Taksonomske i biološko-ekološke značajke roda Telestes Bonaparte 1837(Actinopterygii) na području Velike i Male Kapele

Marčić, Zoran

Doctoral thesis / Disertacija

2013

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:988263

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Zoran Marčić

TAKSONOMSKE I BIOLOŠKO-EKOLOŠKE ZNAČAJKE RODA *Telestes* BONAPARTE, 1837 (ACTINOPTERYGII) NA PODRUČJU VELIKE I MALE KAPELE

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2013.



University of Zagreb

FACULTY OF SCIENCE
DIVISION OF BIOLOGY

Zoran Marčić

TAXONOMIC, BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GENUS *Telestes* BONAPARTE, 1837 (ACTINOPTERYGII) IN THE AREA OF VELIKA KAPELA AND MALA KAPELA MOUNTAINS

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2013.

Ova je disertacija izrađena u Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom prof. dr. sc. Perice Mustafića, u sklopu Sveučilišnog poslijediplomskog studija Biologije pri Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Perici Mustafiću na savjetima i pomoći tijekom izrade ove disertascije.

Posebno hvala i prof. dr. sc. Miloradu Mrakovčiću koji je omogućio početak postdiplomskog studija te izradu ove disertacije.

Hvala i svim kolegama (i sadašnjim i bivšim i pridruženim) iz laboratorija za kralješnjake Marku, Aljoši, Siniši, Ivani, Davoru, Tanji i Andreji na pomoći pri terenskom radu te savjetima i podršci.

Hvala i mojim diplomanticama Ivani, Ani i Ireni na pomoći pri obradi uzoraka.

Posebno hvala i gospođi Ivančici, Mariji i Vlatki na pomoći pri obradi makrozoobentosa i sadržaja želudaca.

Veliko hvala i mojoj obitelji na podršci te poticaju s tisuću puta pitanim „Kad ćeš doktorirat'?“.

Posebno hvala Maji, Špiru i Luce.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu Doktorski rad
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

TAKSONOMSKE I BIOLOŠKO-EKOLOŠKE ZNAČAJKE RODA *Telestes* BONAPARTE, 1837 (ACTINOPTERYGII) NA PODRUČJU VELIKE I MALE KAPELE

Zoran Marčić

Zoologijski zavod, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

U ovom su radu prvi put istražene taksonomske te biološko-ekološke značajke riba iz roda *Telestes* na području Velike i Male Kapele. Uzorak je prikupljen elektroribolovom, a dodatni podaci prikupljeni su metodom opažanja tijekom ronjenja. Ovim je istraživanjem dokazano da na području istraživanja dolaze dvije vrste unutar ovog roda; svijetlica - *T. polylepis* sa sjeveroistočne strane i kapelska svijetlica - *T. karsticus* s jugozapadne strane planina Velike i Male Kapele. Znatno su se povećala znanja o rasprostranjenosti, morfometriji i meristici obiju vrsta te strukturi populacije, dužinsko-masenim odnosima, prehrani, starosti i rastu, razmnožavanju i smrtnosti kapelske svijetlice. Kapelska je svijetlica eurifagni omnivor i hrani se uglavnom makrozoobentosom, iako su u probavilu pronađeni i kopneni kukci, slatkovodni račići, ribe te alge i biljni materijal. Spolno je zrela u starosnoj kategoriji 1^+, spada u litofile, a razmnožava se od sredine ožujka do sredine svibnja. Najstarija je jedinka kapelske svijetlice bila u starosnoj kategoriji 5^+.

(VI+178 stranica, 83 slike, 33 tablice, 130 literaturnih navoda, jezik izvornika hrvatski)
Rad je pohranjen u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici, Avenija Hrvatske bratske zajednice 4, 10 000 Zagreb
Ključne riječi: svijetlica / taksonomija i rasprostranjenost / biologija i ekologija vrste

Mentor: dr. sc. Perica Mustafić, izvanredni profesor
Ocjenjivači: dr. sc. Tomislav Treer, redoviti profesor
dr. sc. Perica Mustafić, izvanredni profesor
dr. sc. Mladen Kerovec, redoviti profesor

Rad prihvaćen: 26. lipnja 2013.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Division of Biology

Doctoral thesis

TAXONOMIC, BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GENUS *Telestes* BONAPARTE, 1837 (ACTINOPTERYGII) IN THE AREA OF THE VELIKA KAPELA AND MALA KAPELA MOUNTAINS

Zoran Marčić

Department of Zoology, Division of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb,
Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb

In this thesis, the taxonomic, biological and ecological characteristics of the genus *Telestes* in the area of the Velika and Mala Kapela mountains were examined. Samples were collected by electrofishing and in a visual dive census. Two distinct species of the genus *Telestes* were found in the area of investigation; *T. polylepis* and *T. karsticus*, each on the opposite side of the Velika and Mala Kapela mountains. Accordingly, the knowledge of the distribution, morphometric and meristic characteristics for both species has been significantly improved. Also, the knowledge of the population structure, length-weight relationships, diet, age and growth, reproduction and mortality of *T. karsticus* has greatly improved. This species is a euryphagous omnivore. Benthic invertebrates accounted for the majority of the food consumed, although terrestrial insects, plant material, algae and fish were also found. The species sexually matures at the age of 1^+. It is a litophylic species that spawns from mid-March to mid-May. The oldest specimen found was at the age of 5^+.

(VI+178 pages, 83 figures, 33 tables, 130 references, original in Croatian)

Keywords: Croatian Dace / taxonomy and distribution / life history and autecology

Supervisor: Perica Mustafić, PhD, Associate Professor

Reviewers: Tomislav Treer, PhD, Full Professor
Perica Mustafić, PhD, Associate Professor
Mladen Kerovec, PhD, Full Professor

Thesis accepted: 6 June 2013

SADRŽAJ

1. Uvod 4
2. Literaturni pregled 10
2.1. Dosadašnja saznanja o rasprostranjenosti roda *Telestes* na području Velike i Male Kapele 11
2.2 Pregled dosadašnjih istraživanja biologije i ekologije roda *Telestes* na području Velike i Male Kapele 12
2.3. Pregled istraživanja biologije i ekologije ostalih vrsta iz roda *Telestes* 12
2.4. Filogenetska i filogeografska istraživanja roda *Telestes* 14
2.5. Ostala istraživanja na rodu *Telestes* 15
3. Područje istraživanja i metode rada 16
3.1. Područje istraživanja 17
3.2. Lokaliteti, metode uzorkovanja i konzerviranje uzoraka 34
3.3. Morfometrijske, fenološke i merističke analize 36
3.4. Sastav populacije 39
3.5. Analiza odnosa dužine i mase tijela 39
3.6. Analiza prehrane 40
3.7. Analiza razmnožavanja 44
3.8. Analiza starosti i rasta 45
3.9. Smrtnost 46
4. Rezultati 48
4.1. Morfometrija, fenologija i meristika 49
4.2. Sastav populacije 58
4.2.1. Dužinski i maseni sastav 58
4.2.2. Sastav po spolu 61
4.2.3. Starosni sastav 64
4.3. Dužinsko-maseni odnos 65
4.3.1. Kondicija 71
4.4. Prehrana 78
4.4.1. Morfologija i relativna dužina probavila 78
4.4.2. Bentos potoka Sušik 80
4.4.3. Ispunjenost probavila 84
4.4.4 Sastav prehrane 85
4.4.4.1. Kvalitativni sastav prehrane 85
4.4.4.2. Kvantitativni sastav prehrane 88
4.4.5. Dostupna i pojedena hrana 95

4.5. Razmnožavanje 98
4.5.1. Gonadosomatski indeks 98
4.5.2. Fekunditet i veličina jajnih stanica 103
4.5.3. Dužina i starost jedinki kod prve spolne zrelosti 109
4.5.4. Vrijeme mrijesta i uvjeti na mjestu mrijesta 109
4.6. Starost i rast 111
4.6.1. Morfologija ljusaka 111
4.6.2. Starosne skupine 112
4.6.3. Povratni izračun 114
4.7. Smrtnost 117
5. Rasprava 118
5.1. Morfometrija, fenologija i meristika 120
5.2. Sastav populacije 123
5.3. Dužinsko-maseni odnosi 126
5.4. Prehrana 129
5.5. Razmnožavanje 133
5.6. Starost i rast 138
5.7. Smrtnost 140
6. Zaključci 141
7. Literatura 146
8. Prilozi 158
9. Životopis 174

1. UVOD

Rod *Telestes* Bonaparte, 1837 spada u red šaranki (Cypriniformes), porodicu Cyprinidae i potporodicu Leuciscinae. U red Cypriniformes ubrajamo ribe koje imaju peti škržni luk povećan i promijenjen u ždrijelne zube, pružívu gornju čeljust, peraje s tvrdim segmentiranim šipčicama nalik na bodlje, tri škrgokožne koščice te još neke specifično razvijene kosti u glavi. Nadalje, nemaju zube na čeljustima, glava im je uglavnom bez ljusaka, a većina ih nema masnu peraju. Rasprostranjene su po cijelom svijetu osim Australije i Južne Amerike. Skupina je najraznolikija u jugoistočnoj Aziji, a mnoge su ribe ove skupine popularne akvarijske ribe (NELSON, 2006).

Porodica Cyprinidae najveća je porodica slatkovodnih riba na svijetu s više od 2400 opisanih vrsta, a ako izuzmemo glavoče, i najveća porodica kralješnjaka na svijetu. To je gotovo isključivo slatkovodna porodica s nekoliko rijetkih izuzetaka koji zalaze u bočatu vodu. Porodica je rasprostranjena u Sjevernoj Americi (od sjeverne Kanade do južnog Meksika), Africi i Euroaziji. Ždrijelni zubi su razmješteni u jednom do tri reda i nikada ih nema više od osam u jednome redu. Usne su obično tanke, bez bradavica. Neke ribe iz ove porodice imaju brkove. Granicu gornje čeljusti obično čini predčeljusna kost, a gornja je čeljust u većini slučajeva pružíva. Neke imaju bodljolike šipčice u leđnoj peraji. Raspon veličina ovih riba je od 10 mm do 3m (NELSON, 2006). Neke od ovih riba vrlo su važne kao hrana ljudima. Vrlo su raznolike oblikom, nastanjuju raznolika staništa i imaju vrlo raznolike životne strategije (KOTTELAT I FREYHOF, 2007). U ovu porodicu spada i trenutno najmanja riba na svijetu *Paedocypris progenetica* Kottelat, Britz, Tan & Witte, 2006, a najmanja izmjerena spolno zrela ženka imala je standardnu dužinu tijela od samo 7,9 mm (KOTTELAT I SUR., 2006).

Iako pojedini autori navode različiti broj potporodica koje sačinjavaju porodicu Cyprinidae, potporodica Leuciscinae jedna je od široko prihvaćenih (CHEN I SUR., 1984; HOWES, 1991; LIU I SUR., 2002; ARAI I KATO, 2003). Potporodica Leuciscinae široko je rasprostranjena cijelom sjevernom Euroazijom, Sjevernom Amerikom i sjevernom Afrikom. U Palearktiku razlikujemo barem 35 rodova s više od 180 vrsta, dok u Sjevernoj Americi razlikujemo 45 do 50 autohtonih rodova s više od 250 vrsta (MAYDEN, 1991). U europskoj ihtiofauni, ova je potporodica najveća među ciprinidima i čini 24 od 34 roda šaranki (FREYHOF ET. AL., 2006). Osim brojnih osteoloških značajki, od ostalih ciprinidnih riba, ova se potporodica razlikuje dužinom leđne peraje koja je vrlo kratka i čija zadnja nerazgranata šipčica nije niti nazubljena niti nalik na bodlju. Ove ribe nikada nemaju brkove, a ždrijelni su im zubi poredani u jednom ili dva reda (KOTTELAT I FREYHOF, 2007).

Rod *Telestes* endemski je rod za Euromediteransku podregiju (KETMAIER I SUR., 1998). Razlikuje se od ostalih rodova potporodice kombinacijom sljedećih karakteristika: ispred analnog otvora nemaju greben bez ljusaka koji prolazi sredinom trbušne strane, imaju cjelovitu bočnu prugu, završna ili poluzavršna usta, varijabilne ždrijelne zube (mali, kukasti i nazubljeni) poredane u jednom ili dva reda, početak leđne peraje je malo iza početka trbušnih peraja, u podrepnoj peraji imaju 7-$10^1/_2$ razgranatih šipčica, u leđnoj peraji imaju 7-$8^1/_2$ razgranatih šipčica, duž bočne pruge im se proteže crna linija, a od vrha njuške sredinom boka tijela do repnog drška proteže se crna pruga (KETMAIER I SUR., 1998; KOTTELAT I FREYHOF, 2007). Crna pruga nije uvijek uočljiva kod živih primjeraka, ali se uvijek jasno vidi kod konzerviranih (KOTTELAT I FREYHOF, 2007). Pripadnici roda *Telestes* srednje su veličine tijela i rijetko prelaze 150 mm standardne dužine tijela (KETMAIER I SUR., 1998). Tipska vrsta za rod je *Telestes muticellus* (Bonaparte, 1837) iz sjeverne Italije.

Rod *Telestes* dugo je vremena smatran kao podrod roda *Leuciscus* ali su KETMAIER I SUR. (1998) podigli svojtu *Telestes* na razinu roda. HECKEL I KNER (1858) u svojem djelu prepoznaju *Telestes* kao zaseban rod te za Austro-Ugarsku Monarhiju navode dvije vrste: *T. agassizi* Valenciennes, 1844 i *T. muticellus* Bonaparte, 1837. Kasnije je većina europskih autora preuzela naziv ovog roda prema BERG (1932) pa su koristili naziv *Leuciscus*, iako je većina francuskih autora i dalje koristila naziv *Telestes* bilo kao naziv roda ili podroda (KETMAIER I SUR., 1998).

Trenutno prepoznajemo 14 vrsta iz roda *Telestes*. To su *T. beoticus* (Stephanidis, 1939), *T. croaticus* (Steindachner, 1866), *T. dabar* Bogutskaya, Zupančič, Bogut i Naseka, 2012, *T. fontinalis* (Karaman, 1972), *T. karsticus* Marčić i Mrakovčić, 2011, *T. metohiensis* (Steindachner, 1901), *T. miloradi* Bogutskaya, Zupančič, Bogut i Naseka, 2012, *T. montenegrinus* (Vuković, 1963), *T. muticellus* (Bonaparte, 1937), *T. pleurobipunctatus* (Stephanidis, 1939), *T. polylepis* Steindachner, 1866, *T. souffia* (Risso, 1827), *T. tursky* (Heckel, 1843), *T. ukliva* (Heckel, 1843). U tablici 1.1 prikazano je osam vrsta koje dolaze u Hrvatskoj (MRAKOVČIĆ I SUR., 2006; MARČIĆ I SUR., 2011, BOGUTSKAYA I SUR., 2012).

Tablica 1.1. Popis vrsta roda *Telestes* koje obitavaju u slatkim vodama Hrvatske

Latinski naziv	Hrvatski naziv	Sinonimi
T. souffia	blistavac	*Condrostoma rysela, Leuciscus souffia, Leuciscus agassii, Leuciscus souffia souffia, Telestes rysela*
T. polylepis	svijetlica	*Leuciscus polylepis*
T. karsticus	kapelska svijetlica	*Leuciscus polylepis, Telestes polylepis*
T. croaticus	hrvatski pijor	*Paraphoxinus croaticus, Phoxinellus croaticus*
T. fontinalis	krbavska gaovica	*Phoxinellus adspersus fontinalis, Phoxinellus fontinalis*
T. tursky	turski klen	*Leuciscus tursky, Squalius tursky*
T. ukliva	cetinska ukliva	*Leuciscus ukliva, Squalius ukliva*
T. miloradi	gatačka gaovica	*Paraphoxinus metohienesis, Phoxinellus metohienesis, Telestes metohiensis*

Rod *Telestes* čine isključivo slatkovodne ribe. Ribe roda *Telestes* prilagođene su na hladnovodne uvjete i moglo bi ih se svrstati u zonu lipljena, što znači da pretežno žive u gornjim tokovima rijeka ili u manjim potocima (KETMAIER I SUR., 1998; KETMAIER I SUR. 2004). Ribe ovog roda žive u staništima od planinskih potoka i jezera do nizinskih rijeka. Većina ih je rasprostranjena u rijekama koje se slijevaju u istočni Jadran (KOTTELAT I FREYHOF, 2007).

Republika Hrvatska zbog svojega geografskog položaja te geološke povijesti ima vrlo veliku raznolikost slatkovodnih riba pa u slatkovodnoj ihtiofauni brojimo oko 150 vrsta riba. Posebno zanimljiv dio naše slatkovodne ihtiofaune čine endemske vrste riba, kojih u Hrvatskoj ima 50-ak vrsta (MRAKOVČIĆ I SUR. 2006). Iako je Dalmacija biogeografska regija s najviše endemskih vrsta, ipak postoje i one koje su ograničene na vrlo male krške prostore dunavskog slijeva. Takve su, na primjer, krbavski pijor, krbavska gaovica (*Delminichthys krbavenis* (Zupančič et Bogutskaya, 2002)), svijetlica (slika 1.1.) i kapelska svijetlica (slika 1.2.).



Slika 1.1. Svijetlica - *Telestes polylepis*



Slika 1.2. Kapelska svijetlica - *Telestes karsticus*

Endemske su vrste izrazito vrijedne i čine važan dio europske i svjetske bioraznolikosti. Kako većina njih ima vrlo ograničena područja rasprostranjenosti i obično imaju malu sposobnost prilagodbe na promjene vanjskih čimbenika, izrazito su ugrožene. Njihovoj ugroženosti doprinosi i unos alohtonih vrsta, povećani antropogeni pritisak na njihova staništa te nedostatak vode zbog klimatskih promjena (MRAKOVČIĆ I SUR. 2006; FREYHOF I SUR. 2006). Unatoč njihovoj velikoj vrijednosti i ugroženosti, naša su znanja o biologiji i ekologiji endemskih vrsta vrlo fragmentarna, što nam onemogućuje donošenje efikasnijih i za svaku vrstu specifičnih mjera zaštite.

Stoga je cilj ovog istraživanja preispitati i dopuniti dosadašnja taksonomska saznanja o svijetlici (*T. polylepis*) i kapelskoj svijetlici (*T. karsticus*) na području Velike i Male Kapele te istražiti biologiju i ekologiju kapelske svijetlice, što će izravno doprinijeti poboljšanju zaštite ovog roda. Taksonomski status istražit će se morfološkim metodama (morfometrijom, meristikom i vanjskim izgledom) na reprezentativnom uzorku sa svakog lokaliteta na kojem vrsta obitava. Time će se utvrditi eventualna intraspecijska morfološka raznolikost. Proučavanje biologije i ekologije populacije kapelske svijetlice iz potoka Sušik iz polja Lug podrazumijeva:

- utvrditi sastav populacije s obzirom na dužinu, spol i starost
- utvrditi dužinsko-masene odnose i kondiciju populacije
- obraditi morfologiju i dužinu probavila, istražiti kvalitativni i kvantitativni sastav prehrane tijekom jedne godine te usporediti dostupnu i pojedenu hranu
- analizirati gonadosomatske indekse, fekunditet i veličinu jaja, odrediti vrijeme i karakteristike mrijesta populacije te dužinu i starost prve spolne zrelosti jedinki
- istražiti starost i rast jedinki vrste te izraditi model rasta za oba spola
- ustanoviti stopu mortaliteta u populaciji.

2. LITERATURNI PREGLED

2.1. Dosadašnja saznanja o rasprostranjenosti roda *Telestes* na području Velike i Male Kapele

Prema povijesnim podacima, na području Velike i Male Kapele bila je poznata samo jedna vrsta iz roda *Telestes*, i to *Telestes polylepis* Steindachner, 1866. STEINDACHNER (1866) u svom opisu ove vrste navodi da vrsta živi u rijeci Mrežnici, Dobri i potocima kraj Josipdola. Već SEELEY (1886) navodi vrstu kao *Leuciscus polylepis* i, zapravo, samo prevodi Steindachnerov rad na engleski. KIŠPATIĆ (1893) navodi svijetlicu u „Sistematskom pregledu naših riba" kao *Telestes polylepis* i navodi je u Munjavi, Dobri i Mrežnici. TRGOVČEVIĆ (1905) potvrđuje Steindachnerove navode, ali svojtu *Telestes* navodi kao podrod roda *Leuciscus* te proširuje areal i na potok Jarugu u Stajničkom polju. TALER (1953) navodi ovu vrstu kao svjetlicu (*Leuciscus polylepis*) s područjem rasprostranjenosti u Stajničkoj jarugi, Modruškoj Mrežnici, Munjavi i Dobri te u potocima i ponornicama oko planine Kapele u Hrvatskoj. PINTAR (1964a i b) precizira prijašnje navode i navodi da je svjetlica (*L. polylepis*) sa sigurnošću potvrđena u potoku Zdenac kraj Josipdola i u potoku Turkalj, da postoji vjerojatnost da je ima i u Modruškoj Mrežnici te u Stajničkoj jarugi. Također, PINTAR (1964a i b) navodi kako svjetlice u Munjavi kod Josipdola nema. VUKOVIĆ I IVANOVIĆ (1971) navode vrstu kao *L. polylepis* s rasprostranjenošću u vodama oko Kapele. Zanimljivo, POVŽ I SUR. (1990) navode *L. polylepis* za rijeku Čikolu, ali se vjerojatno radi o greški u determinaciji.

U novije su vrijeme BANARESCU I HERZIG-STRACHIL (1998) pregledali materijal iz bečkog prirodoslovnog muzeja i naveli svijetlicu kao *Leuciscus* (*Telestes*) *polylepis* te kao rasprostranjenost ponavljaju Steindachnerove navode. MRAKOVČIĆ I SUR. (2006) navode da svijetlica (*Telestes polylepis*) živi u rijekama Mrežnici, Dobri i Stajnici (kod Jezerana). Prema IUCN-u (CRIVELLI, 2006) jedini je trenutačno potvrđeni lokalitet na kojem živi svijetlica Stajnička jaruga, a TVRTKOVIĆ I VEEN (2006) zabilježili su je u Jasenačkom polju i ponoru Rupećica. KOTTELAT I FREYHOF (2007) navode Stajničku jarugu kao jedini poznati lokalitet, dok za ostale lokalitete smatraju da nisu potvrđeni. ZUPANČIČ (2008) navodi da je *T. polylepis* rasprostranjen u Šmitovom jezeru i Rupećici te navodi još neopisanu vrstu iz roda *Telestes* na području Like i Gorskoga kotara. MARČIĆ I SUR. (2011) razdvajaju *T. polylepis sensu* Steindachner 1866 u dvije vrste; *T. polylepis* sa sjeveroistočne strane i *T. karsticus* s jugozapadne strane planina Velike i Male Kapele.

2.2 Pregled dosadašnjih istraživanja biologije i ekologije roda *Telestes* na području Velike i Male Kapele

O biologiji i ekologiji ovih vrsta vrlo se malo zna i većina podataka navedena je samo taksativno. Tako STEINDACHNER (1866) u svom opisu vrste navodi da je najveći zabilježeni primjerak dugačak $4^1/_4$" (otprilike 11 cm) te da se vrsta mrijesti od lipnja do srpnja. TRGOVČEVIĆ (1905) ponavlja Steindachnerove navode i još navodi bolest koja je poharala populaciju iz Stajničkog polja za koju danas znamo da pripada vrsti *T. karsticus*. Bolest se manifestirala kao „crvene veće ili manje ljage na tijelu, osobito na glavi". Najveći je zabilježeni Trgovčevićev primjerak bio velik 17 cm. PINTAR (1964a i b) navodi kako se svijetlica zadržava u manjim jatima u bistroj i hladnoj vodi skrivajući se u vodenom bilju te ponavlja starije navode o prehrani i mrijestu vrste. MRAKOVČIĆ I SUR. (2006) navode da je vrsta svežder koji se hrani različitim ličinkama vodenih kukaca, račićima i biljnom hranom te da se mrijesti u otvorenoj vodi i da jaja odlaže na podvodno bilje pa je stoga fitofilna vrsta. ZUPANČIČ (2008) dodaje kako vrsta živi u čistim, tekućim ponornicama, izvorima i podzemnim vodama te kako u sušnom i zimskom razdoblju zalazi u podzemlje.

2.3. Pregled istraživanja biologije i ekologije ostalih vrsta iz roda *Telestes*

Pregledom dostupne literature možemo uvidjeti da su podaci o biologiji i ekologiji roda *Telestes* izrazito malobrojni i za većinu vrsta fragmentarni. Pregledana je dostupna literatura za sve vrste svrstane u sadašnji rod *Telestes,* što uključuje i vrste koje su donedavno bile svrstavane u druge rodove poput *Leuciscus, Phoxinellus, Paraphoxinus* i *Squalius*.

KOTTELAT I FREYHOF (2007) navode podatke o razmnožavanju *T. beoticus*.

TRGOVČEVIĆ (1905) piše o biologiji *T. croaticus* te u kratkim crtama opisuje migracijske navike u podzemlje, vrijeme mrijesta, fekunditet, mjesto polaganja jaja, veličinu netom izvaljenih jedinki, veličinu koju riba dosegne do prve zime, maksimalnu zabilježenu veličinu te prehranu ove vrste. MRAKOVČIĆ I SUR. (2006) ponavljaju Trgovčevićeve navode.

BOGUTSKAYA I SUR. (2012) za *T. dabar* navode vrijeme razmnožavanja, veličinu spolno zrelih jedinki obaju spolova te veličinu zrelih jaja.

ZUPANČIČ I BOGUTSKAYA (2002) u redeskripciji *T. fontinalis* spominju spolni dimorfizam te povlačenje u podzemlje za vrijeme nepovoljnih prilika. MRAKOVČIĆ I SUR.

(2006) navode kako za ovu vrstu nema literaturnih podataka o prehrani, ali da se vjerojatno hrani beskralješnjacima dna poput ostalih vrsta iz njezina roda, naseljava krške tekućice i izvore, a nepovoljni dio godine provodi u podzemlju.

AGANOVIĆ I KAPETANOVIĆ (1970) opisuju dužinu probavila kod *T. metohiensis*. MRAKOVČIĆ I SUR. (2006) navode podatke o prehrani te o razmnožavanju te navode kako vrsta nastanjuje jezera i vodotoke s malim protokom i u visinskim i u nizinskim predjelima. KOTTELAT I FREYHOF (2007) navode podatke o prvoj spolnoj zrelosti te o mjesecu razmnožavanja, ali se ti podaci vjerojatno odnose na *T. dabar*.

O *T. miloradi* nema objavljenih podatka. Prema KOTTELAT I FREYHOF (2007), vrsta je zadnji put zabilježena 1901. godine u Ljutoj u Konavlima, iako je u Ljutoj navodi i KOSIĆ (1903) uz napomenu da je nekada bila brojnija.

Biologija *T. montenegrinus* opisana je u radu DRECUN I SUR. (1985) te u seriji radova M. Krivokapić. Tako, KRIVOKAPIĆ (1992a) opisuje strukturu populacije prema starosti, dužinama i masama jedinki. KRIVOKAPIĆ (1992b) opisuje morfologiju i dužinu probavila te sezonski sastav prehrane vrste. Zatim, KRIVOKAPIĆ (1998) objavljuje rast te najzad KRIVOKAPIĆ (2002b) opisuje mrijest ove vrste.

ZERUNIAN (2004) navodi kako su znanja o biologiji *T. muticellus* vrlo skromna te u kratkim crtama opisuje maksimalnu veličinu ove vrste, prehranu, rast, razmnožavanje te spolni dimorfizam.

BARBIERI I SUR. (2002) u kratkim crtama opisuju biologiju vrste *T. pleurobipunctatus* te navode karakteristike starosti, rasta i razmnožavanja ove vrste.

VUKOVIĆ (1985) u svojoj doktorskoj disertaciji piše o ekologiji *T. souffia* iz rijeke Drine te navodi podatke o strukturi populacije, dužinsko-masenim odnosima, razmnožavanju i razvoju te o prehrani ove vrste. BLESS (1996) opisuje razmnožavanje i ekologiju ranih životnih stadija *T. souffia*. SCHWARTZ (1998) je opisao prehranu, rast i razmnožavanje *T. souffia* iz Švicarske. GUMPINGER I SUR. (2008) daju pregled biologije i ekologije *T. souffia* u Austriji. BOHL I SUR. (2004) pišu o razmnožavanju, razvoju i staništu ove vrste u Bavarskoj. WOCHER I RÖSCH (2006) opisali su migracije i odabir staništa *T. souffia*. MRAKOVČIĆ I SUR. (2006) navode podatke o prehrani, razmnožavanju te staništu ove vrste. WANZENBÖCK I SUR. (2011) pišu o stanju populacije ove vrste u Gornjoj Austriji.

ZANELLA (2003) u svom magistarskom radu opisuje strukturu populacije, prehranu, starost i rast te razmnožavanje vrste *T. ukliva*. Zatim, ZANELLA I SUR. (2009) navode brojnost i ihtiomasu *T. ukliva* unutar cetinske ihtiofaune, opisuju sezonsku migraciju, izračunavaju omjer spolova te opisuju prehranu vrste.

Za vrstu *T. tursky* MRAKOVČIĆ I SUR. (2006) navode kako je biologija vrlo malo poznata te da živi u jatima i da se hrani vodenim beskralješnjacima.

2.4. Filogenetska i filogeografska istraživanja roda *Telestes*

Genetičku i merističku varijabilnost populacija *T. souffia* iz Francuske istražili su GILLES I SUR. (1998). Nakon toga su KETMAIER I SUR. (1998) procijenili genetičku varijabilnost osam populacija tadašnjeg *Leuciscus souffia* kompleksa iz Francuske, Italije i Grčke. Slično su istraživanje proveli i MACHORDOM I SUR. (1999) koji su genetiču varijabilnost proučavali na osam populacija svojte *Leuciscus* (*Telestes*) *souffia* iz Francuske, Italije i Slovenije. Nastavak tih istraživanja objavili su GILLES I SUR. (2010) i uz molekularne markere pridodali i morfološke te proširili *T. souffia* kompleks s vrstama *T. montenegrinus* iz Crne Gore i *T. pleurobipunctatus* iz Grčke. SALDUCCI I SUR. (2004) ispitali su genetičku strukturu i filogeografiju vrste *T. souffia* iz Francuske kombinacijom morfologije, alozima i mitohondrijske DNK. MUENZEL I SUR. (2008) analizirali su mikrosatelite vrste *T. souffia* s područja oko Alpi. Filogeografiju *L. souffia* ispitali su SALZBURGER I SUR. (2003) koji su istražili mitohondrijsku DNK 22 populacije iz središnje Europe. HRBEK I SUR. su (2004) u istraživanju roda *Pseudophoxinus* uključili i nekoliko pripadnika roda *Telestes*. KETMEIER I SUR. (2004) ispitali su molekularnu filogeniju dviju linija (*Scardinius* i *Telestes*) unutar potporodice Leuciscinae. FREYHOF I SUR. (2006) ispitali su filogenetsku poziciju roda *Phoxinellus* i jedan parafiletički rod razbili na tri monofiletička, među kojima je i *Telestes*. ZACCARA I SUR. (2007) istražili su filogeografsku strukturu *T. muticellus* iz jedne francuske i dviju talijanskih regija pomoću mitohondrijske DNK. MARCHETTO I SUR. su (2010) pomoću mikrosatelitskih markera istražili filogeografsku pripadnost jedinki vrste *T. muticellus* iz svih poznatih područja njena obitavanja. MUENZEL I SUR. su (2010) pomoću mikrosatelita istražili genetičku strukturu dviju populacija *T. souffia* iz Bodenskog jezera. PEREA I SUR. su (2010) koristeći mitohondrijske i nuklearne markere istražili filogenetičke odnose unutar čitave potporodice Leuciscinae na čitavom cirkum-mediteranskom području. PALANDAČIČ I SUR. su (2010) pomoću tri nuklearna markera ispitali filogentičku poziciju pripadnika bivšeg roda

Phoxinellus. MARČIĆ I SUR. su (2011) meristički i morfološkim značajkama te mitohondrijskim markerima razdvojili *T. polylepis sensu* Steindachner 1866 na dvije vrste: *T. polylepis* i *T. karsticus*.

2.5. Ostala istraživanja na rodu *Telestes*

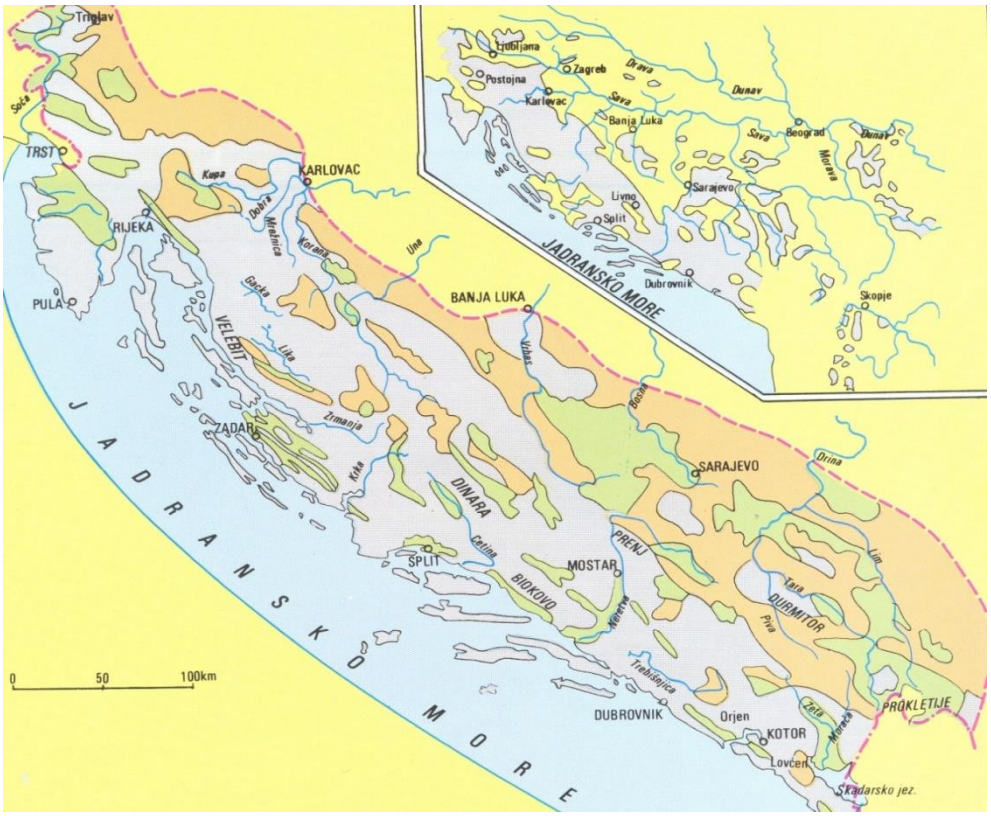
VUKOVIĆ I MILADINOVIĆ (1969) proveli su serološka istraživanja na vrsti *T. metohiensis*. SOFRADŽIJA (1971) navodi kromosomske garniture za *T. croaticus* i *T. metohiensis*. STEPHANIDIS (1974) navodi *T. pleurobipunctatus* i *T. beoticus* kao dvije podvrste vrste *Phoxinellus pleurobipunctatus*. BOGUTSKAYA I ZUPANČIČ su (2003) morfološki analizirali *T. croaticus*, *T. fontinalis* i *T. metohiensis* kao tadašnje pripadnike roda *Phoxinellus*.

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I METODE RADA

3.1. Područje istraživanja

Povijesni podaci o rasprostranjenosti svijetlice govore da je svijetlica bila rasprostranjena u vodotocima na području Velike i Male Kapele, u slijevu Zagorske Mrežnice, potocima kraj Josipdola te u rijeci Dobri (STEINDACHNER, 1866; TRGOVČEVIĆ, 1905). To područje pripada gorskoj Hrvatskoj, a na njemu razlikujemo tri elementa: Ogulinsko-plašćansku udolinu, Drežnički međuprostor kao dio Gorskoga kotara te Stajničko polje kao dio Like. Ogulinsko-plašćanska subregija je dio Karlovačke regije iako se tradicionalno smatra da prostor južno od Josipdola ulazi u Liku, a sjeverniji dijelovi u Gorski kotar (NJEGAČ, 2002). To je reljefno uravnjena, dobro izdvojena longitudinalna udolina koja ima značajke prijelaza i kontakta između drugih regionalnih cjelina. Nalazi se između niskog Pokuplja, Kordunske zaravni, Like i Gorskoga kotara. Drežnički je međuprostor ograničen Jozefinskom i Rudolfinskom cestom, masivom Velike Kapele i primorskim odsjekom (PETROVIĆ, 2005). Stajničko se polje proteže u smjeru jugoistok-sjeverozapad ispod Male Kapele, u dužini oko 6,5 km od sela Čarapi do glavne ponorske zone sjeverozapadno od mosta u Jezeranama (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999).

Cijelo povijesno područje rasprostranjenosti nalazi se na području krša. Područje krša u Hrvatskoj reljefna je specifičnost kakva ne postoji nigdje drugdje u Europi. Geološki gledano, krš je karakterističan oblik reljefa na vapnenačko-dolomitnoj podlozi, odnosno pretežno kamenoj karbonatnoj površini, oblikovan dugotrajnim radom oborinske i protočne vode (BOŽIČEVIĆ, 1992). Krš je zapravo značajka Dinarida, koji se kao cjelovit planinski pojas pružaju od slovenskih planina, uzduž jadranske obale do Prokletja uz albansku granicu (slika 3.1.).



Slika 3.1. Područje dinarskoga krša. Zelenom bojom označeni su vodoodrživi sedimenti s razvijenom riječnom mrežom, sivom bojom izraziti krš na karbonatnim stijenama, a narančasto fluviokrš. (Preuzeto iz BOŽIČEVIĆ, 1992)

Prema nekim procjenama područje krša u Hrvatskoj zauzima oko 52% površine, odnosno 29.350 km^2. Ono obuhvaća čitavu obalu Hrvatske, a zadire i u kontinentalni dio (BOŽIČEVIĆ, 1992). Na okršenost prostora znatno utječe i klima, točnije raspored oborina (snijega i kiše), koji ima izuzetno visoke godišnje parametre baš u planinskom prostoru, a diferencijacija oborinskog čimbenika uočljiva je i na Jadranu. Za vrijeme kvartara, u razdobljima interglacijala, količine oborina bile su nekoliko puta veće, što je imalo najveći utjecaj na izgled okršenosti današnjeg reljefa od Istre i Gorskoga kotara preko Like, do svih dijelova Dalmacije (BOŽIČEVIĆ, 1992). Na istraživanom području, zastupljeni krški oblici nisu rezultirali tipičnim krškim pejzažom, nego je krajolik ozelenjen (pokriveni krš) (PETROVIĆ, 2005).

Reljefna obilježja utječu na klimu gorske Hrvatske. Velebit i rubne obalne planine Gorskoga kotara sprečavaju širenje toplinskog utjecaja Jadranskog mora u unutrašnjost, a velika nadmorska visina utječe na povećanje količine padalina (ŠEGOTA, 1975; NJEGAČ,

2002). Oborine su (za naše podneblje) izuzetno visoke, a prosječna temperatura relativno niska (PAVIĆ, 1975; SEČEN I MIŠETIĆ, 1999). Gorski kotar i Lika ubrajaju se u najviše i padalinama najizdašnije krajeve Hrvatske (RIĐANOVIĆ, 1995). U području Gorskoga kotara i Like, Panonska se zavala najviše približila Jadranskome moru pa upravo zato preko ovog područja najintenzivnije prodire zrak iz kontinentske unutrašnjosti Europe prema Jadranskom moru, ali isto tako i zrak s Jadrana najlakše prelazi u kontinentsku unutrašnjost (ŠEGOTA, 1975).

Iz odnosa srednjih mjesečnih oborina i srednjih mjesečnih temperatura za klimatološku postaju Ogulin proizlazi da od lipnja do kolovoza prevladava humidna klima, a ostali dio godine je vrlo vlažna klima. Po karakteristikama topline siječanj ima hladnu klimu, veljača, ožujak, studeni i prosinac imaju svježu klimu, a rujan, listopad, svibanj i lipanj imaju blagu klimu, dok je samo u srpnju i kolovozu prisutna topla klima. Crnačko i Stajničko polje, a naročito pripadajući slijev tijekom cijele godine ima vlažnu klimu. Na ovom području u odnosu na klimatološku postaju Ogulin, po toplini, i prosinac ima hladnu klimu, a svježu uz veljaču, ožujak i studeni imaju još i travanj i svibanj. Ostali mjeseci imaju blagu klimu (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999). Ljeta su vruća, sparna, s pojavom pljuska i proloma oblaka praćenih grmljavinama. Ljeti su također topliji niži reljefni oblici, a pokazuju pripadnost temperaturnoj amplitudi između 21-22 °C, a sjeverozapadni dio 16-18 °C. Zime su duge i u pravilu hladne, no s također nerijetkim naglim zatopljenjima. Karakteristična je za klimu i razmjerno velika razlika dnevne i noćne temperature, što rezultira pojavom rose ljeti, a zimi i u prijelaznim razdobljima pojavom snažnog jutarnjeg mraza. Temperatura pada s visinom reljefa od obale prema grebenu Velebita i prema Velikoj Kapeli. Najveći dio zaravni i polja ima srednju siječanjsku temperaturu oko –2 °C. Apsolutno minimalna temperatura zabilježena u gradu Ogulinu iznosi –28,5 °C, a apsolutno maksimalna +39,5 °C (PETROVIĆ, 2005). Srednje mjesečne temperature po mjesecima i ukupne količine oborina na trima mjernim stanicama prikazane su u tablici 3.1.

Tablica 3.1. Srednje vrijednosti temperatura i ukupne vrijednosti oborina na trima mjernim stanicama u istraživanom području (DHMZ)

Ogulin													
Godina	**2007. godina**						**2008. godina**						
Mjesec	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Srednja temperatura °C	21,5	18,5	14,9	11	7,1	2,3	3,7	5,3	6,0	10,6	15,7	19,6	20,6
Oborina (mm)	70,8	226,7	146,5	122,4	137,1	112,2	73,9	38,6	202,3	102,5	87,7	133,5	111,3
Plaški													
Godina	**2007. godina**						**2008.godina**						
Mjesec	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Srednja temperatura °C	20,2	17,6	13,8	9,8	6,5	1,8	3,6	4,5	5,2	10,1	14,9	18,9	19,4
Oborina (mm)	52	163,9	146,3	105,8	122,4	94,4	68,0	31,3	154,4	109,6	57,3	174,3	102,5
Drežnica													
Godina	**2007. godina**						**2008.godina**						
Mjesec	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
Srednja temperatura °C	17,9	16	12,5	9,1	5,2	1,2	1,7	2,5	4,0	8,4	12,4	17,2	17,9
Oborina (mm)	82,5	46,2	282,6	199,1	132,4	148,8	169,3	52,3	234,9	165,4	93,9	243,6	105,9

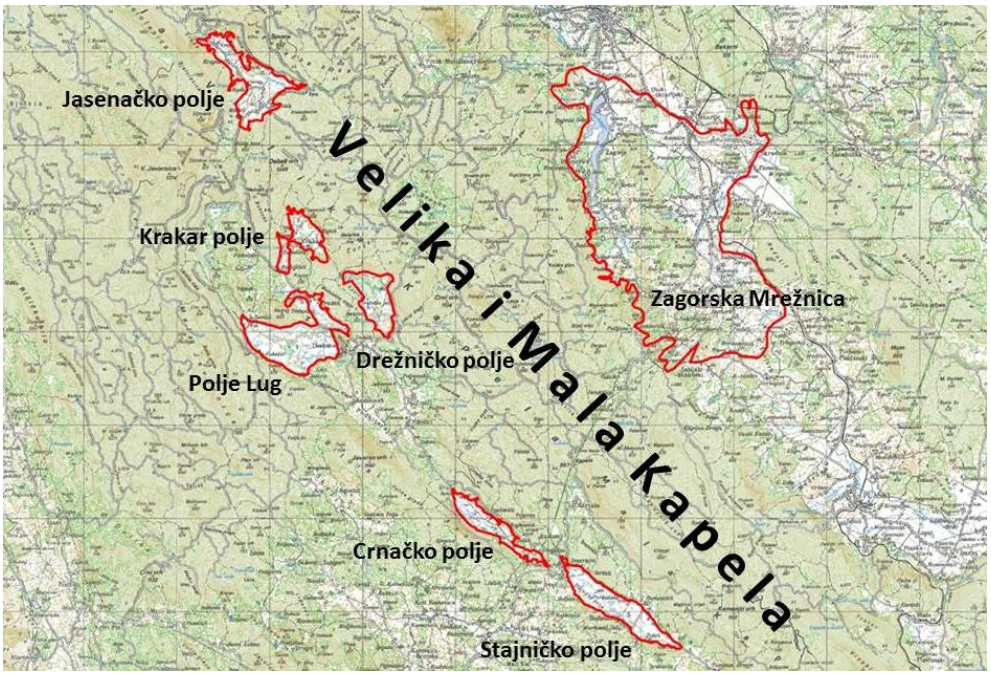
Smjer i brzina vjetra ovise o lokalnim reljefnim oblicima, a glavni su vjetrovi bura i jugo. Bura je suh i hladan vjetar koji puše iz smjera sjeveroistoka i u pravilu donosi razvedravanje. Jugo je topao i vlažan vjetar koji puše iz Primorja, tj. Kapele i donosi oborine. Karakteristična je česta pojava fena, suhog vjetra koji se pri spuštanju niz padine Kapelskoga gorja snažno zagrijava te u kratkom vremenu naglo podiže temperaturu zraka. Zimi tu pojavu prati naglo topljenje snijega (PETROVIĆ, 2005).

Obilne snježne oborine u pravilu se zadržavaju i do 40 dana u sezoni. Veći dio prostora karakterizira maritimno-pluvialnetrijski režim, više padalina u hladnoj nego u toploj polovini godine. Prosječne količine padalina iznose 1600 do 1700 mm, međutim kraj se odlikuje relativnom suhoćom (PETROVIĆ, 2005). U prosjeku se kreću od 1300 mm na jugoistoku do 2300 mm na sjeverozapadu. Najviše padalina padne u studenome, zatim u prosincu, a najmanje u srpnju. Dnevni intenziteti kiša izuzetno su visoki. U Ogulinu su između 1954. i 1984. godine zabilježene jednodnevne kiše od 110 mm, dvodnevne od 143 mm, trodnevne od 162 mm i četverodnevne od 241 mm, a u Jezeranama je u prosincu 1963. godine zabilježena jednodnevna kiša od 172 mm, dvodnevne od 189 mm, trodnevne od 193 mm i četverodnevne od 214 mm. Jednodnevne padaline preko 50 mm javljaju se gotovo svake godine u kišnom dijelu godine. Upravo ove jake dnevne kiše stvaraju uvjete za ekstremno otjecanje sa slijeva i dovode do poplava u Stajničkom i Crnačkom polju (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999).

Stoga, iako se nalazi blizu mora, gorska Hrvatska ima umjereno kontinentalnu klimu, a klima najviših dijelova (iznad 1500 m) ima oštrija, planinska obilježja (NJEGAČ, 2002).

Svi lokaliteti na kojima je trenutno zabilježena svijetlica međusobno su povezani podzemnim vodenim tokovima i slijevaju se na područje Zagorske Mrežnice. Bojenjem je

utvrđena veza Zagorske Mrežnice i Bistraca te Zagorske Mrežnice s Tounjčicom i Kukačom (RIĐANOVIĆ, 1975) koje se ulijevaju u rijeku Dobru te spadaju u porječje rijeke Kupe pa tako pripadaju dunavskom slijevu. Ukupan slijev gornjih horizonata Zagorske Mrežnice čine izravni slijev jezera Sabljaci površine 112 km^2 (ili oko 16%), te topografski zatvoreni podsljevovi Jasenačkog polja, Drežničkog polja s Krakar poljem i poljem Lug te Stajničkog i Crnačkog polja (slika 3.2.). Podslijev Jasenka i Vitunja prostire se na površini oko 210 km^2 (ili oko 30%), podslijev Drežničkog polja s poljem Lug i Krakarom na površini oko 225 km^2 (ili oko 33%), a podslijev Stajničkog i Crnačkog polja na površini oko 144 km^2 (ili oko 21%). Povezanost voda s navedenih podsljevova s izvorskom zonom Zagorske Mrežnice dokazana je bojenjem (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999), iako RIĐANOVIĆ (1975) navodi da se vode Stajničkog i Crnačkog polja javljaju na vrelu Dretulje te kao dokaz navodi bojenje. PETROVIĆ (2005) navodi da vode Jasenačkog polja otječu preko Vitunjskog vrela i Dobre prema Gojačkoj Dobri. Sva su polja povremeno, kod velikih voda i topljenja snijega, tj. kod većeg dotoka od mogućeg otjecanja, zbog ograničenoga kapaciteta ponora i podzemnih vodnih putova, prirodne retencije (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999).



Slika 3.2. Ukupni slijev Zagorske Mrežnice

Najveće količine vode zadržavaju se u Drežničkom polju, zatim u Crnačkom polju, a višestruko manje količine skupljaju se u Jasenačkom polju, polju Lug, Krakaru i Stajničkom polju. Sva do sada provedena istraživanja upućuju na odvojeno funkcioniranje Jasenačkog, Drežničkog, Crnačko-Stajničkog podslijeva te izravnog slijeva jezera Sabljaci. Naime, hidrogeološkim istraživanjima utvrđene su izravne veze navedenih podsljevova s izvorskom zonom Zagorske Mrežnice. U određenim hidrološkim situacijama postoji veza Jasenačkog s Krakar poljem, odnosno povezanost Jasenačkog s Drežničkim podslijevom, kao i veza Stajničkog i Crnačkog polja (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999).

U Stajničkom i Crnačkom polju poplave se javljaju od listopada do svibnja, to jest u jesen, zimu i proljeće. Poplave su od lipnja do rujna rijetka pojava. Prelijevanje na brani Sabljaci javlja se od listopada do siječnja te u travnju i svibnju. Vodostaji u Stajničkom polju brzo rastu, dnevno i više od 1,30 m, a brzo i padaju. Trajanje poplava je kratko, nekoliko dana nakon prestanka oborine. Poplave Stajničkog polja su "oborinskog" tipa. Naime, u vrijeme trajanja "jedne" oborine plavljenje počinje, doseže svoj maksimum i naglo se povlači nakon prestanka oborine. Zabilježeno vrijeme podzemnog tečenja od ponora u Jezeranama do izvora Zagorske Mrežnice je oko 13 dana. Režim plavljenja Crnačkog polja znatno je različit od navedenog režima Stajničkog polja. Dubine plavljenja dvostruko i više premašuju dubine u Stajničkom polju. Plavljenje cijeloga polja svakogodišnja je pojava, a volumeni retencije su pet do deset puta veći. Dnevni porast vodostaja znatno je manji nego u Stajničkom polju a još je sporiji pad vodostaja. Poplave traju i do 2,5 mjeseca, pa vremenski preklapaju i do četiri poplave Stajničkog polja ili dva, tri i do četiri perioda rada preljeva Sabljaci. Vrlo je vjerojatno da prirodna retencija Crnačko polje, na temelju navedenih hidroloških veličina, prikuplja najveći dio voda podslijeva Stajničko-Crnačkog polja (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999).

Izgradnjom hidrocentrale kod vrela Gojak, došlo je do bitnih promjena; poplave su nestale u Ogulinskom polju, a otjecanje je ostalo u okviru opće ponorske orijentacije. Donji tok Zagorske Mrežnice je presušio, a s njime i neka niže položena vrela (PETROVIĆ, 2005).

Stajničko je polje široko od 200 do 1000 m, a smješteno je na visini od 482,0 do 505,0 m nm. Cijelom dužinom, uglavnom središnjim dijelom polja, teče stalni vodotok Jaruga. Vodotok skuplja vodu s direktnog slijeva te cijelog niza stalnih i povremenih izvora uz lijevi i desni rub uzvodne polovice polja, ponire u najnižem, sjeverozapadnom rubu polja gdje je formirana glavna ponorska zona s nekoliko (tri do pet) većih ponora te niza malih ponora u koritu. Površina topografskog slijeva iznosi oko 93 km^2, srednja višegodišnja oborina oko

1300 mm, što s procijenjenim koeficijentom otjecanja α = 0,65 daje srednji godišnji dotok od oko 2,5 m^3/s (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999).

Sjeverozapadno od Stajničkog polja, preko niskog hrpta kod Jezerana, pruža se u istom smjeru jugoistok-sjeverozapad Crnačko polje. Crnačko je polje oko 40 m niže od Stajničkog i nalazi se na visini od 446,0 do 454,0 m nm, dužina polja je oko 4,5 km, a širina 200 do 800 m. Površina topografskog slijeva iznosi 51 km^2, s prosječnom godišnjom oborinom od 1600 mm, pa uz pretpostavljeni koeficijent otjecanja (α = 0.65) srednji godišnji dotok bi iznosio oko 1,7 m^3/s. Stalni vodotok Jaruga teče sredinom polja od izvorske zone na jugoistoku do ponorske zone na sjeverozapadu. Vodotok se hrani vodama iz niza stalnih i povremenih izvora. Od stalnih izvora značajni su Kraljića vrelo i Mrzlac, dok povremeni izvor Obajdin pećina u mokrom dijelu godine izbacuje vrlo velike količine vode. Unutar pećine, prema speleološkom istraživanju, nalazi se sifonsko jezero koje nikad ne presuši. Izvor "proradi" naglo s kapacitetom većim i od 10 m^3/s, istjecanje preko prirodnog praga traje nekoliko dana do tjedan-dva i naglo prestaje. Sjeverno od Obajdin pećine (oko 1200 m) na koti 540,0 m nm nalazi se jama Rokina bezdana s ulaznim grotlom dimenzija 20 x 10 m. Dubina jame je 102 m. Zapaženi su tragovi kolebanja vodostaja u jami koji nadvisuju izvorsku zonu u Crnačkom polju. Vodotok ponire u više ponora (glavni ponori Rokinka) na sjeverozapadnom rubu polja i više manjih ponora u koritu. Svi se ponori nalaze na nizvodnoj petini polja. Kod visokih vodostaja poplavne vode poniru u pećinu Rokinka koja i kod malih voda podzemno prihvaća vode iz ponora u polju (SEČEN I MIŠETIĆ, 1999).

Istočno od Drežnice, u središtu Velike Kapele na nadmorskoj visini oko 440 m smješteno je Drežničko polje površine 329,3 ha. Ono je tipično poplavno krško polje, poplavljeno u hladnom i kišnom dijelu godine, obično od listopada do travnja, a u vlažnijim godinama i do svibnja. Voda u polje, ovisno o hidrološkim uvjetima, dotječe podzemnim tokovima iz tri smjera: Polja Lug, Krakar polja, te Stajničkog polja. Poplavne vode, koje dosežu i do 17 m iznad polja, dreniraju se kroz veliki broj ponora koji su osobito brojni u istočnom i jugoistočnom rubnom djelu polja. Trasiranja podzemnih voda potvrdila su povezanost tih ponora s izvorištem Zagorske Mrežnice. U sjevernom djelu polja nalazi se šuma hrasta lužnjaka, Hrastov lug, starosti oko 100 godina s čije sjeverne strane teče stalni vodotok koji je ponornica (HRŠAK I SUR., 2007).

Krakar polje ima površinu 193,8 ha (HRŠAK I SUR., 2007). Nalazi se sjeverno od polja Lug i sjeveroistočno od Drežničkog polja kod mjesta Radojčići.

Jasenačko polje je prostrana planinska visoravan površine 310,2 ha. Nalazi se između Velike Kapele i Bjelolasice na nadmorskoj visini od 628 m (PETROVIĆ, 2005). Poljem teče Jasenački potok (ponornica) i još nekoliko potoka bistre planinske vode. U polju se nalaze livade obrubljene bjelogoričnom i crnogoričnom šumom. U polju se nalazi naselje Jasenak s više zaselaka: Krapani, Zrnići, Kostići, Jorgići, Paligaće, Mašići i Vrelo. Izvor Vrelo i estavela Jezero u Zrnićima zaštićeni su kao hidrološki spomenici prirode.

Zapadno od Drežnice, u središtu Velike Kapele, smješteno je krško polje Lug ili Drežnički Lug. Polje se proteže oko četiri kilometra u smjeru istok-zapad i oko dva kilometra u smjeru sjever-jug te ima površinu 721,7 ha. Na sjeveroistoku polje presijeca županijska cesta Jezerane-Ogulin. Poljem dominiraju vlažne livade, a u središnjem djelu nalazi se manji kompleks poplavnih šuma hrasta lužnjaka i šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba. (HRŠAK I SUR., 2007). Na jugu ove vlažne udoline je naselje Jezera te izvori Vrujčić i Vrujac kojima potoci odvode vodu prema sjeveru. Jugozapadno je smješteno naselje Vukelići, uz put koji dolazi do naselja Jezera. Na sjeverozapadu i istoku su naselja Tomići i Trbovići. Istočno od ceste Jasenak-Jezerane sve te vode prima potok Sušik, koji na oko 1,5 km sjeverno od naselja Drežnice ponire u istoimenu jamu na rubu ove nizine. U proljeće Drežnički lug obiluje vodom, korita potoka se napune i dijelom razliju po nižim predjelima. Uz korita su razvijeni elementi šumske vegetacije i šikara koji mjestimično zauzimaju veće površine. U vrijeme jačih kiša najniži su dijelovi poplavljeni pa mjestimično nastaju mala jezera. Po rubovima se razvijaju trščaci i populacije šaševa i sitova. Travnjački prostori Drežničkog luga ističu se veličinom i bogatstvom flore (KRANJČEV, 2006).

Potok Sušik je ponornica koja protječe krškim poljem na nadmorskoj visini od 463 m i čija duljina toka iznosi oko 5 km. Širina potoka varira od 2 do 10 m. Vodostaj potoka nije stalan, mijenja se tijekom godine pa je nakon velikih kiša ili otapanja snijega na pojedinim dijelovima dubina potoka veća od 2 m, a ljeti, kada potok djelomično presušuje, niža je od 20 cm (slika 3.3. a) i b)). Prema podacima DHMZ-a, potok teče tek kada je vodostaj veći od 20 cm.



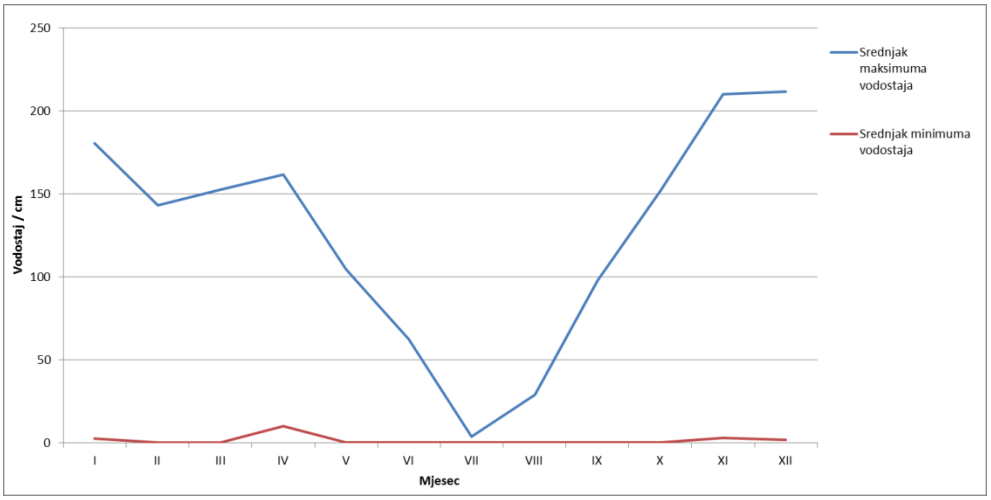
Slika 3.3. a) Potok Sušik za vrijeme visokog vodostaja



Slika 3.3. b) Potok Sušik za vrijeme niskog vodostaja

Pojedini dijelovi potoka, gdje je korito prošireno i produbljeno, niti ljeti ne presuše. Prema podacima mjerne postaje Tomići dobivenim od DHMZ-a, srednja vrijednost godišnjeg

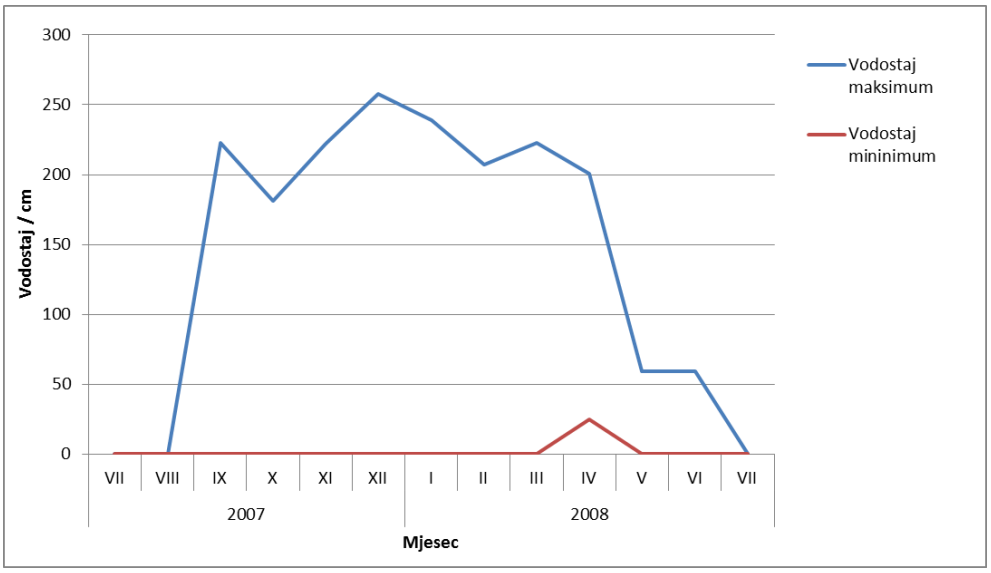
maksimuma vodostaja za razdoblje od 1985. do 2010. godine je 249 cm, a minimumi su zabilježeni kada potok presuši. Na slici 3.4. prikazan je višegodišnji srednjak minimuma i maksimuma vodostaja svakog mjeseca na limnografu na postaji Tomići.



