



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO – MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU I EKOLOGIJU



Mr Daliborka Stanković

Rasprostranjenost Haemosporidia u populacijama
migratornih i sedentarnih vrsta ptica pevačica
(Passeriformes) u Srbiji

-Doktorska disertacija-

Novi Sad, 2018.

*...Zapamti li se miris ptičijeg perja
i pokislog na putu praha
i junskog slatkog lipovog daha...*

Mirisi,
Desanka Maksimović

ZAHVALNICA

Nikada se ne možemo dovoljno zahvaliti onima koji su nam pomogli. Na neki način i dobro je što je tako, jer ćemo ih uvek za mrvicu više ceniti i poštovati nego druge. Kao autor ove dugo valjane doktorske disertacije želim da se zahvalim:

✍ mentoru dr Laslu Baršiju, docentu na Departmanu za biologiju i ekologiju, PMFa u Novom Sadu, koji je bio mentor onako kako bi ga „mali Perica“ zamislio. Verovao je da ja mogu da „izguram“ ovu temu do kraja i pristao da bude metor iako ni samome krvni praziti ptica nisu bliski. Čak i kada nisam imala volje i želje ili mogućnosti da krenem napred, bodrio me je. Mnogo mi je pomogao oko organizacije rezultata, poglavlja, literature. Razumevao je moje probleme oko laboratorijskog dela i stalno me hrabrio. Svojim komentarima na rukopis pomogao mi je da ovaj rad izgleda – pa, savršeno.

✍ Članu komisije i prijateljici dr Oliveri Bjelić Čabrio, vanrednoj profesorki na Departmanu za biologiju i ekologiju, PMFa u Novom Sadu, koja je uvek bila dostupna za mene i pomagala mi da pronađem odgovore na teška pitanja u vezi hemosporidija, hrabrila me, čitala poglavlja ponekad i preko reda i davala neprocenive komentare.

✍ Članu komisije dr Snežani Tomanović, višem naučnom saradniku na Institutu za medicinska istraživanja, Univerziteta u Beogradu, pre svega što je pristala da bude član, a zatim i na korisnim savetima oko organizacije rezultata i konstruktivnim komentarima na rukopis.

✍ Predsedniku komisije dr Ivi Karamanu, redovnom profesoru na Departmanu za biologiju i ekologiju, PMFa u Novom Sadu, koji je bez razmišljanja pristao da bude deo komisije koja ocenjuje nešto što se tek razvija kod nas, što je novo i nepoznato.

✍ Dragom prijatelju i kolegi Marku Rakoviću, kustosu ornitologu u Prirodnjačkim muzeju u Beogradu bez čije terenske pomoći i podrške nikada ne bih uspela da uhvatim i „iscedim“ 202 ptice, a kasnije obradim sekvence i dobijem fenomenalne rezultate.

✍ dr Branki Petković, naučnom savetniku sa Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ u Beogradu, na nesebičnoj i velikoj pomoći oko statističke obrade rezultata.

✍ Dragoj kolegini i prijateljici dr Ivani Novčić, predavaču na Kean Univerzitetu u Nju Džersiju, SAD, na korisnim savetima i pomoći oko dodatne statističke obrade rezultata.

✍ Dr Ivani Živković, stručnoj saradnici u nastavi na Biološkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, na ljubaznosti i pomoći da u Botaničkoj bašti, na mikroskopu sa kamerom pregledam i fotografiram brojne krvne razmaze ptica.

✍ Dr profesoru Staffanu Beneshu, na ljubaznosti i mogućnosti da molekularni deo svog doktorata odradim u njegovoj laboratoriji za molekularnu ekologiju i evoluciju, na Departmanu za Biologiju, Univerziteta u Lundu, u Švedskoj. Beskrajno sam mu zahvalna na pomoći oko sređivanja sekvenci i podataka i što mi je zapravo pomogao da proniknem u svet i tajne avijarne malarije.

✍ Jane Jönsson, diplomiranom biologu i šefici laboratorije za molekularnu ekologiju i evoluciju, na Departmanu za Biologiju, Univerziteta u Lundu, bez čije pomoći nikada ne bih za tako kratko vreme naučila kako da na bezbedan način izolujem DNK, savladam PCR i deo sekvencioniranja. Znanje i prijateljstvo koje sam tom prilikom stekla, neprocenjivi su za mene do kraja života.

✍ Dr Olgici Đurković Đaković, rukovodiocu Grupe za parazitologiju Instituta za medicinska istraživanja, Univerziteta u Beogradu uz čije sam dopuštenje u laboratoriji IMIja uradila deo izolacije DNK.

✍ Dr Milanu Paunoviću, direktoru Prirodnjačkog muzeja na podršci i razumevanju.

✍ Saši Preadoviću i Zoranu Mečaninu na ustupljenim i fenomenalnim fotografijama ptica.

✍ Na kraju najviše zahvalnosti dugujem svojoj porodici na ljubavi i podršci i jer su svi na neki način doprineli da izradu doktorata privedem kraju i da se zajedno sa mnom raduju tome! Veliko hvala dugujem mojim roditeljima na podršci, veri i finasijskim mometima koje su imali za mene tokom čitavog mog školovanja, od vrtića do doktorata. Mome mužu, koji je sve razumeo: i da analize ovde ne mogu da uradim i da moram da idem preko „pola sveta“ – u Švedsku, i da na tom putu moram povesti i naše malo dete i da to sve moramo sami finasirati i terenska odsustva u kojima je vrlo često i sam bio akter i moja neprospavana jutra tokom pisanja.... Našem Zlatu koje je stoički podnelo odvajanje od kuće i odlazak u Lund kako bi mama završila analize preko potrebne za njen doktorat. Svekrvi, na razumevanju, nesebičnoj pomoći i što je pošla sa nama i pre nego što je shvatila šta se zapravo dešava. I naravno, svekru koji je sve to podržao.

Pančevo, 28.06.2017.

Daliborka Stanković

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Opšti deo	3
2.1. Parazitizam kod divljih ptica.....	3
2.2. Malarija kod ptica.....	5
2.3. Karakteristike avijarnih hemosporidija	12
2.3.1. Životni ciklus vrsta rodova <i>Haemoprotus</i> , <i>Plasmodium</i> i <i>Leucocytozoon</i>	12
2.3.2. Uloga migratornog sistema u infekciji hemosporidijama.....	13
2.3.3. Uticaj biotičkih faktora na zaraženost ptica	14
2.3.4. Metode za dokazivnje prisustva krvnih parazita ptica.....	16
2.3.5. Rod <i>Haemoproteus</i>	17
2.3.6. Rod <i>Plasmodium</i>	20
2.3.7. Rod <i>Leucocytozoon</i>	23
2.4. Ispitivano područje.....	26
2.4. 1. Ludaško jezero.....	28
2.4.2. Akumulacija Gruža.....	29
2.4.3. Deliblatska peščara	30
2.4.4. Planina Tara.....	32
2.4.5. Ponjavica	33
2.4.6. Ribnjak Mala Vrbica	34
2.4.7. Planina Rtanj – podnožje.....	35
2.5. Pregled i karakteristike ispitivanih vrsta ptica	37
3. Materijal i metode	55
3.1. Terenski rad.....	55
3.2. Laboratorijski rad	56
3.3. Statistička obrada rezultata.....	60
4. Rezultati	61
4.1. Prevalenca	68
4.1.1. Razlika u prevalenci u odnosu na migratorni status domaćina	69
4.1.2. Razlika u prevalenci u odnosu na pol i migratorni status vrsta	72
4.1.3. Razlike u prevalenci u odnosu na lokalitet i migratorni status vrsta	74
4.1.4. Razlike u zarazi u odnosu na lokalitet i godinu istraživanja	83
4.2. Parazitemija.....	88

5. Diskusija	96
6. Zaključci	103
7. Literatura.....	106

1. Uvod

Ptice, kao i mnoge životinje, žive u složenim uslovima sredine u kojoj su izložene širokom spektru endo i egzo parazita, pri čemu su naročito ugrožene migratorne vrste. Endoparaziti po svojoj prirodi, putuju zajedno sa svojim domaćinom, prateći migratorne ptice preko kontinenta od mesta gnežđenja do mesta zimovanja i nazad. Na taj način endoparaziti mogu obezbediti sebi mogućnost proširenja i na druge geografske oblasti uz odgovarajuće ekološke uslove (odgovarajući vekori, temperatura i vlažnost vazduha).

Hemosporidije (rodovi *Haemoproteus*, *Plasmodium* i *Leucocytozoon*) koje izazivaju avijarnu malariju, široko su rasprostranjeni krvni paraziti u populacijama divljih vrsta ptica. Avijarna malarija je kao relativno česta infektivna bolest zabeležena čak kod 68% ispitanih ptičijih vrsta (Atkinson i van Riper, 1991), a od toga je 1/5 ispitivanih ptica selica zaražena barem jednom vrstom iz tri roda hemosporidija. Vrste rodova *Haemoproteus* i *Plasmodium* se najviše javljaju kod ptica iz reda pevačica (Passeriformes) u preko 70 porodica, dok je *Leucocytozoon* zastupljeniji kod ptica vodenih staništa, golubova, koka, grabljivica i nojeva (Valkiūnas, 2005). Iako se *Plasmodium* i *Haemoproteus*, smatraju češćim, zapravo najčešća hemosporidija je *Leucocytozoon*, koji se usled teže detekcije smatra retkim.

Polazna hipoteza u radu bila utvrđivanje prisustva parazita, učestalosti zaraze i intenziteta zaraženosti (parazitemije) kod ptica pevačica koje pripadaju grupi stanicarica, selica ili delimičnih selica na različitim lokalitetima u Srbiji.

Predmet istraživanja bio je utvrđivanje prisustva hemosporidija iz rodova *Haemoproteus*, *Plasmodium* i *Leucocytozoon* u populacijama stanicarica, selica i delimičnih selica u Srbiji tokom sezone gnežđenja. S obzirom da su istraživanjem komparativno obuhvaćeni različiti tipovi lokaliteta (močvarni, šumski i planinski), prvi zadatak bio je utvrđivanje prevalencije i identifikacija hemosporidija do nivoa roda, vrste ili loze na osnovu „nested“ PCR metode, za izolaciju parazitskog citohrom *b* gena iz DNK krvi domaćina, kod sve tri ekološke grupe ptica na ispitivanim lokalitetima. Drugi zadatak je bio utvrđivanje parazitemije, pregledanjem krvnih razmaza pod mikroskopom.

Osnovni cilj ovog rada, na osnovu rezultata prevalencije i parazitemije, bilo je utvrđivanje postojanja zavisnosti između migratornog statusa, starosti i pola ispitivanih vrsta domaćina i parazita iz reda Hemosporida.

Budući da je jedan od ciljeva određivanje učestalosti parazitskih loza u populacijama ispitivanih ptica pevačica u Srbiji, ideja je bila i da se ustanovi da li su dobijene loze parazita

jedinstvene za svoje domaćine ili se prenose i razmenjuju između različitih ekoloških grupa ptica na gnezdećim teritorijama.

Dobijeni rezultati će svakako doprineti boljem saznanju o distribuciji hemosporidija u Srbiji, tipovima loza i njihovoj učestalosti kod različitih ekoloških grupa ptica, međutim tu svakako ne treba stati, već istraživanje nastaviti i proširiti i na vektorske vrste.

2. Opšti deo

2.1 Parazitizam kod divljih ptica

Parazitizam se definiše na mnogo načina, ali u smislu bolesti živih organizama, obično se misli na obligatornu trofičku zajednicu između jedinki dve vrste u kojoj se jedna (parazit) hrani na račun druge jedinke (domaćina) – živog organizma (Wobeser 2008). Smatra se da je parazitizam toliko čest u prirodi, da verovatno postoji više parazitskih vrsta nego svih ostalih neparazitskih vrsta zajedno (Price 1977). Kao dokaz tome, procene prikazane u istraživanju Price (1977) ukazuju da od svih organizama koji danas postoje, više od 50% vrsta su paraziti. Osim toga, Price (1977) smatra da od svih poznatih životinja na Zemlji oko $\frac{3}{4}$ čine insekti, od kojih je barem polovina parazitska, a kada se tom broju pridoda i druga grupa parazitskih životinja kao što su nematode, kopepode, pljosnati crvi, krpelji, grinje i protozoe, jasno je da je parazitizam, kao način ishrane češći nego sve druge strategije zajedno.

Endoparaziti po svojoj prirodi, putuju zajedno sa svojim domaćinom. Migratorne ptice putujući preko kontinentata, od mesta gnežđenja do mesta zimovanja i obrnuto, parazitima pružaju mogućnost da se prošire i na druge geografske oblasti. Uspešnost rasprostranjenja zavisi od sposobnosti parazita da se adaptiraju na nove uslove sredine i nove domaćine (Wood i Cosgrove 2006). Paraziti ptica obično izazivaju hronične infekcije u populacijama divljih vrsta sa recidivima koji se ispoljavaju tokom stresnog perioda domaćina, a naročito tokom gnežđenja (Atkinson i van Riper 1991; Weatherhead i Bennett 1991). Istraživanja parazitizma obavljena na američkoj crvenokriloj vugi (*Agelaius phoeniceus*) pokazuju da prisustvo i intenzitet parazitskih infekcija variraju sezonski, a da kod mužjaka prisustvo parazita raste još i sa starošću. Nije ustanovljeno da li prisustvo parazita varira po staništima (Weatherhead i Bennett 1991).

Diverzitet parazita i različiti načini i mehanizmi kojima deluju na ptice, otežavaju merenje njihovog uticaja na domaćina (Wobeser 2008). Uticaj parazita na svoje domaćine je teško meriti, ali upotreba energije kao jedinice mere može doprineti da se razume kako su nastali troškovi, zašto ptice moraju da prave kompromise između njihove izloženosti i otpornosti prema parazitima i kako zaraženost može da utiče na osnovne životne cikluse kao što su reprodukcija i osetljivost na predatore (Wobeser 2008). Atkinson i Van Riper (1991) smatraju da se rasprostranjenost parazita nalazi pod kontrolom imunološkog kapaciteta domaćina koji ili sprečava nastanak parazitske infekcije ili uklanja onu koja se uspostavila. U nekim

studijama o štetnom uticaju parazita na reproduktivni uspeh u populacijama divljih ptica, pokazano je da ukoliko su jedinke zaražene parazitima *Haemoproteus* i/ili *Leucocytozoon* i tretirane pre perioda inkubacije terapijom primakinom, antimalaričnim lekom, imale su bolji reproduktivni uspeh, veće leglo i više mladunaca nego kontrolna grupa, netretirana lekom, a shodno tome i niži nivo infekcije (Merino et al. 2000; Marzal et al. 2005). Prema tome, visok intenzitet infekcije smanjuje sposobnosti roditelja da se brinu o mladuncima, usled iscrpljenosti koju izazivaju paraziti i povećanog imunog odgovora (Merino et al. 2000). U današnje vreme, moderne molekularne metode pokazuju da su ptice često izložene ko-infekcijama, što dodatno utiče na smanjenje stope preživljavanja, jer ptice koje u sebi nose dvostruke infekcije imaju manju masu tela, veći intenzitet zaraženosti ektoparazitima i slabiji imunitet (Marzal et al. 2008). Takođe postoje dokazi (Saino et al. 1997b) koji pokazuju da na sposobnost razvijanja imunog odgovora (imunokompetencija) kod ptica mogu uticati dostupni izvori hrane. Naime, ustanovljeno je da su mladunci seoske laste (*Hirundo rustica*) koji su dobijali hranu bogatu proteinima kasnije imali bolji ćelijski, odnosno indukovani imuni odgovor, nego kontrolna grupa.

Mnoga istraživanja pokazuju da kod ptica postoji kompromis između ulaganja u životne komponente kao što su reprodukcija i polni ukrasi s jedne strane i odbrane od predatora i parazitskih infekcija s druge strane, u cilju maksimalnog povećanja sposobnosti preživljavanja (Møller 1994; Wobeser 2008). Povećano ulaganje u životne komponente ima direktan uticaj na imuni odgovor, u smislu njegovog smanjenja, što obično dovodi do povećanja rasprostranjenosti ili intenziteta parazitskih infekcija (Møller 1994; Deerenberg et al. 1997; Saino et al. 1997a; Nordling et al. 1998; Norris i Evans 2000), a inficirane jedinke u nekoj populaciji mogu biti prijemčivije za predatore i manje sposobne za uspostavljanje teritorije (Anderson i May 1979). U tom smeru su Hanssen et al. (2004) istraživali kako imuni odgovor utiče na stopu gnežđenja ženki gavke (*Somateria molissima*) prilikom ubrizgavanja nepatogenih antigena: ovčija crvena krvna zrnca (OCKZ), anatoksini difterije i tetanusa. Pri tome, jedinke koje su imale imuni odgovor samo na OCKZ imale su manju stopu ponovnog gnežđenja u sledećoj godini (svega 27%), dok jedinke koje nisu imale imuni odgovor, imale su stopu gnežđenja u sledećoj godini čak 72%. Veoma mala stopa ponovnog gnežđenja ženki koje su imale imuni odgovor na dva ili čak tri nepatogena antigena, ukazuje na to da ove ptice imaju značajno smanjenu dugoročnu stopu preživljavanja (Hanssen et al. 2004).

Saino et al. (1997a) su eksperimentalno pokazali da su mužjaci seoske laste sa dužim repom imali i manje promene u nivou gama globulina, kao odgovor na ubrizgane ovčije eritrocite, u poređenju sa mužjacima sa kraćim repom. S druge strane mužjaci seoske laste koji imaju duži

rep bolje preživljavaju i duže žive, zbog čega će se ženke radije pariti sa njima, nego sa mužjacima koji imaju kraći rep (Saino et al. 1997a). S obzirom da je uloga imunog sistema da spreči i kontroliše infekcije, za očekivati je da redukcija imunog sistema dovodi do povećanog rizika od infekcije (Norris i Evans 2000). U nekoliko eksperimenata u vezi reproduktivnog uspeha (Deerenberg et al. 1997; Nordling et al. 1998) dokazano je da povećano ulaganje u reprodukciju i aktivnosti koje prate reprodukciju, smanjuje imuni odgovor. Ovim mehanizmom može se objasniti povećana stopa transmisije parazita tokom reproduktivnog perioda (Deerenberg et al. 1997). Tako će ženka belovrate muharice (*Ficedula albicollis*) ukoliko je zaražena parazitima roda *Haemoproteus* u periodu gnežđenja, podizati veće leglo i imati smanjeni humoralni odgovor, dok će njena stopa preživljavanja do sledeće sezone gnežđenja biti manja usled povećanja intenziteta infekcije, koja za posledicu ima povećanu smrtnost (Nordling et al. 1998).

2.2 Malaria kod ptica

Tradicionalni pristup definiše malariju pre svega kao humanu bolest koju izazivaju samo vrste roda *Plasmodium*, jer se njihova aseksualna reprodukcija odvija u perifernoj krvi, a prenose je isključivo komarci (Valkiūnas et al. 2005; Malaria 2017). U novije vreme, zasnovano na filogeniji grupe, sve češće se i vrste rodova *Haemoproteus* i *Leucocytozoon* smatraju uzročnicima malarije (Bensch et al. 2004). Međutim, neki naučnici se i dalje protive (Valkiūnas et al. 2005) da se *Haemoproteus* i *Leucocytozoon* uključe u grupu „malaričnih parazita“, jer iako su srodni sa rodnom *Plasmodium* i daju slične simptome bolesti, oni se ne reprodukuju u perifernoj krvi niti se prenose preko komaraca, već preko drugih vektora.

Avijarnu malariju prenose insekatski vektori iz reda Diptera (dvokrilci) koji sišu krv (Atkinson 2008b). Komarci rodova *Anopheles* i *Culex* su vektori koji prenose vrste roda *Plasmodium* (Valkiūnas 2005). Vektori za prenošenje vrsta iz roda *Haemoproteus* su male mušice roda *Culicoides* (iz porodice Ceratopogonidae), a za vrsta iz roda *Leucocytozoon* vektori su mušice iz porodice Simuliidae (Paul et al. 2003).

Novija filogenetska istraživanja zasnovana na mitohondrijskoj i nuklearnoj DNK pokazuju da je rod *Plasmodium* u odnosu na *Haemoproteus* parafiletski, a da su ptičije vrste roda *Plasmodium* srodnije sa vrstama roda *Haemoproteus* što kod sisara nije slučaj (Bensch et al. 2004; Pérez-Tris et al. 2005). Osim toga, neki malarični simptomi su sličniji između vrsta različitih rodova parazita, nego unutar samih rodova, te se zbog toga predlaže upotreba izraza

malarični paraziti za sva tri roda (*Plasmodium*, *Haemoproteus* i *Leucocytozoon*) iz razdela Apicomplexa (Pérez-Tris et al. 2005). Filogenetska analiza Apicomplexa sačinjena na osnovu morfoloških karateristika sa pregledanih krvnih razmaza (Valkiūnas 2005), analize sekvenci gena 18S rRNK dostupnoj u DDBJ/EMBL/GenBank database (Adl et al. 2005; Morrison 2009), i citohrom b (cytochrome *b*) gena iz mitohondrijalne DNK (Bensch et al. 2004, 2009) prikazuje ovaj razdeo na sledeći način:

Razdeo: Apicomplexa

Klasa: Aconoidasida

Red: Haemosporida

Porodica: Haemoproteidae

Rod: *Haemoproteus*

Subgenus: *Parahaemoproteus*

Haemoproteus

Porodica: Plasmodiidae

Rod: *Plasmodium*

Subgenus: *Plasmodium* (*Haemamoeba*)

Giovannolaia

Novyella

Bennettinia

Huffia

Porodica: Leucocytozooidae

Rod: *Leucocytozoon*

Subgenus: *Leucocytozoon*

Akiba

Aviarna malarija je relativno česta i široko rasprostranjena infektivna bolest koja je zabeležena kod čak 68% ispitanih ptičijih vrsta (Atkinson i van Riper 1991). Iezhova (2002) je ustanovila da je od ukupnog broja ispitivanih migratornih ptica čak 1/5 zaražena barem jednom od tri vrste hemosporidija. Aviarna malarija se najviše javlja kod ptica iz reda pevačica (Passeriformes) i to u preko 70 porodica. *Haemoproteus* i *Plasmodium* su najčešći malarični rodovi, a među najzaraženijim porodicama ptica su Paridae, Sylviidae, Corvidae, Fringillidae i Motacillidae (Valkiūnas 2005). *Leucocytozoon* je nešto ređi i najzastupljeniji kod ptica vodenih staništa, golubova, koka, grabljivica i nojeva (Valkiūnas 2005). Krvni

paraziti ptica se uglavnom nalaze u perifernoj krvi, a ređe u hematopoeznim organima (Rusov 2002; Valkiūnas 2005).

Pre razvoja molekularnih tehnika za izolaciju i analizu DNK, studije zasnovane samo na osnovu morfološke varijabilnosti opisuju tek oko 40 vrsta roda *Plasmodium*, 130 vrsta roda *Haemoproteus* i 35 vrsta roda *Leucocytozoon* (Valkiūnas 2005). Krajem XX veka Feldman et al. (1995) su uspostavili prvi PCR (*Polymerase Chain Reaction* – lančana reakcija polimerizacije) protokol radi amplifikacije DNK vrsta roda *Plasmodium* iz ptica. Protokol je koristio 18S rRNK, ali je bio ograničenih mogućnosti, jer je bio primenljiv samo na mali broj vrsta. Međutim, uspostavljanjem PCR protokola za analizu citohroma b iz mitohondrijalne DNK do danas je opisano preko 1.500 haplotipova ajarnih hemosporidija koje su deponovane u genskim bazama GenBank (Benson et al. 2014) i MalAvi (Bensch et al. 2009).

Avijarna malarija je veoma rasprostranjena širom sveta: od umereno klimatskih do tropskih oblasti, sem Antarktika, gde hladno vreme sprečava pojavu odgovarajućih insekatskih vektora (Bennett et al. 1993). Rasprostranjenost hemosporidija veoma varira geografski (Pérez-Tris i Bensch 2005; Hellgren et al. 2007; Wood et al. 2007; Bensch et al. 2009). Smatra se da toplo vreme ima odlučujuću ulogu na rasprostranjenost parazita, tako što indirektno utiče na brojnost ptica (na njihovo stanište i dostupnost hrane) (Gabaldon i Ulloa 1980), te na razvoj i preživljavanje potencijalnih vektora koji za uzvrat mogu uticati na lakšu stopu prenošenja parazita (Hellgren et al. 2007; LaPointe et al. 2012). U umereno-kontinentalnim oblastima prenošenje parazita je sezonski i obično se poklapa sa periodom gnežđenja.

U migratornom sistemu palearktičko – afričkih ptica, prenošenje avijarnih hemosporidija se ne odigrava na lokalitetima gde se ptice gnezde, već uglavnom na Afričkom tlu. Na lokalitetima u tropskoj Africi, zajedno zimuju populacije migratornih i rezidentnih vrsta koje dolaze u međusobni kontakt i putem vektora povećavaju rizik palearktičkim migrantima da se zaraze odmah nakon što slete na afričko tlo (Waldenström et al. 2002). Prema tvrdnjama Shurulinkov i Ilieva (2009) za veliki broj hemosporidija transmisija se obavlja na mestima gde ptice zimuju, osim *Leucocytozoon* kojeg vektori se prenose uglavnom na mestima gnežđenja. U prilog tome je i tvrdnja Von Rönn et al. (2015) da transmisija parazita rodova *Hemoproteus* i *Leucocytozoon* kod seoske laste ne pokazuje povezanost sa mestim na kojima ptice zimuju, već se odvija na mestima gnežđenja u Evropi, dok se transmisija parazita iz roda *Plasmodium* odvija na mestima zimovanja u Africi. Waldenström et al. (2002) su u svojoj studiji otkrili da blisko srodne vrste rezidenata i migranata na područjima u Subsaharskoj Africi dele iste ili blisko srodne vrste parazita, što bi moglo da ukazuje na to da

afrički rezidenti zapravo predstavljaju rezervoar za krvne parazite i izvor zaraze za migrante. Evropski migranti na velike udaljenosti izloženi su većem broju parazita, uključujući i avijarnu malariju, nego sedentarne, nemigratorne populacije ptica, pa potencijalno predstavljaju prenosiocce ovih krvnih parazita na staničnice (Wiersch et al. 2007). S obzirom da je unakrsna transmisija parazita uobičajena i da se dešava na tlu gde ptice zimuju, deleći iste ili srodne krvne parazite, ona bi mogla imati uticaja na nekoliko načina na migraciju (Waldenström et al. 2002). Tako jedinke velikog trstenjaka koje imaju visoku parazitemiju stižu kasnije na mesta gnežđenja, usled toga što im je na odmorištima potrebno više vremena da bi se oporavile od puta i dopunile masne naslage, kako bi mogle da nastave dalju migraciju (Asghar et al. 2011).

Osim migratornih vrsta, malarija je pronađena i kod vrsta koje se ne sele tokom zime, što prema nekim autorima (Iezhova 2002; Pérez-Tris i Bensch 2005) ukazuje na to da se transmisija parazita odvija na mestu gnežđenja i to tokom čitave godine. Međutim, Hellegren et al. (2007) na osnovu svojih istraživanja tvrde da unošenje parazita u populacije rezidentnih vrsta nije tako čest događaj, jer je disperzija iz jedne u drugu biogeografsku zonu redak i spor evolutivni proces, nešto češći za rod *Plasmodium*, a veoma redak za *Haemoproteus* i *Leucocytozoon*. Ipak, paraziti iz roda *Plasmodium* pokazuju jednak stepen infekcije i rezidentnih i migratornih vrsta ptica za razliku od rodova *Haemoproteus* i *Leucocytozoon* koji pokazuju prijemčivost ka rezidentnoj ornitofauni, bilo da je ona iz afričke ili evropske biogeografske zone (Hellegren et al. 2007). Vrste roda *Plasmodium* smatraju se manje specijalizovanim u pogledu domaćina nego vrste roda *Haemoproteus* (Atkinson i van Riper 1991). Zahvaljujući seobi, paraziti imaju mogućnost prenošenja u daleke predele gde se domaćini gneze. Tako, paraziti čija se transmisija obavlja tokom čitave godine imaju veću prevalencu u gnezdecim populacijama domaćina, a shodno tome najrasprostranjeniji parazit pokazuje i najveću lokalnu prevalencu, pa prema tome postoji jasna veza između disperzionog potencijala i lokalne prevalencije parazita (Pérez-Tris i Bensch 2005).

Pored pojedinačnih infekcija nekom od hemosporidija, kod ptica su česte i kombinovane infekcije (Valkiūnas et al. 2004; Bensch et al. 2007; Asghar et al. 2011), pri čemu su veliki trstenjak (*Acrocephalus arundinaceus*), trstenjak mlakar (*Acrocephalus palustris*) i brezov zviždak (*Phylloscopus trochilus*) domaćini istovremeno za više vrsta parazita roda *Haemoproteus* (Bensch et al. 2000). Iako parazitemija kombinovanih infekcija često nije velika (1,8-4,4% kod velikog trstenjaka) (Bensch et al. 2007; Asghar et al. 2011), dešava se češće nego što se to ranije smatralo. Čest je slučaj da različite vrste domaćina imaju iste parazite, jer u istraživanju Waldenström et al. (2002) 44% od 18 vrsta ispitivanih

hemosporidija pronađeno kod više od jedne vrste domaćina, a takođe i zato što različite vrste parazita sa identičnim sekvencama citohroma b imaju više vrsta domaćina (Ricklefs i Fallon 2002). Shodno tome, vrste roda *Haemoproteus* se ne prenose samo između vrsta domaćina unutar istog roda već i između različitih porodica domaćina (Bensch et al. 2000), što nam govori da su hemosporidije manje specifične nego što se to ranije smatralo, a da se promena domaćina dešava relativno često kako na tlu Afrike tako i Evrope (Waldenström et al. 2002).

Hemosporidije iz rodova *Plasmodium*, *Haemoproteus* i *Leucocytozoon* uobičajene su i rasprostranjene širom severne hemisfere, a dobro su proučene u zapadnoj i severnoj Evropi (Merino et al. 1997; Bensch et al. 2000; Waldenström et al. 2002; Bensch i Akesson 2003; Scheuerlein i Ricklefs 2004; Valkiūnas 2005; Ventim et al. 2012), pri čemu na teritoriji Nemačke (Donja Saksonija) kod ukupnog ispitanog uzorka ptica pevačica 15,4% parazita pripada rodu *Plasmodium*, a 5,1% rodu *Haemoproteus* (Wiersch et al. 2007). Podataka o rasprostranjenju ovih rodova u jugoistočnoj Evropi i okolnim područjima u prošlosti nema mnogo, a podaci objavljeni za Balkan datiraju iz prve polovine XX veka za Makedoniju (Wülker 1919) i Grčku (Wenyon 1926). Savremenih podataka o diverzitetu hemosporidija u istočnoj Evropi ima samo za Bugarsku (Valkiūnas et al. 1999; Shurlinkov i Golemansky 2003; Dimitrov et al. 2010) dok su u ostalim državama *Haemosporidia* slabo istražene. Analizom krvi različitih vrsta ptica pevačica, ovi autori su ustanovili i različitu prevalencu hemosporidija u Bugarskoj Tako prema istraživanima Valkiūnas et al. (1999) za *Plasmodium* prevalenca iznosi 9,5%, a 6,2% prema Shurulinkov i Golemansky (2003). Na osnovu rezultata istraživanja Dimitrov et al. (2010) od ukupnog broja zaraženih ptica čak 48% je inficirano rodom *Plasmodium*, dok je rodom *Haemoproteus* zaraženo 43% inficiranih ptica. Za rod *Leucocytozoon* prevalenca je iznosila 1,3% (Shurulinkov i Golemansky 2003).

Većina aktivnih ptica u divljini ima nivo parazitemije koji se kreće između 40 - 50 parazita na 1000 eritrocita (4-5%). Primećeno je da tokom prolećne migracije na području južne Evrope, neke vrste trstenjaka imaju visoku parazitemiju krvnih parazita, koja kod trstenjaka rogožara (*Acrocephalus schoenobaenus*) dostiže čak 70% (Shurulinkov i Ilieva 2009). Za velikog trstenjaka parazitemija iznosi čak 25.5% dok je kod trstenjaka cvrkutića (*Acrocephalus scirpaceus*) svega 15,3% (Shurulinkov i Chakarov 2006). U uzorku stepskog trstenjaka (*Acrocephalus agricola*) konstatovana je prevalenca i do 33% (Zehtindjiev et al. 2009).

U nekim istraživanjima (Bensch i Åkesson 2003; Shurulinkov i Ilieva 2009) primećena je značajna razlika u prostornoj i geografskoj distribuciji parazita. Tako je kod brezovog zviždaka na teritoriji Švedske pronađeno da samo dve vrste roda *Haemoproteus* variraju prostorno i geografski, a kao razlog tome smatra se geografska distribucija vektorskih vrsta i

period transmisije (Bensch i Åkesson 2003). Kod migratornih populacija preko teritorije Bugarske za velikog trstenjaka i trstenjaka crvkutića ustanovljena je značajna geografska varijacija u fauni roda *Plasmodium*, ali ne i *Haemoproteus*, što autori objašnjavaju različitim geografskim poreklom migranata i različitim mestima na kojima ove ptice zimuju (Shurulinkov i Ilieva 2009).

Ukupna godišnja prevalenca za većinu ptica ostaje gotovo nepromenjena i ne menja se sezonski (Shurulinkov i Ilieva 2009; Arizaga et al. 2010; Latta i Ricklefs 2010), osim za svilorepog cvrčića (*Cettia cetti*) u Španiji, kod kojeg je prevalenca roda *Plasmodium* veća tokom zime nego u periodu gnežđenja (Ventim et al. 2012). Istraživanja Shurulinkov i Golemansky (2003) pokazuju da između različitih polova ne postoji značajna razlika u zaraženosti (10,2% mužjaci i 11,2% ženke). Značajna razlika u zaraženosti između mužjaka i ženki nije pronađena ni kod žute pliske (*Motacilla flava*) (Valkiūnas i Iezhova 2001) niti kod crnokape grmuše (*Sylvia atricapilla*) (Valkiūnas et al. 2004) s obzirom da su Pérez-Tris i Bensch (2005) ustanovili da je hemosporidijama zaraženo 88% mužjaka i 85% ženki. S druge strane, Arizaga et al. (2010) su u svojim istraživanjima utvrdili da mužjaci crnokape grmuše tokom vremena imaju veću prevalencu nego ženke (45,5% mužjaci u odnosu na 22,7% ženke). I kod drugih vrsta, situacija se menja tokom godina, između polova, pa ženke običnog kosa (*Turdus merula*) i velikog trstenjaka vremenom postaju zaraženije u odnosu na mužjake, što bi se moglo objasniti specifičnim imunitetom koji imaju ženke (Bentz et al. 2006; Asghar et al. 2011). Značajna istraživanja obavljena kod američke crvenokrile vuge ukazuju da su mužjaci i ženke zaraženi istim vrstama parazita, ali da se raspodela specifičnih parazita značajno razlikuje, jer su mužjaci češće zaraženi vrstama roda *Leucocytozoon* nego ženke (Weatherhead i Bennett 1991). U većini istraživanja nije ustanovljeno povećanje prevalencu sa starošću ptica (Pérez-Tris i Bensch 2005; Latta i Ricklefs 2010; Asghar et al. 2011) osim kod plave senice u Velikoj Britaniji (Knowles et al. 2011), trstenjaka crvkutića u Španiji (Ventim et al. 2012) i američke crvenokrile vuge (Weatherhead i Bennett 1991).

Do sada su jedino Latta i Ricklefs (2010) ustanovili da prevalenca varira po staništima, odnosno da opada sa povećanjem nadmorske visine, usled uticaja različitih ekoloških faktora i smanjenja abundance vektora. Shodno tome Ricklefs et al. (2005) smatraju da prevalenca najviše i zavisi od abundance vektora. Osim cikličnih varijacija humane malarije sa periodičnošću od deset godina, u novije vreme otkrivene su u fluktuacije avijarne malarije. Tako su Bensch et al. (2007) za velikog trstenjaka na teritoriji Švedske utvrdili postojanje fluktuacije tri najčešće vrste parazita (1 vrsta *Haemoproteus* i 2 vrste *Plasmodium*) sa periodičnošću od 3-4 godine. Godišnje fluktuacije jedne vrste roda *Plasmodium*, pronađene

kod plave senice utvrdili su Knowles et al. (2011), a dvogodišnje fluktuacije parazita iz rodova *Haemoproteus* i *Plasmodium* otkrivene su kod nekih severnoameričkih pevačica (Ricklefs et al. 2005).

Prisustvo krvnih parazita iz rodova *Haemoproteus* i *Leucocytozoon*, kod 15 vrsta pevačica, ne utiče na gubitak mase tela domaćina, odnosno ptice zražene avijarnom malarijom nisu imale manju masu u odnosu na nezaražene jedinke, što sugerise da su ptice ko-evoluirale zajedno sa svojim parazitima i tako smanjile njihov uticaj na preživljavanje (Bennett et al. 1988). Ipak, malarija može veoma da utiče na broj jaja u leglu, potencijalno utičući na evoluciju legla, ali i populacionu dinamiku ptica koje su jako zaražene (Marzal et al. 2005). Ako otpornost na parazite ima visoku cenu, fitnes može biti redukovan i za domaćina sa niskim intenzitetom infekcije (cena otpora) i sa visokim intenzitetom infekcije (cena parazitizma), tako da jedinke sa srednjim intenzitetom infekcije imaju viši fitnes (Stjernman et al. 2008). U tom smeru Asghar et al. (2012) pokazuju da hronična infekcija hemosporidijama može da ima blagi, ali značajan uticaj na životni ciklus domaćina u smislu negativnog fitnesa, pa prema tome može da ima ulogu selektivnog agensa u populacijama divljih ptica. U mnogim istraživanjima je utvrđeno i prisustvo višestruke infekcije domaćina, što nam ukazuje na to da je deljenje domaćina među parazitima mnogo češće nego što se ranije mislilo (Waldenström et al. 2002; Shurulinkov i Golemansky 2003). Smatra se da infekcija ne utiče na stopu reprodukcije već na opšte stanje organizma (Marzal et al. 2008). Jedinke gradske laste sa ko-infekcijom imaju manju stopu preživljavanja, ali zato ulažu više u reprodukciju, jer se trude da maksimizuju reprodukciju u momentu kada je preživljavanje izazov (Marzal et al. 2008).

Infekcija hemosporidijama ne uzrokuje ozbiljnije smetnje po zdravlje ptica, sve dok uzajamna prilagodljivost obezbeđuje evoluciju i parazita i domaćina (Valkiūnas 2005). Ipak hemosporidije imaju različit spektar uticaja na svoje domaćine, kao što je na primer gubitak težine, a svi uništavaju krvne ćelije i dovode do anemije. Međutim, krvni paraziti rodova *Plasmodium*, *Haemoproteus* i *Leucocytozoon*, ne izazivaju masovna uginuća divljih ptica (Bennett et al. 1993). Divlje ptice sa veoma visokim primarnim pikom parazitizacije verovatno uginu od infekcije i pre nego što dostignu hroničnu fazu, pa tako gotovo da ne postoji mogućnost da one budu uhvaćene i uzorkovane kako bi se ustanovilo šta se sa njima dešava (Bennett et al. 1993; Asghar et al. 2012). Hemosporidije mogu biti patogene za neke vrste ptica (patke, domaću živinu, kanarinice, sokolove i golubove) (Rusov 2002), jer prevalenca ponekad dostiže i 100%. Međutim, većina divljih ptica hemosporidije „nosi“ bez ikakvih simptoma, s obzirom da infekcija kasnije postaje hronična (Atkinson i van Riper 1991).

Najozbiljniju patogenost izazivaju vrste roda *Plasmodium* (Bennett et al. 1993). Smatra se da samo od 4% do 6% ptica uginu od patogenih infekcija hemosporidijama, a to su uglavnom domaća živina i ptice u zoološkim vrtovima (Bennett et al. 1993; LaPointe et al. 2012). Istraživanja obavljena na 12 vrsta pingvina u divljini, pokazuju da kod njih ne postoji zaraženost hemosporidijama, s obzirom da na mestima na kojima žive nema vektora koji bi ih preneli (Jones i Shellam 1999). Međutim, kada se ove ptice nađu u zarobljeništvu lako postaju žrtve vektorskih prenosilaca infekcija, što često dovodi do velike smrtnosti, usled izloženosti novim patogenima (Jones i Shellam 1999).

