci ostaju pričvršćeni na domaćinu i mogu se pariti s više ženki. Nahranjene ženke se otpuste i polažu jaja. Ovakav životni ciklus imaju trorodni krpelji, on uključuje tri različita domaćina iste ili različite vrste. Može uključivati i istu jedinku tri puta ako se ona nađe u blizini sva tri razvojna stadija krpelja (slika 3).



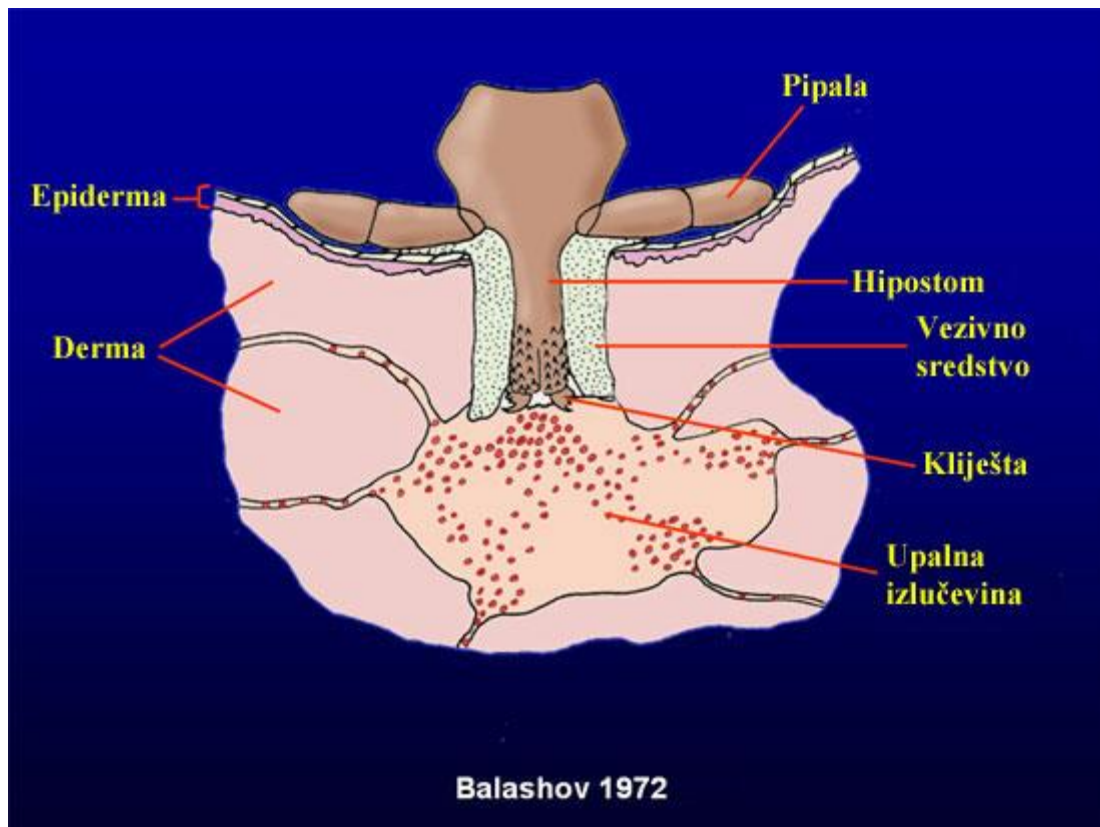
Slika 3. Životni ciklus trorodnih krpelja (web 2).

Kod jednorodnih krpelja ličinka se do odraslog oblika razvija na istom domaćinu. Dvorodni krpelji imaju dva domaćina i nimfe koje se razvijaju ponovno se hrane na istom domaćinu kao što je slučaj kod vrsta *Boophilus annulatus* i *Dermacentor albipictus*. Ovom prilagodbom se reducira rizik gladovanja u vremenu na čekanje na domaćina, ali je povećana ovisnost na ograničen broj vrsta kralježnjaka kao domaćina. Također dvije vrlo važne prilagodbe krpelja su duži životni vijek i mogućnost dugog gladovanja. Krpelji proizvode tri tipa feromona koji utječu na njihovo ponašanje. Nespecifični feromoni za stvaranje agregata koji potiču okupljanje jedinki i stvaranje nakupina. Zatim feromoni za pričvršćivanje agregata koji su vrsno specifični i koji reguliraju nakupljanje predstavnika iste vrste na mjestu hranjenja. Spolni feromoni koji su nespecifični a koji privlače mužjake prema spolno aktivnim ženjkama prije kopulacije. Kod većine krpelja postoji težnja prema točno određenom domaćinu, ali može biti narušena ako se pojavi fiziološki prihvatljiv organizam. 90 % ih se hrani na divljim i domaćim životinjama koje žive na istom staništu, a samo 10 % na domaćim životinjama. *Ixodes ricinus* i neki drugi iksodidni krpelji se hrane na bilo kojem dostupnom domaćinu (Lane i Crosskey, 1993). Krpelji slijede određeni obrazac ponašanja koji započinje gladovanjem a završava zasićenjem. Sam proces započinje traženjem odgovarajućeg domaćina pri čemu postoje dva načina. Neki krpelji aktivno „love“ domaćina, dok druge vrste

se penju na vegetaciju i na njoj čekaju pogodnog domaćina. Usljed razlika koje postoje u osjetljivosti prema sušenju i prema određenom domaćinu, ličinke i nimfe se zadržavaju na nižoj vegetaciji dok se imaga mogu naći na višim razinama vegetacije. Krpelji detektiraju domaćina na različite načine, jedan od njih je miris domaćina koji uključuje ugljikov dioksid, amonijak, mliječna kiselina i drugi specifični tjelesni mirisi), zatim tjelesna temperatura, vlaga, vibracije, neki vizualni podražaji kao što je sjena (Stafford, 2007). Krpelji ne mogu letjeti ni skakati te im je za prijenos na domaćina potreban fizički kontakt. Kada se nađe na domaćinu krpelj se ili odmah pričvrsti ili traži točno određeno mjesto. Neke vrste se pričvrste samo na točnom određenom području kao što su uši ili na mjestima gdje je koža tanja, dok se druge vrste mogu pričvrstiti bilo gdje na domaćinu. Iksodidni krpelji se hrane sporije od agarasidnih te ostaju na domaćinu do nekoliko dana dok se ne napune krvlju. Muški krpelji se hrane u razmacima, uzimaju male krvne obroke i mogu ostati na domaćinu do nekoliko tjedana. Nakon parenja ženke uzimaju velike količine krvnog obroka te dolazi do znatnog povećanja njihovog tijela što im omogućeno rastezanjem kutikule. Kada su potpuno zasićene ženke se otpuštaju s domaćina padaju na tlo gdje traže odgovarajuću zaklonjenu lokaciju za polaganje jaja. Polaganje traje više dana a rezultat su tisuće položenih jaja. Nakon toga ženka umire. Krpelji koji su prilagođeni ovoj reproduktivnoj strategiji kažemo da imaju jedan gonotrofni ciklus (Lane i Crosskey, 1993; Stafford, 2007; Goodman i sur., 2005).

### **1.2.2. Način hranjenja**

Mjesto na kojem će se krpelj prihvatiti na kožu domaćina i hraniti je spoj različitih osjetljivih informacija. U prvom redu to je miris i toplina iz kože koje krpelj detektira pomoću dlačica na pipalima i pomoću Hallerovog organa. Spojevi koje detektira krpelj su u prvom redu  $\text{CO}_2$  i  $\text{NH}_3$  koji se nalaze u dahu i mokraći domaćina, te maslačna i mliječna kiselina koja se nalazi u znoju i u drugim tjelesnim tekućinama (Goodman i sur., 2005). Tjelesna temperatura vjerojatno djeluje sinergistički s mirisom te dodatno potiče prihvaćanje na kožu domaćina (Goodman i sur., 2005). Kada je pogodno mjesto odabrano krpelj počinje proces hranjenja koji može trajati od nekoliko dana do otprilike jednog tjedna. Krpelj se prvo čvrsto prihvaća za kožu i postavlja tijelo pod kutem od  $45^\circ$ - $60^\circ$  i počinje rezati kožu pomoću para kliješta (Stafford, 2007). Zatim u ranu koja je napravljena pomoću zubića ulazi hipostom na kojoj se nalazi mnogo zavijenih zubića, pipala ostaju izvan rane te su horizontalno položene na površini kože (Stafford, 2007) (slika 4).



Slika 4. Položaj usnog aparata krpelja tijekom hranjenja (web 3).

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 capitulum 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 te se krpelj učvršćuje na površini kože. Pričvršćivanje može trajati od nekoliko sati do nekoliko dana, jednom kada se 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. Ovom načinu hranjenja krpelji su se vrlo dobro prilagodili. Krpelji luče razne bioaktivne komponente koje narušavaju mogućnost domaćina da održava homeostazu i da suzbije štetu na svom tkivu. One mogu sadržavati snažne antikoagulate i anti-inflamatorne proteine, imunosupresijske tvari, enzime i vazodilatante da bi se olakšao i povećao protok krvi, time se inhibira koagulatni put, zarastanje rane i upalni proces. Pomoću imunoglobulinskih vezivnih proteina krpelj potiskuje sposobnost domaćinovih antitijela da odbaci njegove opetovane napade. Osim što pospješuju hranjenje enzimi sline također olakšavaju prijenos i

preživljavanje patogena u tijelu domaćina. Da bi došlo do prijenosa patogena iz zaraženog krpelja potrebno je da je krpelj pričvršćen i da se hrani na domaćinu minimalno 24 sata, dok je kod nekih patogena potrebno 48 i više sati (Hill i MacDonald, 2006). Jedni od najvažnijih proteina su enzimi koji rasejpljuju komplement te time narušavaju lančanu reakciju komplementa i produciraju bioprodukte koji privlače neutrofile u velikom broju. Neutrofilni degranulati oslobađaju proteine domaćina koji oštećuju okolno tkivo, proširujući područje hranjenja ispod usnog aparata krpelja (Goodman i sur., 2005). Antihistaminski sekret iz sline ima funkciju vazodilatatora, dok antikoagulanti spriječavaju zgušnjavanje krvi. Enzim adenzin difosfataza (apiraza) je jedan od najsnažnijih antikoagulanata koji posreduje kod trombocitnog nakupljanja tako što hidrolizira ADP. Anafilatoksin umanjuje upalu i smanjuje bol i iritaciju te time krpelj većinom ostaje neprimjetan za vrijeme hranjenja. Iako sekret od komplement vezujućih proteina djeluje tako da minimizira imunski odgovor domaćina, pokušaj ponovnog hranjenja na istom domaćinu uzrokuje snažnu imunsku reakciju. Hranjenje kod krpelja nije kontinuirano te je većina krvnog obroka uzeta tijekom zadnjih 12-24 sata hranjenja. Da bi se krvni obrok koncentrirao određene stanice u slinovnim žlijezdama su postepeno preobražene u žlijezde koje izlučuju vodu. Žlijezde slinovnice izlučuju vodu i prekomjerne količine soli iz hemolimfe i izlučuju ih u slinovne kanale, gdje se transportiraju u područje hranjenja u domaćinu. Ovim metodom eliminacije vode zajedno s ograničenom transpiracijom preko kutikule krpelj koncentrira krvni obrok do mjere da je pravi volumen konzumirane krvi dva do tri puta veći od težine nahranjenog krpelja. Probavljanje krvi zahtjeva posebne proteine i druge nutrijente. Vrijeme uzimanja krvnog obroka kod ličinki je dan do dva, dok je nimfama potrebno do nekoliko dana. Nahranjene ličinke i nimfe teže do deset puta više od težine koju su imale prije hranjenja. Dok se tjelesna težina ženki može povećati 80-120 puta. Muški krpelji se hrane s prekidima, uzimaju male obroke i veličina im se neznatno mijenja zbog velikog štita na leđima koji ograničava njihov rast. Krpelji se mogu hraniti bilo gdje na tijelu, ali ima razlika koje ovise o izloženosti i vrsti krpelja (Stafford, 2007; Hill i MacDonald, 2006; Goodman i sur., 2005; web 4).