Slika 3.4. Višegodišnji srednjak minimuma i maksimuma vodostaja po mjesecima potoka Sušik od 1985. do 2010. godine prema podacima DHMZ-a

Višegodišnji srednjak maksimuma vodostaja po mjesecima pokazuje dva maksimuma, u prosincu i travnju. Vodostaji oko 150 cm i viši karakteristični su za hladniji dio godine (od listopada do travnja). U srpnju je potok gotovo suh (4 cm). Višegodišnji je srednjak minimuma 0 cm za gotovo sve mjesece, osim siječnja (2 cm), travnja (10 cm), studenoga (3 cm) i prosinca (2 cm).

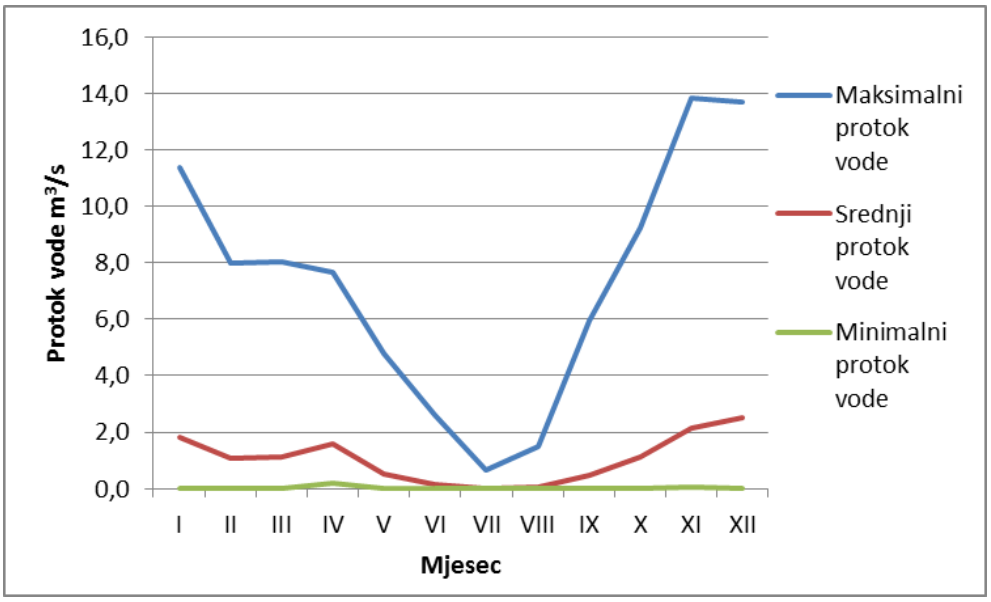
Maksimum i minimum vodostaja na limnografu na postaji Tomići po mjesecima u razdoblju istraživanja prikazan je na slici 3.5.



Slika 3.5. Maksimum i minimum vodostaja po mjesecima potoka Sušik u razdoblju istraživanja prema podacima DHMZ-a

U razdoblju istraživanja potok Sušik imao je dosta vode i bio je suh cijeli mjesec samo u srpnju i kolovozu 2007. te u srpnju 2008. godine. Maksimumi vodostaja u razdoblju istraživanja dobro se poklapaju s višegodišnjim srednjakom maksimuma vodostaja, s iznimkom rujna 2007. godine u kojem je zabilježen viši maksimum vodostaja (223 cm) od višegodišnjeg srednjaka maksimuma vodostaja. Maksimum vodostaja zabilježen je u prosincu 2007. godine i iznosio je 258 cm. Minimumi vodostaja po mjesecima u istom razdoblju očitani s limnografa pokazuju da je potok u istraživanom razdoblju bio suh svaki mjesec, osim travnja 2008. godine kada je minimum iznosio 25 cm.

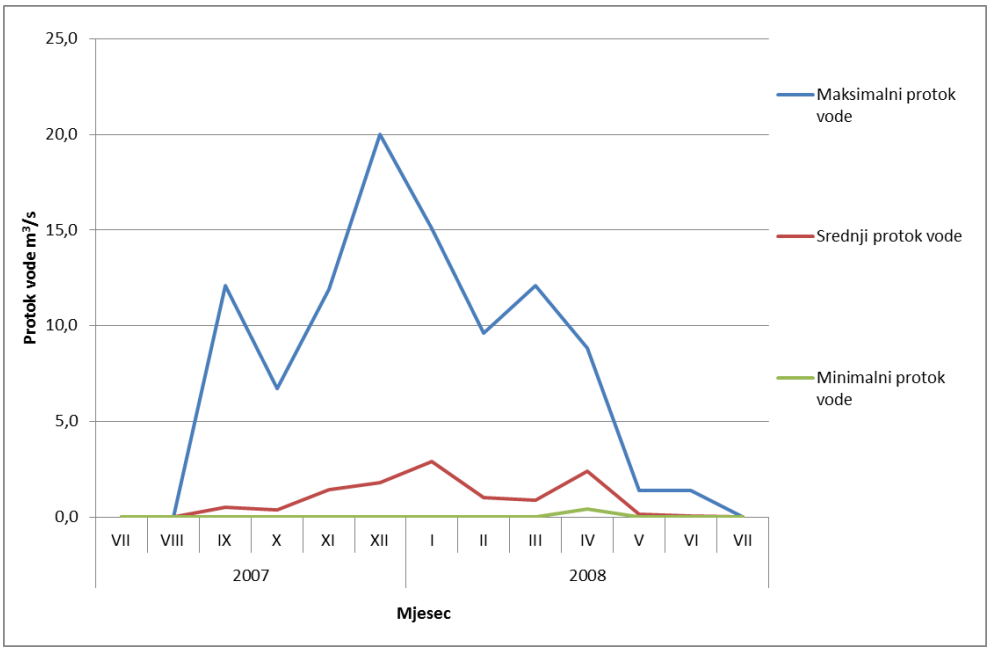
Srednje vrijednosti maksimuma, srednjaka i minimuma višegodišnjih mjesečnih protoka vode na postaji Tomići od 1985. do 2010. godine prikazani su na slici 3.6.



Slika 3.6. Srednje vrijednosti višegodišnjeg maksimalnog, srednjeg i minimalnog protoka vode po mjesecima u potoku Sušik od 1985. do 2010. godine prema podacima DHMZ-a

Višegodišnji srednjak maksimalnog protoka vode po mjesecima pokazuje maksimum u studenome (13,8 m^3/s). Protoci vode oko 8 m^3/s i viši karakteristični su za hladniji dio godine (od listopada do travnja). U srpnju potok gotovo ne teče (višegodišnji srednji maksimalni protok 0,7 m^3/s). Višegodišnji je srednjak minimalnog protoka 0 m^3/s za gotovo sve mjesece, osim travnja (0,2 m^3/s). Višegodišnji srednjak srednje vrijednosti protoka vode pokazuje dva maksimuma, u prosincu (2,5 m^3/s) i travnju (1,6 m^3/s). Minimum višegodišnjeg srednjaka je u srpnju i kolovozu kada potok ne teče (0 m^3/s).

Srednja vrijednost mjesečnog maksimalnog, srednjeg i minimalnog protoka vode na limnografu na postaji Tomići u razdoblju istraživanja prikazan je na slici 3.7.



Slika 3.7. Srednja vrijednost maksimalnog, srednjeg i minimalnog protoka vode po mjesecima potoka Sušik u razdoblju istraživanja prema podacima DHMZ-a

U razdoblju istraživanja, potok Sušik imao je relativno visoke protoke vode, a protoka nije bilo cijeli mjesec samo u srpnju i kolovozu 2007. te u srpnju 2008. godine. Maksimum protoka vode u razdoblju istraživanja zabilježen je u prosincu 2007. godine i iznosio je 20 m^3/s. Maksimumi protoka vode hladnijih mjeseci (od listopada do travnja) su svi oko 10 m^3/s i veći, osim listopada (6,7 m^3/s) i travnja (8,8 m^3/s). Srednja vrijednost mjesečnog srednjeg protoka vode najveća je u siječnju 2008. (2,9 m^3/s), a drugi je maksimum u travnju 2008. godine (2,4 m^3/S). Minimumi protoka vode po mjesecima u istom razdoblju očitani s limnografa pokazuju da potok u istraživanom razdoblju u svakome mjesecu nije tekao, osim u travnju 2008. godine kada je minimum protoka vode iznosio 0,4 m^3/s.

Dno potoka prekriva kamenje, pijesak i mulj te vodena vegetacija. Obale potoka dobro su obrasle riparijskom vegetacijom koju čine drveće i grmoliko više bilje.

U potoku je kapelska svijetlica jedina zabilježena vrsta ribe. Od ostalih vodenih kralješnjaka zabilježeni su: mali vodenjak (*Lissotriton vulgaris* (L. 1758)), planinski vodenjak (*Mesotriton alpestris* (Laurenti 1768)), pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra* (L.

1758)), velika zelena žaba (*Pelophylax ridibundus* (Pallas 1771)), smeđa krastača (*Bufo bufo* (L. 1758)) i bjelouška (*Natrix natrix* (L. 1758)).

Potok je na sredini toka pregrađen betonskom pregradom koja čini malu retenciju i zadržava vodu duže u potoku no što bi se prirodno zadržala (slika 3.8.).



Slika 3.8. Pregrada na potoku Sušik

U 12 terenskih izlazaka izmjereni su fizikalno-kemijski parametri vode potoka Sušik: temperatura vode, koncentracija kisika u vodi, zasićenje vode kisikom, koncentracija ukupnih otopljenih krutina, elektrovodljivost vode te pH. Izmjerene vrijednosti prikazane su u tablici 3.2.

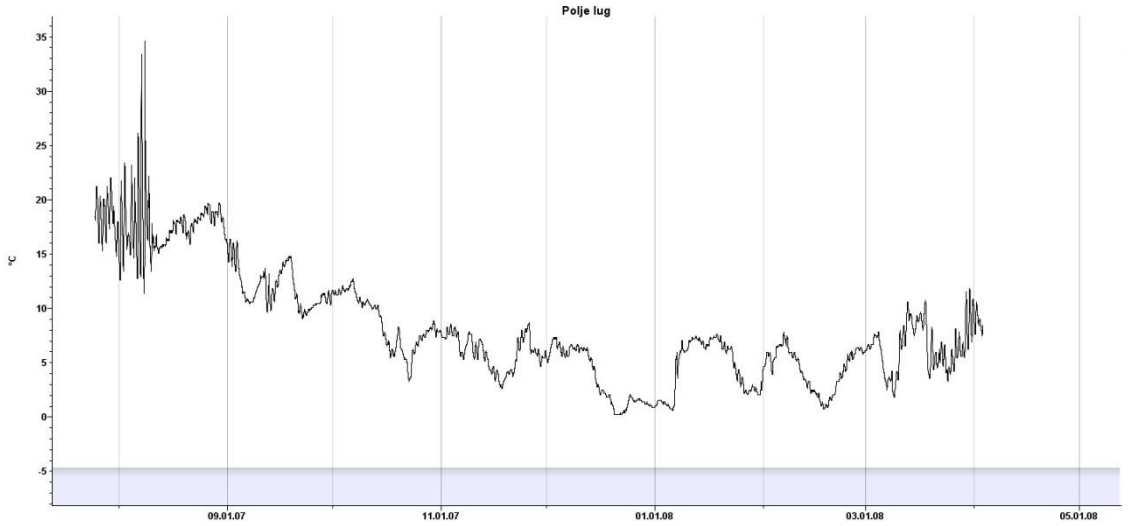
Tablica 3.2. Fizikalno-kemijski parametri potoka Sušik u istraživanom razdoblju

Datum	Temperatura vode / °C	Kocentracija O_2 / mgl^{-1}	% O_2	TDS / mgl^{-1}	Provodljivost / μScm^{-1}	pH
24. srpnja 2007.	22,5	7,33	88,5	268	325	7,79
29. kolovoza 2007.	19,7	3,77	43,5	274	322	7,45
27. rujna 2007.	10,8	8,11	78,5	259	242	7,65
31. listopada 2007.	8,1	7,05	62	202	175	8,2
26. studenog 2007.	5,5	8,43	70,5	178	239	7,9
20. prosinca 2007.	1,1	8,78	64,2	259	341	8,1
4. veljače 2008.	7	9,3	76	197	160	8,5
3.ožujka 2008.	7,8	8,69	69,8	265	228	8,06
3. travnja 2008.	8,9	9,01	77	230	203	7,5
29. travnja 2008.	11	10,77	103	235	220	8,01
4. lipnja 2008.	16,3	4,76	51,4	260	282	7,2
2. srpnja 2008.	19,8	7,6	85,7	294	343	7,62
				I. vrsta	**II. Vrsta**	**III. Vrsta**

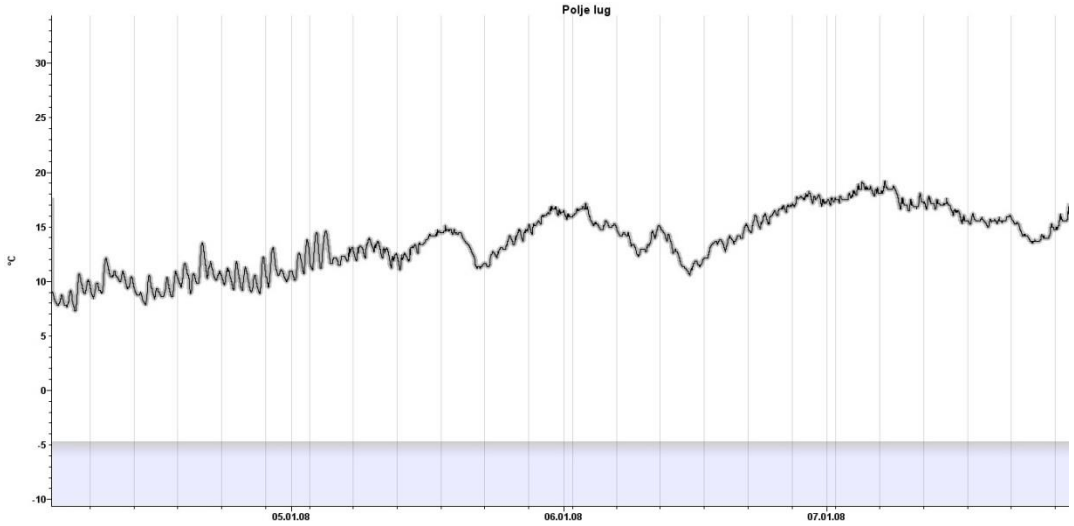
U potoku Sušik najveća je temperatura vode zabilježena u srpnju (22,5 °C), a najmanja u prosincu (1,1 °C). Kretanje temperature vode pokazuje sezonski karakter, odnosno, od srpnja prema prosincu temperatura vode pada, a od prosinca prema srpnju raste. Koncentracija kisika u vodi potoka Sušik kretala se u rasponu od 3,77 mg/l (29. kolovoza 2007.) do 10,77 mg/l (29. travnja 2008.). Koncentracija kisika u vodi prilično je visoka i u gotovo cijelom istraživanom razdoblju je bila iznad 7 mg/l, što prema Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/98) svrstava vode potoka Sušik u vode I. vrste. Iznimno je izmjereno manje 29. kolovoza 2007. (3,77 mg/l) kada je voda bila IV. vrste i 4. lipnja 2008. godine (4,76 mg/l) kada je voda bila III. vrste. Zasićenost vode kisikom kretala se u rasponu od 43,5% (29. kolovoza 2007.) do 103% (29. travnja 2008.). Prema Uredbi o klasifikaciji voda, ovisno o mjesecu uzorkovanja, zasićenost kisikom vode potoka Sušik svrstavala je vodu u kategorije I., II. i III. vrste. Koncentracija ukupnih otopljenih krutina kretala se u rasponu od 178 mg/l (26. studenog 2007.) do 294 mg/l (2. srpnja 2008.). Kretanje koncentracije ukupnih otopljenih krutina pokazuje dva minimuma (178 mg/l 26. studenoga 2007. i 197 mg/l 4. veljače 2008.). Elektrovodljivost vode potoka Sušik kretala se u rasponu od 160 µS/cm (4. veljače 2008.) do 341 µS/cm (20. prosinca 2007.). Elektrovodljivost vode također pokazuje dva minimuma (175 µS/cm 31. listopada 2007. i 160 µS/cm 4. veljače 2008.). Prema Uredbi o klasifikaciji voda, vrijednosti elektrovodljivosti vode u potoku Sušik svrstavaju vodu u kategoriju I. vrste tijekom cijelog razdoblja uzorkovanja. pH vrijednost u potoku Sušik kretala se u rasponu od 7,2 (4. lipnja

2008.) do 8,5 (4. veljače 2008.). Prema Uredbi o klasifikaciji voda pH vrijednosti izmjerene u potoku Sušik tijekom cijelog razdoblja svrstavaju vodu u kategoriju I. vrste.

U potoku Sušik od 25. srpnja 2007 do 29. srpnja 2008. godine mjerena je temperatura Onset Data loggerom H05 za temperaturu u intervalima od 30 minuta. Očitani rezultati prikazani su na slici 3.9. a) i b).



Slika 3.9. a) Temperatura vode u potoku Sušik od srpnja 2007. do travnja 2008. godine

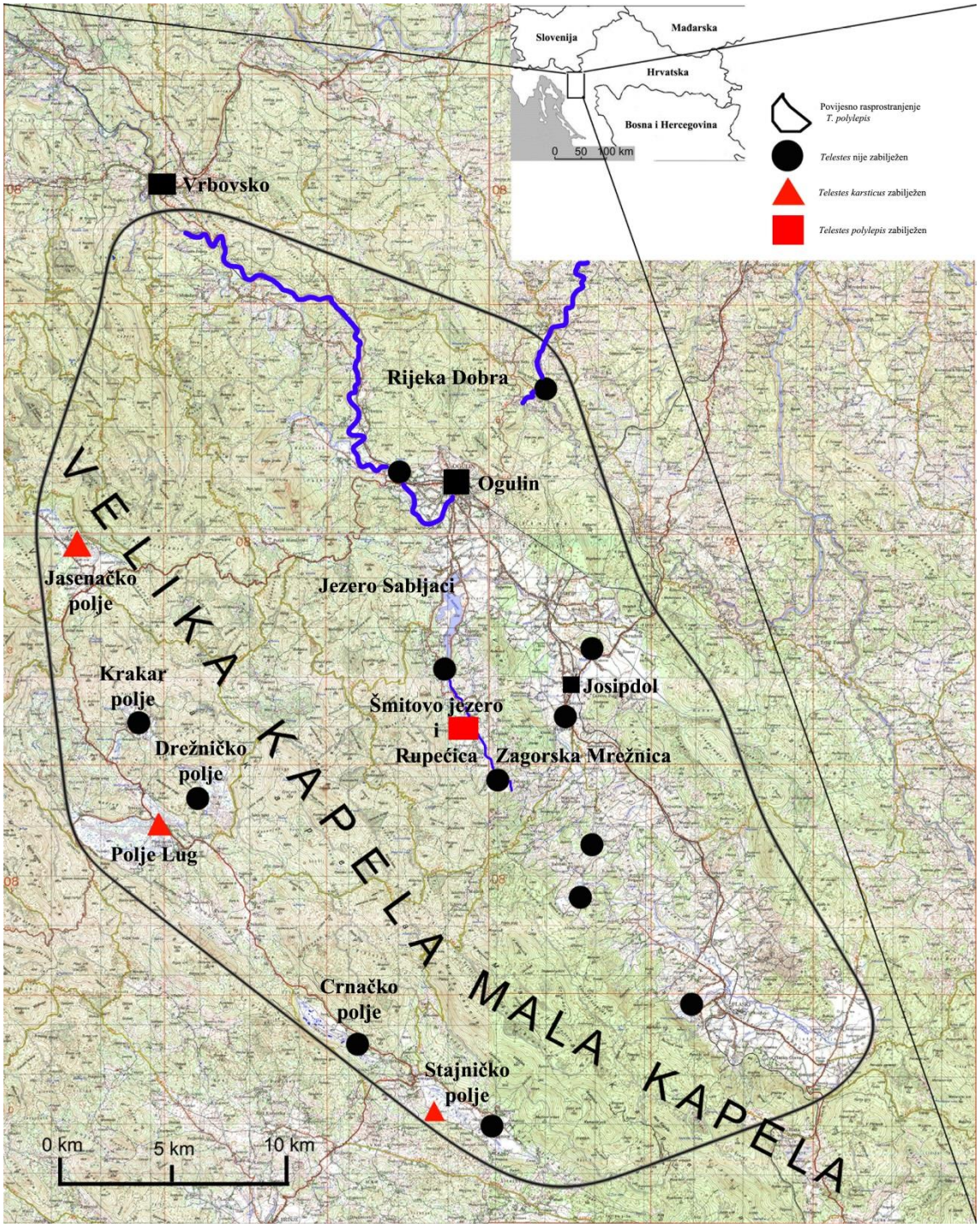


Slika 3.9. b) Temperatura vode u potoku Sušik od travnja do kolovoza 2008. godine

Minimalna zabilježena temperatura vode u potoku Sušik iznosila je 0,26 °C izmjerena 20. veljače 2008. godine u 10 sati i 30 minuta. Maksimalna zabilježena temperatura zabilježena je 8. kolovoza 2007. godine u 11 sati i 30 minuta i iznosila je 34,62 °C. *Box & whiskers* dijagram temperatura vode prikazanih po mjesecima u istraživanom razdoblju prikazan je na slici 9.1. u Prilozima. Iz tih je dijagrama temperatura vode vidljivo da se temperatura vode u potoku kreće unutar granica 0,26 °C u veljači i 22,03 °C u srpnju i kolovozu pa su zabilježene temperature veće od navedenog raspona označene kao ekstremi kada se pretpostavlja da je data logger dospio izvan vode. Prosječna je temperatura vode od srpnja 2007. do kolovoza 2008. godine iznosila 9,96 °C. Iz očitanih je podataka temperatura vode vidljivo da u potoku Sušik postoje dnevna kolebanja temperature. Najniže dnevne temperature vode zabilježene su u ranim jutarnjim satima, a najviše malo iza podneva. Najveća je razlika između dnevnog maksimuma i minimuma iznosila 10 °C i izmjerena je u kolovozu, a najmanja razlika 0 °C u prosincu. Općenito, u hladnijem su dijelu godine temperature vode stabilnije, dok su u toplijem 3dijelu godine promjenjivije.

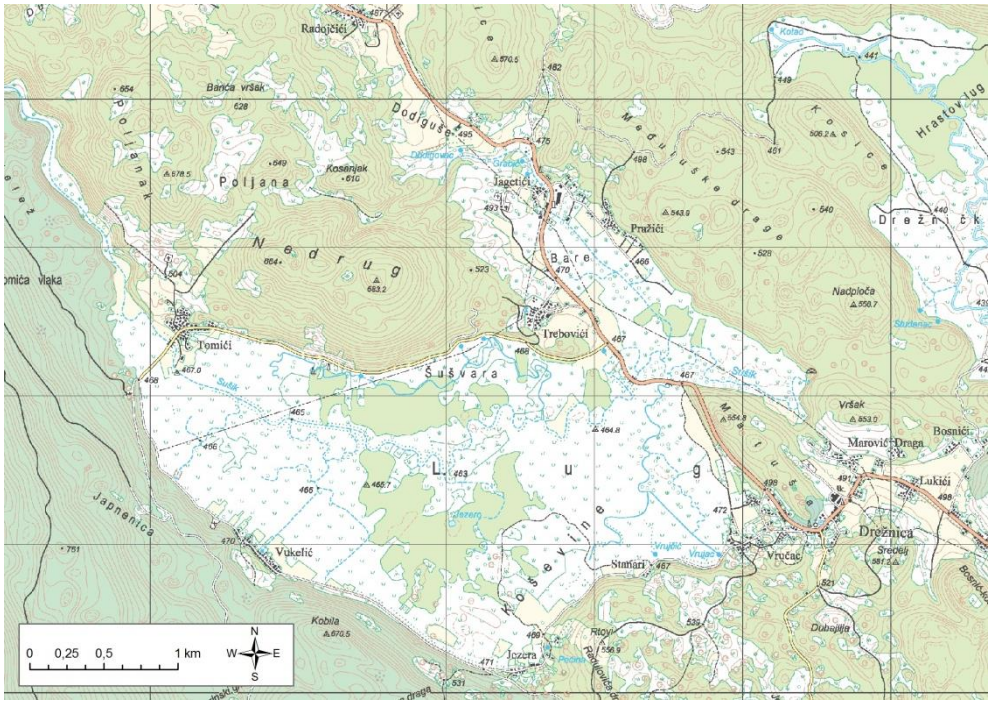
3.2. Lokaliteti, metode uzorkovanja i konzerviranje uzoraka

Za taksonomska istraživanja uzorkovano je na svim lokalitetima navedenim u dostupnoj literaturi te na susjednim područjima sa sličnim staništem u tri navrata; 11. prosinca 2006., 7. ožujka 2007. i 19. travnja 2007. godine, a istraženi lokaliteti vidljivi su na slici 3.10.



Slika 3.10. Istraženi lokaliteti unutar povijesne rasprostranjenosti *T. polylepis*

Za istraživanje biologije i ekologije vrste uzorkovano je uzastopno 12 mjeseci od 24. srpnja 2007. do 2. srpnja 2008. godine ovom dinamikom: 24. srpnja 2007., 29. kolovoza 2007., 27. rujna 2007., 31. listopada 2007., 27. studenoga 2007., 20. prosinca 2007., 4. veljače 2008., 3. ožujka 2008., 3. travnja 2008., 29. travnja 2008., 4. lipnja 2008. i 2. srpnja 2008. godine. Svi uzorci sakupljeni za istraživanje biologije i ekologije vrste sakupljeni su na potoku Sušik u polju Lug (slika 3.11.).



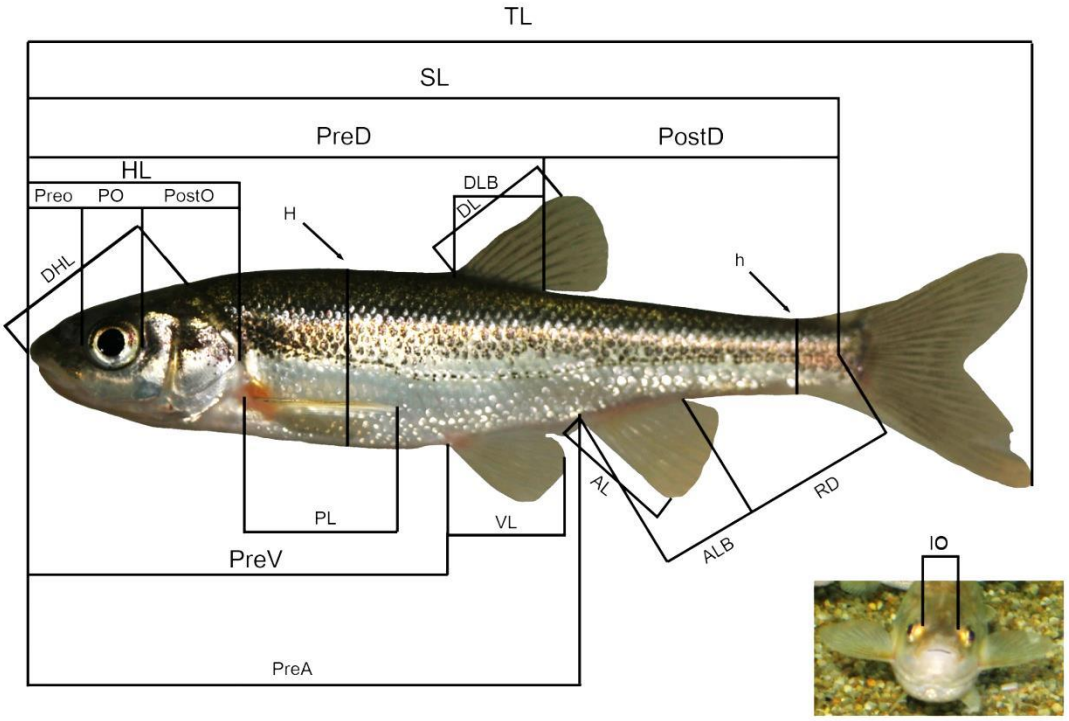
Slika 3.11. Potok Sušik u polju Lug

Uzorak je prikupljen leđnim elektroagregatom marke Hans Grassl, model IG-200-1, a uhvaćene jedinke usmrćene su prevelikom dozom anestetika MS-222. Jedinke namijenjene za morfološke i morfometrijske analize konzervirane su u 4%-tnoj otopini formaldehida. Jedinke na kojima se istraživala biologija i ekologija vrste zamrznute su do daljnje obrade. Dvanaest jedinki preneseno je u akvarij za neposredno promatranje ponašanja. Za morfološka i morfometrijska istraživanja sakupljeno je ukupno 49 jedinki sa pet lokaliteta: 14 jedinki iz polja Lug, 13 jedinki iz Jasenčkog polja, pet jedinki iz Stajničkog polja, 13 jedinki iz Šmitovog jezera i četiri jedinke iz Rupećice. Za istraživanja biologije i ekologije vrste sakupljeno je ukupno 630 jedinki iz potoka Sušik u polju Lug. Na svakom je terenskom

izlasku osim riba prikupljana i dostupna hrana uzorcima makrozoobentosa. Uzorci makrozoobentosa sakupljeni su pomoću standardne ručne bentos mreže (kracera) sastavljene od donjeg, ravnog, metalnog dijela (širine 25 cm) koji služi za struganje sedimenta te mreže veličine oka 300 μm. Ručna bentos mreža povlačena je dnom otprilike 40 cm tako da je zahvaćen sediment do dubine od 3 do 4 cm. Tako sakupljeni uzorak sedimenta prebačen je u kantu te je pregledano veće kamenje uz odvajanje životinja. Preostala makrofauna odvojena je od sedimenta metodom ispiranja i dekantiranja kroz mrežu promjera oka 475 μm. Postupak je ponavljan nekoliko puta, sve dok u mreži više nije bilo životinja. Uzorci sakupljeni navedenim metodama prebačeni su u boce širokoga grla i konzervirani u 4%-tnoj otopini formaldehida. Tako sakupljeni i konzervirani uzorci dalje su obrađivani u laboratoriju. Mjerena je i temperatura vode pomoću Onset StoweAway TidbiT Temperature Data Loggera u potoku Sušik od 25. srpnja 2007. do 29. srpnja 2008. godine.

3.3. Morfometrijske, fenološke i merističke analize

Kako bi se istražile razlike i sličnosti morfoloških svojstava populacija roda *Telestes* na istraživanom području, analizirani su morfometrijski odnosi te merističke i fenološke karakteristike utvrđenih populacija: 14 jedinki iz polja Lug, 13 jedinki iz Jasenčkog polja, pet jedinki iz Stajničkog polja, 13 jedinki iz Šmitovog jezera i četiri jedinke iz Rupećice. Sve mjere izmjerene su u laboratoriju pomoću digitalne pomične mjerke marke Mitutoyo CD–6 CS (www.mitutoyo.com) s točnosti od 0,1 mm. Izmjereno je dvadeset i jedno morfometrijsko svojstvo prema KOTTELAT I FREYHOF (2007), osim postdorzalne dužine koja je izmjerena kao ravna crta od prednjeg kraja baze leđne peraje do početka baze medijalnih šipčica repne peraje (slika 3.12.): totalna dužina (TL), standardna dužina (SL), predorzalna dužina (PreD), postdorzalna dužina (PostD), dužina glave (HL), dužina gubice (PreO), promjer oka (PO), dužina zaočnog prostora (PostO), dužina leđne peraje (DL), dužina prsne peraje (PL), dužine trbušne peraje (VL), predtrbušna dužina (PreV), preanalna dužina (PreA), dužina podrepne peraje (AL), visina repnog drška (h), dužina repnog drška (RD), dužina baze podrepne peraje (ALB), dužina baze leđne peraje (DLB), dorzalna dužina glave (DHL), najveća visina tijela (H) i međuočna širina (IO).



Slika 3.12. Izmjerena morfometrijska svojstva

Analizirani su postoci omjera morfometrijskih vrijednosti iskazani u odnosu prema standardnoj dužini tijela, dužini glave i najvećoj visini tijela. Aritmetička je sredina najvažnija i najraširenija srednja vrijednost (ŠOŠIĆ, 2006) pa se u daljnjem tekstu pod pojmom srednja vrijednost podrazumjeva aritmetička sredina. Morfometrijski odnosi svih istraženih populacija uspoređeni su analizom varijance (ANOVA) te multivarijatnom analizom - analizom glavnih komponenata (PCA). Analiza merističkih karakteristika uključivala je broj razgranatih šipčica u leđnoj, podrepnoj i repnoj peraji, broj branhiospina, broj ždrijelnih zubi, broj ljusaka u bočnoj prugi te broj redova ljusaka između bočne pruge i početka trbušnih peraja. Posljednje dvije razgranate perajne šipčice u leđnoj i podrepnoj peraji brojene su kao $1^1/_2$ zato što su uzglobljene na istoj perajnoj potpori. Branhiospine, odnosno škržne šipčice, brojene su na prvom desnom škržnom luku. Broj ljusaka u bočnoj prugi brojen je kao cjeloviti broj probušenih ljusaka od najbližih škržnom poklopcu do posljednjih na repnoj peraji. Kao dodatak morfometrijskim i merističkim analizama pregledan je i opći vanjski izgled riba. Osim međusobno, jedinke uzorkovane za potrebe ovog rada meristički su i fenološki uspoređene s jedinkama drugih vrsta roda *Telestes*. Sve jedinke pregledane za meristička i fenološka istraživanja nabrojene su u popisu pregledanog materijala. Sva matematička računanja napravljena su u programu Excel 2010 i Statistica 10.0.

Popis pregledanog materijala

Kratice institucija: NMW, Prirodoslovni muzej Beč; PMF, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb; PMR, Prirodoslovni muzej Rijeka; NMP, Prirodoslovni muzej Prag.

Telestes polylepis

NMW 49714 1, jedna jedinka, Sl 87 mm, lektotip (BANARESCU I HERZIG-STRASCHIL, 1998), Mrežnica, dunavski slijev, Hrvatska; NMW 49715 1-2, dvije jedinke, Sl 82 i 84 mm, paralektotipovi, Mrežnica, dunavski slijev, Hrvatska; NMW 49713 1-3, tri jedinke, Sl 86, 88 i 84 mm, paralektotipovi, Dobra, dunavski slijev, Hrvatska; NMW 551144, 5117 šest jedinki, Sl 99–142 mm, Dobra, Ogulin, dunavski slijev, Hrvatska; NMW 48709, 49711, 49712, 25 jedinki, Sl 91–122 mm, Josipdol, dunavski slijev, Hrvatska; NMW 18931–18941 11 jedinki, Sl 92–119 mm Josipdol, dunavski slijev, Hrvatska; PMF RU1–4, četiri jedinke, Sl 91,8–145,08 mm, ponor Rupećica, dunavski slijev, Hrvatska; Privatna zbirka Primoža Zupančiča SJEZ1–13, 13 jedinki, Sl 59,2–111,7 mm, Šmitovo jezero, dunavski slijev, Hrvatska.

Telestes karsticus

PMF PL1–5, PMF PL12–24, 18 jedinki, Sl 53,2–103,5 mm, potok Sušik, polje Lug, dunavski slijev, Hrvatska; PMF SVSJ1–5, pet jedinki., Sl 89,9–127,0 mm, potok Stajnička jaruga, Stajničko polje, dunavski slijev, Hrvatska; PMF JP1–6, JP12–24, 19 jedinki, Sl 31,7–99,6 mm, jezero Jezero, Jasenačko polje, dunavski slijev, Hrvatska. Holotip i paratipovi (navedeni u opisu vrste) također su bili uključeni u analize.

Telestes souffia

PMF 209, 211, 213, 215, 217, pet jedinki, Sl 55,4–81,6 mm, rijeka Sava, dunavski slijev, Slovenija.

Telestes croaticus

PMF1–3, tri jedinke, Sl 81,1–102,6 mm, rijeka Ričica, Lika, jadranski slijev, Hrvatska.

Telestes ukliva

PMF 106, 113, 118–120, 122, 127, sedam jedinki, Sl 67,6–105,0 mm, rijeka Cetina, jadranski slijev, Hrvatska.

Telestes montenegrinus

PMF 220, 221, 223, 224, 226, pet jedinki, Sl 65,1–92,5 mm, rijeka Morača, skadarski slijev, Crna Gora.

Telestes muticellus

PMF 191, 192, 195, 198, 199, 201, 203, sedam jedinki, Sl 74,5–110,2 mm, potok La Gonna, tirenski slijev, Italija.

3.4. Sastav populacije

Analiza dužinskog sastava populacije, analiza sastava populacije prema spolu te analiza starosnog sastava populacije provedene su na cjelokupnom uzorku od 630 jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik u polju Lug. Primjerci su svrstavani u dužinske razrede standardne dužine svakih 10 mm. Standardna dužina izmjerena je pomičnom mjerkom s točnošću od 0,1 mm, a spol je određen vizualnim pregledom gonada. Starost je određena neposrednim očitavanjem iz ljusaka na poduzorku od 86 jedinki te je ostatak uzorka procijenjen pomoću dužinsko-masenih odnosa. Statistička značajnost razlike broja mužjaka i ženki izračunata je χ^2 testom. Sva matematička računanja napravljena su u programu Excel 2010 i Statistica 10.0.

3.5. Analiza odnosa dužine i mase tijela

Dužinsko-maseni odnosi analizirani su iz prikupljenih podataka standardne dužine tijela i mase na cjelokupnom uzorku kapelske svijetlice (630 primjeraka) iz potoka Sušik u polju Lug prema ANDERSON I NEUMAN (1996). Standardne dužine tijela izmjerene su pomičnom mjerkom do točnosti od 0,1 milimetar, a mokra je masa izmjerena automatskom vagom Acculab VI-4800 do točnosti od 0,1 grama. Sve mjere izmjerene su na svježe odleđenim jedinkama s kojih je upijena slobodna voda. Iz dobivenih podataka izračunat je dužinsko-maseni odnos prema ovoj formuli:

$$W=aL^b,$$

gdje je W masa u gramima, L standardna dužina tijela u milimetrima, a *a* i *b* su parametri. Parametri *a* i *b* procjenjuju se linearnom regresijom logaritamski transformiranih podataka. Kada se podaci dužinsko-masenih odnosa transformiraju, krivulja se, koja je prije bila

zakrivljena, „ispravlja“ u pravac iz kojeg onda možemo procijeniti *a* i *b*. Dužinsko-maseni odnosi s transformiranim podacima obično se prikazuju u obliku:

$$log(W)=a'+b log(L),$$

gdje je a'=log(*a*) i predstavlja odsječak na ordinati, a *b* je nagib pravca. *a* se procjenjuje kao antilogaritam od a', a *b* je jednak kao u prije navedenim jednadžbama. Koeficijent *b* govori nam o prirodi rasta riba. Općenito, ako je vrijednost parametra *b* manja od tri (*b*<3), ta riba postaje manje deblja kako se dužina povećava, odnosno raste brže u dužinu nego u masu. Ako je vrijednost konstante *b* veća od tri (*b*>3), riba je sve deblja kako joj se povećava dužina, odnosno rast je brži u masi nego u dužini. Vrijednost konstante *b* može biti i jednaka 3 (*b*=3), što predstavlja izometrijski rast, odnosno oblik ribe se ne mijenja kako jedinka raste (ANDERSON I NEUMAN, 1996). Dužinsko-maseni odnosi analizirani su posebno za mužjake, ženke i juvenilne primjerke. Mjera proporcije varijabilnosti mase jedinki (W) određene varijabilnošću standardne dužine jedinki (L) izražena je koeficijentom determinacije r^2 (SOKAL I ROHLF, 1995). Sva matematička računanja napravljena su u programima Excel 2010 i Statistica 10.0.

Kondicija riba je mjera debljine, a posljedica je dužinsko-masenog odnosa. Izražava se koeficijentom kondicije ili kondicijskim faktorom. Fultonov koeficijent kondicije K izračunava se prema ovoj formuli (ANDERSON I NEUMAN, 1996):

$$K= (W)/L^3) \times 100000,$$

gdje je W masa u gramima, a L standardna dužina tijela u milimetrima. Konstanta 100000 upotrebljava se samo kako bi konačni rezultat bio lakše razumljiv i kako bi se izbjegle male decimale (ANDERSON I NEUMAN, 1996).

3.6. Analiza prehrane

Analiza prehrane obavljena je na poduzorku od 250 jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik u polju Lug. Ribe su otvarane uzdužnim rezom od analnog otvora do glave te je iz svake jedinke izolirano probavilo sekcijom jednjaka kod ždrijela i crijeva kod analnog otvora. Tako izolirano probavilo rastegnuto je i izmjerena mu je dužina digitalnom pomičnom

mjerkom Mitutoyo CD–6 CS s preciznošću od 0,5 milimetara. Pomoću analitičke vage Ohaus adventurer pro AV413 izvagana je masa probavila s preciznošću od 0,001 g. Nakon vaganja je uslijedila izolacija probavnog sadržaja tako da je stijenka probavila uzdužno razrezana, sadržaj izvađen i prebačen u numerirane posudice s 80%-tnom otopinom etanola. Sadržaj svakog probavila izvagan je tako da se sadržaj probavila stavio na prethodno izvagani filtar-papir te se sve zajedno izvagalo kada bi otopina etanola isparila. Od izvagane bi se mase oduzela masa filtar-papira i dobila bi se masa sadržaja probavila. Sadržaj probavila razvrstan je po svojtama i provedena je determinacija izoliranog probavnog sadržaja. Svaki uzorak, odnosno sadržaj probavila stavljen je u Petrijevu zdjelicu ili satno stakalce i pregledan pomoću lupe Zeiss Stemi 2000-C. Po potrebi, napravljeni su preparati za slikanje i daljnju determinaciju. Za determinaciju sadržaja probavila korišteni su ovi determinacijski ključevi: KEROVEC (1986), NILSSON (1996), NILSSON (1997), SANSONI, 1992; STEINMANN I ZOMBORI, 1984. Pomoću navedenih determinacijskih ključeva i uz konzultaciju s kolegama Laboratorija za ekologiju životinja Zoologijskog zavoda na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu neki su uzorci uspješno determinirani do razine roda pa čak i vrste. Nakon determinacije različite svojte plijena bile su vagane ukupno za svaki pojedini mjesec.

Za svaku jedinku procijenjena je ispunjenost probavila. Pri procjeni je korištena ljestvica ispunjenosti probavila s vrijednostima od 0 do 3 u kojoj pojedine vrijednosti imaju sljedeće značenje:

0 – prazno probavilo

1 – slabo ispunjeno probavilo

2 – srednje ispunjeno probavilo

3 – dobro ispunjeno probavilo.

Kvantitativni sastav prehrane pojedinih svojti izražen je hranidbenim indeksima (BOWEN, 1996; HYSLOP, 1980; BERG, 1979):

1. Postotak učestalosti pojavljivanja *(%F*) izračunat je po formuli

$$\%F = \frac{n}{N} * 100$$

gdje je *n* broj probavila koja su sadržavala određenu svojtu plijena, a *N* broj ukupno analiziranih probavila.

2. Postotak brojnosti (*%N*) izračunat je po formuli

$$\%N = \frac{np}{Np} * 100$$

gdje je *np* broj jedinki određene svojte plijena, a *Np* broj jedinki svih pronađenih svojti plijena.

3. Postotak mase (*%W*) izračunat je po formuli

$$\%W = \frac{wp}{Wp} * 100$$

gdje je *wp* ukupna masa određene svojte plijena, a *Wp* ukupna masa svih svojti plijena.

Svaki od ovih indeksa ima svojih ograničenja i nedostataka kod procjene važnosti pojedine svojte plijena (BOWEN, 1996; BERG; 1979) pa se iz tih hranidbenih indeksa izračunavaju hranidbeni koeficijenti:

1. Koeficijent relativnog značenja *IRI* (PINKAS I SUR., 1971) izračunat je po formuli

$$IRI = (\%N + \%W) * \%F$$

2. Koeficijent glavnih tipova hrane *MFI* (ZANDER, 1982) izračunat je po formuli

$$MFI = \sqrt{\frac{(\%N + \%F) * \%W}{2}}$$

pri čemu je hrana esencijalna ako je *MFI*>75, preferentna ako je 75>*MFI*>51, dodatna ako je 50>*MFI*>26 i sporedna ako je *MFI*<26.

3. Koeficijent hranjivosti *Q* (HUREAU, 1970) izračunat je po formuli

$$Q = \%N * \%W$$

pri čemu je hrana preferentna ako je *Q*>200 (teoretski najviše 10000), sekundarna ako je 200>*Q*>20 i sporedna ako je 20>*Q*.

Intenzitet ishrane ispitan je koeficijentom punoće probavila %*Ir* (HUREAU, 1970; ZANDER, 1982) i koeficijentom praznosti probavila %*V* (HUREAU, 1970).

1. Koeficijent punoće probavila (%Ir) izračunat je po formuli

$$\%Ir = \frac{masa\ probavljene\ hrane}{masa\ ribe} * 100$$

2. Koeficijent praznosti probavila (%*V*) izračunat je po formuli

$$\%V = \frac{Er}{N} * 100$$

gdje je *Er* broj praznih probavila, a *N* broj svih analiziranih probavila. U ovom radu praznim se probavilom smatralo ono probavilo koje u sebi nije sadržavalo nikakve čestice koje su porijeklom izvan ribe.

Analizom makrozoobentosa utvrdili smo dostupnu hranu te je usporedili s pojedenom hranom kako bismo saznali preferira li vrsta neku određenu svojtu. Obrada uzoraka makrozoobentosa sastojala se od izdvajanja, prebrojavanja i svrstavanja organizama po svojtama. U laboratoriju su uzorci bili isprani vodom te su prebačeni u Petrijevu posudu. Pomoću lupe Zeiss Stemi 2000-C uslijedilo je prebrojavanje i izdvajanje organizama u plastične posudice sa 70%-tnom otopinom alkohola. Organizmi su svrstavani po svojtama što znači da su sve pronađene jedinke iste svojte prebacivane u istu posudicu.

Za praćenje sezonske varijacije u prehrani istraživane vrste u odnosu na raspoloživu hranu u okolišu upotrijebljen je Ivlevov koeficijent izbora (K_i) (IVLEV, 1961) koji se računa po formuli:

$$Ki = \frac{r - p}{r + p}$$

gdje je *r* postotak organizama u probavilu, a *p* postotak organizama u okolišu.

Selektivnost za pojedinu svojtu plijena izračunata je modificiranim Shoriginovim indeksom (*Sel*) (BERG, 1979) koji je izračunat po formuli:

$$Sel = log(\frac{\%Ni\ pojedene\ hrane}{\%Ni\ dostupne\ hrane})$$

gdje je N_i numerički postotak svojte i.

Sva matematička računanja povezana s obradom ishrane i obradom makrozoobentosa napravljena su u programu Excel 2010.

3.7. Analiza razmnožavanja

Razmnožavanje je analizirano na 630 jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik u polju Lug. Spol kapelskih svijetlica nemoguće je odrediti na osnovi vanjskog izgleda pa je potrebna sekcija i vizualni pregled gonada. Kod nedoraslih jedinki pregled gonada obavljen je pomoću lupe, dok se kod odraslih jedinki spol odredio makroskopski ili običnim povećalom.

Gonadama je utvrđena cjelovitost te im je izvagana masa u gramima na analitičkoj vagi Ohaus Adventurer™ s točnošću od 0,001g. Svaki je uzorak prenesen na papirnati ručnik i

nakon upijanja suvišne tekućine vagan. Iz mase ribe i mase gonada izračunat je gonadosomatski indeks (GSI) koji je mjera kojom se izračunava koji postotak tjelesne mase ribe čine gonade prema formuli (CRIM I GLEBE, 1990):

$$GSI = (m_g/m) \times 100,$$

gdje je m_g masa gonada, a m masa tijela ribe.

Iz gonada ženki izolirano je po 20 jaja, te im je izmjeren promjer pod lupom s mikrometarskim okularom Zeiss Stemi 2000-C. Za svaku je jedinku zabilježena maksimalna i minimalna veličina, te izračunata prosječna veličina jaja. Izmjeren je i promjer položenih oplođenih jaja koja su skupljena na terenu nakon mrijesta.

Izračunat je ukupni broj jaja u oba jajnika koji je procjena reproduktivnog potencijala, tj. apsolutnog fekunditeta ženke. Izračunat je tako da su odvojeni poduzorci gonada potpuno zrelih ženki i izbrojen broj jaja u poduzorku. Od svake su gonade odrezana dva poduzorka (otprilike 10% mase cijele gonade) i izvagana na analitičkoj vagi Ohaus Adventurer™ s točnošću od 0,001 g uz prethodno upijanje slobodne tekućine. Svaki je izolirani komadić gonada pregledan pod lupom (Zeiss Stemi 2000-C), a jaja su pomoću histoloških iglica posložena u jednoj ravnini u Petrijevoj zdjelici. Tako posložena jaja u Petrijevim zdjelicama fotografirana su pa su pomoću programa Image tool 3.0 prebrojena. Pomoću matematičkog razmjera, broj jaja u poduzorku preračunan je na broj jaja u ukupnim gonadama.

3.8. Analiza starosti i rasta

Analiza starosti i rasta istražena je na 86 primjeraka kapelske svijetlice iz potoka Sušik u polju Lug različitih standardnih dužina tijela. Starost riba određena je neposrednim očitavanjem skleritnih prstenova na ljuskama (BUSACKER I SUR., 1990). Rast ljuske proporcionalan je starosti i rastu ribe. Rast ribe brži je u toplijem dijelu godine, a usporava se ili gotovo prestaje u hladnom. Posljedice takvog rasta vidljive su i na ljuskama na kojima se uočavaju tamni, neprozirni prstenovi iz toplijeg dijela godine i prozirni, svijetli iz hladnijeg dijela godine. Prstenovi iz toplijeg razdoblja širi su od prstenova iz hladnijeg razdoblja. Glavni je uzrok takvog periodičnog rasta riba temperatura okoliša koja izravno djeluje na brzinu metabolizma, izmjenu tvari i samo hranjenje.

Ljuske su izolirane s leđnog dijela riba ispod leđne peraje pomoću histološke iglice te očišćene od sluzi i organskih nečistoća u 3%-tnom KOH. Tako očišćene ljuske stavljane su na predmetno stakalce i promatrane pod mikroskopom marke Olympus BX51. Ljuske su fotografirane na mikroskopu Zeiss Axiovert 200 pa su pomoću programa AxioVision Rel. 4.8. izmjerene mjere za povratni račun (back calculation). Na svakoj je ljuski jasno uočljiva jezgra te koncentrični krugovi koji nastaju rastom ljuske. Izmjeren je radijus ljuske, kao i radijus svih prstenova na ljuski. Kao radijus ljuske uzeta je najveća moguća dužina od jezgre ljuske do ruba ljuske. Na istom pravcu mjereni su i radijusi prstenova.

Rast kapelske svijetlice opisan je pomoću Von Bertalanffyeve krivulje čija jednadžba glasi:

$$L_t = L_\infty (1- e^{-K(t-to)})$$

gdje je L_t ukupna dužina u trenutku t, L_∞ asimptotska vrijednost dužine L_t, K koeficijent rasta, t_0 teoretska starost pri dužini L_0

$$t_0 = t + 1 / K \ln (L_\infty - L_t / L_\infty).$$

Sjecište pravca regresije s apscisom daje nam vrijednost t_0.

Parametri Von Bertalanffyeve krivulje rasta dobiveni su pomoću računalnog programa LFDA5 (KIRKWOOD I SUR., 2001).

3.9. Smrtnost

Ova endemska vrsta nema nikakvu gospodarsku važnost pa se tako niti ne lovi. Stoga za izračunavane smrtnosti nisu korištene metode koje zahtijevaju ribarstvene podatke o vrsti poput najmanje dužine eksploatacije ili brojnosti kohorti u različitim eksploatacijskim fazama. Za izračunavanje smrtnosti upotrijebljene su metode prema SPARRE I VENEMI (1992) koje se obrađuju programom FiSAT II. Izračunata je prirodna smrtnost (M) koristeći Paulyevu jednadžbu koja se temelji na starosti prvog spolnog sazrijevanja prema jednadžbi

$$M = (1{,}52 / t_{mas}^{0{,}72}) - 0{,}16$$

gdje je t_{mas} godište masovnog sazrijevanja u godinama, tj. godina starosti u kojoj većina jedinki spolno sazrijeva,

te pomoću Rikther i Efanove metode koja se temelji na asimptotskoj vrijednosti dužine te koeficijentu rasta iz Von Bertalanffyeve krivulje rasta i srednjoj temperaturi staništa prema jednadžbi

$$log(M) = 0{,}0066 - 0{,}279log(L_{\infty}) + 0{,}6543log(K) + 0{,}4634\ (T)$$

gdje je L_{∞} asimptotska vrijednost dužine iz Von Bertalanffyeve krivulje, K koeficijent rasta iz Von Bertalanffyeve krivulje i T srednja godišnja vrijednost temperature vode.

4. REZULTATI

4.1. Morfometrija, fenologija i meristika

Analiza morfometrijskih značajki roda *Telestes* na istraživanom području obavljena je na 49 jedinki sa svih lokaliteta na kojima je zabilježen rod *Telestes*. Analizirane su 32 jedinke kapelske svijetlice (*T. karsticus*), i to 14 jedinki iz potoka Sušik u polju Lug, 13 jedinki iz potoka Jasenak iz Jasenačkog polja i pet jedinki iz Holjevačkog vrila u Stajničkom polju. Analizirano je i 17 jedinki svijetlice (*T. polylepis*), i to 13 jedinki iz Šmitovog jezera i četiri jedinke iz ponora Rupećica. Raspon, srednja vrijednost i standardna devijacija izmjerenih morfometrijskih vrijednosti jedinki prikazani su u tablici 4.1. Najmanja izmjerena jedinka imala je 61,9 mm totalne dužine tijela, a najveća 152,6 mm. Većina morfometrijskih vrijednosti pokazuje preklapanja među svim populacijama. U tablici 4.2. prikazani su raspon, srednja vrijednost i standardna devijacija izračunatih morfometrijskih odnosa svih populacija.