2.3 Karakteristike avijarnih hemosporidija

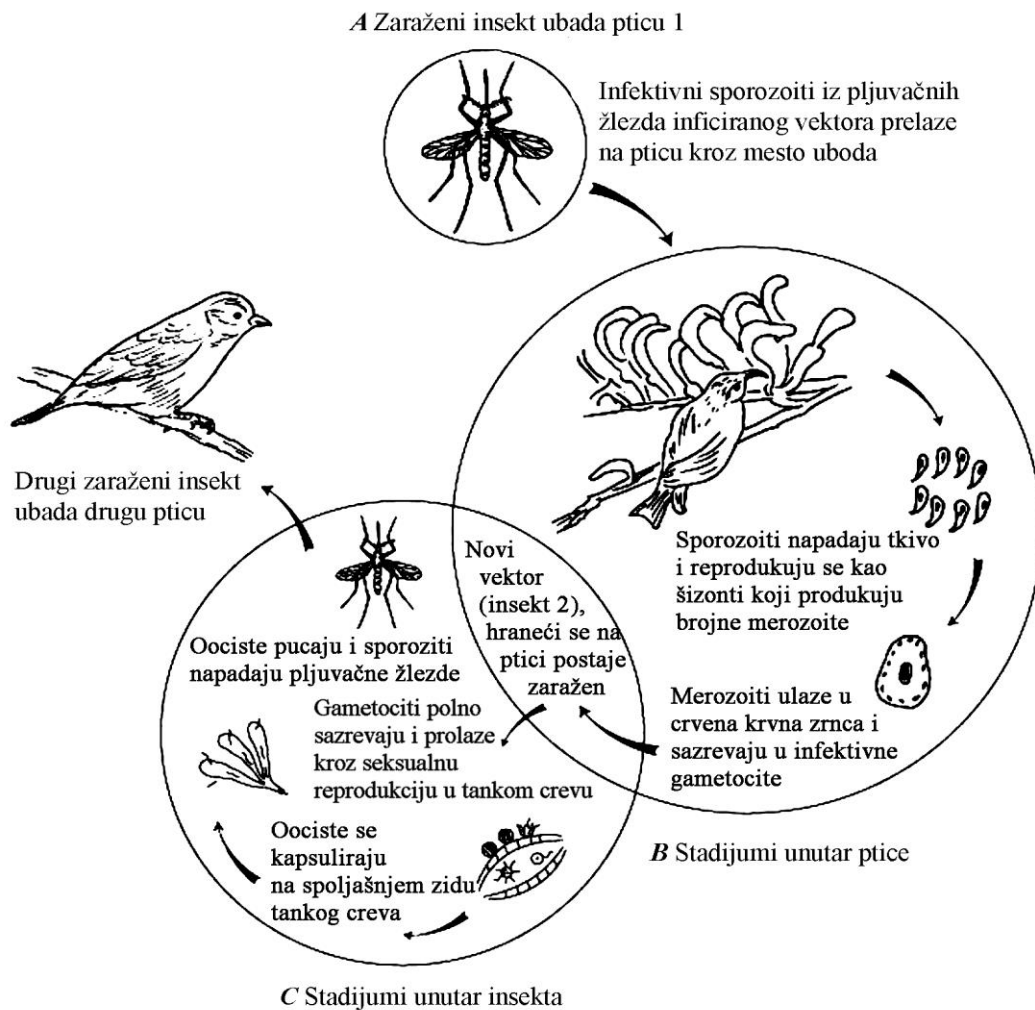
2.3.1 Životni ciklus vrsta rodova *Haemoproteus*, *Plasmodium* i *Leucocytozoon*

Životni ciklus različitih vrsta izazivača avijarne malarije je veoma sličan, jer je svakom parazitu potrebno više domaćina kako bi završili životni ciklus: beskičmenjak (vektor) i kičmenjak (ptica). Polna reprodukcija se odvija u vektoru, koji je i konačni domaćin, dok je ptica prelazni domaćin. Nepisano pravilo je da vektor gotovo uvek parazitira na ptici (Valkiūnas 2005).

Zaraza se dešava kada se zaraženi vektor (insekt iz reda Diptera) hraneći se krvlju ptice u njen krvotok ubacuje sporozoite (Slika 1). Sporozoiti se kroz krvotok nastanjuju u ćelijama jetre, pluća i/ili slezine gde postaju egzoeritrocitni meronti ili šizonti, bespolno se reprodukuju kroz više generacija stvarajući merozoite. Meroziti imaju dve mogućnosti: ili da ostanu u organima i ponove bespolni reproduktivni ciklus (i do nekoliko puta) ili da ponovo uđu u krvotok i nastane eritrocite. U eritrocitima se transformišu u trofozoite od kojih kasnije nastaju meronti. Trofozoiti se hrane citoplazmom domaćina (eritrocita) uključujući i hemoglobin. Kao nusprodukt ingestije hemoglobina u trofozoitima nastaje hemozin – malarični pigment.

Nakon što zaraženi vektor ubode domaćina, kod ptica se javlja pet infektivnih faza: zaraza – kada se parazit razvija van krvi prelaznog domaćina, u različitim organima, primarna ili akutna faza sa visokim nivoom parazita u krvi (visoka parazitemija), kriza – kada parazitemija dostiže svoj vrhunac, sledi hronična faza sa niskom parazitemijom (i niskim brojem gametocita u cirkulaciji), koja zatim prelazi u latentnu fazu u kojoj parazitemija naglo opada (Valkiūnas 2005). Akutna faza traje veoma kratko, ali mortalitet ptica može biti veoma

visok. U hroničnoj fazi koja traje mnogo duže, može se pronaći jako mali broj parazita u krvi ptica. Tokom latentne faze parazitemija opada i ukoliko je moguće, eliminiše se iz krvi, ali ne i iz nekih drugih organa, gde može biti skrivena. Tokom latentne faze ptice vrlo malo ili uopšte ne pokazuju znakove infekcije (Valkiūnas 2005). Vrste roda *Plasmodium* pokazuju veći stepen infekcije i prema stanaricama i selicama nego *Haemoproteus* i *Leucocytozoon* (Hellgren et al. 2007).



Slika 1. Ilustracija razvojnog ciklusa hemosporidija u insektima i pticama (Izvor: Friend i Franson 1999, str. 193, sl. 24.1).

2.3.2 Uloga migratornog sistema u infekciji hemosporidijama

Postoji nekoliko faktora kako bi hemosporidije uspešno završile svoj razvojni ciklus. To su odgovarajući kičmenjački domaćin, vektor i odgovarajući uslovi spoljašnje sredine (temperatura i vlažnost). Odsustvo parazita u krvi ptica na mikroskopskom pregledu, ne znači

uvek da one nisu zaražene, već da je parazitemija toliko mala da ju je teško detektovati preko krvnog razmaza. To se naročito odnosi na ptice tokom rane prolećne i kasne jesenje migracije (Valkiūnas 2005).

U severnom delu zapadnog Palearktika većinu parazitskih vrsta iz rodova *Haemoproteus* i *Plasmodium* nije moguće naći u krvi ptica tokom rane prolećne i kasne jesenje migracije, dok se samo nekolicina gametocita *Leucocytozoon* spp. može naći u krvotoku tokom pomenutog perioda. Shodno tome, period hronične parazitemije kod *Haemoproteus* spp. je duži nego kod *Plasmodium* spp. a najduži kod *Leucocytozoon* spp (Valkiūnas 2005).

S obzirom da migranti na kratke udaljenosti zimuju uglavnom u Mediteranu, oni se mogu zaraziti hemosporidijama na mestima zimovanja tokom prolećne migracije (mart – april) ili za vreme toplijih zima, kada su vektori i dalje aktivni. Migranti na velike udaljenosti zimuju u oblastima gde je aktivnost vektora prisutna tokom čitavog njihovog boravka na afričkom tlu. Osim toga, ove ptice se ne inficiraju samo tokom boravka na zimovalištima, nego i tokom jesenje, a naročito prolećne seobe prilikom prelaska Mediterana. Fauna hemosporidija migranata na velike udaljenosti je nakon njihovog povratka sa zimovališta veoma obogaćena hemosporidijama. Međutim, to ne utiče na promenu epidemiološke situacije ptica u oblastima u kojima se gnezde, pre svega što paraziti sa južne hemisfere nisu u mogućnosti da završe svoj razvojni ciklus na severnoj hemisferi usled nedostatka odgovarajućeg vektora i neodgovarajućih klimatskih uslova (nedovoljno visoke temperature) za opstanak parazita (Valkiūnas 2005).

Ptice zapadnog Palearktika se mnogo češće inficiraju *Leucocytozoon* spp. i delimično *Haemoproteus* spp. na mestima gnežđenja, dok se na mestima zimovanja u Afrotropima inficiraju *Plasmodium* spp. i delimično *Haemoproteus* spp (Valkiūnas 2005). Međutim, poređenje infekcije migratornih i sedentarnih ptica ne daje uvek dobru procenu kvantitativnog i kvalitativnog doprinosa migranata u fauni i distribuciju parazita na proučavanom području, usled toga što migratorne i sedentarne vrste ptica pripadaju različitim sistematskim grupama, sa različitim ekološkim zahtevima, pa su i vrste parazita različite usled specifičnosti hemosporidija (Valkiūnas 2005, Bensch et al. 2007).

2.3.3 Uticaj biotičkih faktora na zaraženost ptica

Transmisija hemosporidija određena je brojnim biotičkim i abiotičkim faktorima koji na složen način međusobno reaguju. Smatra se da u određenom stepenu neke karakteristike same biologije ptica favorizuju njihov veći ili manji kontakt sa vektorima, što se odražava na

ukupnu prevalencu (Valkiūnas 2005). U prirodi, veoma zaražene ptice imaju smanjenu pokretljivost, usled čega postaju dostupnije predatorima, što može uticati na njihovu stopu smrtnosti (Valkiūnas 2005). Neke od karakteristika koje smanjuju ili povećavaju prevalencu su:

- Vreme ostajanja mladunaca u gnezdu duže od 16 dana. Ovo je faktor koji povećava verovatnoću inficiranja hemosporidijama, a razlog tome je činjenica da su veći mladunci dostupniji i privlačniji vektorima. Takve vrste su na primer grabljivice i sove. Mladunci koji se kraće zadržavaju u gnezdu (manje od 14 dana), nemaju mnogo vremena da se zaraze čak i u oblastima gde su vektori brojni i aktivni (Valkiūnas 2005). Takođe, zatvoreni tip gnezda i njihov položaj pri tlu, smanjuju verovatnoću povećanja prevalencije, jer predstavljaju barijeru koja sprečava vekore da prodru unutar gnezda.

- Veličina tela je faktor koji povećava verovatnoću infekcije hemosporidijama. Prevalenca zaraženih velikih sedentarnih ptica je 2,9 puta veća nego kod manjih pevačica, što znači da su velike ptice prijemčivije za vektore usled lakšeg hranjenja na njima.

- Slaba pokretljivost mladunaca u gnezdu je faktor koji povećava mogućnost inficiranja. Ovo se objašnjava time da su slabo pokretne vrste u gnezdu dostupnije napadu vektora. Takođe se smatra da su ženke koje leže na jajima i kasnije brinu o mladuncima, manje pokretne i samim tim zaraženije u odnosu na mužjake svoje vrste. Međutim, razlika u prevalenciji između mužjaka i ženki obično nije statistički značajna, kao ni razlika između starosnih grupa mužjaka i ženki (Valkiūnas 2005).

- Kolonijalni način života doprinosi povećanju prevalencije u oblastima gde se hemosporidije aktivno prenose pa čak i doprinose letalnom ishodu među mladim pticama. Sam kolonijalni način života nije dovoljan, već kombinacija faktora (vektor, parazit, vremenske prilike).

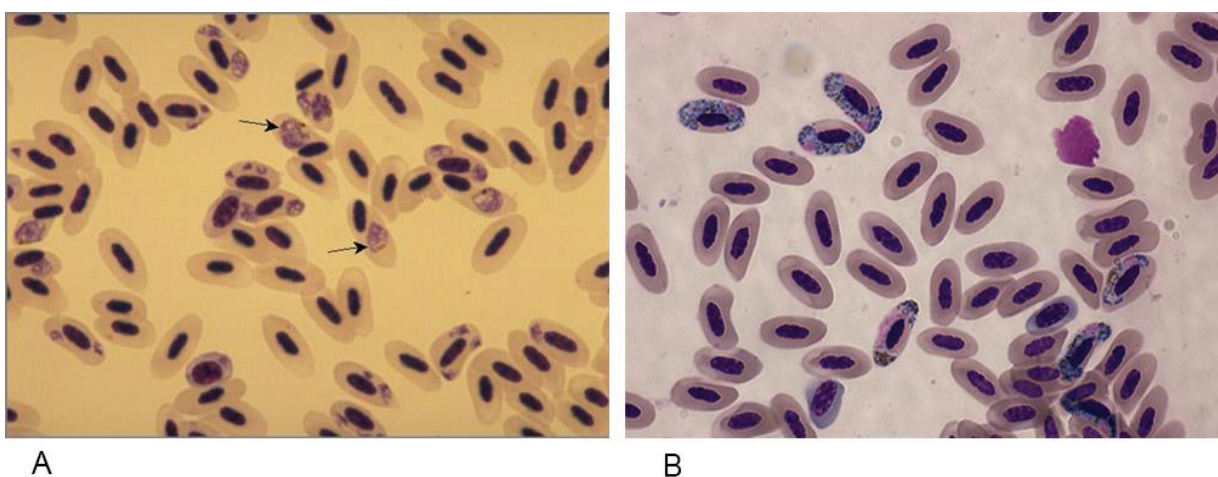
- Verovatnoća inficiranja opada u oblastima sa većim antropogenim uticajem, usled eliminacije ili smanjenja gustine vektora, a zahvaljujući upotrebi insekticida. Zbog čega su ptice koje žive u urbanim sredinama manje zaražene u odnosu na one iz seoskih sredina (Valkiūnas 2005).

Osim primarne infekcije, kod divljih ptica su moguće i reaktivirane infekcije koje se dešavaju nakon latentne faze infekcije ili iznenadnog povećanja parazitemije tokom perioda hronične zaraze. Za većinu ptica karakteristična su sezonska vraćanja infekcija, naročito u zonama sa umerenom klimom. Tokom prolećnog povratka infekcije infektivnost gametocita za vektore raste u poređenju sa hroničnom parazitemijom. Neki od faktora koji utiču na prolećni povratak infekcije jesu količina polnih hormona u krvi tokom sezone gnežđenja, stres i smanjeni imunitet. Povratne infekcije nisu karakteristične za sve ptice, jer neke posle

infekcije mogu steći odgovarajući imunitet i tako se odbraniti od reaktivirane infekcije (Valkiūnas 2005).

2.3.4 Metode za dokazivnje prisustva krvnih parazita ptica

Tradicionalno se malarija kod ptica dokazuje pregledanjem krvnog razmaza periferne krvi pod mikroskopom (Atkinson i van Riper 1991; Rusov 2002; Valkiūnas 2005). U krvnom razmazu, obojenom May-Grünwald-Giemsa metodom, mikroskopskom analizom morfoloških karakteristika intraeritrocitnih stupnjeva parazita, odnosno gametocita, utvrđuje se njihovo prisustvo (Rusov 2002) (Slika 2). Upotreba ove metode nije uvek pouzdana, naročito ako se radi o maloj parazitemiji koju je teško otkriti u krvnom razmazu. Zbog toga je poslednjih deset godina sve više u upotrebi molekularno dijagnostifikovanje avijarne malarije putem izolacije DNK i analize parazitskog citohroma b pomoću PCR metode (Bensch et al. 2000; Hellgren et al. 2004; Waldenström et al. 2004).



Slika 2. Krvni razmazi ptica sa detektovanim parazitima: A, *Plasmodium relictum* (Izvor: GISD 2018); B, *Haemoproteus* sp. (Foto: D. Stanković).

Bensch et al. (2000) uspostavljaju jedan od prvih PCR protokola za analizu citohrom b gena iz mitohondrijalne DNK parazita dizajniranjem dva para prajmera za rodove *Plasmodium* i *Haemoproteus*, koji kasnije parom prajmera za *Leucocytozoon* dopunjuju Hellgren et al. (2004), a dodatno prilagođavaju i modifikuju Waldenström et al. 2004. Pomoću ove metode moguće je detektovati parazite avijarne malarije do nivoa vrste, što mikroskopskom metodom nije uvek bilo moguće (Bensch i Akesson 2003). Primera radi ranija istraživanja malarije kod ptica u Španiji ukazivala su na to da je zaraženost plave senice (*Parus caeruleus*) vrstama roda *Plasmodium* svega 10%. Međutim, upotrebom

molekularnih metoda za detekciju ovih parazita, procenat zaraženosti se popeo čak na 70 % (Martinez et al. 2009). Iako je PCR preciznija metoda, ona ne pruža podatke o prevalenci, a često nije u stanju da detektuje ko-infekcije s obzirom da jedan parazit gotovo uvek ima jači signal od drugog parazita, pa je prilikom detekcije avijarne malarije najbolje koristiti obe metode (Valkiūnas et al. 2006).

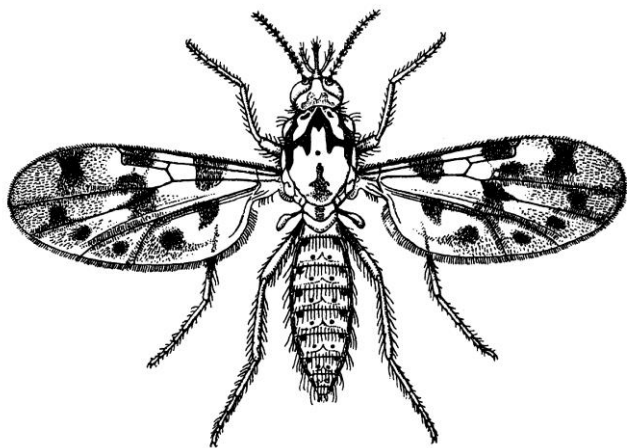
2.3.5 Rod *Haemoproteus*

Haemoproteus i *Leucocytozoon* imaju ograničene oblasti prenošenja, međutim, kod ovih parazita oblast rasprostranjenja može biti veća od oblasti prenošenja (Hellgren et al. 2007). Neke vrste parazita se prenose sezonski, na mestima gnežđenja u oblastima sa umereno-kontinentalnom klimom i pri tome je prenošenje ograničeno samo na prolećne i letnje mesece (Valkiūnas 2005; Hellgren et al. 2007). Međutim, u tropskim predelima, gde ptice zimuju, prenošenje se odigrava tokom čitave godine (Hellgren et al. 2007). Egzoeritrocitna merogonija se odigrava kod ptica u endotelnim ćelijama, a merogonija se ne dešava u krvnim ćelijama. U krvnim ćelijama se razvijaju samo gametociti (Valkiūnas 2005).

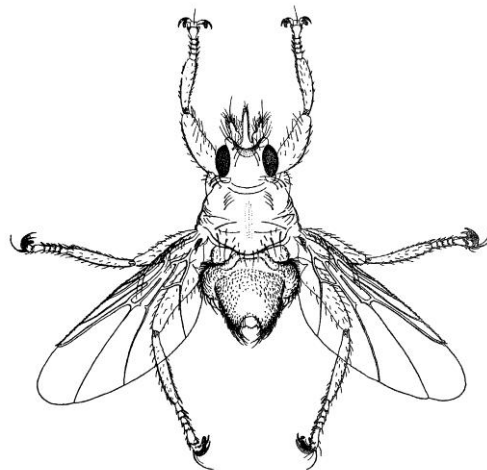
Rasprostranjenost: najveći diverzitet vrste se javlja u Holarktičkoj, Etiopskoj i Orijentalnoj zoogeografskoj oblasti, a samo nekoliko vrsta je zabeleženo u Neotropskoj i Australiskoj oblasti (Valkiūnas 2005).

Vektori: parazite roda *Haemoproteus* prenose muve iz porodica Ceratopogonidae (rod *Culicoides*) i Hippoboscidae (podporodica Ornithomyinae) koje se hrane krvlju (Valkiūnas 2005). Vektori iz roda *Culicoides* su insekti čije se ženke osim nektarom hrane i krvlju (Slika 3). Muve su aktivne u sumrak i svitanje. Kod vektora iz porodice Hippoboscidae (ptičije muve) oba pola se hrane krvlju (Slika 4) (Oosterbroek, 2006).

Ptičiji domaćin: preko 130 vrsta roda *Haemoproteus* otkriveno je u gotovo svim vrstama ptica, ali ih ubedljivo najviše ima u redu pevačica, čak kod 5211 vrsta (Valkiūnas 2005).



Slika 3. Vektor vrsta roda *Haemoproteus*, mušica *Culicoides* sp. (Izvor: Oosterbroek 2006, str. 121, sl. 477).

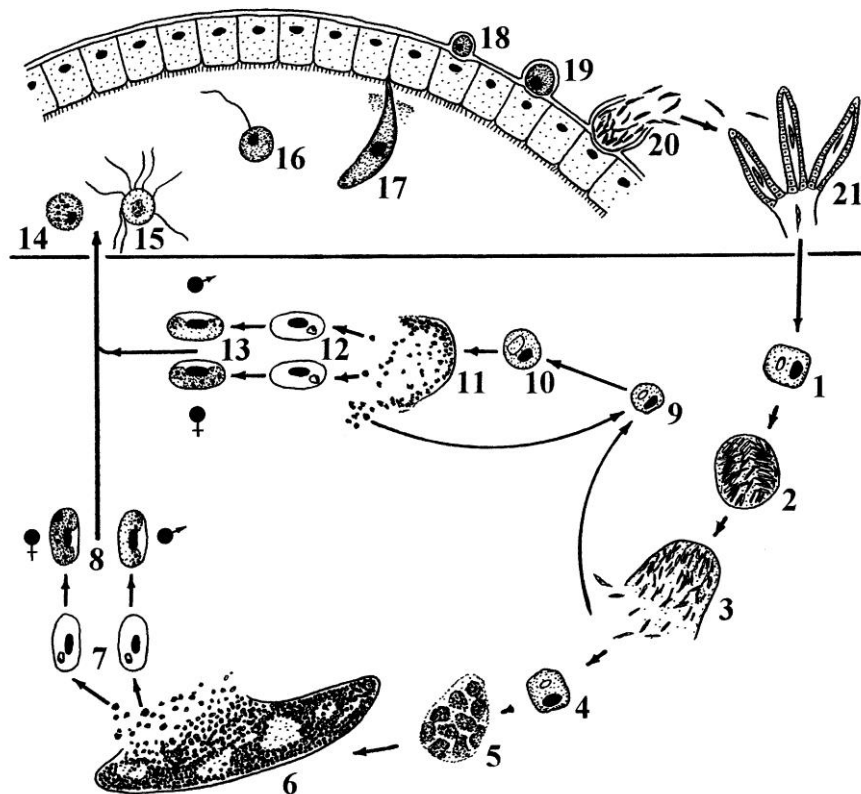


Slika 4. Vektor vrsta roda *Haemoproteus*, ptičija muva *Ornithomya* sp. (Izvor: Oosterbroek 2006, str. 92, sl. 371).

Razvojni ciklus vrsta roda *Haemoproteus*: za razliku od roda *Plasmodium*, *Haemoproteus* prolazi kroz bespolnu reprodukciju ili merogono razviće unutar tkiva, a ne u eritrocitima cirkulatornog sistema (Rusov 2002). Polni ciklus započinje kada krv koja u sebi sadrži zrele polne ćelije (ženske – makrogametocite i muške mikrogametocite) dospe u organizam vektora (Slika 5).

Polna reprodukcija se u vektorskom domaćinu dešava u tankom crevu, gde se gameti spajaju i daju zigote koji se transformišu u ookinete. U zidu tankog creva, ookinete se razvijaju u oociste. Veličina oocista se razlikuje između insekatskih vektora. Tako su kod mušica roda *Culicoides* oociste manje nego kod ptičije muve. Uobičajeno je da sporogonija traje između 4 – 6 dana što je slučaj kod vrst roda *Culicoides*. Međutim, kod ptičije muve sprogonija traje i do 10 dana (Atkinson 2008a). Nakon sazrevanja oociste, dolazi do njenog pucanja i oslobađanja sporozoita koji zatim prodiru u pljuvačne žlezde vektora i prelaze na ptičijeg domaćina tokom narednog obroka vektora (Atkinson 2008a). Sporozoiti se kod ptica razvijaju u makrofazima – ćelijama limfnog sistema, endotelnim ćelijama krvnih sudova različitih organa: pluća, jetre bubrega, slezine ili kostne srži, gde prolaze kroz najmanje dve generacije bespolne reprodukcije (Valkiūnas 2005). Smatra se da je druga merogonija odgovorna za hroničnu parazitemiju i njen povratak (Valkiūnas 2005). Meronti druge generacije daju brojne merozoite koji se razvijaju u megalomeronte, prodiru u eritrocite i formiraju gametocite (Valkiūnas 2005). Makrogametociti i mikrogametociti su pozicionirani u citoplazmi tako da im ulubljeni deo leži uz jedro (Rusov 2002). Malarični pigment hemozin je u gametocitima prisutan u vidu granula zlatno-smeđe, smeđe ili crne boje. Broj, oblik i

položaj pigmentnih granula je značajan taksonomski karakter (Valkiūnas 2005). Vrhunac infekcije nastaje nakon 21 dan od uboda insekta, a nedelju dana od toga sledi drastičan pad infekcije (Atkinson, 2008a). Parazit zauvek ostaje u ptici. Povratak infekcije se dešava početkom reproduktivnog perioda ptica, usled pada imuniteta (Valkiūnas 2005).



Slika 5. Šematski prikaz razvojnog ciklusa *Haemoproteus* sp. (Izvor: Valkiūnas 2005, str. 18, sl. 1).

Gornji deo predstavlja dešavanja u vektoru, a donji u ptici: 1 - sporozoiti u endotelnim ćelijama; 2-3 meronti prve generacije sa izduženim merozoitima; 4 - merozoiti u endotelnim ćelijama; 5 - 6 megalomeronti (mladi i zreli); 7 - merozoiti u eritrocitima; 8 - zreli gametociti; 9 - merozoiti u retikuloendotelnim ćelijama slezine; 10 - 11 merozoiti u jetri (mladi i zreli); 12 - merozoiti u eritrocitima; 13 - zreli gametociti; 14 - makrogamet; 15 - mikrogamet; 16 - zigot; 17 - ookineta prodire uzid tankog creva vektora; 18 - oocista; 19 - 20 sporogonija; 21 - sporozoiti u pljuvačnim žlezdama vektora.

Klinički znaci i patologija: Broj gametocita u perifernoj krvi varira i zavisi od uzrasta ptice, jačine stresa i godišnjeg doba. Klinički znaci kod starijih zaraženih ptica su slabo izraženi. Kod mlađih golubova bolest može da se javi i u težem obliku. Akutni oblik bolesti koji češće nastaje kod mladih ptica odlikuje se smanjenim apetitom, opštom slabošću, anemijom i mršavljenjem, a zbog nemogućnosti lečenja na kraju i uginućem (Rusov 2002). Većina jedinki je tolerantna na visoku parazitemiju, bez vidljivih kliničkih znakova infekcije, a bolest se najčešće završava spontanom ozdravljenjem (Rusov 2002; Atkinson 2008a). Vrste

roda *Haemoproteus* su najčešći krvni paraziti divljih ptica. Neke vrste roda *Haemoproteus* mogu biti veoma patogene izazivajući ozbiljne miozitise kod ptičijih domaćina. Na žalost dobro dokumentovani slučajevi su veoma retki i uglavnom se odnose na domaću živinu i ptice u zoološkim vrtovima. Zaražene ptice ne predstavljaju opasnost za čoveka (Atkinson 2008a).

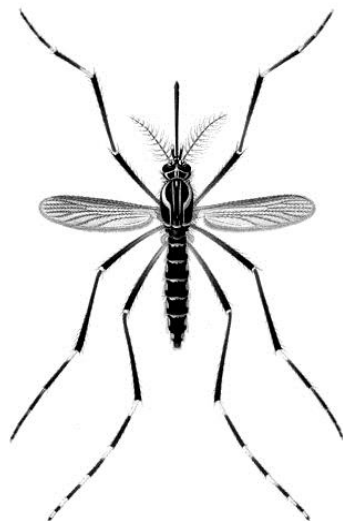
2.3.6 Rod *Plasmodium*

Vrste roda *Plasmodium* smatraju se uzročnicima prave ptičije malarije, usled prisustva bespolne reprodukcije (merogonije) u eritrocitima periferne cirkulacije (Atkinson 2008b; Valkiūnas 2005). Egzoeritrocitna merogonija je podeljena na dve: primarnu (preeritrocitnu) i sekundarnu (posteritrocitnu). Primarna merogonija se sastoji iz dve generacije meronata koje nazivamo kriptozoiti i metakriptozoiti. Sekundarna merogonija ima nekoliko generacija meronata koje nazivamo fanerozoiti. Za povratak infekcije odgovorni su upravo fanerozoiti. Tokom hronične parazitemije, parazit potpuno nestaje iz periferne krvi i naseljava unutrašnje organe. Infekcija se ponovo vraća tokom perioda gnežđenja ptica, što je važno za parazita i njegov opstanak u divljini (Valkiūnas 2005). Malariju kod ptica izaziva više od 40 vrsta parazita koji se razlikuju po domaćinu u kojem parazitiraju, vektorima, geografskom rasprostranjenju i patogenosti (Valkiūnas 2005).

Rasprostranjenost: vrste roda *Plasmodium* su kosmopolitske i naseljavaju sve zoogeografske oblasti sem Antarktika, s obzirom da tamo nema odgovarajućih insekatskih vektora (Valkiūnas 2005). Najveći deo prenošenja parazita dešava se tokom proleća i leta u umereno-kontinentalnim oblastima (Hellgren et al. 2007).

Vektori: vrste roda *Plasmodium* prenose isključivo ženke komaraca, koje se hrane krvlju, najčešće iz rodova *Aedes* i *Culex*, dok vrste roda *Anopheles* prenose samo neke vrste parazita (Valkiūnas 2005). Komarci roda *Aedes*, su za razliku od drugih komaraca, aktivni samo danju (Slika 6).

Ptičiji domaćin: avijarna malarija je široko rasprostranjena kod svih vrsta ptica sem kod redova Struthioniformes, Coliiformes i Trogoniformes. Najveći diverzitet vrsta se javlja kod ptica iz reda pevačica (Passeriformes) (Valkiūnas 2005).

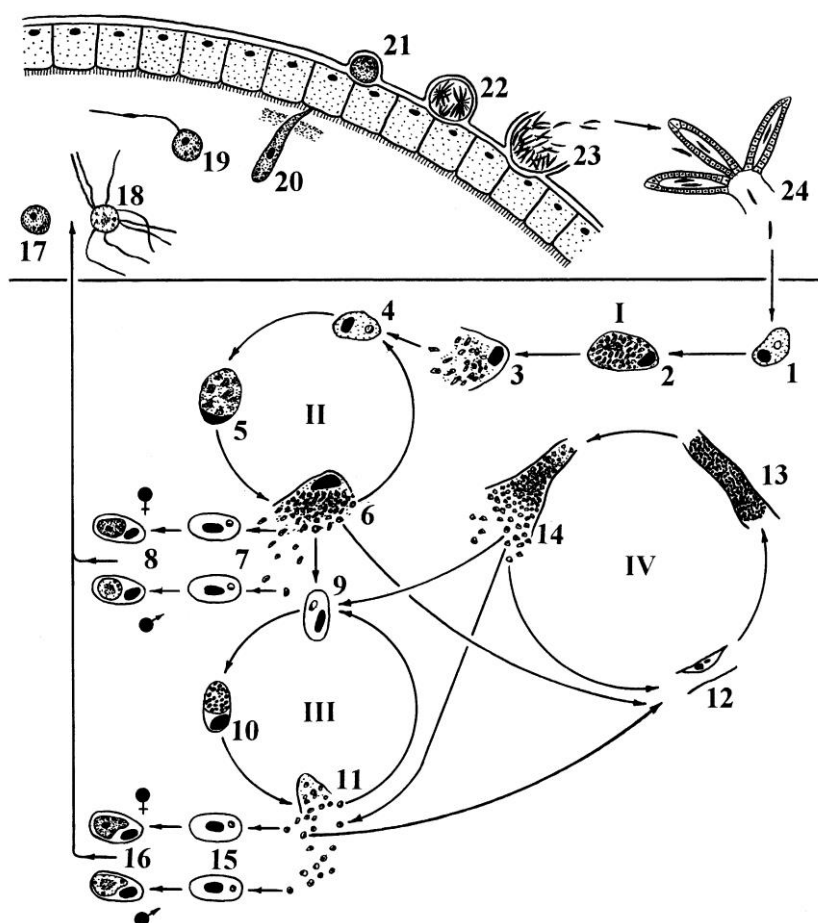


Slika 6. Ženka komarca vrste *Aedes aegypti* je tipični predstavnik vektora koji prenosi vrste roda *Plasmodium*. (Izvor: WCc 2017, modifikovano).

Razvojni ciklus vrsta roda *Plasmodium*: Kada insekatski vektor –ženka komarca, koja je zaražena nekom vrstom iz roda *Plasmodium* uzme svoj obrok krvi, iz njenih pljuvačnih žlezda se u ptičijeg domaćina ubacuje parazit u stadijumu sporozoita (Paul et al. 2003) (Slika 7).

Ovi sporoziti napadaju makrofage retikuloendotelnog sistema i bespolnim putem daju prvu generaciju meronata - kriptozoite, a nedelju dana kasnije drugu generaciju metakriptozoiti (Valkiūnas 2005; Atkinson 2008b). Zreli metakriptozoiti daju na desetine hiljada merozoita, koji su sposobni da invadiraju eritrocite cirkulatornog sistema i endotelne ćelije slezine, jetre i bubrega. Merozoiti treće generacije – fanerozoiti, nastanjeni u endotelnim ćelijama nastavljaju dalju bespolnu deobu nazvanu egzoeritrocitna merogonija. Novi merozoiti oslobođeni na ovaj način prelaze ili u cirkulaciju i nastanjuju eritrocite, ili ponovo invadiraju endotelne ćelije i prolaze kroz novu merogoniju (Atkinson 2008b; Valkiūnas 2005). Nakon nekog vremena merozoiti koji su u cirkulaciji prestaju da se dele i razvijaju se u gametocite. U krvi ptičijeg domaćina, gametociti sazrevaju i čekaju da ih unese u organizam sledeći insekatski domaćin (Paul et al. 2003). Dok rastu u eritrocitu gametociti se hrane citoplazmom domaćina, vareći domaćinov hemoglobin kroz hranljive vakuole koje se nalaze u citoplazmi parazita (Atkinson 2008). Gametociti su okrugli ili oblika banane, u citoplazmi eritrocita potiskuju jedro, koje se usled toga deformiše (Rusov 2002). U novoj ženki komarca gametociti se diferenciraju u muške i ženske gamete, spajaju dajući zigote koji se zatim transformišu u ookinete. Ookinete prolaze kroz zid creva komarca i tamo se diferenciraju u oociste. Nakon 8 – 15 dana, u zavisnosti od vrste *Plasmodium* zrele oociste

nastanjuju pljuvačne žlezde domaćina i tokom sledećeg obroka, prenose se u novog ptičijeg domaćina (Paul et al. 2003).



Slika 7. Šematski prikaz razvojnog ciklusa *Plasmodium* sp. (Izvor Valkiūnas 2005, str. 29, sl. 11). Gornji deo predstavlja dešavanja u vektoru, a donji u ptici: I - II – primarna egzoeritrocitna merogonija; III - eritrocitna merogonija; IV – sekundarna egzoeritrocitna merogonija; 1-sporozoiti u retikuloendotelnim ćelijama; 2-3 kriptozoiti; 4 - merozoit u makrofagu; 5-6 metakriptozoiti; 7 - merozoiti u eritrocitima; 8 - gametociti; 9 - merozoit u eritrocitu; 10-11 meronti; 12 - merozoiti u endotelnim ćelijama; 13-14 fanerozoiti; 15 - merozoiti u eritrocitima; 16 - gametociti; 17 - makrogamet; 18 - mikrogamet; 19 - zigot; 20 - ookineta prodire u zid tankog creva vektora; 21 - oocista; 22-23 sporogonija; 24 - sporozoiti u pljuvačnim žlezdama vektora.

Klinički znaci i patologija: Kod ptica se akutna faza dešava između 6 i 12 dana od momenta uboda insekta, kada infekcija dostiže svoj vrhunac (Atkinson 2008b). Klinički znaci ptičije malarije najbolje su proučeni kod domaće živine i ptica gajenih u zatočeništvu kakvi su golubovi. Izraženi klinički znaci se javljaju naročito kod mladih jedinki. Kod jake invazije, nakon inkubacije od sedam dana zapažaju se groznica, slabost, depresija, nakostrešenost perja i povremeno podrhtavanje. Disanje je otežano, apetit smanjen ili nedostaje, a može se javiti i dijareja. Kod obolele živine i golubova javlja se gubitak i sjaj perja, slabi znaci anemije i prolazne slabosti. Nakon 8 – 13 dana opšte stanje živine se ili popravlja ili ona ugine.

Mikroskopskim pregledom krvnih razmaza periferne krvi u slučajevima sa jako izraženom bolesti, može se konstatovati da je čak 80% – 90% eritrocita zaraženo (Rusov 2002; Atkinson 2008b). Većina infekcija sa *Plasmodium* spp. kod divljih ptica je hronična, ali intenzitet zaraženosti može biti veoma nizak, usled nepostojanja meronata u eritrocitima domaćina, što otežava razlikovanje gametocita *Plasmodium* spp. od *Haemoproteus* spp. (Atkinson 2008b).

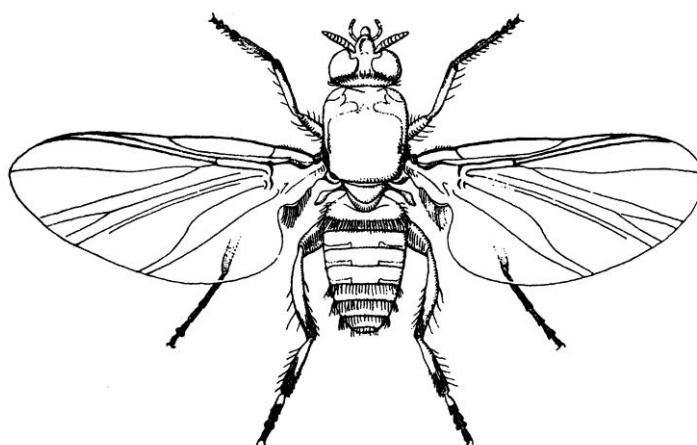
Ne postoje pouzdani dokazi da *Plasmodium* izaziva velike epizootične mortalitete divljih ptica. Osim toga na osnovu mikroskopskih pregleda krvnih razmaza, rasprostranjenost avijarne malarije u odnosu na ostale hemosporidije (*Haemoproteus* i *Leucocytozoon*) je 4 – 5 puta manja (Atkinson 2008b). Od avijarne malarije najviše obolevaju pingvini i druge ptice u zatočeništvu koje su izložene insekatskim vektorima i parazitima kojih nema u njihovom prirodnom okruženju (Jones i Shellam 1999). Ptice zaražene avijarnom malarijom ne predstavljaju rizik za čoveka, jer se bolest ne prenosi na ljude. Ipak, smanjenje populacija komaraca koji kao vektori prenose malariju, uticalo bi i na njeno smanjenje i rasprostranjenost u prirodi (Atkinson 2008b).

2.3.7 Rod *Leucocytozoon*

Rasprostranjenost: smatra se da ima oko 35 vrsta roda *Leucocytozoon* koje su rasprostranjene širom sveta, osim na Antarktiku, jer tamo nema vektora, a najveći broj vrsta se javlja u Holarktiku. Kao i kod *Haemoproteus* merogonija se ne odigrava u krvnim ćelijama. Gametociti nemaju malarični pigment hemozin (Valkiūnas 2005).

Vektori: insekti koji prenose vrste roda *Leucocytozoon* su (Slika 8) mušice iz porodice Simuliidae (Valkiūnas 2005). To su mali insekti čije se ženke hrane krvlju. Insekti su aktivni ujutro i uveče. Široko su rasprostranjeni od tropa, tundri i tajgi. Za razvoj vektora neophodno je prisustvo tekuće vode (Oosterbroek 2006).

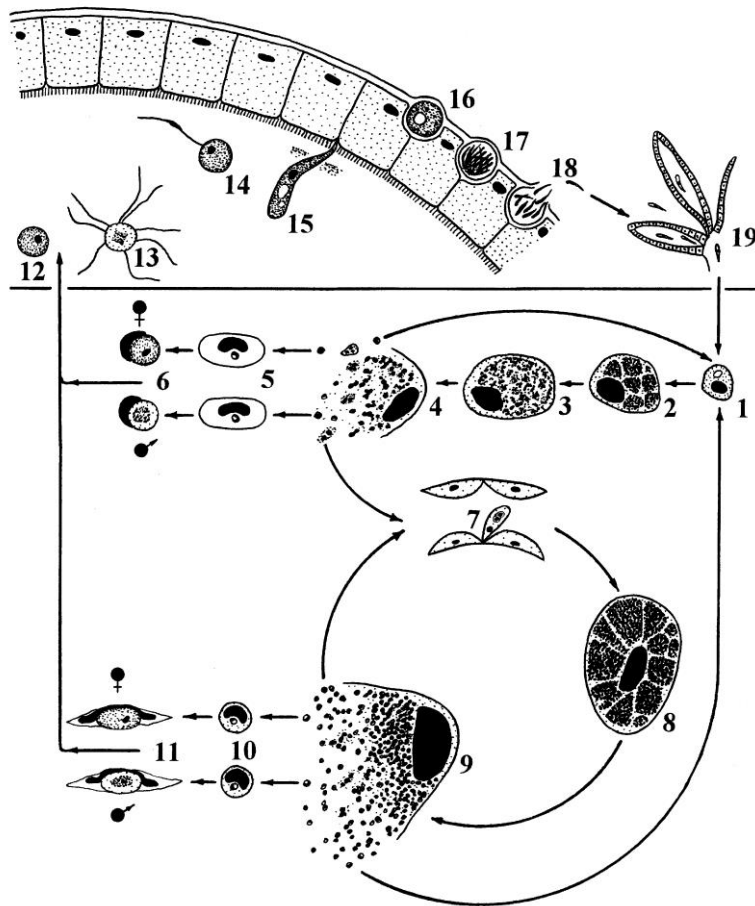
Ptičiji domaćin: najveći broj vrsta roda *Leucocytozoon* zastupljen je kod pevačica (8 vrsta), koka (7 vrsta) i modrovrana (4 vrste). *Leucocytozoon* nikada nije zabeležen kod redova Tinamiformes, Podicipediformes, Procellariiformes i Pteroclidiformes (Valkiūnas 2005).