### 1.3. Medicinska važnost krpelja

Krpelji uglavnom žive kao nametnici na divljim životinjama, pri čemu se samo oko 10% vrsta hrani na domaćim životinjama. Svojim hranjenjem na domaćim životinjama one gube znatne količine krvi, također krpelji prenose uzročnike različitih bolesti što donosi značajne ekonomske gubitke u brojnim zemljama. Međutim, neke domaće životinje postale su otporne na te bolesti zbog dužeg kontakta s krpeljima. Brojni krpelji osim na životinjama također se hrane i na ljudima i oni predstavljaju najvažnije vektore patogena za ljude. Nekoliko čimbenika koji čine krpelje učinkovitim vektorima patogena. Brzi proces hranjenja kod argasidnih krpelja te čvrsto prijanjanje za domaćina kod iksodidnih krpelja koji se hrane sporije otežavaju uklanjanje s tijela domaćina. Višestruko hranjenje kod argasidnih krpelja omogućuje im bolje prenošenje patogena, dok se iksodidni krpelji sporije hrane te time osiguravaju dovoljno vremena da se velik broj patogena iz zaraženog tijela domaćina prenese u novog domaćina. Također se mogu raširiti na nova područja dok su pričvršćeni na tijelo domaćina. Brojni iksodidni krpelji imaju vrlo visok reproduktivni potencijal, također i dug životni vijek te mogu duže vrijeme preživjeti bez krvnog obroka. Time se osigurava preživljavanje krpelja kao i patogena koji se nalaze u zaraženim krpeljima. Na taj način krpelji postaju vektori kao i rezervoari patogena (Lane i Crosskey, 1993).

#### 1.3.1. Krpelji kao vektori uzročnika bolesti

Krpelji koji su pričvršćeni za tijelo domaćina su često neprimjetni ili teško uočljivi. Jedan od razloga su i razni enzimi koje krpelj ispušta tijekom hranjenja, kao što je anafilatoksin koji umanjuje upalu, što za posljedicu ima smanjenje boli i iritacije (Goodman i sur., 2005). Nakon otpuštanja krpelja sa domaćina na mjestu pričvršćenja mogu se javiti razne lokalne reakcije.

Erythema migrans je kožno oštećenje koje nastaje nakon uboda krpelja. Javlja se nakon 3 dana do 16 tjedana nakon uboda u obliku crvenila koncentrično raspoređenog oko mjesta pričvršćivanja krpelja, obično je promjera oko 15 cm. Crvenilo može biti homogeno ili prstenasto s blijedenjem u sredini. Premda su ovalni ili okrugli oblici najuobičajeniji, viđaju se povremeno i trokutasti, četverokutni ili nepravilni oblici, ovisno o mjestu nastanka. Ova bolest zapravo predstavlja prvi stadij lajmske borelioze i javlja se nakon uboda krpelja zaraženog bakterijom *Borrelia burgdorferi* (Lane i Crosskey, 1993; Begovac i sur. 2006).

Krpeljna paraliza je bolest koja je prisutna kod ljudi i kod životinja, a očituje se trenutnim nastupom progresivne paralize koja započinje u donjim dijelovima tijela i brzo se širi prema gornjim dijelovima. Bolest je povezana s ixodidnim krpeljima, međutim i neke vrste roda *Argas* također mogu biti uzročnici. Vrste krpelja koje uzrokuju ovu bolest su: *Dermacentor andersoni*, *D.variabilis*, *Amblyomma americanum*, *Ixodes holocyclus* i *Ixodes rubicundus*. Za razliku od ostalih bolesti uzrokovanih patogenima prenesenih ubodom krpelja, ova bolest je uzrokovana kemijskom tvari koja napada živčani sustav (neurotoksinom), a luče ju žlijezde slinovnice krpelja prilikom hranjenja. Toksin, koji se može razlikovati među vrstama, ometa živčane sinapse u leđnoj moždini te blokira živčano-mišićnu spojnici. Kod zaraženih osoba se nakon pet do sedam dana od pričvršćivanja krpelja javlja umor, obamrlost nogu i bol u mišićima. Ukoliko se pričvršćeni krpelj ne ukloni na vrijeme, stanje zaraženih se pogoršava i dolazi do otežanog gutanja te paralize jezika i lica, a zatim i do pojave grčeva te dišnih smetnji što može završiti smrću. Bolest se uglavnom javlja kod djece, ali može i kod odraslih (Lane i Crosskey, 1993).

#### Krpelji kao vektori virusa

Više od 100 arbovirusa je povezano sa 116 vrsta krpelja. Neke od najvažniji bolesti povezanih s ljudima a uzrokuju ih virusi koji su prenošeni krpeljima su : Kolorado krpeljna groznica, krpeljni meningoencefalitis, Kasanur Forest groznica te krimsko-kongoanska hemoragijska vrućica. Sve bolesti su zoonoze, a uzročnici se prenose na čovjeka preko uboda krpelja. Kod nekih krpelja uzročnici se mogu prenijeti transovarijalno s jedne generacije na drugu (Lane i Crosskey, 1993).

#### Krpeljni meningoencefalitis (KME)

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. Godine kod radnika u tajgama, te je nazvana krpeljnim meningoencefalitisom Dalekog istoka. Postoji i drugi tip koji je kasnije opisan u Europi i naziva se krpeljni meningoencefalitis srednjoeuropskog tipa. Ovaj tip bolesti je blaži od dalekoistočnog tipa. U Hrvatskoj je bolest opisana prvi put 1952. godine. 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. Od 1998 do 2007, godišnji broj slučajeva kreće se u rasponu od 12 do 38. U petogodišnjem razdoblju od 2004-2008 u prosjeku je zabilježeno oko 24 slučajeva godišnje (Süss, 2011). Sama bolest je endemična s povremenim manjim epidemijama i ima sezonski karakter. Od proljeća do jeseni do kada traje aktivnost krpelja. Vektor bolesti na našem području je *Ixodes ricinus*. Prirodni rezervoar su šumski mali glodavci, kao što su miševi i voluharice te ptice. Zaraženi krpelj ostaje infektivan sve do smrti. Sam virus se nalazi u slini krpelja te je potrebno oko 24 h sisanja da bi se stvorila dovoljna količina virusa za bolest u čovjeka. Bolest se razvija u jednoj od 250 inficiranih osoba, dok sama inkubacija traje od 4 do 28 dana (Begovac i sur. 2006). Nakon inkubacije počinje prva faza bolesti koja traje obično 5 do 10 dana. Ona je obilježena općim simptomima kao što je vrućica, glavobolja i klonulost. Kod dijela bolesnika s tom fazom završava i sama bolest, dok kod drugih počinje i druga faza bolesti. Ona je obilježena infekcijom središnjeg živčanog sustava, tj. upalom moždanih ovojnica, a rjeđe dolazi i do upale mozga. Ishod bolesti je dobar, ali je prognoza ovisna o dobi bolesnika. Smrtni slučajevi i trajne neurološke posljedice se viđaju samo u starijoj dobi. Najbolja prevencija je izbjegavanje šuma i šikara, osim toga može se provoditi i cijepljenje kao sredstvo zaštite i prevencije (Begovac i sur. 2006; Lane i Crosskey, 1993).

#### Krpelji kao vektori rikecija

Rikecije su mikroorganizmi koji imaju karakteristike i bakterija i virusa. Najvažnije bolesti koje rikecije uzrokuju a djeluju negativno na čovjeka su pjegava groznica Stjenovitih planina, erlihioza, Q groznica te različiti oblici krpeljnog tifusa (Lane i Crosskey 1993).

#### Erlhioza

Erlhioza je akutna zarazna bolest prvi je puta opisana 1987. godine. Uzročnik je bolesti kod ljudi i životinja. *Ehrlichiaaffeensis* uzrokuje humanu monocitnu erlihiozu, a *Anaplasma*, *Phagocyphilla* i *Ehrlichiaewingii* uzrokuje humanu granulocitnu erlihiozu. Razvoj bolesti traje od 7 do 10 dana, simptomi bolesti su povišena temperatura, glavobolja, bolovi u mišićima i zglobovima, mučnina, povraćanje, te ružičasti osip na koži. U težim slučajevima dolazi do upale središnjeg živčanog sustava, oštećenje bubrega i poteškoća s disanjem. U

nekih bolesnika nema simptoma ili su blagi. Liječenje se provodi antimikrobnim lijekovima (web 5).

#### Krpelji kao vektori borelija

Borelije su bakterije koje pripadaju spirohetama iz roda *Borrelia*. Otprilike 20 vrsta je povezano s bolestima u ljudi a prenose ih krpelji roda *Ornithodoros* ili *Ixoides* (web 6.).

#### Lajmska bolest (borelioza)

Bolest je bila poznata od 1975. Pod raznim nazivima, a današnje ime je dobila po mjestu Lyme u sjevernoameričkoj državi Connecticut gdje se pojavila bolest u epidemijskim razmjerima. Uzrokuje ju bakterija *Borrelia burgdorferi* (slika 5).



Slika 5. Spiroheta *Borrelia burgdorferi* (web 7).

Vektori *Borrelie burgdorferi* su samo tvrdi krpelji roda *Ixodes*. Četiri vrste roda *Ixodes* su važni vektori borelie u svijetu. *Ixodes persulcatus* i *Ixodes ricinus* u zemljama Starog svijeta (Europa, dijelovi Rusije, Kina, Japan i Južna Afrika) i *I. pacificus* i *I. scapularis* u Novom (Sjeverna Amerika). *I. ricinus* je najrasprostranjeniji krpelj Sjeverne Europe te je i važan vektor životinjskih i ljudskih bolesti, 1983 je identificiran kao vektor *B. burgdorferi* te je njegova važnost postala još i veća. Razlika između *I. ricinus* i *I. persulcatus* kao vektora borelioze je ta što nimfe i odrasli oblici ženke krpelja prenose boreliozu dok je samo odrasla ženka *I. persulcatus* značajan vektor borelioze, zato jer se nezreli stadiji rijetko hrane na ljudima. Životinjski domaćini *I. ricinusa* uključuju male sisavce, ptice, gmazove i jelene (web 4). Bolest ima tri stadija, prvi stadij počinje s karakterističnom kožnom promjenom *Erythema migrans* na mjestu uboda. Do drugog stadija dolazi nakon nekoliko dana do tjedana. Dolazi

do generalizacije infekta te se borelia širi u živčani sustav, srce i zglobove, kao i rasapom po koži. Nakon nekoliko mjeseci ili godina može doći do trećeg stadija kada mogu biti dodatno zahvaćeni zglobovi, živčani sustav i koža. U Hrvatskoj bolest je prvi put opisana 1986. Godišnje se bilježi 200 do 300 slučajeva i to u lipnju i srpnju. Bolest je češća na sjeveru Hrvatske (Begovac i sur. 2006).

#### Krpelji kao vektori babezija

Babezija je intraeritrocinska parazitska infekcija koju uzrokuju praživotinje iz roda *Babesia*, a vektori su krpelji iz roda *Ixoides*. Većinom napada domaće životinje dok su slučajevi ljudske zaraze rijetki. Najveći broj slučajeva su zabilježeni u SAD-u, ali su također zabilježeni i u nekoliko Europskih zemalja te u Egiptu, Indiji, Japanu, Koreji, Tajvanu i u Južnoj Africi. Bolest obilježava liza eritrocita koja rezultira hemolitičkom anemijom koja u ozbiljnim slučajevima može dovesti do otkazivanja organa i smrti, posebno u imunokompromitiranim pacijentima (Gray i sur., 2010). U Europi je zabilježeno više od trideset slučajeva zaraze koja su bila zabilježena u Hrvatskoj, Velikoj Britaniji, Francuskoj, Irskoj, Portugalu, Španjolskoj, Švedskoj i Švicarskoj, a kojoj je bio uzrok parazit *Babesia divergens* a vektor *Ixodes ricinus*. Mnogo poznatiji oblik babezioze pojavljuje su u SAD-u a uzrokuje ga *Babesia microti* koji je prirodni parazit glodavaca a vektor mu je *Ixodes scapularis*. Bolest se očituje sa slabim infekcijama kod pacijenata koji su imali slezenu kao i kod onih bez nje. Nekoliko stotina slučajeva je zabilježeno na istočnoj obali kao i na gornjem središnjem zapadu zemlje. Rezervoari *B. divergens* i *B. microti* su goveda, glodavci i rovke. Pojačana medicinska informiranost kao i rastući broj imunokompromitiranih pacijenata vjerojatno će dovesti u budućnosti do povećanja broja zabilježenih slučajeva zaraze s ovim parazitima (Gray i sur., 2010).