Tablica 4.1. Morfometrijske vrijednosti ispitanih jedinki roda *Telestes* na svim zabilježenim lokalitetima na istraživanom području

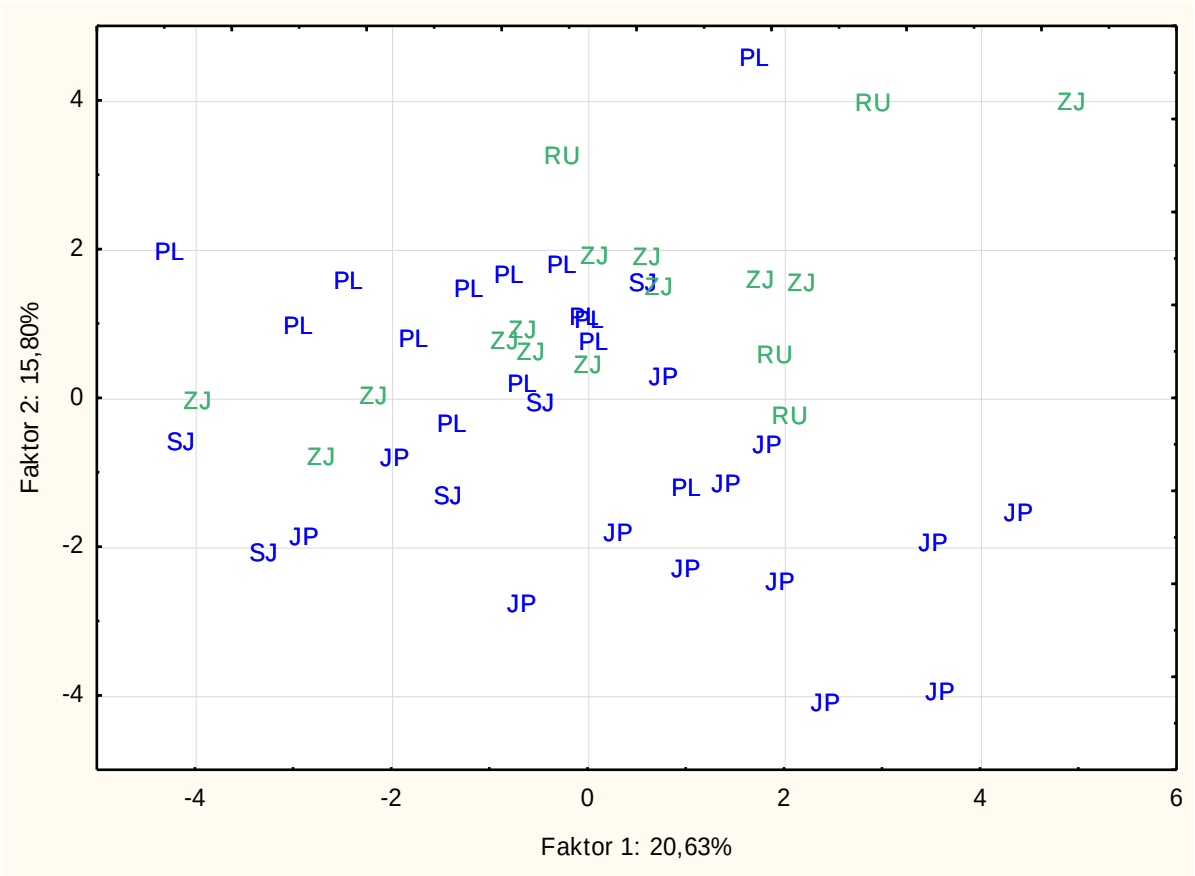
Vrsta	**Kapelska svijetlica**												**Svijetlica**							
Lokalitet	**Polje Lug**				**Stajničko polje**				**Jasenačko polje**				**Šmitovo jezero**				**Rupećica**			
Broj jedinki	**14**				**5**				**13**				**13**				**4**			
Morfometrijske značajke	**Raspon**		**x̄**	**SD**	**Raspon**		**x̄**	**SD**	**Raspon**		**x̄**	**SD**	**Raspon**		**x̄**	**SD**	**Raspon**		**x̄**	**SD**
TL	79,7	127,3	108,9	11,3	108,7	152,6	125,4	17,2	61,9	101,5	75,9	13,8	69,2	137,1	106,2	17,4	91,8	145,1	122,1	25,1
Sl	65,0	103,5	89,7	9,5	89,9	127,0	103,7	14,6	50,1	85,6	62,6	11,9	59,2	111,7	87,1	14,0	72,8	116,4	98,0	21,0
PreD	34,7	54,6	46,7	4,9	46,8	67,4	54,8	8,2	27,9	45,4	33,9	5,9	29,5	57,9	44,9	7,5	39,1	60,3	51,2	9,9
PostD	30,1	50,4	42,7	4,7	42,7	61,5	49,4	7,3	23,9	39,4	30,3	5,2	27,7	53,9	41,5	6,9	35,2	56,3	46,4	10,1
HL	18,5	26,2	22,5	2,0	22,4	30,3	26,2	2,9	14,3	24,5	17,7	3,3	16,2	30,5	23,0	3,7	19,3	29,9	25,6	4,7
PreO	5,1	6,9	6,2	0,5	6,9	9,9	7,8	1,2	3,9	7,5	5,0	1,1	4,7	8,4	6,1	1,0	4,5	7,3	6,3	1,3
PO	4,1	5,6	5,0	0,4	5,0	5,9	5,5	0,4	3,6	5,6	4,3	0,6	4,3	6,5	5,3	0,6	4,8	6,4	5,7	0,7
PostO	9,6	14,1	11,6	1,3	10,9	16,6	13,2	2,2	6,8	12,5	8,9	1,8	7,5	15,6	11,4	2,1	9,4	16,5	13,7	3,4
DL	13,4	20,0	17,6	1,6	18,0	23,9	20,4	2,2	9,5	15,7	12,4	1,8	13,7	20,8	16,5	1,8	16,8	23,2	20,0	3,0
PL	12,9	19,4	16,9	1,5	17,2	22,0	19,2	2,1	9,2	15,2	11,6	1,9	11,8	22,4	16,5	2,6	15,4	26,8	20,8	5,2
VL	9,9	15,4	13,0	1,3	13,4	17,6	15,0	1,6	7,5	11,3	9,0	1,4	9,5	15,7	12,5	1,6	11,1	19,0	15,3	3,5
PreV	34,0	53,2	45,2	4,9	45,7	63,1	51,7	7,0	26,6	43,3	32,3	6,0	28,9	54,7	43,1	6,6	36,7	56,9	48,0	10,2
PreA	46,6	75,8	63,0	7,3	62,8	88,1	72,2	10,3	35,4	60,2	43,5	8,5	39,9	77,6	60,3	9,9	51,6	81,2	69,3	14,1
AL	9,0	14,8	12,4	1,4	12,3	13,5	13,0	0,5	5,7	10,8	8,1	1,5	8,8	14,2	11,1	1,5	11,0	17,3	14,1	3,0
h	6,5	9,9	8,6	0,9	8,5	12,9	10,2	1,8	5,1	8,3	6,0	1,0	5,1	10,9	8,2	1,6	7,2	10,8	9,2	1,6
RD	13,7	22,8	19,3	2,2	18,9	29,2	21,7	4,4	10,8	17,1	13,5	1,9	13,7	25,0	19,5	2,9	15,6	28,3	22,3	5,7
ALB	6,1	10,3	8,9	1,1	8,9	12,3	10,4	1,3	3,9	9,0	6,2	1,5	4,9	11,6	8,3	1,9	7,2	11,0	9,2	1,8
DLB	6,4	10,9	9,0	1,3	8,7	12,9	10,1	1,6	4,4	8,6	5,8	1,4	6,0	11,5	8,6	1,5	7,7	12,5	10,2	2,5
DHL	13,9	20,9	17,7	1,6	18,6	25,1	21,0	2,7	11,3	18,1	13,9	2,3	12,8	23,5	18,0	2,7	15,8	24,8	20,9	4,0
H	15,2	22,9	19,5	2,0	21,0	31,1	24,9	3,9	11,6	18,9	14,6	2,6	12,5	25,2	19,4	3,6	17,3	24,5	21,3	3,6
IO	5,7	8,1	6,8	0,8	6,6	10,9	8,6	1,6	5,0	8,1	5,8	1,0	5,7	9,7	7,5	1,2	6,6	10,2	8,5	1,8

Tablica 4.2. Morfometrijski odnosi ispitanih jedinki roda *Telestes* na svim zabilježenim lokalitetima na istraživanom području

Vrsta	**Kapelska svijetlica**												**Svijetlica**							
Lokalitet	**Polje Lug**				**Stajničko polje**				**Jasenačko polje**				**Šmitovo jezero**				**Rupećica**			
Broj jedinki	**14**				**5**				**13**				**13**				**4**			
Morfometrijski odnosi	**Raspon**		$\bar{x}$	**SD**	**Raspon**		$\bar{x}$	**SD**	**Raspon**		$\bar{x}$	**SD**	**Raspon**		$\bar{x}$	**SD**	**Raspon**		$\bar{x}$	**SD**
TL / SL	1,18	1,25	**1,21**	0,02	1,20	1,22	**1,21**	0,01	1,18	1,26	**1,21**	0,02	1,17	1,24	**1,22**	0,02	1,23	1,26	**1,25**	0,01
SL / PreD	1,85	2,00	**1,92**	0,04	1,86	1,93	**1,89**	0,03	1,73	1,94	**1,84**	0,06	1,90	2,01	**1,94**	0,03	1,86	1,96	**1,91**	0,05
SL / PostD	2,06	2,17	**2,10**	0,04	2,07	2,18	**2,10**	0,05	1,45	2,19	**2,07**	0,19	2,05	2,19	**2,10**	0,04	2,07	2,18	**2,12**	0,06
SL / HL	3,51	4,24	**3,99**	0,18	3,62	4,19	**3,95**	0,23	3,32	3,88	**3,53**	0,17	3,65	3,92	**3,79**	0,09	3,58	4,05	**3,82**	0,20
HL / PreO	3,10	4,00	**3,62**	0,25	2,94	3,73	**3,38**	0,35	3,08	4,21	**3,55**	0,34	3,43	4,23	**3,80**	0,25	4,02	4,25	**4,10**	0,11
HL / PO	3,96	4,84	**4,46**	0,29	4,40	5,12	**4,76**	0,29	3,78	4,48	**4,10**	0,23	3,81	4,72	**4,33**	0,26	4,04	4,69	**4,45**	0,30
HL / PostO	1,73	2,07	**1,95**	0,08	1,83	2,27	**2,01**	0,16	1,83	2,11	**2,00**	0,09	1,93	2,18	**2,03**	0,07	1,73	2,04	**1,89**	0,14
HL / IO	2,65	3,78	**3,34**	0,18	2,73	3,79	**3,08**	0,43	2,67	3,48	**3,06**	0,20	2,85	3,23	**3,06**	0,13	2,86	3,43	**3,03**	0,27
SL /DL	4,81	5,55	**5,08**	0,20	4,79	5,30	**5,08**	0,20	4,46	6,09	**5,04**	0,44	4,32	5,96	**5,25**	0,41	4,33	5,19	**4,87**	0,38
SL / PL	5,04	5,83	**5,30**	0,22	4,95	6,04	**5,41**	0,47	4,88	5,80	**5,36**	0,30	4,98	5,55	**5,29**	0,20	4,34	4,95	**4,74**	0,28
SL / VL	6,47	7,39	**6,91**	0,28	6,43	7,23	**6,89**	0,35	6,04	7,62	**6,91**	0,39	6,26	7,53	**6,97**	0,39	6,13	6,66	**6,43**	0,23
SL / PreV	1,91	2,05	**1,99**	0,04	1,97	2,05	**2,01**	0,03	1,84	2,07	**1,94**	0,06	1,96	2,12	**2,02**	0,05	1,98	2,11	**2,04**	0,06
SL / PreA	1,37	1,48	**1,43**	0,04	1,41	1,48	**1,44**	0,03	1,38	1,50	**1,44**	0,03	1,42	1,48	**1,45**	0,02	1,38	1,45	**1,41**	0,03
SL / AL	6,73	7,75	**7,25**	0,33	7,29	9,45	**7,93**	0,89	6,71	8,92	**7,73**	0,56	6,73	8,69	**7,80**	0,57	6,65	7,20	**6,94**	0,29
SL / h	8,94	11,97	**10,46**	0,67	9,40	10,95	**10,26**	0,61	9,78	11,21	**10,35**	0,39	9,82	11,71	**10,65**	0,59	10,06	11,11	**10,58**	0,48
SL / RD	4,40	4,89	**4,65**	0,13	4,35	5,39	**4,82**	0,37	4,16	5,26	**4,63**	0,36	4,23	4,84	**4,46**	0,17	4,11	4,67	**4,44**	0,24
SL / ALB	8,67	11,23	**10,14**	0,59	9,28	10,60	**9,98**	0,53	8,97	13,74	**10,30**	1,25	9,62	12,84	**10,74**	1,00	10,06	11,08	**10,69**	0,49
SL / DLB	9,12	13,06	**10,01**	1,07	9,17	11,08	**10,26**	0,75	9,75	13,31	**10,92**	0,95	9,70	11,10	**10,13**	0,49	9,17	10,49	**9,67**	0,57
SL / DHL	4,69	5,50	**5,07**	0,21	4,79	5,06	**4,93**	0,12	4,23	4,89	**4,49**	0,20	4,61	5,03	**4,83**	0,11	4,54	4,91	**4,68**	0,16
SL / H	4,28	4,98	**4,60**	0,22	4,04	4,42	**4,17**	0,15	3,90	4,66	**4,29**	0,20	4,04	4,84	**4,51**	0,24	4,21	4,76	**4,57**	0,25
RD / h	2,03	2,63	**2,25**	0,16	1,97	2,27	**2,14**	0,15	2,02	2,57	**2,25**	0,17	2,13	2,70	**2,39**	0,18	2,15	2,63	**2,39**	0,20
PreA / VL	4,37	5,41	**4,85**	0,27	4,35	5,14	**4,80**	0,30	4,27	5,36	**4,80**	0,31	4,22	5,18	**4,82**	0,29	4,22	4,73	**4,56**	0,23
HL / H	1,02	1,25	**1,16**	0,06	0,98	1,12	**1,06**	0,05	1,08	1,34	**1,22**	0,09	1,07	1,30	**1,19**	0,08	1,11	1,28	**1,20**	0,07
PreD / PreV	1,00	1,09	**1,03**	0,02	1,02	1,10	**1,06**	0,03	1,01	1,16	**1,05**	0,03	1,00	1,10	**1,04**	0,03	1,02	1,12	**1,07**	0,04

Iz tablice 4.2. vidljivo je da su srednje vrijednosti većine morfometrijskih odnosa među populacijama ujednačene (TL/SL, SL/PreD, SL/HL, HL/PostO, SL/PreV, SL/PreA, SL/h, RD/h, HL/H, PreD/PreV), što potvrđuju i male vrijednosti standardne devijacije. Populacije iz polja Lug, Stajničkog polja i Jasenačkog polja pokazuju manje razlike u srednjoj vrijednosti morfometrijskih odnosa HL/PreO, SL/RD i SL/ALB od populacija u Šmitovom jezeru i Rupećici. Populacija iz Jasenačkog polja ima različitu srednju vrijednost od svih ostalih populacija u morfometrijskim odnosima HL/PO, SL/DLB i SL/DHL. Populacija iz polja Lug ima različitu srednju vrijednost od svih ostalih populacija u morfometrijskom odnosu HL/IO. Populacija iz Rupećice ima različitu vrijednost od ostalih populacija u morfometrijskim odnosima SL/DL, SL/PL, SL/VL i PreA/VL. Populacije iz polja Lug i Rupećice razlikuju se od ostalih populacija po srednjoj vrijednosti odnosa SL/AL, a populacije iz Stajničkog polja i Jasenačkog polja imaju različite vrijednosti od ostalih populacija u morfometrijskom odnosu SL/H. Iako se srednje vrijednosti pojedinih populacija za neke odnose međusobno razlikuju, u *box & whiskers* dijagramima tih morfometrijskih odnosa vidljivo je da se rasponi tih vrijednosti preklapaju. *Box & whiskers* dijagrami svih morfometrijskih odnosa prikazani su na slikama 8.2. do 8.25. u Prilozima. Svi morfometrijski odnosi slijede normalnu raspodjelu, što je ispitano Shapiro-Wilkovim W testom.

Metodom analize glavnih komponenata (PCA) analizirani su svi morfometrijski odnosi svih zabilježenih populacija roda *Telestes* na istraživanom području. Na slici 4.1. nalazi se grafički prikaz rezultata PCA analize gdje se na osi x nalazi faktor 1, a na osi y faktor 2.



Slika 4.1. PCA analiza morfometrijskih značajki svih populacija Telestes na području Velike i Male Kapele (SJ – Stajnička jaruga, PL – polje Lug, JP – Jasenačko polje, ZJ – Šmitovo jezero, RU – Rupećica)

Iz tablica 8.1. i 8.2. (u Prilozima) može se vidjeti da je faktor 1 najviše određen odnosima HL/H, SL/ALB, RD/h i SL/PreA, a obuhvaća približno 20,63% ukupne varijabilnosti. Faktor 2 obuhvaća oko 15,80% ukupne varijabilnosti, a na njega najviše utječu odnosi SL/PreD, SL/H, RD/h i SL/HL. Analiza glavnih komponenti pokazala je da su sve populacije roda *Telestes* na istraživanom području morfometrijski vrlo slične i nije se pokazalo nikakvo jasno odvajanje neke populacije, osim populacije iz Jasenačkog polja koja se odvojila od svih ostalih populacija. Moglo bi se reći da je većina jedinki populacije iz Jasenačkog polja (JP) morfometrijski malo drukčija od ostalih populacija.

Analizom varijance (ANOVA-om) uspoređeni su morfometrijski odnosi svih zabilježenih populacija roda *Telestes* na istraživanom području. Rezultati analize varijanci prikazani su u tablici 4.3., a crvenom bojom označeni su statistički značajni rezultati.

Tablica 4.3. Rezultati usporedbe morfometrijskih odnosa svim populacija ANOVA-om

Morfometrijski odnos	F	p
SL / PreD	9,333487	0,000015
SL / PostD	0,244836	0,911258
SL / HL	14,178464	0,000000
HL / PreO	4,815010	0,002615
HL / PO	6,934180	0,000203
HL / PostO	2,283587	0,075390
HL / IO	3,610879	0,012487
SL / DL	1,114715	0,361720
SL / PL	4,604566	0,003417
SL / VL	1,988332	0,112911
SL / PreV	5,848120	0,000729
SL / PreA	1,358193	0,263865
SL / AL	4,112873	0,006446
SL / h	0,605748	0,660568
SL / RD	2,431147	0,061598
SL / ALB	1,055347	0,389895
SL / DLB	2,893629	0,032770
SL / DHL	20,422613	0,000000
SL / H	5,895185	0,000689
RD / h	2,879167	0,033421
PreA / VL	0,872838	0,487865
HL / H	4,291621	0,005110
PreD / PreV	1,770145	0,151963

Analiza varijanci otkrila je da se populacije međusobno statistički značajno razlikuju po morfometrijskim odnosima SL/PreD, SL/HL, HL/PreO, HL/PO, HL/IO, SL/PL, SL/PreV, SL/AL, SL/DLB, SL/DHL, SL/H, RD/h i HL/H. Post-hoc Fisherov LSD test (tablica 8.3. u Prilozima) otkrio je da se populacija iz Jasenačkog polja statistički značajno razlikuje od svih ostalih populacija u morfometrijskom odnosu SL/PreD. Populacija iz Stajničkog polja statistički se značajno razlikuje od svih ostalih populacija u morfometrijskom odnosu HL/H. U istom morfometrijskom odnosu statistički se znčajno razlikuju i populacije iz Jasenačkog

polja i polja Lug. Populacija iz Šmitovog jezera statistički se značajno razlikuje od populacija iz polja Lug, Stajničkog polja i Jasenačkog polja u morfometrijskom odnosu RD/h. U istom se morfometrijskom odnosu statistički značajno razlikuju i populacije iz Rupećice i Stajničkog polja. Populacije iz Stajničkog polja i Jasenačkog polja statistički se značajno razlikuju od ostalih populacija u morfometrijskom odnosu SL/H. U morfometrijskom odnosu SL/DHL populacija iz polja Lug statistički se značajno razlikuje od populacija iz Jasenačkog polja, Šmitovog jezera i Rupećice, populacija iz Stajničkog polja statistički se značajno razlikuje od populacija iz Jasenačkog polja i Rupećice te populacija iz Jasenačkog polja od populacije iz Šmitovog jezera. Populacija iz Jasenačkog polja statistički se značajno razlikuje od svih ostalih populacija, osim Stajničkog polja, u morfometrijskom odnosu SL/DLB. Populacije iz polja Lug i Rupećice statistički se značajno razlikuju od ostalih populacija u morfometrijskom odnosu SL/AL. Populacija iz Jasenačkog polja statistički se značajno razlikuje od svih ostalih populacija u morfometrijskom odnosu SL/PreV. U istom se morfometrijskom odnosu statistički značajno razlikuju i populacije iz Rupećice i polja Lug. Populacija iz Rupećice statistički se značajno razlikuje od svih ostalih populacija u morfometrijskom odnosu SL/PL. Populacija iz polja Lug statistički se značajno razlikuje od svih ostalih populacija u morfometrijskom odnosu HL/IO. U morfometrijskom odnosu HL/PO populacija iz Jasenačkog polja statistički se značajno razlikuje od svih ostalih populacija. U istom se morfometrijskom odnosu statistički značajno razlikuju i populacije iz Stajničkog polja i polja Lug i Šmitovog jezera. Populacija iz Rupećice statistički se značajno razlikuje od svih ostalih populacija, osim Šmitovog jezera, u morfometrijskom odnosu HL/PreO. U istom se morfometrijskom odnosu statistički značajno razlikuju i populacija iz Šmitovog jezera i populacije iz Stajničkog i Jasenačkog polja. Populacija iz Jasenačkog polja statistički se značajno razlikuje od svih ostalih populacija u morfometrijskom odnosu SL/HL. U istom se morfometrijskom odnosu statistički značajno razlikuju i populacije iz Šmitovog jezera i polja Lug.

Analiza merističkih značajki populacija roda *Telestes* obavljena je na ukupno 49 jedinki iz svih populacija. Broj šipčica u leđnoj (D), podrepnoj (A), repnoj (C), prsnim (P) te trbušnim (V) perajama u različitim populacijama prikazan je u tablici 4.4.

Tablica 4.4. Broj šipčica u perajama ispitanih jedinki roda *Telestes* na svim zabilježenim lokalitetima na istraživanom području

Vrsta	Lokalitet	A	D	C	P	V
Kapelska svijetlica	**Polje Lug**	(II) III 8 (9) $^1/_2$	II 7-8 $^1/_2$	I 17 (18) I	I 14-15	I 6 (7) I
	Stajničko polje	(II) III 8 (9) $^1/_2$	II (6) 7-8 $^1/_2$	I (15) 17 I	I 13-15	I 7
	Jasenačko polje	(II) III 8 (9) $^1/_2$	II 7-8 $^1/_2$	I (16) 17 (18) I (II)	I 12-15	I 6 (7) I
Svijetlica	**Šmitovo jezero**	III 8 (9) $^1/_2$	II 7 $^1/_2$	I (16) 17 (18) I (II)	I 12-13 (14)	I 6 -7 I
	Rupećica	III 8 (9) $^1/_2$	II 7 $^1/_2$	I 17 I	I 13	I 6 I

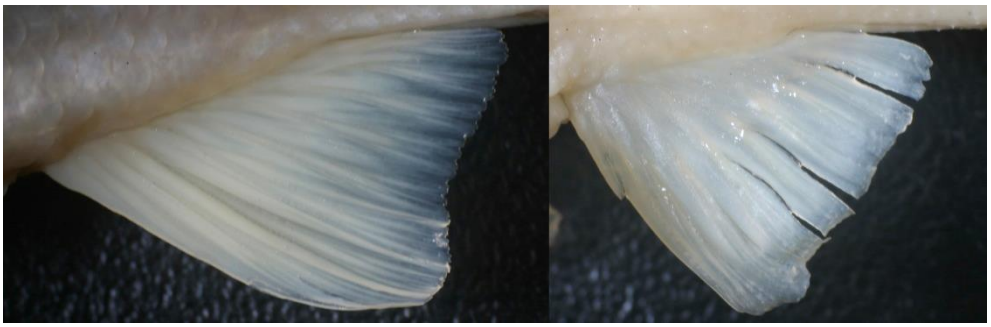
Sve populacije imaju jednaki broj razgranatih šipčica u podrepnoj peraji u kojoj većina jedinki ima osam, a kod manjeg broja devet razgranatih šipčica. Populacije Rupećice i Šmitovog jezera razlikuju se djelomično u broju razgranatih šipčica u leđnoj peraji. Sve jedinke iz te dvije populacije imaju sedam razgranatih šipčica u leđnoj peraji, dok je kod ostalih populacija podjednako zastupljen broj jedinki sa sedam i osam razgranatih šipčica. Kod jedne jedinke iz Stajničkog polja izbrojeno je šest razgranatih šipčica u leđnoj peraji. Repna peraja kod svih populacija ima uglavnom 17 razgranatih šipčica s pojedinim jedinkama koje imaju 15, 16 i 18 razgranatih šipčica. Broj šipčica u prsnoj peraji ima raspon broja razgranatih šipčica (12-15) sličan u svim populacijama. Broj razgranatih šipčica u trbušnoj peraji jednak je kod svih populacija i kreće se u rasponu od 6 do 7.

Ostale merističke karakteristike jedinki roda *Telestes* na svim zabilježenim lokalitetima na istraživanom području prikazane su u tablici 4.5.

Tablica 4.5. Ostale merističke karakteristike jedinki roda *Telestes* na svim zabilježenim lokalitetima na istraživanom području

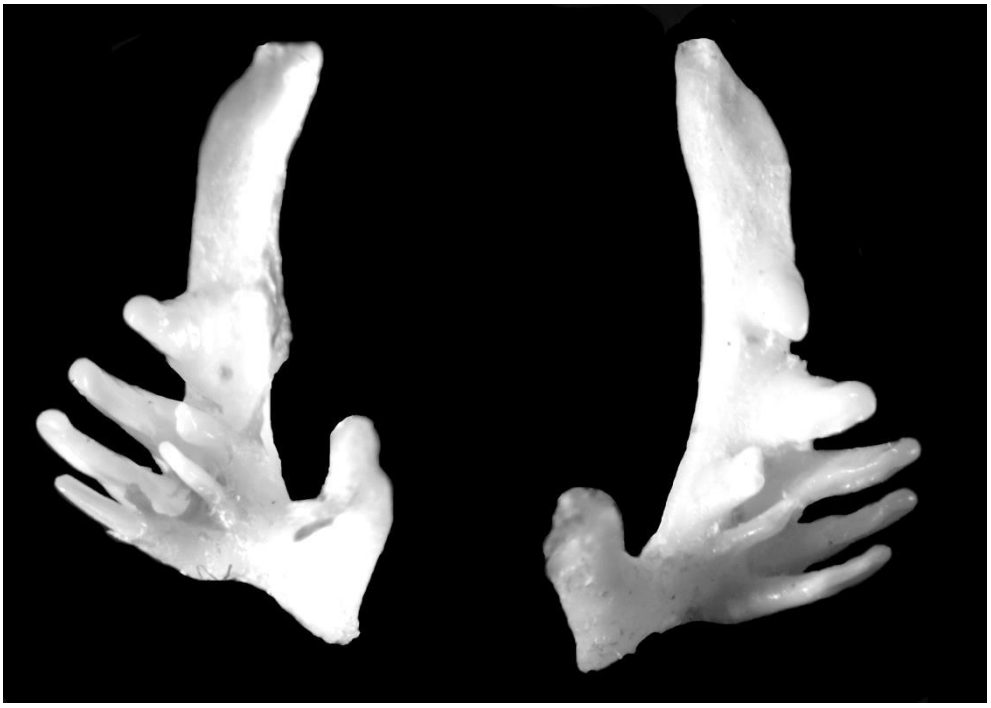
Vrsta	Lokalitet	Broj ljusaka u bočnoj pruzi (min - med - maks)	Broj ljusaka ispod bočne pruge	Oblik stražnjeg ruba podrepne peraje	Ždrijelni zubi	Škržne šipčice
Kapelska svijetlica	Polje Lug	50 - 55 - 65	6 (7) $^1/_2$	ravan	4.2 - 2.5 (4)	9 - 10
	Stajničko polje	54 - 56 - 59	6 (7) $^1/_2$	ravan	4.2 - 2.5	10
	Jasenačko polje	45 - 56 - 62	6 (7) $^1/_2$	ravan	4.2 - 1.5 (4)	9 - 10
Svijetlica	Šmitovo jezero	67 - 72 - 77	5 $^1/_2$	konkavan	-	5 - 6
	Rupećica	69 - 70 - 74	5 $^1/_2$	konkavan	-	-

Populacije iz polja Lug, Stajničkog polja i Jasenačkog polja razlikuju se od populacija iz Šmitovog jezera i Rupećice po ukupnom broju ljusaka u bočnoj prugi. Medijan ukupnog broja ljusaka u bočnoj prugi populacija iz polja Lug je 55, a populacija iz Stajničkog i Jasenačkog polja 56. U populaciji iz polja Lug raspon ukupnog broja ljusaka u bočnoj prugi je od 50 do 65. U populaciji iz Stajničkog polja raspon ukupnog broja ljusaka u bočnoj prugi je 54-59. U populaciji iz Jasenačkog polja raspon ukupnog broja ljusaka u bočnoj prugi je 45-62. Medijan ukupnog broja ljusaka u bočnoj prugi populacije iz Šmitovog jezera je 72, a populacije iz Rupećice je 70. U populaciji iz Šmitovog jezera raspon ukupnog broja ljusaka je 67-77. U populaciji iz Rupećice raspon ukupnog broja ljusaka je 69-74. Broj ljusaka ispod bočne pruge u populacijama iz polja Lug, Stajničkog polja i Jasenačkog polja za većinu jedinki iznosi $6^1/_2$, a pojedine jedinke imaju i $7^1/_2$. U populacijama iz Šmitovog jezera i Rupećice broj ljusaka ispod bočne pruge je $5^1/_2$. Stražnji rub podrepne peraje kod jedinki iz polja Lug, Stajničkog polja i Jasenačkog polja je ravan, a kod jedinki iz Šmitovog jezera i Rupećice je konkavan (slika 4.2.).



Slika 4.2. Oblik stražnjeg ruba podrepne peraje kod populacije svijetlice (lijevo) i populacije kapelske svijetlice (desno)

Populacije iz polja Lug, Stajničkog polja i Jasenačkog polja imaju formulu ždrijelnih zuba 4.2-2.5 (slika 4.3.) s pojedinim jedinkama koje čine iznimke i imaju formule 4.2-2.4, 4.2-1.5 i 4.2-1-4. Jedinke iz Šmitovog jezera i Rupećice ne pripadaju našoj zbirci pa je bilo nemoguće na tuđem materijalu pregledavati ždrijelne zube. Broj škržnih šipčica na prvom desnom luku kod jedinki populacija polja Lug, Stajničkog polja i Jasenačkog polja je 9 do 10. Broj škržnih šipčica na prvom desnom luku kod jedinki populacija iz Šmitovog jezera je 5 do 6.



Slika 4.3. Tipični ždrijelni zubi kapelske svijetlice iz potoka Sušik

4.2. Sastav populacije

4.2.1. Dužinski i maseni sastav

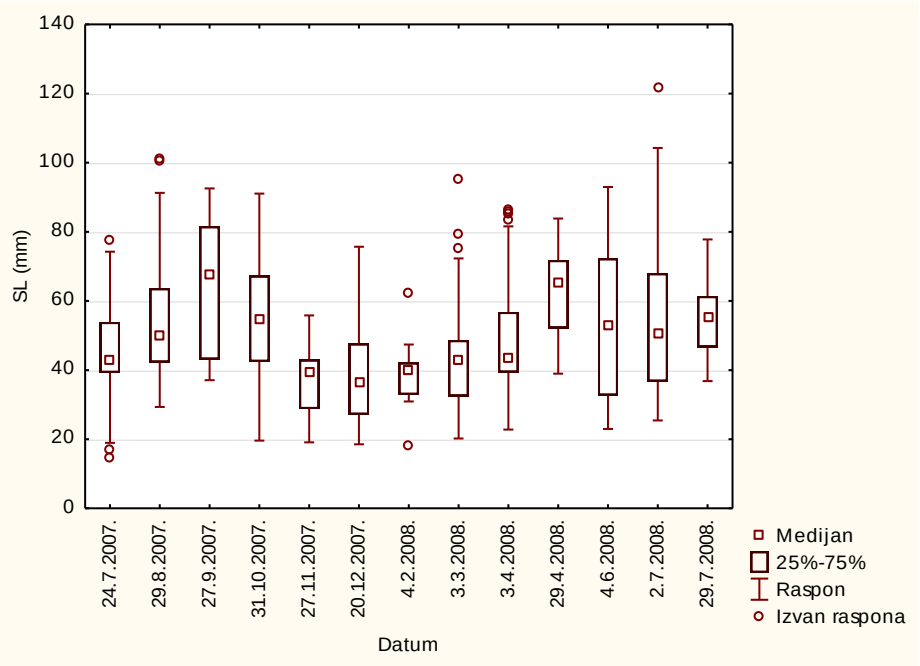
Raspon standardnih dužina tijela ispitan je u cjelokupnom uzorku od 630 jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik. Prikazan je minimum, maksimum, srednja vrijednost te standardna devijacija. Dužinski sastav ukupne populacije te posebno mužjaka, ženki i juvenilnih jedinki prikazan je u tablici 4.6.

Tablica 4.6. Dužinski sastav populacije kapelske svijetlice iz potoka Sušik

SL (mm)	Min	Maks	Srednja vrijednost	SD
Ukupno (n=630)	15,0	122,0	49,7	18,5
Mužjaci (n=414)	18,5	95,1	48,5	14,3
Ženke (n=148)	20,2	122,0	63,0	21,6
Juvenilni (n=68)	15,0	44,7	27,9	6,7

Raspon standardnih dužina kretao se od 15,0 mm do 122,0 mm. Srednja vrijednost iznosila je 49,7 ± 18,5 mm. Mužjaka je utvrđeno 414 primjeraka, a njihov se raspon kretao od 18,5 mm do 95,1 mm sa srednjom vrijednosti od 48,5 ± 14,3 mm. Utvrđeno je 148 ženki čiji se raspon kretao od 20,2 mm do 122,0 mm sa srednjom vrijednosti od 63,0 ± 21,6 mm. Srednje vrijednosti standardne dužine mužjaka i ženki statistički se značajno razlikuju (**p<0,0001**). Najmanja utvrđena juvenilna jedinka imala je 15,0 mm standardne dužine, a najveća 44,7 mm. Srednja vrijednost juvenilnih jedinki iznosila je 27,9 ± 6,7 mm.

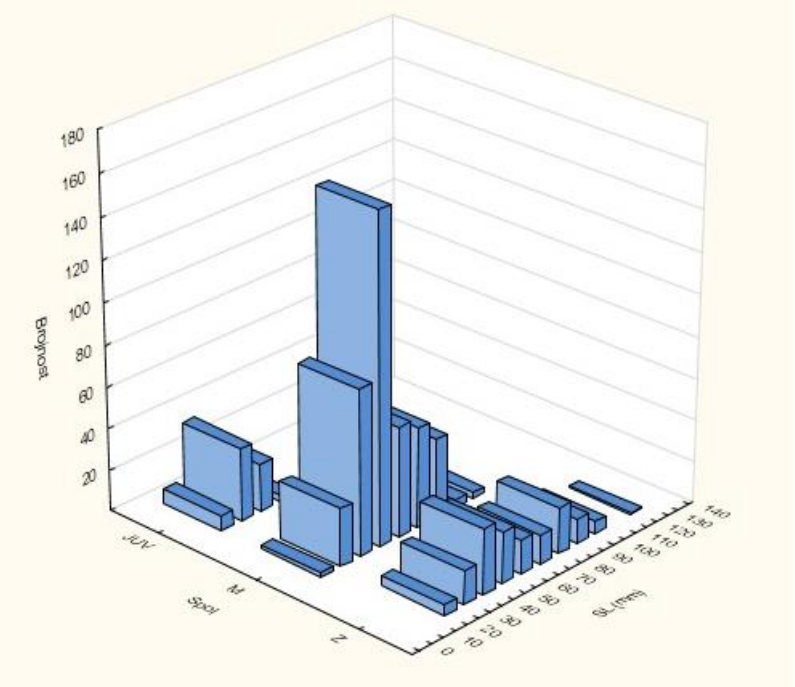
Raspon standardnih dužina tijela kapelske svijetlice iz potoka Sušik razvrstan po mjesecima uzorkovanja prikazan je na slici 4.4.



Slika 4.4. Raspon standardnih dužina tijela kapelske svijetlice razvrstan po mjesecima uzorkovanja iz potoka Sušik

Medijani izmjerenih standardnih dužina tijela različiti su u različitim mjesecima uzorkovanja. Uzorci iz rujna 2007. i 29. travnja 2008. godine imaju medijane standardnih dužina tijela veće od 60 mm. U svim ostalim uzorcima, osim studenoga, prosinca i veljače, medijani standardnih dužina tijela su u rasponu od 40 mm do 80 mm. U studenome, prosincu i veljači medijani srednjih dužina tijela uzorkovanih jedinki manji su od 40 mm. Uzorci jedinki iz studenoga, prosinca, veljače i ožujka imaju najmanje gornje kvartile standardnih dužina tijela koji su uvijek manji od 50 mm.

Sve su jedinke kapelske svijetlice raspodijeljene u dužinske kategorije standardne dužine tijela širine 10 mm. Raspodjela brojnosti pojavljivanja dužinskih kategorija standardnih dužina tijela jedinki razvrstanih prema spolu prikazana je na slici 4.5.



Slika 4.5. Raspodjela brojnosti pojavljivanja dužinskih kategorija standardnih dužina tijela jedinki kapelske svijetlice razvrstanih prema spolu iz potoka Sušik

Juvenilne jedinke raspodijeljene su u četiri, mužjaci u devet, a ženke u deset dužinskih kategorija. Najbrojnija dužinska kategorija juvenilnih jedinki je 21-30 mm (51,5%). Kod mužjaka i ženki najbrojnija je dužinska kategorija 41-50 mm (38,2%, odnosno 20,9%).

Juvenilne jedinke i mužjaci imaju unimodalnu raspodjelu, a ženke imaju bimodalnu raspodjelu s drugim maksimumom u dužinskoj kategoriji od 81-90 mm.

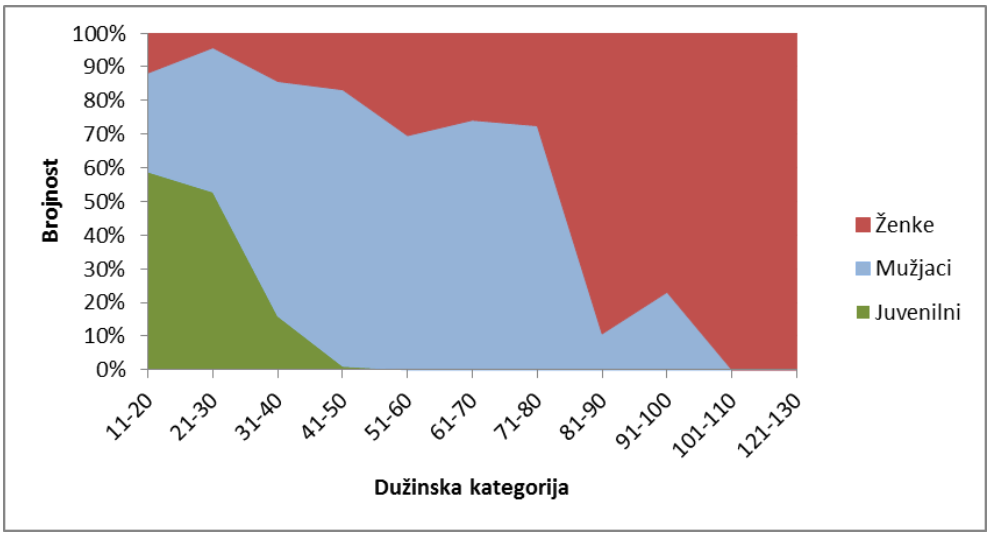
4.2.2. Sastav po spolu

Sastav jedinki po spolu ispitan je na cjelokupnom uzorku od 630 jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik. Ukupan omjer uhvaćenih mužjaka i ženki iznosio je 2,8:1 u korist mužjaka, što je i χ^2 test pokazao značajnim (**$p<0,05$**). U svim dužinskim kategorijama do dužine 80 mm prevladavaju mužjaci, dok ženke prevladavaju u dužinskim kategorijama iznad 80 mm. χ^2 test pokazao je da su razlike u omjeru mužjaka i ženki značajne za sve dužinske kategorije osim za 11-20 mm, 91-100 mm i 121-130 mm. U tablici 4.7. prikazani su svi izračunati omjeri spolova prema dužinskim kategorijama te p vrijednosti χ^2 testa.

Tablica 4.7. Omjer spolova prema dužinskim kategorijama populacije kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Dužinska kategorija (mm)	Omjer M : Ž	p vrijednost χ2 testa	rezultat
11-20	2,5 : 1,0	0,2568	P>0,05
21-30	10,0 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
31-40	4,9 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
41-50	4,9 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
51-60	2,3 : 1,0	**0,0005**	**P<0,05**
61-70	2,9 : 1,0	**0,0001**	**P<0,05**
71-80	2,6 : 1,0	**0,0013**	**P<0,05**
81-90	0,1 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
91-100	0,3 : 1,0	0,0522	P>0,05
101-110	0,0 : 1,0	**0,0253**	**P<0,05**
121-130	0,0 : 1,0	0,3173	P>0,05
Ukupno	2,8 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**

Raspodjela brojnosti spolova razvrstanih u dužinske kategorije u uzorku prikazana je na slici 4.6.



Slika 4.6. Raspodjela pojavljivanja juvenilnih jedinki, mužjaka i ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik razvrstanih u dužinske kategorije

Iz slike 4.6. jasno je vidljivo da primjerci s nerazvijenim gonadama dominiraju do dužinske kategorije 21-30 mm. Mužjaci dominiraju od dužinske kategorije 31-40 mm do 71-80 mm, a ženke od dužinske kategorije 81-90 mm nadalje. U dužinskim kategorijama većim od 101-100 prisutne su samo ženke.

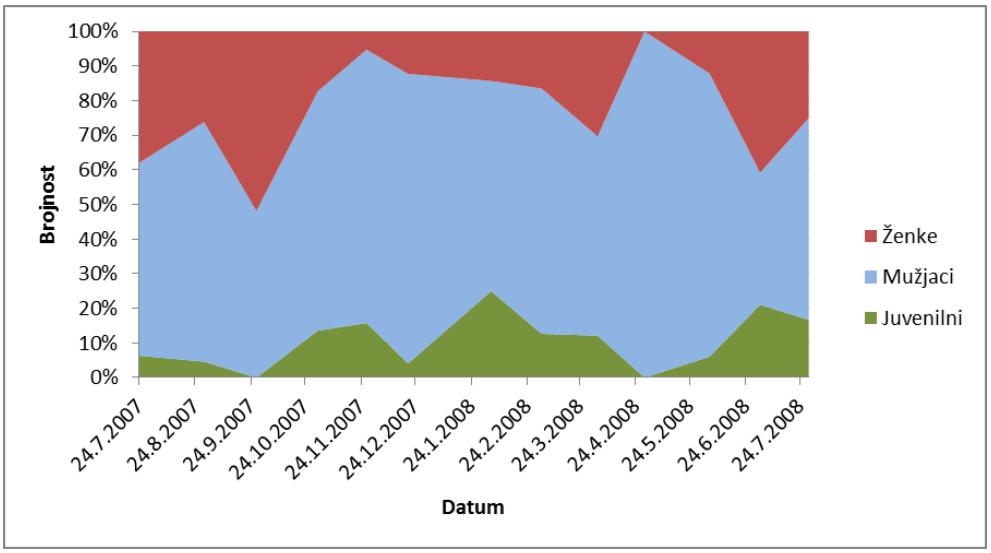
U tablici 4.8. prikazani su svi izračunati omjeri spolova prema datumima uzorkovanja te p vrijednosti χ^2 testa.

Tablica 4.8. Omjer spolova prema datumima uzorkovanja populacije kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Datum	Omjer M : Ž	p vrijednost χ2 testa	rezultat
24.7.2007	1,5 : 1,0	0,1036	P>0,05
29.8.2007	2,6 : 1,0	**0,0004**	**P<0,05**
27.9.2007	0,9 : 1,0	0,8474	P>0,05
31.10.2007	4,0 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
27.11.2007	15,0 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
20.12.2007	6,8 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
4.2.2008	4,3 : 1,0	**0,0046**	**P<0,05**
3.3.2008	4,3 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
3.4.2008	1,9 : 1,0	0,0947	P>0,05
29.4.2008	1,0 : 0,0	**0,0000**	**P<0,05**
4.6.2008	6,8 : 1,0	**0,0000**	**P<0,05**
2.7.2008	0,9 : 1,0	0,7963	P>0,05
29.7.2008	2,3 : 1,0	0,2059	P>0,05

U većini datuma uzorkovanja prevladavaju mužjaci, osim 27. rujna 2007. i 2. srpnja 2008. godine kada prevladavaju ženke. No χ^2 test je pokazao da su rezultati statistički značajni za 29. kolovoz 2007., razdoblje od 27. rujna 2007. do 3. ožujka 2008. te za 29. travnja 2008. i 4. lipnja 2008. godine (**p< 0,05**).

Raspodjela brojnosti spolova razvrstanih prema datumu uzorkovanja prikazana je na slici 4.7.

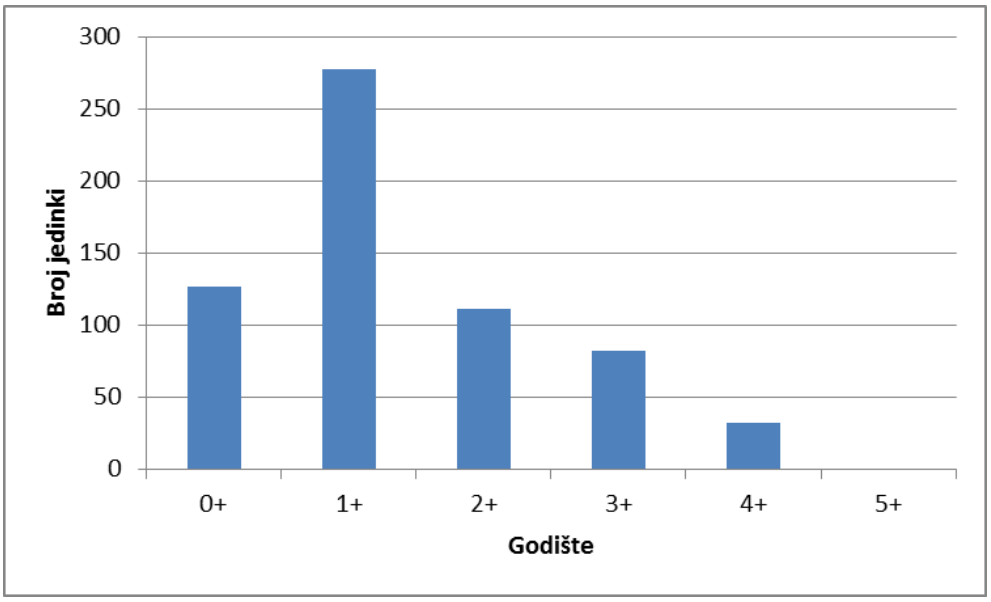


Slika 4.7. Raspodjela pojavljivanja juvenilnih jedinki, mužjaka i ženki kapelske svijetlice razvrstanih prema datumu uzorkovanja iz potoka Sušik

Mužjaci su prevladavali u svakom mjesecu uzorkovanja. Ženke su sačinjavale više od 30% uzorka samo 24. rujna 2007., 24. ožujka 2008. i 24. lipnja 2008. godine. Jedinke s nerazvijenim gonadama sačinjavale su više od 20% uzorka 24. siječnja 2008. i 24. lipnja 2008. godine.

4.2.3. Starosni sastav

Starosni sastav populacije analiziran je na uzorku od 630 jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik kojima je starost procijenjena iz dužinsko-masenih odnosa svih zabilježenih jedinki. Na poduzorku od 86 jedinki različitih standardnih dužina tijela starost je očitana iz ljusaka te je određena srednja standardna dužina za svako godište. Jedinke s kojih su skinute ljuske ravnomjerno su predstavljale sve dužinske kategorije zabilježene u uzorku. Dobivene su vrijednosti standardnih dužina tijela primijenjene na podatke dužinsko-masenih odnosa posebno za svaki mjesec uzorkovanja na kojima se jasno vide prekidi između pojedinih godišta. Na slici 4.8. prikazan je starosni sastav populacije.

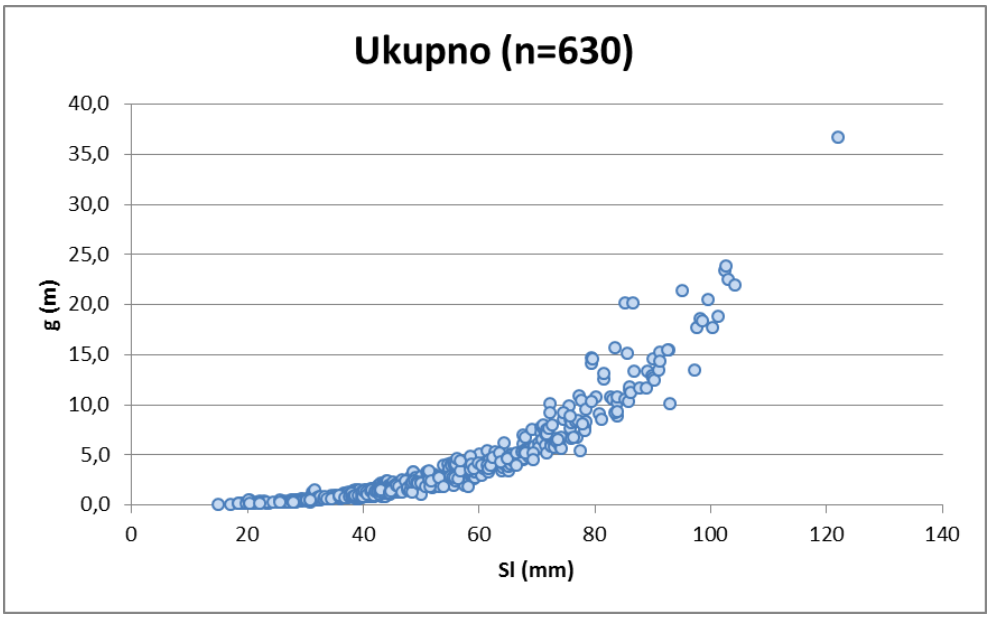


Slika 4.8. Starosni sastav populacije kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Više je od polovine analiziranih jedinki starosti 0+ (127 jedinki) i 1+ (277 jedinki). Brojnosti starijih starosnih kategorija postupno opadaju pa je tako zabilježeno 111 jedinki starosti 2+, 82 jedinke starosti 3+, 32 jedinke starosti 4+ i samo jedna jedinka starosti 5+.

4.3. Dužinsko-maseni odnos

Dužinsko-maseni odnos ispitan je na ukupnom uzorku od 630 jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik, posebno na mužjacima, ženkama i juvenilnim jedinkama. Svaki pojedini odnos dužine i mase te funkcija koja ih najbolje opisuje prikazani su na slikama 4.9. do 4.12.



Slika 4.9. Dužinsko-maseni odnos na ukupnom uzorku kapelske svijetlice iz potoka Sušik

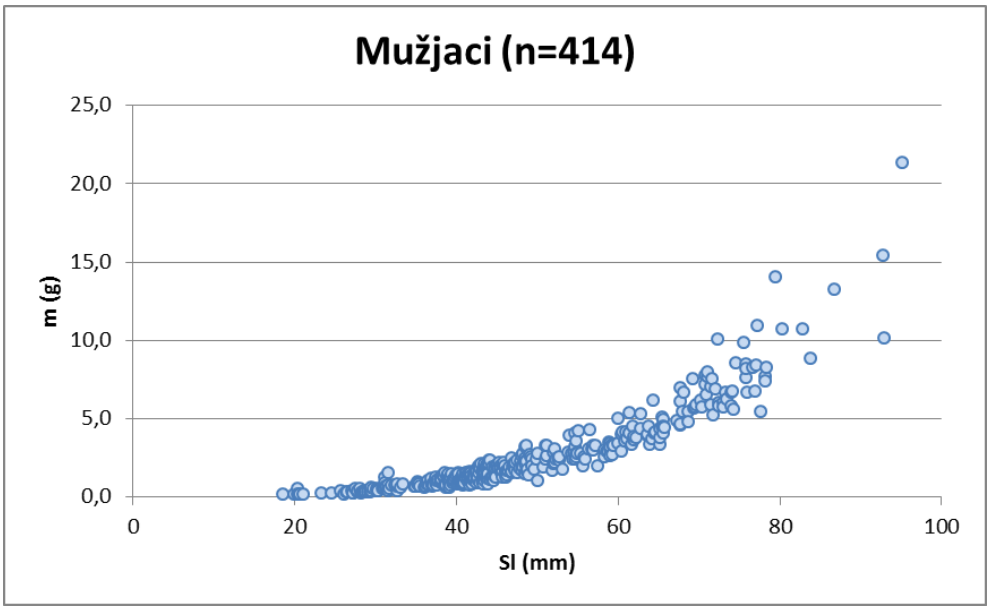
Funkcija koja najbolje opisuje dužinsko-maseni odnos ukupnog uzorka glasi:

$$W=0{,}000011L^{3{,}107}$$

uz koeficijent determinacije $R^2=0{,}959$, a logaritmirana formula glasi:

$$\log W= -4{,}943 + 3{,}107L$$

sa 95%-tnim granicama pouzdanosti za a od -5,027 do -4,859 i 95%-tnim granicama pouzdanosti za b od 3,056 do 3,157 s varijacijom koeficijenta b 0,0080.



Slika 4.10. Dužinsko-maseni odnos mužjaka kapelske svijetlice iz potoka Sušik

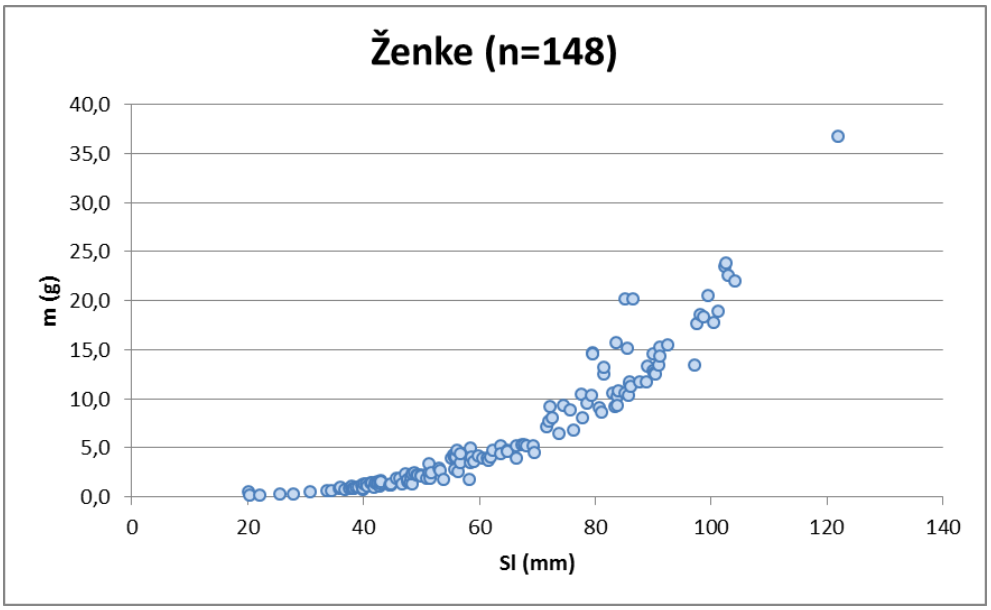
Funkcija koja najbolje opisuje dužinsko-maseni odnos mužjaka glasi:

$$W=0{,}000018L^{2{,}984}$$

uz koeficijent determinacije $R^2=0{,}930$, a logaritmirana formula glasi:

$$\log W= -4{,}735 + 2{,}984L$$

sa 95%-tnim granicama pouzdanosti za a od -4,875 do -4,610 i 95%-tnim granicama pouzdanosti za b od 2,907 do 3,067 s varijacijom koeficijenta b 0,0130.



Slika 4.11. Dužinsko-maseni odnos ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

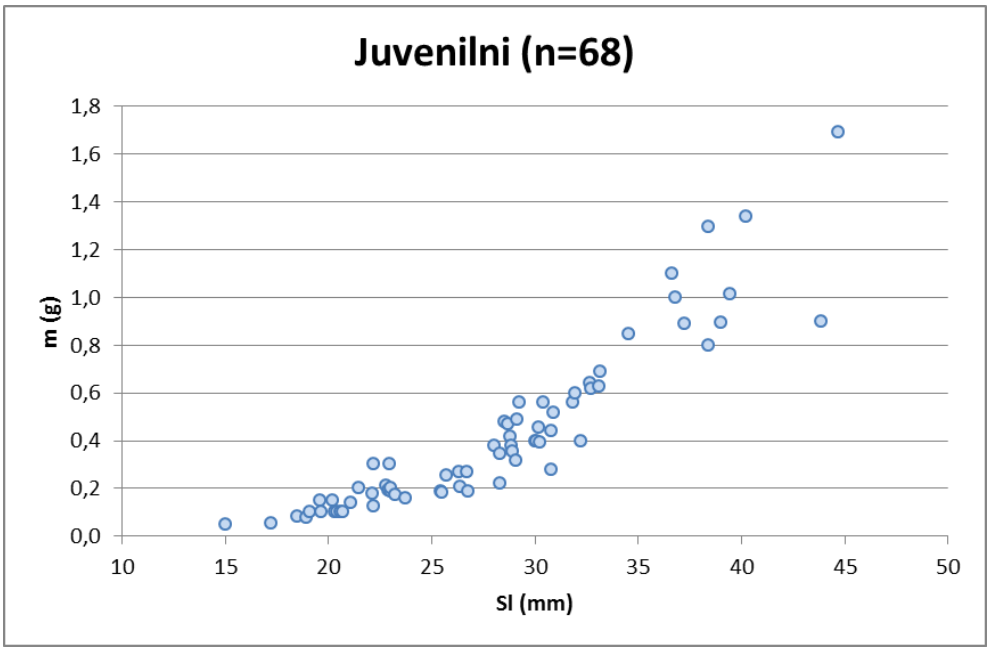
Funkcija koja najbolje opisuje dužinsko-maseni odnos ženki glasi:

$$W=0{,}0000078L^{3{,}199}$$

uz koeficijent determinacije $R^2=0{,}965$, a logaritmirana formula glasi:

$$\log W= -5{,}106 + 3{,}199L$$

sa 95%-tnim granicama pouzdanosti za a od -5,283 do -4,929 i 95%-tnim granicama pouzdanosti za b od 3,100 do 3,299 s varijacijom koeficijenta b 0,0155.



Slika 4.12. Dužinsko-maseni odnos juvenilnih jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Funkcija koja najbolje opisuje dužinsko-maseni odnos juvenilnih jedinki glasi:

$$W=0{,}0000061L^{3{,}282}$$

uz koeficijent determinacije $R^2=0{,}918$, a logaritmirana formula glasi:

$$\log W= -5{,}219 + 3{,}282L$$

sa 95%-tnim granicama pouzdanosti za a od -5,562 do -4,875 i 95%-tnim granicama pouzdanosti za b od 3,046 do 3,524 s varijacijom koeficijenta b 0,0349.

Prema dobivenoj vrijednosti konstante b proizlazi da cjelokupni uzorak, ženke i juvenilne jedinke rastu pozitivno alometrijski, a mužjaci rastu negativno alometrijski, odnosno gotovo izometrijski. 95%-tne granice pouzdanosti pokazale su da se parametri b ukupnog uzorka, ženki i juvenilnih jedinki znatno razlikuju od 3, a da se parametar b mužjaka ne razlikuje znatno od 3 pa mužjaci rastu gotovo izometrijski.

U tablicama 4.9. a) i b) prikazani su rasponi masa za svaku dužinsku kategoriju uz srednju vrijednost dužinske kategorije i standardnu devijaciju za ukupni uzorak te posebno za juvenilne jedinke, mužjake i ženke kapelske svijetlice iz potoka Sušik.

Tablica 4.9. a) Odnos standardne dužine tijela i mase po dužinskim kategorijama na ukupnom uzorku i juvenilnim jedinkama kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Dužinska kategorija (mm)	Ukupno			Juvenilni		
	Broj primjeraka	Raspon mase (g)	x ± S.D.	Broj primjeraka	Raspon mase (g)	x ± S.D.
11-20	17	0,05 - 0,50	0,15 ± 0,12	10	0,05 - 0,10	0,10 ± 0,03
21-30	70	0,10 - 0,60	0,31 ± 0,13	37	0,10 - 0,56	0,29 ± 0,13
31-40	119	0,28 - 1,50	0,88 ± 0,28	19	0,28 - 1,34	0,77 ± 0,29
41-50	185	0,75 - 3,24	1,60 ± 0,49	2	0,90 - 1,69	1,30 ± 0,56
51-60	79	1,63 - 4,99	3,01 ± 0,78	-	-	-
61-70	62	3,30 - 7,49	4,76 ± 0,91	-	-	-
71-80	51	5,18 - 14,66	8,00 ± 2,17	-	-	-
81-90	28	8,53 - 20,10	12,17 ± 2,90	-	-	-
91-100	13	10,10 - 21,35	16,25 ± 3,14	-	-	-
101-110	5	18,82 - 23,78	22,09 ± 1,97	-	-	-
121-130	1	36,69	-	-	-	-
Ukupno	**630**	**0,05 - 36,69**	**3,27 ± 4,24**	**68**	**0,05 - 1,69**	**0,42 ± 0,34**

Tablica 4.9. b) Odnos standardne dužine tijela i mase po dužinskim kategorijama kod mužjaka i ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Dužinska kategorija (mm)	Mužjaci			Ženke		
	Broj primjeraka	Raspon mase (g)	x ± S.D.	Broj primjeraka	Raspon mase (g)	x ± S.D.
11-20	5	0,13 - 0,50	0,21 ± 0,16	2	0,13 - 0,40	0,27 ± 0,19
21-30	30	0,13 - 060	0,34 ± 0,12	3	0,12 - 0,22	0,18 ± 0,05
31-40	83	0,40 - 1,50	0,92 ± 0,29	17	0,44 - 1,30	0,81 ± 0,21
41-50	152	0,75 - 3,24	1,61 ± 0,5	31	0,92 - 2,40	1,57 ± 0,43
51-60	55	1,63 - 4,99	2,91 ± 0,66	24	1,74 - 4,86	3,26 ± 0,97
61-70	46	3,30 - 7,49	4,70 ± 1,01	16	3,60 - 5,30	4,58 ± 0,58
71-80	37	5,18 - 14,05	7,50 ± 1,81	14	6,44 - 14,66	9,32 ± 2,55
81-90	3	8,83 - 13,25	10,93 ± 2,22	25	8,53 - 20,10	12,32 ±2,97
91-100	3	10,10 - 21,35	15,61 ± 5,63	10	13,37 - 20,50	16,44 ± 2,44
101-110	-	-	-	5	18,82 - 23,78	22,09 ± 1,97
121-130	-	-	-	1	36,69	-
Ukupno	**414**	**0,13 - 21,35**	**2,57 ± 2,55**	**148**	**0,13 - 0,40**	**2,57 ± 5,63**

Najmanja je zabilježena masa jedinke u uzorku bila 0,05 g, a najveća 36,69 g. Srednja vrijednost mase raste s povećanjem dužinske kategorije. Što je veća dužinska kategorija, veća je i standardna devijacija srednje vrijednosti mase. Najmanja masa juvenilne jedinke iznosila je 0,05 g, a najveća 1,69 g. Najmanji je mužjak s razvijenim gonadama imao masu 0,13 g, a najveća zabilježena masa mužjaka iznosila je 21,35 g. Najmanja zabilježena masa ženke s razvijenim gonadama iznosila je 0,13 g, a najveća 36,69 g. Analizom varijance analizirane su

mase riba razvrstanih po dužinskim kategorijama i spolu. *Post hoc* Tukey HDL test nije pokazao statistički značajne razlike u masi između mužjaka i ženki istih dužinskih kategorija, osim u dužinskoj kategoriji 71-80 mm u kojoj su ženke imale veću srednju vrijednost mase.