Slika 8. Mušica roda *Simulium* vektor vrsta roda *Leucocytozoon* (Izvor Oosterbroek 2006, str. 160, sl. 561, modifikovano).

Razvojni ciklus vrsta roda *Leucocytozoon*: Životni ciklus vrsta roda *Leucocytozoon* započinje kada inficirani vektor hraneći se krvlju prelaznog domaćina – ptice, u njen krvotok ubaci sporozoite (Slika 9). (Valkiūnas 2005).

Sporozoiti prodiru u parenhimske ćelije jetre, gde se razvijaju u prvu generaciju meronata. U citoplazmi meronata razvija se veliki broj jedara zvanih citomere. Daljim razvojem, formiranjem membrane oko citomera nastaju i meronti koje nazivamo sinšitia. Nakon što merozoiti uđu u krvotok, invadiraju eritrocite i razvijaju se u okrugle forme - gametocite. Sinšitije ulaze u krvotok i preko krvi u mnoge organe (slezinu, jetru, limfne čvorove, mozak) gde u makrofagima formiraju drugu generaciju meronata - megalomeronte. Nakon pucanja megalomeronta, oslobađaju se hiljade merozoita koji napadaju limfocite i leukocite, u kojima se razvijaju u izdužene gamete (ženske – makrogametocite i muške – mikrogametocite). Deo ovih meroziota odgovoran je za povratak infekcije koji se dešava s proleća (Valkiūnas 2005). Gametociti izmene oblik inficirane ćelije domaćina tako što prošire i produže jedro. Ćelije sa parazitima imaju vrpčast kraj i obično dva jedra - jedno jedro ćelije domaćina, a drugo parazita. Kada gametocite ingestira sledeći vektor, on postaje zaražen, a gameti se spajaju (polna reprodukcija) i formiraju zigot. Zigot se transformiše u ookinete, a one prolaze kroz zid tankog creva vektora formirajući oociste. Oociste prolazeći kroz sporogoniju daju sporozoite koji zatim prodiru u pljuvačne žlezde vektora spremni da inficiraju narednog prelaznog domaćina (Valkiūnas 2005).



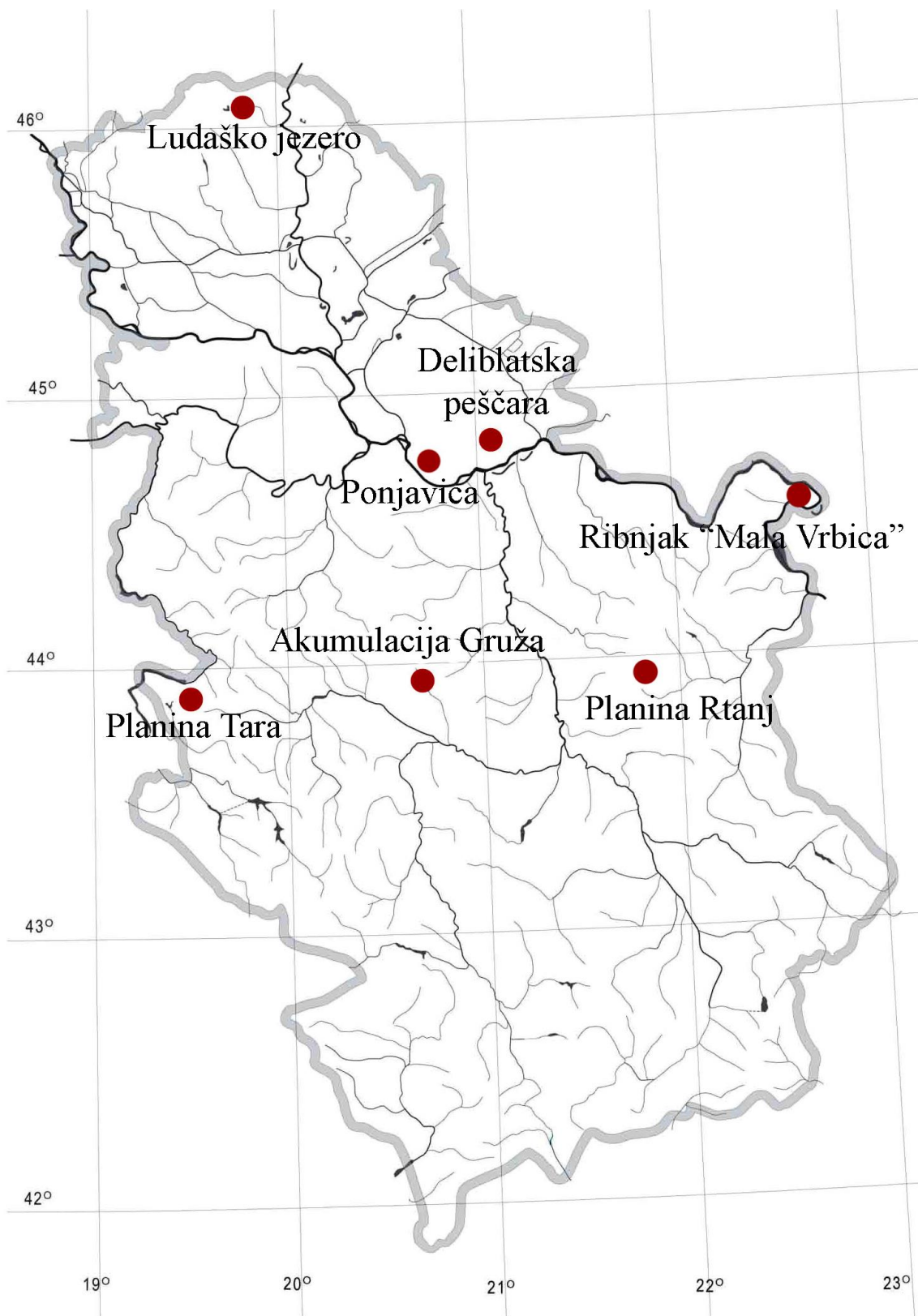
Slika 9. Šematski prikaz razvojnog ciklusa *Leucocytozoon* sp. (Izvor: Valkiūnas 2005, str. 38, sl. 18). Gornji deo predstavlja dešavanja u vektoru, a donji u ptici: 1 - sporozoiti u ćelijama jetre; 2 - 4 - hepatični meronti; 5 - merozoiti u eritrocitima; 6 - gametociti (okrugla forma); 7 - sinšitija u retikuloendotelnom sistemu; 8 - 9 megalomeronti; 10 - merozoiti u leukocitima; 11 - gametociti (izdužena forma); 12 - makrogamet; 13 - mikrogamet; 14 - zigot; 15 - ookineta prodire u zid tankog creva vektora; 16 - oocista; 17 - 18 sporogonija; 19 - sporozoiti u pljuvačnim žlezdama vektora.

Klinički znaci i patologija: *Leucocytozoon* je najpatogeniji za patke, guske i fazane, a veoma retko za mlade grabljivice (Rusov 2002; Forrester i Greiner 2008). Najčešće obolevaju mlade ptice starosti od 2 nedelje do 2 meseca. Kod mladih jedinki javljaju se znaci slabosti, dehidracije, slabijeg uzimanja hrane i povećane žeđi i anemije, a veoma često i smrt. Kod mladih ptica bolest je akutnog, a kod starijih hroničnog toka. Smrtnost odraslih ptica je retka, a znaci bolesti su slabog intenziteta (Rusov 2002).

2.4 Ispitivano područje

Istraživanja avijarne malarije sprovedena su na sedam lokaliteta u Srbiji: Ludaško jezero, Akumulacija Gruža, vodotok Ponjavica, Deliblatska peščara, Ribnjak Mala Vrbica, planine Tara i Rtanj (Slika 10).

Lokaliteti su odabrani na osnovu nekoliko kriterijuma, a najvažniji je da se na istom lokalitetu gnezde i migratorne i sedentarne vrste ptica pevačica. Radi boljeg poređenja između vrsta odabrani su lokaliteti sa različitim vegetacijskim karakteristikama (ravničarsko i brdsko jezero, ravničarska reka, ravničarska i planinska šuma). Kako ne postoje precizni podaci na kojim lokalitetima u Africi zimuju naše gnezdeće populacije, tako ne postoje ni tačni podaci o vektorima i parazitima na tom području. Zbog toga je istraživanje usmereno na gnezdeće populacije ptica, s obzirom da je njihovo poreklo poznato, a shodno tome biće i jasnije sagledana fauna parazita.



Slika 10. Područja u Republici Srbiji na kojima je ispitivano prisustvo avijarne malarije kod ptica.

2.4.1 Ludaško jezero

Basen Ludaškog jezera nalazi se na Bačkoj lesnoj zaravni (Butorac 2002), 12 km istočno od Subotice, između dve velike reke Dunava i Tise. U njegovoj neposrednoj okolini nalaze se Slano, Omladinsko i najveće Paličko jezero sa kojim je Ludaško jezero povezano kanalom. Površina jezera iznosi 328,5 ha. Jezero je smešteno u plitkoj udolini, meridijanskog pravca pružanja u dužini od 4,5 km. Severni deo obale je nizak i zamočvaren, dok je deo prema lesnoj zaravni viši. Prosečna dubina jezera u južnom delu iznosi 0,9 m, a u severnom delu varira od 0,5 do 2 m (Kovačev 2002). Prokopavanje kanala 1971. godine između jezera Palić i Ludaš, dovelo je do direktnog ulivanja otpadnih voda iz Subotice u Ludaško jezero, usled čega je počelo da funkcioniše kao taložnik. Proces eutrofizacije je postao veoma intenzivan i jezero velikom brzinom preraslo u močvaru, odnosno rit (Kovačev 2002). Klima ovog područja je umereno kontinentalna, semi-humidnog karaktera. Tokom zime jezero se zamrzava ponekad i do tri meseca, a leti se voda zagreva do 30 °C (Kovačev 2002). Na području Ludaškog jezera, u periodu od maja do oktobra komarci su veoma brojni (lična zapažanja).

Ludaško jezero predstavlja poslednje stepsko jezero u Srbiji, a bazu prirodnih ekosistema na području jezera, predstavlja dominantna barsko-močvarna vegetacija, mozaičnog rasporeda (Butorac 2002) (Slika 11).



Slika 11. Ludaško jezero u čijoj močvarnoj vegetaciji dominanira trska (Foto: D. Stanković).

Slobodnu vodenu površinu između tršćaka i krajnje degradirane sastojine čine flotantne zajednice sočivice i mešinke: *Lemno-Utricularietum*. Od submerznih biljaka uslove za opstanak nalaze *Ceratophyllum demersum* i *Myriophyllum spicatum*, koje su ujedno i graditelji dve najčešće fitocenoze. U močvarnoj vegetaciji dominira trska, odnosno kosmopolitska asocijacija *Scirpo-Phragmitetum* (Butorac 2002).

Ludaško jezero 1955. dobija status Strogog prirodnog rezervata. Ovo područje 1982. postaje Regionalni park „Palić – Ludaš“, a izgradnjom saobraćajnice 1991. godine, park biva podeljen na dva rezervata. Jezero je 1994. godine proglašeno za Specijalni rezervat prirode, kao prirodno dobro od izuzetnog značaja za Republiku Srbiju (Garovnikov 1997). Na listu močvarnih područja od međunarodnog značaja po Ramsarskoj konvenciji, Ludaško jezero je upisano 1977. godine. Od 1989. Ludaško jezero se tretira kao IBA (*Internationa Bird Area*) – područje od međunarodnog značaja za ptice (Grimmett i Jones 1989). Područje je značajno za gnežđenje, migraciju i delimično za zimovanje ptica, a veoma je značajno jer se nalazi na migratornom pravcu ptica koje dolaze sa severa Evrope (Puzović et al. 2009).

2.4.2 Akumulacija Gruža

Akumulacija Gruža (poznata i kao Gružansko ili Kničko jezero) nastala je pregrađivanjem srednjeg toka reke Gruže, radi snabdevanja grada Kragujevca, pijaćom i tehničkom vodom, i za druge višenamenske potrebe (Pantović i Madžarević 1999). Gružanska akumulacija ispunjava depresiju Kničkog polja i nalazi se između Gledičkih planina na istoku i Kotlenika na zapadu (Stanković 2000). Jezero zahvata površinu od 934 ha, te predstavlja jednu od najvećih vodenih površina na području Šumadije. Ukupna dužina akumulacionog jezera je oko 10 km, a širina varira između 300 i 2800 m. Na pojedinim mestima dubina jezera je svega 1,3 m, dok je najveća dubina neposredno ispred brane – 31 m (Stanković 2000). Osim atmosferskih padavina i vode koju dobija od Gruže, jezero se napaja i vodom iz Boračke reke, koja je ranije bila desna pritoka Gruže (Čomić i Ostojić 2005). Veći deo akumulacije ima karakter nizijske akumulacije, male dubine sa obalama okruženim obradivim površinama i livadama (Stanković 2000). Jezero je bogato ribom (Šorić 1996).

Na severu jezera, u vidu pojasa u širini od 5 do 10 m prostire se manja površina trske (*Phragmites communis*) i ševara (*Scirpus lacuster*) (Veljović 1967). Na mestima gde se Gruža i Boračka reka ulivaju u jezero, formiraju se vlažne, poplavne livade u pojasu širine i do 100 m (Slika 12). Dominantni graditelj zajednice vlažnih livada koje su tokom godine dugo pod vodom je *Trifolium resupinatum* (Veljović 1967). Nešto dalje, u plićem priobalnom

pojasu, razvija se i retka submerzna makrofitska vegetacija salinjena od jeguljine trave (*Potamogeton natans*), (*Polygonum bistorta*), resine (*Ceratophium demersum*) i drezge (*Myriophyllum spicatum*) (Veljović 1967).



Slika 12. Poplavne livade na severnom delu Gružanske akumulacije u blizini ušća Gruže (Foto: D. Stanković).

Osnovni problem Gružanske akumulacije predstavlja relativno ubrzan proces eutrofizacije i starenja, koje nastaje negativnim antropogenim uticajima, usled intenzivne primene agrotehničkih mera na okolnom obradivom zemljištu, spiranjem nutrijenata u jezero i ulivanjem otpadnih voda iz domaćinstava i vikend naselja (Vujadinović i Gajić 2005). Gružansko jezero predstavlja najveću vodenu akumulaciju u centralnoj Srbiji i kao takvo prevashodno je značajno kao migratorni koridor i zimovalište za mnoge ptice. Područje je značajno za mnoge ptice vodenih staništa, usled čega je 2009. nominovano za IBA (Puzović et al. 2009).

2.4.3 Deliblatska peščara

Deliblatska peščara se nalazi na jugoistoku Banata uz Dunav i rumunsku granicu. To je jedinstveno područje u evropskim razmerama, dužine oko 60 km. Naslage peska su na pojedinim delovima preko 200 m, a dine se izdižu do visine od oko 30 m (Vasović 1994). Deliblatska peščara je u prošlosti predstavljala živi ili slabo vezani pesak koji je upornom

borbom započetom 1818. savladan i pretvoren u veliki mozaični šumsko – stepski kompleks (Sekulić i Šljivovački 1980; Popov 1994).

Danas se u Deliblatskoj peščari smenjuju mozaični kompleksi stepskih, peščarskih, šumo – stepskih i barsko-močvarnih staništa sa bogatim specijskim diverzitetom (Stjepanović-Veseličić 1953) (Slika 13). Šumske komplekse uglavnom čine bagrem, crni i beli bor, dok su autohtone šume hrasta i lipe zastupljene samo fragmentarno (Stojakov 1994). Klima u peščari je kontinentalno-stepskog tipa. Zime su hladne i vetrovite (Kolić 1969).



Slika 13. Deliblatska peščara sa mozaičnom šumo-stepskom vegetacijom (Foto: Daliborka Stanković).

Osnovni problem Deliblatske peščare predstavlja neplansko pošumljavanje, obrastanje otvorenih stepskih peščarskih štaništa žbunastom i šumskom vegetacijom, te česti šumski požari. U novije vreme veliku pretnju, pre svega pticama, kako gnezdaricama tako i selicama predstavlja izgradnja vetroparkova (Puzović et al. 2009).

Deliblatska peščara je kao Specijalni rezervat prirode zaštićena od 1977. godine (Popov 1994; Službeni glasnik Republike Srbije, br. 03/2002). Kao područje od međunarodnog značaja za ptice (*IBA – International Bird Area*), Deliblatska peščara se tretira od 1989. godine (Grimmett i Jones 1989). U nacionalnim okvirima, područje Peščare je značajno za gnežđenje velikog broja ptica, posebno grabljivica i mnogih šumskih vrsta pevačica (Puzović et al. 2009).

2.4.4 Planina Tara

Planinski kolmpeks Tara se nalazi na zapadu Srbije uz reku Drinu. Pripada delu starovlaških planina (Starovlaško-Raška visija) i predstavlja krajnji ogranak unutrašnjih Dinarida (Gajić 1988). Ova krečnjačka planina obuhvata nekoliko značajnih planinskih masiva: Zvijezda, Crni vrh i Tara u užem smislu, sa najvišim vrhovima zapadne Srbije (Gajić 1988). Nacionalni park Tara u geomorfološkom smislu predstavlja skup planinskih uzvišenja ispresecanih duboko usečenim dolinama reka i potoka (Gajić 1988).

Tara je obrasla visokoplaninskom četinarskom i liščarskom šumskom vegetacijom, koja je jedna od najočuvanijih u Srbiji (Slika 14). Mestimično se javljaju čiste sastojine smrče i bukve, i mešovite sastojime smrče i jele, ali ima i omorike, javora, jasike, belog bora i breze (Čolić 1964; Gajić 1988). U klisurama je prisutna refugijalna polidominantna vegetacija sa brojnim reliktima, a na pojedinim delovima ovog područja zastupljena su stenovita staništa i goleti. Na klimu Tare presudan uticaj ima njen geografski položaj. Klima je umereno kontinentalna sa humidnim karakterom i varira sa reljefom i visinom (Gajić 1988).



Slika 14. Očuvana četinarska vegetacija na Tari (Foto: D. Stanković).

Zapadni deo Tare je 1981. proglašen za Nacionalni park („Službeni glasnik SR Srbije” br. 41/81), čija se površina vremenom proširila („Službeni glasnik Republike Srbije” br. 39/93 i 44/93). Istočni deo Tare je 2008. proglašen za park prirode pod nazivom „Šargan – Mokra Gora“. Glavni problemi ugrožavanja planine Tare su divlja i neplanska gradnja, krivolov, uznemiravanje životinja i nekontrolisana seča šuma. Ovo planinsko područje je značajno kao гнездilište ptica od kojih su mnoge retke, zbog čega je od 1998. uvršteno u IBA područja (Puzović i Grubač 1998).

2.4.5 Ponjavica

Reka Ponjavica, nekadašnji rukavac ili tok Dunava i njeno zaštićeno područje Park prirode „Ponjavica“ nalazi se u južnom Banatu, na obodu pančevačke depresije, na teritoriji grada Pančeva (Bukurov 1953). Proteže se u dužini od 9 km između naselja Omoljice i Banatskog Brestovca, na levoj obali donjeg toka Dunava. Ponjavica je kanalisana posle regulacije Dunava (Bukurov 1953) i korišćena kao recipijent voda sistema za odvodnjavanje nekadašnjeg plavnog područja Dunava (Radulović et al. 2009). Reka se snabdeva atmosferskom vodom ili pri visokim vodostajima, vodom iz Dunava. Ponjavicu karakteriše jedinstvenost stalne vodene površine i kontrast strme leve i niske desne obale koje omeđuje korito reke sa mozaičnim rasporedom biljnih zajednica vodenog, barsko-močvarnog i šumskog tipa vegetacije (Budakov et al. 1994) (Slika 15).

Ponjavica u geomorfološkom smislu sa svojim okruženjem većim delom pripada aluvijalnoj ravni Dunava sa izraženim oblicima fluvijalnog reljefa (Bukurov 1953). Područje Ponjavice pripada umerenoj klimatskoj zoni sa jače naglašenim kontinentalnim osobinama (Delić 2012). U fitogeografskom pogledu ovo područje pripada panonskoj provinciji u okviru panonsko-vlaškog i srednjeevropsko balkansko-ilirskog podregiona, tj. pontsko-južnosibirskom florističkom regionu kojeg karakterišu tipične stepske i livadsko-stepske vegetacije, različiti tipovi mezofilnih lišćarskih šuma i žbunaste forme (Stevanović 1999).

Park prirode „Ponjavica“ obuhvata deo nekadašnjeg srednjeg toka Ponjavice sa očuvanim morfološkim karakteristikama korita i malobrojnim, međusobno, delimično izolovanim ostacima tršćaka i livada (Budakov et al. 1994). Prisutna vegetacija u prirodnom i blisko prirodnom stanju predstavlja poslednje ostatke nekadašnjeg prostranog močvarnog kompleksa i pribežište vrsta čija su staništa uništena regulacijom voda. Istovremeno služi kao ekološki koridor koji povezuje rascepkane ostatke iskonske vegetacije sa ekološkim koridorom

Dunava (Budakov et al. 1994). Poseban kvalitet ovom tipu ekosistema daje prostorna smena šumske i žbunaste vegetacije (Budakov et al. 1994).



Slika 15. Ponjavica sa mozaičnim rasporedom biljnih zajednica (Foto: D. Stanković).

Faktori ugrožavanja ovog zaštićenog područja su pre svega antropogeni: odvodnjavanje i druga promena prirodnog vodnog režima, eutrofikacioni procesi, melioracioni zahvati, degradacija i gubitak staništa, podizanje šumskih monokultura na livadama i pašnjacima, neplanska izgradnja vikendica i divlje deponije (Karadžić 2011).

Ponjavica je kao Park prirode prvi put zaštićena Rešenjem o prethodnoj zaštiti prirodnog dobra „Ponjavica“ („Službeni glasnik Republike Srbije“ br. 53/92). Odlukom o zaštiti Parka prirode „Ponjavica“ donetoj 1995. godine („Službeni list opštine Pančevo“ br. 3/95) ovaj prostor se u skladu sa zakonom svrstava u III kategoriju prirodnih dobara kao značajno prirodno dobro. Odluka o zaštiti Parka prirode „Ponjavica“ nakon revizije područja doneta je 2014. („Službeni list opštine Pančevo“ br. 6/14).

2.4.6 Ribnjak Mala Vrbica

Ribnjak Mala Vrbica se nalazi u Negotinskoj Krajini, između Dakijske nizije na istoku i Karpatskog masiva na zapadu. Ribnjak je izgrađen na delu nekadašnjeg močvarnog područja

Dunava, dok je deo i dalje očuvan kao močvarni kompleks kojeg čine: Kostolsko blato sa jezerima i močvarama, ribnjak, lesna brda Osojne, utrine i vinogradi lokaliteta Lanci i Pesak, plavni delovi Velike Vrbice i tok Dunava (Slika 16) (Puzović et al. 2009).

Osim ribarstva, koje direktno ugrožava i uznemirava gnezdeće populacije, negativni faktori koji utiču na ptice su pre svega antropogeni: zagađenje vode putem spiranja nutrijenata, pesticida i veštačkih đubriva sa okolnih oranica i vinograda usled čega dolazi do eutrofizacije, kontaminacije i nestajanja vodenih staništa. Paljenje i uništavanje tršćaka i degradacija lesnih odseka usled izgradnje vikend objekata kao i divlje deponije dodatno utiču na ugrožavanje ovog staništa (Puzović et al. 2009).

Područje na kojem se nalazi ribnjak značajno je za gnežđenje, seobu i zimovanje ptica na Dunavu i stajaćim vodama. Područje nije stavljeno pod zaštitu države, iako je još 1978. prepoznato kao značajno za ptice, a od 2000. predstavlja IBA područje, važno za gnežđenje velikog broja retkih vrsta od kojih su neke globalno ugrožene. Ribnjak Mala Vrbica predstavlja i značajnu stanicu u seobi i zimovanju mnogih vrsta ptica (Puzović et al. 2009).



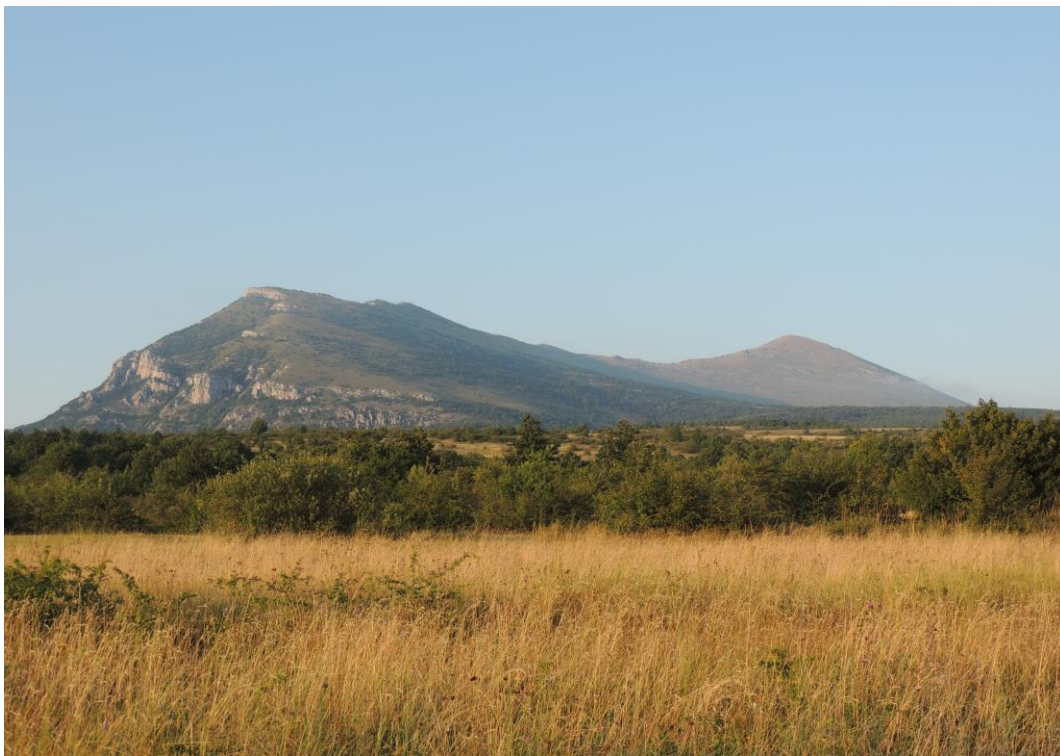
Slika 16. Detalj sa ribnjaka Mala Vrbica (Foto: Marko Raković).

2.4.7 Planina Rtanj – podnožje

Rtanj je krečnjačka planina, koja svojom visinom i karakterističnim kupastim izgledom, dominira okolinom. Rtanj se nalazi u istočnoj Srbiji između Velikomoravske doline i Timočke krajine. Najviši vrh je visine 1570 m. Planina Rtanj je karakterističana i po strmim

stranama, a prisutni su i tipični kraški oblici kao što su vrtače, jame i škrape. Sam planinski masiv je bez vode, ali se zato u podnožju nalaze vlažna staništa koja se napajaju iz Crnog Timoka. Na samoj planini razlikuju se ekološki uslovi na severnim i južnim padinama. Severne padine su obrasle mešovitim bukovo-jelovim šumama, dok su južne strane iskrčene i pretvorene u pašnjake. Oko samog masiva u podnožju Rtnja smeštena su naselja (Puzović et al. 2009).

Glavni faktori koji ugrožavaju šire područje su pre svega antropogenog karaktera, usled seče drveća i degradiranja šumskih zajednica. Planinski pašnjaci su ugroženi postepenim zarastanjem zbog smanjenja ispaše. Uznemiravanje ptica tokom perioda gnežđenja je prisutno usled sakupljanja čuvenog rtanjskog čaja, lova i krivolova zaštićenih vrsta ptica (Puzović et al. 2009).



Slika 17. Specijalni rezervat prirode Rtnj (Foto: Milan Paunović).

Područje je 1958. godine proglašeno za Strogi prirodni rezervat „Rtnj“ („Službeni glasnik NRS“ br 41/59-682), a u toku je postupak za proglašenje Specijalnog rezervata prirode „Rtnj“ sa proširenjem zone zaštite („Službeni glasnik RS“ br. 36/2009, 88/2010 i 55/2012). Zbog geoloških izuzetnosti Rtnj je 2005. predložen da uđe u sastav objekata geonasleđa Srbije (ProGeo) (Banjac 2005). Rtnj je kao gnezdilište začajno za vrste otvorenih

visokoplaninskih pašnjaka i graljivice. Područje Rtnja je 2009. nominovano za IBA, ali nije ispunilo sve kriterijume (Puzović et al. 2009).

2.5 Pregled i karakteristike ispitivanih vrsta ptica

Prilikom istraživanja avijarne malarije u Srbiji fokus je bio na vrstama iz reda pevačica (Passeriformes), jer su u ovoj grupi ptica podjednako zastupljene i migratorne i sedentarne vrste, koje lako mogu biti uzorkovane. Sve vrste pripadaju pticama zapadnog Palearktička u kojem se nalazi i Srbija. Ukupno je uzorkovano 43 vrste, od kojih su 24 vrste stanarice (*Garrulus glandarius*, *Periparus ater*, *Lophophanes cristatus*, *Poecile montanus*, *Cyanistes caeruleus*, *Parus major*, *Aegithalos caudatus*, *Certhia familiaris*, *Sitta europaea*, *Sturnus vulgaris*, *Turdus merula*, *Phoenicurus ochruros*, *Regulus regulus*, *R. ignicapillus*, *Prunella modularis*, *Passer domesticus*, *P. hispaniolensis*, *P. montanus*, *Motacilla cinerea*, *Fringilla coelebs*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Carduelis carduelis*, *Emberiza citrinella*, *E. schoeniclus*), pet vrsta delimične selice (*Remiz pendulinus*, *Alauda arvensis*, *Acrocephalus melanopogon*, *Turdus philomelos*, *Erithacus rubecula*), a 14 selice na velike udaljenosti (*Oriolus oriolus*, *Lanius collurio*, *Iduna pallida*, *Acrocephalus palustris*, *A. scirpaceus*, *A. arundinaceus*, *Phylloscopus collybita*, *Sylvia atricapilla*, *S. borin*, *S. nisoria*, *S. communis*, *Luscinia megarhynchos*, *Phoenicurus phoenicurus*, *Emberiza melanocephala*).

Vuga, *Oriolus oriolus* (Linnaeus, 1758)

Vuga je široko rasprostranjena u Evropi i Aziji (Cramp i Perrins 1994a). Selica je. Zimuje u podsaharskoj Africi. Naseljava nizijska staništa sa retkom šumskom vegetacijom. Izbegava guste šume, naročito četinarske, ali i potpuno otvorene terene. Vuga je veća ptica dužine tela od 24 cm. Polovi se međusobno razlikuju. Hrani se insektima, naročito larvama leptirova. Hranu pronalazi na lišću u gornjem delu krošnje. Gnezdo gradi u rašljama, visoko u krošnji drveća. Gnezdi se od maja do jula. Godišnje ima jedno leglo, retko dva. Ženka polaže 3-4 jajeta. Inkubcija traje 16-17 dana. Oba roditelja brinu o mladima, koji operjavaju u periodu od 16 do 17 dana starosti.

Rusi svračak, *Lanius collurio* Linnaeus, 1758

Rusi svračak je široko rasprostranjena u Evropi i zapadnoj Aziji (Cramp i Perrins 1994a). Selica je. Zimuje u južnoj Africi. Naseljava otvorena nizijska staništa sa zaraslom

vegetacijom, voćnjake, bašte i živice. Rusi svračak je veća ptica dužine tela od 24 cm. Polovi se međusobno razlikuju. Hrani se različitim spektrom beskičmenjaka, insektima – naročito bubama, mada rado jede i sitne sisare, druge ptice i gmizavce. Višak hrane koju ulovi, a ne može da pojede, nabada na trn za kasnije. Gnezdo smešta u niskom trnovitom žbunju. Gnezdi se od maja do jula. Rusi svračak godišnje ima jedno leglo. Ženka polaže 3-7 jaja. Inkubacija traje 14 dana. Oba roditelja brinu o mladima, koji operjavaju u periodu od 14 do 15 dana starosti.

Sojka, *Garrulus glandarius* (Linnaeus, 1758)

Sojka je rasprostranjena širom Evrope i Azije (Cramp i Perrins 1994b). Stanarica je. Naseljava pretežno hrastove šume, ali i mešovita šumska staništa. Poslednjih godina sve više osvaja parkove po gradovima usled degradacije njenih prirodnih staništa. Sojka je velika ptica dužine tela od 35 cm (Slika 18). Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se podjednako na drveću i na tlu, različitim spektrom beskičmenjaka, žirevima, voćem, bobicama, pa čak i sitnim glodarima. Gnezdo gradi u rašljama na drveću ili visokom žbunju. Gnezdi se od aprila do juna. Godišnje ima jedno leglo. Ženka polaže 5-7 jaja. Inkubacija traje 16-17 dana. Oba roditelja brinu o mladima, koji operjavaju u periodu od 21 do 22 dana starosti.



Slika 18. Sojka, *Garrulus glandarius* (Foto: Zoran Mečanin).

Jelova senica, *Periparus ater* (Linnaeus, 1758)

Jelova senica je rasprostranjena širom Evrope i Azije (Cramp i Perrins 1994a). Stanarica je. Naseljava vlažne četinarske šume. Zimi formira manja jata. Jelova senica je mala ptica, dužine tela oko 11 cm. Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se insektima i paucima, a zimi semenjem i zrnevljem. Takođe posećuje i bašte gde se hrani suncokretom na hranilicama. Jelova senica pravi gnezdo u rupama na stablima trulog drveća, u napuštenim rupama veverica, ali i na tlu, u napuštenim gnezdima miševa i zečeva. Gnezdi se od aprila do jula. Godišnje ima do dva legla. Ženka polaže 8-9 jaja. Inkubcija traje 14-16 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 16 do 19 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Ćubasta senica, *Lophophanes cristatus* (Linnaeus, 1758)

Ćubasta senica naseljava evropski kontinent sve do Urala (Cramp i Perrins 1994a). Stanarica je, a samo severne populacije imaju migratorna kretanja do 100 km udaljenosti. Naseljava planinske oblasti. Ćubasta senica je mala ptica dužine tela oko 11,5 cm. Ne postoji polni dimorfizam. Hrani se pretežno insektima i paucima, a van sezone gnežđenja šiškarkama četinara. Ćubasta senica se gnezdi u šupljinama drveća, najčešće u napuštenim dupljama detlića. Gnezdi se tokom aprila i maja. Godišnje ima dva legla. Ženka polaže 6-7 jaja. Inkubcija traje 13-16 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 18 do 22 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Planinska siva senica, *Poecile montanus* (Conrad, 1827)

Planinska senica je rasprostranjena u Evropi i Aziji, u umereno kontinentalnim oblastima (Cramp i Perrins 1994a). Stanarica je. Naseljava planinske oblasti sa hladnijom klimom. Planinska senica je mala ptica dužine tela oko 11,5 cm. Ne postoji polni dimorfizam. Hrani se beskičmenjacima, semenjem i bobicama. Planinska senica pravi gnezdo ili u trnovitom žbunju blizu tla ili u rašljama drveća, bliže stablu. Gnezdi se od aprila do juna. Godišnje ima jedno leglo, veoma retko dva. Ženka polaže 4-11 jaja. Inkubcija traje 13-15 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 17 do 20 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Plava senica, *Cyanistes caeruleus* Linnaeus, 1758

Plava senica je rasprostranjena širom Evrope i delimično male Azije (Cramp i Perrins 1994a). Stanarica je. Naseljava šumske nizijske predele, ali je ima i u ljudskim naseljima, voćnjacima i baštama. Plava senica je mala ptica, dužine tela 11,5 cm (Slika 19). Polovi se međusobno ne razlikuju. Hrani se insektima i paucima, a zimi jede bobice i semenke. Plava

senica pravi gnezdo u šupljinama drveća. Gnezdi se od marta do juna. Godišnje ima jedno leglo, veoma retko dva. Ženka polaže 2-18 belih jaja sa crveno-smeđim pegama. Inkubcija traje 13-16 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 16 do 22 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.



Slika 19. Plava senica, *Parus caeruleus* (Foto: Zoran Mečanin).

Velika senica, *Parus major* Linnaeus, 1758

Velika senica je rasprostranjena širom Evrope i Azije (Cramp i Perrins 1994a). Stanarica je. Naseljava otvorene listopadne, mešovite i četinarske šume i tajgu. To je ptica srednje veličine, dužine tela oko 14 cm. Mužjak i ženka se razlikuju po debljini crne pruge na grudima i stomaku (Slika 20). Hrani se insektima (naročito gusenicama) i paucima, a u jesen i zimu jede semenje i bobice. Velika senica pravi gnezdo u šupljinama drveća. Gnezdi se od marta do juna. Godišnje ima po dva legla. Ženka polaže 3-18 belih jaja sa crvenim pegama. Inkubcija traje 12-15 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 16 do 22 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.



Slika 20. Velika senica, *Parus major* (Foto: Zoran Mečanin).

Senica vuga, *Remiz pendulinus* (Linnaeus, 1758)

Senica vuga je rasprostranjena širom Evrope i Azije (Cramp i Perrins 1994a). Delimična je selica. Naseljava otvorene terene sa drvećem i žbunjem, pored reka, jezera, kanala, i močvara. Senica vuga je mala ptica, dužine tela 11 cm. Polni dimorfizam nije izražen. Senica vuga ima tanak i šiljat kljun. Hrani se larvama insekata i semenjem. Senica vuga pravi viseće gnezdo od biljnog materijala, vune i životinjske dlake. Gnezdo upliće oko grane drveta, tako da gotovo uvek visi iznad vode (Slika 21). Gnezdi se od aprila do juna. Godišnje ima do jedno leglo. Ženka polaže 6-8 jaja. Inkubcija traje 14 dana. Mladunci operjavaju za 22 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Poljska ševa *Alauda arvensis* Linnaeus, 1758

Poljska ševa je rasprostranjen širom zapadnog Palearktika od umereno kontinentalnih do planinskih oblasti (Cramp 1988). Delimična je selica, jer se poulacije tokom zime sele u Mediteran. Poljska ševa je ptica pevačica srednje veličine, dužine tela 18-19 cm. Polni dimorfizam nije izražen. To je ptica stepskih terena. Hrani se na tlu insektima i zrnavljem žitarica. Poljska ševa pravi geздо od trave u udubljenju na tlu, u visokoj vegetaciji. Gnezdi se od aprila do jula. Godišnje može da ima i do tri legla. Polaže 3-5 jaja. Inkubacija traje 11 dana. Mladunci operjavaju sa 18-20 dana. U podizanju mladih učestvuju oba roditelja.



Slika 21. Viseće gnezdo senice vuge, *Remiz pendulinus* (Foto: D. Stanković).

Sivi voljić, *Iduna pallida* (Hemprich i Ehrenberg, 1883)

Sivi voljić je rasprostranjen u Mediteranu i Bliskom Istoku (Cramp 1992). To je migratorna vrsta koja zimuje u podsaharskoj Africi. Naseljava bašte, voćnjake, maslinjake i terene sa vegetacijom, ali uvek u blizini vode. Sivi voljić je mala ptica, dužine tela od 12 do 13,5 cm. Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se prvenstveno insektima, ali u jesen jede i bobice. Gnezdi se jednom do dva puta godišnje, od maja do jula. Gnezdo gradi na drveću ili žbunju, na visini od 4 do 9 m iznad tla. Ženka polaže 2-5 jaja. Inkubacija u proseku traje od 11 do 13 dana, a mladunci napuštaju gnezdo nakon 11-15 dana starosti. Dok ne izlete iz gnezda o mladima oba roditelja vode brigu.

Ševarski trstenjak, *Acrocephalus melanopogon* (Temminck, 1823)

Ševarski trstenjak je rasprostranjen u južnoj Evropi i južnim delovima Azije (Cramp 1992). Delimična je selica, jer istočno evropske populacije zimuju u Mediteranu. Nastanjuje vlažna staništa sa visokom močvarnom vegetacijom kao što su trska i šaš. Ševarski trstenjak je ptica srednje veličine, dužine tela od 12 do 13,5 cm. Sličan je trstenjaku rogožaru, ali je nešto manji od njega sa veoma uočljivom beličastom obrvom. Kljun je snažan i šiljat. Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se gotovo isključivo artropodama, malim bubama i vodenim puževima. Gnezdo gradi u trsci ili ševaru, na visini od 30 do 60 cm iznad vode. Ševarski

trstenjak se gnezdi od aprila do juna. Polaže 3-6 jaja. Godišnje ima jedno leglo. Inkubacija traje oko 15 dana. Mladunci operjavaju sa 12 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstu.