#### **1.4. Osobna zaštita, biološka i kemijska kontrola 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. Prije odlaska u prirodu trebalo bi se primjereno odjenuti, odjeća bi trebala biti svijetlih boja, majice bi trebale biti dugačkih rukava

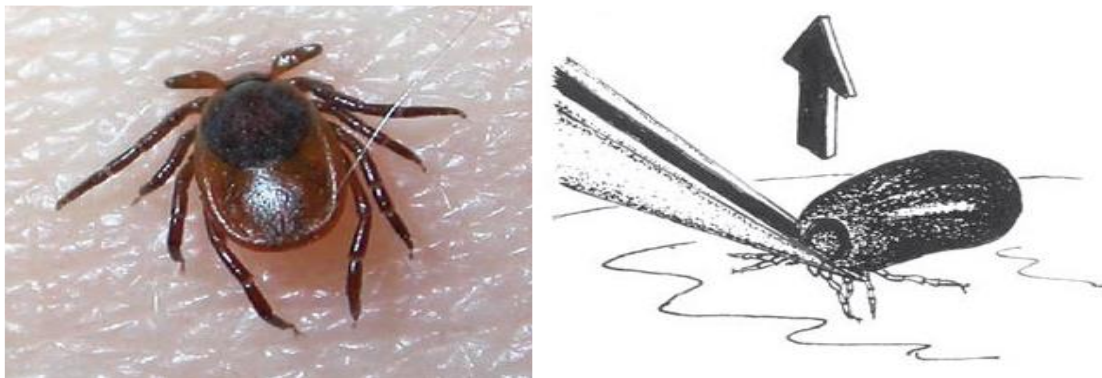
te bi trebale biti umetnute u hlače. Također trebalo bi nositi hlače te nogavice umetnuti u čarape i trebalo bi nositi zatvorenu obuću. Čim prije nakon izlaska iz staništa u kojem žive krpelji treba skinuti odjeću jer krpelji koji su se prihvatili za odjeću mogu rezultirati kasnijim ugrizom, provjeriti cijelo tijelo jer se krpelji mogu hraniti na bilo kojem dijelu tijela. Ipak neka područja treba pažljivije pregledati kao što su glava, pazuh i prepone. Potrebna je posebna pažnja na ličinke i nimfe koje zbog svoje veličine često znaju biti previđeni. Jedna od metoda zaštite je korištenje insekticidnih repelenata (akaricida). Oni se nanose na odjeću ili direktno na kožu. Idealan repelent pruža potpunu zaštitu na nekoliko sati u različitim uvjetima, pruža zaštitu protiv svih člankonožaca (arthropoda), nije toksičan i ne uzrokuje iritaciju, lako se nanosi, nema neugodan miris i nije skup. Najpoznatiji repelent je DEET (N,N-dietil-3-metilbenzamid) koji se koristi kao repelent protiv komaraca, ali se pokazao i kao uspješan repelent protiv *I. ricinus*. Brojnost krpelja u okolišu može se znatno smanjiti tretiranjem insekticidom ili u ovom slučaju akaricidom, a pogotovo u kombinaciji s uređivanjem okoliša. Male količine akaricida su potrebne ako se koriste u pravo vrijeme. U slučaju nimfi *I. scapularis* trebalo bi se provodi jednom u svibnju ili početkom lipnja. Tretiranje se provodi na rubnim dijelovima šume i na području gdje je nisko raslinje (slika 6 i 7). Što se tiče fizičkih zahvata u okolišu trebalo bi kositi travu, skupljati otpalo lišće, smanjiti broj glodavaca u okolini, kontrolirati kretanje ljubimaca u šumi da ne bi donijeli nametnike nazad u ljudsku okolinu, prorjeđivati krošnje drveća da bi moglo prolaziti više sunčeve svjetlosti.



Slika 6. i slika 7. Tretiranje insekticidom (web 7).

Većina bolesti koje prenose krpelji mogu se spriječiti izbjegavanjem krpelja ili pravilnim i pravovremenim uklanjanjem. Ako je krpelj pričvršćen na domaćina nužno ne znači da je prenio patogen. 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. Mjesto uboda treba isprati toplom sapunastom vodom ili isprati alkoholom (slika 8). Nije potrebno nakon svakog kontakta s krpeljom tražiti liječničku pomoć već onda kada se pojave simptomi kao što su crvenilo na koži, glavobolje, temperatura i bolovi u mišićima potrebno je otići ka liječniku (Lindgren i Jaenson, 2006; Hill i MacDonald, 2006; Stafford, 2005).



Slika 8. Pravilno uklanjanje krpelja (web 7).

## 1.5. Cilj rada

Cilj ovoga diplomskog rada je istražiti i utvrditi faunu krpelja na području općine Mikleuš. Ovo su prva takva istraživanja na tom području, te se očekuje utvrđivanje novih vrsta koje nisu dosad bile zabilježene, te bolje upoznavanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava faune krpelja različitih staništa. Sve to zajedno doprinosi boljem razumijevanju stanja okoliša u kojem obitavaju krpelji.



## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Opis istraživanog područja

Uzorkovanje je provedeno na tri različita područja u Miklešu. Samo područje obiluje raznolikom florom i faunom. Obilježje samog prostora su usitnjeni poljoprivredni posjedi koji su omeđeni šumarcima i živicama u kojima obitavaju životinje, posebno divljač. Na području



Slika 9. Satelitska snimka istraživanog područja (web 8).

cijele županije zastupljena je visoka i niska divljač (sna, jelen, divlja svinja, lisica, zec) koji služe kao važan rezervoar domaćina za krpelje. Reljef cijele županije je pretežno nizinski i brežuljkast, a u manjoj mjeri gorski koji čine brda i gore Papuka na sjeveroistočnoj strani.



Sam reljef je obogaćen nizom promjena koji čine blage kosine i promjene visina na južnom dijelu kao i promjene širine same ravnice. Istraživanje je obuhvaćalo livadu koja se nalazi na  $45^{\circ} 36' 55.86''$  s.z.š. i  $17^{\circ} 47' 15.08''$  i.z.d., na kojoj je bio zamjetan antropogeni utjecaj u vidu košnje i kontroliranih požara, na njega se nastavljalo područje koje je prekriveno šumskim vegetacijskim pokrovom koje se sastojalo većinom od johe i graba koje se nalazilo na  $45^{\circ} 36' 50.24''$  s.z.š. i  $17^{\circ} 47' 8.50''$  i.z.d. Treće područje je bilo udaljeno od prva dva i nalazilo na  $45^{\circ} 37' 25.54''$  s.z.š i  $17^{\circ} 46' 26.75''$  i.z.d., bilo je također prekriveno šumskom vegetacijom ali se razlikovalo od prethodnog u tome što su u vegetaciji prevladavala stabla bukve i hrasta (slika 9). Na svakom području koje je veličine nekoliko hektara uzorkovanje se obavljalo u trajanju od jednog sata u približno istom vremenskom razdoblju u sličnim vremenskim uvjetima radi izbjegavanja pogrešaka u rezultatima koji bi mogli biti prisutni zbog različite aktivnosti krpelja u određenom dijelu dana i radi mogućnosti usporedbe podataka.

## 2.2. Terenski i laboratorijski rad

Uzorkovanje krpelja bilo je provedeno periodično od travnja do rujna 2011, pomoću krpeljne zatege. Krpeljna zatega konstruira se tako da se na jedan kraj pravokutne tkanine veličine 100 x 100 cm, pričvrsti metar dugačka drvena letvica te se za svaki kraj letvice pričvrsti uže. Također može se pričvrstiti i uteg za drugi kraj letvice da bi zatega bila pri tlu. Zatega se poteže po livadi, lišću, šumskom tlu ovisno o mjestu na kojem obavljamo uzorkovanje, te se nakon svake minute provjerava da li se na njoj nalaze krpelji (slika 10).



Slika 10. Uzorkovanje krpeljom zategom na livadi (fotografirao Stjepan Krčmar).

Uzorkovanje na ovaj način ne funkcioniira ako je vegetacija vlažna ili mokra. Na ovaj način sakuplja se samo mali broj krpelja, te je potrebno upotrijebiti više zatega ili provesti više uzorkovanja na određenom području. Također osmišljene su i lovne klopke za krpelje, koje su konstruirane na taj način da su se izrezivale trake veličine 10 x 100 cm i čiji su krajevi bili pričvršćeni u tlu s komadom drveta. Tkaninu smo natopili maslačnom kiselinom, te smo time željeli provjeriti njezinu uspješnost kao atraktanta za krpelje (slika 11).



Slika 11. Tretiranje maslačnom kiselinom (fotografirao Stjepan Krčmar).

Ako je postojala mogućnost bili su sakupljeni i krpelji koji su se nalazili na domaćim životinjama. Nakon uzorkovanja krpelji su spremljeni u posebne bočice s 90 % otopinom alkohola (slika 12).



Slika 12. Uzorkovanje i pohrana uzorkovanog materijala u bočice (fotografirao Stjepan Krčmar).

Brojanje i determiniranje vrsta obavljeno je na Sveučilištu J.J. Strossmayera u Osijeku na Odjelu za biologiju. Za determinaciju korišten je ključ Ticks of North-West Europe, Hillyard P.D. 1996. Radi dodatne potvrde dobivenih rezultata poslano je 40 jedinki na reviziju kod dr. sc. Tomi Trillara šefa odjela za beskralježnjake Prirodoslovnog muzeja Slovenije.

### 2.3. Statistička obrada podataka

Fauna krpelja (Acari: Ixodidae) na području Mikleuša analizirana je i opisana sljedećim indeksima:

INDEKS DOMINANTNOSTI ( $D_0$  %)

$$D_0 = n_a / n \times 100\%$$

gdje je  $n_a$  broj jedinki predstavnika vrste  $a$ , a  $n$  je ukupan broj jedinki u jednom uzorku (Dubrešić, 1988). Pod dominantnošću podrazumijevamo relativnu brojnost neke taksonomske skupine, odnosno postotni udio predstavnika neke skupine ili vrste u uzorku (Odum, 1971).

Vrijednost indeksa dominantnosti raspoređene su u pet kategorija (Dubrešić, 1988):

- 1) eudominantna > 10,0% uzorka
- 2) dominantna 5,1 – 10% uzorka
- 3) subdominantna 2,1 – 5,0% uzorka
- 4) recedentna 1,0 – 2,1% uzorka
- 5) subrecedentna < 1,0% uzorka

S ciljem utvrđivanja faunističke sličnosti između postaja uzrokovanja primijenjen je izračun SØRENSENOVOG INDEKSA (Dubrešić, 1988):

$$QS = 100 \times 2C / A + B$$

gdje je A broj vrste u uzorku A, B broj vrsta u uzorku B, a C broj zajedničkih vrsta.

U obradi podataka primijenio sam i postupak hi-kvadrat testa koji se koristi onda kada imamo kvalitativne podatke ili ako tim podacima distribucija značajno odstupa od normale. Test se također koristi kada želimo utvrditi da li dobivene frekvencije odstupaju od frekvencija koje bismo očekivali pod određenom hipotezom. Kod ovog testa katkad tražimo postoji li povezanost između dvije varijable i on pokazuje vjerojatnost povezanosti da neka teorijska

raspodjela dobro opisuje opaženu raspodjelu frekvencija. Da bismo tu pretpostavku provjerili primjenjujemo ovaj test (Grubišić, 2004; Pavlič, 1985).