4.3.1. Kondicija

Fultonov indeks kondicije izračunat je na ukupnom uzorku (n=630) kapelske svijetlice iz potoka Sušik, posebno za juvenilne jedinke, mužjake i ženke. Fultonov indeks kondicije izračunat po dužinskim kategorijama prikazan je u tablici 5.10.

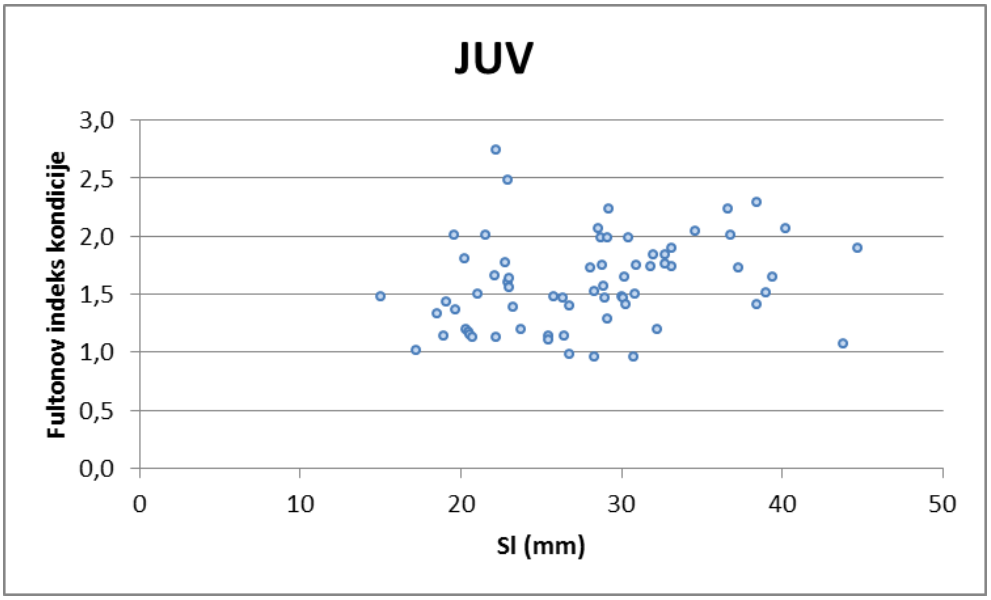
Tablica 4.10. Prosječni Fultonov indeks kondicije sa standardnom devijacijom u dužinskim kategorijama kod mužjaka, ženki i juvenilnih jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Dužinske kategorije (mm) / Spol	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	121-130	Ukupno
JUV	1,4 ± 0,31	1,57 ± 0,41	1,71 ± 0,31	1,48 ± 0,58	-	-	-	-	-	-	-	1,58 ± 0,38
M	2,56 ± 1,91	1,57 ± 0,41	1,87 ± 0,56	1,79 ± 0,43	1,69 ± 0,37	1,69 ± 0,26	1,81 ± 0,36	1,80 ± 0,27	1,89 ± 0,61	-	-	1,78 ± 0,48
Ž	3,19 ± 2,34	1,10 ± 0,11	1,58 ± 0,31	1,67 ± 0,29	1,89 ± 0,46	1,66 ± 0,18	2,11 ± 0,41	1,96 ± 0,46	1,86 ± 0,18	2,04 ± 0,16	2,02	1,82 ± 0,47
Ukupno	1,95 ± 1,35	1,55 ± 0,41	1,80 ± 0,51	1,77 ± 0,41	1,75 ± 0,41	1,68 ± 0,24	1,89 ± 0,39	1,94 ± 0,45	1,87 ± 0,29	2,04 ± 0,17	2,02	1,77 ± 0,47

Prosječni Fultonov indeks kondicije ne mijenja se znatno s porastom dužinske kategorije kod juvenilnih jedinki gdje vrijednosti ne odstupaju od ukupne srednje vrijednosti (1,58). *Post hoc* Tukey HSD test rezultata analize varijanci otkrio je da se vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije statistički značajno ne razlikuju između dužinskih kategorija juvenilnih jedinki. Kod mužjaka sve dužinske kategorije imaju sličan Fultonov indeks kondicije i ne odstupaju od ukupne srednje vrijednosti za sve mužjake (1,78), osim najmanje dužinske kategorije 11-20 mm koja ima veći Fultonov indeks kondicije (2,56) od ostalih dužinskih kategorija. *Post hoc* Tukey HSD test rezultata analize varijanci otkrio je da se samo muške jedinke dužinske kategorije 11-20 mm statistički značajno razlikuju od svih muških dužinskih kategorija osim 31-40 mm, 71-80 mm, 81-90 mm i 91-100 mm. Fultonov indeks kondicije kod ženki također ima ujednačene vrijednosti kod svih dužinskih kategorija (1,82), osim najmanje 11-20 mm gdje je vrijednost veća (3,19) i 21-30 mm gdje je vrijednost manja (1,10). *Post hoc* Tukey

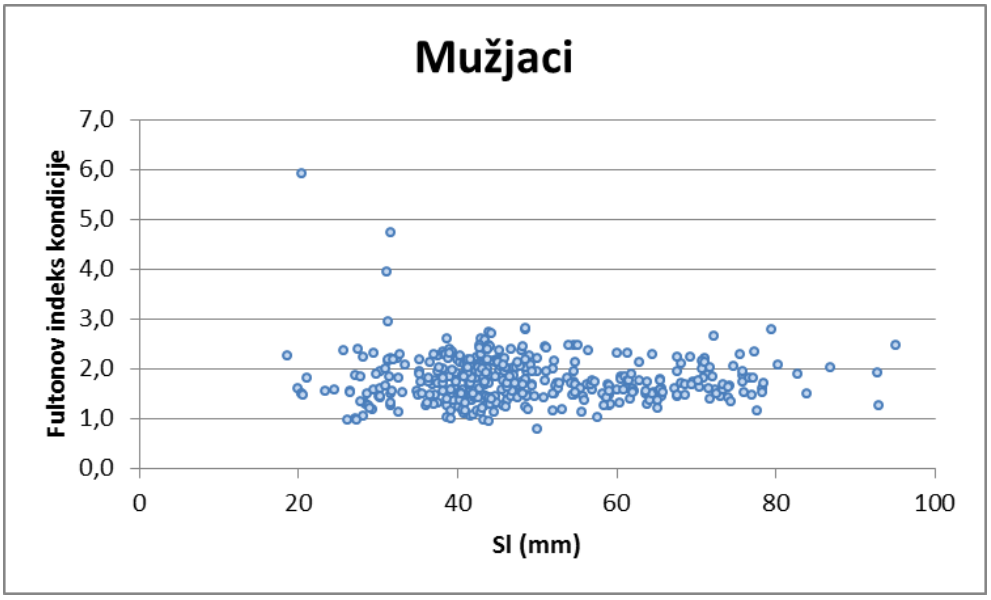
HSD test rezultata analize varijanci otkrio je da se ženske jedinke dužinske kategorije 11-20 mm statistički značajno razlikuju od svih ženskih dužinskih kategorija osim 71-80 mm, 101-110 mm i 121-130 mm. Vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije između različitih spolova iste dužinske kategorije su iste i statistički se značajno ne razlikuju u svim dužinskim kategorijama, osim dužinske kategorije 11-20 mm u kojem se juvenilne jedinke statistički značajno razlikuju od mužjaka i ženki, što je otkrio *post hoc* Tukey HSD test analize varijanci.

Odnos Fultonovog indeksa kondicije i standardne dužine prikazan je na slikama 4.13. do 4.15.



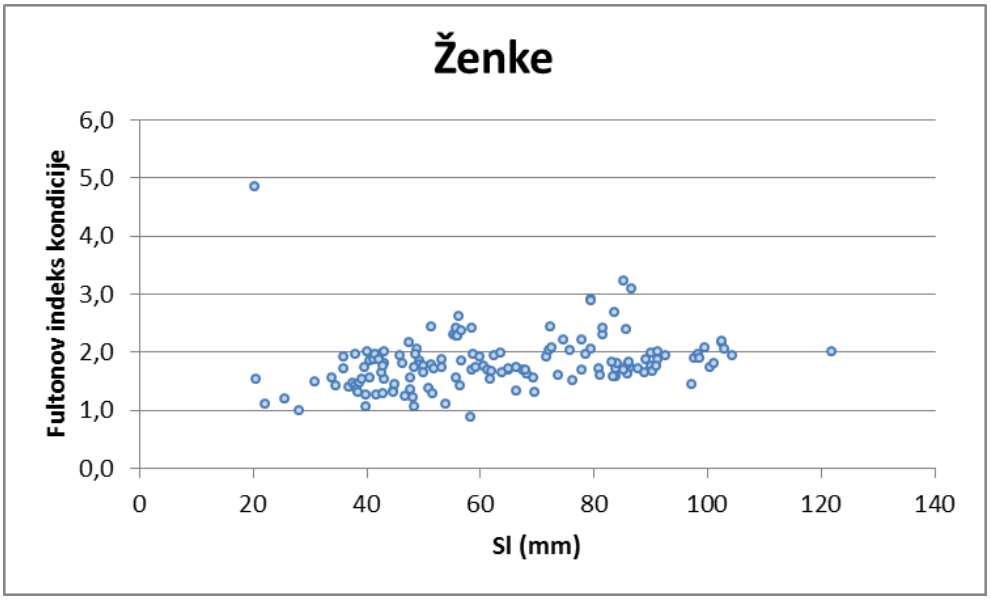
Slika 4.13. Odnos Fultonovog indeksa kondicije i standardne dužine tijela kod juvenilnih jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Porast standardne dužine tijela kod juvenilnih jedinki prati i lagani porast vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije što je pokazala mala, ali statistički značajna vrijednost Pearsonovog korelacijskog faktora (**r = 0,2632**, **p<0,05**).



Slika 4.14. Odnos Fultonovog indeksa kondicije i standardne dužine tijela kod ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

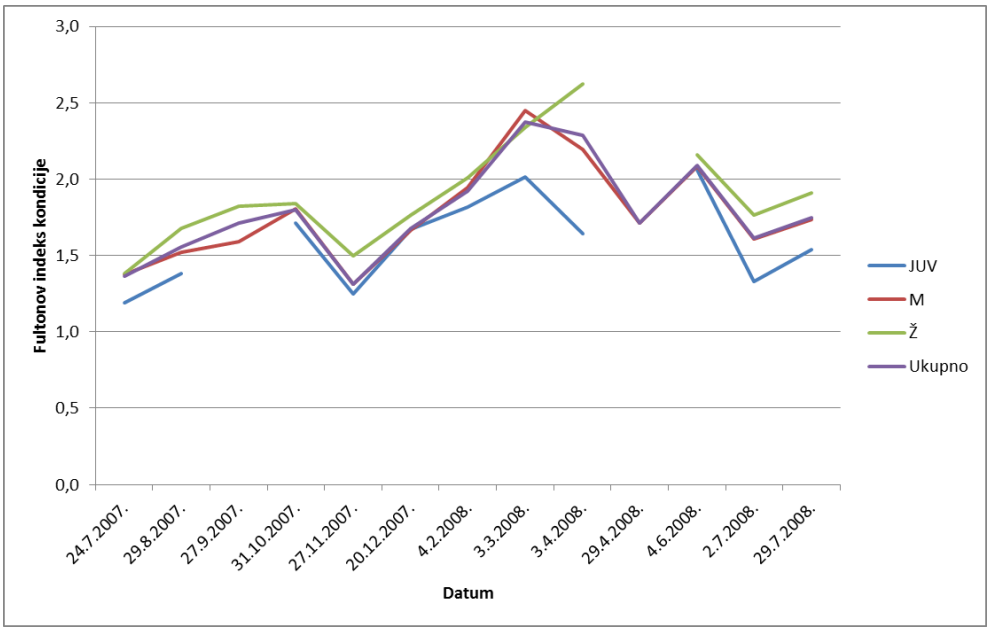
Kod mužjaka nije utvrđen porast vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije što je pokazao i Pearsonov indeks korelacije koji nije pokazao statistički značajnu ovisnost ($r=-0,0536$; $p>0,05$).



Slika 4.15. Odnos Fultonovog indeksa kondicije i standardne dužine tijela kod mužjaka kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Kod ženki vrijednost Fultonovog indeksa kondicije lagano, ali statistički značajno, raste s povećanjem standardne dužine tijela što je pokazao i Pearsonov indeks korelacije (**r=0,2366**, **p<0,05**).

Prosječni Fultonov indeks kondicije izračunat prema mjesecima uzorkovanja za ukupni uzorak, juvenilne jedinke, mužjake i ženke prikazan je na slici 4.16.

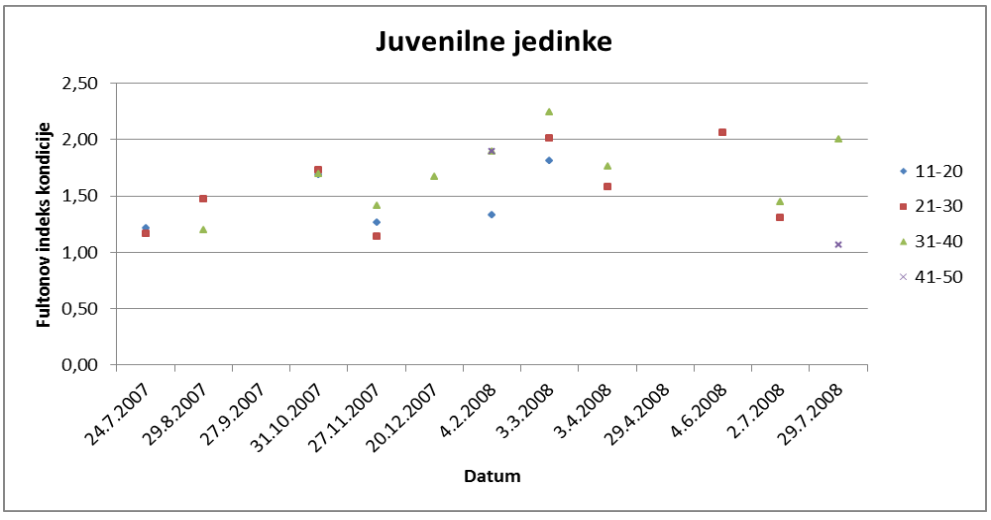


Slika 4.16. Fultonovi indeksi kondicije po datumima kod mužjaka, ženki i juvenilnih jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Prosječna vrijednost Fultonovog indeksa kondicije svih spolova je slična u svim datumima uzorkovanja i ima isti trend rasta i pada, osim 3. ožujka 2008. i 3. travnja 2008. godine kada se vrijednost Fultonovog indeksa kondicije juvenilnih jedinki razlikuje od ostalih spolova. Naime, *post hoc* Tukey test analize varijanci je pokazao da se vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije ne razlikuju statistički značajno između spolova uzorkovanih istog datuma, osim između vrijednosti Fultonovog indeksa mužjaka i juvenilnih jedinki uzorkovanih 3. ožujka 2008. (**p=0,044**) te ženki i juvenilnih jedinki uzorkovanih 3. travnja 2008. godine (**p=0,004**). Vrijednost Fultonovog indeksa kondicije mužjaka ima najmanju vrijednost 24. srpnja 2007., a najveću 3. ožujka 2008. godine. Od srpnja 2007. do ožujka 2008. godine vrijednost Fultonovog indeksa kondicije raste, osim u studenome kada je zabilježen nagli pad. Nakon ožujka 2008. godine vrijednost Fultonovog indeksa kondicije mužjaka pada, osim lipnja kada

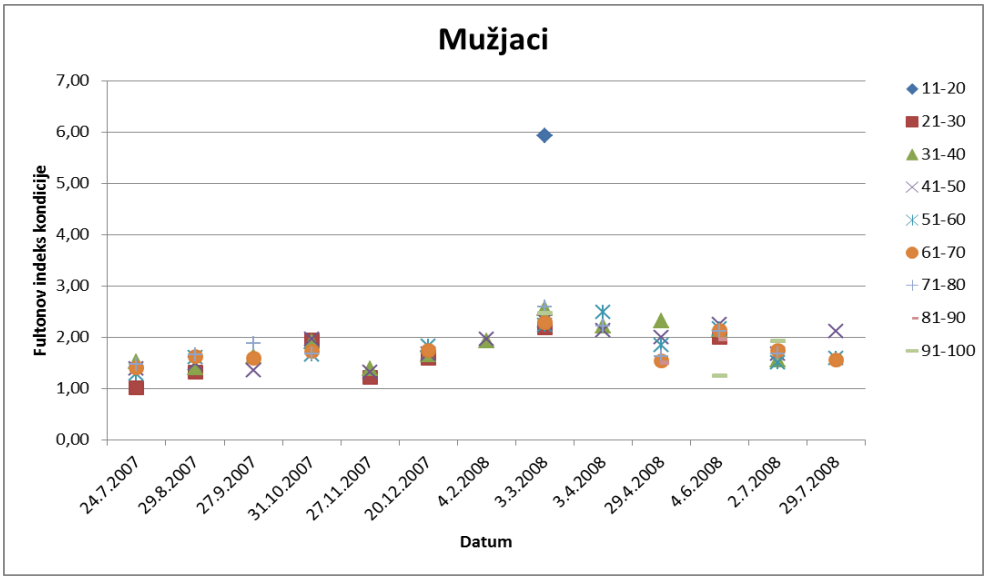
je zabilježen rast. *Post hoc* Tukey test analize varijanci vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije uzorka mužjaka pokazao je da se vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije uzorka iz 3. ožujka 2008. godine statistički značajno razlikuju od svih drugih uzoraka (**p<0,05**), osim onog iz 3. travnja 2008. godine (p=0,559). Vrijednost Fultonovog indeksa kondicije ženki također ima najmanju vrijednost u srpnju 2007., ali najveću 3. travnja 2008. godine, što je mjesec dana kasnije od mužjaka. Kao i kod mužjaka, vrijednost Fultonovog indeksa kondicije raste od srpnja 2007. do travnja 2008. godine, osim u studenome kada je kao i kod mužjaka zabilježen pad. Nakon 3. travnja vrijednost Fultonovog indeksa kondicije pada do srpnja 2008. *Post hoc* Tukey test analize varijanci vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije uzorka ženki pokazao je da se vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije uzorka iz 3. travnja 2008. statistički značajno razlikuju od svih drugih uzoraka (**p<0,05**), osim uzoraka iz 4. veljače 2008. (p=0,211), 3. ožujka 2008. (p=0,938), 4. lipnja 2008. (p=0,799) i 29. srpnja 2008. (p=0,150). Vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije juvenilnih jedinki za sve datume uzorkovanja se statistički značajno ne razlikuju osim vrijednosti juvenilnih jedinki uzorka iz 3. ožujka 2008. koji se statistički značajno razlikuje, ali samo od uzorka iz 24. srpnja 2007. (**p=0,002**), 27. studenog 2007. (**p=0,003**) i 2. srpnja 2008. (**p=0,0001**).

Kretanje vrijednosti prosječnog Fultonovog indeksa kondicije po datumima za svaku pojedinu dužinsku kategoriju prikazano je na slikama 4.17. do 4.19. za svaki spol odvojeno.



Slika 4.17. Vrijednosti prosječnog Fultonovog indeksa kondicije po datumima za svaku pojedinu dužinsku kategoriju za juvenilne jedinke kapelske svijetlice iz potoka Sušik

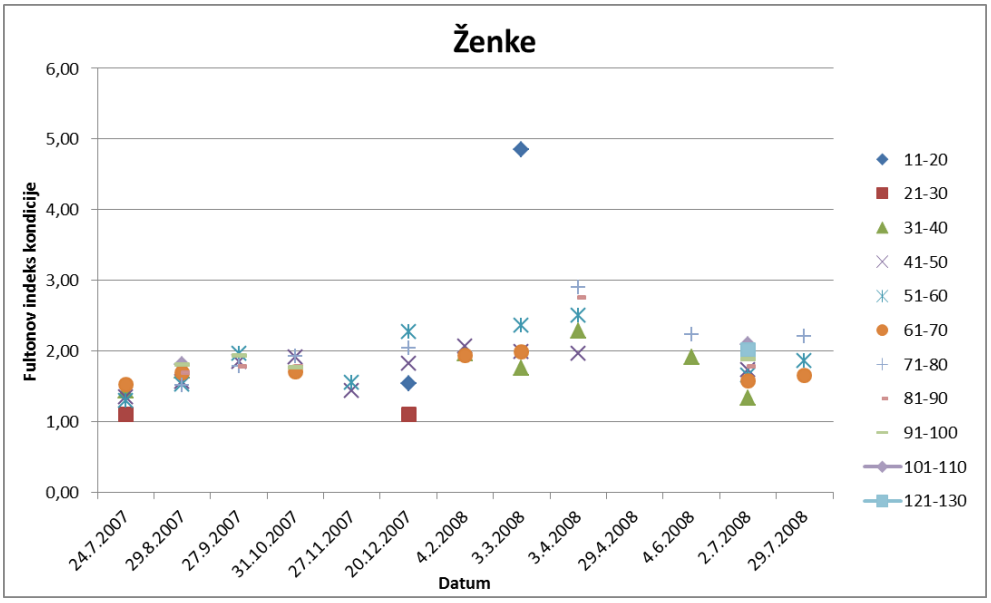
Prema *post hoc* Tukey testu analize varijanci vrijednosti prosječnog Fultonovog indeksa kondicije za juvenilne jedinke ne razlikuju se statistički značajno između različitih dužinskih kategorija uzorkovanih u istom datumu ($p>0,05$), osim jedinki dužinske kategorije 21-30 mm i 31-40 mm u uzorku iz 29. kolovoza 2007. godine (**p=0,020**, **p<0,05**). Iako jedinke dužinske kategorije 41-50 mm uzorkovane 29. srpnja 2008. godine imaju manju vrijednost Fultonovog indeksa (1,07) od jedinki dužinske kategorije 31-40 mm (2,00), u uzorku je bilo premalo jedinki za statističku analizu.



Slika 4.18. Vrijednosti prosječnog Fultonovog indeksa kondicije po datumima za svaku pojedinu dužinsku kategoriju za mužjake kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Prema *post hoc* Tukey testu analize varijanci vrijednosti prosječnog Fultonovog indeksa kondicije za mužjake različitih dužinskih kategorija uzorkovane u istom datumu ne razlikuju se značajno ($p>0,05$). Iznimke su: jedinke dužinske kategorije 21-30 mm uzorkovane 24. srpnja 2007. godine koje se statistički značajno razlikuju od jedinki dužinskih kategorija 31-40 mm (**p=0,006**, **p<0,05**), 41-50 mm (**p=0,028**, **p<0,05**) i 71-80 mm (**p=0,012**, **p<0,05**); uzorak iz 31. listopada 2007. godine u kojem se jedinke dužinske kategorije 41-50 mm statistički značajno razlikuju od jedinki dužinskih kategorija 51-60 mm (**p=0,0001**, **p<0,05**), 61-70 mm (**p=0,0009**, p<**0,05**), 71-80 mm (**p=0,007**, **p<0,05**) te jedinke dužinske kategorije 21-30 mm koje se statistički značajno razlikuju od jedinki dužinske kategorije 51-60 mm (**p=0,029**, **p<0,05**); jedinke dužinske kategorije 11-20 mm uzorkovane 3. ožujka 2008. godine koje se statistički značajno razlikuju od jedinki dužinskih kategorija 21-30 mm (**p=0,0001**,

p<0,05), 31-40 mm (**p=0,0001, p<0,05**), 41-50 mm (**p=0,0001**, **p<0,05**), 51-60 mm (**p=0,0001**, **p<0,05**), 61-70 mm (**p=0,0001**, **p<0,05**), 71-80 mm (**p=0,0001**, **p<0,05**) i 91-100 mm (**p=0,0002**, **p<0,05**) i uzorak iz 29. travnja 2008. godine u kojem se jedinke dužinske kategorije 41-50 mm statistički značajno razlikuju od jedinki dužinskih kategorija 61-70 mm (**p=0,010**, **p<0,05**).



Slika 4.19. Vrijednosti prosječnog Fultonovog indeksa kondicije po datumima za svaku pojedinu dužinsku kategoriju za ženke kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Prema Tukey *post hoc* testu analize varijanci vrijednosti prosječnog Fultonovog indeksa kondicije za ženke ne razlikuju se statistički značajno između različitih dužinskih kategorija u istom datumu, osim u uzorku iz 3. ožujka 2008. godine u kojem se jedinke dužinske kategorije 11-20 mm (4,85) značajno razlikuju od svih ostalih dužinskih kategorija tog datuma kojima se vrijednost kreće u rasponu od 1,75 do 2,36 (**p<0,05**). U istom se uzorku statistički značajno razlikuju i dužinske kategorije 31-40 mm i 51-60 mm (**p=0,008**, **p<0,05**). Statistički se značajno razlikuju i dužinske kategorije 31-40 mm i 101-110 mm uzorkovane 2. srpnja 2008. godine (**p=0,017**, **p<0,05**).

4.4. Prehrana

4.4.1. Morfologija i relativna dužina probavila

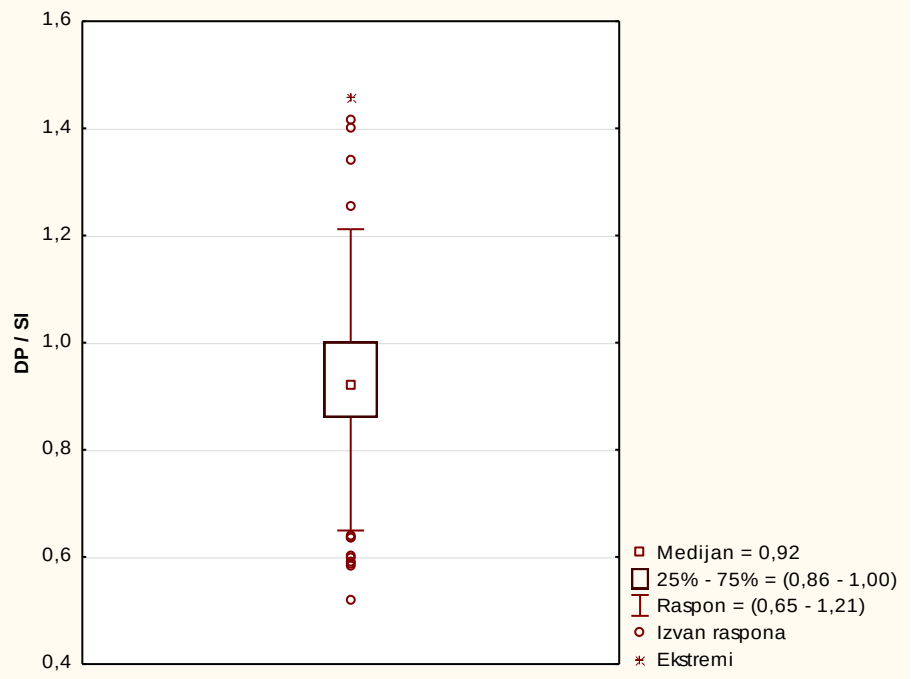
Morfologija probavila ispitana je na 584 jedinke kapelske svijetlice iz potoka Sušik. Izolirano probavilo kapelske svijetlice prikazano je na slici 4.20.



Slika 4.20. Izolirano probavilo kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Probavilo je jednostavno građeno. Smješteno je u trbušnoj šupljini u obliku slova S sa dva vidljiva zavoja. Prednji je dio probavila širi te se sužava prema stražnjem dijelu, ali ne postoji jasno diferenciran želudac. Ne postoje vratarnički privjesci (*appendices pyloricae*). Stijenka probavila je čvrsta, zadebljala s gusto poslaganim crijevnim resicama s unutarnje strane.

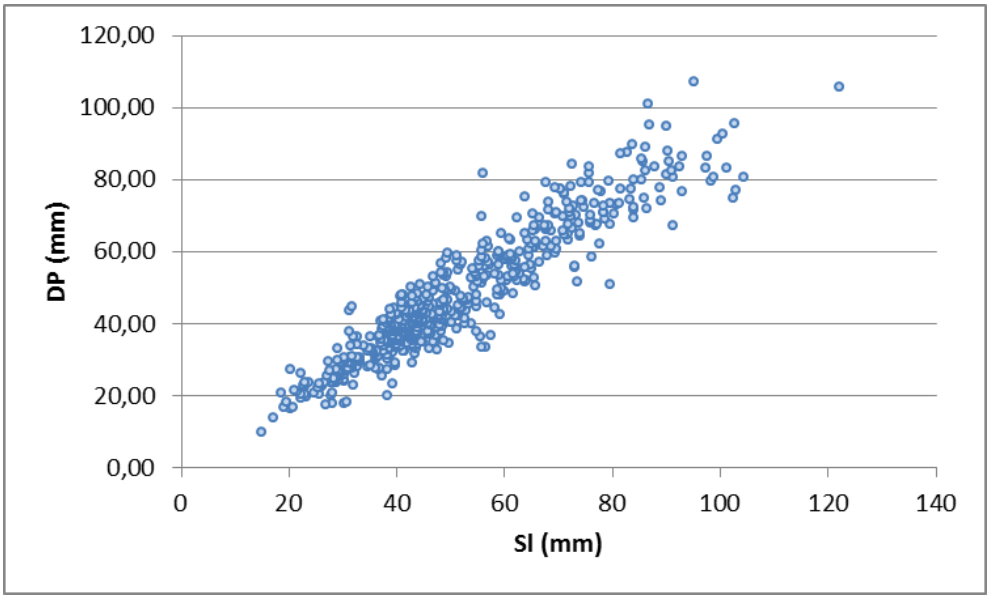
Dužina probavila varira u odnosu na standardnu dužinu tijela te iznosi prosječno 0,93 standardne duljine tijela uz standardnu devijaciju 0,12. Na slici 4.21. prikazan je *box & whiskers* dijagram omjera dužine probavila i standardne dužine tijela.



Slika 4.21. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera duljine probavila (DP) i standardne duljine tijela (Sl) kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Vrijednosti omjera duljine probavila i standardne duljine tijela kretale su se u rasponu od minimalno 0,52 do maksimalno 1,46. Donji kvartil iznosio je 0,86, gornji kvartil 1,00, a medijan 0,92.

Odnos standardne dužine tijela i dužne probavila prikazan je na slici 4.22.



Slika 4.22. Grafički prikaz odnosa standardne dužine tijela i dužine probavila kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Porastom standardne dužine tijela proporcionalno se povećava i duljina probavila, što potvrđuje i relativno visoki Pearsonov koeficijent korelacije (**r = 0,938**, **p<0,05**).

4.4.2. Bentos potoka Sušik

Kvalitativnom analizom bentosa potoka Sušik utvrđeno je da se u njemu nalaze vodeni beskralješnjaci i ribe. Tijekom istraživanog razdoblja u uzorcima dna ukupno su zabilježeni predstavnici 24 svojte makrozoobentosa: Nematoda, Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Polychaeta, Oligochaeta, Arachnida, Decapoda, Ostracoda, Cladocera, Copepoda, Isopoda, Amphipoda, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera, Diptera, Heteroptera, Hymenoptera, Collembola i Actinopterygii. Kvalitativni sastav bentosa potoka Sušik u istraživanom razdoblju prikazan je u tablici 4.11.

Tablica 4.11. Kvalitativni prikaz sastava bentosa u potoku Sušik u istraživanom razdoblju

Skupina	Datum											
	24. srpnja 2007.	29. kolovoza 2007.	27. rujna 2007.	31. listopada 2007.	26. studenog 2007.	20. prosinca 2007.	4. veljače 2008.	3. ožujka 2008.	3. travnja 2008.	29. travnja 2008.	4. lipnja 2008.	2. srpnja 2008.
NEMATODA		•					•	•	•			
GASTROPODA					•	•						
Ancylus			•		•		•			•		
BIVALVIA (*Pisidium sp.*)	•		•	•	•	•	•	•	•	•		•
HIRUDINEA		•										
CLITELLATA												
Oligochaeta	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ARACHNIDA (Hydracarina)		•	•						•			
CRUSTACEA												
Decapoda	•		•							•		
Ostracoda		•	•		•	•			•			
Cladocera			•			•	•					
Copepoda		•	•		•	•		•	•		•	•
Isopoda (*Asellus sp.*)			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Amphipoda (*Gammarus*)			•		•		•	•		•		
INSECTA												
Ephemeroptera			•		•	•	•	•	•	•	•	•
Odonata		•								•		•
Plecoptera			•	•	•	•	•	•	•			
Coleoptera												
larva				•		•					•	
imago			•	•				•				
Megaloptera	•	•						•				•
Trichoptera			•	•	•			•		•	•	•
Diptera												
Ceratopogonidae		•	•					•	•	•		
Chironomidae	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Psychodidae			•							•		•
Chaoboridae		•										
Limonidae							•		•	•		
Tabanidae										•		•
Simulidae						•						
Heteroptera			•			•						
Hymenoptera			•									
ACTINOPTERYGII	•										•	•

Skupine Oligochaeta i Diptera (porodica Chironomidae) prisutne su u svakom uzorku za vrijeme istraživanja. Skupne Bivalvia, Isopoda i Ephemeroptera utvrđene su u gotovo svim uzorcima, osim u kolovozu 2007. i lipnju 2008. (Bivalvia), srpnju 2007. i kolovozu 2007. (Isopoda) i srpnju 2007., kolovozu 2007. i listopadu 2007. (Ephemeroptera). Sporadično se u uzorcima nalaze skupine: Collembola, Heteroptera, Diptera (porodica Chaoboridae) i Hirudinea samo u po jednom uzorku; Heteroptera, Diptera (porodica Tabanidae) i Gastropoda u po dva uzorka te Actinopterygii, Diptera (porodice Limonidae i Psychodidae), Coleoptera (ličinke i odrasli), Odonata, Cladocera, Decapoda i Arachnida u po tri uzorka. Najviše je skupina uzorkovano 27. rujna 2007. (19), a najmanje 24. srpnja 2007. godine (6).

Brojnost pojedinih skupina makrozoobentosa po m^2 tijekom istraživanog razdoblja prikazana je u tablici 4.12.

Tablica 4.12. Brojnost pojedinih skupina makrozoobentosa po m^2 tijekom istraživanog razdoblja

Skupina	24. srpnja 2007.		29. kolovoza 2007.		27. rujna 2007.		31. listopada 2007.		26. studenog 2007.		20. prosinca 2007.		4. veljače 2008.		3. ožujka 2008.		3. travnja 2008.		29. travnja 2008.		4. lipnja 2008.		2. srpnja 2008.	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
NEMATODA			200	9,2									10	0,5	3	0,1	60	2,4						
GASTROPODA									10	0,7	10	0,5												
Ancylus					20	0,3			30	2,2			10	0,5					70	2,4				
BIVALVIA (*Pisidium sp.*)	10	1,5			370	6,3	100	36,4	10	0,7	10	0,5	330	16,4	35	1,5	340	13,7	67	2,3			1200	36,8
CLITELLATA																								
Oligochaeta	110	16,9	1150	52,8	2590	44,1	40	14,5	370	27,0	1080	50,5	910	45,3	263	11,3	710	28,5	1447	49,3	18	3,2	625	19,1
ARACHNIDA (Hydracarina)			50	2,3	180	3,1											10	0,4						
HIRUDINEA			110	5,0																				
CRUSTACEA																								
Decapoda	20	3,1			40	0,7													3	0,1				
Ostracoda			20	0,9	660	11,2			100	7,3	20	0,9					140	5,6						
Cladocera					30	0,5					10	0,5	90	4,5										
Copepoda			120	5,5	750	12,8			230	16,8	320	15,0			310	13,3	20	0,8			3	0,5	10	0,3
Isopoda (*Asellus*)					150	2,6	45	16,4	160	11,7	10	0,5	40	2,0	148	6,3	180	7,2	363	12,4	3	0,5	55	1,7
Amphipoda (*Gammarus*)					60	1,0			80	5,8			10	0,5	25	1,1			3	0,1				
INSECTA																								
Ephemeroptera					60	1,0			100	7,3	290	13,6	70	3,5	1008	43,3	220	8,8	430	14,6	88	16,1	70	2,1
Odonata			40	1,8															3	0,1			10	0,3
Plecoptera					10	0,2	45	16,4	140	10,2	120	5,6	70	3,5	38	1,6	30	1,2						
Coleoptera																								
larva							15	5,5			20	0,9									8	1,4		
imago					30	0,5	5	1,8							5	0,2								
Megaloptera	20	3,1	10	0,5											25	1,1							25	0,8
Trichoptera					30	0,5	5	1,8	20	1,5					25	1,1			17	0,6	8	1,4	30	0,9
Diptera																								
Ceratopogonidae			50	2,3	130	2,2									30	1,3	30	1,2	63	2,2				
Chironomidae	480	73,8	420	19,3	580	9,9	20	7,3	120	8,8	220	10,3	460	22,9	415	17,8	720	28,9	356	12,1	65	11,9	1175	36,0
Psychodidae					160	2,7													3	0,1			15	0,5
Chaoboridae			10	0,5																				
Limonidae													10	0,5			30	1,2	10	0,3				
Tabanidae																			100	3,4			15	0,5
Simulidae											20	0,9												
Heteroptera					10	0,2					10	0,5												
Hymenoptera					10	0,2																		
ACTINOPTERYGII	10	1,5																			355	65,1	35	1,1
UKUPNO	**650**	**100**	**2180**	**100**	**5870**	**100**	**275**	**100**	**1370**	**100**	**2140**	**100**	**2010**	**100**	**2328**	**100**	**2490**	**100**	**2936**	**100**	**545**	**100**	**3265**	**100**

Brojnost jedinki makrozoobentosa kretala se od 275 (listopad 2007.) do 5870 (rujan 2007.) jedinki po m^2. U ukupnom uzorku makrozoobentosa, najbrojnije su bile jedinke skupine Oligochaeta s maksimumom od 2590 jedinki u rujnu 2007. godine. Oligochaeta je najbrojnija skupina u sedam uzoraka, osim srpnja 2007. kada je brojnija skupina Chironomidae (480 jedinki što čini 73,8% uzorka), listopada 2007. kada je brojnija skupina Bivalvia (100 jedinki što čini 36,4% uzorka), ožujka 2008. kada je brojnija skupina Ephemeroptera (1008 jedinki što čini 43,3% uzorka), lipnja 2008. kada je brojnija skupina Actinopterygii (355 jedinki što čini 65,1% uzorka) i srpnja 2008. godine kada je brojnija skupina Bivalvia (1200 jedinki što čini 36,8% uzorka). Jedinke riba u uzorcima makrozoobentosa pronađene su i u srpnju 2007. te srpnju 2008. godine.

4.4.3. Ispunjenost probavila

Analizirana su probavila ukupno 250 jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik. Ispunjena je probavila imalo 89,2% jedinki. Vrijednosti indeksa ispunjenosti probavila prema sezonama prikazane su u tablici 4.13.

Tablica 4.13. Ispunjenost probavila kapelske svijetlice iz potoka Sušik po sezonama

Indeks ispunjenosti probavila	proljeće (%) N=61	ljeto (%) N=66	jesen (%) N=60	zima (%) N=63
0 - prazno probavilo	6,5	15,2	18,3	3,2
1 - slabo ispunjeno probavilo	41,0	48,5	41,7	52,4
2 - srednje ispunjeno probavilo	32,8	22,7	25,0	33,3
3 - dobro ispunjeno probavilo	19,7	13,6	15,0	11,1

Najviše je praznih probavila utvrđeno u jesen (18,3%), a najmanje u zimu (3,2%). Postotak praznih probavila utvrđenih u proljeće i zimi statistički se značajno razlikuje samo od postotka praznih probavila utvrđenih u jesen te se postotak praznih probavila utvrđenih zimi statistički značajno razlikuje od onih utvrđenih ljeti, što je pokazao dvostruki test različitosti između proporcija (proljeće:jesen, **p=0,0486**; zima:jesen, **p=0,0005**; ljeto:zima, **p=0,0192**). Proporcije dobro ispunjenih probavila ne razlikuju se značajno između različitih sezona (dvostruki test različitosti između proporcija $p>0,05$).

Utvrđene vrijednosti koeficijenta punoće i koeficijenta praznoće probavila prikazane su u tablici 4.14.

Tablica 4.14. Koeficijent punoće (Ir%) i praznoće probavila (V%) kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Sezona	Ir (%)	V (%)
proljeće	0,88	6,6
ljeto	1,32	15,2
jesen	1,31	18,3
zima	1,16	3,2
ukupno	1,17	10,8

Najveća vrijednost koeficijenta punoće probavila bila je u ljeto (1,32%), a najmanja u proljeće (0,88%). Najveća vrijednost koeficijenta praznoće probavila utvrđena je u jesen (18,3%) kada je bilo najviše praznih probavila u analiziranom uzorku, a najmanja u zimi (3,2%) kada su probavila samo dvije analizirane jedinke bila prazna.

4.4.4 Sastav prehrane

4.4.4.1. Kvalitativni sastav prehrane

U probavilima kapelske svijetlice iz potoka Sušik utvrđene su alge kremenjašice, vodeni i kopneni beskralješnjaci, ribe te neidentificirana životinjska, organska, biljna i anorganska tvar. U analiziranim probavilima, tijekom sve četiri istraživane sezone, zabilježeno je ukupno 12 skupina organizama: Diatomeae (alge kremenjašice), Cestoda (trakavice), Gastropoda (puževi), Bivalvia (školjkaši), Nematoda (oblići), Clitellata (pojasnici), Crustacea (rakovi), Arachnida (paučnjaci), Chilopoda (strige), Collembola (skokuni), Insecta (kukci) i Actinopterygii (zrakoperke). U sastavu prehrane razred Clitellata, potkoljeno Crustacea i razred Insecta zastupljeni su u sve četiri istraživane sezone, a razred Arachnida tijekom ljeta, jeseni i zime. Razredi Bivalvia, Gastropoda te koljeno Nematoda prisutni su tijekom zime i proljeća. Podrazred Chilopoda zabilježen je samo u proljeće, podrazred Collembola tijekom jeseni. Kvalitativni sastav prehrane prikazan je u tablici 4.15.

Tablica 4.15. Kvalitativni sastav prehrane kapelske svijetlice u istraživanom razdoblju

Skupina	Proljeće	Ljeto	Jesen	Zima
DIATOMEAE	●	●	●	●
CESTODA	●			
GASTROPODA	●			●
BIVALVIA	●			●
NEMATODA	●			●
CLITELLATA				
Oligochaeta	●	●	●	●
CRUSTACEA	●		●	●
Decapoda (Astacidae)			●	
Cladocera	●	●	●	●
Copepoda	●	●		●
Ostracoda	●	●	●	
Isopoda (*Asellus aquaticus*)	●			
Amphipoda	●		●	
ARACHNIDA		●	●	●
Hydracarina		●	●	●
CHILOPODA	●			
COLLEMBOLA			●	
INSECTA				
Coleoptera	●		●	●
imago	●		●	
larva	●		●	●
terr.			●	●
Dytiscidae larva				●
Helodidae	●			
Ephemeroptera	●		●	●
Baetidae			●	
Plecoptera	●	●	●	●
Trichoptera	●	●	●	●
Heteroptera	●		●	
Homoptera			●	
Megaloptera	●			
Hymenoptera	●		●	●
Formicidae	●		●	
Diptera	●	●	●	●
Diptera - imago	●	●	●	
Diptera - pupa	●		●	
Ceratopogonidae	●		●	●
Ceratopogonidae - imago	●			●
Chironomidae	●	●	●	●
Tanypodinae			●	
Limoniidae				●
Simuliidae			●	
Syrphidae			●	
Insecta, nedet.	●		●	●
Insecta vodeni, nedet.	●			
Insecta kopneni, nedet.	●		●	
ACTINOPTERYGII	●	●		
NOM*	●	●	●	●
NŽM*	●	●	●	●
NBM*	●	●	●	●
NAM*	●	●	●	●

*NOM – neidentificirani organski materijal; NŽM – neidentificirani životinjski materijal; NBM – neidentificirani biljni materijal; NAM – neidentificirani anorganski materijal.

Razred Clitellata zastupljen je samo podrazredom Oligochaeta (maločetinaši). Potkoljeno Crustacea zastupljeno je sa šest skupina: Decapoda (deseteronožni rakovi), Amphipoda (rakušci), Isopoda (jednakonošci), Ostracoda (ljuskari), Cladocera (rašljoticalci) i Copepoda (veslonošci) od kojih je jedino red Cladocera prisutan u prehrani tijekom sva četiri godišnja doba. Iz razreda Insecta prisutni su Coleoptera (kornjaši), Ephemeroptera (vodencvjetovi), Plecoptera (obalčari), Trichoptera (tulari), Heteroptera (raznokrilci), Hemiptera (polukrilci), Hymenoptera (opnokrilci) i Diptera (dvokrilci). Red Diptera zastupljen je ličinkama i kukuljicama porodice Chironomidae (trzalci) te ličinkama porodice Ceratopogonidae (komarčići), Limoniidae, Simuliidae i Syrphidae. Red Hemiptera (polukrilci) zastupljen je samo podredom Heteroptera (stjenice) i Homoptera. Najraznovrsnija prehrana kapelske svijetlice utvrđena je kada je u probavilima pronađeno deset od 12 zabilježenih skupina plijena. Zimi su izostale skupine Cestoda, Chilopoda, Collembola i Actinopterygii, a u jesen su izostale prehrambene komponente Oligochaeta, Nematoda, Bivalvia, Gastropoda, Copepoda, Isopoda i Actinopterygii. Najmanje je skupina plijena zabilježeno u probavilima kapelske svijetlice ljeti kada je razred Insecta zastupljen samo porodicom Chironomidae iz reda Diptera te redovima Plecoptera i Trichoptera, a potkoljeno Crustacea skupinama Copepoda, Cladocera i Ostracoda. U tom razdoblju zabilježena je i pojava kanibalizma. Naime, u probavilu ženke (Sl=101,25 mm) pronađene su dvije juvenilne jedinke kapelske svijetlice (Sl_1=16,59 mm i Sl_2= 13,91 mm) (slika 4.23.). Kanibalizam je zabilježen i u proljetnoj sezoni.



Slika 4.23. Sadržaj želuca kapelske svijetlice

Sve skupine utvrđene u probavilu kapelske svijetlice vodeni su organizmi, osim Chilopoda, Collembola te nekoliko pripadnika razreda Insecta u kojem je, osim vodenih, zabilježena prisutnost kopnenih organizama i razreda Arachnida gdje su zabilježeni i kopneni pauci. Kopnenu komponentu sastava prehrane čine i podrazredi Chilopoda i Collembola koji su isključivo kopneni organizmi. Osim navedenih skupina beskralješnjaka, u probavilima je zastupljen i biljni materijal te alge kremenjašice. Prisutni su bili i raspadnuti organizmi ili dijelovi organizama koje je bilo nemoguće determinirati pa su razvrstani kao neidentificirana životinjska tvar, neidentificirana organska tvar, neidentificirana biljna tvar te anorganska tvar.

4.4.4.2. Kvantitativni sastav prehrane

Kvantitativan sastav prehrane kapelske svijetlice iz potoka Sušik izražen je hranidbenim indeksima prema sastavu plijena tijekom četiri godišnja doba. Izračunati su postotak učestalosti pojavljivanja pojedine skupine plijena (%F), postotak brojnosti pojedine skupine (%N) i postotak mase pojedine skupine plijena (%W). Izračunati su i hranidbeni koeficijenti koji se izračunavaju iz hranidbenih indeksa, i to koeficijent relativnog značenja (IRI), koeficijent glavnih tipova hrane (MFI) i koeficijent hranjivosti (Q).

U proljeće, pronađeno je ukupno 227 jedinki plijena. Broj jedinki plijena te hranidbeni indeksi i koeficijenti prikazani su u tablici 4.16.

Tablica 4.16. Hranidbeni indeksi i koeficijenti u prehrani kapelske svijetlice iz potoka Sušik u proljeće

Skupina plijena	Broj jedinki plijena	%F	%N	%W	IRI	MFI	Q
Diatomeae	-	1,7	-	0,1	-	-	-
Bivalvia	4	6,7	1,8	2,8	30,4	3,4	4,9
Gastropoda	3	5,0	1,3	2,8	20,8	3,0	3,8
Nematoda	3	3,3	1,3	1,4	9,2	1,8	1,9
Cestodes	1	1,7	0,4	1,8	3,8	1,4	0,8
Oligochaeta	1	1,7	0,4	0,1	0,8	0,3	0,0
Crustacea UKUPNO	31	35,0	13,7	10,0	829,2	15,6	137,0
Crustacea non det.	9	13,3	4,0	6,7	142,1	7,6	26,5
Cladocera	1	1,7	0,4	0,1	0,9	0,3	0,0
Copepoda	5	5,0	2,2	0,2	11,9	0,8	0,4
Ostracoda	1	1,7	0,4	0,6	1,7	0,8	0,3
Amphipoda	8	6,7	3,5	1,1	30,7	2,4	3,8
Isopoda	7	8,3	3,1	1,4	37,3	2,8	4,3
Chilopoda	2	3,3	0,9	0,4	4,4	1,0	0,4
Insecta UKUPNO	181	73,3	79,7	49,9	9503,7	61,8	3975,7
Insecta non det.	12	18,3	5,3	6,2	210,4	8,5	32,7
Coleoptera	22	15,0	9,7	4,8	217,2	7,7	46,4
Megaloptera	1	1,7	0,4	0,4	1,4	0,6	0,2
Hemiptera	1	1,7	0,4	0,3	1,2	0,6	0,1
Hymenoptera	3	3,3	1,3	0,9	7,3	1,4	1,2
Ephemeroptera	28	25,0	12,3	10,9	581,7	14,3	134,9
Plecoptera	31	21,7	13,7	13,4	586,6	15,4	183,2
Trichoptera	7	10,0	3,1	5,4	84,9	5,9	16,7
Diptera UKUPNO	76	25,0	33,5	7,6	1026,6	14,9	253,9
Chironomidae	56	25,0	24,7	6,3	773,9	12,5	155,0
Ceratopogonidae	1	1,7	0,4	0,1	0,9	0,3	0,0
Diptera non det.	19	8,3	8,4	1,2	79,7	3,2	10,0
Actinopterygii	1	1,7	0,4	2,4	4,7	1,6	1,0
UKUPNO	227						
NŽM*	-	1,7	-	0,4	-	-	-
NOM*	-	48,3	-	18,9	-	-	-
NBM*	-	28,3	-	7,7	-	-	-
NAM*	-	15,0	-	1,2	-	-	-

*NOM – neidentificirani organski materijal; NŽM – neidentificirani životinjski materijal; NBM – neidentificirani biljni materijal; NAM – neidentificirani anorganski materijal.

Najveći indeks postotka učestalosti pojavljivanja u proljeće imaju skupina Insecta (73,3%), čemu najviše doprinosi red Diptera (25%) od kojih je najviše ličinki porodice Chironomidae (25,0%), red Ephemeroptera (25,0%), red Plecoptera (21,7%) i red Coleoptera (15%). Slijedi skupina Crustacea s vrijednosti indeksa postotka učestalosti 35,0%, a ostale skupine imaju vrijednost manju od 14,0%. Neidentificirani organski materijal pronađen je u gotovo polovini jedinki (48,3%). Najveću vrijednost prema indeksu postotka brojnosti u proljetnom razdoblju imala je skupina Insecta (79,7%), čemu najviše doprinosi red Diptera (33,5%) od čega su najbrojnije bile ličinke porodice Chironomidae (24,7%), a slijede red Plecoptera (13,7%), Ephemeroptera (12,3%) i Coleoptera (9,7%). Skupina Crustacea ima vrijednost indeksa

postotka brojnosti 13,7%, dok ostale skupine imaju vrijednosti ovog indeksa niže od 4%. Najveću vrijednost prema indeksu postotka mase u proljetnom razdoblju ima skupina Insecta (49,9%), čemu najviše doprinose redovi Plecoptera (13,4%) i Ephemeroptera (10,9%) i Diptera (7,6%) s porodicom Chironomidae (6,3%). Značajno je zastupljena i skupina Crustacea (10,0%) te neidentificirani organski materijal (po 18,9%), dok ostale skupine imaju vrijednost indeksa postotka mase manju od 6%. Najveći koeficijent relativnog značenja ima skupina Insecta (9503,7), čemu najviše doprinosi red Diptera (1026,6) s porodicom Chironomidae (773,9). Značajno su zastupljeni i redovi Plecoptera (586,6), Ephemeroptera (581,7) i Coleoptera (217,2) te skupina Crustacea (829,2), dok ostale skupine imaju vrijednosti ovog koeficijenta manje od 200. Prema koeficijentu glavnih tipova hrane skupina Insecta spada u preferentnu hranu, a sve ostale skupine spadaju u kategoriju sporedne hrane. Prema koeficijentu hranjivosti skupina Insecta (3975,7) i red Diptera (253,9) spadaju u preferentnu hranu, redovi Plecoptera (183,2), Ephemeroptera (134,9) i Coleoptera (46,4) i porodica Chironimidae (155,0) te skupina Crustacea (137,0) spadaju u sekundarnu hranu, dok ostale skupine plijena spadaju u sporednu hranu.

U ljeto, pronađena je ukupno 31 jedinka plijena. Broj jedinki plijena te hranidbeni indeksi i koeficijenti prikazani su u tablici 4.17.

Tablica 4.17. Hranidbeni indeksi i koeficijenti u prehrani kapelske svijetlice iz potoka Sušik ljeti

Skupina plijena	Broj jedinki plijena	%F	%N	%W	IRI	MFI	Q
Diatomeae	-	25,8	-	6,7	-	-	-
Oligochaeta	1	1,5	3,2	0,5	5,7	1,1	1,7
Crustacea UKUPNO	12	6,1	38,7	0,4	237,2	3,1	16,9
Copepoda	4	6,1	12,9	0,1	79,1	1,2	1,9
Cladocera	5	3,0	16,1	0,1	49,2	1,0	1,7
Ostracoda	3	4,5	9,7	0,2	44,8	1,1	1,8
Arachnida UKUPNO	2	3,0	6,5	2,1	26,0	3,2	13,8
Arachnida non det.	1	1,5	3,2	1,6	7,3	2,0	5,2
Hydracarina	1	1,5	3,2	0,5	5,7	1,1	1,7
Insecta UKUPNO	14	13,6	45,2	4,3	673,9	11,2	192,2
Plecoptera	1	1,5	3,2	0,3	5,3	0,8	0,9
Trichoptera	2	1,5	6,5	1,4	11,9	2,4	9,1
Diptera UKUPNO	11	10,6	35,5	2,6	403,5	7,7	90,8
Chironomidae	9	7,6	29,0	1,1	228,1	4,5	31,4
Diptera non det.	2	3,0	6,5	1,5	24,0	2,6	9,5
Actinopterygii	2	1,5	6,5	1,6	12,1	2,5	10,1
UKUPNO	31						
NŽM*	-	7,6	-	1,8	-	-	-
NOM*	-	81,8	-	78,6	-	-	-
NBM*	-	10,6	-	2,0	-	-	-
NAM*	-	9,1	-	2,0	-	-	-

*NOM – neidentificirani organski materijal; NŽM – neidentificirani životinjski materijal; NBM – neidentificirani biljni materijal; NAM – neidentificirani anorganski materijal.

Najveću vrijednost indeksa postotka učestalosti pojavljivana u ljetnoj sezoni imala je skupina Diatomeae (25,8%). Slijedi skupina Insecta (13,6), čemu je najviše doprinio red Diptera (10,6%), a ostale su skupine imale nisku vrijednost ovog indeksa (<10%). Vrijednost ovog indeksa bila je velika i za neidentificirani organski materijal (81,8%). Najveću vrijednost indeksa postotka brojnosti imala je skupina Insecta (45,2), čemu je najviše doprinio red Diptera (35,5%) od kojeg je najbrojnija bila porodica Chironomidae (29,0%), a zatim slijede skupina Crustacea (38,7%) koju čine skupine Cladocera (16,1%) i Copepoda (12,9%), Ostracoda (9,7%) te Actinopterygii (6,5%). Najveću vrijednost prema indeksu postotka mase u ljetnom razdoblju ima skupina Diatomeae (6,7%) te Insecta (4,3%), dok ostale skupine imaju vrijednost indeksa postotka mase manju od 3%. Neidentificirani organski materijal ima najveću vrijednost indeksa postotka mase (78,6%). Najveći koeficijent relativnog značenja ima skupina skupina Insecta (673,9), čemu najviše doprinosi red Diptera (403,5) s porodicom Chironomidae (228,1). Skupina Crustacea ima vrijednost koeficijenta relativnog značenja 237,2, a ostale skupine imaju vrijednost ovog koeficijenta manju od 80. Prema koeficijentu glavnih tipova hrane sve skupine spadaju u kategoriju sporedne hrane. Prema koeficijentu hranjivosti skupina Insecta (192,2) spada u sekundarnu hranu, čemu najviše doprinosi red Diptera (90,8) s porodicom Chironomidae (31,4), dok ostale skupine plijena spadaju u sporednu hranu.

U jesen, pronađene su ukupno 104 jedinke plijena. Broj jedinki plijena te hranidbeni indeksi i koeficijenti prikazani su u tablici 4.18.

Tablica 4.18. Hranidbeni indeksi i koeficijenti u prehrani kapelske svijetlice iz potoka Sušik u jesen

Skupina plijena	Broj jedinki plijena	%F	%N	%W	IRI	MFI	Q
Diatomeae	-	6,8	-	1,2	-	-	-
Oligochaeta	1	1,7	1,0	0,4	2,4	0,8	0,4
Crustacea UKUPNO	24	8,5	23,1	2,9	220,2	6,8	67,1
Crustacea non det.	4	5,1	3,8	2,1	30,1	3,0	8,0
Amphipoda	1	1,7	1,0	0,02	1,7	0,2	0,0
Decapoda	1	1,7	1,0	0,6	2,7	0,9	0,6
Cladocera	17	3,4	16,3	0,1	55,8	1,1	2,0
Ostracoda	1	1,7	1,0	0,1	1,7	0,3	0,1
Arachnida UKUPNO	9	6,8	8,7	2,2	73,9	4,2	19,4
Arachinda non det.	2	3,4	1,9	0,8	9,3	1,5	1,6
Hydracarina	7	3,4	6,7	1,4	27,6	2,7	9,5
Collembola	2	1,7	1,9	0,1	3,4	0,3	0,1
Insecta UKUPNO	68	47,5	65,4	51,9	5564,7	54,1	3391,6
Insecta non det.	5	8,5	4,8	4,3	77,4	5,4	20,8
Coleoptera	12	11,9	11,5	11,6	274,3	11,6	133,6
Ephemeroptera	12	6,8	11,5	1,4	87,7	3,6	16,1
Plecoptera	2	1,7	1,9	0,0	3,3	0,3	0,1
Trichoptera	19	25,4	18,3	27,9	1173,2	24,7	509,3
Hemiptera	3	5,1	2,9	1,7	23,5	2,6	5,0
Hymenoptera	2	3,4	1,9	0,6	8,5	1,2	1,1
Diptera UKUPNO	13	11,9	12,5	4,4	200,0	7,3	54,4
Ceratopogonidae	2	3,4	1,9	0,1	6,7	0,4	0,1
Chironomidae	7	10,2	6,7	1,3	81,8	3,3	8,8
Diptera non det.	4	6,8	3,8	3,0	46,2	4,0	11,4
UKUPNO	104						
NŽM*	-	3,4	-	0,2	-	-	-
NOM*	-	45,8	-	38,0	-	-	-
NBM*	-	16,9	-	2,8	-	-	-
NAM*	-	5,1	-	0,4	-	-	-

*NOM – neidentificirani organski materijal; NŽM – neidentificirani životinjski materijal; NBM – neidentificirani biljni materijal; NAM – neidentificirani anorganski materijal.