Trstenjak mlakar, *Acrocephalus palustris* (Bechstein, 1798)

Trstenjak mlakar je rasprostranjen u umereno kontinentalnim oblastima Evrope i Azije (Cramp 1992). Selica je i zimuje u jugoistočnoj Africi, u izuzetno suvim oblastima sa dosta vegetacije. To je ptica srednje veličine dužine tela do 14 cm. Trstenjak mlakar je više maslinaste boje. Noge su mu svetle, a stopala manja nego kod trstenjaka cvrkutića. Kao i većina trstenjaka, ni trstenjak mlakar, nema izražen polni dimorfizam. Hrani se insektima i arahnidama. Gnezdi se u bujnoj i visokoj vegetaciji na vlažnim ili sezonski plavljenim terenima, tokom maja i juna. Gnezdo pravi od trave i lišća. Polaže 3-6 jaja. Oba roditelja brinu o potomstvu.

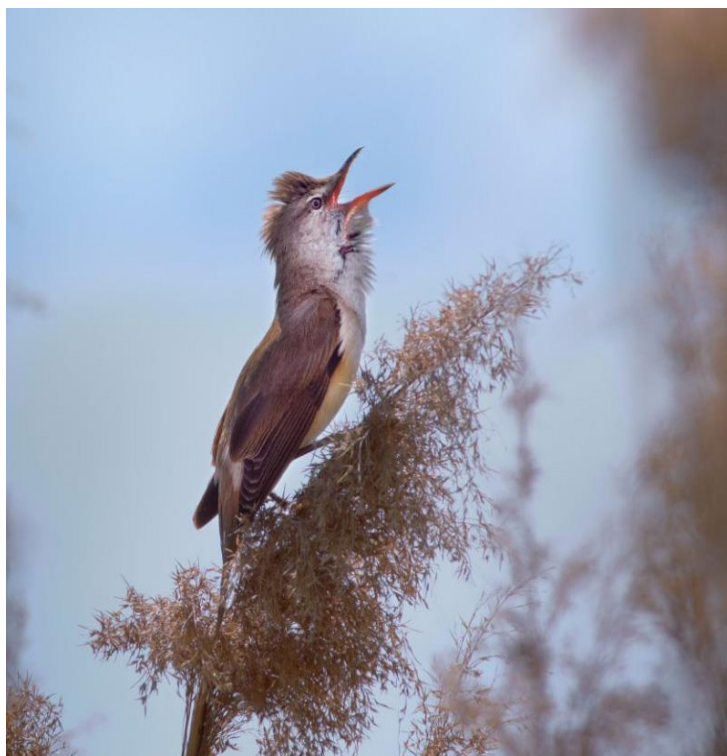
Trstenjak crvkutić, *Acrocephalus scirpaceus* (Hermann, 1804)

Trstenjak crvkutić je migratorna vrsta koja je rasprostranjena u Evropi i umereno klimatskim oblastima Azije, a zimuje u predelima subsaharske Afrike (Cramp 1992). Naseljava isključivo tršćake u čijoj se neposrednoj blizini nalazi i žbunasta vegetacija. To je ptica srednje veličine od 12 do 14 cm. Smeđe je boje sa beličastim grlom, a polni dimorfizam nije izražen. Srodan je sa trstenjakom mlakarom, ali u tršćaku zauzima niže niše zbog čega ima veća stopla. Trstenjak crvkutić se hrani u blizini vode uglavnom insektima, a povremeno jede i bobice. Gnezdo gradi u trsci na visini od oko 1 metar iznad vode. Gnezdi se tokom maja i juna. Ženka polaže 3-5 jaja. Inkubacija traje od 11 do 13 dana. Mladunci operjavaju sa jedanaest dana starosti. Trstenjak crvkutić je vrsta u čijem gnezdu često parazitira kukavica (*Cuculus canorus*).

Veliki trstenjak, *Acrocephalus arundinaceus* (Linnaeus, 1758)

Veliki trstenjak je rasprostranjen u Evropi i Aziji (Cramp 1992). Migratorna je vrsta i zimuje u subsaharskoj Africi. Naseljava močvarna staništa sa dobro razvijenom emerznom vegetacijom kao što je rogoz ili gustom travnatom vegetacijom u blizini vode. To je velika ptica, dužine tela do 20 cm i najveća je u rodu *Acrocephalus* (Slika 22). Polni dimorfizam nije izražen. Insektivorna je vrsta, ali se hrani i paucima, puževima i malim kičmenjacima. Gnezdo gradi u trsci i rogozu, iznad vode. Gnezdi se od maja do juna. Godišnje ima dva legla

Ženka polaže 3-6 jaja. Mladunci se izležu nakon dve nedelje inkubacije, a operjavaju sa 12 do 14 dana starosti. O mladima oba roditelja vode brigu.



Slika 22. Veliki trstenjak, *Acrocephalus arundinaceus* (Foto: Saša Preradović).

Obični zviždak, *Phylloscopus collybita* (Vieillot, 1817)

Obični zviždak je rasprostranjen u Evropi i Aziji, istočno od Sibira (Cramp 1992). To je selica koja zimuje na severu Afrike. Sreće se na otvorenim staništima sa žbunastom vegetacijom, ali i u otvorenim listopadnim i četinarskim šumama. Obični zviždak je mala ptica, dužine tela od oko 11 cm i težine između 6-8 g. Boja perja mu je uniformna sa veoma malim varijacijama. Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se insektima. Gnezdi se jednom godišnje, od maja do juna. Gnezdo gradi na ili u blizini tla, u kupinama ili koprivi. Ženka polaže 5-6 jaja. Inkubacija u proseku traje oko trinaest dana, a mladunci napuštaju gnezdo nakon 12-15 dana starosti.

Dugorepa senica, *Aegithlos caudatus* (Linnaeus, 1758)

Dugorepa senica je rasprostranjena širom Evrope i Azije od borealnog do mediteranskog klimata (Cramp i Perrins 1993). Stanarica je. Naseljava listopadne šume i žbunovita staništa. Dugorepa senica je ptica dužine tela oko 14 cm, od čega je samo rep dugačak 9 cm. Polovi su slični. Dugorepa senica je veoma društvena ptica. Hrani se zglavkarima, bubama, jajima i

larvama leptirova a zimi semenjem. Dugorepa senica pravi gnezdo ili u trnovitom žbunju blizu tla ili u rašljama drveća, bliže stablu. Gnezdi se od aprila do juna. Godišnje ima jedno leglo. Ženka polaže 8-12 jaja. Inkubacija traje 13-18 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 14 do 18 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Crnokapa grmuša, *Sylvia atricapilla* (Linnaeus, 1758)

Crnokapa grmuša je rasprostranjena širom Evrope i delimično Azije (Cramp 1992). To je ptica listopadnih šuma, ali rado naseljava parkove i bašte. Istočnoevropske populacije su selice i zimuju južno od Sahare. Kod crnokape grmuše je zatupljena strategija migracije „žablji skok“, gde najsevernije populacije migriraju na najudaljenija zimovališta, a južne populacije migriraju najkraće. Crnokapa grmuša je ptica srednje veličine, dužine tela od 13 cm. Mužjak i ženka se razlikuju: mužjak ima „kapicu“ sjajno-crne boje, dok je ženka smeđa. Hrani se insektima i bobicama. Crnokapa grmuša se gnezdi od maja do jula. Godišnje ima do dva legla. Gnezdo pravi u žbunju, kupinama ili na drveću. Ženka polaže 4-6 jaja. Inkubacija traje 10-16 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 8 do 14 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Siva grmuša, *Sylvia borin* (Boddaert, 1783)

Siva grmuša je rasprostranjena širom Evrope i delimično Azije (Cramp 1992). To je ptica vlažnih listopadnih šuma, retko naseljava četinarske šume i parkove. Selica je i zimuje u jugoistočnoj Africi u vlažnim šumama, visokom sekundarnom žbunju i gustišu. Siva grmuša je ptica srednje veličine, dužine tela od 14 cm. Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se insektima i bobicama. Siva grmuša se gnezdi od maja do jula. Godišnje ima do dva legla. Gnezdo pravi u žbunju, niskom drveću. Ženka polaže 4-5 jaja. Inkubacija traje 11-12 dana. Mladunci operjavaju za 10 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Pirgasta grmuša, *Sylvia nisoria* Bechstein, 1795

Pirgasta grmuša je rasprostranjena u srednjoj i istočnoj Evropi i zapadnoj Aziji (Cramp 1992). To je ptica stepskih terena sa žbunastom vegetacijom. Izbegava suve i močvarne oblasti. Selica je i zimuje u istočnoj Africi. Pirgasta grmuša je ptica pevačica srednje veličine, dužine tela od 15,5 cm. Polovi su slični, ali se javlja sezonska obojenost perja: mužjak je sivog perja, dok je ženka maslinsto-siva. Hrani se prvenstveno beskičmenjacima, ali u jesen jede i bobice. Pirgasta grmuša se gnezdi od maja do jula. Godišnje ima jedno leglo. Gnezdo

pravi u žbunju, kupinama ili mladicama drveća. Ženka polaže 4-5 jaja. Inkubacija traje 12-13 dana. Mladunci operjavaju od 10 do 12 dana. O mladima se brinu oba roditelja.

Obična grmuša, *Sylvia communis* Latham, 1787

Obična grmuša je rasprostranjena širom Evrope i delimično Azije (Cramp 1992). To je ptica otvorenih terena i obradivih površina sa žbunastom vegetacijom. Izbegava visoke i guste šume. Selica je, zimuje u podsaharskoj Africi po žbunovitim savanama. Obična grmuša je ptica pevačica srednje veličine, dužine tela od 14 cm. Polovi su slični, ali se javlja sezonska obojenost perja: mužjak ima sivu glavu, i beli podbradak, dok je ženka po glavi toplih smeđih tonova. Hrani se insektima (bubama i riličarima), njihovim larvama i bobicama. Siva grmuša se gnezdi od aprila do jula. Uobičajeno je da godišnje ima jedno leglo. Gnezdo pravi u niskom žbunju ili visokoj travi. Ženka polaže 4-5 jaja. Inkubacija traje 9-14 dana. Mladunci operjavaju za 10 do 12 dana. O mladima se brinu oba roditelja.

Kratkokljuni puzić, *Certhia familiaris* Linnaeus, 1758

Kratkokljuni puzić je rasprostranjen širom Evrope i Azije (Cramp i Perrins 1994a). Stanarica je. Naseljava isključivo šumska staništa. Kratkokljuni puzić je mala ptica, dužine tela 12,5 cm. Polni dimorfizam nije izražen. Kratkokljuni puzić ima tanak, šiljat i na doke zaključivljen kljun. Hrani se insektima, paucima, a zimi šiškarkama četinarara. Kratkokljuni puzić gnezdo smešta na stablu drveta, ispod kore ili u šupljinama. Gnezdi se od aprila do juna. Godišnje ima do dva legla, pri čemu drugo leglo ne podižu u istom gnezdu. Ženka polaže 5-6 jaja. Inkubacija traje 12-20 dana. Mladunci operjavaju od 15 do 26 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Brgljev, *Sitta europaea* Linnaeus, 1758

Brgljev je rasprostranjen širom Evrope i Azije (Cramp i Perrins 1994a). Stanarica je. Naseljava pretežno listopadne šume, a naročito hrastove. Takođe je zastupljen u mešovitim šumama sa starim drvećem. Brgljev je ptica srednje veličine, dužine tela od 14 cm. Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se insektima, naročito gusenicama i bubama koje sakuplja sa stabala krećući se gore-dole, a u jesen i zimu jede orahe i lešnike. Brgljev pravi gnezdo u šupljinama drveća, često u napuštenim gnezdima detlića (*Dendrocopos* sp.). Gnezdi se od aprila do jula. Godišnje ima jedno leglo. Ženka polaže 6-8 jaja. Inkubacija traje 13-18 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 23 do 24 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Čvorak, *Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758

Čvorak je rasprostranjena širom Evrope i Azije (Cramp i Perrins 1994b). Stanaricaje i delimična selica na severu areala rasprostranjenja. Naseljava nizije i pobrđe. To je ptica otvorenih terena: pašnjaka i obradivih površina koje u blizini imaju šumarke pogodne za genžđenje. Takođe se gnezdi i blizini ljudskih naselja. Čvorak je ptica dužine tela od 21,5 cm. Polni dimorfizam sa sezonskom obojenošću perja izražen je samo tokom gnežđenja. Hrani se širokim spektrom beskičmenjaka, voćem, bobicama, pa čak i sitnim glodarima i drugim pticama. Gnezdo smešta u prirodnim ili veštačkim šupljinama. Gnezdi se od aprila do juna. Godišnje ima do dva legla. Ženka polaže 3-8 tirkiznoplavih jaja. Inkubcija traje 11-15 dana. Oba roditelja brinu o mladima, koji operjavaju u periodu od 21 dana starosti. Čvorak je veoma društvena ptica, formira velika jata nakon sezone gnežđenja.

Drozd pevač, *Turdus philomelos* Brehm, 1831

Drozd pevač je rasprostranjen širom Evrope i Azije (Cramp 1988). To je šumska ptica. Podjednako naseljava četinarske i listopadne šume. Tolerantan je na hladnoću i vlagu, ali ne i na sneg, sušu i visoke temperature. Delimična je selica. Drozd pevač je velika pevačica, dužine tela od 23 cm. Hrani se beskičmenjacima, voćem i bobicama. Drozd pevač se gnezdi od sredine aprila do jula. Godišnje ima po 2-3 legla. Gnezdo pravi na drveću i žbunju. Ženka polaže 3-5 jaja. Inkubacija traje 13 dana. Mladunci operjavaju za 13 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Obični kos, *Turdus merula* Linnaeus, 1758

Obični kos je rasprostranjen širom Evrope i delovima Azije (Cramp 1988). To je ptica listopadnih šuma, sa gustom vegetacijom, ali rado naseljava i parkove. Stanarica je. Obični kos je velika pevačica, dužine tela od 24 do 25 cm. Mužjak i ženka se razlikuju po boji perja: mužjak je sjajno-crne boje, dok je ženka smeđa. Hrani se insektima, glistama i voćem. Obični kos se gnezdi od aprila do jula. Godišnje ima po 2-3 legla. Gnezdo pravi na drveću, a često u šupljinama zidova. Ponekad koristi stara gnezda svraka (*Pica pica*). Ženka polaže 3-5 jaja. Inkubacija traje 12 dana. Mladunci operjavaju za 13 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Crvenač, *Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758)

Crvenač je rasprostranjen po čitavoj Evropi, sve do Sibira i juga severne Afrike (Cramp 1988). Stanarica je i delimična selica, jer se poulacije tokom zime sele u Mediteran.

Nastanjuje listopadne i četinarske šume, parkove i bašte. Crvendać je ptica srednje veličine, dužine tela od 12 do 14 cm. Grudi i lice su mu narandžasti, a telo smeđe, sa beličastim trbuhom. Polni dimorfizam nije izražen. Crvendać se pretežno hrani insektima, dok zimi jede i semenje. Gnezdo najčešće pravi u rupama starog drveća ili panjevima, a često i u otvorima bilo koje vrste koji pružaju zaštitu (šešir, otvor u zidu, žardinjera i slično). Veoma je teritorijalna ptica. Gnezdi se od aprila do juna. Godišnje ima 2-3 legla. Ženka polaže 4-6 jaja. Inkubacija traje 13-15 dana. Mladunci operjavaju sa 13 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Mali slavuj, *Luscinia megarhynchos* Brehm, 1831

Veliki slavuj je rasprostranjen u Evropi i delovima Azije (Cramp 1988). Selica je, zimuje u tropskim predelima Afrike, u savanskim šumama. Nastanjuje gustu šumsku i žbunastu vegetaciju u blizini vode. Veliki slavuj je ptica srednje veličine, dužine tela 16,5 cm. Hrani se pretežno bubama i mravima, ali jede i bobice. Godišnje ima samo jedno leglo. Gnezdi se od maja do juna. Gnezdo gradi na tlu ili nešto iznad tla, u gustišu. Ženka polaže 4-5 jaja. Inkubacija traje 13 dana, a mladunci operjavaju za 11 dana. O mladuncima brigu vode oba roditelja.

Crna crvenrepka, *Phoenicurus ochruros* (Gmelin, 1774)

Crna crvenrepka je rasprostranjena u Evropi, uglavnom u oblastima sa toplom klimom, (izbegavajući hladnu i vlažnu klimu) i u delovima Azije (Cramp 1988). Naseljava stenovite oblasti prekrivene žbunastom vegetacijom, nizije sa senovitim rečnim obalama, pa čak i velike gradove. Obična crvenrepka je stanarica. To je ptica srednje veličine, dužine tela oko 14,5 cm. Hrani se na tlu beskičmenjacima i voćem. Gnezdi se od maja do juna. Gnezdo pravi u rupama stena ili u zidovima zgrada i crkava. Ženka polaže 4-6 jaja. Inkubacija traje od 13 do 17 dana, a mladunci operjavaju u periodu od 12 do 19 dana. O mladuncima oba roditelja vode brigu.

Obična crvenrepka, *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758)

Obična crvenrepka je rasprostranjen u Evropi i Aziji (Cramp 1988). Selica je. Zimuje u tropskim delovima Afrike, severno od Ekvatora. Obična crvenrepka naseljava vlažnije šume sa starim drvećem, voćnjake, šume uz rečne obale, planinska vikend naselja i parkove. To je ptica srednje veličine, dužine tela do 14 cm. Hrani se na tlu velikim insektima i paucima. Gnezdi se od maja do juna. Godišnje ima po dva legla. Gnezdo pravi u rupama drveća i stena.

Ženka polaže 5-7 jaja. Inkubacija traje 12-14 dana, a mladunci operjavaju za 14-15 dana. Oba roditelja hrane mladunce i brinu se o njima dok se ne osamostale.

Kraljić, *Regulus regulus* (Linneaus, 1758)

Kraljić je rasprostranjen širom Evrope i delimično Azije (Cramp 1992). To je ptica nizijskih i planinskih četinarskih šuma. Stanarica je, s tim što severnoevropske populacije zimuju u južnoj Evropi. Kraljić je mala ptica, dužine tela od 9 cm. Mužjak i ženka se jedino razlikuju po boji perja „kruna“: mužjak ima jarko narandžastu, a ženka žutu „krunu“ (Slika 23). Hrani se insektima i paucima. Kraljić se gnezdi od sredine maja do jula. Godišnje ima dva legla. Gnezdo pravi na granama četinarskog drveća, kupinama ili na drveću. Ženka polaže 9-11 jaja. Inkubacija traje 16 dana. Mladunci operjavaju za 19 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.



Slika 23. Kraljić, *Regulus regulus* (Foto: Saša Preradović).

Vatroglavi kraljić, *Regulus ignicapillus* Temminck, 1820

Vatroglavi kraljić je rasprostranjen u umereno klimatskim i mediteranskim oblastima zapadnog Palaraktika (Cramp 1992). To je ptica mešovityh nizijskih i četinarskih šuma. Stanarica je, s tim što severnoevropske populacije migriraju da bi zimovale u južnoj Evropi. Vatroglavi kraljić je mala ptica, dužine tela od 9 cm, veoma sličan kraljiću. Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se artropodama, naročito paucima i biljnim vašima. Kraljić se gnezdi od sredine maja do jula. Godišnje ima dva legla. Gnezdo pravi na granama četinarskog drveća,

kupinama ili na drveću. Ženka polaže 7-12 jaja. Inkubacija traje 14-16 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 22 do 24 dana. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Obični popić, *Prunella modularis* (Linnaeus, 1758)

Obični popić je rasprostranjen u umereno kontinentalnim oblastima Evrope i Azije (Cramp 1988). Stanarica je. To je ptica srednje veličine, dužine tela oko 14 cm. Adultne ptice imaju sivu glavu i šiljati kljun (Slika 24). Polni dimorfizam nije izražen. Naseljava šumska stanište, bašte i živice u nižim predelima. Hrani se na tlu, insektima. Gnezdo gradi bliže tlu, u žbunju. Gnezdi se od aprila do juna. Godišnje može da ima i do tri legla. Ženka je poliandrična. Polaže 4-6 plavih jaja. Inkubacija traje 12-13 dana. U podizanju mladih učestvuje samo ženka, ili uz pomoć neke druge ženke ili druge ženke i dominantnog mužjaka. Mladunci operjavaju sa 12 dana.



Slika 24. Obični popić, *Prunella modularis* (Foto: D. Stanković).

Vrabac pokućar, *Passer domesticus* Linnaeus, 1758

Vrabac pokućar je rasprostranjen na svim kontinentima (Cramp i Perrins 1994b). Stanarica je. Naseljava ljudska naselja: gradove i sela. Dužina tela vrapca pokućara je između 14 i 15 cm. Polovi se međusobno razlikuju. Kod mužjaka se javlja sezonska obojenost: perje na glavi je sive boje. Hrani se semenjem i zrnavljem, na tlu u jatima. Tokom gnežđenja hrani se i insektima. Gnezdo smešta u rupama starih zgrada ili ispod streha, u rupama lesnih odseka ili u gnezdima bele rode. Vrabac pokućar je veoma društvena ptica i gnezdi se u manjim

grupama. Gnezdi se od aprila do jula. Godišnje može da ima i do četiri legla. Ženka polaže 3-5 jaja. Inkubcija traje 11-14 dana. Oba roditelja brinu o mladima, koji operjavaju u periodu od 12 do 16 dana starosti.

Poljski vrabac, *Passer montanus* (Linnaeus, 1758).

Poljski vrabac je rasprostranjen u čitavoj Evropi i Aziji (Cramp i Perrins 1994b). Stanarica je. Naseljava šumske oblasti sa proređenom vegetacijom, obradive površine sa drvećem ili šumicama u blizini. Veoma je srodan vrapcu pokućaru, ali je nešto manji. Dužina tela poljskog vrapca je oko 14 cm (Slika 25). Polni dimorfizam nije izražen. Hrani se semenjem i zrnavljem, na tlu u jatima. Tokom gnežđenja hrani se i insektima. Gnezdo gradi u šupljinama starog drveća ili u rupama lesnih odseka. Gnezdi se od aprila do jula. Godišnje ima 2-3 legla. Ženka polaže 2-7 jaja. Inkubcija traje 11-14 dana. Oba roditelja brinu o mladima, koji operjavaju u periodu od 15 do 20 dana starosti.



Slika 25. Poljski vrabac, *Passer montanus* (Foto: Zoran Mečanin).

Španski vrabac, *Passer hispaniolensis* (Temminck, 1820)

Španski vrabac je rasprostranjen u Mediteranu i malom delu centralne Azije (Cramp i Perrins 1994b). Stanarica je i delimična selica. Naseljava stepske i polu pustinjske doline sa žbunovitom vegetacijom, ili dječem palmi, maslina ili eukaliptusa u blizini. Dužina tela španskog vrapca je oko 15 cm. Polovi se međusobno razlikuju, a kod mužjaka postoji i sezonska obojenost perja: glava mu je smeđe boje. Hrani se semenjem i beskičmenjacima, na tlu ili sa nižih grana. Gnezdo gradi na u rašljama drveća. Gnezdi se od aprila do jula.

Godišnje ima dva legla. Ženka polaže 4-6 jaja. Inkubacija traje 11-15 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 11 do 12 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o mladuncima.

Potočna pliska, *Motacilla cinerea* Tunstall, 1771

Potočna pliska je rasprostranjena u Evropi i širom Azije (Cramp 1988). Uglavnom je stanarica, ali i selica u zavisnosti od područja na kojima se gnedi. Naseljava obale brzih rečica, planinskih potoka i jezeraca. Potočna pliska je ptica dužine tela oko 18-19 cm. Polovi se razlikuju tokom sezone gežđenja, kada mužjak dobija crno perje na „portiklici“. Hrani se u velikoj meri insketima i račićima. Potočna pliska smešta gnezdo u šupljinama u obalama ili između korenja drveća pravi gnezdo ili u trnovitom žbunju blizu tla ili u rašljama drveća, bliže stablu. Gnezdi se od aprila do jula. Godišnje ima po dva legla, a povremeno i tri. Ženka polaže 4-6 jaja. Inkubacija traje 11-14 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 13 do 14 dana starosti. Oba roditelja vode brigu o potomstvu.

Zimovka, *Pyrrhula pyrrhula* (Linnaeus, 1758)

Zimovka je rasprostranjena širom Evrope i u umereno kontinentalnim delovima Azije (Cramp i Perrins 1994b). Stanarica je, iako se severnoevropske populacije sele južnije tokom zime. Naseljava mešovite šumske oblasti, voćnjake, parkove, bašte i poljoprivredno zemljište. Zimovka je ptica srednje veličine, dužine tela od 14 do 16 cm. Mužjak ima siva leđa i crvene obraze, grlo i grudi. Ženka je po leđima siva kao i mužjak, ali je po grudima i obrazima smeđih tonova i neugledna je. Zimovka ima kratak i debeo kljun i hrani se semenjem i pupoljcima. Gnezdo gradi u žbunju, često u trnjinama i glogu, nekoliko metara iznad zemlje. Gnezdi se od aprila do jula. U zavisnosti od uslova, godišnje ima 1-3 legla. Ženka polaže 3-5 jaja. Inkubacija traje 12-14 dana. Mladunci operjavaju od 12 do 18 dana starosti. Oba roditelja brinu o mladima.

Zeba, *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758

Zeba je rasprostranjena širom Evrope i Azije, sve do Sibira i severne Afrike (Cramp i Perrins 1994b). Stanarica je. Naseljava šumske oblasti. Zeba je ptica srednje veličine, dužina tela je oko 14,5 cm. Mužjak je crveno riđe boje po grudima i trbuhu, sive glave (Slika 26). Ženka je smeđe-maslinaste boje i neugledna je. Zeba se uglavnom hrani semenjem a tokom sezone gnežđenja hvata beskičmenjake. Gnezdo gradi u rašljama drveća ili žbunja, nekoliko metara iznad zemlje. Gnezdi se od aprila do jula. Godišnje ima do 2 legla. Ženka polaže 4-5

jaja. Inkubacija traje 12 dana. Oba roditelja brinu o mladima, koji operjavaju u periodu od 14 dana starosti.



Slika 26. Zeba, *Fringilla coelebs* (Foto: Zoran Mečanin).

Češljugar, *Carduelis carduelis* (Linnaeus, 1758)

Češljugar je rasprostranjen širom Evrope zapadne Azije i severne Afrike (Cramp i Perrins 1994b). Stanarica je. Naseljava otvorene nizijske terene sa retkom šumskom vegetacijom. Češljugar je ptica srednje veličine, dužina tela je 12 cm. Polni dimorfizam nije izražen. Češljugar se hrani semenjem češljuge, odakle mu i ime potiče. U periodu gnežđenja hrani se i insektima. Gnezdo gradi na dreću, u rašljama, nekoliko metara iznad zemlje. Za grančice drveća gnezdo pričvršćuje paučinom. Gnezdi se od aprila do avgusta. Godišnje ima 2-3 legla. Ženka polaže 4-6 jaja. Inkubacija traje 12 dana. Oba roditelja brinu o mladuncima, koji operjavaju u periodu od 13 do 18 dana starosti.

Crnoglava strnadica, *Emberiza melanocephala* Scopoli, 1769

Crnoglava strnadica je rasprostranjena u Mediteranu, na Balkanu, oko Crnog mora i Maloj Aziji (Cramp i Perrins 1994c). Naseljava suvlja stepska staništa sa retkom žbunastom vegetacijom. Selica je. Crnoglava strnadica je ptica srednje veličine, dužine tela od 16 do 17 cm. Mužjak ima crno perje na glavi i jarko žute grudi dok je ženka je smeđih tonova i neugledna je. Hrani se semenjem, a u periodu gnežđenja i beskičmenjacima. Gnezdo gradi nisko u trnovitom žbunju. Crnoglava strnadica se gnezdi od maja do juna. Godišnje ima jedno

leglo. Polaže 4-5 jaja. Inkubacija traje do 14 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 13 do 16 dana, a brigu o potomstvu vode oba roditelja.

Strnadica žutovoljka, *Emberiza citrinella* Linnaeus, 1758

Strnadica žutovoljka je rasprostranjena u Evropi i Aziji (Cramp i Perrins 1994c). Naseljava suvlja staništa sa raznolikom vegetacijom, ali izbegava guste šume i vlažna staništa. Stanarica je i delimični migrant, jer zimi migrira do Mediterana. Strnadica žutovoljka je ptica srednje veličine, dužine tela do 16 cm. Mužjak je jarko-žute boje, sa smeđim leđima. Ženka je smeđih tonova i neugledna je. Hrani se semenjem, a u periodu gnežđenja i beskičmenjacima. Gnezdi se na otvorenim terenima u nizijama i pobrđu, od aprila do jula. Gnezdo gradi blizu tla. Godišnje može da ima 2-3 legla. Polaže 2-6 jaja. Inkubacija traje od 12 do 14 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 11 do 13 dana starosti. Brigu o potomstvu vode oba roditelja.

Barska strnadica, *Emberiza schoeniclus* (Linnaeus, 1758)

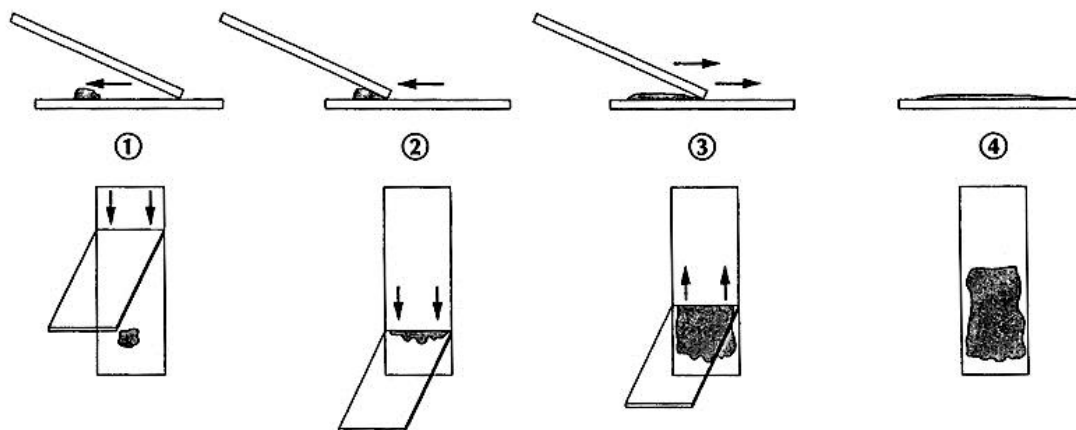
Barska strnadica naseljava dobar deo zapadnog Palearktika (Cramp i Perrins 1994c). Severno i istočno evropske populacije su stanarice ili delimične selice, jer prezimljavaju u Mediteranu. Nastanjuje močvarna staništa, vlažne livde sa visokom vegetacijom i tršćake. Izbegava šumska staništa kao i potpuno otvorene terene. Barska strnadica je ptica srednje veličine, dužine tela oko 16 cm. Hrani se semenjem i drugim biljnim materijalom, a tokom gnežđenja i beskičmenjacima. Gnezdi se od maja do juna. Gnezdo je dobro sakriveno na tlu, pored vode ili u trsci iznad vode. Polaže 4-5 jaja. Inkubacija traje 13 dana. Mladunci operjavaju u periodu od 10 do 12 dana.

3. Materijal i metode

3.1 Terenski rad

Ukupno su uzorkovane 202 jedinke ptica, odnosno 43 vrste iz 21 porodice radi analize prisustva krvnih parazita iz razdela Apicomplexa. Ptice su uzorkovane 2007, te u periodu 2011 – 2016. Na svih sedam ispitivanih lokaliteta, uzorci su podjednako uzimani i od selica i stanarica. Ptice su hvatane standardnim ornitološkim mrežama, poljske izrade (*Ecotone*, Poljska), dužine 12 m i 18 m, visine 2,5 m i veličinom okaca od 16 cm. Mreže su postavljene na različitim tipovima staništa i vegetacije značajnim za ispitivane vrste: trska, šaš, žbunje i šuma. Za hvatanje i prstenovanje ptica, kao i za uzimanje uzoraka, za svaku godinu obezbeđena je dozvola resornog Ministarstva zaduženog za poslove zaštite životne sredine. Jedinke su identifikovane po Svensson (1992) i markirane aluminijumskim prstenom sa inskripcijom Beogradske centrale. Latinska imena vrsta data su prema nomenkulturi del Hoyo i Collar (2014). Domaći nazivi vrsta dati su prema Vasić et al. (2004). Prilikom uzimanja osnovnih biometrijskih podataka korišćena je standardna procedura za prstenovanje ptica (Bairlein 1995). Mala količina krvi (oko 20 µl) za DNK analizu, uzimana je punkcijom brahijalne vene sa unutrašnje strane krila. Punkcija krilne vene obavljala se pomoću medicinske igle veličine 27G × 3/4, odnosno 0,4 × 20 mm, a krv se prikupljala direktno u mikropilaru. Krvarenje kod ptica se lako i brzo zaustavljalo, blagim pritiskom prsta preko vate, na mesto punkcije vene. Radi sprečavanja bilo kakve infekcije, nakon zaustavljanja krvarenja, mesto punkcije je tretirano antibakterijskim praškom. Nakon što smo se uverili da je krvarenje iz vene stalo i da su ptice u dobrom stanju one su puštane na slobodu. Od krvnog uzorka na terenu odmah je pravljen krvni razmaz, radi kasnijeg pregledanja pod mikroskopom, a ostatak je prebacivan u tubicu zapremine 2 ml (Eppendorf) u kojoj se nalazio 1 ml 96% alkohola. Uzorci su na terenu čuvani na +4 °C, u ručnom fružideru, a u laboratorijskim uslovima u zamrzivaču na -80 °C.

Za pripremu krvnog razmaza korišćena su unapred pripremljena predmetna stakla (odmašćena i sterilisana 70% alkoholom). Krvni razmaz se pripremao tako što bi se kap krvi spustila na jedan kraj predmetnog stakla (1), a zatim bi se drugim predmetnim staklom pod uglom od 45° uronilo u krv (2) i krv bi se razmazala ka suprotnom kraju (3) (Slika 27). Razmaz se zatim ostavljao na vazduhu 5-15 sekundi kako bi se dobro osušio (4). Istoga dana, svaki razmaz je fiksiran u 96% etanol alkoholu po 3 minuta.



Slika 27. Priprema krvnog razmaza (Izvor: CytoPath c2009).

3.2 Laboratorijski rad

Za utvrđivanje i identifikaciju hemosporidija korišene su dve metode. Za identifikaciju hemosporidija do nivoa roda, utvrđivanje prevalencije i parazitemije korišćena je tradicionalna metoda pregledanja krvnih razmaza pod mikroskopom. Paraziti su identifikovani po Valkiūnas (2005). Za identifikaciju parazita do nivoa vrste odnosno loze, korišćena je savremena i danas u širokoj upotrebi, molekularna PCR (*polimeraase chain reaction*) metoda za umnožavanje sekvence parazitskog citohrom b gena iz DNK krvi ptica. Rezultati dobijenih poređeni su sa genskom bazom podataka MalAvi (Bensch et al. 2009).

Bojenje i pregledanje krvnih razmaza: U laboratoriji je svaki krvni razmaz bojen po Giemsa metodi (Valkiūnas, 2008 a). Giemsa rastvor se pripremao od 1,5 ml boje i 10 ml destilovane vode. U ovaj rastvor su se na 45 minuta uranjali krvni razmazi, nakon čega su ispirani destilovanom vodom i ostavljani na vazduhu da se osuše, barem 24 sata.

Krvni razmazi su zatim pregledani na mikroskopima LEITZ DMRB i LEICA DMLS opremljenim digitalnim kamerama LEICA DFC280-DFC480 i LEICA DFC295 i programom za analizu slika Leica Application Suite V 3.4.1. Razmazi su najpre 10-15 minuta pregledani na malom uvećanju od 400 x, a zatim na velikom uvećanju od 1000 x pomoću imerzionog objektiv. U proseku je pregledano između 100 i 110 vidnih polja. Na osnovu mikroskopskog pregleda, intenzitet parazitemije je računat kao broj parazita na 1.000 eritrocita pri velikoj zaraženosti ili na 10.000 eritrocita pri maloj zaraženosti (Valkiūnas et al. 2008a). Nakon pregledanja razmaza, svako predmetno staklo sa krvnim razmazom kao i objektiv za gledanje pod imerzijom očišćeni su 70% etanolom i odloženi u kutiju sa pregradama, za čuvanje predmetnih stakala.

Izolacija DNK iz krvnih uzoraka sakupljenih na terenu, obavljena je u laboratoriji Instituta za medicinska istraživanja (IMI), Univerziteta u Beogradu i Laboratoriji za molekularnu ekologiju i evoluciju, Departmana za biologiju, Univerziteta u Lundu, u Švedskoj, gde je urađen i PCR. Laboratorijski rad u IMI-ju pratili su dr Vladimir Ivočić i mr Aleksandra Uzelac. Rad u Švedskoj laboratoriji nadzirali su profesor dr Staffan Bensch i laborantkinja Jane Jönson. Za izolaciju DNK iz krvi korišćeni su standardni protokoli pomoću amonijum – acetata (Richardson et al. 2001) i fenol – hloroforma (Sambrook et al. 1989).

Izolacija DNK pomoću amonijum – acetata: Od svakog uzorka, uzet je mali deo koagulisanе krvi i ostavljen da se kratko osuši na vazduhu, pre nego što je vraćen u novu tubicu sa 125 µL SET pufera (0,15M NaCl, 0,05M Tris i 0,001M EDTA pH 8,0). U smešu sa SET puferom zatim su dodati 3,5 µL SDS i 2,5 µL 20 mg/ml proteinaze K. Uzorci su dobro promešani na vorteksu i kratko (5 sekundi) centrifugirani na 13000 rpm (obrtaja/min). Zatim su ostavljani da prenoće u vodenom kupatilu na 56 °C, jer se držanjem uzoraka preko noći na 56 °C povećava prinos DNK. Ujutro je svakom uzorku dodato po 125 µL 4M NH₄Ac uz mešanje. Uzorci su držani na sobnoj temperaturi sat vremena i za to vreme su mešani (ručno) na svakih 15 minuta. Nakon sat vremena, uzorci su centrifugirani 15 minuta na 13000 rpm. Dobijeni supernatant je odliven u nove tubice od 1,5 ml pri čemu je dodato 500 µL hladnog 95% EtOH. Uzorci su dobro ručno mešani sve dok se ne pojavi vidljiva DNK, a zatim su ponovo centrifugirani 15 minuta na 13000 rpm. Iz svakog uzorka je polako odliven supernatant, pazeći da se iz tubica ne izgubi DNK pelet, a zatim je dodato 0,25 ml hladnog 70% EtOH, koji služi za ispiranje peleta, a koji je odmah i odliven. Uzorci su ostavljani preko noći da se osuše, a zatim su rastvoreni u 20 µL ddH₂O (voda bez nukleotida) i izmešani na vorteksu. Gotovi uzorci su ostavljeni preko noći u frižideru na +4 °C, da se DNK dobro rastvori, pa su tek onda korišćeni za kvantifikaciju pomoću Nano-drop aparata.

Izolacija DNK pomoću fenol – hloroforma: Ekstrakcija je započinjala centrifugiranjem prikupljenih krvnih uzorka u alkoholu, 20 minuta na 13000 rpm (obrtaja/min) na temperaturi od 25 °C. Nakon centrifugiranja, odvajala se alkoholna faza koja je odstranivana iz uzoraka. Ostatak se iz tubica prebacivao u nove epruvetice. Svakoј epruvetici se dodavalo po 200 µl PBS. Lagano se mućkalo, a zatim se sadržaj svake epruvetice prebacivao u novu tubicu. Zatim se dodavalo po 20 µl SDS 10% i 15 µl proteinkinaze K (10 mg/ml). Sve bi se dobro zatvorilo i mešalo po 15 sekundi na vorteksu, a zatim centrifugiralo 5 sekundi 2500 rpm. Nakon toga uzorci su prebacivani u vodeno kupatilo na 55 °C preko noći. Ujutro su uzorci najpre centrifugirani, na 2500 rpm a zatim im je dodavano po 50 µl 5M NaCl, nakon čega su opet

bili centrifugirani. Zatim je svakom uzorku dodato po 250 µl fenol-hloroforma. Dobro su premešani kako bi smeša bila homogena. Uzorci su zatim ostavljani da odstoje 40-60 minuta na sobnoj temperaturi, nakon čega su centrifugirani 15 minuta na 11000 rpm. Supernatanti iz centrifugovanih tubica je prebačen u nove pomoću Pasterove pipete. Uzorcima je dodato još po 250 µl fenol-hloroforma nakon čega su ponovo mešani i centrifugirani 15 minuta na 11000 rpm. Supernatanti su ponovo prebačeni u nove tubice od 1,5 ml. U svaku tubicu dodato je po 20 µl 3M NaAc. Nakon što je sadržaj dobro promešan, a supernatant se odvojio i prebacio u nove tubice, dodato je po 400 µl 100% EtOH ohlađenog na -20 °C. Uzorci su zatim dobro mešani sve dok se nije video precipitat, odnosno DNK pelet. Uzorci su zatim ostavljani da odstoje 1 sat na -20 °C. Nakon toga, su centrifugirani 10 minuta na 11000 rpm. Iz tubica se zatim uklanjala tečnost, sve dok se ne bi uklonio sav alkohol. DNK peleti su onda dobro sušeni. Talog je na kraju resuspendovan u 50 µl ddH₂O, a uzoci su čuvani u zamrzivaču.