Izračunavamo ga prema formuli:

$$\chi^2 = \sum (f^i - f_{ti})^2 / f_{ti}$$

Gdje  $f^i$  predstavlja opaženu frekvenciju, a  $f_{ti}$  očekivanu (teorijsku) frekvenciju (Pavlič, 1985).

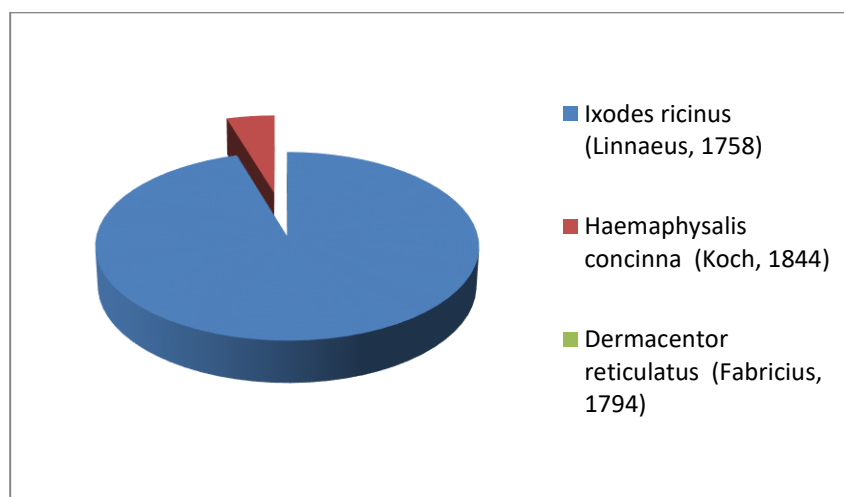
### 3. REZULTATI

#### 3.1. Sistematski pregled uzorkovanih krpelja

Tablica 1. Sistematski pregled uzorkovanih vrsta krpelja na području Mikleuša tijekom 2011. godine.

Porodica	Vrsta	Jedinke	%
Ixodidae	<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	700	94.72
Amblyommidae	<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1844)	34	4.6
	<i>Dermacentor reticulatus</i> (Fabricius, 1794)	5	0.68
Σ 2	3	739	

Istraživanje faune krpelja na području Mikleuša provedeno je od 27.04. do 19.09.2011. godine. Obuhvaćalo je tri područja, dva šumska i jednu livadu. Ukupno je zabilježeno 739 jedinke krpelja. Postupkom determinacije zabilježene su tri vrste krpelja pri čemu je najbrojnija bila vrsta *Ixodes ricinus* (94.72 %), zatim je slijedila vrsta *Haemaphysalis concinna* (4.6 %) i *Dermacentor reticulatus* (0.68 %) (Tablica 1, slika 13).



Slika 13. Zastupljenost uzorkovanih vrsta krpelja na području Mikleuša tijekom 2011. godine.

### 3.2. Kvantitativni pregled uzorkovanih krpelja

Nakon kvantitativnog pregleda utvrđeno je da je najveći broj uzorkovanih jedinki osim što su pripadali vrsti *Ixodes ricinus*, bili u stadiju ličinke, malo manji broj jedinki je bilo u stadiju nimfi a najmanje je zabilježeno jedinki u odraslom obliku (tablica 2).

Tablica 2. Kvantitativni pregled uzorkovanih vrsta krpelja na području Mikleuša tijekom 2011. godine.

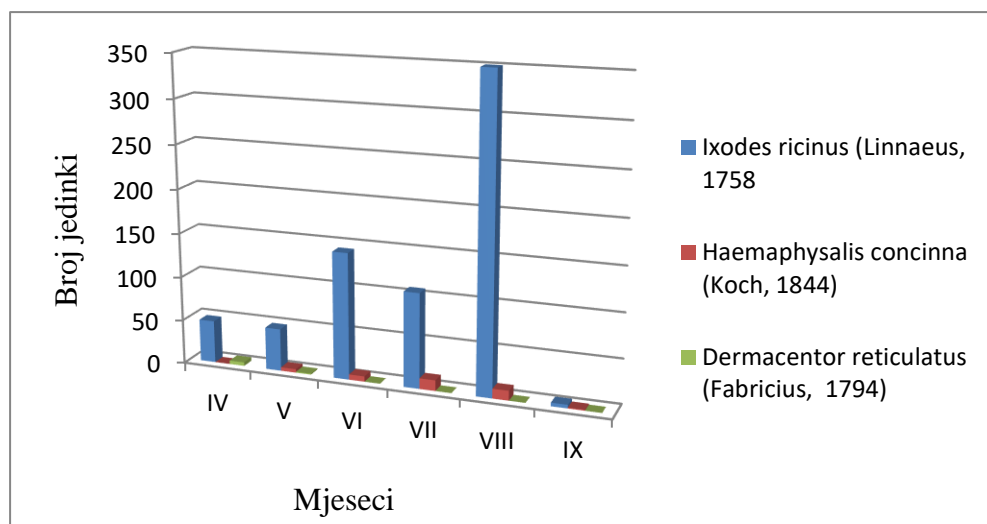
Vrsta	Ličinka	Nimfa	Imago
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	287	256	70♀, 87♂
<i>Haemaphysalis concinna</i> (C.L.Koch, 1844)	3	24	1♀, 6♂
<i>Dermacentor reticulatus</i> (Fabricius, 1794)			5♀
Σ 3	290	280	169

### 3.3. Sezonska dinamika uzorkovanih krpelja

Tablica 3. Sezonska dinamika uzorkovanih vrsta krpelja na području Mikleuša tijekom 2011. godine.

Vrste/mjesec	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	48	48	143	107	350	4
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1844)	0	4	6	12	11	1
<i>Dermacentor reticulatus</i> (Fabricius, 1794)	4	1	0	0	0	0
Σ	52	53	149	119	361	5

Brojnost jedinki krpelja kroz mjeseci u 2011. Godini kontinuirano raste sa vrhuncem u lipnju i srpnju te zatim dolazi do naglog pada u brojnosti jedinki u rujnu (tablica 3, slika 14). S napomenom da je u šumi I tijekom lipnja izvršeno tri uzorkovanja, u srpnju dva i u kolovozu dva. Tijekom ostalih mjeseci i na ostalim područjima obavljeno je po jedno uzorkovanje mjesečno.



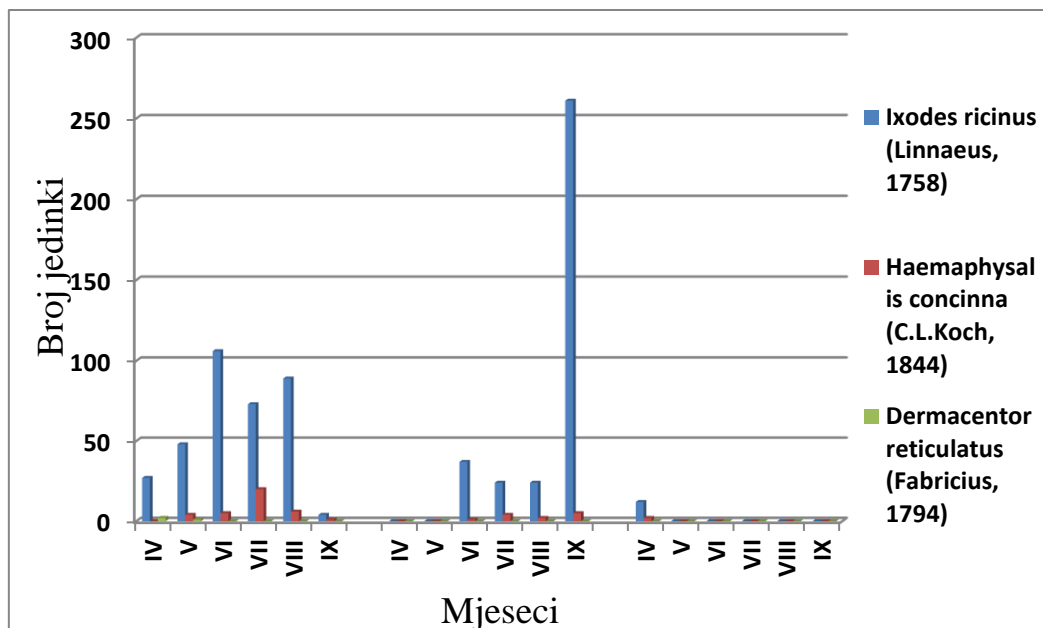
Slika 14. sezonska dinamika uzorkovanih vrsta krpelja na području Mikleuša tijekom 2011. godine.

### 3.4. Usporedba faune krpelja na različitim staništima

Tablica 4. Usporedba faune krpelja uzorkovanih na livadi i u šumi.

Vrste/ Šuma I	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	8♀, 12♂, 7n	15♀, 6♂, 26n, 1l	6♀, 9♂, 91n	12♀, 16♂, 55n	4♀, 12♂, 31n, 42l	3♀, 1n
<i>Haemaphysalis concinna</i> (C.L.Koch, 1844)		4♂	1♀, 1♂, 3n	1♂, 8n, 1l	5n, 1l	1n
<i>Dermacentor reticulatus</i> (Fabricius, 1794)	2♀	1♀				
Σ	29	53	111	93	95	5
Vrste/ Šuma II						
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)			4♀, 7♂, 26n	6♀, 4♂, 14n	1♀, 11♂, 5n, 244l	
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1844)			1n	2n	4n, 1l	
Σ	0	0	38	26	266	
Vrste/livada						
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	3♀, 9♂					
<i>Dermacentor reticulatus</i> (Fabricius, 1794)	2♀					
Σ	14	0	0	0	0	0





Slika 15. Zastupljenost uzorkovanih krpelja na tri različita područja.

### 3.5. Usporedba učinkovitosti različitih metoda u uzorkovanju krpelja

Tablica 5. Usporedba učinkovitosti različitih metoda u uzorkovanju krpelja na području

Mikleuša u 2011. godini.

Vrste/Metoda	Krpeljna zatega	Maslačna kiselina	Pas	Mačka	$\Sigma$
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	669	22	8	1	700
<i>Haemaphysalis concinna</i> (Koch, 1844)	33	1			34
<i>Dermacentor reticulatus</i> (Fabricius, 1794)	5				5
$\Sigma$	707	23	8	1	739

Izračunom vrijednosti Sørensenovog indeksa funističke sličnosti krpelja na području Mikleuša ukazuje na visoku sličnost između istraživanog područja (tablica 6). Najveća sličnost je bila između šume I i šume II 80 % i između šume I i livade isto 80%, najmanja ali u isto vrijeme vrlo visoka sličnost je bila između šume II i livade koja je iznosila 50 %.

Tablica 6. Sørensenov indeks faunističke sličnosti krpelja na području Mikleuša u 2011. godini.

	Šuma I	Šuma II
Šuma I		
Šuma II	80	
Livada	80	50

Prvi stupac prikazuje krpelje uzorkovane na području koje smo nazvali šuma I, drugi stupac prikazuje drugo šumsko područje koje smo nazvali šuma II, a treći stupac prikazuje krpelje koju su uzorkovani na livadi. Izračun vrijednosti Sørensenovog indeksa faunističke sličnosti krpelja ukazuje na vrlo visoku sličnost istraživanog područja. Najveća sličnost je bila između područja šuma I i šuma II i između šuma I i livada te je iznosila 80 %, dok je najmanja sličnost bila između područja šuma II i livade te je iznosila 50 %.

Tablica 7. Indeks dominantnosti pojedinih vrsta krpelja u području uzorkovanja, na području Mikleuša u 2011. godini.