Najveću vrijednost indeksa postotka učestalosti pojavljivana tijekom jeseni imala je skupina Insecta (47,5%), čemu je najviše doprinio red Trichoptera (25,4%), a slijede redovi Coleoptera (11,9%) i Diptera (11,9%) od koje je najviše bilo porodice Chironomidae (10,2%). Neidentificirani organski materijal zastupljen je u gotovo polovini probavila tijekom jeseni (45,8%). Vrijednost indeksa postotka brojnosti za skupinu Insecta iznosi 65,4% čemu najviše doprinosi red Trichoptera (18,3%), a slijede redovi Diptera (12,5%) (od čega Chironomidae 6,7%), Coleoptera (11,5%) i Ephemeroptera (11,5%). Skupina Crustacea ima vrijednost indeksa postotka brojnosti 23,1% čemu najviše doprinosi skupina Cladocera (16,3%). Ostale skupine imaju manju vrijednost ovog indeksa. Najveću vrijednost prema indeksu postotka mase u jesenskom razdoblju ima skupina Insecta (51,9%) čemu najviše doprinosi red Trichoptera (27,9%) i red Coleoptera (11,6%). Neidentificirani organski materijal ima

vrijednost indeksa postotka mase 38,0%, dok ostale skupine imaju vrijednost indeksa postotka mase manju od 5%. Najveći koeficijent relativnog značenja ima skupina Insecta (5564,7) čemu najviše doprinose redovi Trichoptera (1173,2), Coleoptera (274,3) i Diptera (200,0). Značajno je zastupljena i skupina Crustacea (220,2), dok ostale skupine imaju vrijednost ovog koeficijenta manje od 200. Prema koeficijentu glavnih tipova hrane skupina Insecta spada u skupinu preferentne hrane, a sve ostale skupine spadaju u kategoriju sporedne hrane. Prema koeficijentu hranjivosti skupine Insecta (3391,6) i Trichoptera (509,3) spadaju u preferentnu hranu, skupine Coleoptera (133,6), Crustacea (67,1) i Diptera (54,4) spadaju u sekundarnu hranu, dok ostale skupine plijena spadaju u sporednu hranu.

U zimi, pronađeno je ukupno 112 jedinki plijena. Broj jedinki plijena te hranidbeni indeksi i koeficijenti prikazani su u tablici 4.19.

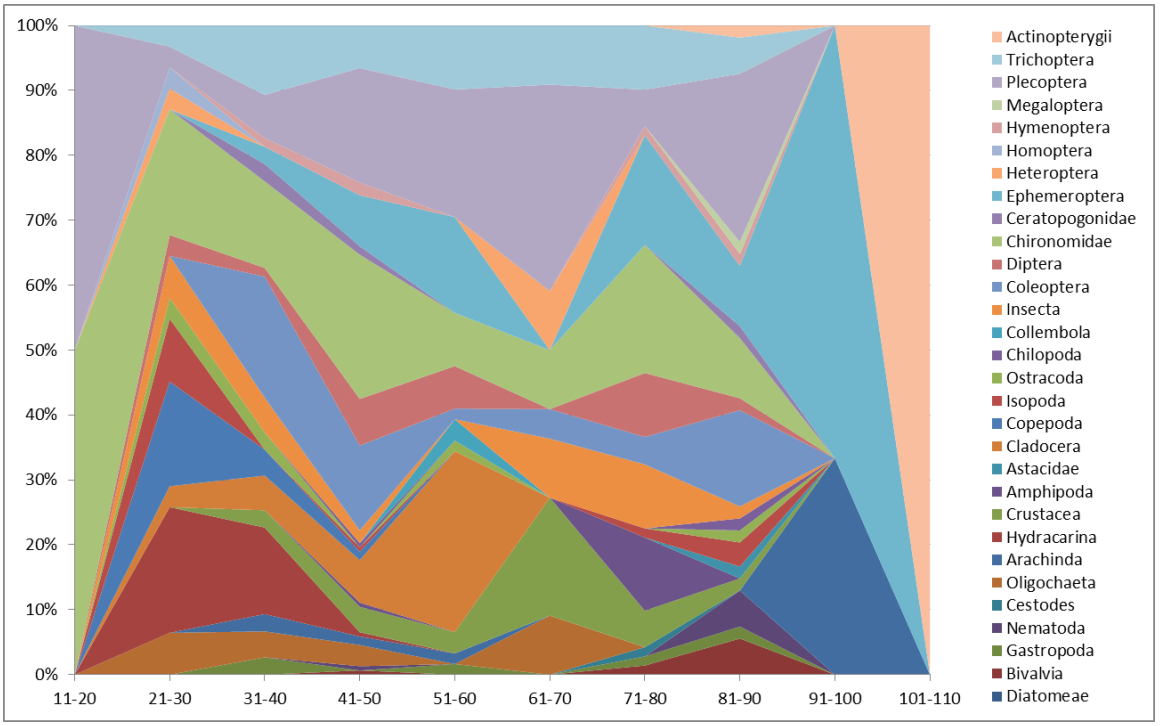
Tablica 4.19. Hranidbeni indeksi i koeficijenti u prehrani kapelske svijetlice iz potoka Sušik zimi

Skupina plijena	Broj jedinki plijena	%F	%N	%W	IRI	MFI	Q
Diatomeae	-	9,5	-	0,5	-	-	-
Bivalvia	1	1,6	0,9	0,1	1,6	0,3	0,1
Gastropoda	2	3,2	1,8	0,9	8,5	1,5	1,6
Nematoda	1	1,6	0,9	0,1	1,6	0,3	0,1
Oligochaeta	9	12,7	8,0	5,6	172,8	7,6	44,8
Arachnida UKUPNO	12	11,1	10,7	1,3	133,2	3,7	13,7
Arachnida non det.	3	4,8	2,7	0,6	15,6	1,5	1,6
Hydracarina	9	6,3	8,0	0,7	55,4	2,2	5,5
Crustacea UKUPNO	16	12,7	14,3	4,5	238,3	7,8	64,0
Crustacea non det.	6	9,5	5,4	4,1	90,4	5,5	22,1
Copepoda	1	1,6	0,9	0,2	1,8	0,5	0,2
Cladocera	9	1,6	8,0	0,1	13,0	0,8	1,1
Insecta UKUPNO	71	54,0	63,4	57,4	6517,4	58,0	3636,9
Insecta non det.	2	3,2	1,8	0,5	7,2	1,1	0,8
Coleoptera	13	15,9	11,6	6,0	279,8	9,1	69,9
Ephemeroptera	2	3,2	1,8	1,9	11,6	2,2	3,4
Plecoptera	37	33,3	33,0	34,2	2241,3	33,7	1129,9
Trichoptera	9	9,5	8,0	10,7	178,2	9,7	85,8
Hymenoptera	1	1,6	0,9	0,1	1,6	0,4	0,1
Diptera UKUPNO	7	9,5	6,3	4,0	97,7	5,6	25,1
Ceratopogonidae	2	3,2	1,8	0,2	6,4	0,8	0,4
Chironomidae	5	7,9	4,5	3,8	65,4	4,8	16,8
UKUPNO	112						
NŽM*	-	9,5	-	0,5	-	-	-
NOM*	-	58,7	-	28,3	-	-	-
NBM*	-	7,9	-	0,3	-	-	-
NAM*	-	7,9	-	0,6	-	-	-

*NOM – neidentificirani organski materijal; NŽM – neidentificirani životinjski materijal; NBM – neidentificirani biljni materijal; NAM – neidentificirani anorganski materijal.

Najveću vrijednost indeksa postotka učestalosti pojavljivana tijekom zime ima skupina Insecta (54,0%), čemu najviše doprinosi red Plecoptera (33,3%) te Coleoptera (15,9%). Slijede skupine Oligochaeta (12,7%), Crustacea (12,%) i Arachnida (11,1%), dok ostale skupine imaju vrijednosti ovog indeksa manje od 10%. Neidentificirani organski materijal zastupljen je u više od polovine probavila tijekom zime (58,7%). Najveću vrijednost indeksa postotka brojnosti ima skupina Insecta (63,4%), čemu najviše pridonose redovi Plecoptera (33,0%) i Coleoptera (11,6%), slijede skupina Crustacea (14,3%) i Arachnida (10,7%), a ostale skupine imaju vrijednosti ovog indeksa manje od 10%. Najveću vrijednost prema indeksu postotka mase u zimskom razdoblju ima skupina Insecta (57,45%), čemu najviše doprinosi red Plecoptera (34,2%) i red Trichoptera (10,7%). Značajno je zastupljen i neidentificirani organski materijal (28,3%), dok ostale skupine plijena imaju vrijednost indeksa postotka mase manju od 6%. Najveći koeficijent relativnog značenja ima skupina Insecta (6517,4), čemu najvišed doprinosi red Plecoptera (2241,3). Značajno su zastupljeni i skupina Crustacea (238,3) te red Coleoptera (279,8), dok ostale skupine imaju vrijednost ovog koeficijenta manje od 200. Prema koeficijentu glavnih tipova hrane skupina Insecta spada u preferentnu hranu, red Plecoptera spada u dodatnu hranu, a sve stale skupine plijena spadaju u kategoriju sporedne hrane. Prema koeficijentu hranjivosti skupina Insecta (3636,9) i red Plecoptera (1129,9) spadaju u preferentnu hranu, redovi Trichoptera (85,8), Coleoptera (69,9) i Diptera (25,1) te skupine Crustacea (64,0) i Oligochaeta (44,8) spadaju u sekundarnu hranu, dok ostale skupine plijena spadaju u sporednu hranu.

Analiza učestalosti pojedinih skupina plijena u različitim dužinskim kategorijama prikazana je na slici 4.24.



Slika 4.24. Učestalost pojavljivanja pojedine skupine plijena u različitim dužinskim kategorijama kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Različite dužinske kategorije kapelskih svijetlica nemaju očitu preferenciju prema različitim skupinama plijena. Skupine Copepoda i Hydracarina zastupljene su samo u manjim dužinskim kategorijama (21-30 mm, 31-40 mm i 41-50 mm). Skupina Cladocera dobro je zastupljena do dužinske kategorije 51-60 mm, a u višim je kategorijama nema. Dužinske kategorije veće od 81-90 mm kao hranu koriste druge kapelske svijetlice i rakove iz skupine Decapoda.

4.4.5. Dostupna i pojedena hrana

Ivlevovim koeficijentom izbora ispitan je odnos skupina plijena prisutnih u sadržaju probavila kapelske svijetlice iz potoka Sušik i skupina plijena pronađenih u bentosu potoka. Vrijednosti Ivlevovog koeficijent izbora u različitim istraživanim sezonama prikazane su u tablici 4.20.

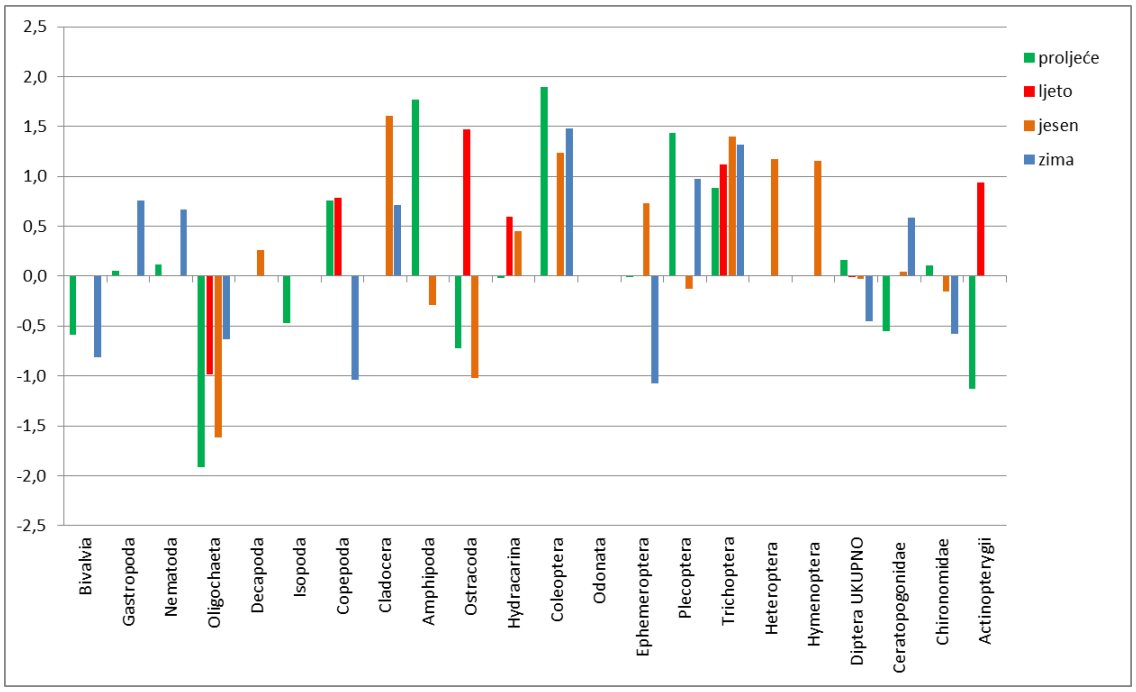
Tablica 4.20. Vrijednosti Ivlevovog koeficijenta izbora u istraživanim sezonama

Skupina plijena	proljeće	ljeto	jesen	zima
BIVALVIA	-0,6	-1,0	-1,0	-0,7
GASTROPODA	0,1		-1,0	0,7
NEMATODA	0,1	-1,0		0,6
CLITELLATA				
Oligochaeta	-1,0	-0,8	-1,0	-0,6
Hirudinea		-1,0		
CRUSTACEA				
Decapoda	-1,0	-1,0	0,3	
Isopoda	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0
Copepoda	0,7	0,7	-1,0	-0,8
Cladocera	1,0	1,0	1,0	0,7
Amphipoda	1,0		-0,3	-1,0
Ostracoda	-0,7	0,9	-0,8	-1,0
ARACHNIDA		1,0		1,0
Hydracarina	0,0	0,6	0,5	1,0
CHILOPODA	1,0			
COLLEMBOLA			1,0	
INSECTA				
Coleoptera	1,0		0,9	0,9
Odonata	-1,0	-1,0		
Ephemeroptera	0,0	-1,0	0,7	-0,8
Plecoptera	0,9	1,0	-0,1	0,8
Trichoptera	0,8	0,9	0,9	0,9
Heteroptera	1,0		0,9	
Megaloptera	1,0	-1,0		
Hymenoptera	1,0		0,9	1,0
Diptera UKUPNO	0,2	0,0	0,0	-0,5
Ceratopogonidae	-0,6	-1,0	0,1	0,6
Chironomidae	0,1	-1,0	-0,2	-0,6
Chaoboridae		-1,0		
Psychodidae	-1,0	-1,0		
Limonidae	-1,0			-1,0
Simulidae				-1,0
Tabanidae	-1,0	-1,0		
ACTINOPTERYGII	-0,9	0,8		

Ivlevov koeficijent izbora vrlo je visok za skupine Cladocera (0,7 do 1,0), Coleoptera (0,7 do 1,0), Trichoptera (0,8 do 0,9), Heteroptera (0,9 do 1,0) i Hymenoptera (0,9 do 1,0) u svim istraživanim sezonama i upućuje na pozitivnu selekciju prema ovim skupinama plijena. Skupina Oligochaeta ima negativne vrijednosti Ivlevovog koeficijenta izbora u svim

istraživanim sezonama (-0,6 do -1,0). Negativne vrijednosti ovog indeksa imaju i skupine Isopoda (-0,5 do -1,0) i Bivalvia (-0,6 do -1,0) u svim sezonama. Za skupinu Actinopterygii Ivlevov koeficijent izbora u proljeće je izrazito negativan (-0,9), a u ljeto je izrazito pozitivan (0,8). Ostale skupine, kao i skupina Actionopterygii, pokazuju i pozitivne i negativne vrijednosti Ivelevovog koeficijenta ovisno o sezoni uzorkovanja.

Sklonost ili odbijanje kapelske svijetlice prema pojedinim skupinama plijena prema Shoriginovom indeksu selektivnosti (Sel) prikazane su na slici 4.25.



Slika 4.25. Vrijednosti Shoriginovog indeksa selektivnosti kapelske svijetlice iz potoka Sušik za pojedeni plijen u odnosu na dostupnu hranu

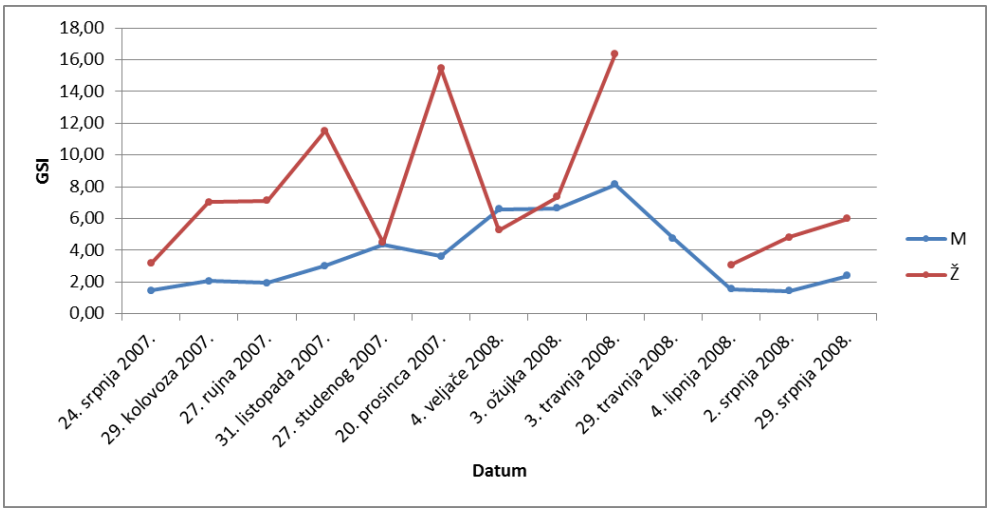
Vrijednosti Shoriginovog indeksa selektivnosti pokazuju odbijanje prema skupinama Bivalvia, Oligochaeta i Isopoda. Vrijednosti su pokazale i odbijanje u proljeće i jesen, a sklonost u ljeto prema skupini Ostracoda; sklonost u proljeće i odbijanje u jesen prema skupini Amphipoda; odbijanje zimi, a sklonost u jesen i proljeće prema skupinama Ephemeroptera; odbijanje zimi i sklonost u proljeće i ljeto prema skupini Copepoda; sklonost u proljeće i zimu, i lagano odbijanje u jesen za skupinu Plecoptera; odbijanje u proljeće i sklonost u zimi prema skupini Ceratopogonidae; odbijanje u jesen i zimu i laganu sklonost u

proljeće prema skupini Chironomidae te jako odbijanje u proljeće i izrazitu sklonost u ljeto prema skupini Actinopterygii. Prema svim ostalim skupinama plijena ova je vrsta pokazala sklonost, osobito prema skupinama Cladocera, Coleoptera, Trichoptera, Heteroptera i Hymenoptera.

4.5. Razmnožavanje

4.5.1. Gonadosomatski indeks

Gonadosomatski indeks (GSI) izračunat je na uzorku od 339 mužjaka i 133 ženke kapelske svijetlice iz potoka Sušik. Srednje vrijednosti GSI-a po mjesecima i spolu prikazane su na slici 4.26 i u tablici 4.21.



Slika 4.26. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) po mjesecima za mužjake i ženke kapelske svijetlice iz potoka Sušik

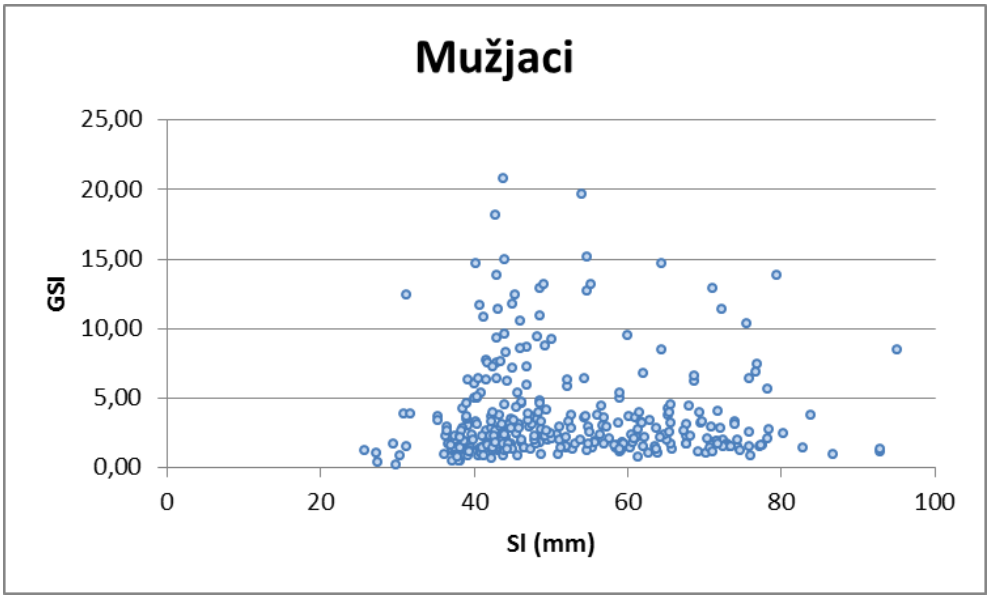
Tablica 4.21. Srednje vrijednosti sa standardnim devijacijama gonadosomatskog indeksa (GSI) po mjesecima za mužjake i ženke kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Datum	24.7.2007	29.8.2007	27.9.2007	31.10.2007	27.11.2007	20.12.2007	
M	1,45 ± 0,38	2,05 ± 0,76	1,95 ± 0,66	3,01 ± 0,83	4,36 ± 2,37	3,61 ± 1,81	
Ž	3,17 ± 1,29	7,02 ± 2,54	7,12 ± 2,69	11,54 ± 2,90	4,48 ± 0,73	15,43 ± 4,87	
Datum	**4.2.2008**	**3.3.2008**	**3.4.2008**	**29.4.2008**	**4.6.2008**	**2.7.2008**	**29.7.2008**
M	6,57 ± 3,54	6,64 ± 4,61	8,14 ± 7,32	4,75 ± 2,77	1,54 ± 0,57	1,42 ± 0,46	2,38 ± 1,04
Ž	5,28 ± 4,78	7,37 ± 2,99	16,38 ± 6,17	-	3,08 ± 0,88	4,81 ± 1,32	5,99 ± 1,56

Vrijednost gonadosomatskog indeksa veća je za ženke nego za mužjake, osim u uzorku ulovljenom 4. veljače 2008. godine u kojem je vrijednost indeksa malo veća za mužjake nego za ženke (6,57, odnosno 5,28). *Post hoc* Tukey test analize varijanci pokazao je da su razlike srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa između mužjaka i ženki statistički značajne za sve datume uzorkovanja, osim 24. srpnja 2007., 27. studenog 2007., 4. veljače 2008., 3. ožujka 2008., 4. lipnja 2008. i 29. srpnja 2008. godine. Najveću vrijednost gonadosomatski indeks ženki ima u uzorku iz 3. travnja i iznosi 16,38, a najmanju 4. lipnja 2008. (3,08) i 24. srpnja 2007. godine (3,17). Vrijednost gonadosomatskog indeksa ženki iz travnja statistički se značajno razlikuje od svih drugih datuma uzorkovanja (**$p<0,05$**), osim uzorka iz 20. prosinca 2007. godine ($p>0,05$), što je pokazao Tukey *post hoc* test analize varijanci. Vrijednost gonadosomatskog indeksa ženki ima trend rasta od srpnja (3,17) do travnja (16,38), kada opet počne padati, osim tri nagla pada vrijednosti indeksa u studenome (sa 11,54 na 4,48), veljači i ožujku (sa 15,43 na 5,28, odnosno 7,37). Razlika vrijednosti gonadosomatskog indeksa u listopadu i studenome nije statistički značajna ($p=0,123$, $p>0.05$), dok je vrijednost gonadosomatskog indeksa u prosincu značajno veća od vrijednosti iz veljače i ožujka (**$p=0,0003$**, **$p<0,05$**; **$p=0,0002$**, **$p<0,05$**). Vrijednost gonadosomatskog indeksa mužjaka također ima trend rasta koji se poklapa s trendom ženki uz razliku da je kod mužjaka zabilježen lagani pad vrijednosti indeksa u prosincu (sa 4,36 na 3,61), ali taj pad ne predstavlja statistički značajnu razliku ($p=1,00$, $p>0,05$). Najveću vrijednost gonadosomatski indeks mužjaka ima, kao i kod ženki, 3. travnja i iznosi 8,14, a najmanju 2. srpnja 2008. (1,42) i 24. srpnja 2007. godine (1,45). Vrijednost gonadosomatskog indeksa mužjaka iz 3. travnja statistički se značajno razlikuje od svih drugih datuma uzorkovanja (**$p<0,05$**), osim uzorka iz 3. ožujka 2008. ($p=0,968$, $p>0,05$), što je pokazao Tukey *post hoc* test analize

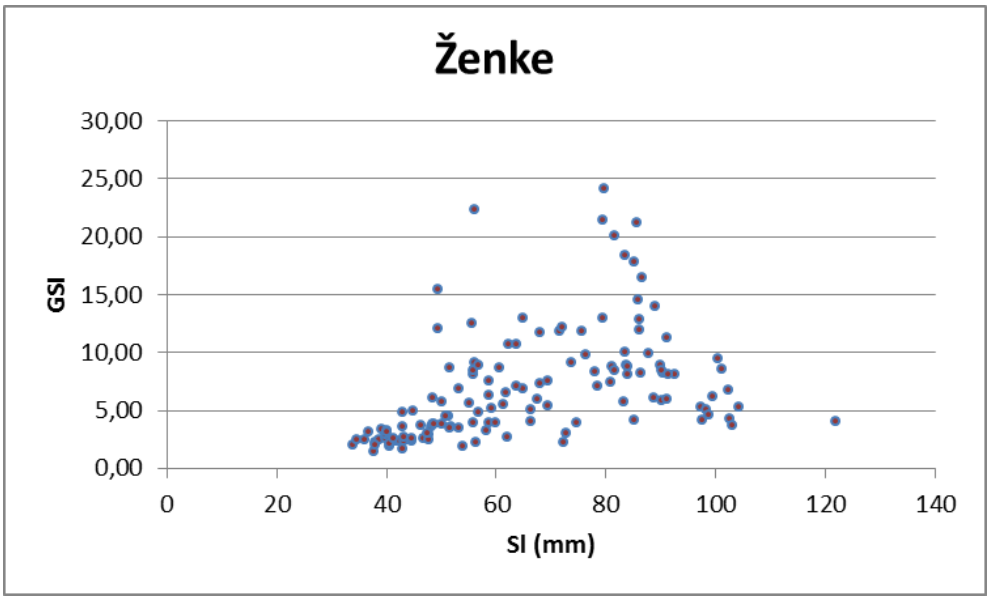
varijanci. Ipak, Pearsonov indeks korelacije ne pokazuje statistički značajnu povezanost između vrijednosti gonadosomatskih indeksa mužjaka i ženki (r=0,489561, p>0,05).

Odnosi gonadosomatskih indeksa i standardne dužine tijela za svaki spol odvojeno prikazani su na slikama 4.27. i 4.28.



Slika 4.27. Odnos gonadosomatskog indeksa (GSI) i standardne dužine tijela kod mužjaka kapelske svijetlice iz potoka Sušik

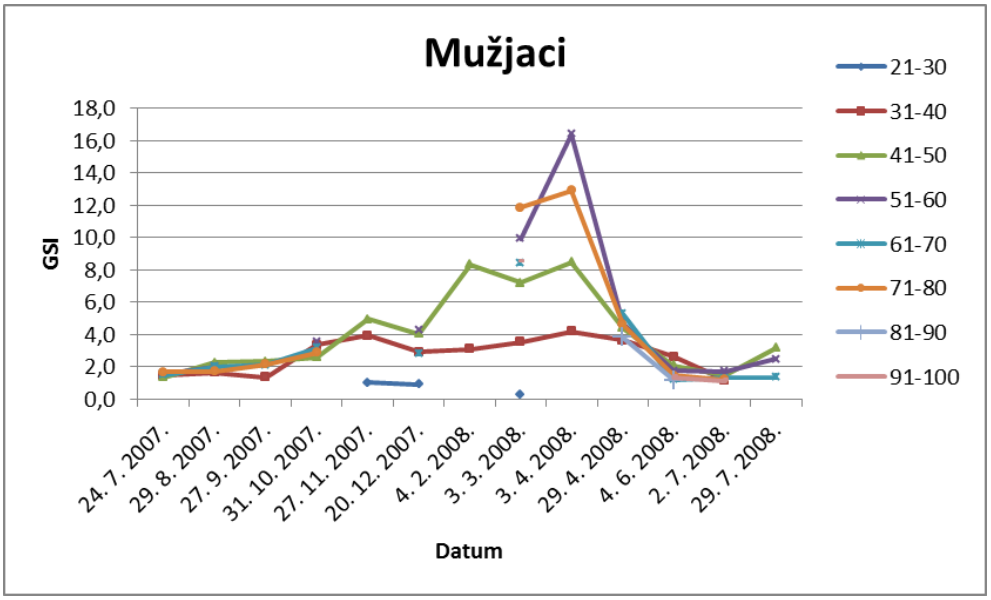
Gonadosomatski indeks mužjaka ne povećava se s povećanjem standardne dužine tijela, što je pokazao i Pearsonov indeks korelacije (r = 0,00327, p>0,05).



Slika 4.28. Odnos gonadosomatskog indeksa (GSI) i standardne dužine tijela kod ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

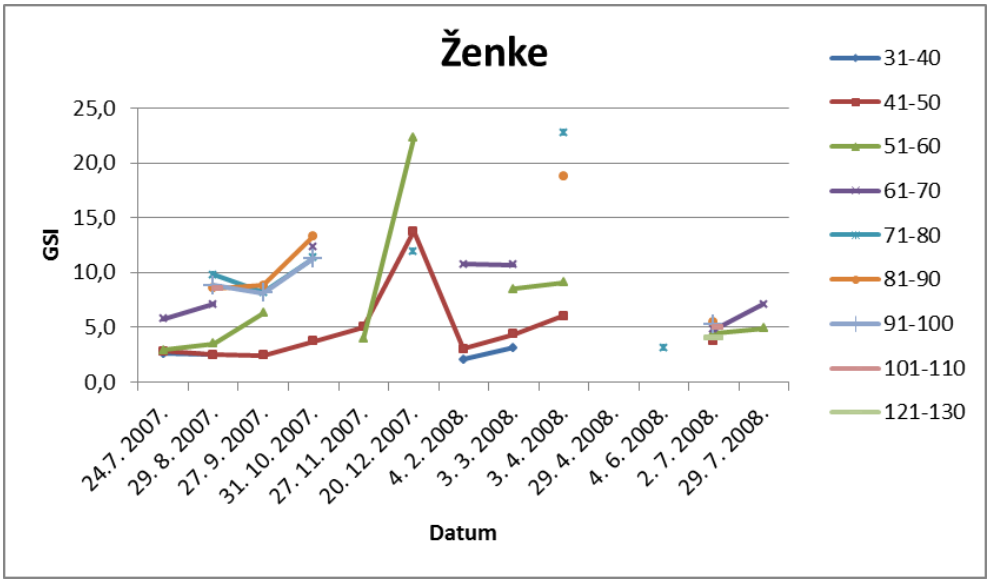
Za razliku od mužjaka, gonadosomatski indeks ženki statistički se značajno povećava s povećanjem standardne dužine tijela, što je pokazao i Pearsonov indeks korelacije (**r=0,430603**, **p<0,05**).

Gonadosomatski indeks analiziran je i prema dužinskim kategorijama i po datumu. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa prema dužinskim kategorijama i prema datumu prikazani su na slikama 4.29. i 4.30. posebno za mužjake i ženke.



Slika 4.29. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) prema dužinskim kategorijama i prema datumu za mužjake kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Mužjaci svih dužinskih kategorija imaju slične gonadosomatske indekse cijele godine osim od veljače do kraja travnja. Najveće vrijednosti gonadosomatskog indeksa mužjaci svih kategorija imaju 3. travnja 2008. godine. Najveći gonadosomatski indeks tog datuma uzorkovanja imaju mužjaci dužinske kategorije 51-60 mm (16,4), kojeg slijedi dužinska kategorija 71-80 mm (12,9) i dužinska kategorija 41-50 mm (8,5). Najmanje vrijednosti gonadosomatskog indeksa jedinki tih dužinskih kategorija iznose 1,5 (51-60 mm 24. srpnja 2007.), 1,2 (71-80 mm 2. srpnja 2008.) i 1,3 (41-50 mm 24. srpnja 2007.). Dužinske kategorije 11-20 mm i 21-30 mm imaju najmanje razlike minimuma i maksimuma gonadosomatskih indeksa tijekom godine. Najmanja vrijednost gonadosomatskog indeksa dužinske kategorije 11-20 mm iznosi 0,3 (3. ožujka 2008.), a najveća 1,0 (27. studenoga 2007.). Najmanja vrijednost gonadosomatskog indeksa dužinske kategorije 21-30 mm iznosi 1,2 (2. srpnja 2008.), a najveća 4,2 (3. travnja 2008.). *Post hoc* Tukey test analize varijanci gonadosomatskih indeksa mužjaka različitih dužinskih kategorija uzorkovanih istih datuma otkrio je da se gonadosomatski indeksi između različitih dužinskih kategorija uzorkovanih istih datuma statistički značajno ne razlikuju, osim uzorka iz 4. veljače 2008. godine u kojem se dužinske kategorije 31-40 mm i 41-50 mm statistički značajno razlikuju (**p=0,023**, **p<0,05**) te uzorka iz 3. ožujka 2008. u kojem se dužinska kategorija 71-80 mm statistički značajno razlikuje od kategorija 21-30 mm i 31-40 mm (**p=0,047**, **p<0,05**; **p=0,044**, **p<0,05**).



Slika 4.30. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) prema dužinskim kategorijama i prema datumu za ženke kapelske svijetlice iz potoka Sušik

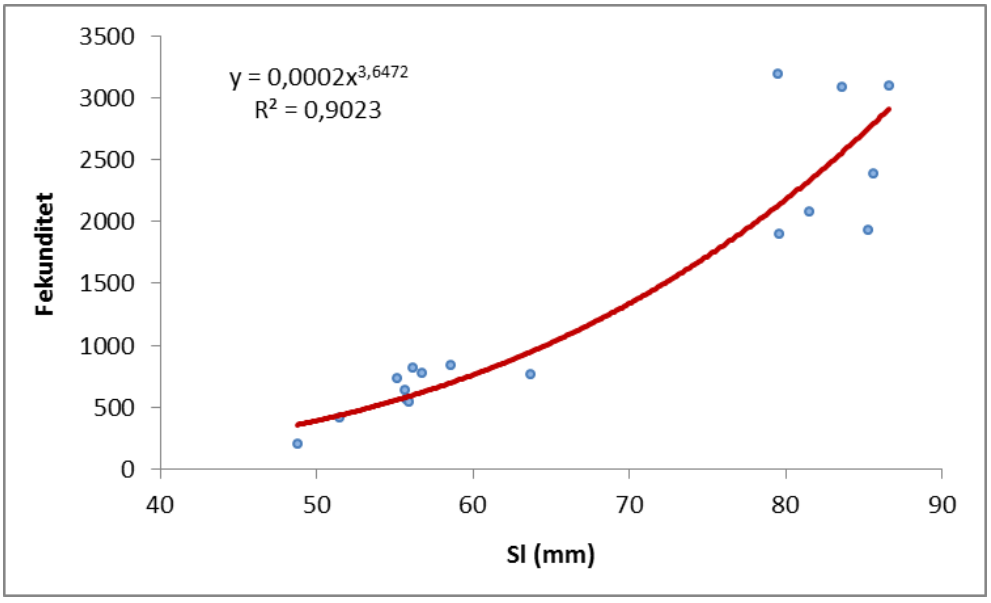
Vrijednosti gonadosomatskih indeksa različitih dužinskih kategorija ženki ne pokazuju jasnu pravilnost kao kod mužjaka. Niti jedna dužinska kategorija nije prisutna u svakom datumu uzorkovanja. Dužinske kategorije od 61-70 mm i veće imaju slične vrijednosti gonadosomatskog indeksa u svim mjesecima uzorkovanja (ako su bile prisutne u uzorku), što je jasno vidljivo na uzorcima iz 24. srpnja 2007., 29. kolovoza 2007. i 27. rujna 2007. godine u kojima je *post hoc* Tukey test pokazao da se statistički značajno razlikuju vrijednosti gonadosomatskog indeksa ženki između dužinskih kategorija manjih od 51-60 mm i većih od 61-70 mm. Međusobno slične vrijednosti gonadosomatskog indeksa pokazuju i dužinske kategorije 51-60 mm i manje u uzorcima od srpnja do studenoga 2007. godine da bi u prosincu dosegle svoj maksimum (41-50 mm 13,8 i 51-60 mm 22,8). U veljači, ožujku i travnju vrijednosti gonadosomatskog indeksa dužinskih kategorija 41-50 mm i 51-60 mm iznose 3,0, 4,4 i 6,0 i -, 8,5, i 9,1, ali se ne razlikuju statistički značajno ($p>0,05$) iako se vrijednosti gonadosomatskog indeksa dužinske kategorije 51-60 mm približavaju vrijednostima dužinske kategorije 61-70 mm. Krajem travnja do srpnja 2008. godine vrijednosti gonadosomatskih indeksa svih dužinskih kategorija približno su iste. Najveću vrijednost gonadosomatskog indeksa imaju dužinske kategorije 71-80 mm (22,8 3. travnja 2008.), 51-60 mm (22,3 20. prosinca 2007.) i 81-90 mm (18,8 3. travnja 2008.). Najmanja vrijednost gonadosomatskog indeksa svih kategorija je u srpnju i kreće se u rasponu od 2,6 (31-40 mm 24. srpnja 2007.) do 5,8 (61-70 mm 24. srpnja 2007.). Vrijednost gonadosomatskog indeksa dužinske kategorije 41-50 mm ne prelazi 15, a maksimum je zabilježen 20. prosinca 2007. (13,8) te 3. travnja 2008. iznosi 4,4. Sličan uzorak slijedi i vrijednost gonadosomatskog indeksa dužinske kategorije 51-60 mm koja također ima maksimum 20. prosinca 2007. (22,8), a 3. travnja 2008. iznosi 8,5. Dužinska kategorija 31-40 mm ima ujednačene vrijednosti gonadosomatskog indeksa s malom razlikom minimuma i maksimuma (2,0 4. veljače 2008. i 3,2 3. ožujka 2008.).

4.5.2. Fekunditet i veličina jajnih stanica

Apsolutni fekunditet je procijenjen brojenjem jajnih stanica kod 17 zrelih ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik spremnih za mrijest, odnosno kod ženki ulovljenih u ožujku i travnju. Standardne dužine tijela analiziranih ženki kretale su se od 48,8 do 86,6 mm sa srednjom vrijednosti od 67,1 ± 14,3 mm. Masa analiziranih ženki kretala se od 2,4 do 20,1 g sa srednjom vrijednosti od 9,1 ± 6,4 g, masa gonada kretala se od 0,1 do 3,6 g sa srednjom

vrijednosti od 1,5 ± 1,4 g. Utvrđeni broj jajnih stanica kretao se od 201 do 3188 sa srednjom vrijednosti od 1407 ± 1034,4. Iz apsolutnog fekunditeta izračunat je relativni fekunditet koji se kretao od 83,7 do 216,9 jajnih stanica po gramu tjelesne mase sa srednjom vrijednosti od 153,6 ± 33,9 jajnih stanica po gramu tjelesne mase.

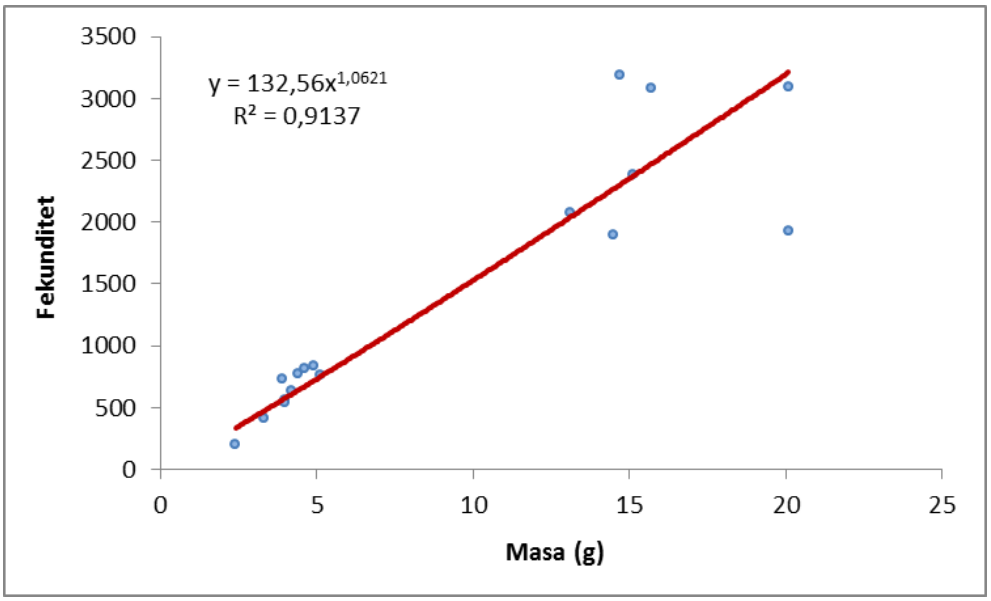
Odnos fekunditeta i standardne dužine tijela opisuje funkcija $F = 0{,}0002Ls^{3{,}6472}$; $R^2 = 0{,}9023$. Odnos fekunditeta i standardne dužine tijela prikazan je na slici 4.31.



Slika 4.31. Odnos fekunditeta i standardne dužine tijela kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Fekunditet raste s porastom standardne dužine tijela s potencijom 3,64. Jedinke standardne dužine tijela manje od 65 mm pokazuju manje odstupanja od teorijske vrijednosti fekunditeta nego jedinke standardne dužine tijela veće od 80 mm.

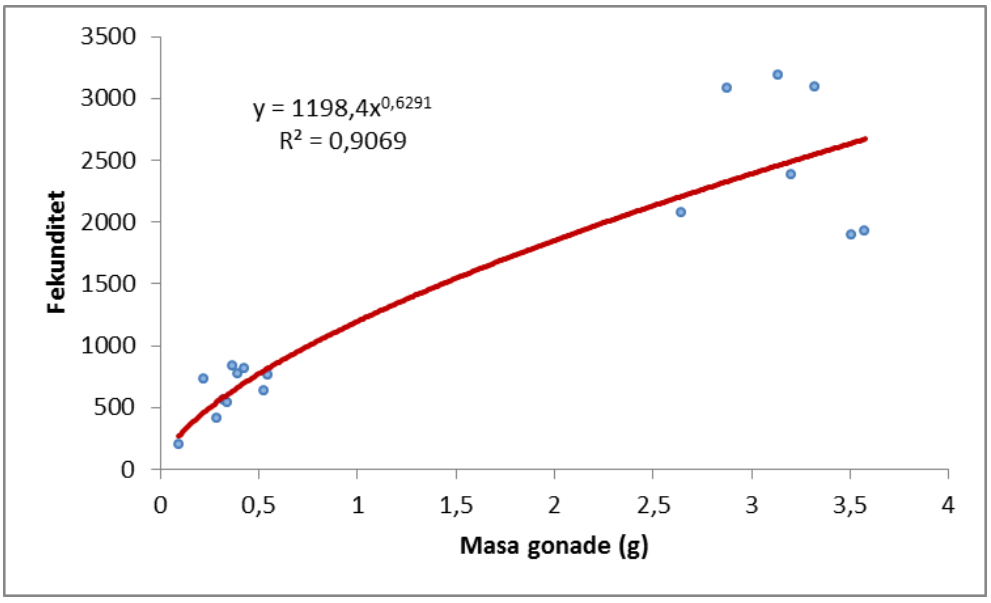
Odnos fekunditeta i mase tijela opisuje funkcija $F = 132{,}56Wt^{1{,}0621}$; $R^2 = 0{,}9137$. Odnos fekunditeta i mase tijela prikazan je na slici 4.32.



Slika 4.32. Odnos fekunditeta i mase tijela kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Jedinke s većom masom tijela imaju i veći fekunditet. Porast fekunditeta prati porast mase jedinki s potencijom 1,06, što predstavlja gotovo linearan rast. Jedinke mase tijela manje od 5 g pokazuju manje odstupanja od teorijske vrijednosti fekunditeta nego jedinke mase tijela veće od 12 g.

Odnos fekunditeta i mase gonada opisuje funkcija $F = 1198{,}4X^{0{,}6291}$; $R^2 = 0{,}9069$. Odnos fekunditeta i mase gonada prikazan je na slici 4.33.



Slika 4.33. Odnos fekunditeta i mase gonada kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Jedinke s većom masom gonada imaju i veći fekunditet. Porast fekunditeta prati porast mase gonada s potencijom 0,62. Jedinke koje imaju masu gonada manju od 0,6 g pokazuju manje odstupanja od teorijske vrijednosti fekunditeta nego jedinke koje imaju masu gonada veću od 2,5 g.

U tablici 4.22. prikazani su izmjereni promjeri jajnih stanica iz gonada ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik u istraživanom razdoblju. Naznačen je i ukupan broj izmjerenih jajnih stanica za pojedini datum (N).

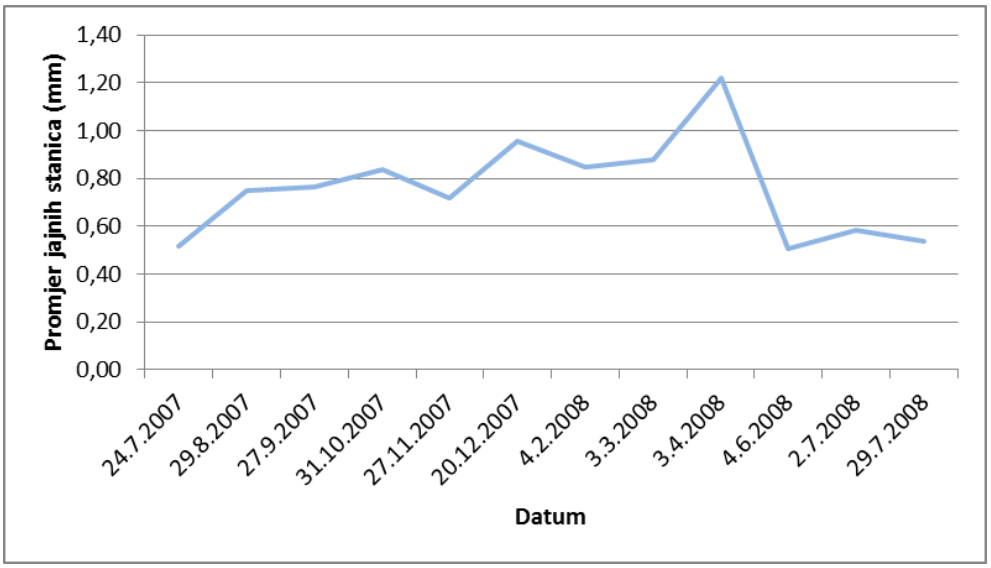
Tablica 4.22. Promjer jajnih stanica po datumima jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Datum	N	Min / mm	Maks / mm	Prosječni promjer jaja + SD / mm
24.7.2007.	120	0,31	0,69	0,52 ± 0,09
29.8.2007.	450	0,44	1,06	0,75 ± 0,14
27.9.2007.	340	0,50	1,00	0,76 ± 0,08
31.10.2007.	360	0,50	1,06	0,84 ± 0,12
27.11.2007.	60	0,50	0,88	0,72 ± 0,13
20.12.2007.	120	0,81	1,13	0,96 ± 0,07
4.2.2008.	30	0,75	0,94	0,85 ± 0,05
3.3.2008.	300	0,56	1,19	0,88 ± 0,14
3.4.2008.	300	0,81	1,88	1,22 ± 0,23
4.6.2008.	30	0,44	0,63	0,50 ± 0,07
2.7.2008.	540	0,31	0,81	0,58 ± 0,09
29.7.2008.	60	0,44	0,63	0,54 ± 0,05
Jajašca iz prirode	23	1,94	2,63	2,23 ± 0,14

Srednja je vrijednost promjera jajnih stanica u lipnju i srpnju slična i kreće se od 0,50 do 0,58 mm. Od kolovoza do ožujka promjer jajnih stanica nešto je veći nego u lipnju i srpnju i kreće se od 0,72 mm (studeni) do 0,96 mm (prosinac). Najveći promjer jajne stanice imaju u travnju

(1,22 mm). Srednji promjer oplođenih jajašaca uzetih iz prirode je 2,23 mm i ona su uvijek veća od jajnih stanica u gonadama ženki. Minimum promjera jajašaca iz prirode je 1,94 mm, a maksimum promjera jajne stanice u gonadi ženke je 1,88 mm.

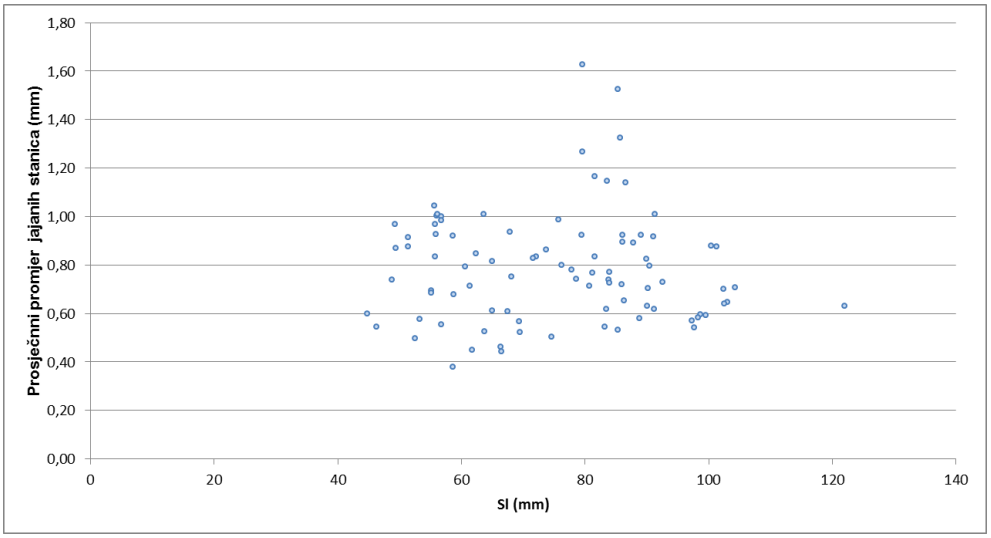
Na slici 4.34. prikazano je kretanje srednje vrijednosti promjera jajnih stanica kroz čitavu godinu.



Slika 4.34. Kretanje vrijednosti srednjeg promjera jajnih stanica kroz čitavu godinu kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Srednja vrijednost promjera jajnih stanica raste od lipnja u kojem je zabilježen minimum (0,50 mm) do travnja kada je zabilježen maksimum (1,22 mm). *Post hoc* Tukey test analize varijance promjera jajnih stanica pokazao je da se promjeri jajnih stanica u uzorku iz 3. travnja 2008. godine statistički značajno razlikuju od svih drugih uzoraka (**$p<0,05$**), osim 4. veljače 2008. ($p=0,173$, $p>0,05$). Treba napomenuti da je u uzorku iz 4. veljače 2008. godine pronađena samo jedna ženka.

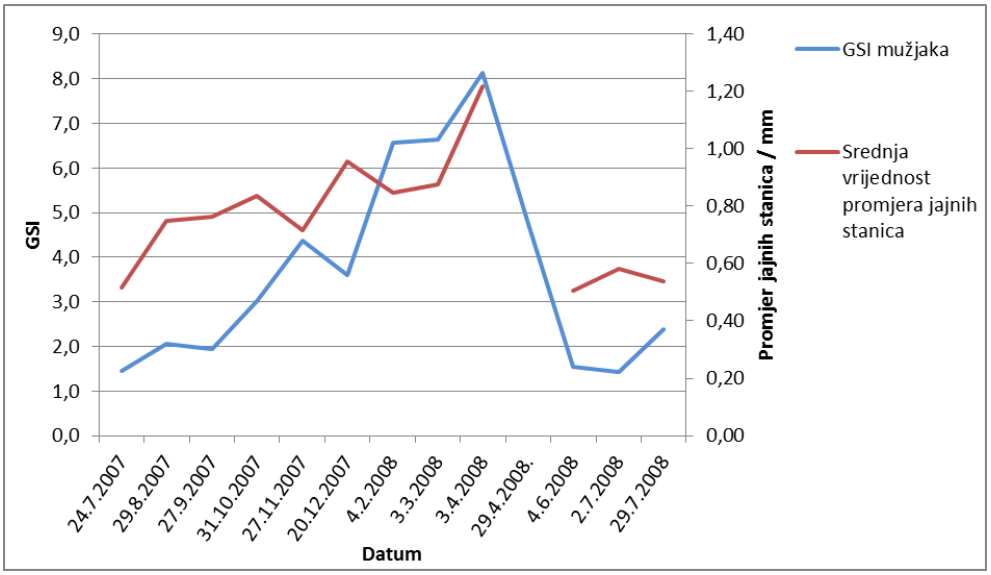
Povezanost veličine jaja sa standardnom dužinom jedinke prikazana je na slici 4.35.



Slika 4.35. Povezanost vrijednosti srednjeg promjera jajnih stanica i standardne dužine tijela kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Standardna dužina tijela i srednji promjer jajnih stanica nisu značajno korelirane, što je pokazao i Pearsonov test korelacije (r=0,007776. p>0,05).

Povezanost gonadosomatskog indeksa mužjaka i promjera jajnih stanica kod ženki prikazana je na slici 4.36.



Slika 4.36. Povezanost gonadosomatskog indeksa mužjaka i promjera jajnih stanica kod ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Gonadosomatski indeks mužjaka vrlo je visoko koreliran sa srednjim promjerom jajnih stanica kod ženki, što je pokazao i Pearsonov test korelacije (**r=0,806125**, **p<0,05**).

4.5.3. Dužina i starost jedinki kod prve spolne zrelosti

Dužina i prva spolna zrelost ispitane su na jedinkama kapelske svijetlice iz potoka Sušik ulovljenim u ožujku i travnju. Najduža jedinka s nerazvijenim gonadama imala je standardnu dužinu 44,7 mm. Najmanji spolno zreli mužjak imao je standardnu dužinu 31 mm. Više od 50% mužjaka dužih od standardne dužine 41 mm spolno je zrelo, a svi mužjaci duži od 55 mm standardne dužine spolno su zreli. Mužjaci spolno sazrijevaju u starosnoj skupini 1^{+}. Najmanja spolno zrela ženka imala je standardnu dužinu tijela 48,5 mm. Više od 50% ženki dužih od standardne dužine 51 mm spolno je zrelo, a sve ženke duže od 55 mm standardne dužine spolno su zrele. Ženke spolno sazrijevaju u starosnoj skupini 1^{+}.

4.5.4. Vrijeme mrijesta i uvjeti na mjestu mrijesta

U potoku Sušik 3. travnja 2008. godine pronađena je oplođena ikra iz koje su se uspješno izvalile ličinke koje su prošle preobrazbu i izrasle u odrasle jedinke kojima se nedvojbeno potvrdilo da se doista radi o kapelskoj svijetlici. Oplođena je ikra pronađena i 27. travnja 2008. godine. Jajašca su pronađena zalijepljena na kamenju i mrtvim biljnim ostacima među kamenjem (slika 4.37.). U potoku, jajašca su pronađena u zasjenjenom području ispod starog napuštenog kamenog mosta, odmah ispod pregrade koja gradi umjetnu retenciju uzvodno od mjesta mrijesta. Brzina strujanja vode iznad jajašca bila je relativno velika. Dosad jajašca nisu pronađena na drugim mjestima u potoku, iako je pregledano nekoliko lokacija s kamenitom podlogom i većom brzinom toka. Pregledom biljne vegetacije u blizini mjesta mrijesta nije pronađena oplođena ikra.



Slika 4.37. Oplođena ikra kapelske svijetlice u potoku Sušik 27. travnja 2008. godine

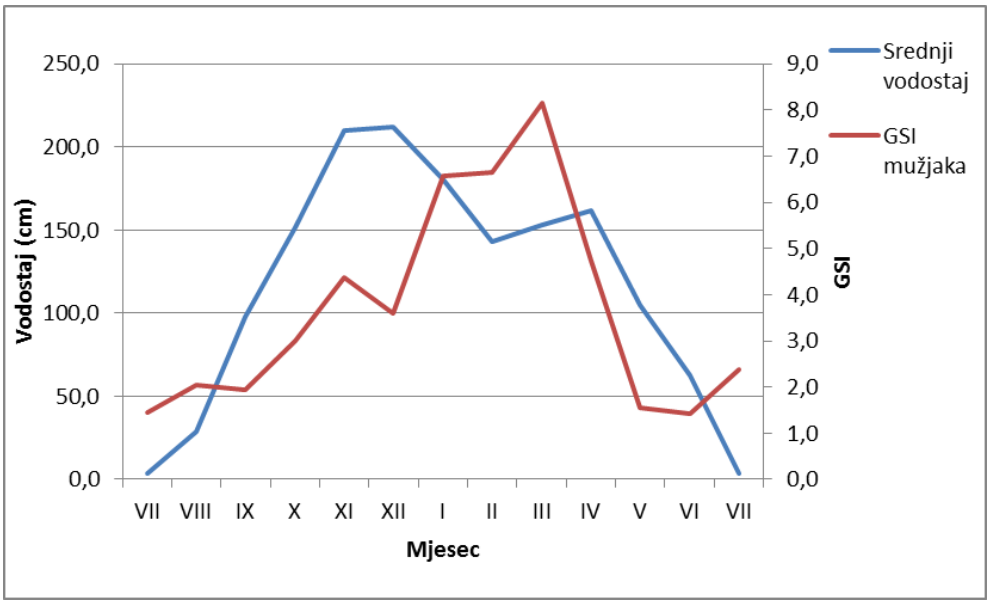
Temperatura vode potoka Sušik od početka ožujka do kraja travnja (slika 3.9. a) kretala se od 1,9 °C do 13,5 °C sa srednjom vrijednosti od 8,1 °C. Temperatura vode u ožujku kretala se u rasponu od 1,9 °C do 11,8 °C sa srednjom vrijednosti od 6,5 °C. Temperatura vode u travnju kretala se od 7,3 °C do 13,5 °C sa srednjom vrijednosti od 9,8 °C. U potoku su utvrđene i dnevno-noćne oscilacije temperature vode koje su ponekad iznosile i više od 5°C.

Prosječni višegodišnji minimum vodostaja u ožujku od 1985. do 2010. godine iznosio je 0 cm, a maksimum 153 cm. Prosječni višegodišnji minimum vodostaja u travnju od 1985. do 2010. godine iznosio je 10 cm, a maksimum 162 cm.

Prosječni višegodišnji minimum protoka vode u ožujku od 1985. do 2010. godine iznosio je 0 m^3/s, srednjak 1,1 m^3/s, a maksimum 8 m^3/s. Prosječni višegodišnji minimum vodostaja u travnju od 1985. do 2010. godine iznosio je 0,2 m^3/s, srednjak 1,6 m^3/s, a maksimum 7,6 m^3/s.

Fotoperiod početkom ožujka iznosio je 11 sati dana i 13 sati noći, a krajem travnja je 14 sati dana i 10 sati noći.

Podudarnost kretanja vrijednosti gonadosomatskog indeksa i višegodišnjeg srednjaka vodostaja potoka Sušik prikazana je na slici 4.38.



Slika 4.38. Podudarnost višegodišnjeg srednjeg vodostaja potoka Sušik i gonadosomatskog indeksa (GSI) mužjaka kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Vrijednost gonadosomatskog indeksa mužjaka najveća je u vrijeme drugog maksimuma višegodišnjeg srednjaka vodostaja potoka Sušik.

4.6. Starost i rast

4.6.1. Morfologija ljusaka

Ljuske su normalno razvijene. Cikloidne su i sitne te prekrivaju cijelo tijelo (slika 4.39.). Preklapaju se na cijelom tijelu, osim na grlenom dijelu te kod nekih jedinki duž bokova ispod bočne pruge. Ljuske su okruglaste do ovalne te različite veličine, ovisno o mjestu na tijelu gdje se nalaze. Na ljuskama se jasno ističu circuli i relativno lako uočavaju anuli.