Detekcija i identifikacija parazita pomoću PCR metode: Dobijena genomska DNK pre upotrebe za PCR, kvantifikovana je pomoću Nano-drop aparata i razređena na radnu koncentraciju od 25 ng/µl. Da bi se detektovala DNK parazita, korištena je „nested“ PCR metoda koja pojačava prinos amplifikovanog mitohondrijskog citohrom b gena (*cyt b*), a koja se sastoji iz dva koraka (Waldenström et al. 2004). U prvom PCR-u, segment parazitskog *cyt b* amplifikuje se pomoću inicijalnih „forward“ i „reverse“ prajmera koji su opšti za vrste rodova *Haemoproteus*, *Plasmodium* i *Leucocytozoon* (Hellgren et al. 2004). U prvom PCR-u korišteni su prajmer HaemNFI (5'-CATATATTAAGAGAAITATGGAG-3') i HaemNR3 (5'-ATAGAAAGATAAGAAATACCATTC-3'). Za drugi ili nested PCR u dve reakcije korištena su dva nova para prajmera. Jedan par samo za *Haemoproteus* spp. i *Plasmodium* spp.: HaemF (5'-ATGGTGCTTTCGATATATGCATG-3') i HaemR2 (5'-GCATTATCTGGATGTGATAATGGT-3'), a drugi par samo za *Leucocytozoon* spp.: HaemFL (5'-ATGGTGTTTTAGATACTTACATT-3') i HaemR2L (5'-CATTATCTGGATGAGATAATGGIG-3').

Prvi PCR izvođen je u ukupnoj zapremini od 25 µl, a sadržao je sledeće komponente: 1 µl pripremljene i razblažene DNK (25 ng/µl), 25 mM MgCl₂, 10 x PCR pufer, 1,25 mM dNTP, 10 µM svakog prajmera (*Forward* i *Reverse*) i 25 jedinica Taq DNK polimeraze (Hellgren et al. 2004, Jönsson i Stervander 2017). Prilikom izvođenja PCR-a korišteno je više negativnih kontrola i dve pozitivne. PCR je započinjao jednim ciklusom od 2 minuta denaturacije na 94 °C. Zatim je sledio još jedan korak denaturacije na 94 °C u trajanju od 30 sekundi,

nastavljajući se hibridizacijom (prajmera sa matricom) na 50 °C u trajanju od 30 sekundi i elongacijom prajmera na 72 °C u trajanju od 45 sekundi. Ova tri koraka ponavljana su u periodu od 25 ciklusa. PCR se završavao jednim ciklusom od 10 minuta finalne elongacije na 72 °C. Po završetku PCR-a mikrotube sa amplifikovanim uzorcima ostavljane su na 4°C u PCR mašini, do smeštanja i frižider i daljih analiza (Hellgren et al. 2004).

Za drugi PCR, koji je takođe izvođen u ukupnoj zapremini od 25 µl, korišeno je po 2 µl prvog PCR produkta sa dodatkom 25 mM MgCl₂, 10x PCR pufera, 1.25 mM dNTP, 10 µM svakog prajmera (*Forward* i *Reverse*) i 25 jedinica Taq DNK polimeraze (Hellgren et al. 2004, Jönsson i Stervander 2017). S obzirom da su u drugom PCRu korištena dva različita para prajmera, jedan za *Haemoproteus* spp. i *Plasmodium* spp., a drugi samo za *Leucocytozoon* spp., svaki PCR se odvijao posebno. Temperaturni profil za drugi PCR je bio isti kao i za prvi, s tom razlikom što se odvijao u trajanju od 35 ciklusa (Hellgren et al. 2004).

Uspešnost PCRa je proveravana elektroforezom na 2% agaroznom gelu, korišćenjem 2,5 µl drugog PCR produkta (Bensch et al. 2000). Pozitivni uzorci korišteni su za dalje sekvenciranje i utvrđivanje parazita do nivoa vrste, odnosno loze.

Pozitivni PCR produkti (ukupne zapremine od po 20 µl) su zatim podvrgnuti precipitaciji pomoću 8M amonijum acetata (NH₄Ac), 99% etanola i ohlađenog 70% etanola, kako bi se uzorci oslobodili viška soli, slobodnih nukleotida i prajmera. Na kraju postupka sledilo je centrifugiranje i rastvaranje DNK peleta u 10 µl dd H₂O (Bensch et al. 2000; Jönsson i Stervander 2017). Fragmenti su podvrgnuti sekvenciranju sa 5' kraja pomoću prajmera HaemF (u slučaju pozitivnih uzoraka na *Haemoproteus-Plasmodium* spp.) ili HaemFL (u slučaju pozitivnih uzoraka na *Leucocytozoon* spp.) koristeći BigDyeTM Terminator reakcionu smešu koja svaki od nukleotida (G, A, T i C) obeležava (boji) drugom bojom. Temperaturni profil se sastojao od jednog 1-minutnog ciklusa denaturacije DNK na 96 °C. Zatim je sledio još jedan korak denaturacije na 96 °C u trajanju od 10 sekundi, nastavljajući se hibridizacijom na 50 °C u trajanju od 5 sekundi i elongacijom prajmera na 60 °C u trajanju od 4 minuta. Ova tri koraka ponavljana su u trajanju od 25 ciklusa (Bensch et al. 2000). Zatim je sledio još jedan korak precipitacije sekvenciranih uzoraka pomoću 125 mM EDTA, 99% etanola i ohlađenog 70% etanola. Nakon centrifugiranja, uzorci su bili spremni za sekvenciranje na 16 kapilarnom sekvencirajućem robotu ABI PRISMTM 3100 (Applied Biosystems, Foster City, CA) (Bensch et al 2000).

Dobijene sekvence, veličine oko 480 bp obrađene su u programu BioEdit (Hall 1999) i upoređene sa sekvencama iz baze podataka MalAvi (Bensch et al. 2009), kako bi se utvrdilo

o kojoj vrsti parazita se radi ukoliko je postojalo poklapanje sa poznatim parazitskim lozama i haplotipovima.

3.3 Statistička obrada rezultata

Prevalenca je računata kao procenat: broja zaraženih domaćina u odnosu na ukupan broj ispitivanih domaćina na zarazu (Valkiūnas 2005). Parazitemija ili intenzitet zaraženosti, ustanovljena je direktnim brojanjem zaraženih eritrocita, sa krvnog razmaza kao broj parazita na 1.000 eritrocita pri velikoj zaraženosti ili na 10.000 eritrocita pri maloj zaraženosti. Izražena u procentima, parazitemija je računata kao proporcija broja zaraženih eritrocita puta 100, podeljena sa 1000 (Godfrey et al. 1987; Valkiunas 2005).

Odnos između varijabli vezanih za prevalencu testiran je pomoću Pearson Chi-Square testa sa Bonferroni korekcijom za poređenje parova. Kruskal-Wallis test sa *post hoc* Mann-Whitney U testom sa Bonferroni korekcijom za poređenje parova korišćen je za testiranje razlika prosečne parazitemije po rodovima hemosporidija. Binomial test je korišćen za utvđivanje razlike između zaraženih i nezaraženih ispitivanih jedinki (Crawley 2013). Sve statističke analize su rađene pomoću programa R v 3.3.2. (R Core Team 2016) i SPSS Statistics v 20.0 (IBM Corp. 2011).

TCS v 1.21 (Clement et al. 2000) je upotrebljen za statističko prikazivnje mreže haplotipova. Iz baze GenBank su korišteni samo haplotipovi hemosporidija koji su u bliskom srodstvu sa novo doobijenim lozama kako bi se na pravilan način rešila mreža kriptičnih klada. Sve sekvence su skraćene na istu dužinu (za *Plasmodium* 463 bp i za *Leucocytozoon* 459 bp) i poredene u programu MEGA v. 6 (Tamura et al. 2013).

4. Rezultati

Za potrebe istraživanja ptice su hvatane i prstenovane tokom 2007. na lokalitetu akumulacije Gruž, a od 2011. do 2016. na Ludaškom jezeru, Deliblatskoj peščari, Ponjavici, Tari (na dva lokaliteta), ribnjaku Mala Vrbica i podnožju Rtnja.

Ukupno je uzeto 202 uzorka krvi od kojih je napravljeno 199 krvnih razmaza, a 134 uzorka je upotrebljeno za DNK analizu. Na osnovu biometrijskih karakteristika 202 ispitane ptice, 58 je pripadalo starosnoj kategoriji mladunaca (juvenilne ptice koje su se izlegle tokom godine u kojoj se istraživanje realizovalo), a 144 starosnoj kategoriji adulti (ptice koje su se izlegle u drugoj kalendarskoj godini u odnosu na istraživanu godinu). Sve zaražene jedinke bile su adulti. Kod juvenilnih jedinki nije pronađena zaraza. Ptice su zatim grupisane prema selidbenom statusu vrste na stanarice (S), selice (M) i delimične selice (pM) (Berthold 1996).

Od ukupno 43 ispitane vrste ptica, zaraza nekim od tri ispitivana roda hemosporidija (*Haemoproteus*, *Plasmodium* i *Leucocytozoon*) ustanovljena je kod 24 vrste, odnosno kod ptica iz 12 porodica (Tabela 1).

Tabela 1. Prisustvo ispitivanih rodova hemosporidija kod analiziranih vrsta ptica.

Porodica	Vrsta domaćina (migratorni status)	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
Oriolidae	<i>Oriolus oriolus</i> (M)	–	–	+
Laniidae	<i>Lanius collurio</i> (M)	+	–	–
Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i> (S)	+	–	–
Paridae	<i>Periparus ater</i> (S)	–	+	+
Paridae	<i>Lophophanes cristatus</i> (S)	+	–	+
Paridae	<i>Poecile montanus</i> (S)	–	–	+
Paridae	<i>Cyanistes caeruleus</i> (S)	–	–	–
Paridae	<i>Parus major</i> (S)	–	–	–
Remizidae	<i>Remiz pendulinus</i> (pM)	–	–	–
Alaudidae	<i>Alauda arvensis</i> (pM)	–	–	–
Acrocephalidae	<i>Iduna pallida</i> (M)	+	–	–
Acrocephalidae	<i>Acrocephalus melanopogon</i> (pM)	–	–	–
Acrocephalidae	<i>Acrocephalus palustris</i> (M)	–	+	–
Acrocephalidae	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	+	–	–
Acrocephalidae	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)	–	+	–
Phylloscopidae	<i>Phylloscopus collybita</i> (M)	–	–	–
Aegithalidae	<i>Aegithalos caudatus</i> (S)	–	–	–
Sylviidae	<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	+	–	–

Sylviidae	<i>Sylvia borin</i> (M)	+	-	-
Sylviidae	<i>Sylvia nisoria</i> (M)	-	+	-
Sylviidae	<i>Sylvia communis</i> (M)	-	+	+
Certhiidae	<i>Certhia familiaris</i> (S)	-	-	+
Sittidae	<i>Sitta europea</i> (S)	-	-	-
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i> (S)	-	-	-
Turdidae	<i>Turdus philomelos</i> (pM)	+	-	-
Turdidae	<i>Turdus merula</i> (S)	+	-	-
Muscicapidae	<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	+	-	-
Muscicapidae	<i>Luscinia megarhynchos</i> (M)	-	-	-
Muscicapidae	<i>Phoenicurus ochruros</i> (S)	-	-	-
Muscicapidae	<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (M)	-	-	-
Regulidae	<i>Regulus regulus</i> (S)	-	-	-
Regulidae	<i>Regulus ignicapillus</i> (S)	-	-	-
Prunellidae	<i>Prunella modularis</i> (S)	-	+	-
Passeridae	<i>Passer domesticus</i> (S)	-	+	-
Passeridae	<i>Passer hispaniolensis</i> (S)	-	+	-
Passeridae	<i>Passer montanus</i> (S)	-	-	-
Motacillidae	<i>Motacilla cinerea</i> (S)	-	-	-
Fringillidae	<i>Fringilla coelebs</i> (S)	+	+	-
Fringillidae	<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (S)	+	-	+
Fringillidae	<i>Carduelis carduelis</i> (S)	-	-	-
Emberizidae	<i>Emberiza melanocephala</i> (M)	-	+	-
Emberizidae	<i>Emberiza citrinella</i> (S)	-	-	-
Emberizidae	<i>Emberiza schoeniclus</i> (S)	-	-	-

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice.

Polja sa „-“ označavaju negativne vrednosti. Sa „+“ je označeno prisustvo hemosporidija.

Prisustvo sva tri roda hemosporidija pomoću krvnog razmaza, PCR metode, i kombinovanjem ove dve metode, utvrđeno je kod 66 jedinki (Tabela 2). Samo je kod jedne jedinke zimovke (*Pyrrhula pyrrhula*) ustanovljena ko-infekcija dvema vrstama hemosporidija.

Vrsta koja je bila najzaraženija nekom od hemosporidija bio je obični kos (*Turdus merula*). Od ukupno 15 ispitanih jedinki običnog kosa čak je 12 ptica, odnosno 80% bilo zaraženo vrstama iz roda *Haemoproteus*. Veoma visoku prevalencu zaraze od 70% imale su i jedinke obične zebe (*Fringilla coelebs*) gde je od ukupno 10 ispitanih ptica sedam bilo zaraženo parazitima iz rodova *Haemoproteus* i *Plasmodium*. Visoku zarazu od 58,3% imale su jedinke crnokape grmuše (*Sylvia atricapilla*), kod kojih je od ukupno 12 ispitanih ptica, sedam bilo zaraženo nekom vrstom iz roda *Haemoproteus*. Iako je tokom istraživanja ispitano 37

jedinki crvendaća (*Erithacus rubecula*), zaraza je ustanovljena tek kod osam, odnosno kod 21,6% ispitanih ptica. Tri vrste domaćina imale su po tri zaražene jedinke, šest vrsta po dve zaražene jedinke i jedanaest vrsta ptica imalo je samo po jednu zaraženu jedinku.

Tabela 2. Broj zaraženih ptica nekim od ispitivanih rodova hemosporidija u zavisnosti od metode za ispitivanje prisustva parazita.

Vrsta domaćina (migratorni status)	H	P	L	Pozitivan krvni razmaz/UBU	Pozitivan PCR/UBU	Razmaz+PCR /UBU
<i>Oriolus oriolus</i> (M)	-	-	+	1/1	1/1	[0-0-1] 1/1*
<i>Lanius collurio</i> (M)	+	-	-	2/3	2/3	[0-0-2] 2/3
<i>Garrulus glandarius</i> (S)	+	-	-	1/1	1/1	[0-0-1] 1/1
<i>Periparus ater</i> (S)	-	+	+	1/8	3/8	[0-2-1] 3/8
<i>Lophophanes cristatus</i> (S)	+	-	+	1/3	1/3	[0-1-1] 2/3
<i>Poecile montanus</i> (S)	-	-	+	0/2	2/2	[0-2-0] 2/2
<i>Cyanistes caeruleus</i> (S)	-	-	-	0/1	0/1	0/1
<i>Parus major</i> (S)	-	-	-	0/7	0/2	0/7
<i>Remiz pendulinus</i> (pM)	-	-	-	0/2	0/2	0/2
<i>Alauda arvensis</i> (pM)	-	-	-	0/1	0/1	0/1
<i>Iduna pallida</i> (M)	+	-	-	2/2	2/2	[0-0-2] 2/2
<i>Acrocephalus melanopogon</i> (pM)	-	-	-	0/1	0/1	0/1
<i>Acrocephalus palustris</i> (M)	-	+	-	0/3	2/3	[0-2-0] 2/3
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	+	-	-	2/5	3/4	[0-1-2] 3/5
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)	-	+	-	0/6	1/6	[0-1-0] 1/6
<i>Phylloscopus collybita</i> (M)	-	-	-	0/5	0/3	0/5
<i>Aegithalos caudatus</i> (S)	-	-	-	0/5	0/6	0/6
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	+	-	-	7/12	5/8	[2-0-5] 7/12
<i>Sylvia borin</i> (M)	+	-	-	1/1	0/1	[1-0-0] 1/1
<i>Sylvia nisoria</i> (M)	-	+	-	0/1	1/1	[0-1-0] 1/1
<i>Sylvia communis</i> (M)	-	+	+	1/3	2/3	[0-1-1] 2/3
<i>Certhia familiaris</i> (S)	-	-	+	0/2	1/1	[0-1-0] 1/2
<i>Sitta europea</i> (S)	-	-	-	0/2	0/1	0/2
<i>Sturnus vulgaris</i> (S)	-	-	-	0/2	0/1	0/2
<i>Turdus philomelos</i> (pM)	+	-	-	0/4	3/4	[0-3-0] 3/4
<i>Turdus merula</i> (S)	+	-	-	11/15	7/11	[5-1-6] 12/15
<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	+	-	-	8/37	4/6	[4-0-4] 8/37
<i>Luscinia megarhynchos</i> (M)	-	-	-	0/7	0/2	0/7
<i>Phoenicurus ochruros</i> (S)	-	-	-	0/2	0/2	0/2
<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (M)	-	-	-	0/1	0/1	0/1
<i>Regulus regulus</i> (S)	-	-	-	0/7	0/5	0/7
<i>Regulus ignicapillus</i> (S)	-	-	-	0/4	0/2	0/4
<i>Prunella modularis</i> (S)	-	+	-	1/5	1/5	[0-0-1] 1/5
<i>Passer domesticus</i> (S)	-	+	-	1/12	1/7	[0-0-1] 1/12
<i>Passer hispaniolensis</i> (S)	-	+	-	0/1	1/1	[0-1-0] 1/1

<i>Passer montanus</i> (S)	-	-	-	0/3	0/5	0/5
<i>Motacilla cinerea</i> (S)	-	-	-	0/1	0/1	0/1
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	+	+	-	3/10	6/8	[1-4-2] 7/10
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (S)	+	-	+	1/4	1/3	[0-0-1] 1/4
<i>Carduelis carduelis</i> (S)	-	-	-	0/1	0/1	0/1
<i>Emberiza melanocephala</i> (M)	-	+	-	0/1	1/1	[0-1-0] 1/1
<i>Emberiza citrinella</i> (S)	-	-	-	0/4	0/3	0/4
<i>Emberiza schoeniclus</i> (S)	-	-	-	0/1	0/1	0/1

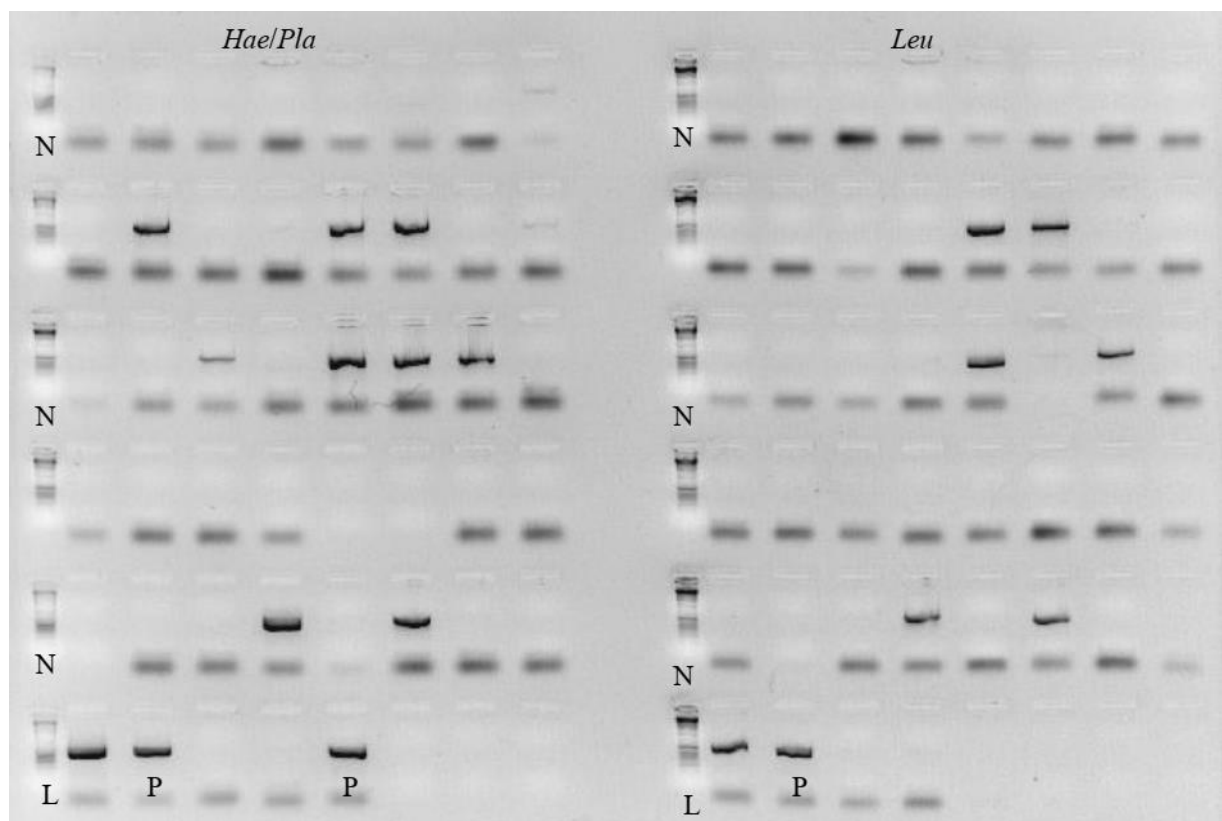
Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice. UBU = ukupan broj uzoraka.

H – *Haemoproteus*, P – *Plasmodium*, L – *Leucocytozoon*.

*[samo razmaz–samo PCR–razmaz+PCR] ukupan broj zaraženih ptica/ukupan broj uzoraka ptica.

Polja sa „-“ označavaju negativne vrednosti. Sa „+“ je označeno prisustvo hemosporidija.

Nakon izolacije DNK i urađenog drugog (*nested*) PCRa, na 2% agaroznom gelu, korišćenjem 2,5 µl drugog PCR produkta u uzorcima je proveravano prisustvo ili odsustvo sva tri roda parazita (Slika 28). Pozitivni uzorci (koji se na gelu vide kao crni bentovi) dalje su korišćeni za sekvencioniranje i utvrđivanje parazita do nivoa vrste, odnosno loze.



Slika 28. Gel sa pozitivnim uzorcima nakon drugog PCRa (Foto: Daliborka Stanković) (L – Ladder; P – pozitivne kontrole; N – negativne kontrole; *Hae/Pla* – *Haemoproteus/Plasmodium*; *Leu* – *Leucocytozoon*).

Na osnovu sekvenci citohrom *b* (*cyt b*) gena mtDNK, ukupno je ustanovljeno 10 vrsta parazita i 31 loza. U rodu *Haemoproteus* ustanovljeno je prisustvo 6 vrsta i 15 loza. U rodu

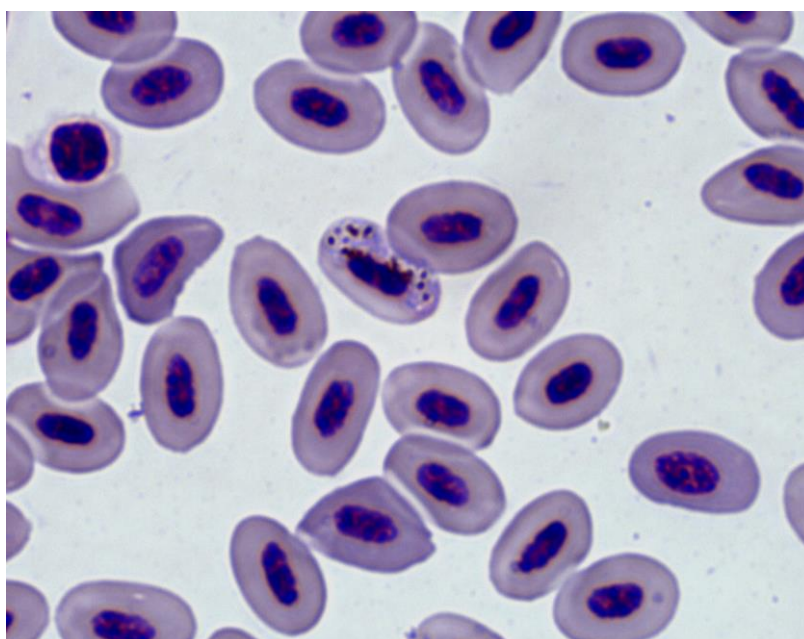
Plasmodium ustanovljene su 3 vrste i 8 loza, dok je u rodu *Leucocytozoon* ustanovljena jedna vrsta i 8 loza (Tabela 3).

Tabela 3. Vrste i loze parazita ustanovljene na osnovu sekvenci *cyt b* gena mtDNK u krvi zaraženih ptica u Srbiji.

<i>Haemoproteus</i> spp. (loza)	<i>Plasmodium</i> spp. (loza)	<i>Leucocytozoon</i> spp. (loza)
<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1)	<i>P. relictum</i> (GRW11)	<i>Leucocytozoon majoris</i> (CB1)
<i>H. belopolskyi</i> (ARW1)	<i>P. elongatum</i> (GRW06)	<i>Leucocytozoon</i> sp. (ORIORI04)
<i>H. belopolskyi</i> (MW1)	<i>P. vaughani</i> (SYAT05)	<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS7)
<i>H. fringillae</i> (CCF3)	<i>Plasmodium</i> sp. (ACAGR1)	<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS20)
<i>H. lanii</i> (RBS2)	<i>Plasmodium</i> sp. (AEDVEX01)	<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS22)
<i>H. lanii</i> (RBS4)	<i>Plasmodium</i> sp. (CCF25)	<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS25)
<i>H. minutus</i> (TUPHI01)	<i>Plasmodium</i> sp. (SGS1)*	<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS78)
<i>H. minutus</i> (TURDUS2)	<i>Plasmodium</i> sp. SYBOR21	<i>Leucocytozoon</i> sp. (RS4)
<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01)		
<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT02)		
<i>Haemoproteus</i> sp. (CCF6)		
<i>Haemoproteus</i> sp. (CCF2)		
<i>Haemoproteus</i> sp. (GAGLA02)		
<i>Haemoproteus</i> sp. (SYAT10)		
<i>Haemoproteus</i> sp. (HIP2)		

*Verovatno SGS1, usled postojanja neodređenog nukleotida na poziciji 9 (5').

Od svih loza dobijenih na osnovu sekvenci *cyt b* gena mtDNK, i nakon poređenja sa sekvencama u MalAvi i GenBank, ustanovljeno je da su dve loze CCF25 i ORIORI04 (Slika 29) detektovane po prvi put.

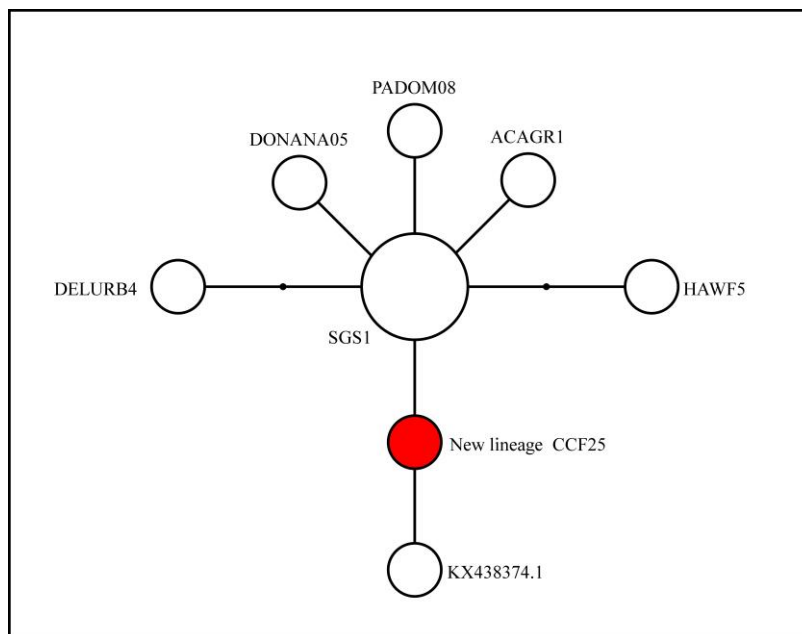


Slika 29. Novootkrivena loza ORIORI04 iz roda *Leucocytozoon* u krvi vuge, ustanovljena i na osnovu pregledanog krvnog razmaza (Foto: D. Stanković).

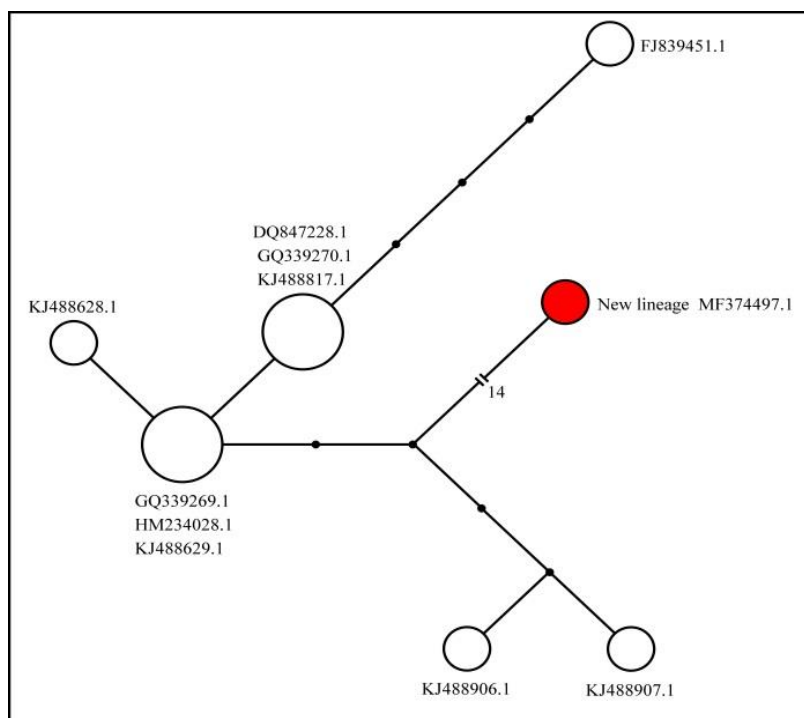
Loza CCF25 koja pripada rodu *Plasmodium* izolovana je kod obične zebe u Deliblatskoj peščari, dok je loza ORIORI04 iz roda *Leucocytozoon* izolovana, kod vuge (*Oruiolus oriolus*) na ribnjaku Mala Vrbica. Obe loze deponovane su u međunarodnoj bazi gena GenBank (Benson et al. 2014) pod identifikacionim brojem MF543057 (za lozu CCF25) i MF374497 (za lozu ORIORI04). Obe loze deponovane su i u bazi podataka vezanoj samo za malariju ptica MalAvi, pod istim imenima haplotipova (Stanković et al. in press).

Poređenjem sa podacima genske baze podataka MalAvi (Bensch et al 2009), 100% podudaranje rezultata imale su gotovo sve loze u sva tri roda, osim loze SGS1 iz roda *Plasmodium*. Ova loza se od loze SGS1 razlikuje samo u nukleotidu na poziciji 9 (5'), kojeg u sekvencama dobijenim u ovim rezultatima nije bilo moguće determinisati.

Genetska sličnost između novih loza rodova *Plasmodium* i *Leucocytozoon* i prethodno objavljenih sekvenci deponovanih u bazi GenBank prikazana je preko mreže haplotipova (Slike 30 i 31). Udaljenost između nove loze i srodnih loza u mreži haplotipova u rodu *Plasmodium* iznosi samo 1 bazni par, dok je kod roda *Leucocytozoon* udaljenost između novo dobijene loze i ostalih korištenih loza u mreži haplotipova, 16 baznih parova.



Slika 30. Mreža haplotipova roda *Plasmodium* zasnovana na fragmentu od 463 bp *cyt b* gena. Crveni kružić predstavlja novu lozu izolovanu kod obične zebe. Veličina kruga je proporcionalna broju datih sekvenci. Nazivi loza preuzeti iz MalAvi baze dati su pored krugova.



Slika 31. Mreža haplotipova roda *Leucocytozoon* zasnovana na fragmentu od 459 bp cyt *b* gena. Crveni kružić predstavlja novu lozu izolovanu kod vuge. Veličina kruga je proporcionalna broju datih sekvenci. Nazivi loza preuzeti iz MalAvi baze dati su pored krugova.

Većina ptica je bila zaražena samo jednom lozom parazita. Samo je kod jedne zimovke ustanovljena ko-infekciju vrstama *Haemoproteus fringillae* (loza CCF3) i *Leucocytozoon majoris* (loza CB1). Po dve loze *Haemoproteus* spp. i *Plasmodium* spp. pronađeno je kod više različitih vrsta domaćina (Tabela 4).

Tabela 4. Loze hemosporidija koje su pronađene kod više od jednog domaćina.

Loza (MalAvi)	GenBank Br.	Domaćin (migratorni status) (Broj zaraženih ptica)	Hemosporidija
MW1	KY695230.1	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M) (1)	<i>Haemoproteus belopolsky</i>
	AF254969.1	<i>Iduna pallida</i> (M) (1)	
ARW1	AF495547.1	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M) (2)	
		<i>Sylvia atricapilla</i> (M) (1)	
ACAGR1	FJ861321.1	<i>Parus ater</i> (S) (1)	<i>Plasmodium</i> spp.
		<i>Fringilla coelebs</i> (S) (1)	
SGS1	JX196866.1	<i>Acrocephalus palustris</i> (M) (1)	
		<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M) (1)	
		<i>Sylvia communis</i> (M) (1)	
		<i>Passer domesticus</i> (S) (1)	
		<i>Passer hispaniolensis</i> (S) (1)	

Migratorni status: S – stanicice, M – selice, pM – delimične selice.

U rodu *Haemoproteus* loze MW1 i ARW1 koje pripadaju vrsti *Haemoproteus belopolsky* zabeležene su kod domaćina koji pripadaju različitim vrstama i različitim porodicama. U rodu *Plasmodium* loza ACAGR1 je zabeležena kod dve različite vrste domaćina, stanarica koje pripadaju i različitim porodicama. Takođe je loza SGS1 (*Plasmodium* spp.) pronađena kod pet domaćina uključujući stanarice i selice, koje nisu srodne i pripadaju različitim porodicama.

Tokom istraživanja identifikovana su i tri nova domaćina za poznate loze hemosporidija (deponovane u bazi MalAvi). Tako je kosmopolitska loza GRW06 (*Plasmodium elongatum*) izolovana kod novog domaćina, obične zebe na lokalitetu Deliblatska peščara. Loze PARUS20 i PARUS25 (*Leucocytozoon* sp.) po prvi put su detektovane kod planinske sive senice (*Poecile montanus*) i ćubaste senice (*Lophophanes cristatus*) na lokalitetima na Tari.

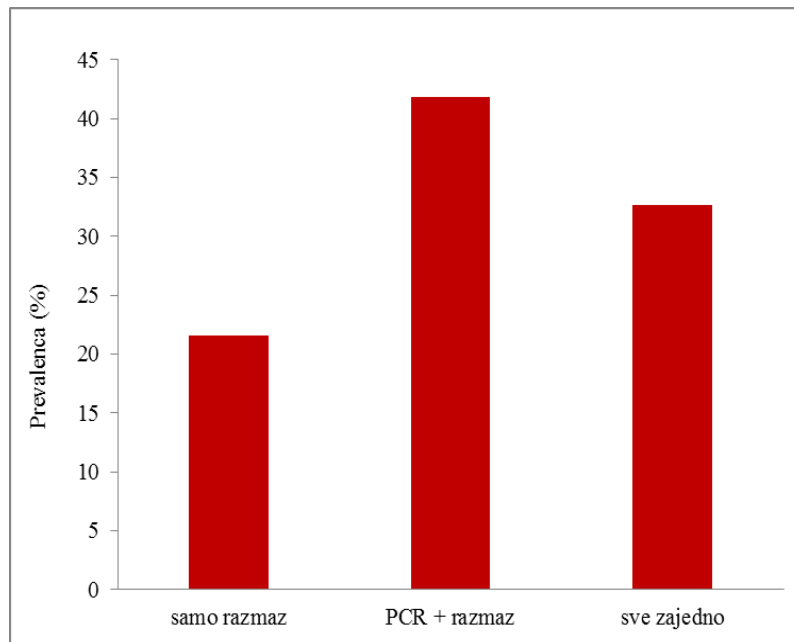
4.1. Prevalenca

Prevalenca je računata na dva načina. Jedan način se odnosi samo na podatke sa krvnih razmaza, a drugi predstavlja kombinaciju podataka sa krvnih razmaza i rezultata dobijenih molekulatnom metodom (PCR).

Od ukupno 199 uzetih i pregledanih krvnih razmaza, zaraza je ustanovljena kod 43 jedinke, a prevalenca je iznosila 21,6%. Uzorci krvi i krvni razmaz istovremeno su uzeti od 134 jedinke, prisustvo parazita je ustanovljeno kod 56 jedinki, a prevalenca je iznosila 41,8%. Kombinacijom podataka dobijenih obema metodama, zaraza je ustanovljena kod 66 jedinki od ukupno 202 analizirane, a ukupna prevalenca iznosila je 32,7%.

Pearson Chi-Square test je pokazao da je prevalenca utvrđena na osnovu PCR metode statistički značajno veća u odnosu na prevalencu dobijenu na osnovu krvnog razmaza ($\chi^2_{(1)} = 7.8724$, $p < 0,01$). Na osnovu toga može se zaključiti da je molekularna metoda u kombinaciji sa krvnim razmazom senzitivnija u pogledu utvrđivanja prisustva parazita (Slika 32).

Binominalni test je pokazao da postoji značajna razlika između zaraženih i nezaraženih ispitivanih jedinki ($\chi^2_{(1)} = 2,065e-12$, $p < 0,001$), jer je od svih ispitanih ptica (202) više je bilo onih bez zaraze (136), nego zaraženih nekom vrstom hemosporidija (66).



Slika 32. Ukupna prevalenca (%) hemosporidija kod ispitivanih vrsta ptica dobijena na osnovu pregleda krvnog razmaza, PCR metode i kombinacijom ove dve metode.

S obzirom na preciznost PCR metode, rezultati će se dalje uglavnom odnositi samo na podatke dobijene ovom metodom. U uzorku od 134 ispitane jedinke, prevalenca za rod *Haemoproteus* iznosila je 26,1%, za *Plasmodium* 9,7%, a za *Leucocytozoon* svega 6,7%. Na osnovu Pearson Chi-Square testa, sa Bonferroni korekcijom utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između prevalenci za *Haemoproteus* u odnosu na *Plasmodium* ($\chi^2_{(1)} = 11,445$, $p < 0,05$) i *Leucocytozoon* ($\chi^2_{(1)} = 16,808$, $p < 0,001$), dok razlika u prevalencama između rodova *Plasmodium* i *Leucocytozoon* nije bila statistički značajna ($\chi^2_{(1)} = 0,302$, $p = 1$).

4.1.1 Razlika u prevalenci u odnosu na migratorni status domaćina

U uzorku od 134 jedinke domaćina kod kojih je zaraza utvrđivana na osnovu prisustva *cyt b* gena mtDNK, ukupno je uzorkovano 78 jedinki stanarica, 42 jedinke selica i 14 jedinki delimičnih selica. Od ukupnog broja najviše zaraženih jedinki (28) pripadalo je stanaricama, nešto manje bilo je selica (21), a najmanje delimičnih selica (7).

***Haemoproteus*:** Od ukupnog broja analiziranih stanarica, 15 jedinki bilo je zaraženo vrstama roda *Haemoproteus*, sa ustanovljene četiri loze. Najčešća loza bila je TURDUS2 (*Haemoproteus minutus*), ustanovljena kod sedam jedinki običnog kosa (Tabela 5).

Tabela 5. Distribucija vrsta i loza roda *Haemoproteus* po vrstama domaćina i lokalitetima.

<i>Haemoproteus</i> spp. (loza)	Vrsta domaćina (migratorni status)	Lokalitet (broj zaraženih jedinki)
<i>Haemoproteus</i> sp. (GAGLA02)	<i>Garrulus glandarius</i> (S)	Tara (Šljivovica) (1)
<i>Haemoproteus</i> sp.	<i>Lophophanes cristatus</i> (S)	Tara (1)
<i>H. minutus</i> (TURDUS2)	<i>Turdus merula</i> (S)	Tara (7)
<i>Haemoproteus</i> sp. (CCF6)	<i>Fringilla coelebs</i> (S)	Tara (2)
<i>Haemoproteus</i> sp. (CCF2)		Deliblatska peščara (1)
<i>H. fringillae</i> (CCF3)	<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (S)	Tara (1)
<i>H. lanii</i> (RBS2)	<i>Lanius collurio</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica (1)
<i>H. lanii</i> (RBS4)		Tara (1)
<i>Haemoproteus</i> sp. (HIP2)	<i>Iduna pallida</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica (1)
<i>H. belopolskyi</i> (MW1)		Ribnjak Mala Vrbica (1)
<i>H. belopolskyi</i> (MW1)	<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	Ponjavica (1)
<i>H. belopolskyi</i> (ARW1)		Ludaško jezero (2)
<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01)	<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	Tara (2)
<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT02)		Tara (1)
<i>Haemoproteus</i> sp. (SYAT10)		Tara (1)
<i>H. belopolskyi</i> (ARW1)		Ponjavica (1)
<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1)	<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	Tara (3); Akumul. Gruža (1)
<i>H. minutus</i> (TUPHI01)	<i>Turdus philomelos</i> (pM)	Tara (3)

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice.

Od svih ispitivanih selica, najviše domaćina (13) bilo je zaraženo vrstama roda *Haemoproteus*, a ustanovljeno je osam loza. Najčešća vrsta bila je *Haemoproteus belopolskyi* (sa lozama ARW1 i MW1), koja je ustanovljena kod pet jedinki: tri trstenjaka cvrkutića (*Acrocephalus scirpaceus*), jednog sivog voljčića (*Iduna pallida*) i jedne crnokape grmuše.