Prisutnost vrste (+ ili -)/ područje	Šuma I	Šuma II	Livada
<i>Ixodes ricinus</i> (Linnaeus, 1758)	92.49 %	97.58 %	85.71 %
<i>Haemaphysalis concinna</i> (C.L.Koch, 1844)	6.73 %	2.42 %	-
<i>Dermacentor reticulatus</i> (Fabricius, 1794)	0.78 %	-	14.29 %

Izračunom indeksa dominantnosti došli smo do zaključka da vrsta *Ixodes ricinus* pripada kategoriji eudominantnih vrsta i to u vrlo visokom postotku u cjelokupnom uzorku. Vrsta *Haemaphysalis concinna* pripada kategoriji dominantnih vrsta za područje šume I, na području šume II pripada kategoriji subdominantnim vrstama dok na livadi nije bila zabilježena. Vrsta *Dermacentor reticulatus* na području šume I pripada kategoriji subprecedentnih vrsta, na livadi kategoriji eudominantnih, dok na području šume II nije bila zabilježena. Utvrđena je signifikatna razlika u broju uzorkovanih krpelja na istraživanim postajama ( $\chi^2 = 331.82$ ,  $P < 0.05$ ), dok nema signifikatne razlike u broju krpelja uzorkovanih na postaji šuma I i šuma II ( $\chi^2 = 4.378$ ,  $P > 0.05$ ).

### 3.6. Opis najzanimljivije vrste krpelja u fauni Hrvatske

Vrsta *Haemaphysalis concinna* (Koch, 1844)

Rijetka vrsta koja se većinom naseljava listopadne i miješane šume umjerenog pojasa, razmjerno vlažna mjesta kao što su obale jezera i riječni bazeni (slika 16). Pronalazimo ga u šumama hrasta i graba sa šikarom koja raste na nižim razinama, na šumskim čistinama i na rubovima hrastove šume u lugovima breze i jasike te u šumama alpske tajge (Nosek, 1970). Za odrasle jedinke najvažniji domaćini su papkari, ali se isto tako mogu pronaći i na stoci, konjima, psima, mačkama i na zečevima. Ličinke i nimfe parazitiraju na pticama, jelenima, ježevima, krticama, rovkama, voluharicama, zečevima kao i na gmazovima, nimfe su također zabilježene i na ljudima (Nosek, 1970; Hillyard, 1996). Nekada je ova vrsta krpelja bila široko rasprostranjena u umjerenim šumama Euroazije, od Atlanskog oceana do Kine i Japana te u južnim državama bivšeg Sovjetskog saveza (Nosek, 1970). Danas je njegova distribucija reliktnog tipa te je ograničena na šume u kojima je okoliš relativno nepromijenjen. Najveći broj nalaza ove vrste zabilježen je u Francuskoj, u šumama Pariškog bazena, centralnoj Francuskoj, u blizini Španjolske granice, u zapadnoj Njemačkoj, te je pronađen i na sjeveru u blizini Hannovera, Luneburga i S-Hessena (Hillyard, 1996). U Hrvatskoj je zabilježena na otoku Krku, 35 jedinki u stadiju nimfi koje su pronašli pričvršćene na gušterima (Hassl, 2003) Svi stadiji su aktivni od ožujka do lipnja i onda opet u listopadu, te ih najčešće pronalazimo na jelenima u području vrata. Spolovi (jedinke) su obično na domaćinu pričvršćeni blizu jedni drugima i kopulacija se odvija na domaćinu u travnju. Mužjaci mogu biti brojniji od ženki, a ličinke i nimfe koje parazitiraju većinom na malim sisavcima su najbrojniji u lipnju i srpnju (Hillyard, 1996). Vrsta *H. concinna* je poznat kao vektor i rezervoar krpeljnog encefalitisa, bakterije *Francisella tularensis* uzročnika tularemije. U Aziji je važan kao vektor rikrecija uzrokujući Sibirski krpeljni tifus (Nosek, 1970).



Slika 16. *Haemaphysalis concinna* (fotografirao Marko Teni).

### 3.7. Opis najčešće vrste krpelja na području Mikleuša

*Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758)

Vrsta koja pripada porodici tvrdih krpelja te je široko rasprostranjena od Portugala do Rusije, od sjeverne Afrike na jugu pa sve do Skandinavije (slika 17). 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 *Ixodes ricinus* primarno naseljava listopadne i miješane šume Europe, ali može biti pronađen na različitim staništima koja osiguravaju njihov krvni obrok i relativnu vlažnost mikrookoliša (web 9). *Ixodes ricinus* pripada trorodnim krpeljima što znači da mu je za životni ciklus potrebna tri različita domaćina. 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 *I. ricinus* može trajati od jedne do 6 godina, ali obično traje dvije do tri godine. Svaki stadij se hrani na svakom domaćinu posebno, ali je moguće da se na jednom domaćinu pronađu sva tri različita stadija. Ličinke, nimfe i ženke parazitiraju obično na velikim ili na sisavcima srednje veličine kao što su ovce, krave, jeleni ili psi. Nimfe i ličinke se također hrane na malim sisavcima, pticama ili čak i na gmazovima (Hillyard, 1996). Primjerice na sjeveru Afrike nezreli krpelji se većinom hrane na gušterima (web 10). Mužjaci su rijetko pronađeni pričvršćeni na domaćinu (Hillyard, 1996). Ova vrsta krpelja također se može pronaći pričvršćena na čovjeku. *Ixodes ricinus* je poznat kao vektor za krpeljni encefalitis, tularemiju, lijamsku bolest, brojne rikrecije i za neke druge bolesti (web 9).



Slika 17. *Ixodes ricinus* (fotografirao Marko Teni).

## 4. RASPRAVA

Faunističko- ekološka istraživanja krpelja (Acari: Ixodidae) obavljena su tijekom 2011. godine od travnja do sredine rujna. Uzorkovanja su obavljena na području općine Mikleuš na 3 različita lokaliteta, od kojih su dva prekrivena šumskom vegetacijom a jedan livadom. Sakupljeno je ukupno 739 jedinki te je nakon determinacije utvrđeno da pripadaju u tri različite vrste (tablica 1). 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). Naziv vrste *Dermacentor pictus* je sinonim za vrstu *Dermacentor reticulatus* koja je uzorkovana tijekom 2011. godine na području Mikleuša. Dok je u fauni Hrvatske broj krpelja još uvijek nepoznat, jer se broj utvrđenih krpelja od jednog do drugog autora razlikuje. Naprimjer neki autori navode 6 rodova krpelja s desetak vrsta (Wikerhauser i Kutčić, 2006) a drugi bilježe i znatno veći broj vrsta i podvrsta (Oswald, 1941). Determinirane jedinke pripadale su vrstama *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna* i *Dermacentor reticulatus*. *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 bilo vidljivo i u ukupnom broju uzorkovanih krpelja gdje je činila 94.72 % svih uzorkovanih jedinki. Diskontinuirane šume i njezini rubovi u kojima je opažena divljač imaju gustu populaciju krpelja (Tovornik, 1976). Na području lokaliteta šume I i na području lokaliteta šuma II uz putove kojima je prolazila divljač bilo je uzorkovano puno više jedinki nego na ostalim dijelovima šume i na livadi. Na livadi krpelji su uzorkovani samo u travnju jer je narednih mjeseci livada bila pod antropogenim utjecajem u vidu košnje i paljenja korova te nakon toga krpelji nisu bili uzorkovani na tom području. Osim antropogenog utjecaja na mali broj uzorkovanih krpelja na livadi najviše utječe i nedostatak šumskog pokrova. Poznato je da šume hrasta i stare miješane šume bilježe najveću gustoću krpelja naročito vrste *Ixodes ricinus* koja nedostaje na otvorenim staništima i homogenim mladim šumama (Lindström i Jaenson 2003). Analiza sezonske dinamike pokazuje da vrsta *Ixodes ricinus* bilježi najveći broj jedinki u stadiju imaga u srpnju što odstupa od ranijih analiza sezonske dinamike ove vrste u Hrvatskoj. Budući da je najveća brojnost ove vrste utvrđena u ožujku i travnju na području sjeverne Hrvatske (Tovornik, 1976). Najvjerojatniji razlog za ovo neslaganje u sezonskoj dinamici nalazi se u činjenici da smo tijekom travnja i

svibnja obavili samo jedno uzorkovanje a tijekom srpnja dva terenska uzorkovanja a to potvrđuje i mala razlika u broju uzorkovanih imaga između travnja, svibnja i srpnja. Vrsta *Dermacentor reticulatus* osim u Miklešu uzorkovana je i na području srednje Posavine gdje je ova vrsta utvrđena kao potencijalni rezervoar tularemije s obzirom da je iz ove vrste izolirana *Francisella tularensis*. Posebnost ovih istraživanja čini nalaz vrste *Haemaphysalis concinna* s obzirom da je ova vrsta reliktna i boravi na šumskim staništima bez vidljivih znakova degradacije, te može poslužiti kao indikator očuvanosti staništa (Hillyard, 1996). Nalaz velikog broja ličinki vrste *Ixodes ricinus* u kolovozu u Miklešu teško se može usporediti sa sličnim istraživanjima ličinki u Hrvatskoj s obzirom da ne postoji pravilnost u njihovom uzorkovanju jer zbog malih dimenzija vrlo često izmaknu pretrazi, te se radi toga nalazi o njihovoj brojnosti razlikuju (Mikačić, 1965). Vremenske prilike bile su nepovoljne što je utjecalo na brojnost odraslih jedinki tijekom istraživanih mjeseci što je vidljivo iz izvješća Državnog hidrometeorološkog zavoda (web 11). Srednja godišnja temperatura zraka u 2011. godini na području Hrvatske bila je viša od višegodišnjeg prosjeka (1961.-1990.) (slika 18). Dok je analiza godišnjih količina oborina koje su izražene u % višegodišnjeg prosjeka (1961.-1990.) pokazala je da u 2011. godini u cijeloj Hrvatskoj, izuzevši Komižu, oborine su bile manje od prosjeka (slika 19). Veći dio kontinentalne Hrvatske kao i Jadrana nalazi se u kategoriji ekstremno sušno. U mjesecu travnju srednja temperatura zraka bila je viša od prosjeka te je bila u kategoriji toplo u usporedbi s vrijednostima višegodišnjih mjerenja (1961-1990) (slika 20). Oborina na istraživanom području bilo je puno manje od prosjeka te je u percentilima bila u kategoriji vrlo suho (slika 21). Srednja temperatura zraka i količina oborina u svibnju su bili u okvirima normalnih vrijednosti (slike 22 i 23). Lipanj je bio topliji od prosjeka i padalina je bilo također manje nego što je prosjek za ovaj mjesec (slike 24 i 25). Srpanj je bio topliji od prosjeka s normalnom količinom padalina (slike 26 i 27). Kolovoz i rujanj su bili ekstremno topli (slike 28 i 30), suhi i vrlo suhi što je nepovoljno utjecalo na broj odraslih uzorkovanih jedinki na istraživanim područjima (slike 29 i 31). Također analiza oborina za jesen 2011. godine je pokazala da je oborina bilo manje od prosjeka te je istraživano područje pripadalo kategoriji ekstremno sušno (slika 32). *Ixodes ricinus* pokazuje da je najmanje osjetljiv na temperaturu (Ploj, 2007) što je bilo vidljivo i iz rezultata uzorkovanja jer je broj uzorkovanih krpelja i dalje ostao vrlo visok. Neparazitska faza vrste *Ixodes ricinus* traži vlažnost od barem 80-85 % na podnožju vegetacije. Tijekom vremena traženja domaćina kada se krpelj penje na vegetaciju su posebno ranjivi na nisku vlažnost zraka. Ličinke su osjetljivije od odraslih i nimfi i na visoku i na nisku temperaturu kao i na

isušivanje (Lindgren i Jaenson 2006). Tijekom kolovoza koji je bio ekstremno topao i vrlo suh uzorkovali smo najveći broj ličinki krpelja što nam pokazuje da unatoč visokim temperaturama i malim padalinama mikrokoliš je bio pogodan za rast i razvoj ličinki krpelja. Krpelj detektira domaćina tjelesno (vibracije, temperatura), pomoću mirisa (ugljičkov dioksid, amonijak, mliječna kiselina i pomoću drugih specifičnih mirisa), vizualno kao što su sjene te im je za prijelaz na domaćina potreban direktan kontakt (Stafford, 2007). U vezi s tim činjenicama najuspješnija metoda uzorkovanja se pokazala krpeljna zatega kojom smo direktno, fizičkim putem sakupljali krpelje s vegetacije. Od ukupnog broja uzorkovanih krpelja 707 krpelja je uzorkovano ovom metodom dok je zamkama koje su bile natopljene maslačnom kiselinom sakupljeno 23 jedinice od ukupno 739 koji uključuje krpelje koji su bili sakupljeni s pasa i mačaka. Porastom globalnih temperatura pretpostavlja se da će doći do promjena u padalinama i režimu vjetra, te će to dovesti do produženja vegetacijske sezone što će u konačnici utjecati na distribuciju i gustoću populacije krpelja te njihovih patogena (Lindgren i Jaenson, 2006).