Slika 4.39. Ljuska trogodišnje (2^+) kapelske svijetlice s označenim anulima rasta iz potoka Sušik

Prosječni radijusi uzorkovanih ljusaka za pojedinu dobnu skupinu iznose: $R(0^+)$=234 ± 57 µm, $R(1^+)$=372 ± 75,6 µm, $R(2^+)$=574 ± 42,8 µm, $R(3^+)$=683 ± 79,4 µm, $R(4^+)$=868 ± 107,3 µm i $R(5^+)$=940 µm. Najmanja ljuska imala je radijus 160,55 µm, a najveća 1084,62 µm.

4.6.2. Starosne skupine

Starost jedinki kapelske svijetlice procijenjena je neposrednim očitavanjem skleritnih prstenova na ljuskama na 86 jedinki iz potoka Sušik. Uočeno je šest starosnih skupina, i to 0^+, 1^+, 2^+, 3^+, 4^+ i 5^+. Zabilježene juvenilne jedinke svrstane su u samo jednu zabilježenu starosnu skupinu (0^+). Mužjaci su svrstani u pet starosnih skupina (od 0^+ do 4^+), a ženke u svih šest. U tablici 4.23. prikazan je broj jedinki kapelske svijetlice u pojedinim starosnim skupinama posebno za svaki spol sa srednjim vrijednostima i standardnim devijacijama standardne dužine i mase tijela.

Tablica 4.23. Broj jedinki kapelske svijetlice iz potoka Sušik u pojedinim starosnim skupinama sa srednjim vrijednostima i standardnim devijacijama standardne dužine i mase tijela po spolovima

Spol	JUV			M			Ž		
Starost	n	$\bar{X}$ (Sl) ± SD / mm	$\bar{X}$ (m) ± SD / g	n	$\bar{X}$ (Sl) ± SD / mm	$\bar{X}$ (m) ± SD / g	n	$\bar{X}$ (Sl) ± SD / mm	$\bar{X}$ (m) ± SD / g
0+	3	26,5 ± 5,7	0,3 ± 0,2	15	35,2 ± 9,4	0,9 ± 0,7	2	22,9 ± 3,8	0,3 ± 0,1
1+	-	-	-	21	48,4 ± 11,0	2,6 ± 1,6	4	57,0 ± 11,2	3,7 ± 1,9
2+	-	-	-	6	68,7 ± 6,0	5,9 ± 2,4	3	62,7 ± 6,3	4,5 ± 0,6
3+	-	-	-	7	78,6 ± 8,6	11,1 ± 4,8	12	84,1 ± 5,7	10,7 ± 2,3
4+	-	-	-	2	89,9 ± 4,3	11,7 ± 2,3	10	95,0 ± 6,3	16,7 ± 2,7
5+	-	-	-	-	-	-	1	122,0	36,7

Mužjaci su najbrojniji u starosnim skupinama 1^+ i 0^+, a ženke prevladavaju u starijim starosnim skupinama 3^+, 4^+ i 5^+. U starosnoj skupini 5^+ zabilježena je samo jedna jedinka ženke. Man-Whitney U test pokazao je da između srednjih vrijednosti standardnih dužina tijela mužjaka i ženki ne postoji statistički značajna razlika ni u jednoj dobnoj skupini ($p>0,05$), osim u dobnoj skupini 0^+ (**$p<0,05$**). Srednja vrijednost standardne dužine tijela juvenilnih jedinki ne razlikuje se statistički značajno niti od mužjaka niti od ženki starosne skupine 0^+. Man-Whitney U test pokazao je da između srednjih vrijednosti masa mužjaka i ženki ne postoji statistički značajna razlika ni u jednoj dobnoj skupini ($p>0,05$).

U tablici 4.24. prikazan je maseni i dužinski prirast između uzastopnih dobnih skupina za ženke i mužjake.

Tablica 4.24. Maseni i dužinski prirast između uzastopnih dobnih skupina za ženke, mužjake i ukupni uzorak kapelske svijetlice iz potoka Sušik

Dobna skupina		Maseni prirast / g	Maseni prirast / %	Dužinski prirast / mm	Dužinski prirast / %
Ženke	0+ - 1+	3,4	1133,3	34,1	148,9
	1+ - 2+	0,8	22,4	5,7	9,9
	2+ - 3+	6,1	135,3	21,4	34,1
	3+ - 4+	6,0	56,7	11,0	13,1
	4+ - 5+	20,0	119,8	27,0	28,4
Mužjaci	0+ - 1+	1,7	180,9	13,3	37,7
	1+ - 2+	3,2	121,6	20,3	41,9
	2+ - 3+	5,3	90,1	9,9	14,4
	3+ - 4+	0,6	5,2	11,3	14,4

Najveći prirast mase (1133,3%) i standardne dužine tijela (148,9%) ženke imaju između starosnih skupina 0^+ - 1^+. Mužjaci također imaju najveći prirast mase (180,9%) između starosnih skupina 0^+ - 1^+, ali najveći dužinski prirast (41,9%) imaju između dobnih skupina 1^+ - 2^+. Ženke imaju najmanji prirast mase (22,4%) i standardne dužine tijela (9,9%) između starosnih skupina 1^+ - 2^+. Mužjaci imaju najmanji prirast mase (5,2%) između starosnih skupina 3^+ - 4^+, a standardne dužine tijela (9,9%) između starosnih skupina 2^+ - 3^+.

4.6.3. Povratni izračun

Srednje vrijednosti standardnih dužina tijela dobivenih povratnim izračunom prikazane su u tablici 4.25. Iako se srednje vrijednosti standardnih dužina tijela dobivene povratnim izračunom razlikuju manje od 7 mm od srednjih vrijednosti standardnih dužina tijela izmjerenih na jedinkama kojima je određena starost kod svih dobnih skupina, Man-Whitney U test pokazao je da se te razlike ipak značajno razlikuju (**$p<0,05$**), osim dobne skupine 4+ ($p=0,077$) i dobne skupine 5+ u kojoj je zabilježeno premalo jedinki za određivanje statističke značajnosti.

Tablica 4.25. Standardne dužine tijela kapelske svijetlice iz potoka Sušik dobivene povratnim izračunom po godištima

Starost	n	$\bar{X}$ ± SD (Sl) / mm	$\bar{X}$ ± SD (Sl povratnog računa) / mm				
			Sl 1+ / mm	Sl 2+ /mm	Sl 3+ / mm	Sl 4+ / mm	Sl 5+ / mm
0+	20	**32,6 ± 9,5**					
1+	25	**49,8 ± 11,3**	45,4 ± 9,5				
2+	9	**66,7 ± 6,4**	42 ± 5,6	59 ± 6,3			
3+	19	**82 ± 7,2**	42,9 ± 6,7	61,7 ± 7,0	76,9 ± 7,6		
4+	12	**94,2 ± 6,2**	39,7 ± 5,0	59,3 ± 7,3	74,5 ± 7,4	87,3 ± 7,2	
5+	1	**122**	47,4	63	86,2	101,8	115,8
Povratno izračunata $\bar{X}$ ± SD (Sl godišta) / mm			**43,2 ± 7,6**	**60,4 ± 6,8**	**75,9 ± 7,5**	**88,4 ± 8,0**	**115,8**

Prema Kruskal-Wallis ANOVA testu, standardne dužine tijela dobivene povratnim izračunom ne razlikuju se značajno između jedinki različitih dobnih skupina ($p>0,05$).

4.6.4. Von Bertalanffyeva krivulja rasta

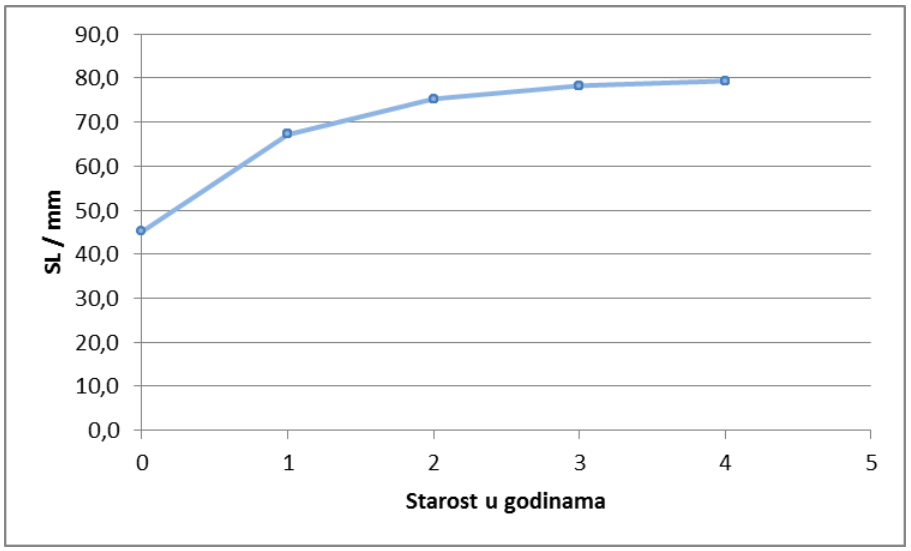
Parametri matematičkog von Bertalanffyevog modela rasta dobiveni su unošenjem broja jedinki za pojedine dužinske kategorije u računalni program LFDA5 za ukupni uzorak te posebno za ženke i mužjake. Rezultati analize računalnog programa LFDA 5 prikazani su u tablici 4.26.

Tablica 4.26. Parametri von Bertalanffyeve krivulje za mužjake, ženke i ukupni uzorak kapelske svijetlice iz potoka Sušik

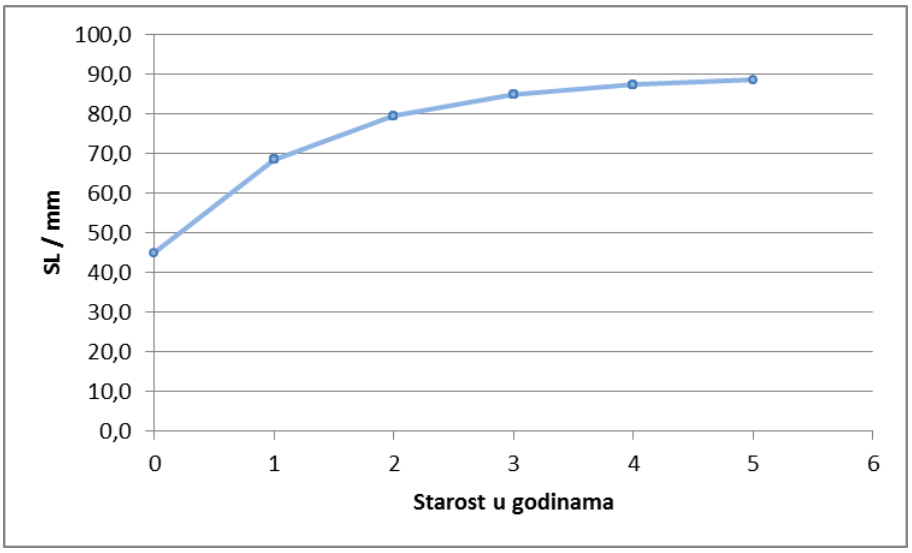
Spol	K	$L\infty$	T_0
Mužjaci	1,0	80,0	-0,83
Ženke	0,7	89,6	-0,94
Ukupno	0,8	100,0	-0,74

Dobivena asimptotička dužina za mužjake iznosila je 80,0 mm, a stvarna je maksimalna izmjerena standardna dužina tijela mužjaka iznosila 95,1 mm. Pretpostavljena starost pri kojoj

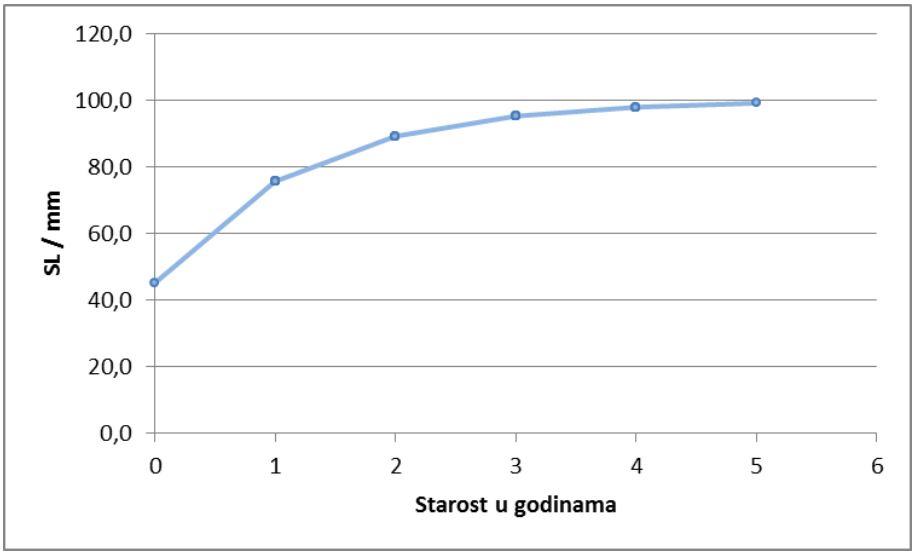
bi riba imala dužinu nula iznosi –0,83. Izračunata konstanta rasta K za mužjake iznosi 1,00. Von Bertalanffyeva krivulja rasta mužjaka prikazana je na slici 4.40. Dobivena asimptotička dužina za ženke iznosila je 89,6 mm, a stvarna je maksimalna izmjerena standardna dužina tijela ženke iznosila 122,0 mm. Pretpostavljena starost pri kojoj bi riba imala dužinu nula iznosi –0,94. Izračunata konstanta rasta K za ženke iznosi 0,74. Von Bertalanffyeva krivulja rasta ženki prikazana je na slici 4.41. Dobivena asimptotička dužina za ukupni uzorak iznosila je 100,0 mm, a stvarna je maksimalna izmjerena standardna dužina tijela svih jedinki iznosila 122,0 mm. Pretpostavljena starost pri kojoj bi riba imala dužinu nula iznosi –0,74. Izračunata konstanta rasta K za ukupni uzorak iznosi 0,81. Von Bertalanffyeva krivulja rasta ukupnog uzorka prikazana je na slici 4.42.



Slika 4.40. Von Bertalanffyeva krivulja rasta za mužjake kapelske svijetlice iz potoka Sušik



Slika 4.41. Von Bertalanffyeva krivulja rasta za ženke kapelske svijetlice iz potoka Sušik



Slika 4.42. Von Bertalanffyeva krivulja rasta za ukupni uzorak kapelske svijetlice iz potoka Sušik

4.7. Smrtnost

Prema Paulyevoj jednadžbi prirodna smrtnost za mužjake kapelske svijetlice iz potoka Sušik iznosi 0,84029, za ženke 0,64468, a za ukupni uzorak 0,68231. Prema Rikther i Efanovoj metodi prirodna je smrtnost kapelske svijetlice iz potoka Sušik 1,360.

5. RASPRAVA

Kao i o većini naših endemskih vrsta, znanja o rodu *Telestes* na području Velike i Male Kapele do ovog istraživanja bila su vrlo oskudna. Podaci o morfometriji, meristici te ekologiji i biologiji roda *Telestes* s ovog područja stari su, općeniti te nepotpuni (STEINDACHNER, 1866; KIŠPATIĆ, 1893; TRGOVČEVIĆ, 1905; TALER, 1953; PINTAR, 1964a i b; VUKOVIĆ I IVANOVIĆ, 1971; BANARESCU I HERZIG-STRACHIL, 1998; MRAKOVČIĆ I SUR., 2006; KOTTELAT I FREYHOF, 2007). Slaba istraženost naših brojnih endemskih vrsta vjerojatno je posljedica činjenice da je velika većina tih vrsta malog habitusa te su gospodarski beznačajne. Osim toga, obitavaju u krajevima u kojima ribarstvo, kao glavna životna aktivnost, ne postoji. U novije vrijeme, kada sve više jača svijest o zaštiti prirode i očuvanju biološke raznolikosti, javila se potreba boljeg poznavanja ekologije i biologije tih gospodarski nevažnih vrsta riba kako bi se učinkovitije zaštitile.

Glavni je razlog ovom istraživanju bio status ugroženosti *T. polylepis* koja prema IUCN kategorizaciji ima status kritično ugrožene vrste (CR) (CRIVELLI, 2006). Naime, prema podacima dostupnim IUCN-u, ova je vrsta jedna od najugroženijih riba u Europi i prijeti joj izumiranje.

U svom opisu vrste *T. polylepis* STEINDACHNER (1866) piše o šest jedinki iz rijeke Mrežnice, Dobre i potoka blizu Jospidola, što su sve lokacije sjeverozapadno od planina Velike i Male Kapele. Pritom je važno napomenuti kako se pod Mrežnicom vjerojatno misli na Zagorsku Mrežnicu. Zagorska Mrežnica je ponornica koja danas ulazi u akumulacijsko jezero Sabljaci (PETROVIĆ, 2005) i nalazi se unutar područja na kojem je u prošlosti zabilježena svijetlica. Uzorkovani su svi povijesni lokaliteti na kojima se spominje *T. polylepis*, a populacije su utvrđene u Šmitovom (Zelenom) jezeru i ponoru Rupećica te u Stajničkom polju, polju Lug i Jasenačkom polju (slika 4.1.). Između ovih lokaliteta ispriječile su se planine Velika i Mala Kapela tako da se Šmitovo jezero i ponor Rupećica nalaze sa sjeveroistočne strane planina, a Jasenačko polje, polje Lug i Stajničko polje s jugozapadne strane. MARČIĆ I SUR. su (2011) pokazali da su populacije sa suprotnih strana planina Velike i Male Kapele razdvojene vrste pa je vrsta s jugozapadne strane opisana kao *T. karsticus.* Dvije se vrste jasno razlikuju fenološki i meristički, a te je razlike potvrdila i analiza mitohondrijske DNK. *T. karsticus* i *T. polylepis* jasno se i bez preklapanja razlikuju oblikom stražnjeg ruba podrepne peraje (konkavan i ravan), brojem ljusaka u bočnoj prugi (45-65 i 67-77) te brojem škržnih šipčica na prvom desnom škržnom luku (9-10 i 5-6).

U Stajničkom polju uhvaćeno je samo 12 jedinki *T. karsticus* u malom izvoru koji u vrijeme uzorkovanja nije imao spoj sa Stajničkom jarugom u kojoj su utvrđeni pastrva (*Salmo trutta* L., 1758), kalifornijska pastrva (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)) i piškur (*Misgurnus fossilis* (L., 1758)). Unatoč velikom ribolovnom naporu, u Stajničkoj jarugi nisu utvrđene jedinke kapelske svijetlice, iako je IUCN (CRIVELLI, 2006) naveo Stajničku jarugu kao jedini lokalitet u kojem se nalazi *T. polylepis*. Iz ovog je istraživanja jasno da je vrsta koja obitava u Stajničkom polju *T. karsticus*. U potoku Sušik u polju Lug utvrđena je najbrojnija populacija kapelske svijetlice na istraživanom području te nije utvrđena niti jedna druga vrsta ribe. Potok povremeno presušuje pa se pretpostavlja da vrsta nepovoljne periode preživljava povlačenjem u podzemlje. Tu su pretpostavku potvrdili kolege speleolozi koji su vrstu pronašli u ponoru potoka Sušik (B. JALŽIĆ, osobna komunikacija). U potoku Sušik u polju Lug u srpnju 2008. godine utvrđena je velika infekcija populacije nametnikom *Ichthyophthirius* sp. te sekundarnom bakterijskom infekcijom (ZRNČIĆ I ORAIĆ, neobjavljeni podaci) koja je desetkovala populaciju i ozbiljno smanjila brojnost vrste u potoku. Ostaje pitanje radi li se tu o prirodnom mehanizmu kontrole brojnosti populacije bez predatora i prirodnom cikličkom procesu. Sličnu je pojavu registrirao i TRGOVČEVIĆ (1905) koji je u Stajničkoj jarugi utvrdio drastičan pad brojnosti populacije kojem je prethodila bolest riba kojima se „bolest opažala na tijelu, osobito na glavi, kao crvene veće ili manje ljage“. Utvrđena populacija u Jasenačkom polju pripada vrsti *T. karsticus* i također je brojna, ali ni približno kao ona u potoku Sušik. Utvrđena je i mlađ u svibnju 2007. godine, što je dokaz da se populacija razmnožava u ovom polju. U Šmitovom jezeru i Rupećici utvrđena je vrsta *T. polylepis*. Šmitovo jezero i Rupećica podzemno su povezani (JALŽIĆ I SUR., 2008) pa se dva lokaliteta mogu smatrati jednim. To je vrlo malo područje, površine manje od 0,01 km^2 pa se *T. polylepis* može smatrati jednom od najugroženijih slatkovodnih riba Europe. Populacija *T. polylepis* ovdje je u suživotu s drugim vrstama riba, to su: klen (*S. cephalus* (L., 1758)), linjak (*Tinca tinca* (L., 1758)), crvenperka (*Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758)), pijor (*Phoxinus phoxinus* (L., 1785)) i peš (*Cottus gobio* L., 1758.). Sve biološke i ekološke analize obavljene su na kapelskoj svijetlici (*T. karsticus*) iz potoka Sušik koja je jedina bila dovoljno brojna da mjesečno uzorkovanje ne ugrozi opstanak populacije.

5.1. Morfometrija, fenologija i meristika

Entomolog KEVAN (1973) primijetio je: „Pretpostavljamo da kada istraživač (eksperimentalni biolog) napiše da je koristio 5 ml etanola nije koristio 6 ml metanola; ali

koje su osnove za tu pretpostavku ako je eksperimentalna životinja krivo determinirana?“. Zbog toga je bilo važno determinirati sve otkrivene populacije svijetlice i usporediti ih s dosadašnjim znanjima. Za morfološke i merističke analize korištene su jedinke veće od 60 mm totalne dužine tijela kako bi se izbjegle moguće razlike između juvenilnih i odraslih jedinki. Noviji morfometrijski podaci objavljeni za *T. polylepis* (BANARESCU I HERZIG-STRASCHIL, 1998) odnose se na primjerke iz Prirodoslovnog muzeja u Beču. U bečkoj se zbirci nalaze primjerci iz Mrežnice, Dobre i Josipdola pa nedostaju podaci populacija s druge strane Velike i Male Kapele. Tako ovi autori nisu imali potpuni uzorak svih populacija roda *Telestes* na istraživanom području. Rezultati morfometrijskih analiza pokazali su sličnost među svim populacijama koju vjerojatno možemo pripisati sličnosti biologije dviju vrsta te sličnosti uvjeta u njihovim staništima. Naime, rasponi se svih morfometrijskih odnosa međusobno preklapaju, iako se srednje vrijednosti nekih morfometrijskih odnosa razlikuju (tablica 4.2.). Iste zaključke možemo izvesti i iz analize glavnih komponenata čija je ravnina određena faktorima 1 i 2 koji zajedno uključuju više od 36% varijabilnosti (slika 4.2.) i iz koje se jasno vidi da se morfometrijski odnosi između dviju vrsta s obje strane Velike i Male Kapele preklapaju. Dijelom je samo odvojena populacija iz Jasenačkog polja od svih ostalih populacija. Analiza varijanci svih populacija također nije pokazala jasno odvajanje neke populacije od ostalih. Naime, *post hoc* Fisherov LSD test pokazao je da se svaka populacija razlikuje od ostalih u nekom morfometrijskom odnosu pa se odvajanje neke populacije ili skupine populacija od ostalih, na osnovi morfometrijskih odnosa, ne može primijetiti. Ipak, merističke su karakteristike pokazale jasne razlike između populacija različitih vrsta s različitih strana planina u nekim meurističkim osobinama. Broj šipčica u svim je perajama gotovo jednak u svim populacijama, s opaskom da populacija *T. polylepis* iz Šmitovog jezera i Rupećice nikad u leđnoj peraji nema više od sedam razgranatih šipčica, što je u skladu s rezultatima STEINDACHNERA (1866), TRGOVČEVIĆA (1905) i BANARESCU I HERZIG-STRASCHIL (1998), dok populacije *T. karsticus* iz Stajničkog polja, polja Lug i Jasenačkog polja imaju raspon od (6)7-8. Populacije vrste *T. karsticus* iz Stajničkog polja, polja Lug i Jasenačkog polja jasno se razlikuju od populacije vrste *T. polylepis* iz Šmitovog jezera i Rupećice u broju ljusaka u bočnoj prugi i broju škržnih šipčica na prvom desnom škržnom luku. Naime, populacije *T. karsticus* imaju manji ukupni broj ljusaka u bočnoj prugi (45-62 prema 67-77), što se slaže s rezultatom STEINDACHNERA (1866) i TRGOVČEVIĆA (1905) koji su u bočnoj prugi utvrdili 68-71 ljusaka na jedinkama *T. polylepis* te BANARESCU I HERZIG-STRASCHIL (1998) koji su na muzejskom materijalu iz Prirodoslovnog muzeja u Beču izbrojili (62)68-75(78) ljusaka u bočnoj prugi. Populacije *T. karsticus* imaju više škržnih šipčica na

prvom desnom škržnom luku (9-10 prema 5-6), što se slaže s rezultatom BANARESCU I HERZIG-STRASCHIL (1998) koji su na prvom desnom škržnom luku izbrojili 6(7) škržnih šipčica. Iako se iz rezultata može vidjeti i dodatna razlika u broju ljusaka ispod bočne pruge ($6^1/_2$ prema $5^1/_2$) koju potvrđuju i rezultati BANARESCU I HERZIG-STRASCHIL (1998) koji su izbrojili $5^1/_2$ ljuska ispod bočne pruge na primjercima *T. polylepis*, STEINDACHNER je (1866) na svom uzorku izbrojio 5-6 ljusaka, a TRGOVČEVIĆ (1905) je utvrdio raspon od 5-7 ljusaka. Dodatna je razlika i u obliku stražnjeg ruba podrepne peraje (slika 4.2.) koji je kod jedinki *T. karsticus* ravan, dok je kod jedinki *T. polylepis* konkavan. Formula ždrijelnih zuba populacija *T. karsticus* (4.2/2.5) podudara se s formulom ždrijelnih zuba koju su utvrdili STEINDACHNER (1866) i TRGOVČEVIĆ (1905) na primjercima *T. polylepis*.

Iako su svi lokaliteti na kojima su zabilježene vrste *T. karsticus* i *T. polylepis* povezani podzemnim vodenim tokovima (RIĐANOVIĆ, 1975; SEČEN I MIŠETIĆ, 1999), rezultati morfoloških istraživanja pokazali su kako između populacija različitih vrsta sa suprotnih strana planina ne postoji komunikacija. Ta je razdvojenost rezultirala specijacijom jer rezultati morfoloških istraživanja potvrđuju da se populacija roda *Telestes* na području Velike i Male Kapele sastoji od dvije različite vrste koje su prije smatrane vrstom *T. polylepis*. Neke naznake mogućeg postojanja dviju vrsta nalazimo još i kod TRGOVČEVIĆA (1905) koji spominje razlike u broju ljuska u bočnoj prugi između jedinki iz Stajničke jaruge koje imaju često manje ljusaka (<68) od onih s lokaliteta s druge strane planina Velike i Male Kapele (68-71). Merističke i morfološke razlike potvrdila je i analiza mitohondrijske DNK svih populacija, koja je također pokazala da populacije s različitih strana planina pripadaju različitim vrstama (MARČIĆ I SUR., 2011). Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. souffia* brojem razgranatih šipčica u podrepnoj peraji ($8^1/_2$ do $9^1/_2$, obično $8^1/_2$ prema $9^1/_2$), brojem škržnih šipčica na prvom desnom škržnom luku (9 do 11 prema 7 u našem materijalu i 8 (KEITH I ALLARDI, 2001)), brojem redova ljusaka između početka trbušnih peraja i bočne pruge ($6^1/_2$ do$7^1/_2$ prema $3^1/_2$ do $4^1/_2$) te obliku stražnjeg ruba podrepne peraje (ravna prema konkavna). Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. fontinalis* obojenjem tako što imaju kompletnu bočnu prugu. Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. beoticus* jasnom tamnom prugom na boku koja je kod *T. beoticus* slabo vidljiva te brojem razgranatih šipčica u podrepnoj peraji ($8^1/_2$ do $9^1/_2$, obično $8^1/_2$ prema $7^1/_2$ do $8^1/_2$, obično $7^1/_2$ (KOTTELAT I FREYHOF, 2007)). Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. croaticus* brojem škržnih šipčica na prvom desnom škržnom luku (9 do 11 prema 6 do 7) te preklapanjem ljusaka po tijelu osim na prsima za razliku od vrste *T. croaticus* kod koje se ljuske ne

preklapaju. Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. metohiensis*, *T. dabar* i *T. miloradi* preklapanjem ljusaka po tijelu, osim na prsima, za razliku od ovih vrsta kod kojih se ljuske ne preklapaju te crnom prugom na boku tijela koja nije odvojena od tamnog dijela leđa, za razliku od ovih vrsta kod kojih je crna crta na boku odvojena od tamnog dijela leđa. Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. montenegrinus* brojem ljusaka između početka trbušnih peraja i bočne pruge ($6^1/_2$ do$7^1/_2$ prema $3^1/_2$ do $4^1/_2$), brojem škržnih šipčica na prvom desnom škržnom luku (9 do 11 prema 7 do 8, rijetko 9) te oblikom stražnjeg ruba podrepne peraje (ravna prema konkavna). Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. muticellus* brojem ljusaka između početka trbušnih peraja i bočne pruge ($6^1/_2$ do$7^1/_2$ prema $3^1/_2$ do $4^1/_2$) te brojem škržnih šipčica na prvom desnom škržnom luku (9 do 11 prema 6 do 8). Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. pleurobipunctatus* građom ždrijelnih zuba (u dva reda prema jednom redu). Populacije vrste *T. karsticus* razlikuju se od vrste *T. tursky* brojem ljusaka u bočnoj prugi (45 do 65 prema 71 do 79). Populacije s jugozapadne strane Velike i Male Kapele razlikuju se od *T. ukliva* brojem ljusaka između početka trbušnih peraja i bočne pruge ($6^1/_2$ do$7^1/_2$ prema $4^1/_2$ do $5^1/_2$), brojem škržnih šipčica na prvom desnom škržnom luku (9 do 11 prema 7 do 8) te obliku stražnjeg ruba podrepne peraje (ravna prema konkavna).

5.2. Sastav populacije

Struktura populacije kapelske svijetlice do ovog je istraživanja bila u potpunosti nepoznata. U literaturi je pronađen sastav populacija vrsta *T. ukliva* (ZANELLA, 2003; ZANELLA I SUR., 2009), *T. montenegrinus* (KRIVOKAPIĆ, 1992a) i *T. souffia* (VUKOVIĆ, 1985) te su njihovi rezultati uspoređeni s rezultatima ovog istraživanja. Analizirajući dužinski sastav populacije možemo zaključiti da je maksimalna utvrđena standardna dužina tijela kapelskih svijetlica u potoku Sušik 122 mm, tj. 146 mm totalne dužine tijela, iako je u Stajničkom polju zabilježena najveća jedinka s 127 mm standardne dužine tijela, tj. 152,6 mm totalne dužine tijela. Najveća jedinka iz populacije iz Šmitovog jezera i Rupećice imala je totalnu dužinu tijela 145,1 mm, iako su speleoronioci prijavili i veće jedinke, ali ih nažalost nisu izmjerili (JELIĆ, osobna komunikacija). Dimenzije svijetlice i kapelske svijetlice potvrđuju pretpostavke da se radi o ribama malog habitusa, što je u skladu s rezultatima ostalih autora koji su radili na rodu *Telestes*. Tako je ZANELLA (2003) za *T. ukliva* utvrdio najveću jedinku od 150 mm totalne dužine, KRIVOKAPIĆ je (1992a) za *T. montenegrinus* utvrdila najveću dužinsku kategoriju do 140 mm, VUKOVIĆ je (1985) za populaciju *T. souffia* iz rijeke Drine

utvrdila najveću dužinsku kategoriju do 180 mm, VUKOVIĆ I IVANOVIĆ (1971) za *T. souffia* navode najveću dužinu 250 mm, KOTTELAT I FREYHOF (2007) navode standardnu dužinu do 120 mm za *T. beoticus*, 165 mm za *T. croaticus*, 80 mm za *T. fontinalis*, 100 mm za *T. metohiensis*, 160 mm za *T. montenegrinus*, 170 mm za *T. muticellus*, 140 mm za *T. pleurobipunctatus*, 150 mm za *T. polylepis*, 200 mm za *T. souffia*, 160 mm za *T. tursky* i 100 mm za *T. ukliva*.

Kod kapelske svijetlice u potoku Sušik utvrđeno je da ženke imaju veću zabilježenu maksimalnu standardnu dužinu tijela od mužjaka (122 mm prema 95,1 mm) te imaju veću srednju vrijednost standardne dužine tijela (63 mm prema 48,5 mm) pa možemo zaključiti da su ženke u prosjeku veće od mužjaka što je slučaj i kod *T. ukliva* (ZANELLA, 2003; ZANELLA I SUR., 2009) i *T. montenegrinus* (KRIVOKAPIĆ, 2002a). Veće ženke sposobne su proizvesti veći broj jajašaca i tako povećati reproduktivni uspjeh (ANDERSSON, 1994). Srednja vrijednost standardne dužine tijela ukupnog uzorka slična je srednjoj vrijednosti mužjaka. Najduža jedinka koja nije imala dovoljno razvijene gonade koje bi omogućile određivanje spola imala je standardnu dužinu tijela 44,7 mm.

U hladnijem dijelu godine (od studenoga do ožujka) kada je temperatura vode niža od 10 °C (slika 3.9a.) uzorke su sačinjavale jedinke čiji je gornji kvartil standardne dužine tijela bio niži od 50 mm, a medijan standardne dužine tijela oko 40 mm, što nas navodi na zaključak da su veće jedinke prezimile na, na žalost, nepoznatome mjestu. Jedna je od pretpostavki da se veće jedinke povlače u podzemne tokove u kojima je temperatura vode viša od one u potoku kao što navode ZANELLA (2003) i ZANELLA I SUR. (2009), ali te je navode za kapelsku svijetlicu još potrebno dodatno istražiti.

I kod mužjaka i kod ženki kapelske svijetlice najbrojnije su jedinke dužinske kategorije 41-50 mm standardne dužine tijela (slika 4.6.). Mužjaci imaju naglašenu unimodalnu raspodjelu pa brojnost naglo pada nakon dužinske kategorije 61-70 mm. ZANELLA (2003) je za *T. ukliva* utvrdio da su i za mužjake i ženke najbrojnije dužinske kategorije 80 do 90 mm totalne dužine s unimodalnim raspodjelama, KRIVOKAPIĆ je (1992a) za *T. montenegrinus* također utvrdila unimodalnu raspodjelu s najbrojnijom dužinskom kategorijom 60,1 do 80 mm totalne dužine tijela, kao i VUKOVIĆ (1985) koja je za *T. souffia* iz Drine utvrdila da su najbrojnije dužinske kategorije, ovisno o sezoni uzorkovanja, u proljeće 121 do 130 mm, a u ostale sezone 131 do 140 mm totalne dužine tijela. Ako pretvorimo standardne dužine tijela kod kapelske svijetlice u totalne dužine tijela, možemo ih usporediti s ostalim autorima i

zaključiti da su najbrojnije dužinske kategorije kapelske svijetlice iste kao i kod *T. montenegrinus*, a manje od *T. ukliva* i *T. souffia* iz Drine. Ženke kapelske svijetlice imaju bimodalnu raspodjelu koja je ravnomjerno raspoređena s drugim maksimumom u dužinskoj kategoriji 81-90 mm. Relativno mala brojnost najmanjih dužinskih kategorija vjerojatno je posljedica metode uzorkovanja jer je poznato da elektroribolov brojnost manjih dužinskih kategorija prikaže manjom no što stvarno jest (REYNOLDS, 1996).

Prema FISHEROVOM (1930) modelu omjera spolova životinje bi trebale stvarati potomke ujednačenog omjera spolova. U načelu, populacije s poremećenim omjerom spolova uzrokovanim okolišnim uvjetima mogu se smatrati poremećenim ili loše prilagođenim na dane uvijete. Kako je reproduktivni potencijal mnogih vrsta riba određen brojem ženki koje mogu proizvoditi jajašca, snažno pomaknuti omjeri spolova u korist mužjaka mogu smanjiti vijabilnost osjetljivih populacija. Omjer spolova čitavog uzorka kapelske svijetlice pokazao je statistički značajnu prevlast mužjaka u čitavom uzorku s omjerom 2,8:1 (tablica 4.7.). Mužjaci dominiraju u dužinskim kategorijama 21-30 mm do 71-80, ali sa sve slabijim omjerom (od 10:1 do 2,6:1). U dužinskoj kategoriji 81-90 mm χ^2 test pokazuje da su ženke statistički značajno brojnije s omjerom 0,1:1. U dužinskoj kategoriji 91-100 mm χ^2 test nije pokazao statističku značajnost koja bi odstupala od teorijskog omjera 1:1, a u većim dužinskim kategorijama mužjaci nisu zabilježeni, što je slično rezultatima KRIVOKAPIĆ (2002a) koja je kod *T. montenegrinus* također utvrdila veći broj mužjaka u manjim, a veći broj ženki u većim dužinskim kategorijama. I ZERUNIAN (2004) je za *T. muticellus* utvrdio da se dobna skupina 7 + sastoji samo od ženki. Ipak, ovi se rezultati razlikuju od KRIVOKAPIĆ (1992a) koja je za *T. montenegrinus* utvrdila ravnomjeran omjer spolova te Vuković (1985) koja je za *T. souffia* također utvrdila omjer spolova 1:1. ZANELLA je (2003) za *T. ukliva* utvrdio omjer spolova 1,82:1, odnosno 1,6:1 (ZANELLA I SUR., 2009) u korist mužjaka. Omjeri spolova u većini mjeseci uzorkovanja također pokazuju veći udio muških jedinki u populaciji, osobito u hladnijim mjesecima uzorkovanja kada su uhvaćene manje ribe. Stabilni omjeri spolova utvrđeni su u vrijeme mrijesta (3. travnja 2008.) kada se utvrđeni omjer (1,9:1 u korist mužjaka) nije statistički značajno razlikovao od teoretskog omjera 1:1 te u srpnju, 2007. (1,5:1 u korist mužjaka), rujnu 2007. (0,9:1 u korist ženki) i 2. srpnja 2008. (0,9:1 u korist ženki) kada su u uzorcima ulovljene veće jedinke kapelske svijetlice (slika 4.7.) te 29. srpnja 2008. (2,3:1 u korist mužjaka) kada je uhvaćeno jako malo jedinki (tablica 4.8). Nerazmjer među spolovima kod kapelske svijetlice teško se može objasniti segregacijom spolova zbog korištenja različitih mikrostaništa jer su za vrijeme uzorkovanja sva staništa bila podjednako

zastupljena te uzorkovana jednakim naporom. Prevladavanje ženki u većim dužinskim kategorijama može se objasniti većom stopom smrtnosti mužjaka, ali veća smrtnost mužjaka ne objašnjava izrazitu prevlast mužjaka u manjim dužinskim kategorijama. Poznato je da kod nekih riba determinacija spola ovisi o temperaturi (DEVLIN I NAGAHAMA, 2002; GUERRERO-ESTEVEZ I MORENO-MENDOZA, 2010) pa čak i kod riba s genotipskim određivanjem spola pod utjecajem temperature može doći do promjene u spolnoj diferencijaciji (OSPINA-ALVAREZ I PIFERRER, 2008). Više je istraživanja na različitim skupinama riba pokazalo kako povećanje temperature mijenja omjer spolova u korist mužjaka (CONOVER I KYNARD, 1981; ROEMER I BEISENHERZ, 1996; NOMURA I SUR., 1998). ŽGANEC je (2012) u 50-godišnjoj analizi temperatura voda utvrdio porast temperature u tri rijeke u obližnjem području sa stopom porasta od 0,17 do 0,48 °C u desetljeću, ali je pitanje ima li globalno zatopljenje veze s nerazmjerom među spolovima kod kapelske svijetlice. Do porasta temperature u potoku Sušik moglo je doći i zbog niskog vodostaja u kritičnom razdoblju razvoja ličinki kojima se spolna determinacija pod povišenom temperaturom mogla poremetiti i pomaknuti omjer spolova u korist mužjaka. Naime, prema podacima DHMZ-a potok Sušik je u svibnju i lipnju 2007. godine bio suh. Porast temperature u potoku mogla je uzrokovati i umjetna pregrada ispod starog mosta koja omogućava duže zadržavanje vode nizvodno, ali i usporava protok i tako podiže temperaturu vode. Nažalost, ne postoje podaci o temperaturi vode u potoku u prošlosti pa je za potvrde ovakvih pretpostavki potrebno provesti dodatna istraživanja.

Najbrojnija je starosna kategorija kapelske svijetlice 1^+ (43,9%), a starije postepeno opadaju u brojnosti. Najveća je starosna kategorija bila 5^+ (0,1%), a sačinjavala ju je samo jedna ženka. Manja brojnost starosne kategorije 0+ (20,1%) od 1^+ vjerojatno je posljedica metode uzorkovanja jer je poznato da elektroribolov brojnosti 0^+ kategorija prikaže manjom no što stvarno jest (REYNOLDS, 1996). Takav je sastav populacija za *T. montenegrinus* utvrdila i KRIVOKAPIĆ (1992a), dok je ZANELLA (2003) za *T. ukliva* utvrdio najveću brojnost starosne kategorije 2^+, a VUKOVIĆ je (1985) za *T. souffia* utvrdila najveću brojnost za starosne kategorije 3^+ i 4^+ ovisno o sezoni uzorkovanja.

5.3. Dužinsko-maseni odnosi

Dužinsko-maseni odnosi kapelske svijetlice do ovog istraživanja nisu bili poznati. FROESE je (2006) napravio analizu 3929 dužinsko-masenih odnosa 1773 vrste riba i zaključio tendenciju riba prema lagano pozitivno alometrijskom rastu (medijan koeficijenta b među

vrstama bio je 3,03, što je bilo statistički značajno različito od 3,00) te je potvrdio raspon vrijednosti koeficijenta (2,5<b<3,5). ZANELLA je (2003) za ukupnu populaciju *T. ukliva* utvrdio pozitivni alometrijski rast (b=3,035), što je slično rezultatu dobivenom za ukupni uzorak u ovom istraživanju (b=3,107). Kako dužinsko-maseni odnosi ovise o spolu i stanju zrelosti gonada (RICKER, 1978), napravljene su analize za svaki spol posebno. Tako je utvrđeno da mužjaci rastu lagano negativno alometrijski, što bi značilo da se kod većih jedinki promijenio izgled tijela u odnosu na manje jedinke tako da su postale više izdužene (b=2,984), ali su granice pouzdanosti uključile 3,00 (od 2,907 do 3,067) tako da mužjaci rastu gotovo izometrijski, tj. manje jedinke mužjaka imaju isti oblik kao i veće jedinke. Ženke ove vrste rastu pozitivno alometrijski (b=3,199) s granicama pouzdanosti od 3,100 do 3,299 koje isključuju 3,00, što znači da su veće jedinke promijenile izgled u odnosu na manje tako što su se povećale ili u širinu ili u debljinu. Juvenilne jedinke također rastu pozitivno alometrijski (b=3,282) s granicama pouzdanosti od 3,046 do 3,524.

Iako bi se očekivalo da ženke iste dužinske kategorije zbog alometrijskog rasta imaju veću masu od mužjaka, analiza je otkrila da ženke imaju statistički značajno veću srednju vrijednost mase samo u dužinskoj kategoriji 71-80 mm. Iako ženke u većim kategorijama imaju veću srednju vrijednost mase, broj mužjaka je bio premali za statistički značajne zaključke (3 jedinke mužjaka u dužinskoj kategoriji 81-90 mm i 3 jedinke u dužinskoj kategoriji 91-100 mm).

Analiza Fultonovog indeksa kondicije za kapelsku svijetlicu do ovog istraživanja nije bila poznata. Jednadžba Fultonovog indeksa kondicije pokazuje da je on rezultat dužinsko-masenog odnosa, a koristi se zbog lakše interpretacije i lakše usporedbe među populacijama od koeficijenata a i b iz dužinsko-masenih odnosa (ANDERSON I NEUMAN, 1996). Iako FULTON (1904) nije izričito postavio jednadžbu za izračunavanje ovog indeksa, ipak je indeks nazvan njemu u čast (FROESE, 2006). Fultonov kondicijski faktor pokazuje opće stanje ribe. Može varirati između spolova, veličine, sezone ili stupnja razvoja gonada te na njega mogu djelovati i okolišni čimbenici.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da vrijednost Fultonovog indeksa kondicije kapelske svijetlice nije statistički značajno različita za juvenilne jedinke različitih dužinskih kategorija, ali ipak postoji lagani porast vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije s porastom standardne dužine tijela, što je pokazao i Pearsonov indeks korelacije (**r = 0,2632**, **p<0,05**). Fultonov indeks kondicije mužjaka i ženki razlikuje se u trendu jer mužjaci ne pokazuju

porast vrijednosti indeksa s porastom dužinske kategorije, za razliku od ženki kod kojih uočavamo lagani porast vrijednosti. Lagani porast vrijednosti indeksa s porastom dužinske kategorije kod ženki nije statistički značajan jer se samo indeks kondicije najmanje dužinske kategorije (11-20 mm) značajno razlikuje od vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije većine ostalih dužinskih kategorija (osim 71-80 mm, 101-110 mm i 121-130 mm). Ipak, Fultonov indeks kondicije ženki lagano se povećava s porastom standardne dužine tijela, što pokazuje nizak ali statistički značajan Pearsonov indeks korelacije (**r=0,2366**, **p<0,05**). I kod mužjaka se samo dužinska kategorija 11-20 mm značajno razlikuje od većine ostalih dužinskih kategorija po vrijednostima Fultonovog indeksa kondicije (osim dužinskih kategorija većih od 71-80 mm), ali kod mužjaka ne postoji korelacija između Fultonovog indeksa kondicije i standardne dužine tijela (r=-0,0536, p>0,05). Vrijednost Fultonovog indeksa kondicije za dužinsku kategoriju 11-20 mm obaju spolova podigle su dvije jedinke (jedan mužjak i jedna ženka) uzorkovane 3. ožujka 2008. godine koje na prijelazu iz starosti 0^+ u 1^+ imaju relativno male standardne dužine tijela, a relativno velike mase. Nažalost, gonade tih jedinki bile su raspadnute i nije se mogao izračunati gonadosomatski indeks.

Analiza kretanja vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije po datumima uzorkovanja otkrila je da vrijednosti ovog indeksa nisu statistički značajno različite između različitih spolnih skupina u cijeloj godini, osim 3. ožujka 2008. godine kada su se juvenilne jedinke statistički značajno razlikovale od mužjaka (**p=0,044**) i 3. travnja kada su se juvenilne jedinke značajno razlikovale od ženki (**p=0,004**). Kako je to vrijeme neposredno pred mrijest, možemo zaključiti da su nerazvijene gonade uzrok nižoj vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije kod juvenilnih jedinki. Opći je trend Fultonovog indeksa kondicije rast od srpnja do ožujka za juvenilne jedinke i mužjake, nakon čega slijedi pad, odnosno od srpnja do travnja za ženke. Trend narušava nagli pad vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije iz listopada prema studenome, koji je statistički značajan za mužjake (**p=0,0003**) ali ne i za ženke (p=0,999), što možemo povezati s padom vodostaja i protoka vode u potoku Sušik u listopadu (slike 3.5. i 3.7.) kao što sugeriraju VILA-GASPERT I MORENO-AMICH (2001). Nagli pad može se uočiti i krajem travnja nakon mrijesta kada su gonade prazne. Nakon mrijestom uzrokovanog pada indeksa slijedi statistički značajan porast u lipnju za mužjake (**p=0,008**), što možemo pripisati intenzivnom hranjenju nakon mrijesta, nakon kojeg opet slijedi pad vjerojatno uzrokovan nedostatkom vode. Nažalost u tom razdoblju nije uhvaćena niti jedna ženka pa ne znamo kakva je točno vrijednost Fultonovog indeksa kondicije za ženke nakon mrijesta.

Kada povežemo datume uzorkovanja s dužinskim kategorijama i razdvojimo ih po spolu također dobijemo slične rezultate. Vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije dužinskih kategorija juvenilnih jedinki, mužjaka i ženki uzorkovanih u istom datumu uglavnom se statistički značajno ne razlikuju, osim u pojedinim slučajevima (slike 4.17. do 4.19.). Sve dužinske kategorije prate isti trend kao i srednja vrijednost Fultonovog indeksa kondicije uzorka pojedinog datuma za svaki spol.

5.4. Prehrana

Morfologija crijeva kapelske svijetlice je jednostavna (slika 4.20.) i ne razlikuje se značajno od morfologije crijeva drugih pripadnika roda *Telestes*. Tako i ZANELLA (2003) za *T. ukliva* i KRIVOKAPIĆ (1992b) za *T. montenegrinus* i VUKOVIĆ (1985) za *T. souffia* opisuju gotovo istu morfologiju crijevnog trakta. Jedino TRGOVČEVIĆ (1905) za *T. croaticus* piše da crijevo ima mnoštvo vratarničkih privjesaka koje nitko drugi kod ovog roda ne spominje. Povezanost između duljine probavila i prehrane životinje davno je ustanovljena. Tako su KRAMER I BRYANT (1995) ispitali dužine probavila za 21 vrstu riba šumskih potoka u Panami te ustanovili da u njihovom istraživanju mesožderi imaju omjer standardne duljine tijela i duljine probavila od 0,7 do 0,9, svežderi od 1,1 do 2,2 i biljožderi od 5,4 do 28,7. Iako se njihovi rezultati ne mogu koristi izravno za druga područja, indikativni su i potvrđuju povezanost između načina prehrane i duljine probavila kod riba. Ustanovljeni omjer duljine probavila kod kapelske svijetlice (0,9 ± 0,1) upućuje na činjenicu da kapelska svijetlica spada u skupinu sveždera. I ostali autori ustanovili su slične vrijednosti na drugim vrstama ovog roda. Tako je TRGOVČEVIĆ (1905) za *T. croaticus* utvrdio srednju vrijednost omjera standardne dužine tijela i duljine probavila 1,4; AGANOVIĆ I KAPETANOVIĆ (1970) utvrdili su za *T. metohiensis* 0,84; VUKOVIĆ (1985) je za *T. souffia* utvrdila 1,07; KRIVOKAPIĆ (1992b) je za *T. montenegrinus* utvrdila raspon od 1,01 do 1,16; a ZANELLA (2003) je za *T. ukliva* utvrdio raspon od 0,63 do 1,09. Kod kapelske svijetlice, porastom standardne dužine tijela raste i duljina probavila pa možemo zaključiti da nema drastičnih promjena u prehrani tijekom života ove vrste. Sličan je rezultat dobila i KRIVOKAPIĆ (1992b) za *T. montenegrinus*, a VUKOVIĆ je (1985) za *T. souffia* utvrdila porast duljine probavila od najmlađe do najstarije dobi za 19,64%.

Procjena ispunjenosti probavila prilično je subjektivna metoda i rezultati se različitih istraživača teško mogu uspoređivati (BERG, 1979). Ipak, ukupni broj praznih probavila (10,8%) sličan je rezultatu koji je dobila i KRIVOKAPIĆ (1997) za *T. montenegrinus* (11,8%

prazno) pa možemo zaključiti da se kapelska svijetlica hrani čitave godine. VUKOVIĆ je (1985) za *T. souffia* iz rijeke Drine utvrdila raspon praznih probavila od 16% ljeti do 44,74% u proljeće. ZANELLA I SUR. su (2009) za *T. ukliva* također utvrdili raspon praznih probavila od 20% u prosincu, svibnju i rujnu do 40% u ožujku. Za razliku od ZANELLA I SUR. (2009) i VUKOVIĆ (1985) koji su kod analiziranih vrsta našli najveći broj praznih želudaca u proljeće, najveći je broj praznih želudaca kod kapelske svijetlice bio u jesen (18,3%). Statistički značajna manja proporcija praznih želudaca u proljeće i zimu može se objasniti intenzivnim hranjenjem u proljeće, odnosno sporijom razgradnjom sadržaja probavila zbog manje temperature zimi. Iako u proljeće broj slabo ispunjenih probavila može biti povećan zbog povećanih gonada u mrijestu (DAOULAS I ECONOMIDIS, 1984), broj slabo ispunjenih u proljeće u ovom istraživanju nije se značajno razlikovao od drugih sezona, što se može objasniti kratkim razdobljem mrijesta koji ne traje cijelo proljeće nego samo mjesec dana. Pokušaj da se izbjegne subjektivnost procjene ispunjenosti probavila je koeficijent punoće probavila (HUREAU, 1970) čiji je nedostatak da dva različita plijena iste mase mogu imati različite kalorijske vrijednosti (BERG, 1979). Koeficijent punoće probavila ne razlikuje se značajno među različitim sezonama, osim u proljeće kada je vrijednost ovog koeficijenta najmanja. Vjerojatni razlog nižoj vrijednosti ovog koeficijenta su povećene gonade i mrijest, kao što su utvrdili DAOULAS I ECONOMIDIS (1984).

Kvalitativni sastav prehrane kapelske svijetlice otkriva da je ova vrsta eurifagni omnivor, što je u skladu s rezultatom ZANELLA I SUR. (2009). VUKOVIĆ je (1985) za *T. souffia* iz rijeke Drine utvrdila da je također omnivor, ali sa značajnijim udjelom biljnog materijala, što je njenu vrstu svrstalo u podgrupu zoofitofag, a isto je utvrdila i KRIVOKAPIĆ (1992b) za *T. montengrinus*. Iako u prehrani dominiraju vodeni kukci, vrstu ne možemo proglasiti insektivornom jer su osim kukaca pronađene i druge skupine vodenih beskralješnjaka, ribe, biljni materijal i alge. Pronađene jedinke kopnenih člankonožaca upućuju na to da se kapelska svijetlica hrani uzimajući hranu s površine, a planktonski račići upućuju na to da se hrani i u vodenom stupcu. Takvom načinu hranjenja odgovaraju i subterminalna usta kakva ima ova vrsta. Velike su jedinke i kanibali što upućuje na činjenicu da kapelska svijetlica jede svu moguću dostupnu hranu. Kanibalizam je zabilježen samo za jedinke veće od 80 mm standardne dužine tijela u čijim je probavilima pronađena ovogodišnja riblja mlađ standardnih dužina tijela manjih od 20 mm pa se smatra da su samo najveće jedinke u mogućnosti pojesti samo najmanje jedinke. Kanibalizam je kod riba uobičajena pojava zato što su juvenilne jedinke male u odnosu na odrasle i zato što vanjska oplodnja i visoki fekunditet pružaju

mnogo prilika za takvo ponašanje (MOYLE I CECH, 2004). Iako kanibalizam nisu utvrdili ni VUKOVIĆ (1985) ni KRIVOKAPIĆ (1992b) ni ZANELLA (2003; 2009), kanibalizam je kod kapelske svijetlice očekivan ako uzmemo u obzir nedostatak resursa u ljetnom razdoblju. Kvalitativno najraznovrsnija hrana zabilježena je u proljeće kada je i fauna beskralješnjaka bogata, odnosno vodene ličinke kukaca još nisu završile preobrazbu i izletjele. Najmanje je različitih skupina plijena utvrđeno u ljetnom razdoblju nakon emergencije kukaca, pa su od kukaca ustanovljena samo tri reda s malim brojem primjeraka: Diptera (najviše porodica Chironomidae), Plecoptera i Trichoptera, dok ostali plijen čine rakovi, pauci, maločetinaši i ribe. Za porodicu Chironomidae karakterističan je produljeni period emergencije koji može trajati od ranog proljeća do kasne jeseni (NILSSON, 1997). Kukci iz reda Diptera prisutni su u probavilu kapelske svijetlice cijele godine, od čega su ličinke porodice Chironomidae najčešće. U sve su četiri sezone zabilježeni i planktonski račići iz skupine Cladocera te neidentificirani organski, životinjski, biljni i anorganski materijal. Neidentificirani materijal u svim sezonama rezultat je procesiranja hrane ždrijelnim zubima kapelske svijetlice te raspadanja plijena pri probavljanju.

Najveći postotak učestalosti pojavljivanja ima skupina Insecta za koje možemo reći da je najvažnija harna za kapelsku svijetlicu. Veliku vrijednsost ovog indeksa ima i neidentificirani organski materijal koji je prisutan u gotovo polovini analiziranih jedinki u svim sezonama. Nedostatak je indeksa učestalosti pojavljivanja taj što ne uzima u obzir brojnost plijena u probavilu i što se iz njega ne može iščitati selektivnost prema nekom plijenu pa nema smisla prema ovom indeksu uspoređivati uzorke koji su uzeti u različito doba ili na različitome mjestu (BERG, 1979). Osim toga, hrana koja nema veliku nutritivnu vrijednost može imati veliki postotak učestalosti. Indeks postotka brojnosti ima sam po sebi vrlo malu vrijednost, ali je važna komponenta u izračunavanju hranidbenih koeficijenata. I indeks postotka mase sam po sebi ima nedostataka. Glavni je nedostatak taj što je teško procijeniti masu već probavljene hrane (BOWEN, 1996). Kada se prehrana ribe sastoji od malih beskralješnjaka i algi, nemoguće je direktno izmjeriti masu svakog pojedinog plijena pa se masa svakog plijena procjenjuje iz ukupne mase sadržaja probavila (AHLGREN I BOWEN, 1992; BECHARA I SUR., 1993). Kako bi se ublažili ovi nedostaci, izračunavaju se hranidbeni koeficijenti. Koeficijent relativnog značenja (IRI) upućuje na to da skupina Insecta ima veće značenje od stalih skupina plijena, čemu najviše doprinose red Diptera (od čega najviše porodica Chironomidae) u proljeće i ljeto, red Trichoptera u jesen i red Plecoptera zimi. Koeficijent glavnih tipova hrane (MFI) pokazao je da nijedna skupina plijena nije esencijalna,

a tek su poneke skupine preferentne ili dodatne (Insecta) po čemu se može zaključiti da je ova oportunist. Koeficijent hranjivosti (Q) također je izdvojio skupinu Insecta kao preferetnu u kojoj se izdvajaju pojedini redovi u različitim sezonama (Diptera, od čega najviše porodica Chironomidae, u proljeće, Trichoptera u jesen i Plecoptera zimi). Niske su vrijednosti ovih koeficijenata hranjivosti pokazale da kapelska svijetlica nema neke izrazite hrane koja joj je jako važna te da jede sve što joj je dostupno.

Analiza prehrane po sezonama upućuje na to da postoje razlike u sastavu prehrane između različitih sezona. Sličan su rezultat utvrdili i ZANELLA I SUR. (2009) za *T. ukliva*, a VUKOVIĆ (1985) za *T. souffia* u rijeci Drini i KRIVOKAPIĆ je (1992b) za *T. montenegrinus* utvrdila ujednačenu prehranu tijekom godine. Sezonska je dinamika prehrane kapelske svijetlice uvjetovana dostupnom hranom i uvjetima u potoku. Porodica Chironomidae dostupna je i prisutna u prehrani u svim sezonama. Iako je skupina Nematoda u probavilima utvrđena samo u proljeće i tijekom zime, bila je prisutna u fauni dna tijekom cijele godine, osim jeseni. Skupina Oligochaeta u zimskom periodu, kada su temperature niže i stopa metabolizma niža ima i povećane hranidbene koeficijente (tablice 4.16. do 4.19.). To se može objasniti njihovim mekanim tijelom bez hitinskih struktura, što ih čini lako probavljivima i zbog toga su rjeđe prisutne u probavilima riba (HOFSTEN I SUR., 1983). Ljeti je većina vodenih kukaca već prošla emergenciju pa samim time nisu bili prisutni u fauni dna potoka te je vodostaj potoka nizak zbog čega je intenzitet hranjenja manji, što pokazuju i relativno niski hranidbeni koeficijenti (tablica 4.17.). Kanibalizam je utvrđen u kasno proljeće i ljeti samo kod jedinki većih od 80 mm koje jedu mlađ koja je izašla iz intersticija.

Različite dužinske kategorije nisu jasno odijeljene preferencijom prema skupinama plijena. Može se uočiti samo da manje dužinske kategorije preferiraju i manji plijen poput planktonskih račića Cladocera i Copepoda, a samo najveće dužinske kategorije imaju kanibalističke sklonosti i jedu dekapodne rakove.