Najmanje zaraženih ptica (sedam) pripadalo je grupi delimičnih selica koje su bile zaražene lozama ROBIN1 i TUPHI01 iz roda *Haemoproteus*, a ustanovljenih kod crvendaća, odnosno drozda pevača (*Turdus philomelos*).

Plasmodium: Kod analiziranih stanarica, zaraza vrstama roda *Plasmodium* ustanovljena je kod sedam jedinki, sa zastupljenih pet loza. Najviše ptica bilo je zaraženo lozama ACAGR1 i SGS1, kojih je bilo u podjednakom broju. Kod obične zebe sa lokaliteta Deliblatska peščara, utvrđena je zaraza novom lozom CCF25 (Tabela 6).

Tabela 6. Distribucija vrsta i loza roda *Plasmodium* po vrstama domaćina i lokalitetima.

<i>Plasmodium</i> spp. (loza)	Vrsta ptica (migratorni status)	Lokalitet (broj zaraženih jedinki)
<i>Plasmodium</i> sp. (ACAGR1)	<i>Periparus ater</i> (S)	Tara (1)
<i>P. vaughani</i> (SYAT05)	<i>Prunella modularis</i> (S)	Tara (1)
<i>Plasmodium</i> sp. (SGS1)	<i>Passer domesticus</i> (S)	Rtanj (1)

	<i>Passer hispaniolensis</i> (S)	Mala Vrbica (1)
<i>P. elongatum</i> (GRW06)	<i>Fringilla coelebs</i> (S)	Deliblatska pešćara (1)
<i>Plasmodium</i> sp. (CCF25)		Deliblatska pešćara (1)
<i>Plasmodium</i> sp. (ACAGR1)		Deliblatska pešćara (1)
<i>Plasmodium</i> sp. (SYBOR21)	<i>Acrocephalus palustris</i> (M)	Ponjavica (1)
<i>Plasmodium</i> sp. (SGS1)		Ponjavica (1)
<i>Plasmodium</i> sp. (SGS1)	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica (1)
<i>P. relictum</i> (GRW11)	<i>Sylvia nisoria</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica (1)
<i>Plasmodium</i> sp. (SGS1)	<i>Sylvia communis</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica (1)
<i>Plasmodium</i> sp. (AEDVEX01)	<i>Emberiza melanocephala</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica (1)

Migratorni status: S – stanarice, M – selice. Novoizolovana loza obeležena je masnim slovima.

U grupi analiziranih selica, šest jedinki je bilo zaraženo vrstama roda *Plasmodium*, a ustanovljene su 4 loze. I kod selica je najčešća loza bila SGS1, pronađena kod velikog trstenjaka (*Acrocephalus arundinaceus*), trstenjaka mlakara (*A. palustris*) i obične grmuše (*Sylvia communis*).

Leucocytozoon: Stanarica zaraženih vrstama roda *Leucocytozoon* bilo je sedam, sa prisutnih 6 loza. Češća loza bila je PARUS7 pronađena kod dve jedinke jelove senice (*Periparus ater*). Sve stanarice zaražene vrstama roda *Leucocytozoon* uzorkovane su na lokalitetima na Tari (Tabela 7). Po prvi put su kod planinske sive i ćubaste senice izolovane loze PARUS20 i PARUS25.

Tabela 7. Distribucija vrsta i loza roda *Leucocytozoon* po vrstama domaćina i lokalitetima.

<i>Leucocytozoon</i> spp. (loza)	Vrsta ptica (migratorni status)	Lokalitet (broj zaraženih jedinki)
<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS7)	<i>Periparus ater</i> (S)	Tara (2)
<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS25)	<i>Lophophanes cristatus</i> (S)	Tara (1)
<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS20)	<i>Poecile montanus</i> (S)	Tara (1)
<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS78)		Tara (1)
<i>Leucocytozoon</i> sp. (PARUS22)	<i>Certhia familiaris</i> (S)	Tara (1)
<i>Leucocytozoon majoris</i> (CB1)	<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (S)	Tara (1)
<i>Leucocytozoon</i> sp. (ORIORI04)	<i>Oriolus oriolus</i> (M)	Mala Vrbica (1)
<i>Leucocytozoon</i> sp. (RS4)	<i>Sylvia communis</i> (M)	Mala Vrbica (1)

Migratorni status: S – stanarice, M – selice. Novoizolovana loza obeležena je masnim slovima.

Dve selice bile su zaržene vrstama roda *Leucocytozoon* sa dve loze. Loza RS4 ustanovljena je kod obične grmuše, a novootkrivena loza ORIORI04 ustanovljena je kod vuge. Obe vrste domaćina uzorkovane su na ribnjaku Mala Vrbica.

Istraživanjem je ustanovljeno da su stanarice i selice bile zaražene sa sva tri roda ispitivanih hemosporidija, dok su delimične selice bile zaražene samo vrstama roda *Hemoproteus*. S obzirom da je kod stanarica najviše jedinki (28) bilo zaraženo nekom vrstom hemosporidija, kod ove grupe ptica ustanovljena je i najveća prevalenca od 20,9%. Kod selica je ustanovljena zaraza 21 jedinke sa prevalencom od 15,7%, dok je kod delimičnih selica bilo zaraženo svega sedam jedinki, pa je i prevalenca bila najmanja, svega 5,2%.

Na osnovu Pearson Chi-Square testa sa Bonferroni korekcijom za poređenje parova, utvrđena je statistički značajna razlika između prevalenci koju su imale stanarice u odnosu na delimično migratorne vrste ptica ($\chi^2_{(1)} = 12,037$, $p < 0,001$), dok statistički značajna razlika nije postojala između prevalenci stanarica i selica ($\chi^2_{(1)} = 0,857$, $p = 1$), kao ni selica i delimičnih selica ($\chi^2_{(1)} = 5,757$, $p > 0,05$).

4.1.2 Razlika u prevalenci u odnosu na pol i migratorni status domaćina

U populacijama ispitivanih ptica kod kojih je zaraza utvrđena pomoću PCR metode, uzorkovano je 29 ženki i 73 mužjaka. Istraživanjem je utvrđeno da je zaraženih ženki bilo svega 13, dok je zaraženih mužjaka bilo 39. Ispitivanih ptica kojima nije bilo moguće utvrditi pol bilo je 32 i one nisu obuhvaćene daljim analizama. Kod ženki je utvrđen podjednak broj zaraženih selica i stanarica i samo jedna zaražena delimična selica (Tabela 8).

Tabela 8. Pregled vrsta hemosporidija kod zaraženih ženki i njihova brojnost.

Vrsta (migratorni status)	cyt b loze (broj zaraženih jedinki)		
	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Garrulus glandarius</i> (S)	GAGLA02 (1)		
<i>Turdus merula</i> (S)	<i>Haemoproteus</i> sp. (1)		
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	CCF2 (1)	<i>P. elongatum</i> (GRW06) (1)	
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (S)*	<i>H. fringillae</i> (CCF3) (1)		<i>L. majoris</i> (CB1)
<i>Oriolus oriolus</i> (M)			ORIORI04 (1)
<i>Lanius collurio</i> (M)	<i>H. lanii</i> (RBS4) (1)		
<i>Iduna pallida</i> (M)	<i>H. belopolskyi</i> (MW1) (1)		
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	<i>H. belopolskyi</i> (ARW1) (1); <i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01) (1) <i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT02) (1)		
<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1) (1)		
Ukupno:	10	1	2

Migratorni status: Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice. * Ko-infekcija.

Kod mužjaka je bilo najviše zaraženih stanarica (22), upola manje zaraženih selica i svega šest delimičnih selica (Tabela 9).

Tabela 9. Pregled vrsta hemosporidija kod zaraženih mužjaka i njihova brojnost.

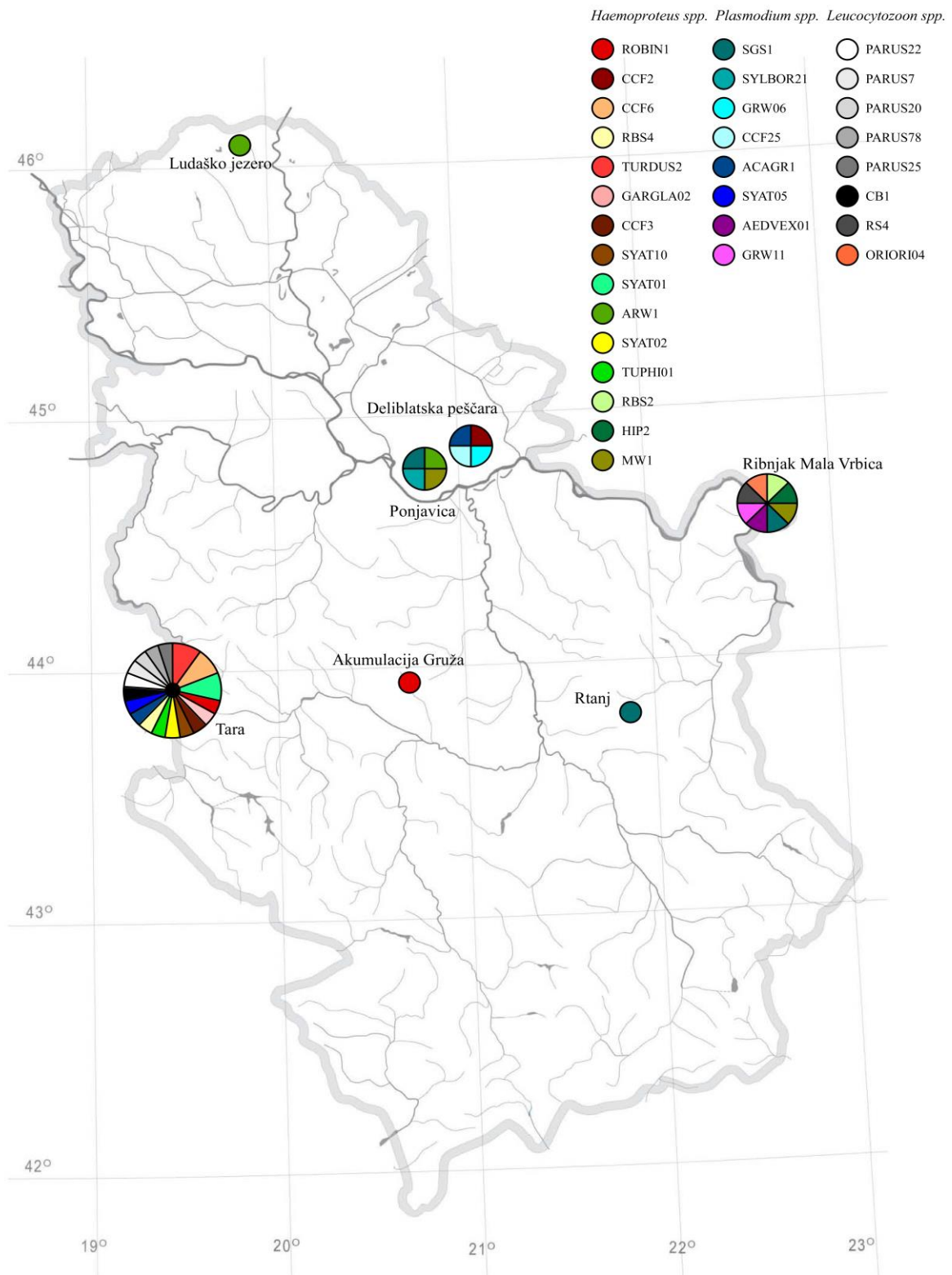
Vrsta (migratorni status)	cyt b loze (broj zaraženih jedinki)		
	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Periparus ater</i> (S)		ACAGR1 (1)	PARUS7 (2)
<i>Lophophanes cristatus</i> (S)	<i>Haemoproteus</i> sp. (1)		
<i>Poecile montanus</i> (S)			PARUS20 (1), PARUS78 (1)
<i>Certhia familiaris</i> (S)			PARUS22 (1)
<i>Turdus merula</i> (S)	<i>H. minutus</i> (TURDUS2) (7), <i>Haemoproteus</i> sp. (1)		
<i>Prunella modularis</i> (S)		<i>P. vaughani</i> (SYAT05) (1)	
<i>Passer domesticus</i> (S)		SGS1 (1)	
<i>Passer hispaniolensis</i> (S)		SGS1 (1)	
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	<i>Haemoproteus</i> sp. (CCF6) (2)	CCF25 (1); (ACAGR1) (1)	
<i>Lanuis collurio</i> (M)	<i>H. lanii</i> (RBS2) (1)		
<i>Iduna pallida</i> (M)	HIP2 (1)		
<i>Acrocephalus palustris</i> (M)		SYBOR21 (1); SGS1 (1)	
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	<i>H. belopolsky</i> (MW1) (1)		
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)		SGS1 (1)	
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	SYAT10 (1); <i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01) (1)		
<i>Sylvia nisoria</i> (M)		<i>P. relictum</i> (GRW11) (1)	
<i>Sylvia communis</i> (M)			RS4 (1)
<i>Emberiza melanocephala</i> (M)		AEDVEX01 (1)	
<i>Turdus philomelos</i> (pM)	<i>H. minutus</i> (TUPHI01) (3)		
<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1) (3)		
Ukupno	22	11	6

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice.

I mužjaci i ženke bili su više zaraženi vrstama roda *Haemoproteus*, sa istim brojem utvrđenih loza – devet. Samo je jedna ženka bila zaražena vrstom iz roda *Plasmodium*, dok je kod jedanaest mužjaka ustanovljeno prisustvo sedam loza ovog roda. Kod dve ženke i šest mužjaka ustanovljena je zaraza vrstama iz roda *Leucocytozoon*, sa dve odnosno pet loza. Kod jedne ženke ustanovljena je ko-infekcija. Poređenjem prevalenci između polova, Pearson Chi-Square test je pokazao da postoji statistički značajna razlika u prevalencama između mužjaka (29,1%) i ženki (9,7%) ($\chi^2_{(1)} = 16,054$, $p < 0,001$).

4.1.3. Razlike u prevalenci u odnosu na lokalitet i migratorni status domaćina

Kako su u istraživanju obuhvaćeni različiti lokaliteti, shodno tome zabeležena je i različita distribucija ispitivanih hemosporidija kod uzorkovanih i analiziranih domaćina na osnovu prisustva cyt *b* gena mtDNK (Slika 33). Ukupno je izolovana 31 parazitska loza. Najveći broj loza – 18, zabeležen je na lokalitetu Tara. Na ribnjaku Mala Vrbica zabeleženo je ukupno osam loza hemosporidija. U Deliblatskoj peščari i na Ponjavici zabeležene su po 4 loze, dok je po jedna loza zabeležena je na Ludaškom jezeru, akumulaciji Gruža i podnožju Rtnja. Dve nove loze CCF25 i ORIORI04 otkrivene su u Deliblatskoj peščari i na ribnjaku Mala Vrbica, kod stanarice i selice.



Slika 33. Distribucija dobijenih parazitskih loza ptica pomoću PCR metode na ispitivanim lokalitetima.

Na Tari je od ukupnog broja ispitivanih ptica (60) bilo zaraženo 33 jedinke. Zaraza je ustanovljena kod 22 stancarice, pet selica i šest delimičnih ptica selica. Kod stancarica je utvrđeno prisustvo sva tri roda hemosporidija, od kojih je najveći broj vrsta pripadao rodu *Haemoproteus*. Selice i delimične selice bile zaražene samo vrstama roda *Haemoproteus*. Samo je jedna zimovka imala ko-infekciju vrstama *Haemoproteus fringillae* i *Leucocytozoon majoris* (Tabela 10). Ukupno je detektovano deset loza u rodu *Haemoproteus*, dve u rodu *Plasmodium* i šest u rodu *Leucocytozoon*.

Tabela 10. Broj zaraženih vrsta ptica sa ustanovljenim vrstama i lozama parazita na lokalitetu Tara.

Vrsta (migratorni status)	Broj ispitanih jedinki po lokalitetu	Broj zaraženih jedinki	cyt b loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
			<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Garrulus glandarius</i> (S)	1	1	GAGLA02 (1)		
<i>Periparus ater</i> (S)	3	1		ACAGR1 (1)	
	5	2			PARUS7 (2)
<i>Lophophanes cristatus</i> (S)	3	2	<i>Haemoproteus sp.</i> (1)		PARUS25 (1)
<i>Poecile montanus</i> (S)	2	2			PARUS20 (1); PARUS78 (1)
<i>Certhia familiaris</i> (S)	1	1			PARUS22 (1)
<i>Turdus merula</i> (S)	8	8	<i>H. minutus</i> (TURDUS2) (6); <i>Haemoproteus sp.</i> (2)		
	1	1	<i>H. minutus</i> (TURDUS2) (1)		
<i>Phoenicurus ochruros</i> (S)	2	0			
<i>Regulus regulus</i> (S)	5	0			
<i>Regulus ignicapillus</i> (S)	2	0			
<i>Prunella modularis</i> (S)	3	1		<i>P. vaughani</i> (SYAT05) (1)	
	2	0			
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	2	1	CCF6 (1)		

	2	1	CCF6 (1)		
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (S)*	1	1	<i>H. fringillae</i> (CCF3) (1)		<i>L. majoris</i> (CB1) (1)
	2	0			
<i>Lanius collurio</i> (M)	1	1	<i>H. lanii</i> (RBS4) (1)		
<i>Phylloscopus collybita</i> (M)	1	0			
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	3	3	<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01) (1); <i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT02) (1) SYAT10 (1)		
	1	1	<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01) (1)		
<i>Turdus philomelos</i> (pM)	4	3	<i>H. minutus</i> (TUPHI01) (3)		
<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	5	3	<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1) (3)		
Ukupno:	60	33	25	2	7

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice.

* Ko-infekcija vrstama *Haemoproteus* sp. i *Leucocytozoon* sp.

Na ribnjaku Mala Vrbica od 24 ispitane jedinke ptica, zaraza je konstantovana samo kod 10 selica i stanarica. Kod selica su izolovane vrste sva tri roda hemosporidija, dok je samo jedna stanarica bila zaražena vrstom iz roda *Plasmodium* (Tabela 11). Ukupno je izolovano osam loza, od čega po tri u rodovima *Haemoproteus* i *Plasmodium* i dve u rodu *Leucocytozoon*.

Tabela 11. Broj zaraženih vrsta ptica sa ustanovljenim vrstama i lozama parazita na ribnjaku Mala Vrbica.

Vrsta (migratorni status)	Broj ispitanih jedinki po lokalitetu	Broj zaraženih jedinki	cyt b loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
			<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Cyanistes caeruleus</i> (S)	1	0			
<i>Sturnus vulgaris</i> (S)	1	0			
<i>Passer hispaniolensis</i> (S)	1	1		SGS1 (1)	

<i>Passer montanus</i> (S)	1	0			
<i>Motacilla cinerea</i> (S)	1	0			
<i>Oriolus oriolus</i> (M)	1	1			ORIORI04 (1)
<i>Lanius collurio</i> (M)	2	1	<i>H. lanii</i> (RBS2) (1)		
<i>Iduna pallida</i> (M)	2	2	HIP2 (1); <i>H. belopolskyi</i> (MW1) (1)		
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	1	0			
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)	5	1		SGS1 (1)	
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	1	0			
<i>Sylvia nisoria</i> (M)	1	1		<i>P. relictum</i> (GRW11) (1)	
<i>Sylvia communis</i> (M)	3	2		SGS1 (1)	RS4 (1)
<i>Luscinia megarhynchos</i> (M)	1	0			
<i>Emberiza melanocephala</i> (M)	1	1		AEDVEX01 (1)	
<i>Alauda arvensis</i> (pM)	1	0			
Ukupno	24	10	3	5	2

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice.

U Deliblatskoj peščari je od ukupnog dvanaest ispitivanih ptica, pet jedinki bilo zaraženo. Izolovano je četiri loze, od čega jedna u rodu *Haemoproteus* i tri u rodu *Plasmodium*. Zaraza je ustanovljena samo kod jedne vrste koja pripada stanaricama i jedne vrste koja pripada selicama, dok ptice koje pripadaju delimičnim selicama nisu uzorkovane (Tabela 12).

Tabela 12. Broj zaraženih vrsta ptica sa ustanovljenim vrstama i lozama parazita na lokalitetu Deliblatska peščara.

Vrsta (migratorni status)	Broj ispitanih jedinki po lokalitetu	Broj zaraženih jedinki	cyt <i>b</i> loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
			<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Sitta europea</i> (S)	1	0			
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	4	4	CCF2 (1)	<i>P. elongatum</i> (GRW06) (1); ACAGR1 (1); CCF25 (1)	
<i>Emberiza citrinella</i> (S)	3	0			
<i>Phylloscopus collybita</i> (M)	2	0			
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	1	0			
<i>Sylvia borin</i> (M)	1	1	<i>Haemoproteus</i> sp (1)		
Ukupno	12	5	2	3	0

Migratorni status: S – stanicice, M – selice, pM – delimične selice.

Na lokalitetu Ponjavica je od ukupnog broja ispitivanih ptica (10) svega četiri bilo zaraženo nekom vrstom hemosporidija iz rodova *Haemoproteus* i *Plasmodium*. Izolovano je četiri loze, po dve u rodu *Haemoproteus* i rodu *Plasmodium*, dok u rodu *Leucocytozoon* nije izolovana ni jedna loza. Zaraza je ustanovljena samo kod selica (Tabela 13).

Tabela 13. Broj zaraženih vrsta ptica sa ustanovljenim vrstama i lozama parazita na lokalitetu Ponjavica.

Vrsta (migratorni status)	Broj ispitanih jedinki po lokalitetu	Broj zaraženih jedinki	cyt <i>b</i> loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
			<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Parus major</i> (S)	1	0			
<i>Passer montanus</i> (S)	2	0			
<i>Acrocephalus palustris</i> (M)	3	2		SGS1 (1); SYBOR21 (1)	

<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	1	1	<i>H. belopolskyi</i> (MW1) (1)		
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	2	1	<i>H. belopolskyi</i> (ARW1) (1)		
<i>Luscinia megarhynchos</i> (M)	1	0			
Ukupno	10	4	2	2	0

Migratorni status: S – staničice, M – selice, pM – delimične selice.

Na Ludaškom jezeru bila je zaražena samo jedna vrsta selice – trstenjak cvrkutić (*Acrocephalus scirpaceus*). Uzorkovano je svega sedam ptica, a zaraza je ustanovljena kod dve jedinke. Takođe je izolovana samo jedna loza iz roda *Haemoproteus* (Tabela 14).

Tabela 14. Broj zaraženih vrsta ptica sa ustanovljenim vrstama i lozama parazita na lokalitetu Ludaško jezero.

Vrsta (migratorni status)	Broj ispitanih jedinki po lokalitetu	Broj zaraženih jedinki	cyt b loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
			<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Passer montanus</i> (S)	1	0			
<i>Emberiza schoeniclus</i> (S)	1	0			
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	2	2	<i>H. belopolskyi</i> (ARW1) (2)		
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)	1	0			
<i>Remiz pendulinus</i> (pM)	1	0			
<i>Acrocephalus melanopogon</i> (pM)	1	0			
Ukupno	7	2	2		

Migratorni status: S – staničice, M – selice, pM – delimične selice.

Na akumulaciji Gruža od ukupnog broja ispitanih ptica (3) bila je zaražena samo jedna delimično migratorna ptica. Izolovana je samo jedna loza iz roda *Haemoproteus* (Tabela 15). Nije ustanovljena zaraza rodovima *Plasmodium* i *Leucocytozoon*.

Tabela 15. Broj zaraženih vrsta ptica sa ustanovljenim vrstama i lozama parazita na lokalitetu akumulacija Gruža.

Vrsta (migratorni status)	Broj ispitanih jedinki po lokalitetu	Broj zaraženih jedinki	cyt <i>b</i> loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
			<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Carduelis carduelis</i> (S)	1	0			
<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (M)	1	0			
<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	1	1	<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1) (1)		
Ukupno	3	1	1	0	0

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice.

U podnožju planine Rtanj od 18 ispitanih ptica, PCR metodom, zaraza je ustanovljena tek kod jedne stanarice. Izolovana je samo jedna loza iz roda *Plasmodium* (Tabela 16).

Tabela 16. Broj zaraženih vrsta ptica sa ustanovljenim vrstama i lozama parazita na lokalitetim au okolini Rtnja.

Vrsta domaćina (migratorni status)	Broj ispitanih jedinki po lokalitetu	Broj zaraženih jedinki	cyt <i>b</i> loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
			<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Parus major</i> (S)	1	0			
<i>Aegithalos caudatus</i> (S)	6	0			
<i>Passer domesticus</i> (S)	6	1		SGS1 (1)	
<i>Passer montanus</i> (S)	1	0			
<i>Turdus merula</i> (S)	2	0			
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	1	0			
<i>Remiz pendulinus</i> (pM)	1	0			
Ukupno	18	1	0	1	0

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice.

Od sedam ispitivanih lokaliteta, na četiri su bile prisutne samo određene loze hemosporidija koje nisu zabeležene na ostalim lokalitetima (Tabela 17).

Tabela 17. Parazitske loze ustanovljene u krvi ispitivanih ptica samo na određenim lokalitetima.

Lokalitet	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
Deliblatska pešćara	CCF2	GRW06, CCF25*	
Ribnjak Mala Vrbica	RBS2, HIP	AEDVEX01, GRW11	RS4, ORIORI04*
Tara	CCF3, CCF6, GAGLA, RBS4, SYAT01, SYAT02, SYAT10, TUPHI1, TURDUS2	SYAT05	PARUS7, PARUS 20, PARUS22, PARUS25, PARUS78, CB1
Ponjavica		SYBOR21	

*Masnim slovima obeležene su novootkrivene loze hemosporidija.

Najveći broj specifičnih loza (16) zabeležen je na Tari, od ukupno ustanovljenih 18 loza, pri čemu je u rodu *Haemoproteus* bilo devet loza, u rodu *Leucocytozoon* šest, a svega jedna loza u rodu *Plasmodium*. Na ribnjaku Mala Vrbica ustanovljeno je šest specifičnih loza hemosporidija, dok je u Deliblatskoj pešćari ustanovljeno tri, a lokalitetu Ponjavica ustanovljena je samo jedna. Na dva lokaliteta ustanovljene su dve nove loze.

U zavisnosti od broja zaraženih ptica i izolovanih loza, od svih ispitivanih lokaliteta, najveća prevalenca za sva tri roda ispitivanih hemosporidija, bila je na Tari (55%) (Tabela 18). Najmanja prevalenca od 5,5% bila je u podnožju Rtnja. Statističkom obradom podataka, a na osnovu binominalnog testa za proporcije sa Bonferoni korekcijom pokazano je da postoji statistički značajna razlika u prevalencama samo između zaraženih ptica na Tari i Rtnju ($\chi^2_{(1)} = 11,829$, $p < 0,05$). Statistički značajna razlika u prevalenci između ostalih ispitivanih lokaliteta ne postoji.

Tabela 18. Ukupne prevalencije hemosporidija na ispitivanim lokalitetima.

Lokalitet	Ukupan broj ispitanih ptica	Broj zaraženih ptica	Prevalenca (%)
Tara	60	33	55
Ribnjak Mala Vrbica	24	10	41,7
Deliblatska pešćara	12	5	41,7
Ponjavica	10	4	40
Ludaško jezero	7	2	28,6
Alumulacija Gruža	3	1	33,3
Podnožje Rtnja	18	1	5,5

Ukoliko se uporedi ukupan broj zaraženih jedinki na lokalitetima sa većim nadmorskim visinama (Tara i okolina planine Rtanj) i lokalitetima na manjim nadmorskim visinama, domaćini sa planinskih terena pokazuju nešto malo veću zaraženost u odnosu na nizijske lokalitete, ali statistički značajna razlika u njihovoj razlici na osnovu binominalnog testa za proporcije ne postoji ($\chi^2_{(1)} = 0,102$, $p > 0,05$). Sa stanovišta migratornog statusa ptica, na nizijskim lokalitetima bilo je više zaraženih ptica selica (16), dok je na planinskim terenim bilo više zaraženih stanarica (24). Na oba tipa lokaliteta bez obzira na migratorni status ptice su više bile zaražene vrstama iz roda *Haemoproteus*.

4.1.4. Razlike u zarazi u odnosu na lokalitet i godinu istraživanja

Ptice su hvatane, prstenovne i uzorkovane na više lokaliteta tokom sezone gnežđenja 2007, 2011, 2013, 2014, 2015. i 2016. godine. Na osnovu prisustva cyt *b* gena mtDNK, zaraza je ustanovljeno kod ptica analiziranih u 2007, 2011. i 2016, a samo na osnovu krvnog razmaza u 2013. godini. Prisustvo parazita nije ustanovljeno kod domaćina analiziranih tokom 2014. i 2015. godine.

U 2007. sprovedeno je prvo (pilot) istraživanje avijarne malarije u Srbiji i to samo na lokalitetu Gružanske akumulacije. Na prisustvo avijarnih hemosporidija, analizirano je tri vrste domaćina, odnosno deset jedinki. Na osnovu krvnih razmaza, zaraza je utvrđena kod tri jedinke. Uzet je samo jedan uzorak krvi domaćina kod kojeg je utvrđeno i prisustvo cyt *b* gena mtDNK i ustanovljena loza ROBIN1 koja pripada vrsti *Haemoproteus attenuatus*.

U 2011. godini od 23 vrste domaćina i 60 analiziranih jedinki, na pet lokaliteta, zaraza je konstatovana kod 35 ptica (Tabela 19). Vrste roda *Haemoproteus* bile su prisutne kod 26 domaćina, a ustanovljeno je dvanaest loza. U rodu *Plasmodium* sa zarazom ustanovljenom kod osam domaćina, bilo je prisutno sedam loza. U rodu *Leucocytozoon* bila je zaražena jedna jedinka, jednom lozom.

Tabela 19. Analizirane vrste domaćina i ustanovljene hemosporidije na ispitivanim lokalitetima tokom 2011. godine.

Vrsta domaćina (migratorni status)	Broj jedinki domaćina		cyt <i>b</i> loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
	Ukupno ispitanih	Zaraženih po lokalitetu	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Garrulus glandarius</i> (S)	1	Tara (1)	GAGLA02 (1)		
<i>Periparus ater</i> (S)	3	Tara (1)		ACAGR1 (1)	
<i>Parus major</i> (S)	1	Ponjavica			
<i>Sitta europea</i> (S)	1	Deliblatska peščara			
<i>Turdus merula</i> (S)	8	Tara (8)	<i>Haemoproteus</i> sp.(2); <i>H. minutus</i> (TURDUS2) (6)		
<i>Phoenicurus ochruros</i> (S)	2	Tara			
<i>Prunella modularis</i> (S)	3	Tara (1)		<i>P. vaughani</i> (SYAT05) (1)	
<i>Passer montanus</i> (S)	1	Ludaško jezero			
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	6	Tara (1)	CCF6 (1)		
		Deliblatska peščara (4)	CCF2 (1)	<i>P. elongatum</i> (GRW06) (1); CCF25 (1); ACAGR1 (1)	
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (S)*	1	Tara (1)	<i>H. fringillae</i> (CCF3) (1)		<i>L. majoris</i> (CB1) (1)
<i>Emberiza citrinella</i> (S)	3	Deliblatska peščara			
<i>Acrocephalus palustris</i> (M)	3	Ponjavica (2)		SGS1 (1); SYBOR21 (1)	
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	3	Ponjavica (1)	<i>H. belopolsky</i> (MW1) (1)		
		Ludaško jezero (2)	<i>H. belopolskyi</i> (ARW1) (2)		
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)	1	Ludaško jezero			
<i>Phylloscopus collybita</i> (M)	3	Deliblatska peščara			
		Tara:			
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	6	Tara (3)	<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT02) (1); SYAT10 (1); <i>H. parabelopolskyi</i>		

			(SYAT01) (1)		
		Deliblatska pešćara (0)			
		Ponjavica (2)	<i>H. belopolskyi</i> (ARW1) (1)		
<i>Sylvia borin</i> (M)	1	Deliblatska pešćara (1)	<i>Haemoproteus</i> sp. (1)		
<i>Acrocephalus melanopogon</i> (pM)	1	Ludaško jezero			
<i>Luscinia megarhynchos</i> (M)	1	Ponjavica			
<i>Emberiza melanocephala</i> (M)	1	Ribnjak Mala Vrbica (1)		AEDVEX01 (1)	
<i>Turdus philomelos</i> (pM)	4	Tara (3)	<i>H. minutus</i> (TUPHI01) (3)		
<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	5	Tara (3)	<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1) (3)		
<i>Remiz pendulinus</i> (pM)	1	Ludaško jezero			
Ukupno	60	35	26	8	1

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice. * Ko-infekcija.

U 2013. godini prisustvo hemosporidija je ispitivano na tri lokaliteta. S obzirom da su uzeti samo krvni razmazi, zaraza je pregledanjem krvnih razmaza utvrđena do nivoa roda kod 7 jedinki domaćina (Tabela 20). Domaćini su bili zaraženi samo vrstama roda *Haemoproteus*.

Tabela 20. Analizirane vrste domaćina i ustanovljene hemosporidije na ispitivanim lokalitetima tokom 2013. godine.

Vrsta domaćina (migratorni status)	Broj jedinki domaćina		<i>Haemoproteus</i> (broj zaraženih domaćina)
	Ukupno ispitanih	Zaraženih po lokalitetu	
<i>Sitta europea</i> (S)	1	Rtanj	
<i>Turdus merula</i> (S)	1	Rtanj (1)	<i>Haemoproteus</i> sp. (1)

<i>Fringilla coelebs</i> (S)	2	Rtanj (1)	<i>Haemoproteus</i> sp. (1)
<i>Emberiza schoeniclus</i> (S)	1	Ludaško jezero	
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	1	Rtanj (1)	<i>Haemoproteus</i> sp. (1)
<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	31	Tara (3)	<i>Haemoproteus</i> sp. (3)
		Rtanj (1)	<i>Haemoproteus</i> sp. (1)
Ukupno	37	7	7

Migratorni status: S – stancarice, M – selice, pM – delimične selice.

Tokom 2016. ukupno je analizirana 61 jedinka iz 27 vrsta, na tri ispitivana lokaliteta. Zaraza je ustanovljena kod 21 jedinke odnosno kod 14 vrsta (Tabela 21). Osam domaćina bilo je zaraženo vrstama roda *Haemoproteus*, a konstantovano je prisustvo sedam loza. Vrste roda *Plasmodium* zabeležene su kod pet domaćina sa ukupno tri loze. Rod *Leucocytozoon* bio je zastupljen sa sedam loza kod osam domaćina.

Tabela 21. Analizirane vrste domaćina i ustanovljene hemosporidije na ispitivanim lokalitetima tokom 2016. godine.

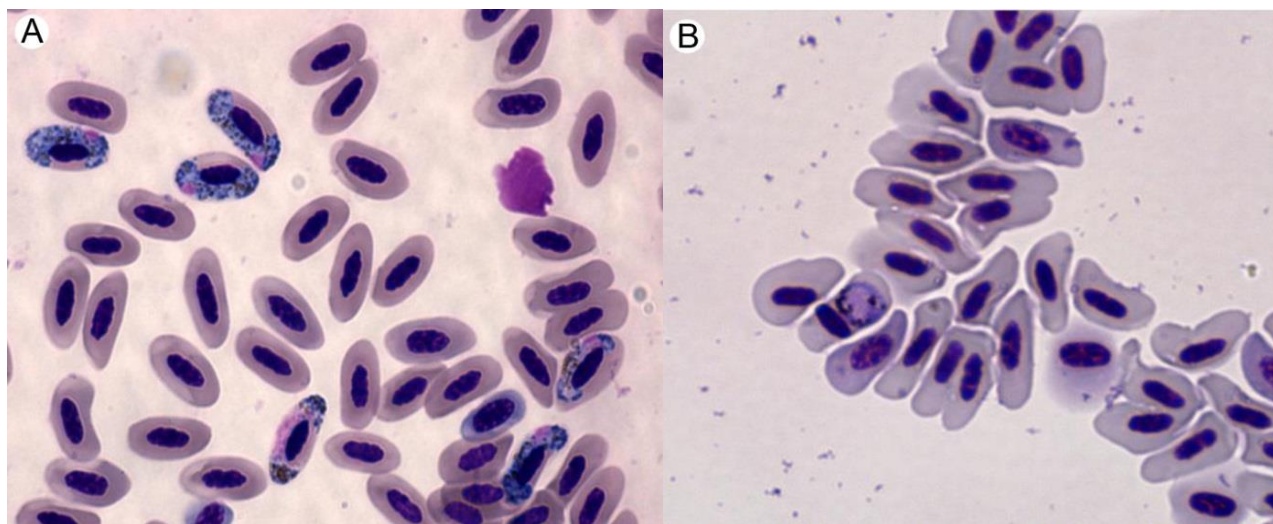
Vrsta domaćina (migratorni status)	Broj jedinki domaćina		cyt b loze (broj zaraženih jedinki ptica)		
	Ukupno ispitanih	Zaraženih po lokalitetu	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Periparus ater</i> (S)	5	Tara (2)			PARUS7 (2)
<i>Lophophanes cristatus</i> (S)	3	Tara (2)	<i>Haemoproteus</i> sp. (1)		PARUS25 (1)
<i>Poecile montanus</i> (S)	2	Tara (2)			PARUS20 (1) PARUS78 (1)
<i>Cyanistes caeruleus</i> (S)	1	Ribnjak Mala Vrbica			
<i>Certhia familiaris</i> (S)	1	Tara (1)			PARUS22 (1)
<i>Sturnus vulgaris</i> (S)	1	Ribnjak Mala Vrbica			
<i>Turdus merula</i> (S)	3	Tara (1)	<i>H. minutus</i> (TURDUS2) (1)		
		Rtanj			
<i>Regulus regulus</i> (S)	5	Tara			
<i>Regulus ignicapillus</i> (S)	2	Tara			

<i>Prunella modularis</i> (S)	2	Tara			
<i>Passer domesticus</i> (S)	7	Rtanj (1)		SGS1 (1)	
<i>Passer hispaniolensis</i> (S)	1	Ribnjak Mala Vrbica (1)		SGS1 (1)	
<i>Passer montanus</i> (S)	2	Rtanj			
		Ribnjak Mala Vrbica			
<i>Motacilla cinerea</i> (S)	1	Ribnjak Mala Vrbica			
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	2	Tara (1)	CCF6 (1)		
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (S)	2	Tara			
<i>Oriolus oriolus</i> (M)	1	Ribnjak Mala Vrbica (1)			ORIORI04 (1)
<i>Lanius collurio</i> (M)	3	Tara (1)	<i>H. lanii</i> (RBS4) (1)		
		Ribnjak: Mala Vrbica (1)	<i>H. lanii</i> (RBS2) (1)		
<i>Iduna pallida</i> (M)	2	Ribnjak Mala Vrbica (2)	<i>H. belopolskyi</i> (MW1) (1); HIP2 (1)		
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	1	Ribnjak Mala Vrbica			
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)	5	Ribnjak Mala Vrbica (1)		SGS1 (1)	
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	2	Tara (1)	<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01) (1)		
		Ribnjak Mala Vrbica			
<i>Sylvia nisoria</i> (M)	1	Ribnjak Mala Vrbica (1)		<i>P. relictum</i> (GRW11) (1)	
<i>Sylvia communis</i> (M)	3	Ribnjak Mala Vrbica (2)		SGS1 (1)	RS4 (1)
<i>Luscinia megarhynchos</i> (M)	1	Ribnjak Mala Vrbica			
<i>Alauda arvensis</i> (pM)	1	Ribnjak Mala Vrbica			
<i>Remiz pendulinus</i> (pM)	1	Rtanj			
Ukupno	61	21	8	5	8

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice.

4.2. Parazitemija

Parazitemiju (intenzitet infekcije) je moguće utvrditi na dva načina. Jedan je direktnim brojanjem zaraženih eritrocita sa krvnog razmaza (Valkiūnas 2005), a drugi je pomoću qPCR metode (Asghar et al. 2011; Sorensen et al. 2016). U ovom radu, parazitemija je utvrđivana preko krvnog razmaza (Slika 34).