## 5. ZAKLJUČAK

Na području istočne Hrvatske prvi puta je utvrđena reliktna vrsta krpelja *Haemaphysalis concinna* koja je indikator očuvanosti šumskih staništa, ukazujući na to da šume u okolici Mikleuša nisu podvrgnute prevelikom antropogenom utjecaju.

Najdominantnija vrsta na sva tri lokaliteta je *Ixodes ricinus* koja pripada kategoriji eudominantnih vrsta.

Veliki postotak vrste *Ixodes ricinus* od 97,2% u uzorku ukazuje na malu raznolikost faune krpelja, najvjerojatnije kao posljedica općeg zatopljenja s obzirom da su druge vrste krpelja puno osjetljivije na promjene stanišnih uvjeta uzrokovanih promjenom temperature. Što potvrđuje i najveći broj uzorkovanih krpelja na oba šumska lokaliteta.

Zbog načina života i obrazaca ponašanja najuspješnija metoda uzorkovanja se pokazala metoda krpeljne zatege s 95.66 % uzorkovanih krpelja, s obzirom da krpelji ne traže aktivno domadara, nego pasivno borave na okolnoj vegetaciji prihvaćajući se za domadare u prolazu.

Unatoč visokim temperaturama i osjetljivosti krpelja na nedostatak vlažnosti, najveći broj krpelja uzorkovan je u stadiju ličinke, početkom kolovoza kao posljedica obilnih padalina s kraja srpnja mjeseca.

Vrsta koja je prisutna kroz sve mjesece istraživanja je *Ixodes ricinus*, s trendom smanjenja broja imaga od proljeća prema jeseni.



## 6. LITERATURA

1. Begovac J., Božinović D., Lisić M., Baršić B., Schönwald S. 2006. Infektologija. Profil international, Zagreb, pp. 792.
2. Borčić, B., Aleraj, B., Žutić, M. i Mikačić D. 1978. Uloga krpelja (Ixodidae) u održavanju prirodnog žarišta tularemije u srednjoj Posavini. Veterinarski arhiv, 48 (6), 277-283.
3. Dubrešić P. 1988. Upoznavanje i istraživanje kopnenih člankonožaca, Mala ekološka biblioteka 4, Zagreb, pp. 60, 68-71.
4. Földvári G., Farkas R. 2005. Ixodid tick species attaching to dogs in Hungary. Veterinary Parasitology 129 (2005) 125-131.
5. Goodman L.J., Dennis T.D., Sonenshine E.D. 2005. Tick-borne diseases of humans. ASM Press, Washington, pp. 401.
6. Gray J., Zintl A., Hildebrandt A., Humfeld K.P., Weiss L. 2010. Zoonotic babesiosis: Overview of the disease and novel aspects of pathogen identity. Tick and tick-borne diseases 1 3-10.
7. Grubišić A. 2004. Hi-kvadrat test i njegove primjene. Seminarski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, pp. 28.
8. Hassl, A. 2003. Ectoparasite of lizards and possible vector: the mammal hard tick *Haemaphysalis concinna* Koch, 1844. Herpetozoa 16, 86-88.
9. Hill A.C. and MacDonald F.J. 2006. The biology and medical importance of ticks in Indiana. Purdue extension E-243-W.
10. Hillyard, P.D. (1996) Ticks of North-West Europe. (New series), vol. 52. In Barnes, R.S.K., Crothers, J.H. (Eds.). Synopses of the British Fauna, Field Studies Council, Shrewsbury, p. 178.
11. Hornok S., Farkas R. 2009. Influence of biotope on the distribution and peak activity of questing ixodid ticks in Hungary. Medical and Veterinary Entomology (2009) 23, 41-46.
12. Jaenson G.T.T. & Jensen J.K. 2007. Records of ticks (Acari, Ixodidae) from the Faroe Islands. Norwegian Journal of Entomology, 54, 11-15.

13. Jongejan, F. and Uilenberg, G. 2004. The global importance of ticks. *Parasitology* 129, 3-14.
14. Lane P.R. and Crosskey R. W. 1993. *Medical Insects and Arachnids*. Chapman and Hall, London, pp.723.
15. 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.
16. Lindström, A. and Jaenson T.G.T. 2003. Distribution of the Common Tick, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in Different Vegetation Types in Southern Sweden. *Journal of Medical Entomology*, 40 (4): 375-378.
17. Matoničkin I. 1981. *Beskralješnjaci*. Biologija viših avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, pp. 650.
18. Mikačić D. 1965. Krpelji Primorskog pojasa Jugoslavije III. Rasprostranjenost i dinamika pojedinih vrsta u toku godine. *Veterinarski arhiv*, 35 (7-8): 155-170.
19. Nosek, Josef. 1970. The Ecology, Bionomics and Behaviour of *Haemaphysalis* (*Haemaphysalis*) *concinna* Tick. *Z. Parasitenk.* 36, 233-241 (1971).
20. Odum, P.E. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, pp. 574.
21. Oswald, B. 1941. O nosiocima krpelja u Jugoslaviji. *Veterinarski arhiv*, 11 (4): 160-165.
22. Pavlić I. 1971. *Statistička teorija i primjena*. Tehnička knjiga, Zagreb, pp. 343.
23. Ploj, M. 2007. Occurrence of ticks (Acarina: Ixodidae) and their development in Prekmurje (Lendavsko Dolinsko). *Diplomsko delo, Odelek za biologijo Biotehniška fakulteta, Univerza V Ljubljani*, pp. 69.
24. Stafford C.K. 2007. *Tick Management Handbook*. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, pp. 78.
25. Süß, Jochen. 2011. Tick-borne encephalitis 2010. Epidemiology, risk areas, and virus strains in Europe and Asia—An overview. *Ticks and Tick-borne diseases* 2 (2011) 2-15.

26. Tovornik, D. 1976. Seasonal and diurnal periodicity of the tick *Ixodes ricinus* L. in the Pannonian tick-borne encephalitis focus (Stara Ves). Rad JAZU, Knjiga 372, 99-103.

27. Wikerhauser T., Kutičić V. 2006. Parazitske bolesti pasa i mačaka. Školska knjiga, Zagreb, pp. 59.

#### WEB STRANICE:

Web 1. <http://extension.entm.purdue.edu/publications/E-243.pdf> (19.01.2012).

Web 2. <http://www.ct.gov/caes/lib/caes/documents/publications/bulletins/b1010.pdf> (19.01.2012).

Web 3. <http://meduni09.edis.at/eucalb/cms/images/stories/new/fig022fig020.htm> (19.01.2012).

Web 4. [http://meduni09.edis.at/eucalb/cms/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1](http://meduni09.edis.at/eucalb/cms/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1) (19.01.2012).

Web 5. <http://www.zdravlje.hr/clanak.php?id=12674> (22.11.2011).

Web 6. <http://www.tickbitepreventionweek.org/downloads/DiagnosisandTreatmentofLymeBorreliosisJan2012.pdf> (22.11.2011).

Web 7. <http://www.ct.gov/caes/lib/caes/documents/publications/bulletins/b1010.pdf> (19.01.2012).

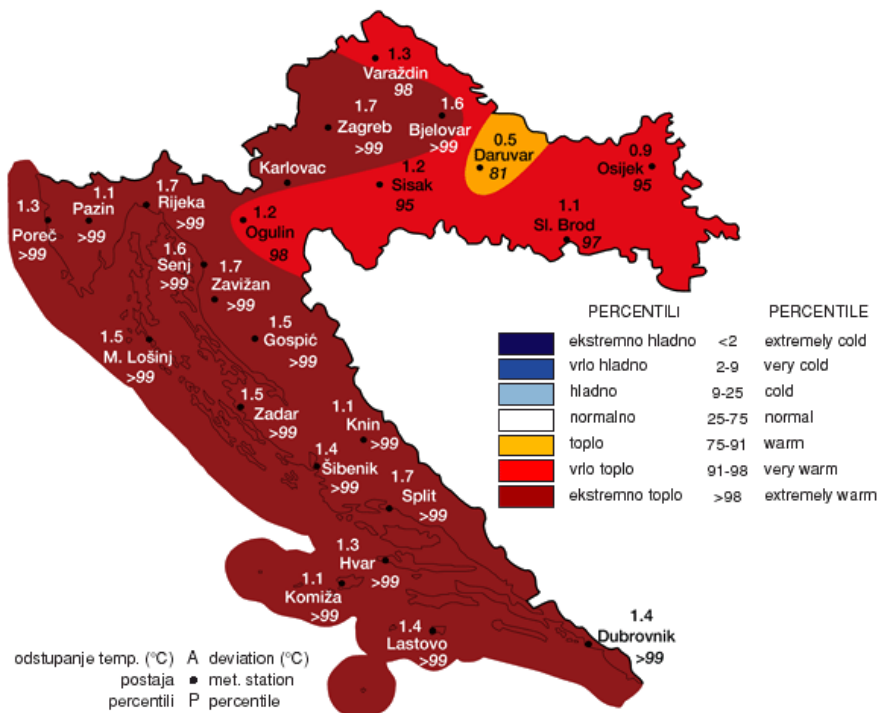
Web 8. <http://www.google.com/earth/index.html> (18.03.2012).

Web 9. [http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/ixodes\\_ricinus/Pages/index.aspx](http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/ixodes_ricinus/Pages/index.aspx) (3.3.2012).

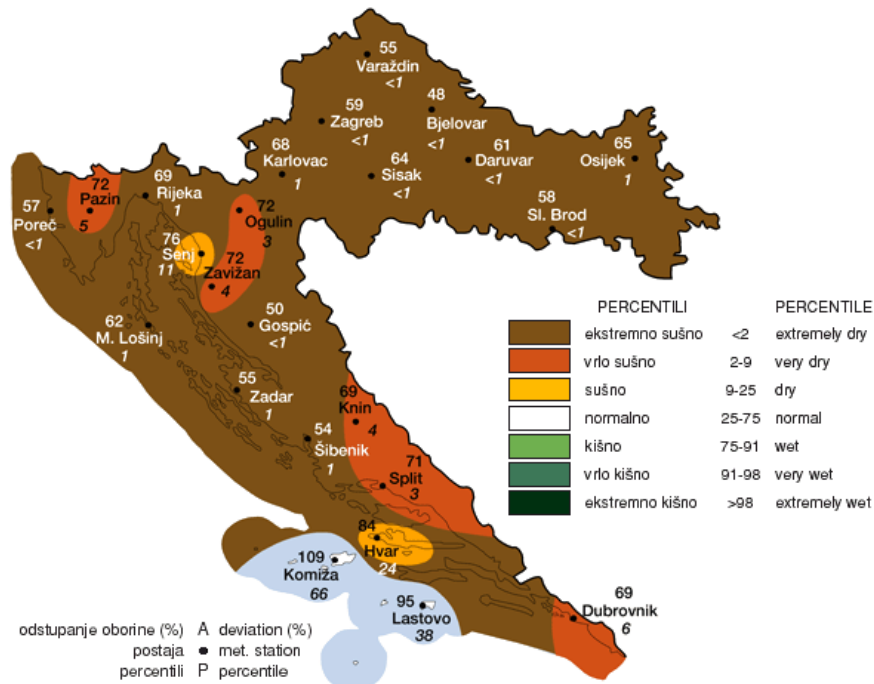
Web 10. <http://www.kolonin.org/1.html> (3.3.2012).