Moguće vrijednosti za Ivlevov koeficijent izbora variraju od –1 do +1. Pozitivne vrijednosti upućuju na visoku selekciju u odnosu s raspoloživom hranom, dok negativne vrijednosti pokazuju tendenciju odbijanja hrane ili nepristupačnosti plijena. Ako je dobivena vrijednost 0, tada su hranidbene kategorije u probavilu u korelaciji s hranidbenim kategorijama u okolišu i ta vrijednost upućuje na nasumično hranjenje (IVLEV, 1961). Ivlevov koeficijent izbora izračunat je samo za skupine organizama dostupne u bentosu potoka Sušik i nije ga bilo moguće izračunati za kopnenu komponentu plijena. Prema Ivlevovom

koeficijentu izbora (K_i) (tablica 4.20.) vidljivo je da kapelska svijetlica preferira skupinu Cladocera, Trichoptera, Hymenoptera, Coleoptera i Heteroptera, a izbjegava skupinu Bivalvia, Oligochaeta i Isopoda. Skupina Oligochaeta ima veće vrijednosti hranidbenih koeficijenata zimi (tablica 4.19.), pa se visoke vrijednosti negativnog Ivlevovog koeficijenta mogu protumačiti načinom života skupine Oligochaeta koja živi u intersticiju pa je tako teško dostupna ribama. Osim toga, skupina Oligochaeta nema tvrdih dijelova pa je lako probavljiva i teško ju je kasnije pronaći u sadržaju probavila. S druge strane, skupina Cladocera je skupina planktonskih račića koji žive u stupcu vode pa nisu brojne u uzorku bentosa, a lako su dostupni ribama. Osim toga, njihove je ljušture relativno lako pronaći u sadržaju probavila. Kapelska svijetlica također izbjegava i skupinu Bivalvia čije je školjke vjerojatno teško razbiti i probaviti. Ivlevov koeficijent izbora pokazuje tendenciju odbijanja reda kukaca Diptera te posebno porodice Chironomidae, iako je ta porodica najčešći plijen pronađen u probavilu ovih riba. Negativne vrijednosti ovog koeficijenta mogle bi se objasniti velikom brojnošću ove porodice u fauni dna potoka (tablica 4.12). Prema ostalim redovima kukaca kapelska svijetlica pokazuje visoku selekciju, što se također može povezati s njihovom relativno malom brojnošću ili nedostatkom u bentosu potoka. Shoriginov indeks selektivnosti (Sel) dovodi do istih zaključaka.

Iz svega iznesenog može se zaključiti da kapelska svijetlica nema osobitih preferencija prema nekom tipu hrane nego da jede sve što je u tom trenutku dostupno.

5.5. Razmnožavanje

U dostupnoj literaturi podaci o razmnožavanju kapelske svijetlice ne postoje. Svi se dostupni podaci odnose na svijetlicu (*T. polylepis*) te su stari i navedeni samo taksativno pa tako STEINDACHNER (1866) spominje da se svijetlica mrijesti u lipnju i srpnju, što TRGOVČEVIĆ (1905) i PINTAR (1964a i b) samo prenose dalje. U ovom su radu prvi put detaljnije analizirani podaci o razmnožavanju kapelske svijetlice (*T. karsticus*). Najjednostavniji je način procjenjivanja spolne zrelosti pomoću gonadosomatskog indeksa (CRIM I GLEBE, 1990). Gonadosomatski indeks govori nam i o količini energije koja se ulaže u proizvodnju potomaka (MOYLE I CECH, 2004). Gonadosomatski indeks mužjaka pokazao je jedan godišnji maksimum, što nas navodi na zaključak da se kapelske svijetlice razmnožavaju samo jednom godišnje. Iako ženke pokazuju isti trend kao i mužjaci te se najviša vrijednost gonadosomatskog indeksa vremenski poklapa s najvišom vrijednosti tog indeksa mužjaka,

vrijednost gonadosomatskog indeksa ženki ima više maksimuma, odnosno pad vrijednosti u studenome, veljači i ožujku (slika 4.26.). DE VLAMNING I SUR. (1982) istakli su da gonadosomatski indeks ne može pouzdano ukazati na pojedine stupnjeve zrelosti gonada, osobito za ribe koje se znatno razlikuju u veličini pa se tako pad vrijednosti gonadosomatskog indeksa ženki u navedenom razdoblju može protumačiti s relativno malim standardnim dužinama tijela (Sl<64 mm) te malim brojem ženki zabilježenim u tim uzorcima (n<10). Toj tvrdnji ide u prilog i utvrđena pozitivna korelacija standardne dužine tijela i gonadosomatskog indeksa kod ženki (**r=0,430603**, **p<0,05**). Maksimum mužjaka i najveći maksimum ženki vremenski se podudaraju, što upućuje na sinkronizaciju procesa sazrijevanja gonada kod suprotnih spolova neophodnu za uspješan mrijest. Iz vrijednosti gonadosomatskog indeksa prikazanih na slici 4.26. i tablici 4.21. možemo zaključiti da se mrijest kapelske svijetlice odvija od kraja ožujka do početka svibnja. Vrijednosti gonadosomatskog indeksa mužjaka manje su od vrijednosti ženki, što ide u prilog općem vjerovanju da ženke riba ulažu mnogo više energije u reprodukciju od mužjaka pa vjerojatno stoga nije utvrđena nikakva korelacija između vrijednosti gonadosomatskog indeksa i standardne dužine tijela kod mužjaka (r=0,00327, p>0,05). Ipak, na slici 4.29. možemo vidjeti da su vrijednosti gonadosomatskog indeksa kod mužjaka za sve dužinske kategorije izvan sezone mrijesta gotovo identične, osim neposredno prije sezone mrijesta i u sezoni mrijesta od veljače do travnja. Tada se dužinske kategorije veće od 41 mm razlikuju od manjih dužinskih kategorija, što upućuje na činjenicu da spolna zrelost mužjaka nastupa iznad te standardne dužine tijela. Kod ženki zbog manjeg broja jedinki zastupljenih u uzorku nije jasno izražena pravilnost, ali se ipak sa slike 4.30. mogu iščitati dvije statistički značajno odvojene skupine: dužinske kategorije manje od 51 mm i dužinske kategorije veće od 61 mm, što također upućuje na činjenicu da ženke većih standardnih dužina tijela više energije ulažu u reprodukciju. Gonadosomatski indeks mužjaka većine riba rijetko prelazi granicu 12, dok ženki može doseći i do 70 (MOYLE I CECH, 2004), što se potvrdilo i u ovoj analizi. Naime, srednje vrijednosti gonadosomatskih indeksa mužjaka svih datuma uzorkovanja nikada ne prelaze 8,2, iako vrijednost gonadosomatskog indeksa pojedinih jedinki manjih standardnih dužina tijela (Sl<55 mm) može doseći i 20,75. I ostali autori koji su istraživali gonadosomatski indeks drugih vrsta roda *Telestes* dobili su slične rezultate za mužjake. Tako je SCHWARTZ (1998) prijavio raspon gonadosomatskog indeksa mužjaka za *T. souffia* u Švicarskoj 6 do 7, a VUKOVIĆ (1985) za istu vrstu u rijeci Drini 2,25 do 6,75. Raspon vrijednosti gonadosomatskog indeksa ženki kapelske svijetlice bio je 1,53 do 24,15, što je isti rezultat koji je dobio i ZANELLA (2003) za *T. ukliva* (2,8 do 23,2) te sličan

rezultat koji je VUKOVIĆ (1985) dobila za *T. souffia* u rijeci Drini (6,33 do 22,56) i SCHWARTZ (1998) za istu vrstu u Švicarskoj (10 do 25).

Fekunditet je najčešća mjera reproduktivnog potencijala kod riba zato što ga je relativno jednostavno odrediti (MOYLE I CECH, 2004). Vrijednosti apsolutnog fekunditeta utvrđene kod kapelske svijetlice (201 kod ženke standardne dužine tijela 48,8 mm do 3188 kod ženke standardne dužine tijela 79,6 mm) slične su onima koje je utvrdio TRGOVČEVIĆ (1905) za *T. croaticus* (oko 2000), ZANELLA (2003) za *T. ukliva* (504 do 1180) i VUKOVIĆ (1985) za *T. souffia* u rijeci Drini (503 do 3216), ali manji od apsolutnog fekunditeta koji su BOHL I SUR. (2004) naveli za *T. souffia* iz Bavarske (4000 do 6000), SCHWARTZ (1998) za populaciju *T. souffia* iz Švicarske i GUMPINGER I SUR. (2008) za *T. souffia* iz gornje Austrije (1500 do 6250) te ZERUNIAN (2004) za *T. muticellus* iz Italije (2400 do 8900). BAGENAL je (1966) utvrdio empirijsku jednadžbu koja govori da se fekunditet mnogih vrsta riba mijenja s veličinom ribe, što je slučaj i kod kapelske svijetlice. Fekunditet kapelske svijetlice povećava se s povećanjem standardne dužine tijela potencijom 3,64, što znači da kraće ženke stvaraju manji broj zrelih jajašaca od dužih jedinki i potvrđuje tezu da ženke više energije ulažu u reprodukciju u većim dužinskim kategorijama. Broj jajašaca kod kapelske svijetlice raste brže nego što je ZANELLA (2003) utvrdio za *T. ukliva* (b=2,53). Prosječna je vrijednost relativnog fekunditeta, odnosno broj jajašaca po gramu tjelesne mase, 153,6 ± 33,9 jajašaca po gramu tjelesne mase, što je slično vrsti *T. muticellus* za koju ZERUNIAN (2004) navodi 148 ± 30 jajašaca po gramu tjelesne mase i više nego što je VUKOVIĆ (1985) utvrdila za *T. souffia* u rijeci Drini (od 51,4 do 69,1 jajašaca po gramu tjelesne mase) te pokazuje gotovo linearan rast s potencijom 1,0621, što znači da jedinke veće mase stvaraju i veći broj zrelih jajašaca.

Utvrđeni promjeri jajašaca jasno upućuju na sezonski mrijest kapelske svijetlice. Naime, promjer jaja postojano raste od lipnja kada su jajašca najmanja (0,52 ± 0,09 mm) do travnja sljedeće godine kada su jajašca najveća (1,22 ± 0,23 mm) (slika 4.34.), iz čega se može zaključiti da je vrhunac mrijesta ove vrste u travnju. Promjer oplođenih jajašaca uzetih iz prirode uvijek je veći od neoplođenih jajašaca, što upućuje na činjenicu da oplođena jajašca u vodi dodatno nabubre. Najveća je veličina jajašaca zabilježena u ovom istraživanju slična onoj koju je zabilježio ZANELLA (2003) za *T. ukliva* (1,5 mm) i BOGUTSKAYA I SUR. (2012) za *T. dabar* (1,3 do 1,7 mm). Za vrstu *T. pleurobipunctatus* BARBIERI I SUR. (2002) navode promjer jajašaca 1,9 mm. Promjer oplođenih jajašaca iz prirode (2,23 ± 0,14 mm) sličan je onome kod *T. souffia* koji je SCHWARTZ (1998) naveo za populaciju iz Švicarske i BOHL I SUR. (2004) za populaciju *T. souffia* iz Bavarske (2 mm). Veličina jajašaca ne mijenja se s

veličinom tijela jedinke, što dokazuje da je veličina jajašaca uvjetovana njihovom zrelošću. Dodatna je potvrda toj pretpostavki i vrlo velika statistički značajna korelacija između gonadosomatskog indeksa mužjaka i promjera jajašaca kod ženki (**r=0,806125**, **p<0,05**) (slika 4.36.), što dodatno upućuje na sinkroniziranost između sazrijevanja muških i ženskih spolnih stanica.

Oba spola kapelske svijetlice spolno dozrijevaju u prvoj godini života (1^+). Naime, najmanji spolno zreli mužjak imao je standardnu dužinu tijela 32 mm, a najmanja spolno zrela ženka imala je standardnu dužinu tijela 48,5 mm. Slična je pojava utvrđena za *T. dabar* za koji su BOGUTSKAYA I SUR. (2012) utvrdili tek izmriještenu ženku standardne dužine tijela 45 mm i najmanjeg zrelog mužjaka standardne dužine tijela 43,7 mm. *T. souffia* spolno dozrijeva od druge do četvrte godine (VUKOVIĆ, 1985; SCHWARTZ, 1998; GUMPINGER I SUR., 2008), *T. muticellus* spolno dozrijeva u drugoj ili trećoj godini (ZERUNIAN, 2004), *T. pleurobipunctatus* spolno dozrijeva u drugoj godini života (1^+) (BARBIERI I SUR., 2002), najmanji spolno zreli zabilježeni mužjak *T. montenegrinus* imao je standardnu dužinu tijela 55 mm, a ženka 74,2 mm (KRIVOKAPIĆ, 2002b), što bi odgovaralo starosnoj dobi 1^+ (KRIVOKAPIĆ, 1998), ženke *T. ukliva* spolno sazrijevaju između druge i treće godine života (ZANELLA, 2003). Može se primijetiti da se vrste roda *Telestes* poput kapelske svijetlice, *T. pleurobipunctaus*, *T. montenegrinus* i *T. dabar* koje rijetko dožive starost iznad 5^+ počinju razmnožavati već u drugoj godini života (1^+) (BARBIERI I SUR., 2002; KRIVOKAPIĆ, 2002b; BOGUTSKAYA I SUR., 2012), a *T. souffia*, *T. muticellus* vrste koje dožive i 7^+ počinju se razmnožavati u starosti od 2^+ do 4^+ (VUKOVIĆ, 1985; SCHWARTZ, 1998; GUMPINGER I SUR., 2008; ZERUNIAN, 2004).

Kapelska se svijetlica mrijesti od kraja ožujka do početka svibnja s vrhuncem u travnju, što se slaže s vremenom mrijesta i drugih vrsta iz roda *Telestes*. Tako je za *T. souffia* u Austriji utvrđeno vrijeme mrijesta od kraja ožujka do početka svibnja (GUMPINGER I SUR., 2008), u Švicarskoj od ožujka do lipnja (SCHWARTZ, 1998), a VUKOVIĆ je (1985) u rijeci Drini odredila kraj svibnja kao vrijeme mrijesta. Za *T. dabar* su BOGUTSKAYA I SUR. (2012) prijavili ženke sa zrelim jajašcima i tek izmriještene ženke s kraja svibnja. BARBIERI I SUR. (2002) pišu da se *T. pleurobipunctatus* mrijesti od sredine travnja do sredine svibnja. *T. muticellus* se prema ZERUNIANu (2004) mrijesti od travnja do lipnja. TRGOVČEVIĆ (1905) navodi kako se *T. croaticus* mrijesti u svibnju. ZANELLA (2003) navodi kako se *T. ukliva* mrijesti jednom godišnje u travnju. KOTTELAT I FREYHOF (2007) za *T. beoticus* navode kako se razmnožava u svibnju.

Iako je temperatura vode u potoku Sušik od početka ožujka do kraja travnja varirala od 1,9 °C do 13,5 °C, temperatura na kojoj se zapravo mrijesti kapelska svijetlica je od 8 do 12 °C. Sličnu temperaturu utvrdili su i GUMPINGER I SUR. (2008) za *T. souffia* (10 do 12 °C) te KRIVOKAPIĆ (2002b) koja je za *T. montenegrinus* utvrdila da se mrijesti kada temperatura vode dosegne 12 °C. Kao i kapelska svijetlica, *T. croaticus*, *T. metohiensis* i *T. souffia* su litofilni (TRGOVČEVIĆ, 1905; MRAKOVČIĆ I SUR., 2006; GUMPINGER I SUR., 2008; WANZENBÖCK I SUR., 2011), iako je VUKOVIĆ (1985) za populaciju u Drini utvrdila da se mrijesti na pjeskovito-šljunkovitim terenima, *T. montenegrinus* je psamofilan (KRIVOKAPIĆ, 2002b), a *T. muticellus* se mrijesti na pjeskovitoj i šljunkovitoj podlozi (ZERUNIAN, 2004).

Poznata je činjenica da otpuštanje gameta kod životinja s vanjskom oplodnjom mora biti sinkronizirano kako bi oplodnja bila uspješna, ali važno je i da mrijest bude dobro usklađen s okolišnim uvjetima. Tako je lako uočljivo da se vrhunac mrijesta kapelske svijetlice u travnju podudara s drugim maksimumom višegodišnjeg srednjeg vodostaja (slika 4.38.), odnosno, ako pogledamo slike 3.4. i 3.6., možemo uočiti da se mrijest odvija u mjesecu u kojem je višegodišnji minimum vodostaja i protoka vode veći od 0, što znači da su se kapelske svijetlice prilagodile i uskladile mrijest s okolišem tako da polože jajašca u mjesecu u kojem potok nikada ne presuši.

BALON je (1975, 1984) predložio klasifikaciju reproduktivnih strategija riba temeljenu na navikama pri mrijestu. Prema toj bi klasifikaciji kapelska svijetlica spadala u grupu riba koje ne čuvaju mrijest, podgrupu riba koje se mrijeste na otvorenom supstratu, i to na mezolitalu (litofil) s bentičkim embrijem i ličinkom. Za *T. souffia* već je potvrđeno da ličinke nakon izvaljivanja prodiru dublje u intersticij među kamenjem (GUMPINGER I SUR., 2008), što se potvrdilo i za kapelsku svijetlicu čije su ličinke pronađene u uzorcima bentosa u lipnju i srpnju (tablica 4.12.). Ribe koje polažu jaja na dno obično nemaju razvijene rituale snubljenja, pri mrijestu više mužjaka prati jednu ženku te oplođuju jajašca kad ih ženka izbaci. Jajašca takvih riba obično su adhezivna pa se lijepe na objekte na koje padnu (MOYLE I CECH, 2004). Takvo je ponašanje uočeno i kod kapelske svijetlice koja ima adhezivna jaja koja se zalijepe na kamenje i mrtvo bilje (slika 5.39.). Važno je primijetiti da se kapelske svijetlice većih dužinskih kategorija izvan sezone mrijesta ne drže u jatu nego se nalaze pojedinačno. Jedinke manjih dužinskih kategorija uvijek su zajedno i obično se skrivaju ispod vegetacije. Kapelske svijetlice skupljaju se u jata u kojima je moguće primijetiti manji broj ženki, osobito onih s jako izraženim trbusima. Naime, spolni dimorfizam očituje se samo u sezoni mrijesta kada mužjaci imaju razvijene mrijesne kvržice po glavi i ljuskama, a ženkama se mogu uočiti deblji

trbusi. Iako je u uzorku iz 3. travnja, kada je sezona mrijesta u punom jeku, mužjaka bilo više od ženki s omjerom 1,9:1, taj omjer nije bio statistički značajan (tablica 4.8.). Takvo je ponašanje neposredno opažano podvodnim promatranjem. Na kraju mrijesnog perioda, u jatu ostanu samo mužjaci dok se za ženke vjeruje da se povuku u podzemna staništa. Na tu nas činjenicu navodi nalaz 10 mužjaka koji su zaostali na mjestu za mrijest u 10 cm vode i dalje se ponašali kao da se mrijeste s karakterističnim trljanjem. Veći mortalitet mužjaka vjerojatno potječe od ovakvog ponašanja.

5.6. Starost i rast

Morfologija ljusaka kapelske svijetlice slična je morfologiji ljusaka koju opisuju i drugi autori na drugim vrstama roda *Telestes* (TRGOVČEVIĆ, 1905; VUKOVIĆ , 1985). Lako uočljivi anuli na ljuskama omogućili su procjenu starosti jedinke jer prema BUSAKER I SUR. (1990) proporcionalnost između veličine tvrdih struktura i veličine ribe omogućava određivanje starosti, čak i u prethodnim godinama života. Za kapelsku je svijetlicu određeno šest starosnih skupina s najstarijom starosnom skupinom 5^+. Ako usporedimo te rezultate s ostalim vrstama roda *Telestes*, vidimo da su vrste ovog roda relativno kratkoživuće te da je kod kapelske svijetlice zabilježena manja starost nego kod *T. souffia* kod koje je zabilježena starost 7^+ (VUKOVIĆ , 1985; SCHWARTZ, 1998;), *T. muticellus* za koju ZERUNIAN (2004) navodi starost 6^+, *T. montenegrinus* za koju KRIVOKAPIĆ (1998) navodi najveću starost 6^+ te *T. ukliva* za koju ZANELLA (2003) navodi najveću starost 7^+. Manju starost od kapelske svijetlice za *T. pleurobipunctatus* (3^+) zabilježili su i BARBIERI I SUR. (2002). I ZERUNIAN (2004) i VUKOVIĆ (1985) zabilježili su samo ženke u najstarijoj starosnoj skupini, što se slaže s rezultatima ovog istraživanja. Kapelska svijetlica i *T. pleurobipunctatus* žive u manjim potocima s nestalnijim životnim uvjetima, što je vjerojatno razlog njihovog kraćeg života od ostalih pripadnika svoga roda. Jedinke kapelske svijetlice u akvariju doživjele su i veću starost od onih zabilježenih u prirodi. Te bi navode još trebalo potvrditi istraživanjem ostalih vrsta ovog roda.

Mužjaci i ženke kapelske svijetlice imaju različite priraste mase i dužine. Mužjaci relativno najviše dobiju na masi između starosnih kategorija 0^+ i 1^+ (180%) te im prirast prema starijim starosnim skupinama opada, da bi najmanji prirast bio između starosnih skupina 3^+ i 4^+, što je i najveća starost zabilježena za mužjake u prirodi. Takav rast upućuje na činjenicu da mužjaci brzo rastu i dosegnu svoj vrhunac u starosnoj skupini 3^+ nakon čega stagniraju i većina ih umire. Dužinski prirast mužjaka sličan je masenom prirastu. Najveći

maseni prirast ženki između starosnih skupina 0^+ i 1^+ vjerojatno je posljedica malog broja (2) relativno malih primjeraka 0^+ ženki te nezrelosti njihovih gonada. Rezultati sugeriraju da ženke stagniraju u rastu između starosnih kategorija 1^+ i 2^+ te onda naglo narastu između starosnih kategorija 2^+ i 3^+. Takav rast mogao bi se protumačiti razvijanjem reprodukcijskog potencijala u kasnijim starosnim skupinama kada se energija ulaže u rast gonada i time se povećava masa cijele jedinke. Očekivano, maseni prirast između starosnih skupina 3^+ i 4^+ opada, a veliki maseni prirast između starosnih skupina 4^+ i 5^+ možemo objasniti činjenicom da je u starosnoj skupini 5^+ uhvaćena samo jedna ženka koja je ujedno bila i daleko najveća (Sl=122 mm) i najteža jedinka (m=36,7 g) u čitavom uzorku. Dužinski prirast ženki sličan je masenom prirastu. VUKOVIĆ je (1985) utvrdila za *T. souffia* iz Drine da se maseni prirast povećava, a dužinski prirast postepeno pada sa starenjem riba. Najveću stopu rasta za *T. montenegrinus* KRIVOKAPIĆ (1998) navodi između starosnih skupini 2^+ i 3^+, ali nije razdvajala jedinke po spolovima te razlog varijacije prirasta mase među vrstama objašnjava kao rezultat različitih ekoloških uvjeta s obzirom na područje obitavanja ili rezultat biološke i genetičke izolacije.

Kapelska svijetlica ima mnogo manje srednje vrijednosti dužina tijela po starosnim kategorijama u odnosu na *T. souffia* iz Drine (VUKOVIĆ, 1985), tako da kapelske svijetlice starosne kategorije 4^+ imaju manju srednju vrijednosti dužine tijela ($Sl_{mužjaci}$=89,9 mm; $Sl_{ženke}$=95 mm) od starosne kategorije 2^+ vrste *T. souffia* (Tl=114,55 mm), što se može protumačiti bržim rastom *T. souffia* u većoj rijeci s postojanijim uvjetima. Srednje vrijednosti starosnih kategorija *T. montenegrinus* (KRIVOKAPIĆ, 1998) također su veće od kapelske svijetlice, osobito u starijim dobnim kategorijama (srednja dužina *T. montenegrinus*=122,4 mm), ali ne toliko kao kod *T. souffia*. Srednje vrijednosti starosnih kategorija *T. ukliva* (ZANELLA, 2003) i *T. muticellus* (ZERUNIAN, 2004) vrlo su slične vrijednostima dobivenim za kapelsku svijetlicu.

Pomoću povratnog izračuna određene su standardne dužine tijela u ranijim godinama života jedinke. Standardne dužine tijela dobivene ovim izračunom trebale bi se slagati sa standardnim dužinama tijela riba toga godišta, što je i slučaj u ovoj analizi. Iako su srednje vrijednosti standardnih dužina tijela dobivenih povratnim izračunom različite od srednjih vrijednosti standardnih dužina tijela izmjerenih na jedinkama stvarne starosti, one se statistički značajno ne razlikuju od njih, osim za starosnu skupinu 4^+. Naime, srednje vrijednosti standardnih dužina tijela dobivene povratnim izračunom manje su od srednjih vrijednosti utvrđenih na jedinkama stvarne starosti, što se može objasniti vremenom

uzorkovanja. Vrijednosti dobivene povratnim izračunom su vrijednosti koje bi jedinka imala u trenutku formiranja anula, odnosno krajem veljače i početkom ožujka. Nakon toga jedinka nastavlja rasti te je normalno da joj se izmjeri veća standardna dužina ako je jedinka ulovljena u ljeto.

Iz izračunate konstante rasta (K) za mužjake i ženke kapelske svijetlice možemo zaključiti da mužjaci rastu brže od ženki (1,0 prema 0,7). Vrijednosti konstante rasta za oba spola dosta su visoke, što je i za očekivati kod kratkoživućih vrsta (SPARRE I VENEMA, 1992). Vrijednosti konstante K slične su vrijednostima koje je KRIVOKAPIĆ (1998) dobila za *T. montenegrinus*, ali su više od vrijednosti koju je ZANELLA (2003) dobio za *T. ukliva* (0,16). Ipak, ženke dosežu veće dužine tijela ($L_{\infty ženke}$=89,6; $L_{\infty mužjaci}$=80,0). Dobivene teoretske asimptotske standardne dužine tijela, koje bi trebale predstavljati nedostižnu dužinu kojoj bi se jedinka približavala kada bi živjela vječno, manje su od najvećih izmjerenih jedinki u našim uzorcima ($Sl_{ženka}$=122 mm; $Sl_{mužjak}$=95,1 mm) pa možemo reći da ovaj model ne funkcionira dobro za ovu vrstu. Takvi su rezultati dobiveni i za neke vrste porodica Blennidae, Gobiidae, Labridae, Scorpaenidae i Sparidae (NASH, 1982, 1984; SAYER I SUR., 1995; MASSUTTI I SUR., 2000; AZEVEDO I HOMEM, 2002; GONCAVLES I SUR., 2003). Ni T_0 prema von Bertalanffyevoj krivulji često ne pokazuje realistične vrijednosti (SPARRE I VENEMA, 1992) pa smatram da ova krivulja ne opisuje vjerno rast juvenilnih kapelskih svijetlica.

5.7. Smrtnost

Veća smrtnost mužjaka kapelske svijetlice može se objasniti bržim rastom te ponašanjem za vrijeme mrijesta. Naime, pri kraju mrijesnog razdoblja, kada potok već polagano presušuje, još se uvijek mogu naći skupine mužjaka na staništu za mrijest. Pretpostavlja se da se ženke, nakon što polože jajašca, povlače u dublju vodu ili u podzemne tokove, dok mužjaci ostaju duže na staništu za mrijest i pokušavaju se mrijestiti sa što je više ženki moguće.

6. ZAKLJUČCI

- U ovom su radu prvi put istražene taksonomske te biološko-ekološke značajke riba iz roda *Telestes* na području Velike i Male Kapele.
- Na području Velike i Male Kapele rod *Telestes* sadrži dvije jasno odvojene vrste.
- Kapelska svijetlica (*T. karsticus*) obitava sa sjeveroistočne strane Velike i Male kapele.
- Svijetlica (*T. polylepis*) obitava s jugozapadne strane Velike i Male Kapele.
- Značajno su se povećala znanja o rasprostranjenosti, morfometriji i meristici obiju vrsta te strukturi populacije, dužinsko-masenim odnosima, prehrani, starosti i rastu, razmnožavanju i smrtnosti kapelske svijetlice.
- Jedini su danas potvrđeni lokaliteti za svijetlicu međusobno povezani Šmitovo jezero te ponor Rupećica gdje je populacija stabilna te se razmnožava.
- Kapelska svijetlica zabilježena je na tri lokaliteta: u Stajničkom polju, polju Lug i Jasenačkom polju.
- Populacija u polju Lug je najveća, populacija u Jasenačkom polju je stabilna, a populacija u Stajničkom polju vrlo je mala.
- Svi primjerci svijetlice iz bečkog muzeja potječu sa sjeveroistočne strane Velike i Male Kapele i pripadaju vrsti *T. polylepis*.
- Morfometrijski odnosi dviju vrsta vrlo su slični i međusobno se preklapaju.
- Dvije se vrste jasno mogu razlikovati merističkim i morfološkim osobinama.
- Svijetlica ima broj ljusaka u bočnoj prugi (67 do 77), broj škržnih šipčica (5 do 6) te konkavni stražnji rub podrepne peraje.
- Kapelska svijetlica ima 45 do 62 ljuske u bočnoj prugi, 9 do 10 škržnih šipčica te ravan stražnji rub podrepne peraje.
- Kapelska se svijetlica razlikuje i od svih ostalih vrsta iz roda *Telestes*.
- Najveća je totalna dužina tijela kapelske svijetlice u potoku Sušik 146 mm, a najveća je totalna dužina kapelske svijetlice 152,6 mm iz Stajničkog polja.

- Ženke kapelske svijetlice iz potoka Sušik imaju veće standardne dužine tijela od mužjaka (122 prema 95,1 mm).

- U hladnijem dijelu godine kada je temperatura vode niža od 10 °C gornji kvartil standardnih dužina tijela jedinki kapelske svijetlice uzorkovanih u potoku Sušik manji je od 50 mm, što znači da veće jedinke prezimljuju na nekom drugome mjestu koje nije potvrđeno.

- Kod oba spola kapelske svijetlice iz potoka Sušik, najbrojnije su jedinke dužinske kategorije 41-50 mm standardne dužine tijela. Mužjacima brojnost u većim dužinskim kategorijama postupno opada, a ženke imaju bimodalnu raspodjelu s drugim maksimumom u dužinskoj kategoriji 81-90 mm.

- U cjelokupnom uzorku kapelske svijetlice iz potoka Sušik mužjaci su brojniji od ženki s omjerom 2,8:1. Mužjaci su brojniji u dužinskoj kategoriji 71-80 mm, ali im omjer postupno opada (od 10:1 do 2,6:1). Ženke dominiraju u većim dužinskim kategorijama osim 81-90 mm. Iznad 100 mm mužjaci nisu zabilježeni.

- Najbrojnija je starosna kategorija kapelske svijetlice u uzorku iz potoka Sušik 1^{+}, dok brojnost starijih starosnih kategorija postupno opada.

- Ženke, juvenilne jedinke i ukupni uzorak kapelske svijetlice iz potoka Sušik rastu pozitivno alometrijski, a mužjaci rastu izometrijski.

- Fultonov indeks kondicije juvenilnih jedinki i ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik pozitivno je koreliran sa standardnom dužinom tijela, a Fultonov indeks kondicije mužjaka nije pokazao nikakvu povezanost sa standardnom dužinom tijela.

- Vrijednost Fultonovog indeksa kondicije kapelske svijetlice iz potoka Sušik mijenja se sezonski i svoj maksimum doseže u ožujku za mužjake i juvenilne jedinke, odnosno u travnju za ženke.

- Morfologija probavnog sustava kapelske svijetlice iz potoka Sušik jednostavno je građena te nema jasno odvojenog želuca niti podijeljenih dijelova crijeva.

- Omjer dužine probavila i standardne dužine tijela sugerira omnivornu prehranu kapelske svijetlice iz potoka Sušik.

- Kapelska svijetlica iz potoka Sušik je omnivorni eurifag i hrani se vodenim beskralješnjacima, ali i kopnenim kukcima, ribama te biljnim materijalom i algama.
- Kapelska svijetlica iz potoka Sušik ne bira svoj plijen te jede sve što joj je dostupno.
- Vrijednosti gonadosomatskih indeksa mužjaka i ženki kapelske svijetlice iz potoka Sušik imaju isti trend s maksimumima početkom travnja. Podudaranje vrijednosti gonadosomatskih indeksa upućuje na sinkronizaciju neophodnu za uspješni mrijest.
- U mrijesnom razdoblju kapelske svijetlice iz potoka Sušik prisutan je spolni dimorfizam. Mužjaci imaju mrijesne kvržice po glavi i bokovima.
- Ponašanje na mrijestu kapelske svijetlice iz potoka Sušik jednako je kao i kod drugih pripadnika ekološke skupine riba koje ne čuvaju mrijest i odlažu ga na otvoreni supstrat. Jedinke se sakupljaju u jata te više mužjaka prati ženku koja polaže jajašca na kamenoj podlozi što je čini litofilnom vrstom.
- Kapelska svijetlica iz potoka Sušik mrijesti se od kraja ožujka do početka svibnja s vrhuncem u travnju.
- Apsolutni fekunditet kapelske svijetlice iz potoka Sušik kretao se od 201 do 3188 jajašaca s relativnim fekunditetom od 153,6 ± 33,9 jajnih stanica po gramu tjelesne mase.
- Veličina jajašaca kapelske svijetlice iz potoka Sušik mijenja se sezonski, a najveća su početkom travnja.
- Jajašca kapelske svijetlice iz potoka Sušik pronađena u prirodi uvijek su veća od jajašaca unutar ženki.
- Oba spola kapelske svijetlice iz potoka Sušik spolno dozrijevaju u godištu 1^{+}. Najmanji spolno zreli mužjak imao je Sl=32 mm, a najmanja spolno zrela ženka imala je Sl=48,5 mm. Više od 50% mužjaka dužih od standardne dužine 41 mm spolno je zrelo, a svi mužjaci duži od 55 mm standardne dužine spolno su zreli. Više od 50% ženki dužih od standardne dužine 51 mm spolno je zrelo, a sve ženke duže od 55 mm standardne dužine spolno su zrele.

- Najveća je zabilježena starosna kategorija kapelske svijetlice iz potoka Sušik 5^+ za ženke i 4^+ za mužjake.
- Mužjaci kapelske svijetlice iz potoka Sušik imaju veći koeficijent rasta, ali manju asimptotsku vrijednost dužine od ženki.
- Prirodna smrtnost mužjaka kapelske svijetlice iz potoka Sušik veća je od prirodne smrti ženki.

7. LITERATURA

1. AGANOVIĆ, M. I KAPETANOVIĆ, N. (1970) Odnos dužine crijevnog trakta i dužine tijela kod tri vrste roda *Paraphoxinus*. Ichthyologia 2(1): 17-24.
2. AHLGREN, M. O. I BOWEN, S. (1992) Comparison of quantitative ligth microscopy techniques used in diet studies of detritus-consuming omnivores. Hydrobiologia 239: 79-83.
3. ARAI, R. I KATO, K. (2003) Gross morphology and evolution of the lateral line system and infraorbital bones in bitterlings (Cyprinidae, Acheilognathinae): with an overview of the lateral line system in the family Cyprinidae. University Museum, University of Tokyo, Bull. 40. 42 pp.
4. ANDERSSON, M. (1994) Sexual selection. Princeton University Press, Princeton. Pp: 624.
5. ANDERSON, R. O. I NEUMANN, R. M. (1996) Length, Weight, and Associated Structural Indices. U: MURPHY, B. R. & WILLIS, D. W. (ur.), Fisheries techniques. 2nd edition, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. Pp: 447-476.
6. AZEVEDO, J. M. N. I HOMEM, N. (2002) Age and growth, reproduction and diet of the red blenny *Parablebbius rubber* (Blennidae). Cybium 26: 129-133
7. BAGENAL, T. B. (1966) A short review of fish fecundity. U*:* GERKING, S. D. (ur.) The Biological Basis of Freshwater Fish Production. Blackwell scientific publications, Oxford. Pp: 89-111.
8. BALON, E. K. (1975) Reproductive guilds in fishes: A Proposal and definition. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 32(6): 821-864.
9. BALON, E. K. (1984) Patterns in the evolution of reproduction styles in fishes. U: POTTS, G. W. I WOODTTON, R. J. (ur.) Fish reproduction. Academic Press, London, Orlando. Pp: 35-53.
10. BANARESCU, P. I HERZIG-STRASCHIL, B. (1998) Beitrag zur Kenntnis der Leuciscus – Untergattung Telestes Bonaparte (Pisces: Cyprinidae). Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien 100 B: 405–424.
11. BARBIERI, R., ECONOMOU, A. N., STOUMBOUDI, M. T. I ECONOMIDIS, P. S. (2002) Freshwater fishes of Peloponnese (Greece): distribution, ecology and threats. U: COLLARES-PEREIRA, COWX, I. G. I COELHO, M. (ur.) Conservation of freshwater fishes: options for future. Blackwell Science, Oxford. Pp: 55-64.
12. BERG, L. (1932) Übersicht der Verbreitung der Süsswasserfische Europas. Zoogeographica 1: 107-208.

13. BERG, J. (1979) Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). Marine Biology 50: 263 – 273.
14. BECHARA, J. A., MOREAU, G. I HARE, L. (1993) The impact of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) on an experimental stream benthic community: the role of spatioa and size refugia. Journal of Animal Ecology 62: 451-464.
15. BLESS, R. (1996) On the spawning behavior and the ecology of early life stages of the fourie (*Leuciscus souffia* Risso, 1826). Fischökologie 10: 1-10.
16. BOGUTSKAYA, N. G. I ZUPANČIČ, P. (2003) *Phoxinellus pseudalepidotus* (Teleostei: Cyprinidae), a new species from the Neretva basin with an overview of the morphology of *Phoxinellus* species of Croatia and Bosnia-Herzegovina. Ichthyol. Explor. Freshwaters 14(4): 369-383.
17. BOGUTSKAYA, N. G., ZUPANČIČ, P., BOGUT, I. I NASEKA, A. M. (2012) Two new freshwater fish species of the genus *Telestes* (Actinopterygii, Cyprinidae) from kart poljes in Easter Herzegovina and Dubrovnik littoral (Bosnia and Herzegovina and Croatia). ZooKeys 180: 53-80.
18. BOHL, E., HERRMANN, M., OTT, B., SEITZ, B. I HEISE, J. (2004) Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie, Entwicklung und zu den Lebensräumen von Schneider (*Alburnoides bipunctatus* BLOCH 1782) und Strömer (*Leuciscus souffia agassizi* VALENCIENNES 1844). Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Abteilung Gewässerökologische Forschung, Referat Fischökologie.
19. BONAPARTE, C. L. (1832-41) Iconografia della fauna italica per le quattro classi degli animali vertebrati. Tomo III. Pesci. Roma.
20. BOŽIČEVIĆ, S. (1992) Fenomen krš. Školska knjiga, Zagreb.
21. BOWEN, S. H. (1996) Quantitative description of the diet. U: MURPHY, B. R. I WILLIS, D. W. (ur.), Fisheries techniques. Second edition, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. Pp: 513-532.
22. BUSACKER, G. P., ADELMAN, I. R. I GOOLISH, E. M. (1990) Growth. U: SCHRECK, C. B. I MOYLE, P. B. (ur.) Methods For Fish Biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. Pp: 363-382.
23. CHEN, X. L., YUE P.Q. I LIN R. D. (1984) Major groups within the family Cyprinidae and their phylogenetic relationships. Acta Zootax. Sin. 9: 424-440.
24. CONOVER, D. O. I KYNARD, B. E. (1981) Environmental sex determination: interaction of temperature and genotype in a fish. Science 213: 577– 579.

25. CRIM, L. W. I GLEBE, B. D. (1990) Reproduction. U: SCHRECK, C. B. I MOYLE, P. B. (ur.) Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. Pp: 529-553.
26. DAOULAS, C. C. I ECONOMIDIS, P. S. (1984) The feeding of *Rutilus rubillo* (Bonaparte) (Pisces, Cyprinidae) in Lake Trichonis, Greece. Cybium 8(2): 29–38.
27. DE VLAMING, V., GROSSMAN, G. I CHAPMAN, F. (1982) On the use of gonadosomatic index. Comparative biochemistry and Physiology A, Comparative Physiology 73: 31-39.
28. DEVLIN, R. H. I NAGAHAMA, Y. (2002) Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. Aquaculture 208: 191-364.
29. DRECUN, Đ., KNEŽEVIĆ, B., FILIPOVIĆ, F., PETKOVIĆ, SM., PETKOVIĆ, ST. I NEDIĆ, D. (1985) Biološka istraživanja rijeke Morače, njenih pritoka i Rikavačkog jezera. Agrosaznanje 4: 1-91.
30. FISHER, R. A. (1930) The genetical theory of natural selection. Oxford University Press.
31. FREYHOF, J., LIECKFELDT, D., BOGUTSKAYA, N. G., PITRA, C. I LUDWIG, A. (2006) Phylogenetic position of the Dalmatian genus *Phoxinellus* and description of the newly proposed genus *Delminichthys* (Teleostei: Cyprinidae). Molecular Phylogenetics and Evolution 38: 416–425.
32. FROESE, R. (2006) Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recomendations. Journal of Applied Ichthyology 22: 241-253.
33. FULTON, T. W. (1904) The rate of growth of fishes. Twenty-second annual report, Part III. Fisheries board of Scotland, Edinburgh, pp: 141-241.
34. GILLES, A., CHAPPAZ, R., CAVALLI, L., LÖRTSCHER, M. I FAURE, E. (1998) Genetic differentiation and introgression between putative subspecies of *Leuciscus souffia* (Teleostei: Cyprinidae) of the region of the Mediterranean Alps. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 2341-2354.
35. GILLES, A., COSTEDOAT, C., BARASCUD, B., VOISIN, A., BANARESCU, P., BIANCO, P. G., ECONOMIDIS, S., MARIĆ, D. I CHAPPAZ, R. (2010) Speciation pattern of *Telestes souffia* complex (Teleostei, Cyprinidae) in Europe using morphological and molecular markers. Zoologica scripta 39, 3: 225-242.
36. GONÇALVES, J. M. S., BENTES, R., COEHLO, R., CORREIA, C., LINO, P. G., MONTEIRO, C. C., RIBERIO, J. I ERZINI, K. (2003) Age and growth, maturity, mortality and yield-per-

recruit for two banded bream (*Diplodus vulgaris* Geoffr.) from the south coast of Portugal. Fisheries Research 62: 349-359.

37. GUERRERO-ESTEVEZ, S. I MORENO-MENDOZA N. (2010) Sexual determination and differentiation in teleost fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries 20: 101-121.
38. GUMPINGER, C., RATSCHAN, C., SCHAUER, M., WANZENBÖCK, J. I ZAUNER, G. (2008) Kleinfische und Neunaugen in Oberösterreich. Artenschutzprojekt, Bericht über das Projektjahr 2008.
39. HECKEL, J. J. I KNER, R. (1858) Die Süsswasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf der angrenzende Länder. Engelmann, Leipzig.
40. HOFSTEN, A. V., KAHAN, D., KATZNELSON I R., BAR–EL, T. (1983) Digestion of free–living nematodes fed to fish. Journal of Fish Biology 23: 419–428.
41. HOWES, G. J. (1991) Systematics and biogeography: an overview. U: WIENFIELD, I. J. I NELSON, J. S. (ur.), Cyprinid fishes: Systematics, biology and exploitation. Chapman and Hall, London. Pp: 1-33.
42. HRBEK, T., STÖLTING, K. N., BARDAKCI, F., KÜÇÜK, F., WILDEKAMP, R. H. I MEYER, A. (2004) Plate tectonics and biogeographical patterns of the *Pseudophoxinus* (Pisces: Cypriniformes) species complex of central Anatolia, Turkey. Molecular phylogenetics and evolution 32: 297-308.
43. HRŠAK, V, DUPLIĆ, A., KRIVANEK, G., PLAVAC, I., RADOVIĆ, J. I TOPIĆ, R. (2007) Stručna podloga zaštite prirode za reviziju Prostornog plana Karlovačke županije. Državno zavod za zaštitu prirode.
44. HUREAU, J. C. (1970) Biologié comparée de quelques Poissons antartiques (Nototheniidae). Bull. Inst. Océanogr. Monaco 68 (139): 415-440.
45. HYSLOP, E. J. (1980) Stomach contents analysis – a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411 – 429.
46. IVLEV, V. S. (1961) Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven.
47. JALŽIĆ, B., JALŽIĆ, V. I MICULINIĆ, K. (2008) Izvor-špilja Rupećica – Ponor Rupećica i Zeleno jezero. Speleolog 56: 44-50.
48. KEITH, P. I ALLARDI, J. (ur.) (2001) Atlas des poissons d'eau douce de France. Paris: Museum national d'Histoire naturelle.
49. KEROVEC, M. (1986) Priručnik za upoznavanje beskralješnjaka naših potoka i rijeka. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.

50. KETMAIER, V., COBOLLI, M., DE MATTHAEIS, E. I BIANCO, P. G. (1998) Allozymic variability and biogeographic relationships in two *Leuciscus* species complexes (Cyprinidae) from southern Europe, with rehabilitation of the genus *Telestes* Bonaparte. It. J. Zool. 65: 41-48.
51. KETMAIER, V., BIANCO, P. G., COBOLLI, M., KRIVOKAPIC, M., CANIGLIA, R. I DE MATTHAEIS, E. (2004) Molecular phylogeny of two lineages of Leuscinae cyprinids (*Telestes* and *Scardinius*) from the peri-Mediterranean area based on cytochrome *b* data. Molecular Phylogenetics and Evolution 32: 1061-1071.
52. KEVAN, D. K. M. (1973) The place of classical taxonomy in modern systematic entomology, with particular reference to orthopteroid insects. Canadian entomologist 105: 1211-1222.
53. KIRKWOOD, G. P., AUKLAND, R. I ZARA, S. J. (2001) Length frequency distribution analysis (LFDA), Version 5.0. MRAG Ltd. London, UK.
54. KIŠPATIĆ, M. (1893) Ribe. Poučna knjižnica "Matice Hrvatske", knjiga XVIII, Zagreb. Pp: 455.
55. KOSIĆ, B. (1903) Ribe dubrovačke. JAZU, 155, 3X, 1-48.
56. KOTTELAT, M., BRITZ, R., TAN, H. H. I WITTE, K.-E. 2006. *Paedocypris*, a new genus of Southeast asian cyprinid fish with a remarkable sexual dimorphism, comprises the world's smallest vertebrate. Proc. R. Soc. B. 273: 895-899.
57. KOTTELAT, M. I FREYHOF, J. (2007) Handbook of European Freshwater Fishes. Cornol: Kottelat i Berlin: Freyhof.
58. KRAMER, D. L. I BRYANT, M. J. (1995) Intestine lenght in the fishes of a tropical stream: 1. Ontogenetic allometry. Environmental Biology of Fishes 42: 115 – 127.
59. KRANJČEV, R. (2006) Drežnički lug i Drežnica. Šumarski list CXXX, 9-10: 448-450.
60. KRIVOKAPIĆ, M. (1992a) Struktura populacije endemične podvrste *Leuciscus souffia montenegrinus* (Vuković, 1963) iz rijeke Morače (Crna Gora, Jugoslavija). Glas. republ. zavoda zašt. prirode Prirodnjačkog muzeja Podgorica 25: 83-91.
61. KRIVOKAPIĆ, M. (1992b) Ishrana endemične podvrste jelšovke *Leuciscus souffia montenegrinus* (Vuković, 1963) iz rijeke Morače (Crna Gora, Jugoslavija). Glas. republ. zavoda zašt. prirode Prirodnjačkog muzeja Podgorica 25: 93-103.
62. KRIVOKAPIĆ, M. (1997) Rasprostranjenost i morfometrijske karakteristike *Leuciscus souffia montenegrinus*. Glasnik Odjeljenja prirodnih nauka 11: 143-166.
63. KRIVOKAPIĆ, M. (1998) Growth of *Telestes montenegrinus* from River Moraca, Montenegro (Cyprinidae). Ital. J. Zool. 65 (Suppl.): 241-242.

64. KRIVOKAPIĆ, M. (2002a) Biološka proučavanja endema sliva Skadarskog jezera - *Leuciscus souffia montenegrinus* (Osteichthyes, Cyprinidae) – meristički parametri. Natura Montenegrina 1: 135-152.

65. KRIVOKAPIĆ, M. (2002b) Mriješćenje podvrste *Leuciscus souffia montenegrinus* (Cyprinidae, Pisces) iz rijeke Morače. Natura Montenegrina 1: 153-158.

66. LIU, H., TZENG, C.-S. I TENG, H.-Y. (2002) Sequence variations in the mitochondrial DNA control region and their implications for the phylogeny of the Cypriniformes. Can. J. Zool. 80: 569-581.

67. MACHORDOM, A., NICOLAS, Y. I CRIVELLI, A. J. (1999) Genetic variability and differentiation in *Leuciscus* (*Telestes*) *souffia*. Taxonomic and conservation inferences. C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie 322: 15-28.

68. MARCHETTO, F., ZACCARA, S., MUENZEL, F. M. I SALZBURGER, W. (2010) Phylogeography of the Italian vairone (*Telestes muticellus*, Bonaparte 1837) inferred by microsatellite markers: evolutionary history of a freshwater fish species with a restricted and fragmented distribution. BMC Evolutionary Biology 10: 111.

69. MARČIĆ, Z., BUJ, I., DUPLIĆ, A, ĆALETA, M., MUSTAFIĆ, P., ZANELLA, D., ZUPANČIČ, P. I MRAKOVČIĆ, M. (2011) A new endemic cyprinid species from the Danube drainage. Journal of Fish Biology 79: 418-430.

70. MASSUTTI, E., MORALES-NIN, B. I MORANTA, J. (2000) Age and growth of blue-mouth *Helicolenus dactylopterus* (Osteichthyes, Scorpaenidae), in the western Mediterranean. Fisheries Research 46: 165-176.

71. MAYDEN, R. L. (1991) Cyprinids of the New World. U: WIENFIELD, I. J. I NELSON, J. S. (ur.), Cyprinid fishes: Systematics, biology and exploitation. Chapman and Hall, London. Pp: 240-263.

72. MOYLE, P. B. I CECH, J. J. (2004) Fishes: An introduction to ichthyology. Prentice-Hall, New Jersey, 5th ed., pp. 726.

73. MRAKOVČIĆ M., BRIGIĆ, A., BUJ, I., ĆALETA, M., MUSTAFIĆ, P. I ZANELLA, D. (2006) Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

74. MUENZEL, F. M., SANETRA, M., SALZBURGER, W. I MEYER, A. (2008) Micrsatellites from vairone *Leuciscus souffia* (Pisces: Cyprinidae) and their application to closely related species. Molecular Ecology Notes 7(6): 1048-1050.

75. MUENZEL, F. M., SALZBURGER, W., SANETRA, M., GRABHERR, B. I MEYER, A. (2010) Genetic structure of the vairone *Telestes souffia* in the eastern part of Lake Constance, central Europe. Journal of fish biology 77: 1158-1164.

76. NASH, R. D. M. (1982) The biology of Fries' s goby, *Lesuerigobius friesii* (Malm), in the Firth of Clyde, Scotland, and a comparison with other stocks. Journal of Fish Biology 21: 69-85.

77. NASH, R. D. M. (1984) Aspects of the biology of the black goby, *Gobius niger* L. in Oslofjorden, Norway. Sarsia 69: 55-61.

78. NELSON, J. S. (2006) Fishes of the world, četvrto izdanje. Wiley, New Jersey.

79. NILSSON, A. (1996) Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook, Volume 1, Apollo books, Stenstrup.

80. NILSSON, A. (1997) Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook, Volume 2, Apollo books, Stenstrup.

81. NJEGAČ, D. (2002) Središnja Hrvatska, Istočna Hrvatska, Gorska Hrvatska, Kvarner. U: BOROVAC, I. (ur.), Veliki atlas Hrvatske, Mozaik knjiga, Zagreb.

82. NOMURA, T., ARAI, K., HAYASHI, T. I SUZUKI, R. (1998) Effect of temperature on sex ratios of normal and gynogenetic loach. Fisheries Science 64: 753– 758.

83. OSPINA-ALVAREZ, N. I PIFERRER, F. (2008) Temperature-dependent sex determination in fish revisited: Prevalence, a single sex ratio response pattern, and possible effects of climate change. PLoP ONE 3(7): e2837. doi:10.1371/journal.pone.0002837

84. PAVIĆ, R. (1975) Gorski Kotar i ogulinsko-plašćanska udolina. U: PAVIĆ, R. (ur.) Geografija SR Hrvatske, knjiga 4, Gorska Hrvatska. Školska knjiga, Zagreb.

85. PALANDAČIČ, A., ZUPANČIČ, P. I SNOJ, A. (2010) Revised classification of former genus *Phoxinellus* using nuclear DNA sequences. Biochemical Systematics and Ecology 38: 1069-1073.

86. PEREA, S., BÖHME, M., ZUPANČIČ, P., FREYHOF, J., ŠANDA, R., ÖZULUĞ I ABDOLI, A. (2010) Phylogenetic relationships and biogeographical patterns in Circum-Mediterranean subfamily Leuciscinae (Teleostei, Cyprinidae) inferred from both mitochondrial and nuclear dana. BMC Evolutionary Biology 10: 265.

87. PETROVIĆ, B. (2005) Grad Ogulin – prostorni plan uređenja grada.

88. PINKAS, L., OLIPHANT, M. S. I IVERSEN, I. L. K. (1971) Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish. Bull. 152: 1-105.

89. PINTAR, Z. (1964a) Ribe porječja Kupe. Zbornik Gradskog muzeja Karlovac, Svezak 1, Karlovac, Pp: 219-255.
90. PINTAR, Z. (1964b) Svjetlica – naš lički endem. Priroda LI 10:317-318.
91. POVŽ, M., LEINER, S., MRAKOVČIĆ, M. I POPOVIĆ, J. (1990) Rare and endangered fishes from Yugoslavian Adriatic rivers. Journal of Fish Biology 37 (Supplement A): 247-249.
92. REYNOLDS, J. B. (1996) Electrofishng. U: MURPHY, B. R. & WILLIS, D. W. (ur.), Fisheries techniques. 2nd edition, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. Pp: 221-253.
93. RICKER, W. E. (1978) Growth rates and models. U: HOAR, W. S., RANDALL, D. J. I BRETT, J. R. (ur.), Fish physiology, Academic press, London. Pp: 786.
94. RIĐANOVIĆ, J. (1975) Značajke voda. U: PAVIĆ, R. (ur.) Geografija SR Hrvatske, knjiga 4, Gorska Hrvatska. Školska knjiga, Zagreb.
95. ROEMER, U. I BEISENHERZ, W. (1996) Environmental determination of sex in Apistogramma (Cichlidae) and two other freshwater fishes (Teleostei). Journal of Fish Biolology 48: 714– 725.
96. Salducci, M. D., Martin, J.-F., Pech, N., Chappaz, R., Costedoat, C. i Gilles, A. (2004) Deciphering the evolutionary biology of freshwater fish using multiple approaches – insights for the biological conservation of the Vairone (*Leuciscus souffia souffia*). Consevation genetics 5: 63–77.
97. SALZBURGER, W., BRANDSTÄTTER, A., GILLES, A., PARSON, W., HEMPEL, M., STURMBAUER, CH. I MEYER, A. (2003) Phylogeography of the vairone (*Leuciscus souffia*, Risso 1826) in Central Europe. Molecular Ecology 12: 2371-2386.
98. SANSONI, G. (1992) Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d`acqua Italiani. APR & B Editrice.
99. SAYER, M. D. J, GIBSON R. N., ATKINSON, R. J. A. (1995) Growth, diet and condition of goldsinny on the west coast of Scotland. Journal of Fish Biology 46: 317-340.
100. SCHWARZ, M. (1998) Biologie, Gefährdung und Schutz des Strömers (*Leuciscus souffia*) in der Schweiz. Mitteilungen zur Fischerei 59, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Bern.
101. SEČEN, V. I MIŠETIĆ, S. (1999) Retencija Crnačko–Stajničko polje. Prethodna studija utjecaja na okoliš. Zagreb: Dokumentacija Hrvatske Elektroprivrede, Zagreb i Elektroprojekta.
102. SEELEY, H. G. (1886) The Fresh-water Fishes of Europe, A History of their Genera, Species, Structure, Habits, and Distribution. Cassell and company, London. Pp: 444.

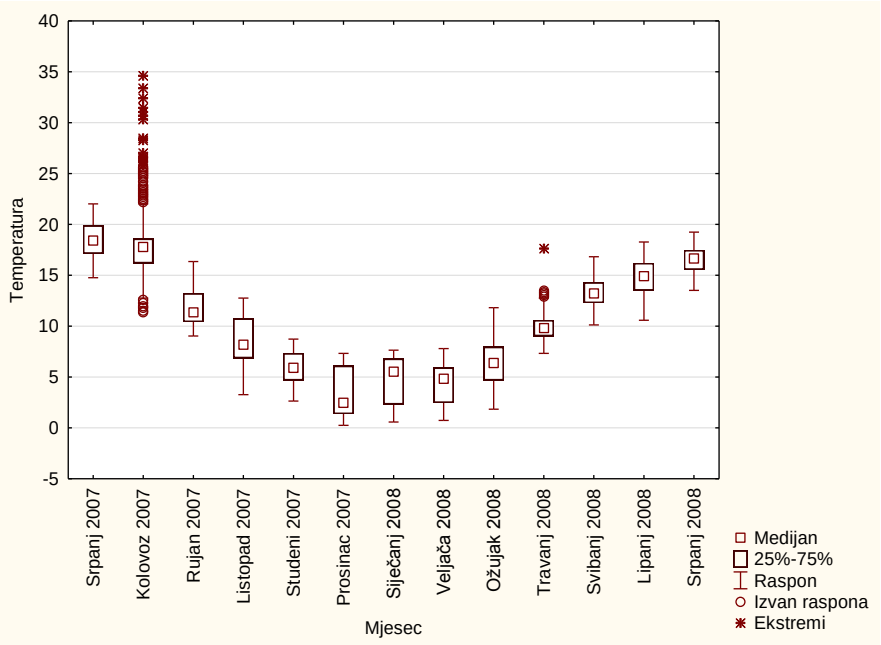
103. SOFRADŽIJA, A. (1971) Citotaksonimski odnosi među oblicima roda *Paraphoxinus* (Bleeker). Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Magistarski rad. pp: 78.
104. SOKAL, R. R. I ROHLF, F. J. (1995) Biometry. W. H. Freeman and company, New York. Pp: 850.
105. SPARRE, P. I VENEMA, S. C. (1992) Introduction to tropical fish stock assessment. Part I – manual. FAO Fisheries Technical Paper 306/1: 1-376.
106. STEINDACHNER, F. (1866) Uber eine neue *Telestes* – Art aus Croatien. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien 54: 300–303.
107. STEINMANN, H. I ZOMBORI, L. (1984) A morphological atlas of insect larvae. Akademiai Kiado, Budapest.
108. STEPHANIDIS, A. (1974) On some fish of the Ioniokorinthian region (W. Greece etc.) – A new genus of Cyprinidae: *Tropidophoxinellus* n. gen. Biologia Gallo-Hellenica 5: 235-257.
109. ŠEGOTA, T. (1975) Klimatske osobine Like i Gorskog Kotara. U: PAVIĆ, R. (ur.) Geografija SR Hrvatske, knjiga 4, Gorska Hrvatska. Školska knjiga, Zagreb.
110. ŠOŠIĆ, I. (2006) Primijenjena statistika. Školska knjiga, Zagreb.
111. TALER, Z. (1953) Rasprostranjenje i popis slatkovodnih riba Jugoslavije. Glasnik Prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, Beograd, serija B, knjiga 5-6: 425-455.
112. TRGOVČEVIĆ, L. (1905) *Paraphoxinus* Blkr. i *Telestes* Bonap. U vodama Like i Krbave. Nastavni Vjesnik 14: 331–335.
113. TVRTKOVIĆ, N. I VEEN, P. (ur.) (2006) The Dinaric Alps Rare Habitats and Species. A Nature Conservation Project in Croatia. Zagreb: Natural History Museum Zagreb and Royal Dutch Society for Natural History.
114. VILA-GASPERT, A. I MORENO-AMICH, R. (2001) Mass-length relationship of Mediterranean barbel as an indicator of environmental status in South-west Europaean stream ecosystems. Journal of fish biology 59: 824-832.
115. VUKOVIĆ, T. I MILADINOVIĆ, Ž. (1969) Serološka proučavanja nekih vrsta roda *Paraphoxinus*. Ichthyologia 1(1): 83-88.
116. VUKOVIĆ, T. I IVANOVIĆ, B. (1971) Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine, Sarajevo. Pp: 268.
117. VUKOVIĆ, N. (1985) Ekološke i biosistematske karakteristike *Leuciscus souffia* Risso, 1826 iz gornjeg toka reke Drine. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu. Doktorska disertacija. Pp. 191.