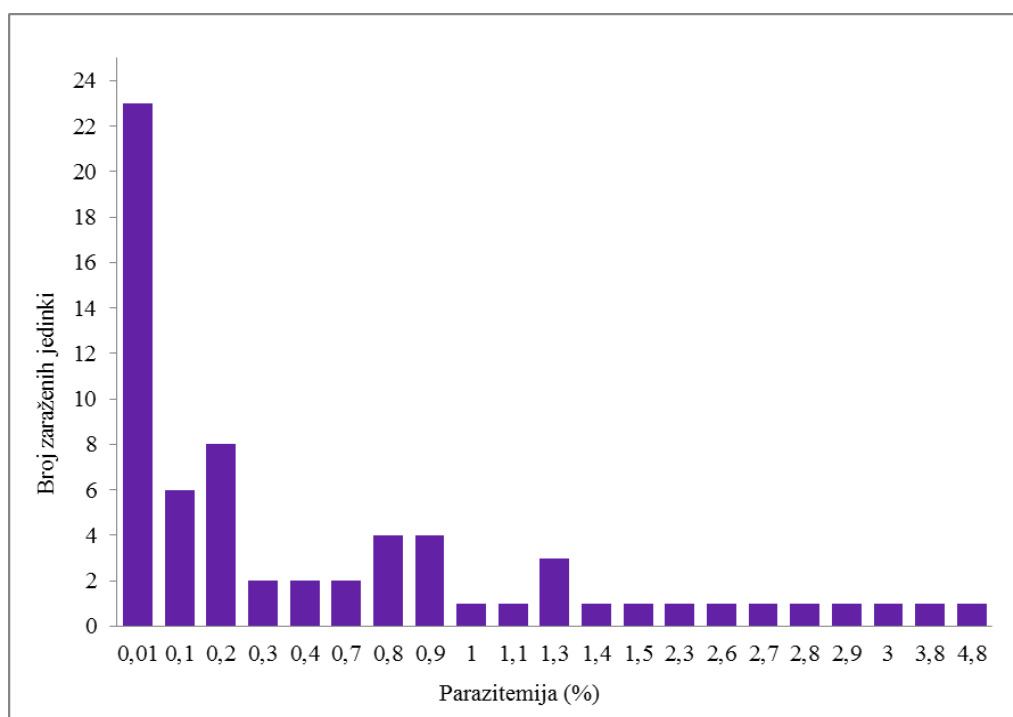
Slika 34. Parazitemija utvrđena na osnovu krvnog razmaza. A, Velika parazitemija kod crvendača (*Erithacus rubecula*), izolovana je vrsta *Haemoproteus attenuatus*, loza ROBIN1; B, Mala parazitemija kod vrapca pokućara (*Passer domesticus*), izolovana je loza SGS1 – *Plasmodium* sp. (Foto: D. Stanković).

Vrednosti parazitemije su se kretale u rasponu od 1 do 48 parazita na 1.000 odnosno 10.000 pregledanih eritrocita (u slučaju male zaraženosti) (Tabela 22), odnosno od 0,01 do 4,8% (Slika 35).

Tabela 22. Vrednosti parazitemije utvrđene na osnovu krvnog razmaza ptica.

Parazitemija (%)	Zaraženi domaćini		Broj loza hemosporidija prisutnih kod domaćina		
	Broj vrsta	Broj jedinki	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
0,01	14	23	6	6	6
0,1	5	6	1	1	–
0,2	4	8	7	1	1
0,3	2	2	2	–	–
0,4	1	2	2	–	–
0,7	2	2	2	–	–
0,8	3	4	3	1	–
0,9	3	4	4	–	–
1	1	1	–	–	1

1,1	1	1	1	-	-
1,3	3	3	2	1	-
1,4	1	1	1	-	-
1,5	1	1	1	-	-
2,3	1	1	1	-	-
2,6	1	1	1	-	-
2,7	1	1	1	-	-
2,8	1	1	1	-	-
2,9	1	1	1	-	-
3	1	1	1	-	-
3,8	1	1	1	-	-
4,8	1	1	1	-	-



Slika 35. Distribucija parazitemije u populacijama ispitivanih ptica na prisustvo hemosporidija.

Slabu parazitemiju do 0,01% (1 zaraženi eritrocita na 10.000) imalo je 14 vrsta, odnosno 23 jedinke domaćina (Tabela 23). Najveći broj domaćina (29) imao je zarazu srednjeg intenziteta između 0,01 – 1% (Tabela 24), dok je kod 14 zaraženih jedinki ptica parazitemija okarakterisana kao jaka i kretala se preko 1,1% (Tabela 25). Najveća parazitemija od 4,8% pronađena je kod rusog svračka (*Lanius collurio*), uzorkovanog na ribnjaku Mala Vrbica u 2016. godini.

Tabela 23. Vrste domaćina sa ustanovljenim hemosporidijama kod kojih je tokom istraživanja utvrđena parazitacija manja od 1%.

Vrsta domaćina	Lokalitet	Parazit. (%)	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Periparus ater</i> (S)	Tara	0,01			PARUS7
		0,01			PARUS7
<i>Lophophanes cristatus</i> (S)	Tara	0,01			PARUS25
		0,01	<i>Haemoproteus</i> sp.		
<i>Poecile montanus</i> (S)	Tara	0,01			PARUS20
		0,01			PARUS78
<i>Certhia familiaris</i> (S)	Tara	0,01			PARUS22
<i>Turdus merula</i> (S)	Akumulacija Gruža	0,01	<i>Haemoproteus</i> sp.		
<i>Passer hispaniolensis</i> (S)	Ribnjak: Mala Vrbica	0,01		SGS1	
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	Deliblatska peščara	0,01		<i>P. elongatum</i> (GRW06)	
		0,01		CCF25	
		0,01		ACAGR1	
	Tara	0,01	CCF6		
<i>Acrocephalus palustris</i> (M)	Ponjavica	0,01		SGS1	
		0,01		SYBOR21	
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	Ludaško jezero	0,01	<i>H. belopolskyi</i> (ARW1)		
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica	0,01		SGS1	
<i>Sylvia nisoria</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica	0,01		<i>P. relictum</i> (GRW11)	
<i>Sylvia communis</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica	0,01			RS4
<i>Turdus philomelos</i> (pM)	Tara	0,01	<i>H. minutus</i> (TUPHI01)		
		0,01	<i>H. minutus</i> (TUPHI01)		
		0,01	<i>H. minutus</i> (TUPHI01)		
<i>Emberiza melanocephala</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica	0,01		AEDVEX01	

Migratorni status: S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice. * Ko-infekcija.

Tabela 24. Vrste domaćina sa ustanovljenim hemosporidijama kod kojih je tokom istraživanja utvrđena parazitemija srednjeg intenziteta.

Vrsta domaćina	Lokalitet	Parazit. (%)	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Periparus ater</i> (S)	Tara	0,1		ACAGR1	
<i>Turdus merula</i> (S)	Akumulacija Gruža	0,1	<i>Haemoproteus</i> sp.		
	Tara	0,1	<i>H. minutus</i> (TURDUS2)		
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	Ludaško jezero	0,1	<i>H. belopolskyi</i> (ARW1)		
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	Ponjavica	0,1	<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT02)		
<i>Sylvia borin</i> (M)	Deliblatska peščara	0,1	<i>Haemoproteus</i> sp.		
<i>Turdus merula</i> (S)	Tara	0,2	<i>Haemoproteus</i> sp.		
		0,2	<i>H. minutus</i> (TURDUS2)		
		0,2	<i>H. minutus</i> (TURDUS2)		
		0,2	<i>H. minutus</i> (TURDUS2)		
<i>Pyrhula pyrrhula</i> (S)*	Tara	0,2	<i>H. fringillae</i> (CCF3)		<i>L. majoris</i> (CB1)
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	Ponjavica	0,2	<i>H. belopolskyi</i> (ARW1)		
	Tara	0,2	<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01)		
<i>Sylvia communis</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica	0,2		SGS1	
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	Tara	0,3	CCF6		
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	Deliblatska peščara	0,3	<i>Haemoproteus</i> sp.		
<i>Turdus merula</i> (S)	Tara	0,4	<i>Haemoproteus</i> sp.		
		0,4	<i>H. minutus</i> (TURDUS2)		
<i>Lanius collurio</i> (M)	Tara	0,7	<i>H. lanii</i> (RBS4)		
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	Rtanj	0,7	<i>Haemoproteus</i> sp.		
<i>Turdus merula</i> (S)	Tara	0,8	<i>H. minutus</i> (TURDUS2)		
	Rtanj	0,8	<i>Haemoproteus</i> sp.		
<i>Passer domesticus</i> (S)	Rtanj	0,8		SGS1	

<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	Rtanj	0,8	<i>Haemoproteus</i> sp.		
<i>Fringilla coelebs</i> (S)	Deliblatska peščara	0,9	CCF2		
	Rtanj	0,9	<i>Haemoproteus</i> sp.		
<i>Iduna pallida</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica	0,9	HIP2		
<i>Acrocephalus scirpaceus</i> (M)	Ponjavica	0,9	<i>H. belopolsky</i> (MW1)		
<i>Oriolus oriolus</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica	1			ORIORI04

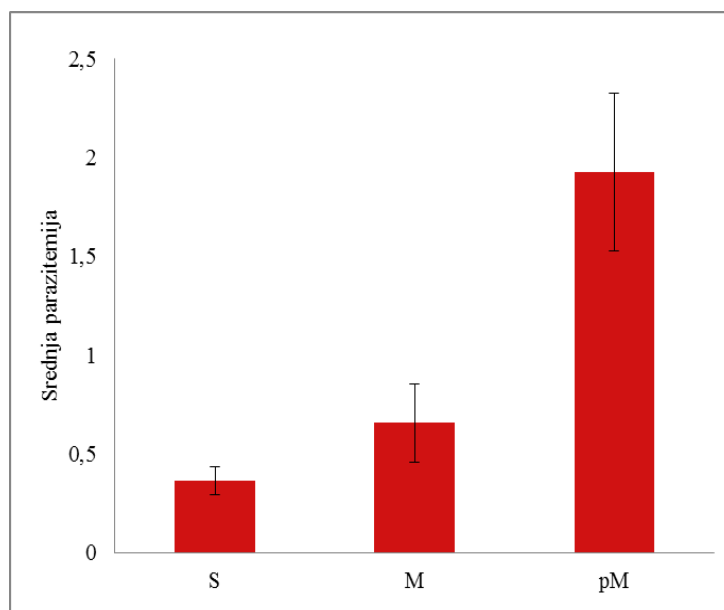
Migratorni status: S – staričice, M – selice, pM – delimične selice. * Ko-infekcija.

Tabela 25. Zaražene vrste domaćina sa utvrđenom parazitemijom većom od 1%.

Vrsta domaćina	Lokalitet	Parazit. (%)	<i>Haemoproteus</i>	<i>Plasmodium</i>	<i>Leucocytozoon</i>
<i>Turdus merula</i> (S)	Tara	1,1	<i>H. minutus</i> (TURDUS2)		
<i>Garrulus glandarius</i> (S)	Tara	1,3	GAGLA02		
<i>Iduna pallida</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica		<i>H. belopolsky</i> (MW1)		
<i>Prunella modularis</i> (S)	Tara			<i>P. vaughani</i> (SYAT05)	
<i>Sylvia atricapilla</i> (M)	Tara	1,4	<i>H. parabelopolskyi</i> (SYAT01)		
		1,5	SYAT10		
<i>Erithacus rubecula</i> (pM)	Tara	2,3	<i>Haemoproteus</i> sp.		
		2,6	<i>Haemoproteus</i> sp.		
	Gružansko jezero	2,7	<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1)		
	Tara	2,8	<i>Haemoproteus</i> sp.		
		2,9	<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1)		
		3	<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1)		
3,8		<i>H. attenuatus</i> (ROBIN1)			
<i>Lanius collurio</i> (M)	Ribnjak Mala Vrbica	4,8	<i>H. lanii</i> (RBS2)		

Migratorni status: S – staričice, M – selice, pM – delimične selice.

Srednja vrednost parazitemije značajno je varirala između različitih migratornih grupa krećući se u rasponu od 0,3% do 1,9%. (Slika 36). Najveću srednju parazitemiju od 1,9% imale su delimične selice, crvendać i drozd pevač (*Turdus philomelos*). Najmanja srednju parazitemija od 0,3% zabeležena je kod 11 vrsta stanarica, dok je parazitemiju od 0,6% imalo ukupno 11 vrsta ptica selica. Međutim, Kruskal-Wallis test sa *post-hoc* Mann-Whitney U testom i Bonferroni korekcijom pokazao je da statistički značajna razlika postoji samo između stanarica i delimičnih selica ($U = 269, p < 0,05$), dok razlika nije statistički značajna između stanarica i selica ($U = 426, p > 0,05$), niti između selica i delimičnih selica ($U = 72,5, p > 0,05$).



Slika 36. Razlike u srednjoj vrednosti parazitemije sa greškom standardne devijacije u zavisnosti od migratornog statusa ispitivanih ptica (S – stanarice, M – selice, pM – delimične selice).

Zaražene jedinke ptica koje su imale parazitemiju $< 1\%$, bez obzira na migratorni status (52 jedinke), najviše su bile zaražene vrstama iz roda *Haemoproteus* (32 jedinke), a daleko manje vrstama iz roda *Plasmodium* (12) i *Leucocytozoon* (9). Ptice kod kojih je parazitemija bila $> 1\%$ takođe su najviše bile zaražene vrstama iz roda *Haemoproteus* (13) i samo jednom lozom iz rodoa *Plasmodium*. Kruskal-Wallis testom je pokazano da postoji razlika u srednjoj parazitemiji između rodova parazita, a *post hoc* Mann-Whitney U testom sa Bonferroni korekcijom utvrđeno je da statistički značajna razlika u prosečnoj parazitemiji postoji između rodova *Haemoproteus* u odnosu na *Plasmodium* ($U = 92,5, p < 0,01$) i *Leucocytozoon* ($U = 46,5, p < 0,01$). Međutim, razlika srednje parazitemije nije postojala između rodova *Plasmodium* i *Leucocytozoon* ($U = 43,5, p > 0,05$). Razlike u parazitemiji postojale su unutar

migratornih grupa zaraženih različitim rodovima hemosporidija. Statistički značajna razlika u parazitemiji postojala je kod stanařica zaraženih rodovima *Haemoproteus* i *Leucocytozoon* ($U = 116,5$, $p < 0,05$), ali ne i između jedinki zaraženih rodovima *Haemoproteus* i *Plasmodium* ($U = 90,5$, $p > 0,05$) niti između jedinki zaraženih rodovima *Plasmodium* and *Leucocytozoon* ($U = 17$, $p > 0,05$). Kod ptica selica, takođe je zabeležena statistički značajna razlika u parazitemiji, ali između jedinki zaraženih rodovima *Haemoproteus* i *Plasmodium* ($U = 82,5$, $p < 0,05$). Razlika nije postojala između jedinki zaraženih rodovima *Haemoproteus* i *Leucocytozoon* ($U = 18,5$, $p > 0,05$) niti *Plasmodium* i *Leucocytozoon* ($U = 8,5$, $p > 0,05$).

Srednja parazitemija kod ispitivanih ženki je iznosila 0,89% i bila je veća u odnosu na srednju parazitemiju od 0,67% kod mužjaka. Shodno tome, Kruskal-Wallis test sa *post-hoc* Mann-Whitney U testom pokazao je da ne postoji statistički značajna razlika između srednjih vrednosti parazitemije između polova ($U = 416,5$, $p > 0,05$). Najveća srednja parazitemija od 2,75% zabeležena je kod delimično migratornih ženki, a najmanja od 0,28% kod mužjaka stanařica (Tabela 26).

Tabela 26. Prosečna parazitemija (%) u odnosu na pol i migratorni status

Pol \ Status	S	M	pM
F	0,58	0,58	2,75
M	0,28	0,85	1,6

Migratorni status: S – stanařice, M – selice, pM – delimične selice

Prosečna parazitemija se na ispitivanim lokalitetima kretala od 0,05 % (Ludaško jezero) do 0,97 % (Akumulacija Gruža) (Tabela 27).

Tabela 27. Prosečna parazitemija na ispitivanim lokalitetima.

Lokalitet	Parazitemija (%)
Tara	0,78
Ribnjak Mala Vrbica	0,82
Deliblatska pešćara	0,22
Rtanj	0,8
Ludaško jezero	0,05
Akumulacija Gruža	0,97
Ponjavica	0,28

Na lokalitetima ribnjak Mala Vrbica i Rtanj, srednja parazitemija je bila gotovo ujednačena, sa vrednostima od 0,8% i 0,82%. Takođe je u Deliblatskoj peščati i Ponjavii srednja parazitemija bila bliskih vrednosti od 0,22% i 0,28%. Na Tari je iako je bilo najviše zaraženih jedinki, prosečna parazitemija iznosila 0,78%. Na tri lokaliteta prosečna parazitemija je bila niska sa vrednostima od 0,1% do 0,28%.

S obzirom da su vrednosti srednje parazitemije po lokalitetima bile bliske, Kruskal-Wallis testom nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike srednjih parazitemija između ispitivanih lokaliteta ($\chi^2_{(1)} = 5,731$, $p > 0,05$).

5. Diskusija

U radu su predstavljeni prvi podaci o prisustvu i distribuciji hemosporidija iz rodova *Haemoproteus*, *Plasmodium* i *Leucocytozoon* kod ptica pevačica na teritoriji Republike Srbije, kao i razlike u prevalenci između različitih migratronih grupa gnezdećih populacija ptica pevačica (stanarica, selica i delimičnih selica).

Prevalenca dobijena samo pregledanjem krvnih razmaza iznosila je 21,6%. Prevalenca dobijena kominovanjem rezultata sa krvnih razmaza i PCR metode (za one jedinke gde su postojala oba uzorka), iznosila je 41,8%. Rezultati nisu u saglasnosti sa rezultatima istraživanja Valkiūnas et al. (2008a) koji su pokazali da je ukupna prevalenca dobijena nezavisnom upotrebom obe metode bila slična (54,2% na osnovu PCRa i 53,6% na osnovu pozitivnih krvnih razmaza), što autori objašnjavaju dobrim kvalitetom krvnih razmaza i veštinom osobe koja mikroskopira. Takođe, Valkiūnas et al. (2008a) smatraju da je za utvrđivanje preciznije ukupne prevalencije neophodna upotreba obe metode.

U novije vreme širom Evrope sproveden je veliki broj istraživanja avijarne malarije i prevalencije hemosporidija na osnovu prisustva *cyt b* gena u krvi domaćina. Tako su prevalencije za rodove *Haemoproteus* i *Plasmodium* u istraživanjima u Nemačkoj iznosile 5,1% odnosno 15,4% (Wiersch et al. 2007), u Bugarskoj 48% odnosno 43% (Dimitrov et al. 2010), a u Španiji 17,7% odnosno 82,3% (Ventim et al. 2012). Rod *Leucocytozoon* je obično proučavan mikroskopskim pregledanjem krvnih razmaza, a tako dobijene vrednosti kretale su se od 1,3% u Bugarskoj, (Shurulinkov i Golemansky 2003), 12,2% na Baltičkoj obali (Valkiūnas 2005) do 39% u Španiji (Merino et al. 1997). Međutim, upotrebom PCR metode za utvrđivanje prevalencije za rod *Leucocytozoon* kod pevačica dobijene su vrednosti od 30% 2,4% i 85,3% (Valkiūnas et al. 2008a; Rönn et al. 2015; Schmid et al. 2017). Naši rezultati su u saglasnosti sa literaturnim navodima.

Istraživanjem, koje je obuhvatilo 460 jedinki pevačica u Bugarskoj, Dimitrov et al. (2010) su ustanovili postojanje zaraze kod 267 ptica i identifikovali 52 loze parazita. Od ukupnog broja izolovanih loza, 38 je pripadalo rodu *Haemoproteus*, a 14 rodu *Plasmodium*. Hellgren et al. (2009) su došli do sličnih rezultata u zapadnoj Evropi, gde su kod ispitivanih ptica pevačica izolovali 63 loze u rodu *Haemoproteus* i 35 loza u rodu *Plasmodium*. U našem istraživanju sprovedenom na 202 divlje ptice pevačice, zaraza je ustanovljena kod 66 jedinki, a izolovana je 31 loza. Od ukupnog broja loza, 15 je pripadalo rodu *Haemoproteus*, dok su rodovi

Plasmodium i *Leucocytozoon* bili zastupljeni sa po 8 loza, na osnovu čega se smatra da je najčešći rod hemosporidija kod ptica pevačica u Srbiji, kao i u Evropi, *Haemoproteus*.

Latta and Ricklefs (2010) su pokazali da prevalenca može značajno da varira u zavisnosti od migratornog statusa domaćina. Prema ovim autorima, najviše su bile zaražene stanarice, uglavnom vrstama roda *Haemoproteus*. Međutim endemične stanarice su imale veću stopu infekcije, a parazitska fauna se uglavnom sastojala od vrsta iz roda *Plasmodium*. S druge strane, Valkiūnas (2005) smatra da stanarice pokazuju veću prijemčivost za vrste roda *Plasmodium* nego za vrste rodova *Haemoproteus* i *Leucocytozoon*. U našem istraživanju od 134 ispitivane jedinke kod kojih je na osnovu prisustva *cyt b* utvrđena zaraza, pronašli smo da su najviše bile zaražene stanarice (28) sa prisutna sva tri roda parazita. Broj zaraženih selica bio je nešto manji (21), a kao i stanarice bile su zaražene sa sva tri roda hemosporidija, dok je svega sedam delimičnih selica bilo zaraženo samo vrstama iz roda *Haemoproteus*. Za razliku od istraživanja Ventim et al. (2012) u kojem su vrste roda *Hemoproteus* pronađene samo kod selica, u našem istraživanju su pored selica vrstama roda *Haemoproteus* najviše bile zaražene zapravo stanarice. Dok je infekcija vrstama roda *Plasmodium* ustanovljena kod stanarica (mlade i adultne) i kod mladih selica (Ventim et al. 2012), u našem istraživanju vrste roda *Plasmodium* osim kod stanarica pronađene su i kod selica, ali ne i kod delimičnih selica. Vrste roda *Leucocytozoon* detektovane su više kod stanarica nego kod selica dok su odsustvovala kod delimičnih selica. Kod ispitivanih ptica u našem istraživanju nisu pronađene zaražene mlade jedinke, što bi moglo značiti da se adulti zaražavaju hemosporidijama van gnezdećeg perioda ili da mladunci, na mestu na kojem su se izlegli, nisu bili dovoljno dugo izloženi vektorima da bi dobili infekciju. Takođe postoji mogućnost da na mestima na kojima su se ptice izlegle odsustvuju odgovarajući vektori.

Variranje diverziteta parazita, po geografskim regionima, zavisi pre svega od ekoloških faktora kao što su prisustvo odgovarajućih vektora, stepena razmene parazita između domaćina i vektora kao i doba godine u kojem se razmena dešava (Bensch i Åkesson 2003). Prostorne razlike parazita ustanovljene su između loza *Haemoproteus* spp. na različitim geografskim širinama na teritoriji Švedske u populacijama brezovog zviždaka (*Phylloscopus trochilus*) (Bensch i Åkesson 2003), ali i populacijama velikog trstenjaka (*Acrocephalus arundinaceus*) i trstenjaka cvrkutića (*Acrocephalus scirpaceus*) u Bugarskoj (Shurulinkov i Ilieva 2009). Međutim, u radu Scheuerlein i Ricklefs (2004) su ispitujući da li postoji veza u varijaciji prevalencije u odnosu na geografsko rasprostranjenje i razlike u staništima, zaključili da iako su vrste roda *Haemoproteus* bile najčešći paraziti, to nije bilo u vezi ni sa jednim ispitivanim parametrom. Loiseau et al. (2010) su istražujući prevalenciju za 2 afričke vrste

ptica, ustanovili variranje prevalence u zavisnosti od staništa i roda parazita. Autori su pokazali da je prevalenca bila značajno veća za rod *Plasmodium* na lokalitetu sa većom nadmorskom visinom (preko 2000 m). Međutim, u našem istraživanju na većim nadmorskim visinama (800-1100 m) preovladavao je rod *Haemoproteus* što bi se moglo objasniti većim prisustvom odgovarajućih vektorskih vrsta u odnosu na druge vektore koji prenose vrste rodova *Plasmodium* i *Leucocytozoon* na ispitivanim lokalitetima u Srbiji.

I istraživanja Heather (2004) o vrsti *Junco hyemalis* u Kanadi i Latta i Ricklefs (2010) za veliki broj vrsta ptica u Dominikanskoj Republici, pokazuju da postoji značajna razlika u prevalenci u zavisnosti od lokaliteta, tako da sa porastom nadmorske visine ona opada, dok su u našem istraživanju dobijeni su podaci koji nisu u saglasnosti sa literaturnim navodima. U istraživanju Ventim et al. (2012) na močvarnim lokalitetima prevalenca za *Plasmodium* bila je značajno veća, dok je u našem istraživanju na močvarnim lokalitetima prevalenca za vrste roda *Haemoproteus* bila veća, verovatno usled prisustvu odgovarajućih vektora za vrste ovog roda, i verovatno manjeg broja i vrsta vektora za rodove *Plasmodium* i *Leucocytozoon*.

U velikom broju istraživanja kod različitih vrsta pevačica, utvrđivan je i odnos između prevalenci mužjaka u odnosu na ženke, pri čemu su rezultati varirali. Dok kod običnog kosa (*Turdus merula*) i velikog trstenjaka nije bilo razlike u prevalenci između polova (Hatchwell et al. 2000; Sorensen et al. 2016), kod crnokape grmuše (*Sylvia atricapilla*) je utvrđeno da su veću prevalencu imali mužjaci (Arizaga et al. 2010), a kod vrane (*Corvus corone*) ženke (Schmid et al. 2017). U našem istraživanju veću ukupnu prevalencu kod svih ispitivanih ptica bez obzira na vrstu, imali su mužjaci (29,1%) u odnosu na ženke (9,7%), a oba pola bila su više zaražena vrstama roda *Haemoproteus*. Međutim, za razliku od istraživanja Hatchwell et al (2000) kod običnog kosa pronašli smo veću zaraženost mužjaka u odnosu na ženke, dok su za crnokapu grmušu naši podaci su u skladu sa rezultatima istraživanja Arizaga et al. (2010).

Usled brojnih varijacija nukleotidnih sekvenci – različitih haplotipova – u uzorku, one se mogu razlikovati od poznatih sekvenci deponovanih u genskoj bazi podataka, zbog čega prilikom identifikacija vrsta i loza parazita, u nekim istraživanjima genske sekvence mogu biti određene samo do nivoa roda, ali ne i do nivoa vrste (Wiersch et al. 2007). I pored toga, neki naučnici smatraju da je, iako ne može biti određena do nivoa vrste, svaka nova sekvenca zapravo nova vrsta parazita (Bensch et al. 2004). Tokom naših istraživanja otkrivene su dve nove loze koje su deponovane u bazama podataka GenBank i MalAvi. Loza CCF25 (MF543057) koja pripada vrsti *Plasmodium* sp. izolovana je kod obične zebe (*Fringilla coelebs*) u Deliblatskoj peščari, a slična je po haplotipu lozi SGS1 (*Plasmodium relictum*), podjednako zastupljenoj kod stanarica u Africi i Evropi. Loza ORIORI04 (MF374497)

pripada rodu *Leucocytozoon* i izolovana je kod vuge (*Oriolus oriolus*) na ribnjaku Mala Vrbica. Novootkrivene loze hemosporidija u Srbiji, predstavljaju nove haplotipove za nauku.

Loza GRW6 koja pripada vrsti *Plasmodium elongatum* smatra se kosmopolitskom i verovatno se prenosi između ptica na evropskom tlu (Mendes et al. 2013). Do sada je otkrivena kod 57 vrsta ptičijih domaćina (Bensch et al. 2009). U susednoj Bugarskoj Loza GRW6 izolovana je kod velikog trstenjaka i vrapca pokućara (*Passer domesticus*) (Valkiūnas et al. 2008b), a u našem istraživanju haplotip ove loze otkriven je po prvi put kod obične zebe u Deliblatskoj peščari.

Poznate loze roda *Leucocytozoon* PARUS20 i PARUS25 do sada su izolovane kod 4 domaćina iz porodice Paridae (Bensch et al. 2009). U našem istraživanju ove loze detektovane su po prvi put kod planinske sive (*Poecile montanus*) i ćubaste senice (*Lophophanes cristatus*) na Tari. Sva tri haplotipa poznatih loza (GRW06, PARUS20 i PARUS25) sa novim domaćinima otkrivenim u ovom istraživanju deponovana su u bazi MalAvi.

Rezultati istraživanja su u saglasnosti sa trenutnim saznanjima o specifičnosti sistema domaćin – parazit. Kako je pokazano u istraživanju Waldenström et al. (2002) vrste roda *Haemoproteus* inficiraju manji broj domaćina koji pripadaju istim vrstama i zbog čega se smatraju specijalistima, za razliku od vrsta roda *Plasmodium* koje se smatraju generalistima. Koristeći se istom nomenkalturom za ptice kao i Waldenström et al. (2002), primetili smo isti obrazac: domaćini zaraženi lozama iz roda *Plasmodium* pripadali su različitim porodicama, dok su domaćini zaraženi lozama iz roda *Haemoproteus* pripadali istim porodicama.

Loza vrste *Haemoproteus belopolskyi*, MW1 se od ostalih izdvaja po tome što je pronađena i kod različitih vrsta trstenjaka koji su stanarice u Africi, ali i kod migratornih vrsta trstenjaka koji se gnezde u Evropi, a zimuju u Africi, što bi značilo da se ova loza prenosi između ptica na afričkom tlu (Waldenström et al. 2002). U našem istraživanju loza MW1 nije pronađena kod mladih ptica već samo kod adultnih selica trstenjaka cvrkutića i sivog voljica (*Iduna pallida*), pa predstavlja još jedan dokaz da se ova loza verovatno prenosi na afričkom tlu. Vrsta parazita *Haemoproteus parabelopolskyi* zastupljena u našem istraživanju sa dva haplotipa SYAT01 i SYAT02 pronađena je i kod selica i stanarica na Tari. U rodu *Plasmodium*, loza SGS1 zastupljena je i kod selica i stanarica na tri različita lokaliteta. U rodu *Leucocytozoon* nije bilo loza koje razmenjuju ptice selice i stanarice.

Zahvaljujući pojavi duplih pikova u sekvencama elektroforegrama, utvrđena je jedna ko-infekcija vrstama *Haemoproteus fringillae* i *Leucocytozoon majoris* kod zimovke (*Pyrrhula pyrrhula*). S obzirom da efikasna detekcija može varirati usled slabog kvaliteta sekvenci,

kombinacije parazitkih loza ili intenziteta infekcije (Pérez-Tris and Bensch 2005, Zehindjiev et al. 2012), nismo bili u mogućnosti da sa sigurnošću utvrdimo postojanje drugih ko-infekcija u našim uzorcima. Razlog tome mogu biti slabi pikovi loza sa slabim intenzitetom infekcije, kao što je objašnjeno u radu Pérez-Tris and Bensch (2005).

U klasi ptica utvrđenoj prema klasifikaciji Sibley i Monroe (1990), Valkiūnas (2005) smatra porodicu Sylviidae jednu od najzaraženijih. I u istraživanju sprovedenom u Srbiji pokazano je da je od ukupnog broja ptica najzaraženija porodica Sylviidae zastupljena u istraživanju sa dvanaest vrsta i prevalencom od 38%, dok je porodica Turdidae (šest vrsta) imala nešto manju prevalencu od 34,8%. U porodici Turdidae ptice su bile zaražene samo vrstama roda *Haemoproteus*, dok je porodica Sylviidae bila zaražena sa sva tri ispitivana roda hemosporidija, a najviše vrstama roda *Haemoproteus*. S obzirom da se vrste iz porodice Turdidae gnezde pri tlu ili na tlu (Cramp 1988), a da je aktivnost vektora iz roda *Culicoies*, koji prenose vrste roda *Haemoproteus*, između 1,5 m i 2 m visine od tla (Dierra et al. 2014), moglo bi se objasniti zašto je porodica Turdidae zaražena samo vrstama iz roda *Haemoproteus*. Takođe se čini da su drozdovi privlačniji odgovarajućim vektorima usled relativno velikog tela Valkiūnas (2005).

Od svih inficiranih ptica obuhvaćenih istraživanjem, pokazalo se da je sa 80% inficiranih jedinki obični kos najzaraženija vrsta domaćina, što je u skladu sa rezultatima istraživanja sprovedenim u Velikoj Britaniji (Hatchwell et al. 2000) i na Azorskim ostrvima (Hellgren et al. 2011) gde je 80%, odnosno 57% jedinki običnog kosa od ukupnog broja ispitanih ptica ove vrste bilo zaraženo. Za razliku od Bentz et al. (2006) koji su u svom istraživanju hemosporidija kod običnog kosa ustanovili prisustvo jedne loze *Haemoproteus* i dve loze *Plasmodium*, Hatchwell et al. (2000) su ustanovili prisustvo sve tri loze hemosporidija. Za razliku od navedenih autora, naši rezultati pokazuju prisustvo samo loze iz roda *Haemoproteus* dok druga dva roda u potpunosti odsustvuju, najverovatnije usled odsustva odgovarajućih vektora na ispitivanim područjima. Crnokapa grmuša je takođe bila veoma zaražena parazitima iz roda *Haemoproteus* sa prevalencom od 58,3%. Naši rezultati su u skladu sa rezultatima istraživanja Arizaga et al. (2010) u Španiji, gde je zarazu vrstama rodova *Haemoproteus* i *Plasmodium* imalo 34,1% crnokape grmuše. Razlog odsustva infekcije crnokape grmuše drugim vrstama hemosporidija u Srbiji mogao bi biti odsustvo odgovarajućih vektora za vrste rodova *Plasmodium* i *Leucocytozoon* na mestima gnežđenja.

Eksperimentalno je dokazano da mnoge vrste roda *Plasmodium* mogu inficirati ne samo različite vrste domaćina nego i domaćine koji pripadaju različitim porodicama (Szymanski i

Lovette 2005; Križanauskienė et al. 2006), usled njihovog kosmopolitskog rasprostranjenja. Rezultati našeg istraživanja su u skladu sa ovim činjenicama.

Parazite roda *Haemoproteus*, prenose mali insekti iz roda *Culicoides*, široko rasprostranjeni u svetu, osim na Antarktiku (Valkiūnas 2005). Mnogobrojne vrste roda *Culicoides* su pored velikog broja protozoa prenosioci i virusa koji izazivaju oboljenja domaćih životinja kao što su plavi jezik i akutni alergijski dermatitis konja (Pavlović et al. 2017). Pavlović et al. (2017) su u cilju utvrđivanja vrsta *Culicoides*, njihove rasprostranjenosti i epidemiološkog potencijala za prenošenje bolesti plavog jezika u Srbiji sprovedli opsežna istraživanja tokom 2006-2007. i 2011-2012. godine. Na čitavoj teritoriji Srbije utvrđeno je prisustvo četiri vrste: *Culicoides pulicaris*, *C. nubeculosus*, *C. parroti* i *C. obsoletus*, koje su karakteristične i za Evropu i zapadni Balkan. S druge strane, u istraživanju sprovedenom u severoistočnoj Bugarskoj, pronađen je drugačiji sastav faune roda *Culicoides*: *Culicoides circumscriptus*, *C. festivipennis*, *C. alazanicus* i *C. cf. griseidorsum* sa sadržajem ptičije krvi u digestivnom traktu, pozitivne na *Haemoproteus* (Bobeva et al. 2015). Najveća koncentracija vrsta roda *Culicoides* pozitivnih na virus plavog jezika, bila je u južnoj, jugoistočnoj Srbiji i severnoj Bačkoj. U našem istraživanju najviše ptica zaraženih vrstama roda *Haemoproteus* pronašli smo na Tari, najzapadnijoj tački u Srbiji, gde Pavlović et al. (2017) nisu istraživali prenosiocce „plavog jezika“. Iako se vrste *Culicoides* pronađene u Srbiji (Pavlović et al. 2017) razlikuju od vrsta koje su u Bugarskoj dokazane kao vektori za prenošenje vrsta roda *Haemoproteus* (Bobeva et al. 2015), postoji opravdana potreba za izučavanjem postojećih vrsta vektora na avijarnu malariju. Da bi se to potvrdilo, neophodno je sprovesti dalja opsežna istraživanja rasprostranjenosti vrsta *Culicoides* na teritoriji Srbije, kao i njihov potencijal za prenošenje parazita roda *Haemoproteus*. Iako se rod *Plasmodium* smatra kosmopolitskim (Valkiūnas 2005), značajno manji procenat ptica u Srbiji zaražen je vrstama ovog roda verovatno usled uzorkovanja ptica koje su tokom životnog ciklusa očigledno manje izložene odgovarajućim vektorima (komarcima roda *Aedes*, *Culex* ili *Anopheles*) koji prenose vrste roda *Plasmodium*.

Valkiūnas (2005) smatra da je preko 80% zaraženih ptica na različitim lokalitetima u Evropi, Africi i Severnoj Americi ima manje od 0,01%, odnosno 1 zaraženi eritrocit na 10.000 pregledanih, što infekciju karakteriše kao hroničnu. U našem istraživanju ovakav tip infekcije imalo je 23 jedinke. Najveći broj zaraženih ptica (29) imao je srednju vrednost parazitemije. Infekciju jakog intenziteta imalo je 14 jedinki. Ovakvi rezultati nas navode na zaključak da su gnezdeće populacije ptica u Srbiji izložene odgovarajućim vektorima dovoljno dug period da bi se razvili srednji i jak intenziteti infekcije.

U mnogim istraživanjima, suprotno teoriji da su ženke manje zaražene od mužjaka usled boljeg imuniteta (Zuk 1990), pronađeno je da su ženke imale veću srednju parazitemiju nego mužjaci (Hatchwell et al. 2000; Bentz et al. 2006; Asghar et al. 2011; Sorensen et al. 2016). Kao i prethodna istraživanja i naša su u skladu sa ovim tvrdnjama.

6. Zaključci

Rezultati istraživanja predstavljaju prve podatke o prisustvu i distribuciji hemosporidija (*Haemoproteus*, *Plasmodium*, *Leucocytozoon*) kod ptica pevačica na teritoriji Republike Srbije. Podaci o prisustvu hemosporidija kod gnezdećih populacija selica, stanarica i delimičnih selica ptica pevačica dobijeni su na osnovu krvnog razmaza i PCR metode.

Od 43 analizirane vrste ptica, zaraza je konstatovana kod pripadnika 24 vrste iz dvanaest porodica od ukupno 21 analizirane. Prevalenca, utvrđena kombinacijom pregledanih pločica sa krvnim razmazima i molekularne metode (PCR) iznosila je 41,8%, a prisustvo parazita zabeleženo je kod 56 jedinki od ukupnog broja ispitanih ptica za koje su postojala oba uzorka. Prevalenca utvrđena za sve ispitivane ptice na osnovu sažimanja rezultata kombinovane metode i pregledanih krvnih razmaza iznosila je 32,7%, dok je samo na osnovu krvnog razmaza prevalenca iznosila 21,6%. Prevalenca za rod *Haemoproteus* je iznosila 26,1%, za rod *Plasmodium* 9,7% i rod *Leucocytozoon* 6,7%. Shodno tome, pokazalo se da su vrste roda *Haemoproteus* u odnosu na vrste iz rodova *Plasmodium* i *Leucocytozoon* češći krvni parazit u populacijama divljih ptica u Srbiji.

Ni jedna od analiziranih mladih ptica nije bila zaražena. Zarazu su imale samo adultne jedinke. Međutim, diverzitet vektora na gnezdećim teritorijama nije istraživao, što bi predstavljao sledeći korak u dobijanju dodatnih informacija i boljeg razumevanja prisustva hemosporidija kod ptica u Srbiji.

Od 134 analizirane jedinke i na osnovu prisustva *cyt b* gena mtDNK, najviše su bile zaražene stanarice (28 jedinki), nešto manje selice (21), a najmanje delimične selice (7).

Mušjaci (39 jedinki) su bili više zaraženi od ženki (12 jedinki), pa su samim tim imali i veću prevalencu. Oba pola su bila više zaražena vrstama roda *Haemoproteus*.

Tokom istraživanja otkrivene su dve nove loze koje su deponovane u bazama podataka GenBank i MalAvi. Loza CCF25 (MF543057) pripada rodu *Plasmodium* i izolovana je kod obične zebe (*Fringilla coelebs*) u Deliblatskoj peščari, a slična je po haplotipu lozi SGS1. Loza ORIORI04 (MF374497), iz roda *Leucocytozoon* izolovana je kod vuge (*Oriolus oriolus*) na ribnjaku Mala Vrbica.

Haplotipovi loza *P* – GRW06 i *L* – PARUS20 i *L* – PARUS25 su u našem istraživanju po prvi put registrovani kod obične zebe u Deliblatskoj peščari, planinske sive (*Poecile montanus*) i ćubaste senice (*Lophophanes cristatus*) na Tari, pa su kao i dve nove loze deponovane u bazi MalAvi.

Ustanovljeno je prisustvo četiri loze hemosporidija, po dve iz rodova *Haemoproteus* (MW1, ARW) i *Plasmodium* (ACAGR1 i SGS1) kod više od jednog domaćina, pri čemu sve ptice zaražene istim lozama roda *Haemoproteus* i *Plasmodium* pripadaju različitim porodicama.

Loza MW1 nije pronađena kod mladih ptica, već samo kod adultnih selica trstenjaka cvrkutića (*Acrocephalus scirpaceus*) i sivog voljica (*Iduna pallida*), što predstavlja verovatan dokaz da se ova loza prenosi na afričkom tlu.

Mnoge stanarice i selice razmenjuju iste parazite. U rodu *Haemoproteus*, je samo jedna vrsta parazita *Haemoproteus parabelopolskyi*, sa dva različita haplotipa SYAT01 i SYAT02, pronađena kod stanarica i selica. U rodu *Plasmodium*, loza SGS1 zastupljena je i kod stanarica i selica, dok u rodu *Leucocytozoon* nisu pronađene loze koje razmenjuju stanarice i selice.

Nakon drugog PCR, i provere njegove uspešnost elektroforezom na 2% agaroznom gelu, bilo je indikacija za postojanjem nekoliko mešovityh infekcija. Međutim, sekvenciranjem pozitivnih uzoraka to nije potvrđeno, već je utvrđena samo jedna ko-infekcija dvema hemosporidijama (*Haemoproteus fringillae* i *Leucocytozoon majoris*) kod zimovke (*Pyrrhula pyrrhula*).