Web 11. <http://klima.hr/klima.php?id=ocjgodina&param=> (1.04.2012).

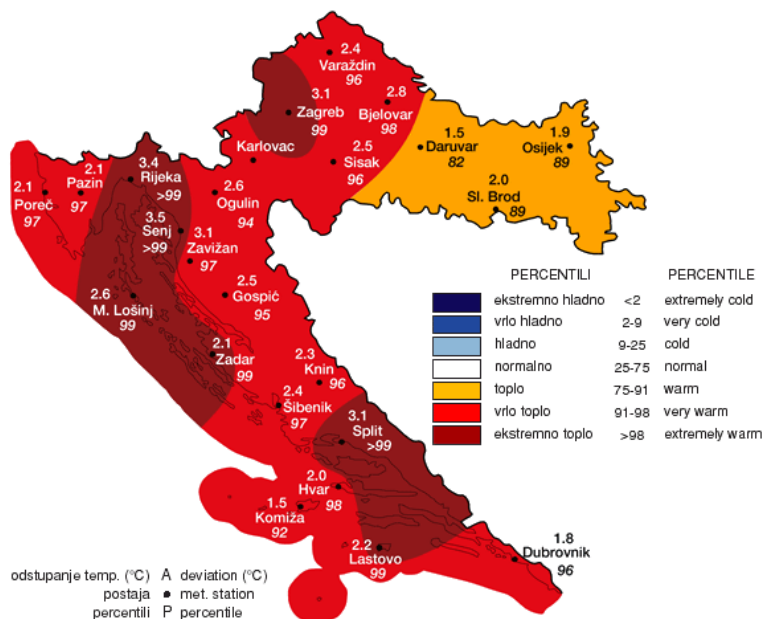
## 7. PRILOZI



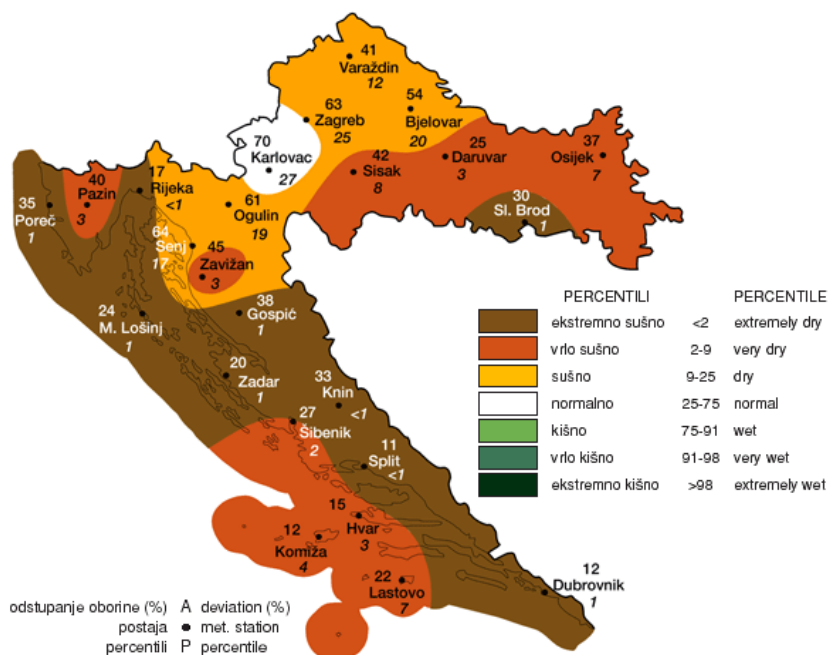
Slika 18. Odstupanje srednje temperature zraka u 2011. godini.



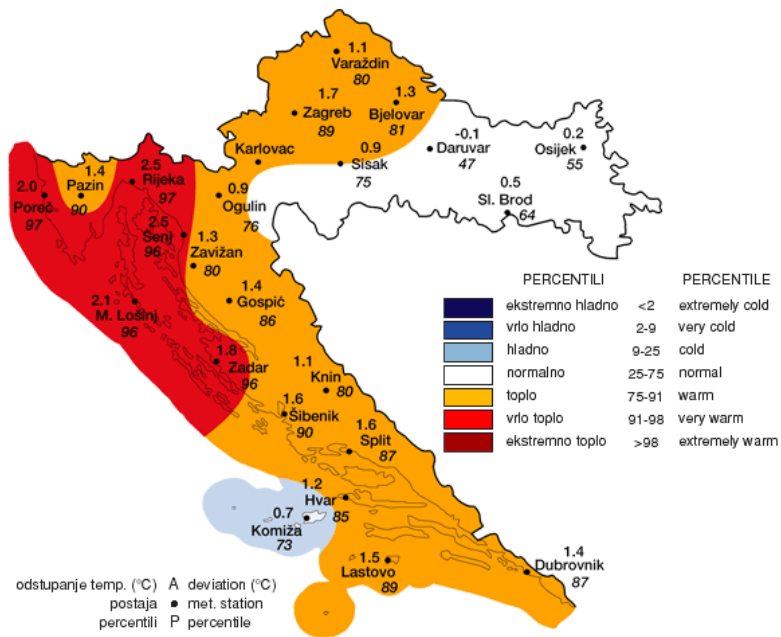
Slika 19. Odstupanje količine oborine u 2011. godini.



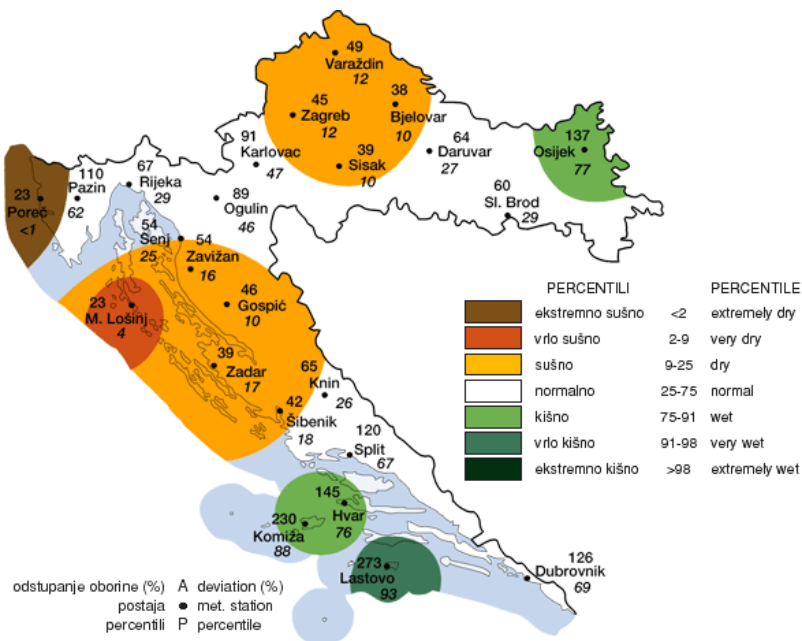
Slika 20. Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u travnju 2011. od prosječnih vrijednosti (1961-1990.).



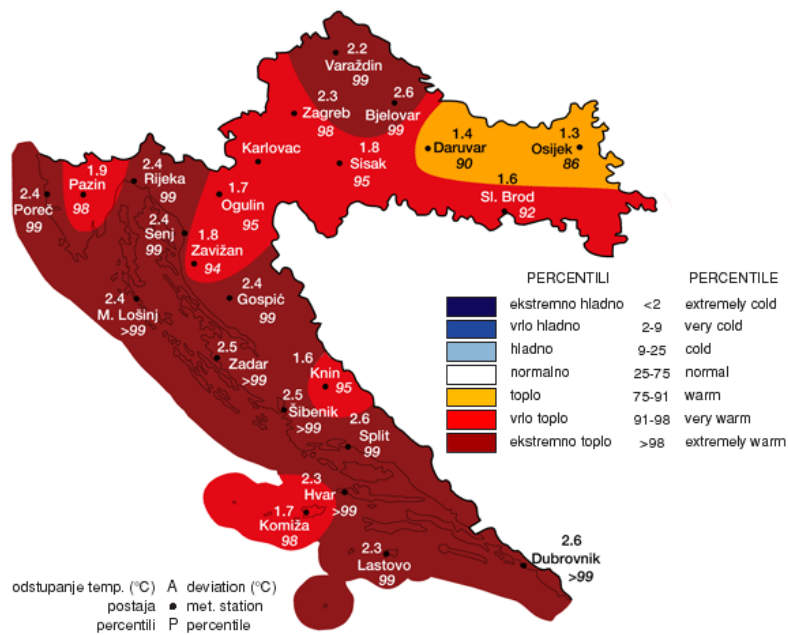
Slika 21. Količine oborine u travnju 2011. izražena u % višegodišnjeg (1961-1990.) odgovarajućeg mjesečnog srednjaka.



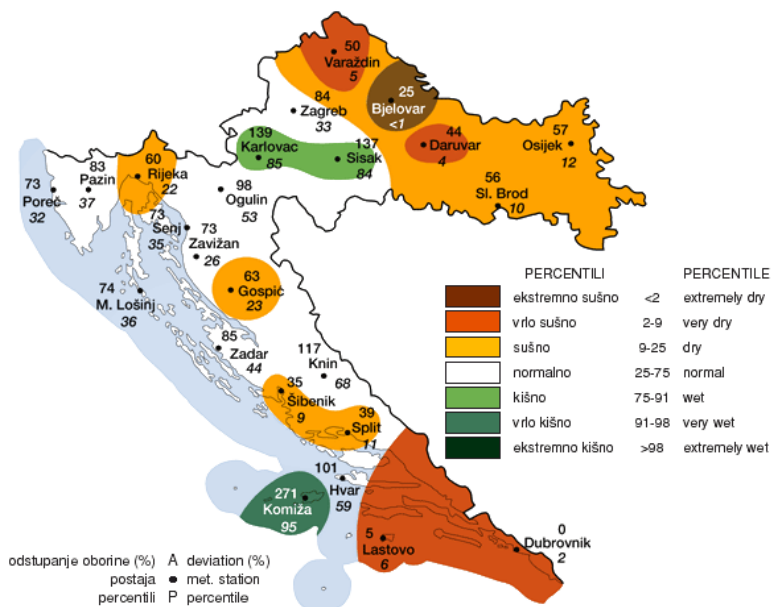
Slika 22. Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u svibnju 2011. od prosječnih vrijednosti (1961-1990.).



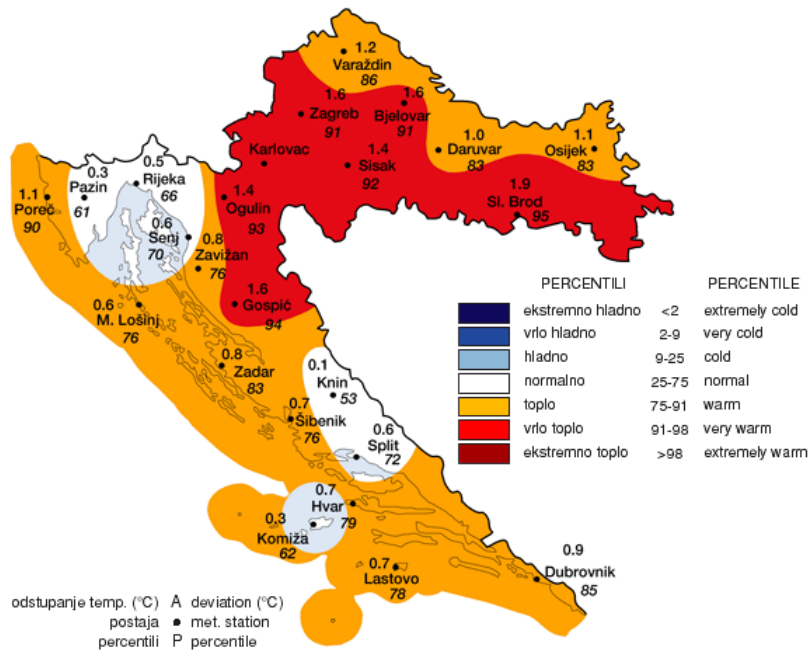
Slika 23. Količine oborine u svibnju 2011. izražena u % višegodišnjeg (1961-1990.) odgovarajućeg mjesečnog srednjaka.