Od ukupnog broja ispitanih ptica najviše su bile inficirane vrste iz porodice Sylviidae sa prevalencom od 38%, dok su pripadnici porodice Turdidae imali nešto manju prevalencu od 34,8%.

Od svih ptica obuhvaćenih istraživanjem, pokazalo se da je sa 80% inficiranih jedinki obični kos (*Turdus merula*) najzaraženija vrsta. Jedinke kosa bile su zaražene samo vrstama roda *Haemoproteus* (ustanovljena jedna loza, TURDUS2). Veoma je bila zaražena i crnokapa grmuša (*Sylvia atricapilla*) sa 58,3% zaraženih jedinki, takođe samo vrstama roda *Haemoproteus* (ustanovljeno prisustvo tri loze: SYAT01, SYAT10 i ARW1). Ni obični kos niti crnokapa grmuša nisu bile zaražene vrstama roda *Plasmodium* i *Leucocytozoon*.

Vrste sa većih nadmorskih visina (800-1100 m) imalesu nešto veću prevalencu u odnosu na one koje se gnezde u nizijskim predelima, bez obzira na migratorni status, ali je na nizijskim lokalitetima ukupna parazitemija bila veća.

Parazitemija ptica pevačica u Srbiji mogla bi se okarakterisati kao infekcija srednjeg intenziteta, jer je kod 29 zaraženih jedinki intenzitet infekcija kretao između 0,1% i 1%. Najveću srednju parazitemiju od 1,9% imale su delimične selice u odnosu na selice (0,6%) i stanarice (0,3%).

Nešto veću srednju parazitemiju imale su ženke (0,89%) u odnosu na mužjake (0,67%).

Rezultati predstavljaju prve podatke o distribuciji tri roda hemosporidija kod ptica pevačica u Srbiji. Utvrđeno je da su stanařice najzaraženija grupa ptica, a da su delimične selice imale najveću parazitemiju. Najčešći rod u populaciji divljih ptica pevačica bez obzira na migratroni status u Srbiji je *Haemoproteus*. Buduća istraživanja na parazitima i vektorima daće nam bolji uvid u njihovu povezanost i njihovo prisustvo.

7. Literatura

- Adl SM, Simpson AG, Farmer MA, Andersen RA, Anderson OR, Barta JR, Bowser SS, Brugerolle G, Fensome RA, Fredericq S et al. (2005): The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 52 (5): 399-451.
- Anderson RM, May RM. (1979): Population biology of infectious diseases. Part I. *Nature* 280: 361-367.
- Arizaga J, Esparza X, Barba E. (2010): Haemosporidians in migratory blackcaps (*Sylvia atricapilla*): a comparison between autumn and spring periods of passage. *Anales de Biología* 32: 87-93.
- Asghar M, Hasselquist D, Bensch S. (2011): Are chronic avian haemosporidian infections costly in wild birds. *Journal of Avian Biology* 42: 530-537.
- Asghar M, Westerdahl H, Zehndjiev P, Ilieva M, Hasselquist D, Bensch S. (2012): Primary peak and chronic malaria infection levels are correlated in experimentally infected great reed warblers. *Parasitology* 139 (10): 1246-1252.
- Atkinson CT, van Riper III C. (1991): Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leucocytozoon*, and *Haemoproteus*. U: Bird-parasite interactions: Ecology, evolution, and behaviour. Loye JE, Zuk M, urednici. Oxford University Press, Oxford, U. K. pp: 19-47.
- Atkinson CT. (2008a): *Haemoproteus*. U: Atkinson CT, Thomas NJ, Hunter DB, urednici. *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Wiley Blackwell. str. 13-34.
- Atkinson CT. (2008b): Avian Malaria. U: Atkinson CT, Thomas NJ, Hunter DB, urednici. *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Wiley Blackwell. str. 35-53.
- Bairlein F. (1995): Manual of field methods. European-African song-bird migration network. Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven.
- Banjac N. (2005): Objekti istorijskogeološkog i stratigrafskog nasleđa - kredne starosti. U: Karamata S, Mijović D, urednici. *Inventar objekata geonasleđa Srbije. Drugi naučni skup o geonasleđu Srbije (Zbornik radova): 22-23 jun 2004, Beograd. Zavod za zaštitu prirode Srbije. str. 22.*

- Bennett GF, Caines JR, Bishop MA. (1988): Influence of blood parasites on the body mass of passeriform birds. *Journal of Wildlife Diseases* 24 (2): 339-343.
- Bennett G F, Peirce MA, Ashford RW. (1993): Avian Haematozoa: mortality and pathogenicity. *Journal of National History* 27 (5): 993-1001.
- Bensch S, Stjernman M, Hasselquist D, Östman Ö, Hansson B, Westerdahl H, Pinheiro RT. (2000): Host specificity in avian blood parasites: A study of *Plasmodium* and *Haemoproteus* mitochondrial DNA amplified from birds. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 267: 1583-1589.
- Bensch S, Åkesson S. (2003): Temporal and spatial variation of Hematozoans in Scandinavian Willow Warblers. *Journal of Parasitology* 89: 388-391.
- Bensch S, Pérez-Tris J, Waldenström J, Hellgren O. (2004): Linkage between nuclear and mitochondrial DNA sequences in avian malaria parasites – multiple case of cryptic speciation? *Evolution* 58: 1617-1621.
- Bensch S, Waldenström J, Jonzén N, Westerdahl H, Hansson B, Sejberg D, Hasselquist D. (2007): Temporal dynamic and diversity of avian malaria parasites in a single host species. *Journal of Animal Ecology* 76: 112-122.
- Bensch S, Hellgren O, Pérez-Tris J. (2009): MalAvi: a public database of malaria parasites and related haemosporidians in avian hosts based on mitochondrial cytochrome *b* lineages. *Molecular Ecology Resources* 9: 1353-1358.
- Benson DA, Cavanaugh M, Clark K, Karsch-Mizrachi I, Lipman DJ, Ostell J, Sayers EW. (2014): *GenBank Nucleic Acids Research* 41: 36-42.
- Bentz S, Rigaud T, Barroca M, Martin-Laurent F, Bru D, Moreau J, Faivre B. (2006): Sensitive measure of prevalence and parasitaemia of haemosporidia from European blackbird (*Turdus merula*) populations: value of PCR-RFLP and quantitative PCR. *Parasitology* 133: 685-692.
- Berthold P. (1996): *Control of bird migration*. Chapman & Hall, London: pp. 25-26.
- Bobeva A, Zehtindjiev P, Ilieva M, Dimitrov D, Matis A, Bensch S. (2015): Host preferences of ornithophilic biting midges of the genus *Culicoides* in the Eastern Balkans. *Medical and Veterinary Entomology* 29: 290-296.
- Bukurov B. (1953): Geomorfološki prikaz Vojvodine. *Zbornik Matice Srpske sv. 4, serije prirodnih nauka*.

- Budakov LJ, Branković D, Butorac B. (1994): Prikaz rezultata istraživanja vodotoka Ponjavica sa predlogom mera zaštite. U: Milojević M, urednik. Zaštita voda '94. Zbornik radova. Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda. 25-27. maj 1994. Igalo. str. 283-289
- Butorac B. (2002): Mozaičnost biljnog pokrivača. U: Miličić O, Rafai J, Szabados K, Sekulić N, urednici. Ludaš, jezero na pustari. Javno preduzeće „Palić – Ludaš” i Zavod za zaštitu prirode Srbije. str. 33-37.
- Clement M, Posada D, Crandall K. (2000): TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology* 9 (10): 1657–1660.
- Cramp S, urednik. (1988): *The Birds of the Western Palearctic Vol. V.*
- Cramp S, urednik. (1992): *The Birds of the Western Palearctic Vol VI.*
- Cramp S, Perrins CM, urednici. (1994a): *The Birds of the Western Palearctic Vol. VII.*
- Cramp S, Perrins CM, urednici. (1994b): *The Birds of the Western Palearctic Vol. VIII.*
- Cramp S, Perrins CM, urednici. (1994c): *The Birds of the Western Palearctic Vol. IX.*
- Crawley MJ. (2013): *The R book. Second Edition.* John Wiley & Sons Ltd.
- CytoPath. c2009. Making good blood smears. Pull-push technique. [pristupljeno 23. januara 2017]. <http://www.cytopath.co.uk/smears.html>.
- Čolić D. (1964): Poreklo i sukcesija šumskih zajednica sa Pančičevom omorikom (*Picea omorika* Panč.) na planini Tari. *Zaštita prirode* 29-30: 65-90.
- Čomić Lj, Ostojić A. (2005): Reka i akumulaciono jezero Gruža. U: Čomić Lj, Ostojić A, urednici. *Akumulaciono jezero Gruža.* Prirodno-matematički fakultet Kragujevac. str. 21-28.
- Deerenberg C, Apanius V, Daan S, Bos N. (1997): Reproductive effort decreases antibody responsiveness. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 264: 1021-1029.
- del Hoyo J, Collar N. J. (2014): *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World. Volume 2: Passerines.* Lynx Edicions, Barcelona.
- Delić J, urednik. (2012): *Park prirode „Ponjavica“.* Predlog za stavljanje pod zaštitu kao zaštićeno područje III kategorije. Novi Sad: Pokrajinski zavod za zaštitu prirode.

- Dimitrov D, Zehtindjiev P, Bensch S. (2010): Genetic diversity of avian blood parasites in SE Europe: Cytochrome *b* lineages of the genera *Plasmodium* and *Haemoproteus* (Haemosporida) from Bulgaria. *Acta Parasitologica* 55 (3): 201-209.
- Diarra M, Fall M, Fall GA, Diop A, Seck MT, Garros C, Balenghien T, Allène X, Rakotoarivony I, Lancelot R. et al. (2014): Seasonal dynamics of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) biting midges, potential vectors of African horse sickness and blue tongue viruses in the Niayes area of Senegal. *Parasites and Vectors* 7: 147.
- Forrester DJ, Greiner EC. (2008): Leucocytozoonosis. U: Atkinson CT, Thomas NJ, Hunter DB, urednici. *Parasitic diseases of wild birds*. Wiley Blackwell. str. 54-107.
- Feldman A, Freeda LA, Cann NDR. (1995): A PCR test for avian malaria in Hawaiian birds. *Molecular Ecology* 4: 663-673.
- Friend M, Franson JC, urednici. (1999): Field manual of wildlife diseases. General field procedures and diseases of birds. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Information and Technology Report 1999-2001. Dostupno na http://www/nwhc.usgs.gov/pub_metadata/index.html.
- Gabaldon A, Ulloa G. (1980): Holoendemicity of malaria: an avian model. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 74 (4): 501-507.
- Gajić M. (1988): Flora Nacionalnog parka Tara. Beograd i Bajina Bašta: Šumarski fakultet Beograd, Šumska sekcija Bajina Bašta.
- Garovnikov B. (1997): Hronologija zaštite Ludaškog jezera. U: Ludaški zapisi 1. Hulo I, urednik. J. P. „Palić-Ludaš“ p. o., Palić, Društvo ekologa „Rihard Čornai“, Subotica. str: 11-12.
- [GISD] Global Invasive Species Database. (2018): Species profile: *Plasmodium relictum*. [pristupljeno 19. januar 2017]. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=39>.
- Godfrey RD, Fedynich AM, Pence DB. (1987). Quantification of hematozoa in blood smears. *Journal of Wildlife Diseases* 23: 558-565.
- Grimmett RFA, Jones TA, kompilatori (1989): Important Bird Areas in Europe – Yugoslavia. Cambridge: International Council for Bird Preservation. ICBP Technical publication No 9: 859-880.
- Hall TA. (1999): BIOEDIT: a user friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98 NT. *Nucleic Acid Symposium Series* 41: 95-98.

- Hanssen SA, Hasselquist D, Folstad I, Erikstad KE. (2004): Costs of immunity: immune responsiveness reduces survival in a vertebrate. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 271: 925-930.
- Hatchwell BJ, Wood MJ, Anwar M, Perrins CM. (2000): The prevalence and ecology of the haematozoan parasites of European black birds, *Turdus merula*. *Canadian Journal of Zoology* 78: 684-687.
- Heather B. (2004): Parasite prevalence in Dark-eyed Juncos, *Junco hyemalis*, breeding at different elevations. *Canadian Field-Naturalist* 118 (2): 235-238.
- Hellgren O, Waldenström J, Bensch S. (2004): A new PCR assay for simultaneous studies of *Leucocytozoon*, *Plasmodium*, and *Haemoproteus* from avian blood. *Journal of Parasitology* 90 (4): 797-802.
- Hellgren O, Waldenström J, Pérez-Tris J, Szöllösi E, Hasselquist D, Križanauskiene A, Ottosson U, Bensch S. (2007): Detecting shift of transmission areas in avian blood parasites – a phylogenetic approach. *Molecular Ecology* 16: 1281-1290.
- Hellgren O, Pérez-Tris J, Bensch S. (2009): A jack-of-all-trades and still a master of some: prevalence and host range in avian malaria and related blood parasites. *Ecology* 90: 2840-2849.
- Hellgren O, Križanauskienė A, Hasselquist D, Bensch D. (2011): Low haemosporidian diversity and one key-host species in a bird malaria community on a mid-Atlantic island (São Miguel, Azores). *Journal of Wildlife Diseases* 47 (4): 849-859.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Iezhova TA. (2002): Avian malaria in captive and wild Blackcaps (*Sylvia atricapilla*) and Garden Warblers (*Sylvia borin*): occurrence and experimental evaluation (a pilot study). Scientific report of visit to the Institute of Avian Research, Wilhelmshaven, Germany.
- Jönsson J, Stervander M. (2017): PCR-based Lab Protocols. Revised by Jane Jönsson and Martin Wintersparv Stervander, January 2017: Version 3.3 compiled by Staffan Bensch 26 Jan 2009.
- Jones HI, Shellam GR. (1999): Blood parasites in penguins, and their potential impact on conservation. *Marine Ornithology* 27: 181-184.
- Karadžić V. (2011): Eutrofikacija i njene posledice na primeru reke Ponjavnice [disertacija]. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet. 292 str.

- Kolić B. (1969): Klimatske prilike Deliblatskog peska. „Deliblatski pesak” Zbornik radova I. Beograd. str. 5-35.
- Kovačev N. (2002): Geografske odlike. U: Ludaš, jezero na pustari. Miličić O, Rafai J, Szabados K, Sekulić N, urednici. Javno preduzeće „Palić – Ludaš” i Zavod za zaštitu prirode Srbije. str. 18-38.
- Knowles SCL, Wood MJ, Alves R, Wilkin TA, Bensch S, Sheldon BC. (2011): Molecular epidemiology of malaria prevalence and parasitaemia in a wild bird population. *Molecular Ecology* 20: 1062-1076.
- Križanauskienė A, Hellgren O, Kosarev V, Sokolov L, Bensch S, Valkiūnas G. (2006): Variation in host specificity between species of avian haemosporidian parasites: evidence from parasite morphology and cytochrome b gene sequences. *Journal of Parasitology* 92 (6): 1319-1324.
- LaPointe DA, Atkinson CT, Samuel MD. (2012): Ecology and conservation biology of avian malaria. *Annals of New York Academy of Sciences* 1249: 211-226.
- Latta SC, Ricklefs RE. (2010): Prevalence patterns of avian haemosporida on Hispaniola. *Journal of Avian Biology* 41: 25-33.
- Loiseau C, Iezhova T, Valkiūnas G, Chasar A, Hutchinson A, Buermann W, Smith TB, Sehgal RNM. (2010): Spatial variation of haemosporidian parasite infection in African rainforest bird species. *Journal of Parasitology* 96 (1): 21-29.
- Maksimović D. (1993): Zovina svirala. Beograd: Srpska književna zadruga.
- Malaria. c2017. Fact sheet. Key facts. April 2017. [pristupljeno 23. oktobar 2016]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/en>.
- Marzal A, Bensch S, Reviriego J, Balbontin J, De Lope F. (2008): Effects of malaria double infection in birds: one plus one is not two. *Journal of Evolutionary Biology* 21: 979-987.
- Marzal A, Navarro FLC, Møller AP. (2005): Malarial parasites decrease reproductive success: an experimental study in a passerine bird. *Oecologia* 142: 541-545.
- Martínez J, Martínez-De La Puente J, Herrero J, Del Cerro S, Lobato E, Rivero-De Aguilar, Vásquez RA, Merino S. (2009): A restriction site to differentiate *Plasmodium* and *Haemorphys* infections in birds: on the inefficiency of general primers for detection of mixed infection. *Parasitology* 136: 713-722.

- Mendes L, Pardal S, Morais J, Antunes S, Ramos JA, Perez-Tris J, Piersma T. (2013): Hidden haemosporidian infections in Ruffs (*Philomachus pugnax*) staging in Northwest Europe *en route* from Africa to Arctic Europe. *Parasitology Research* 112: 2037-2043.
- Merino S, Potti J, Fargallo JA. (1997): Blood parasites of passerine birds from central Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 33 (3): 638-641.
- Merino SJ, Moreno J, Sanz J, Arriero E. (2000): Are avian blood parasites pathogenic in the wild? A medication experiment in blue tits (*Parus caeruleus*). *Proceedings from the Royal Society in London, Series B* 267: 2507-2510.
- Morrison D. (2009): Evolution of the Apicomplexa: where are we now? *Trends in Parasitology* 25 (8): 375-382.
- Møller AP. (1994): Parasites as an environmental component of reproduction in birds as exemplified by the swallow *Hirundo rustica*. *ARDEA* 82 (1): 161-171.
- Nordling D, Andersson M, Zohari S, Gustafsson L. (1998): Reproductive effort reduces specific immune response and parasite resistance. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 265: 1291-1298.
- Norris K, Evans M. (2000). Ecological immunology: life history trade-offs and immune defence in birds. *Behavioral Ecology* 11: 19-26.
- Oosterbroek P. (2006): *The European Families of the Diptera. Identification, diagnosis, biology.* Utrecht: KNNV Publishing.
- Pantović N, Madžarević S. (1999): Kragujevac u borbi za vodu. Fond za finansiranje izgradnje Vodovodnog sistema „Gruža“ – Kragujevac i RO „Vodovod i Kanalizacija“.
- Paul REL, Ariey F, Robert V. (2003): The evolutionary ecology of *Plasmodium*. *Ecology Letters* 6: 866-880.
- Pavlović I, Vasić A, Bojkovski J, Simeunović P, Silaghi C, Veronesi E, Savuța, Oslobanu L, Dragoș A, Radanović O. (2017): Uticaj ekoloških faktora na rasprostranjenost i biodiverzitet *Culicoides* (Insecta: Ceratopogonidae). *Ecologica* 24 (85): 160-164.
- Pérez-Tris J, Bensch S. (2005): Diagnosing genetically diverse avian malarial infections using mixed-sequence analysis and TA-cloning. *Parasitology* 131 (1): 15-23.
- Pérez-Tris J, Hasselquist D, Hellgren O, Krizanauskiene A, Waldenström J, Bensch S. (2005): What are malaria parasites? *Trends in Parasitology* 21 (5): 209-211.

- Popov M. (1994): Istorijat pošumljavanja i stanje Deliblatske peščare pri kraju XX veka. U: Marinković P, urednik. „Deliblatska peščara“, Zbornik radova VI. „Deliblatski pesak – Deliblatska peščara za 21. vek 1818-1993“. Pančevo. str. 5-28.
- Price PW. (1977): General concepts on the evolutionary biology of parasites. *Evolution* 31 (2): 405-420.
- Puzović S, Grubač B. (1998): Lista područja u Srbiji od međunarodnog i nacionalnog značaja za očuvanje diverziteta faune ptica. *Zaštita prirode* 50: 189-197.
- Puzović S, Sekulić G, Stojnić N, Grubač B, Tucakov M. (2009): Značajna područja za ptice u Srbiji. Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Zavod za zaštitu prirode Srbije i Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj.
- R Core Team 2016 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Radulović S, Jovanović M, Teodorović I. (2009): Limnogeološka istraživanja Parka prirode Ponjavica na prostoru Banatskog Brestovca i Omoljice u cilju zaštite životne sredine. *Elaborat*: 1-129.
- Richardson D. S, Jury F. L, Blaakmeer J, Komdeur J, Burke T. (2001): Parentage assignment and extra – group paternity in a cooperative breeder: The Seychelles Warbler (*Acrocephalus sechellensis*). *Molecular Ecology* 10: 2263-2273.
- Ricklefs R, Fallon S. (2002): Diversification and host switching in avian malaria parasites. *Proceedings from the Royal Society in London, Series B* 269: 885-892.
- Ricklefs, RE, Swanson BL, Fallon SM, Martinez-Abraín A, Scheuerlein A, Gray J, Latta SC. (2005): Community relationships of avian malaria parasites in southern Missouri. *Ecological Monographs* 75: 543-559.
- Rönn J. A. C, Harrod C, Bensch S, Wolf J. B. W. (2015): Transcontinental migratory connectivity predicts parasite prevalence in breeding populations of the European barn swallow. *Journal of Evolutionary Biology* 28: 535-546.
- Rusov Č. (2002): Hematologija ptica. Beograd: Naučni institut za veterinarstvo Srbije (NIVS).
- Saino N, Bolzern AM, Møller AP. (1997a): Immunocompetence, ornamentation, and viability of male barn swallows (*Hirundo rustica*). *Proceedings of Natural Academy of Sciences* 94 (2): 549-552.

- Saino N, Calza S, Møller AP.(1997b): Immunocompetence of nestling barn swallows in relation to brood size and parental effort. *Journal of Animal Ecology* 66 (6): 827-836.
- Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T. (2002): *Molecular cloning, a laboratory manual*. Cold Spring Harbor (NY): Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Scheuerlein A, Ricklefs R. (2004): Prevalence of blood parasites in European passeriform birds. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 271: 1363-1370.
- Schmid S, Facht K, Dinkel A, Mackenstedt U, Woog F. (2017): Carrion crows (*Corvus corone*) of southwest Germany: important hosts for haemosporidian parasites. *Malaria Journal* 16 (1): 369.
- Sekulić D, Šljivovački S. (1980): Istorijat radova na vezivanju peska od 1818. do 1978. godine. U: Marinković P, urednik. „Deliblatska peščara“, Zbornik radova VI. „Deliblatski pesak –Deliblatska peščara za 21.vek 1818-1993“. Pančevo. str. 31-39.
- Shurulinkov P, Chakarov N. (2006): Prevalence of blood parasites in different local populations of reed warbler (*Acrocephalus scirpaceus*) and great reed warbler (*Acrocephalus arundinaceus*). *Parasitology Research* 99: 588-592.
- Shurulinkov P, Golemansky V. (2003): *Plasmodium* and *Leucocytozoon* (Sporozoa: Haemosporidia) of wild birds in Bulgaria. *Acta Protozoologica* 42 (3): 205-214.
- Shurulinkov P, Ilieva M. (2009): Spatial and temporal difference in the blood parasite fauna of passerine birds during the spring migration in Bulgaria. *Parasitology Research* 104: 1453-1458.
- Sorensen MC, Asghar M, Bensch S, Fairhurst GD, Jenni-Eiermann S, Spottiswoode CN. (2016): A rare study from the wintering ground provides insight into the cost of malaria infection for migratory birds. *Journal of Avian Biology* 47: 575-582.
- [SloP 3/95] „Službeni list opštine Pančevo“ br. 3/95. Odluka o zaštiti Parka prirode „Ponjavica“.
- [SloP 6/14] „Službeni list opštine Pančevo“ br. 6/14. Odluka o zaštiti Parka prirode „Ponjavica“.
- [SgRS 53/1992] „Službeni glasnik Republike Srbije“ br. 53/1992. Rešenje o prethodnoj zaštiti prirodnog dobra „Ponjavica“.
- [SgRS 53/1992] „Službeni glasnik Republike Srbije“ br. 53/1992. Zakon o zaštiti prirode.

- [SgRS 03/2002] „Službeni glasnik Republike Srbije” br. 03/2002. Zakon o zaštiti prirode.
- [SgRS 36/2009] „Službeni glasnik Republike Srbije” br. 36/2009. Zakon o zaštiti prirode.
- [SgRS 36/2009-76] „Službeni glasnik Republike Srbije” br. 36/2009-76. Zakon o Nacionalnim parkovima.
- [SgRS 88/2010] „Službeni glasnik Republike Srbije” br. 88/2010. Zakon o zaštiti prirode.
- [SgRS 55/2012] „Službeni glasnik Republike Srbije” br. 55/2012. Zakon o zaštiti prirode.
- [SgSRS 41/1981] „Službeni glasnik SR Srbije” br. 41/1981. Zakon o Nacionalnim parkovima.
- [SgSRS 39/1993] „Službeni glasnik SR Srbije” br. 39/1993. Zakon o Nacionalnim parkovima.
- [SgSRS 44/1993] „Službeni glasnik SR Srbije” br. 44/1993. Zakon o Nacionalnim parkovima.
- Stanković D, Jönsson J, Raković M. (2018): Diversity of avian blood parasites in wild passerines birds in Serbia with special references to two new lineages. *Journal of Ornithology* (In press).
- Stanković SM. (2000): Jezera Srbije. Limnološka monografija. Beograd: Srpsko geografsko društvo.
- Stevanović V, urednik. (1999): Crvena lista flore Srbije 1. Ministarstvo za životnu sredinu Republike Srbije, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Zavod za zaštitu prirode Republike Srbije. Beograd.
- Stjepanović – Veseličić L. (1953): Vegetacija Deliblatske peščare. 2. izdanje. Novi Sad: Društvo ekologa Vojvodine.
- Stjernman M, Raberg L, Nilsson J-A. (2008): Maximum host survival at intermediate parasite infection intensities. *PLoS ONE* 3 (6): e2463. doi:10.1371/ journal.pone.0002463.
- Stojakov B. (1994): Zaštita i razvoj Deliblatske peščare u narednom periodu. „Deliblatski pesak“. U: Marinković P, urednik. „Deliblatska peščara“, Zbornik radova VI. „Deliblatski pesak – Deliblatska peščara za 21. vek 1818-1993“ Zbornik radova VI. Pančevo. str. 45-70.
- Svensson L. (1992): Identification Guide to European Passerines. British Trust for Ornithology, 4th ed. Stockholm.

- Sibley C. G. and Monroe B. L. (1990): Distribution and taxonomy of birds of the world. New Haven and London: Yale University Press.
- Szymanski MM, Lovette IJ. (2005): High lineage diversity and host sharing of malarial parasites in a local avian assemblage. *Journal of Parasitology* 91: 768-774.
- Šorić V. (1996): Ihtiofauna reke Gruže, pritoke Zapadne Morave (Dunavski sliv) I. Reproductivni potencijal vrsta *Leuciscus cephalus*, *Alburnus alburnus* i *Rutilus rutilus*. *Ichthyologia* 28 (1): 1-14.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, Kumar S.(2013): MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30: 2725-2729.
- Valkiūnas G. (2005): Avian malaria parasites and other Haemosporidia. Boca Raton (FL): CRC Press.
- Valkiūnas G, Iezhova T. (2001): A comparison of the blood parasites in three subspecies of the yellow wagtail *Motacilla flava*. *Journal of Parasitology* 87 (4): 930-934.
- Valkiūnas G, Iezhova T, Golemansky G, Pilarska D, Zehtindjiev P. (1999): Blood protozoan parasites (Protozoa: Kinetoplastida and Haemosporidia) in wild birds from Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica* 51 (1): 127-129.
- Valkiūnas G, Bairlein F, Iezhova T, Dolnik O. (2004): Factors affecting the relapse of *Haemoproteus belopolnyi* infections and parasitaemia of *Trypanosoma* spp. in naturally infected European songbird, the blackcap *Sylvia atricapilla*. *Parasitology Research* 93: 218-222.
- Valkiūnas G, Anwar AM, Atkinson CT, Greiner EC, Paperna I, Pierce MA. (2005): What distinguishes malaria parasites from other pigmented haemosporidians? *Trends in Parasitology* 21 (8): 357-358.
- Valkiūnas G, Bensch S, Iezhova T, Križanauskienė A, Hellgren O, Bolshakov C. (2006): Nested cytochrome b polymerase chain reaction underestimate mixed infection of avian blood haemosporidian parasites: microscopy is still essential. *The Journal of Parasitology* 92 (2): 418-422.
- Valkiūnas G, Iezhova T. A, Križanauskienė A, Palinauskas V, Seghal R. N. M. (2008a): A comparative analysis and PCR-based detection methods for blood parasites. *Journal of Parasitology* 94 (6): 1395-1401.

- Valkiūnas G, Zehtindjiev P, Dimitrov D, Križanauskienė A, Iezhova T. A, Bensch S. (2008b): Polymerase chain reaction–based identification of *Plasmodium (Huffia) elongatum*, with remarks on species identity of haemosporidian lineages deposited in GenBank. *Parasitology Research* 102 (6): 1185-1193.
- Vasić VF, Simić DV, Stanimirović Ž, Karakašević M, Šćiban M, Ružić M, Kulić S, Kulić M, Puzović S. (2004): Nomenklatura srpskih imena ptica 2 (Passeriformes). *Dvogled* 5: 10-18. Beograd.
- Vasović M. (1994): Bilans geografskog preobražaja banatske Peščare u XIX i XX veku. U: Marinković P, urednik. „Deliblatska peščara“, Zbornik radova VI. „Deliblatski pesak – Deliblatska peščara za 21.vek 1818-1993“. Pančevo. str. 179-188.
- Ventim R, Tenreiro P, Grade N, Encarnação P, Araújo M, Mendes L, Pérez-Tris J, Ramos JA. (2012): Characterization of haemosporidian infections in warblers and sparrows at south-western European reed beds. *Journal of Ornithology* 153 (2): 505-512.
- Veljović V. (1967): Dolinske livade Gruže. *Glasnik Prirodnjačkog muzeja – Seria B* 22: 113-123.
- Von Rönn JAC, Harrod C, Bensch S, Wolf JBW. (2015): Transcontinental migratory connectivity predicts parasite prevalence in breeding population of the European barn swallow. *Journal of Evolutionary Biology* 28 (3): 535-546.
- Vujadinović S, Gajić M. (2005): Vegetacijske raznovrsnosti Gruže. *Glasnik Srpskog geografskog društva* 85 (2): 29-36.
- Waldenström J, Bensch S, Kiboi S, Hasselquist D, Ottosson U. (2002): Cross-species infection of blood parasites between resident and migratory songbirds in Africa. *Molecular Ecology* 11 (8): 1545-1554.
- Waldenström J, Bensch S, Kiboi S, Hasselquist D, Ostman O. (2004): A new nested polymerase chain reaction method very efficient in detecting *Plasmodium* and *Haemoproteus* infection from avian blood. *Journal of Parasitology* 90 (1): 191-194.
- Weatherhead PJ, Bennett GF. (1991): Ecology of red-winged blackbird parasitism by haematozoa. *Canadian Journal of Zoology* 69: 2352-2359.
- Wenyon, C. M. (1926): *Protozoology, Part 2*. London: Bailliere, Tindall and Cox.
- Wiersch SC, Lubjuhn T, Maier WA, Kampen H. (2007): Haemosporidian infection in passerine birds from Lower Saxony. *Journal of Ornithology* 148 (1): 17-24.

- [WCc] Wikimedia Commons contributors. 2017. File: *Aedes aegypti* E-A-Goeldi 1905. jpg. Wikimedia Commons, the free media repository; 2017 Aug 3, 16:07 UTC [05.01.2017]. https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Aedes_aegypti_E-A-Goeldi_1905.jpg&oldid=254048547.
- Wobeser GA. (2008): Parasitism: cost and effects. U: Atkinson CT, Thomas NJ, Hunter DB, urednici. Parasitic diseases of wild birds. Wiley Blackwell. str. 3-9.
- Wood MJ, Cosgrove CL. (2006): The hitchhiker's guide to avian malaria. Trends in Ecology and Evolution 21 (1): 5-7.
- Wood MJ, Cosgrove CL, Wilkin TA, Knowles SCL, Day KP, Sheldon BC. (2007): Within-population variation in prevalence and lineage distribution of avian malaria in blue tits, *Cyanistes caeruleus*. Molecular Ecology 16: 3263-3273.
- Wülker, G. (1919): Über parasitische Protozoen Mazedoniens. Archiv für Schiffs und Tropen-Hygiene 23: 425-431.
- Zehtindjiev P, Ilieva M, Križanauskiene A, Oparina O, Oparin M, Bensch S. (2009): Occurrence of haemosporidian parasites in the paddyfield warbler, *Acrocephalus agricola* (Passeriformes, Sylviidae). Acta Parasitologica 54 (4): 295-300.
- Zuk M. (1990): Reproductive strategies and diseases susceptibility, an evolutionary viewpoint. Parasitology 6 (7): 231-233.

KRATKA BIOGRAFIJA



Mr Daliborka Stanković je rođena 31. maja 1974. godine u Beogradu. Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Zrenjaninu. Osnovne studije na Prirodno-matematičkom fakultetu na Departmanu za biologiju i ekologiju, upisala je školske 1993/94. Diplomirala je 10. juna 1998. godine sa prosečnom ocenom 9,34 i stekla zvanje diplomirani biolog. Poslediplomske studije na PMFu, smer taksonomija upisuje 1999. godine i postaje stipendista Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije. Nakon položenih svih ispita predviđenih planom i programom, sa prosečnom ocenom 9,50 27. februara 2004. godine stekla je zvanje magistra bioloških nauka.

Od 1. oktobra 2001. godine zaposlena je u Biološkom odeljenju Prirodnjačkog muzeja u Beogradu, gde obavlja poslove višeg kustosa ornitologa. Od 2007. godine kao radi i kao šef Centar za markiranje životinja pri Prirodnjačkom muzeju. Od 2010. zvanični je predstavnik Republike Srbije na poslovima Scientific Councilor u CMS konvenciji. Član je NK ICOM Srbije.

Učesnik je na dva međunarodna i tri nacionalnog projekta. Autor je i vođa pet nacionalnih projekata u oblasti zaštite životne sredine. Dobitnica je međunarodnog granta za zaštitu prirode koji dodeljuje organizacija Rufford Small Grants (RSGs). Od avgusta do oktobra 2005. godine boravila je na usavršavanju u laboratoriji NIOZa i na Univerzitetu u Groningenu u Holandiji. Tokom novembra 2016. boravila je u laboratoriji za molekularnu ekologiju i evoluciju, Univerziteta u Lundu, Švedska.

Učesnik je brojnih međunarodnih i nacionalnih konferencija i simpozijuma. Autor je tri izložbe i stručni saradnik na 15 izložbi. Objavila je 35 stručnih i naučnih radova i publikacija samostalno ili u koautorstvu iz oblasti ornitologije i muzeologije. Tečno govori engleski.

Udata je i majka jednog deteta.

Novi Sad, 22.06.2018.

Ime i prezime

Mr Daliborka Stanković

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Daliborka Stanković
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Dr Laslo Barši, docent
Naslov rada: NR	Rasprostranjenost Haemosporidia u populacijama migratornih i sedentarnih vrsta ptica pevačica (Passeriformes) u Srbiji
Jezik publikacije: JP	Srpski (latinica)
Jezik izvoda: JI	srpski/engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Vojvodina
Godina: GO	2018
Izdavač: IZ	Autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Novi Sad, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Trg Dositeja Obradovića 2
Fizički opis rada: FO	broj poglavlja 7, stranica 121, slika 36, tabela 27, referenci 153
Naučna oblast: NO	Biologija
Naučna disciplina: ND	Parazitologija

Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Hemosporidije, <i>Haemoproteus</i> , <i>Plasmodium</i> , <i>Leucocytozoon</i> , pevačice
UDK	
Čuva se: ČU	Biblioteka Departmana za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 2, Novi Sad.
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	<p>Hemosporidije kao krvno prenosivi paraziti, veoma su rasprostranjeni u populacijama ptica širom planete. Izazivaju avijarnu malariju ili stanje slično njoj, a prenose se preko insekatskih vektora. Hemosporidije su veoma dobro proučene u severnoj i zapadnoj Evropi i Severnoj Americi. S obzirom da su hemosporidije slabije izučavane u Palearktičkom migratornom sistemu zapadnog Balkana, osnovni cilj bio je da se istraži koje su vrste tri ispitivana roda hemosporidija <i>Plasmodium</i>, <i>Haemoproteus</i> i <i>Leucocytozoon</i> zastupljene kod različitih migratornih grupa ptica pevačica u Srbiji. Rasprostranjenje, prevalenca i parazitacija ustanovljene su na dva načina: pregledanjem krvnih razmaza ptica i pomoću molekularne (PCR) metode. Sakupljeno je 202 uzorka krvi sa sedam lokaliteta. Zaraza rodovima <i>Plasmodium</i>, <i>Haemoproteus</i> i <i>Leucocytozoon</i> ustanovljena je kod 66 jedinki, sa ukupnom prevalencom od 32,7%. Najčešći rod hemosporidija bilo je <i>Haemoproteus</i> sa prevalencom od 26,1%. Sve zražene ptice bile su adultne. Samo je jedna ptica imala ko-infekciju. Ustanovljena je 31 loza, od čega su dve potpuno nove i neotkrivene do sada. Loza CCF25 iz roda <i>Plasmodium</i>, izolovana je kod obične zebe (<i>Fringilla coelebs</i>), a dok ORIORI04 pripada rodu <i>Leucocytozoon</i> i izolovana je kod vuge (<i>Oriolus oriolus</i>). Loza GRW06 (<i>Plasmodium elongatum</i>) izolovana je po prvi put kod obične zebe, dok su loze PARUS20 i PARUS25 (<i>Leucocytozoon</i> sp.) po prvi put zabeležene kod planinske sive (<i>Poecile montanus</i>) i ćubaste senice (<i>Lophophanes cristatus</i>). Većina ptica (29) imala je srednji nivo parazitacije. Ustanovljena je značajna razlika u prevalenci između stanarica i delimičnih selica. Razlika u srednjoj</p>

	parazitemiji bila je značajna takode između stanarica i delimičnih selica.
Datum prihvatanja teme od strane Senata: DP	22. 10. 2015.
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	Olivera Bjelić Čabrilo / dr / vanredni profesor / Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad / predsednik Ivo Karaman / dr /redovni profesor / Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad / član Snežana Tomanović / dr / viši naučni saradnik / Institut za medicinska istraživanja, Univerzitet u Beogradu / član Laslo Barši / dr / docent / Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad / član

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCES**

KEYWORDS DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Doctoral dissertation
Author: AU	Daliborka Stanković
Mentor: MN	Laslo Barši, PhD, Assistant Professor
Title: TI	Distribution of Haemosporidia in population of migratory and sedentary passerine birds (Passeriformes) in Serbia
Language of text: LT	Serbian (Latin)
Language of abstract: LA	Serbian/English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2018
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Faculty of Sciences, Department of Biology and Ecology, Dositeja Obradovića Square 2, Novi Sad
Physical description: PD	7 chapters, 118 pages, 36 pictures, 27 tables, 153 references
Scientific field SF	Biology
Scientific discipline SD	Parasitology
Subject, Key words SKW	Haemosporidia, <i>Haemoproteus</i> , <i>Plasmodium</i> , <i>Leucocytozoon</i> , passerines

UC	
Holding data: HD	Library of Department of Biology and Ecology of the Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Dositeja Obradovića Square 2, Novi Sad
Note: N	
Abstract: AB	<p>Avian haemosporidians are vector-transmitted blood parasites distributed worldwide, abundant in many bird families and well-studied across Europe and North America. Since avian haemosporidians were poorly examined in the Palearctic migratory flyways of the Western Balkans, the goal of this study was to investigate what species of three haemosporidian genera <i>Plasmodium</i>, <i>Haemoproteus</i> and <i>Leucocytozoon</i> infect both resident and migratory passerine birds in Serbia. The prevalence, distribution and parasitemia of avian haemosporidian infections were screened using both nested PCR method and microscopy observation. Out of 202 sampled birds at seven localities, 66 were positive for haemosporidians. Total prevalence was 32.7%. Great majority of infected birds (29 individuals) had moderate level of parasitemia. The most abundant haemosporidian genus was <i>Haemoproteus</i> with prevalence of 26.1%. All infected birds were adults, whereas none of tested juveniles were infected. Mixed infection was recorded only in one bird. We identified 31 genetic lineages of haemosporidian parasites. Two new cytochrome <i>b</i> lineages of <i>Plasmodium</i> and <i>Leucocytozoon</i> were identified and found in hosts Common Chaffinch (<i>Fringilla coelebs</i>) and Golden Oriole (<i>Oriolus oriolus</i>). We identified three new host records for previously known lineages. The lineage GRW06 (<i>Plasmodium elongatum</i>) occurred in Common Chaffinch, while the lineages PARUS20 and PARUS25 (<i>Leucocytozoon</i> sp.) were recorded in Willow Tit (<i>Poecile montanus</i>) and Crested Tit (<i>Lophophanes cristatus</i>), respectively. We found statistically significant differences in the prevalence of three haemosporidian genera among resident and partial migratory birds. The difference in mean parasitemia was significant only between resident and partial migrants</p>
Accepted on Senate on: AS	22. October 2015

Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	Olivera Bjelić Čabrilo / PhD / Associate professor / Faculty of Sciences, Novi Sad / president Ivo Karaman / PhD / Full Professor / Faculty of Sciences, Novi Sad / member Snežana Tomanović / PhD / Associate Research Professor / Institute for Medical Research, University of Belgrade / member Laslo Barši / PhD / Assistant Professor / Faculty of Sciences, Novi Sad / member