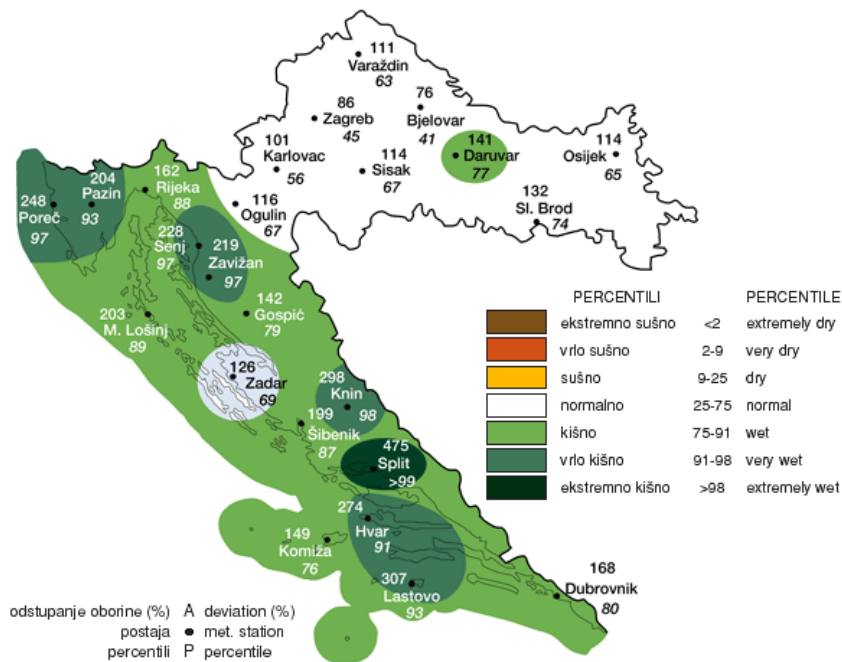
Slika 24. Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u lipnju 2011. od prosječnih vrijednosti (1961-1990.).



Slika 25. Količine oborine u lipnju 2011. izražena u % višegodišnjeg (1961-1990.) odgovarajućeg mjesečnog srednjaka.

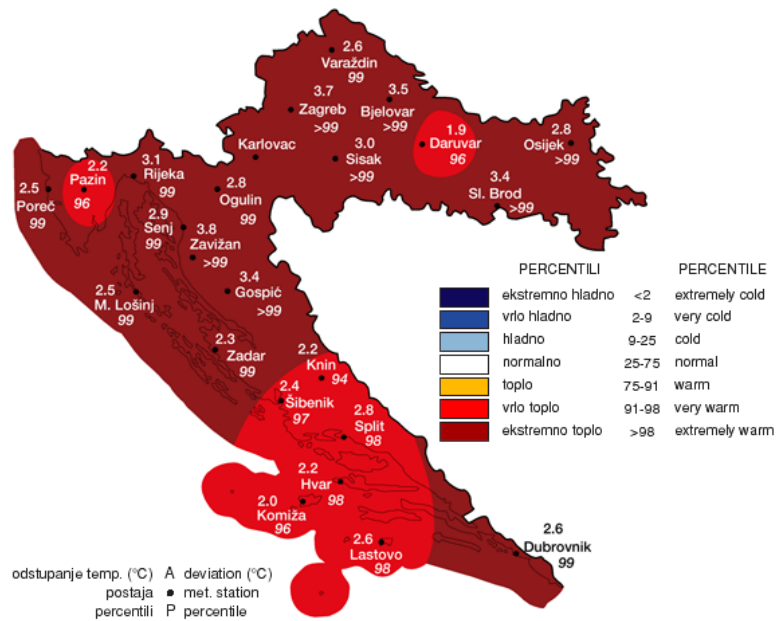


Slika 26. Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u srpnju 2011. od prosječnih vrijednosti (1961-1990.).

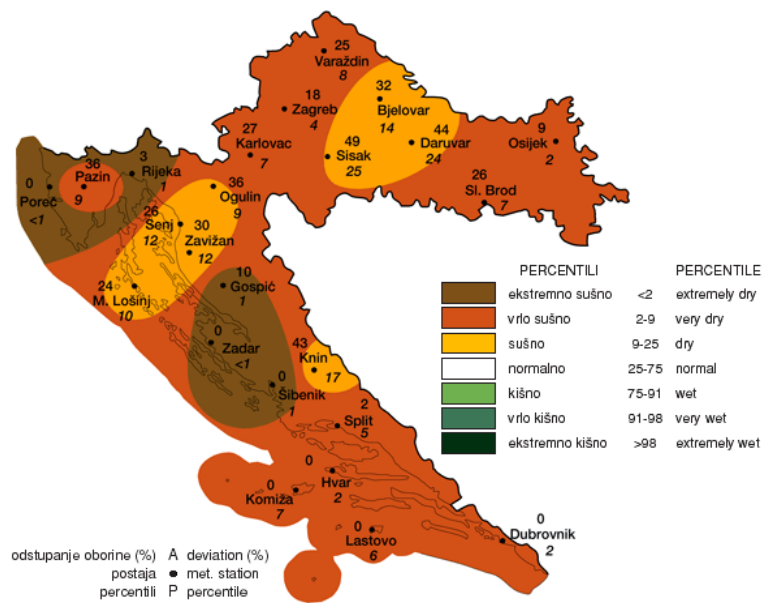


Slika 27. Količine oborine u srpnju 2011. izražena u % višegodišnjeg (1961-1990.) odgovarajućeg mjesečnog srednjaka.

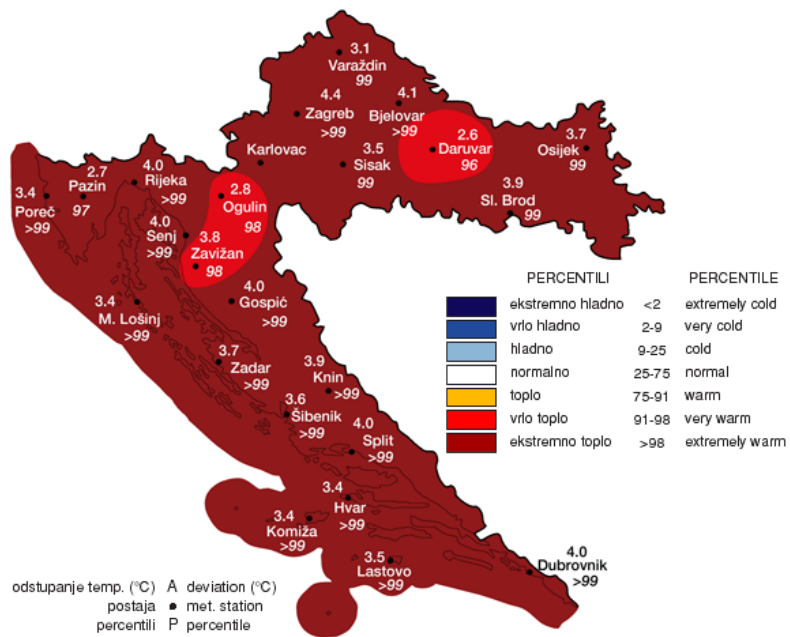




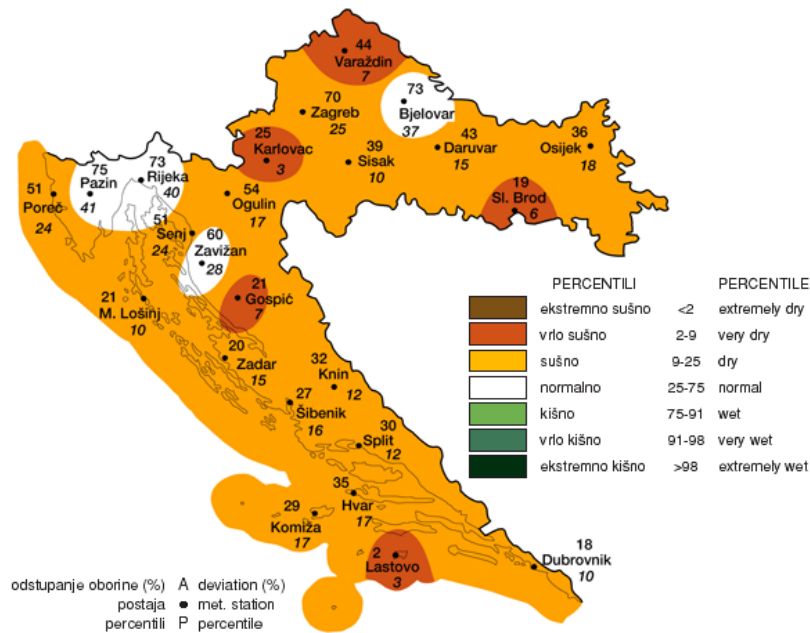
Slika 28. Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u kolovozu 2011. od prosječnih vrijednosti (1961-1990.).



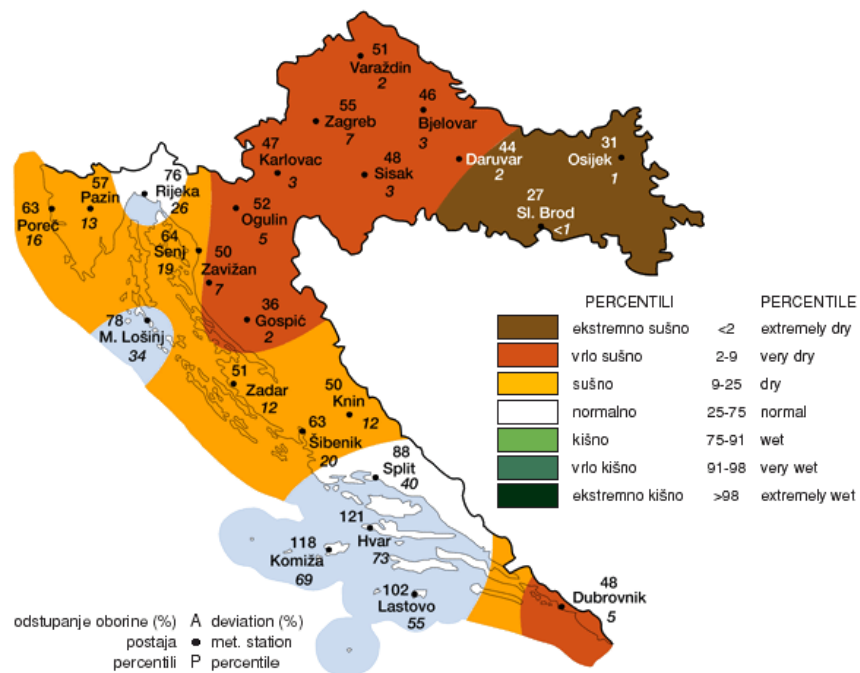
29. Količine oborine u kolovozu 2011. izražena u % višegodišnjeg (1961-1990.) odgovarajućeg mjesečnog srednjaka.



Slika 30. Odstupanje srednje mjesečne temperature zraka (°C) u rujnu 2011. od prosječnih vrijednosti (1961-1990.).



Slika 31. Količine oborine u rujnu 2011. izražena u % višegodišnjeg (1961-1990.) odgovarajućeg mjesečnog srednjaka.



Slika 32. Količine oborine za jesen 2011. izražena u % višegodišnjeg (1961-1990.) odgovarajućeg mjesečnog srednjaka.