118. WANZENBÖCK, J., RATSCHAN, C., SCHAUER, M., GUMPINGER, C. I ZAUNER, G. (2011) Der Strömer (*Leuciscus souffia* Risso, 1826) in Oberösterreich – historischer Rückgang, derzeitige Verbreitung und mÖgliche Trendwende. Österreichs Fischerei 64: 294-306.
119. WOCHER, H. I RÖSCH, R. (2006) Migrations of soufie (*Leuciscus souffia agassizzii*, Val. 1844) in a natural river and a tributary determined by mark-recapture. Arch. Hydrobiol. 165(1): 77-87.
120. ZACCARA, S., STEFANI, F. I DELMASTRO, G. B. (2007) Phylogeographical structure of vairone *Telestes muticellus* (Teleostei, Cyprinidae) within three European peri-Mediterranean districts. Zoologica scripta 36(5): 443-453.
121. ZANDER, C. D. (1982) Feeding ecology of littoral gobiid and belnnioid fish of the Banylus area (Mediterranean Sea). I. Main food and trophic dimension of niche and ecotope. Vie Milieu 32 (1): 1-10.
122. ZANELLA, D. (2003) Biološke i morfološke značajke podvrste *Leuciscus souffia muticellus* (Bonaparte, 1873), (Pisces, Cyprinidae). Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Magistarski rad. pp: 123.
123. ZANELLA, D., MIHALJEVIĆ, Z., MRAKOVČIĆ, M. I ĆALETA, M. (2009) Ecology and diet of the endemic *Telestes ukliva* (Cyprinidae) in the Cetina River system, Croatia. Cybium 33(2): 97-105.
124. ZERUNIAN, S. (2004) Pesci delle acque interne d'Italia. Quad. Conser. Natura 20, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica.
125. ZUPANČIĆ, P. I BOGUTSKAYA, N. G. (2002) Description of two new species, *Phoxinellus krbavensis* and *P. jadovensis*, re-description of *P. fontinalis*, and discussion of the distribution of *Phoxinellus* species (Teleostei: Cyprinidae) in Croatia and in Bosnia and Herzegovina. Natura Croatica 11: 411–437.
126. ZUPANČIČ, P. (2008) Rijetke i ugrožene slatkovodne ribe jadranskog slijeva Hrvatske, Slovenije i Bosne i Herecegovine. Dolsko: AZV d.o.o.
127. ŽGANEC, K. (2012) The effects of water diversion and climate change on hydrological alteration and temperature regime of karst rivers in central Croatia. Environmental monitoring and assessment 184: 5705-5723.

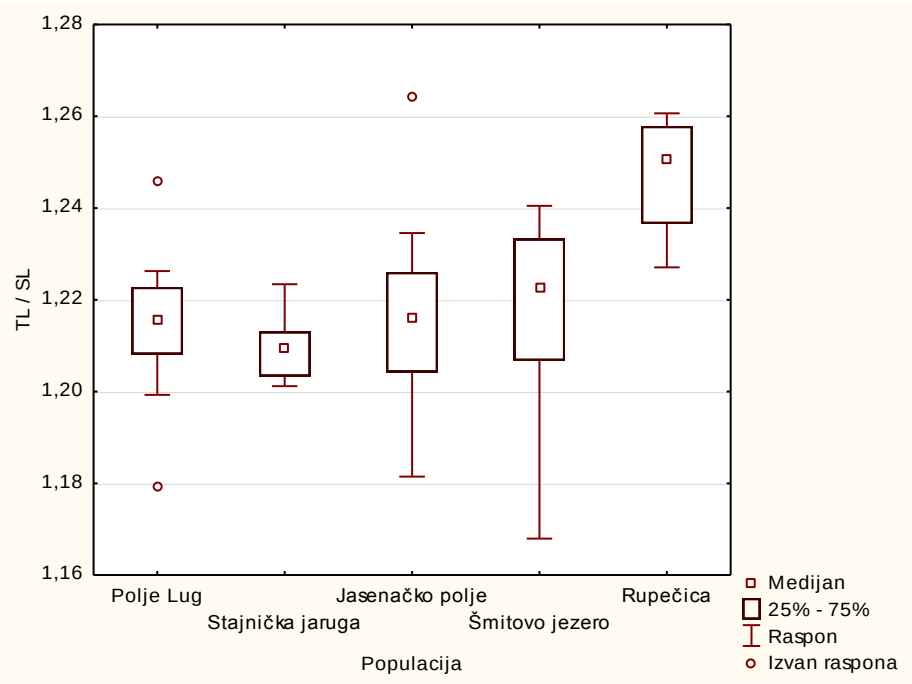
Elektroničke reference

1. CRIVELLI, A. J. (2006) *Telestes polylepis*. In IUCN 2009. IUCN Red List if Threatened Species. Version 2009.1. Available at http://www.iucnredlist.org/ (downloaded on 15 September 2009).
2. IUCN (2001) IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. Available at http://www.iucnredlist.org/ (downloaded on 15 September 2009).
3. IUCN (2008) Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 7.0. Available at http://www.iucnredlist.org/ (downloaded on 15 September 2009).

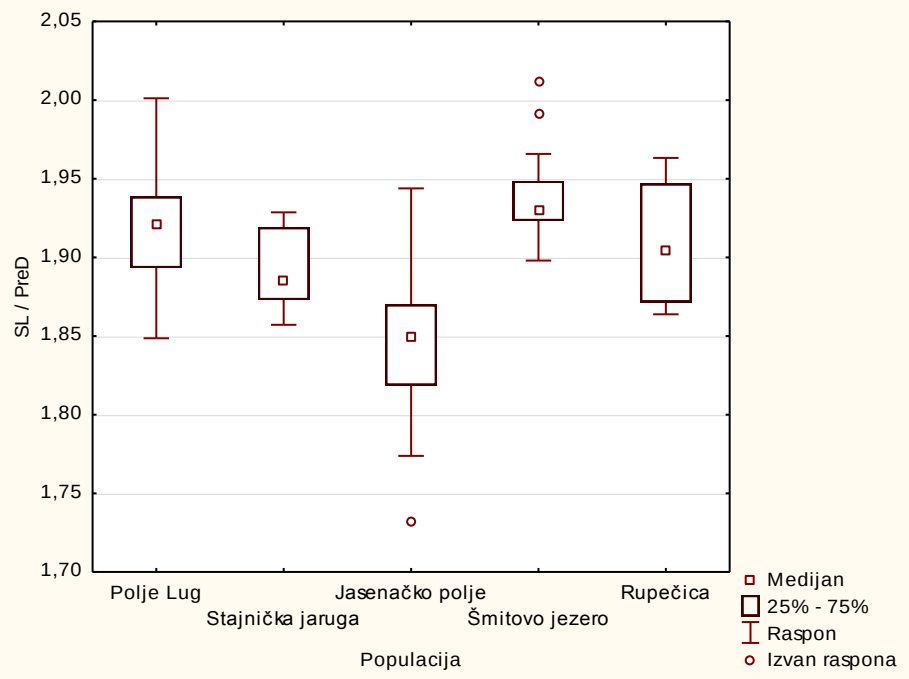
8. PRILOZI



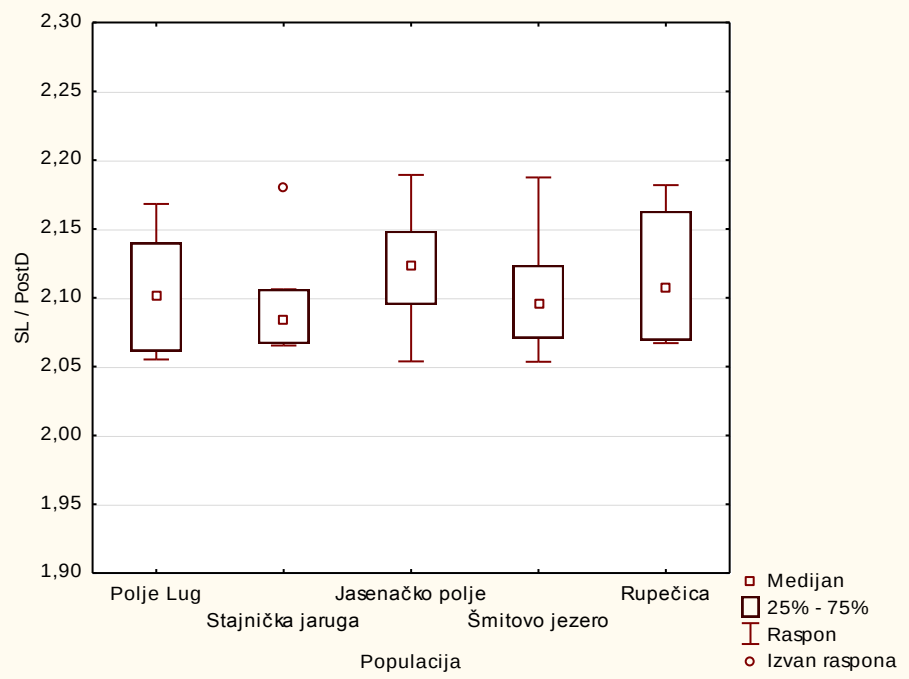
Slika 8.1. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti temperature vode u mjesecima u razdoblju istraživanja



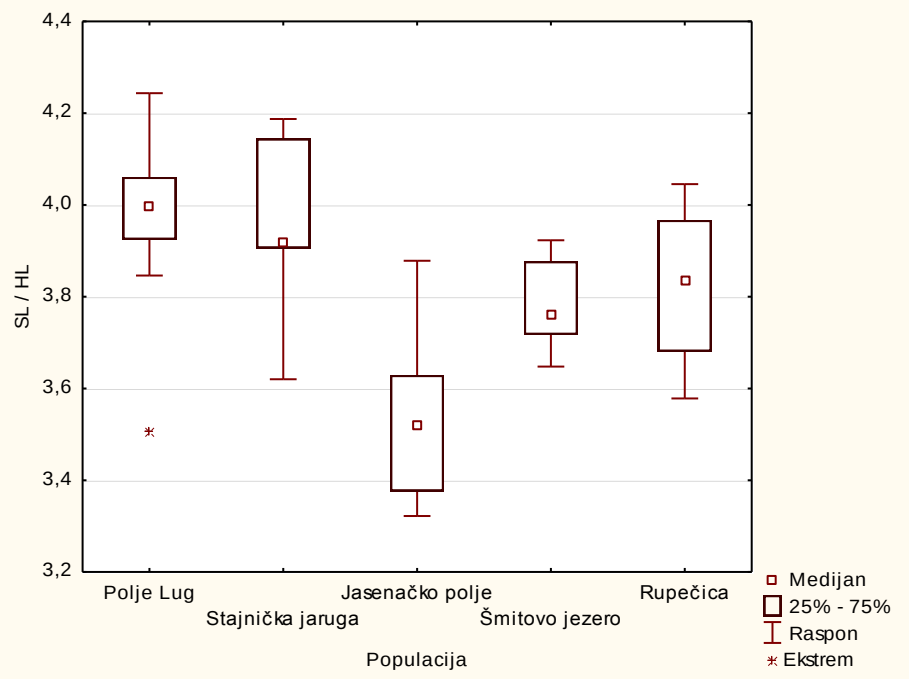
Slika 8.2. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera totalne dužine tijela (TL) i standardne dužina tijela (SL) svih populacija



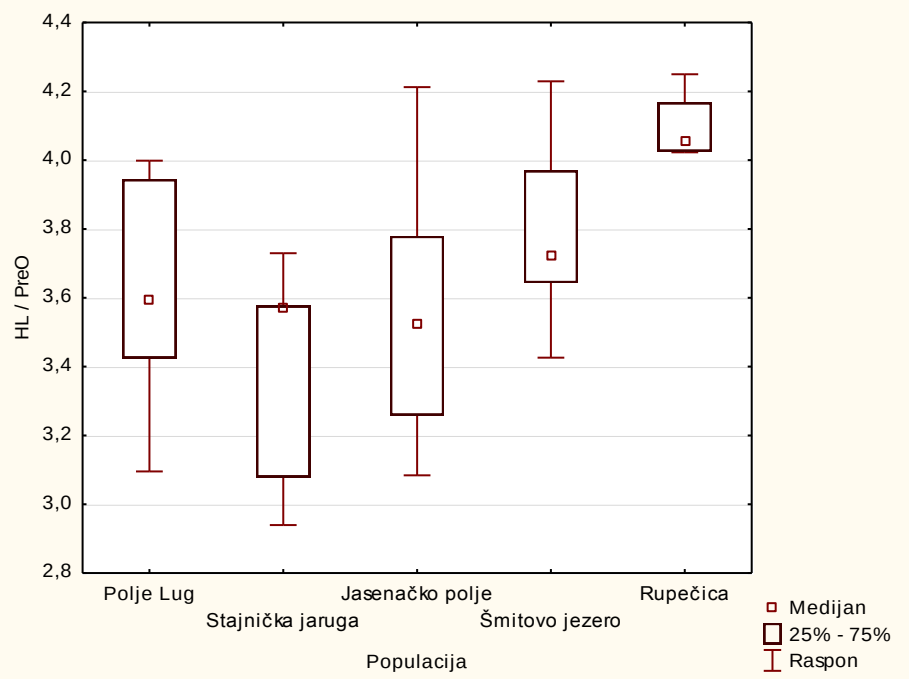
Slika 8.3. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera standardne dužine tijela (SL) i predorzalne dužine (PreD) svih populacija



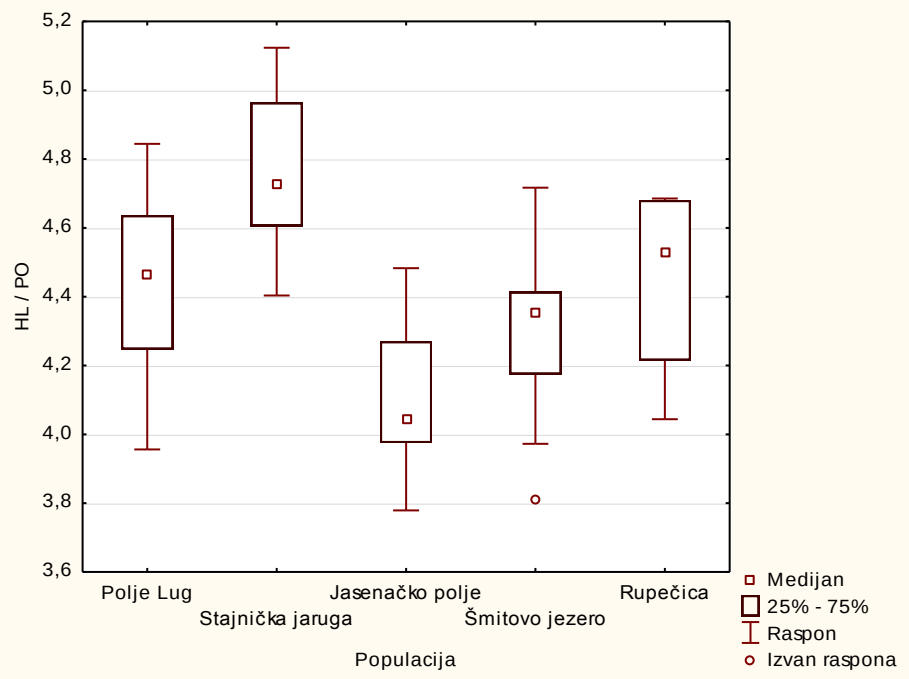
Slika 8.4. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera standardne dužine tijela (SL) i postorzalne dužine (PostD) svih populacija



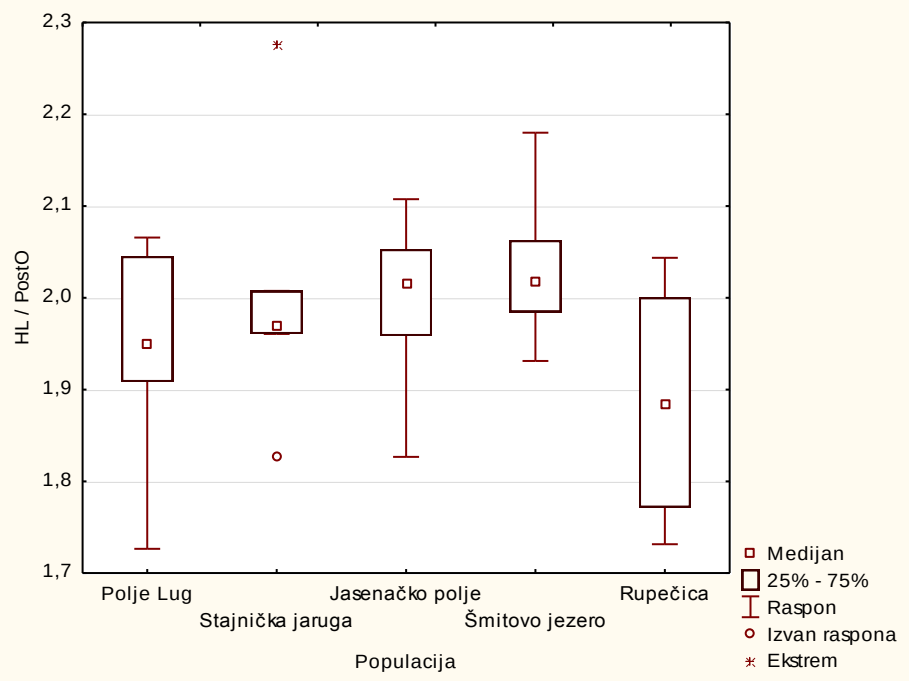
Slika 8.5. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera standardne dužine tijela (SL) i dužine glave (HL) svih populacija



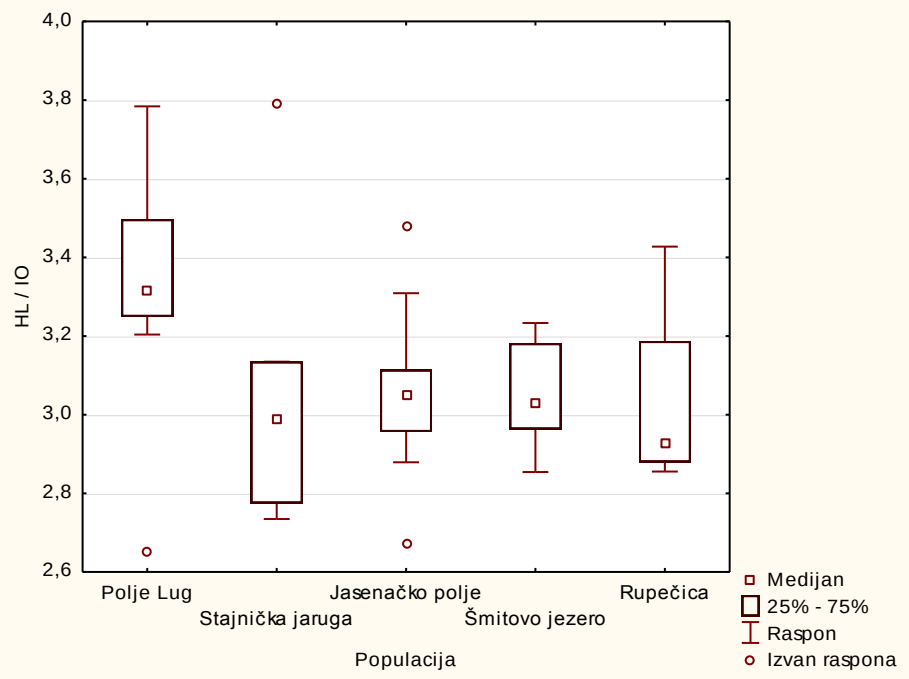
Slika 8.6. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera dužine glave (HL) i dužine gubice (PreO) svih populacija



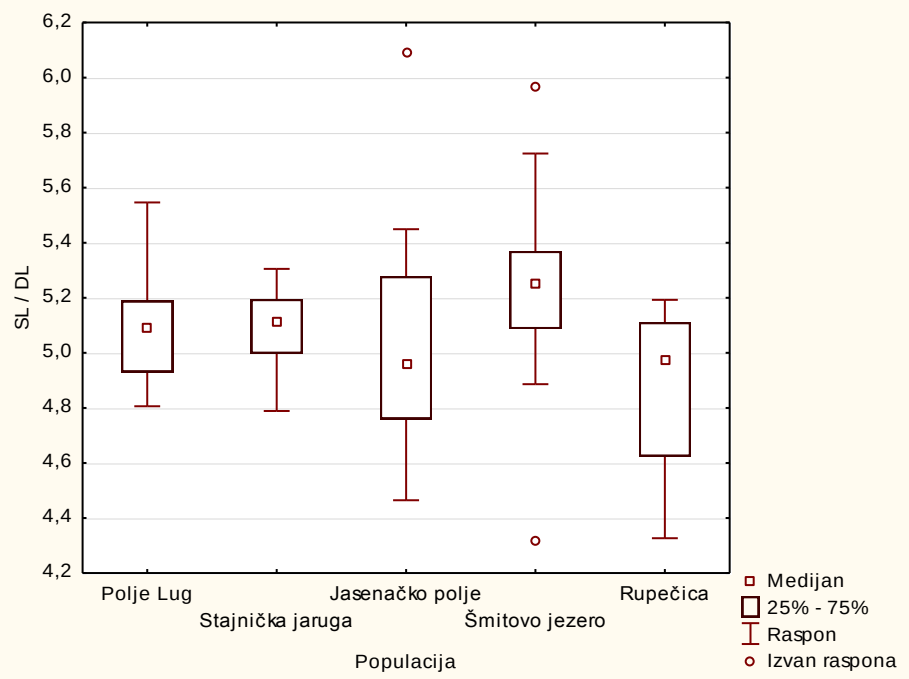
Slika 8.7. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera dužine glave (HL) i promjera oka (PO) svih populacija



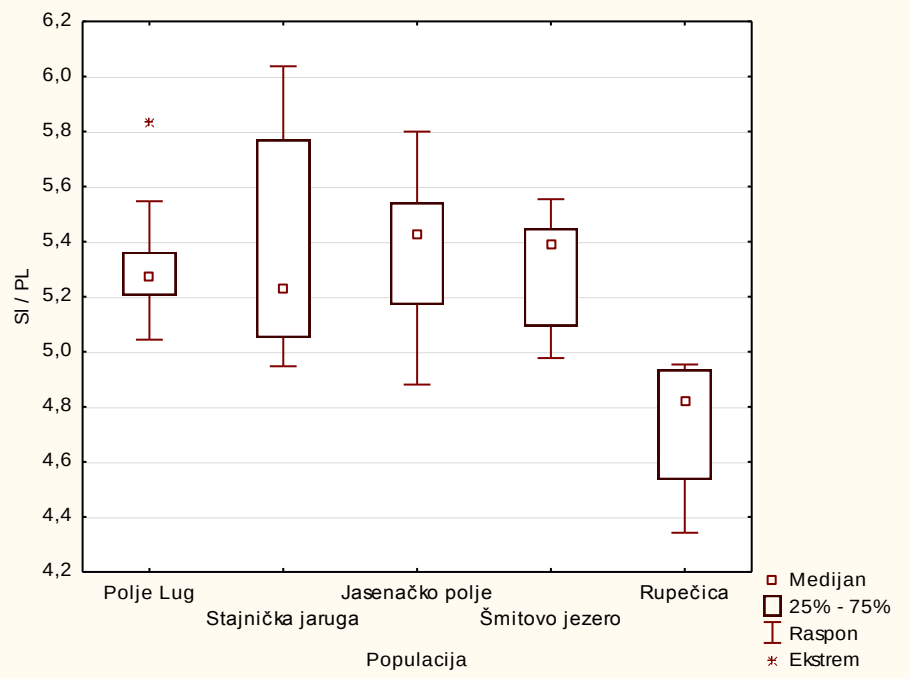
Slika 8.8. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera dužine glave (HL) i dužine zaočnog prostora (PostO) svih populacija



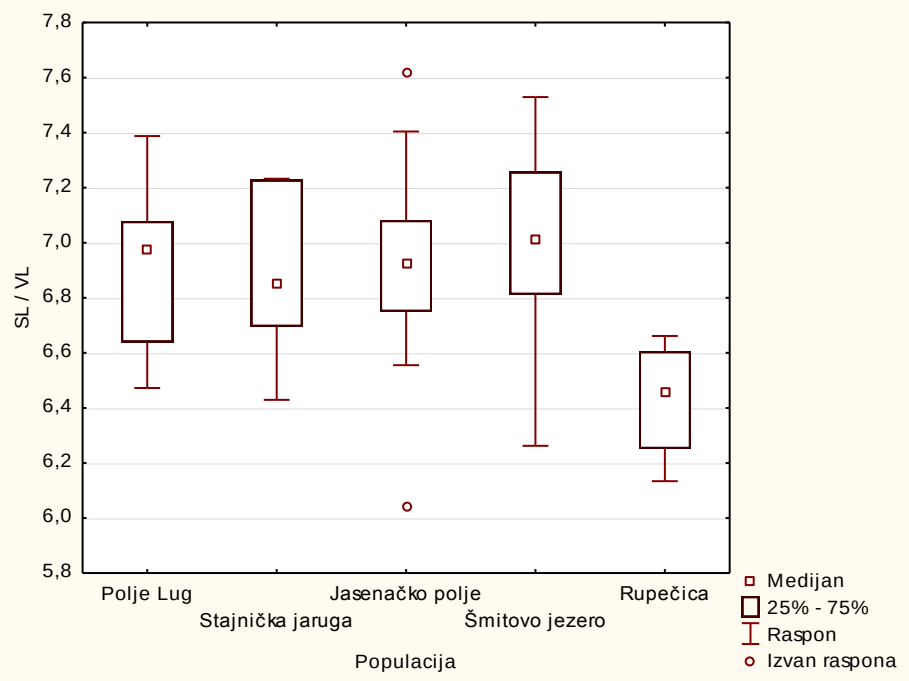
Slika 8.9. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti omjera dužine glave (HL) i međuočne širine (IO) svih populacija



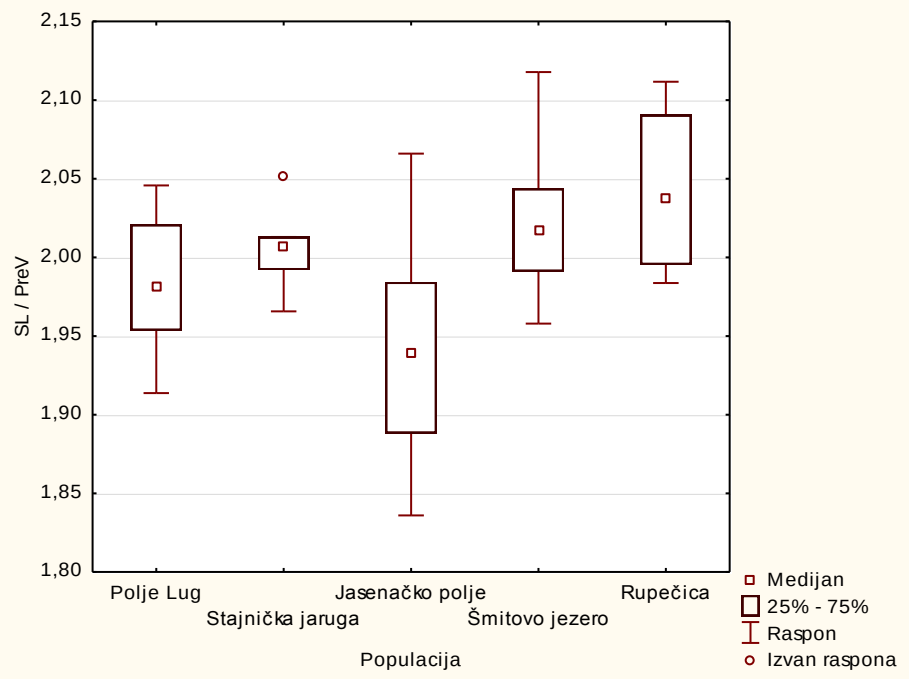
Slika 8.10. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i dužine leđne peraje (DL) svih populacija



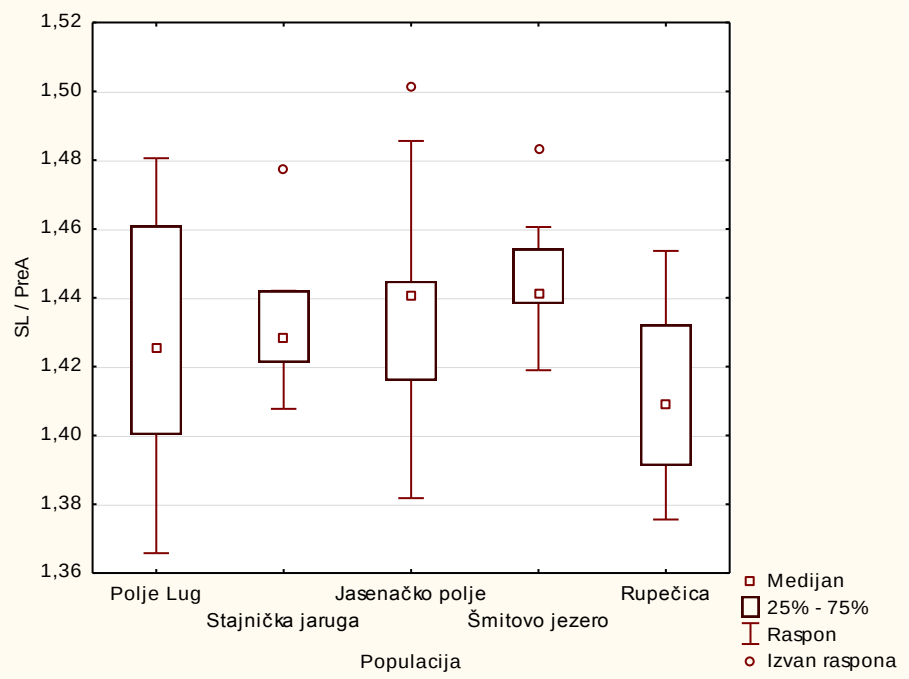
Slika 8.11. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i dužine prsne peraje (PL) svih populacija



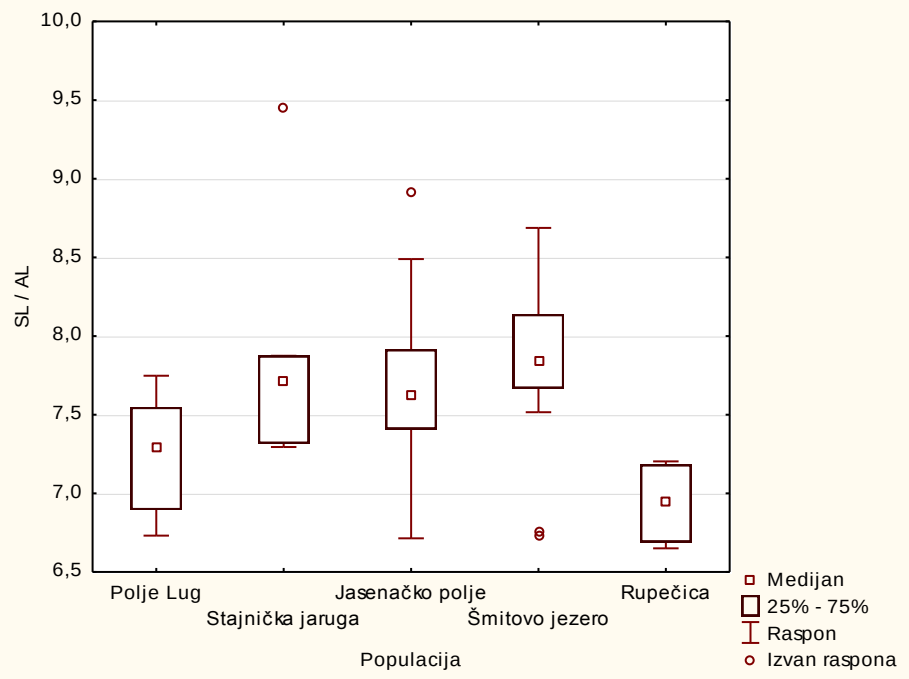
Slika 8.12. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i dužine trbušne peraje (VL) svih populacija



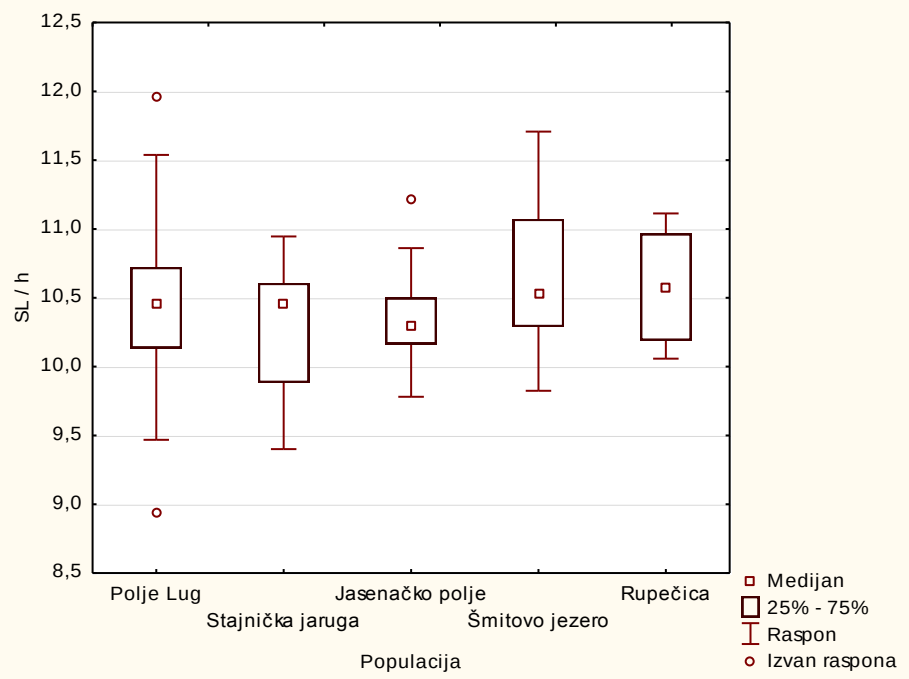
Slika 8.13. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i predtrbušne dužine (PreV) svih populacija



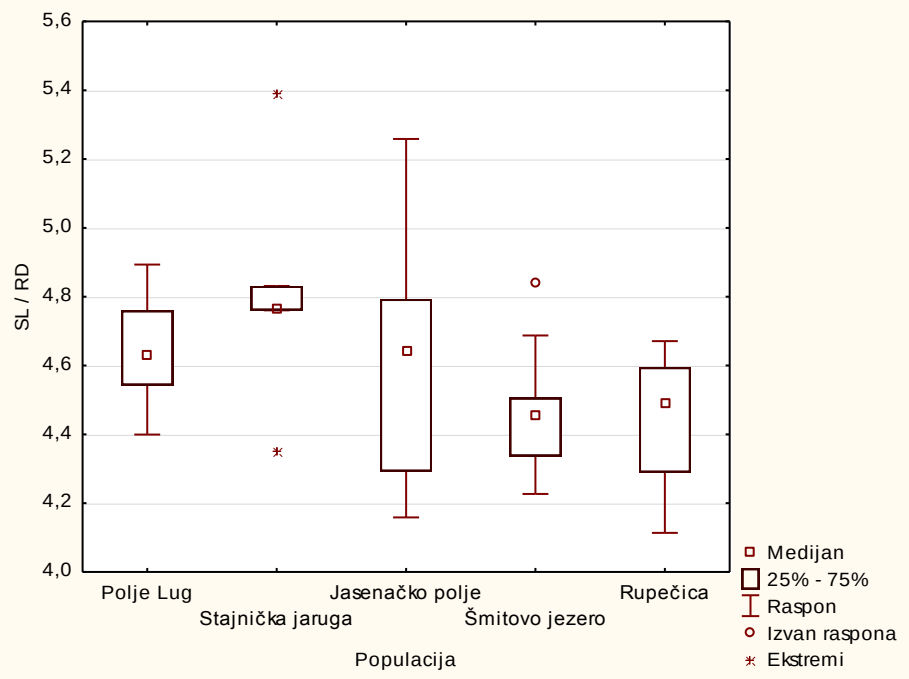
Slika 8.14. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i preanalne dužine (PreA) svih populacija



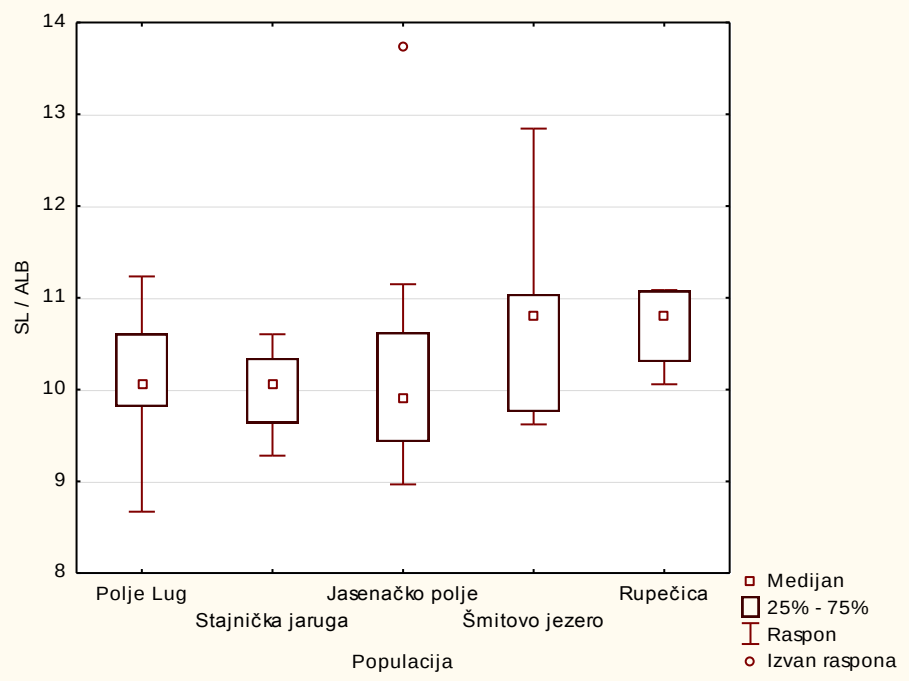
Slika 8.15. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i dužine podrepne peraje(AL) svih populacija



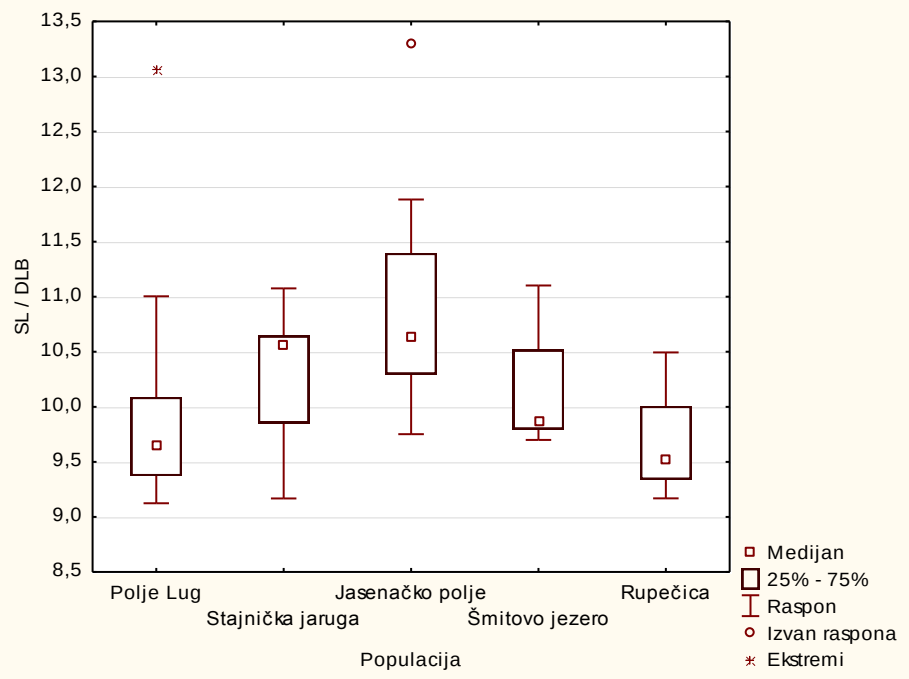
Slika 8.16. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i visine repnog drška (h) svih populacija



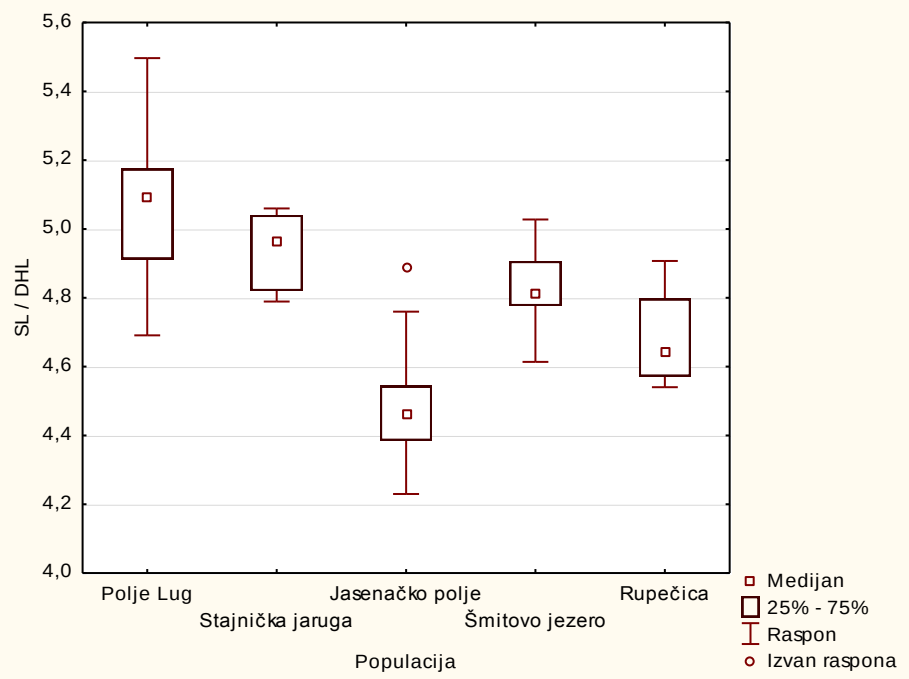
Slika 8.17. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i dužine repnog drška (RD) svih populacija



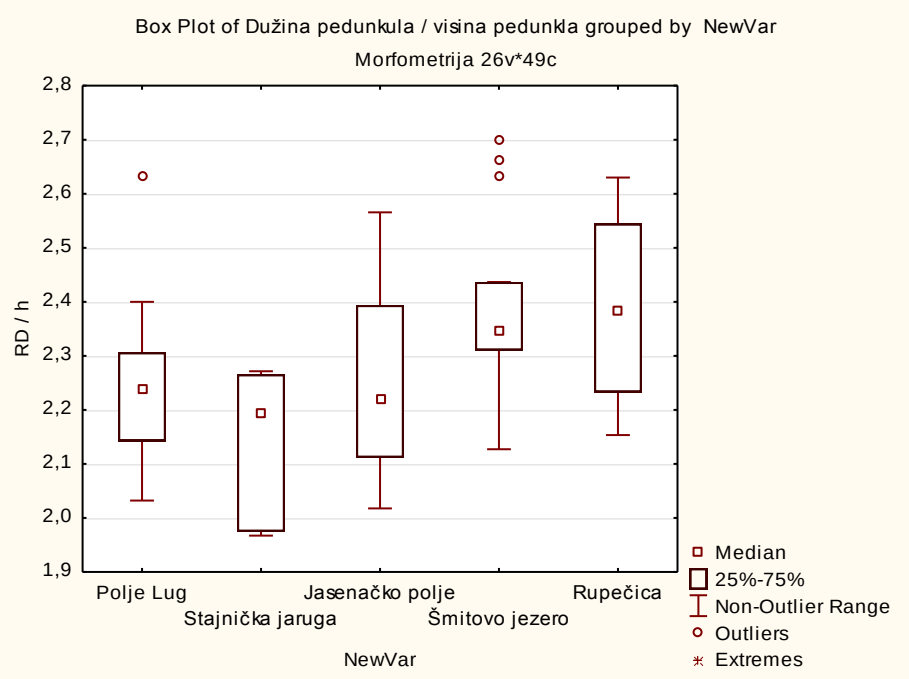
Slika 8.18. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i dužine baze podrepne peraje (ALB) svih populacija



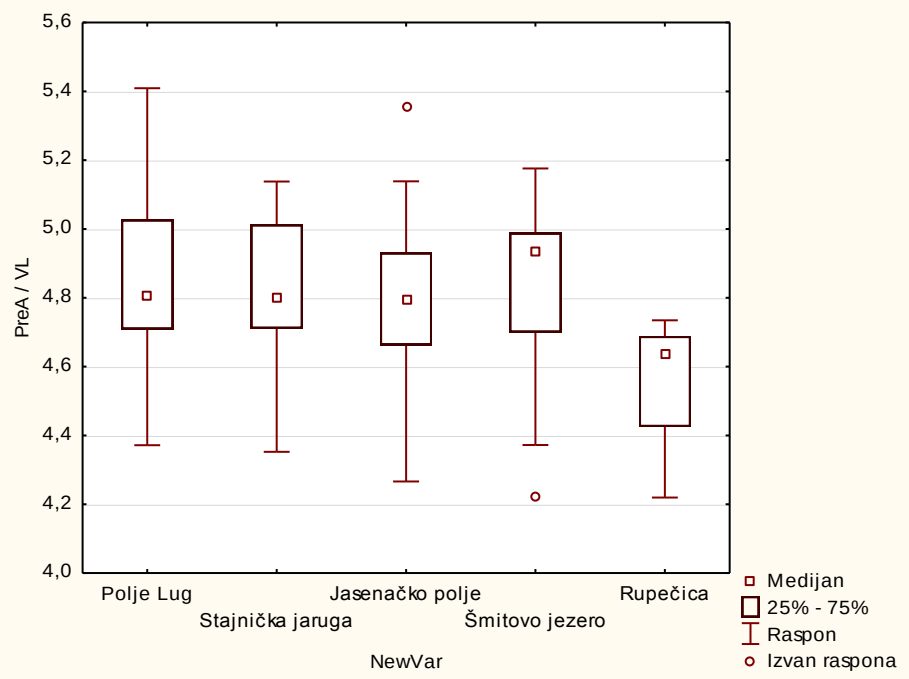
Slika 8.19. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i dužine baze leđne peraje (DLB) svih populacija



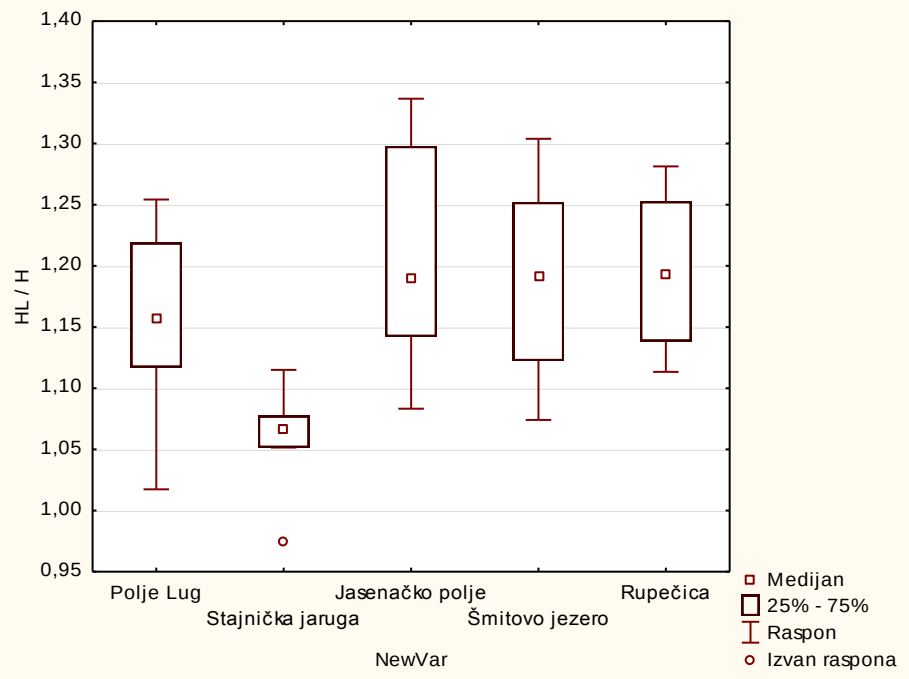
Slika 8.20. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i dorzalne dužine glave (DHL) svih populacija



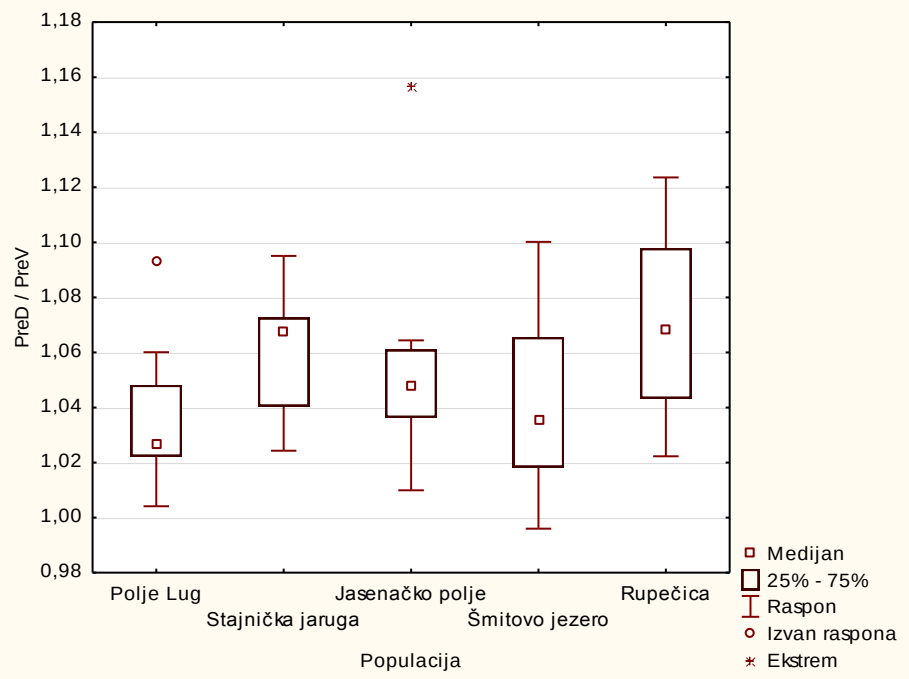
Slika 8.21. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti dužine pedunkula (RD) i visine pedunkula (h) svih populacija



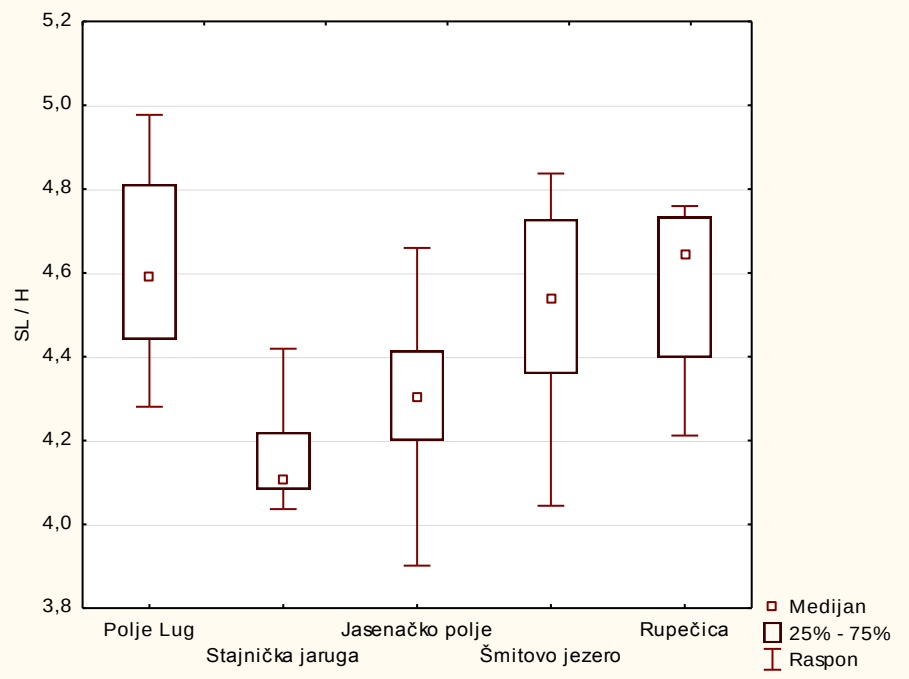
Slika 8.22. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti preanalne dužine tijela (PreA) i dužine trbušne peraje (VL) svih populacija



Slika 8.23. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti dužine glave (HL) i najveće visine tijela (H) svih populacija



Slika 8.24. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti predorzalne dužine tijela (PreD) i predtrbušne dužine tijela (PreV) svih populacija



Slika 8.25. *Box & whiskers* dijagram vrijednosti standardne dužine tijela (SL) i najveće visine tijela (H) svih populacija

Tablica 8.1. Svojstvene vrijednosti (tzv. eigenvalues) te udio varijabilnosti koji se odnosi na pojedini faktor (komponentu) PCA analize morfometrijskih odnosa svih istraživanih populacija

Faktor	eigenvalue	% varijabilnosti	zbirna eigenvalue	ukupan % varijabilnosti
1	4,75	20,63	4,75	20,63
2	3,63	15,80	8,38	36,43
3	2,34	10,16	10,72	46,59
4	2,12	9,23	12,84	55,82
5	1,82	7,92	14,66	63,74
6	1,45	6,29	16,11	70,04
7	1,37	5,96	17,48	76,00
8	1,03	4,47	18,51	80,47
9	0,89	3,88	19,40	84,35
10	0,72	3,13	20,12	87,49
11	0,67	2,92	20,79	90,41
12	0,60	2,61	21,39	93,01
13	0,42	1,84	21,82	94,86
14	0,37	1,60	22,18	96,46
15	0,28	1,21	22,46	97,67
16	0,23	0,98	22,69	98,65
17	0,15	0,64	22,84	99,29
18	0,11	0,46	22,94	99,75
19	0,06	0,24	23,00	99,99
20	0,00	0,01	23,00	100,00
21	0,00	0,00	23,00	100,00
22	0,00	0,00	23,00	100,00
23	0,00	0,00	23,00	100,00

Tablica 8.2. Udio pojedine varijable (morfometrijskog odnosa) u faktorima (F1-F23) na temelju korelacijske matrice

Morfometrijski odnos	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6	Faktor 7	Faktor 8	Faktor 9	Faktor 10	Faktor 11
SL / PreD	-0,3006	0,7793	0,0484	-0,2856	0,1244	-0,0197	-0,0124	0,0781	0,1116	-0,2505	0,1426
SL / PostD	-0,1113	0,2358	-0,2185	0,1431	-0,3027	-0,2644	0,2639	-0,7176	0,2511	-0,1105	-0,0244
SL / HL	-0,5834	0,5987	0,1911	0,1668	0,1160	-0,3248	0,1005	0,1108	-0,1211	0,0867	0,0683
HL / PreO	0,0654	0,1496	-0,3277	0,2552	-0,6079	0,0250	-0,4237	0,1219	-0,0237	-0,1230	0,1432
HL / PO	-0,6669	0,1987	-0,1094	0,3009	0,1177	-0,0267	-0,2398	-0,1432	0,0566	-0,0038	-0,4461
HL / PostO	0,2038	-0,0271	-0,2169	-0,3736	-0,2178	0,2025	0,6186	0,2887	0,2440	-0,2094	-0,0099
HL / IO	-0,0643	0,0344	-0,7166	0,0194	-0,0430	-0,0228	0,2217	0,2522	-0,1951	-0,2097	-0,4660
SL /DL	-0,7494	-0,0763	0,0098	-0,1535	-0,0527	0,3205	-0,1758	-0,2430	-0,0637	-0,0439	0,0013
SL / PL	-0,5831	-0,3493	-0,0259	-0,4406	-0,2300	-0,2798	0,0763	-0,1663	-0,0723	-0,0164	-0,0716
SL / VL	-0,7655	-0,2047	-0,0083	-0,4161	-0,2223	0,1293	0,0245	0,0312	-0,0369	-0,0319	0,1369
SL / PreV	-0,2765	0,5359	0,3189	0,2928	-0,2866	0,3266	0,2764	-0,0415	-0,2067	-0,2327	0,0963
SL / PreA	0,3133	0,1807	0,5845	-0,3754	0,2922	-0,1003	0,1725	-0,1891	-0,1065	-0,2961	-0,0826
SL / AL	-0,3821	-0,3269	0,4299	-0,4123	0,1115	0,3780	-0,2659	-0,0348	-0,0016	-0,0915	-0,2244
SL / h	0,2010	0,5727	-0,2224	-0,3999	-0,0894	0,2415	0,2173	-0,1526	-0,0061	0,4775	-0,0762
SL / RD	-0,3098	-0,3231	-0,5670	0,0328	0,4312	0,0385	0,2744	-0,1894	-0,0250	0,0839	0,1906
SL / ALB	0,3820	0,1292	-0,1197	-0,3395	-0,5168	-0,4446	-0,2798	-0,0391	-0,0515	-0,1322	-0,0076
SL / DLB	0,2593	-0,4819	0,0918	-0,2865	-0,0858	-0,3406	0,1454	-0,0605	-0,5844	0,0816	0,0122
SL / DHL	-0,6877	0,5476	-0,0803	0,0053	0,1244	-0,2120	0,0662	0,1911	-0,2209	0,0815	0,0060
SL / H	0,1623	0,6722	-0,3855	-0,1001	0,2701	0,1643	-0,1794	-0,1385	-0,3420	-0,0934	0,1219
RD / h	0,3775	0,6303	0,2613	-0,3083	-0,3751	0,1534	-0,0328	0,0151	0,0252	0,2839	-0,1880
PreA / VL	-0,7899	-0,2398	-0,2189	-0,2386	-0,3031	0,1449	-0,0391	0,0962	0,0053	0,0891	0,1510
HL / H	0,6192	-0,0028	-0,4504	-0,2226	0,1428	0,4025	-0,2435	-0,2065	-0,1633	-0,1336	0,0422
PreD / PreV	0,0336	-0,2537	0,2701	0,5838	-0,4170	0,3464	0,2958	-0,1166	-0,3152	0,0277	-0,0451

Morfometrijski odnos	Faktor 12	Faktor 13	Faktor 14	Faktor 15	Faktor 16	Faktor 17	Faktor 18	Faktor 19	Faktor 20	Faktor 21	Faktor 22	Faktor 23
SL / PreD	0,1754	0,1824	-0,0006	-0,1765	-0,0312	-0,0254	-0,0622	0,0060	-0,0015	0,0009	-0,0090	-0,0001
SL / PostD	-0,1210	-0,0848	0,0467	-0,0022	0,0444	0,0643	-0,0988	0,0454	-0,0003	0,0001	0,0000	-0,0001
SL / HL	-0,0524	-0,1616	-0,0322	0,1532	-0,0039	-0,0474	-0,0767	-0,0838	-0,0063	0,0122	0,0006	0,0013
HL / PreO	0,2587	-0,2138	0,2365	0,0446	-0,1687	0,0304	0,0041	0,0128	0,0002	0,0007	0,0000	0,0001
HL / PO	0,2610	0,1094	0,0114	-0,0127	0,0657	0,1473	0,0752	-0,0797	-0,0003	-0,0002	0,0000	0,0000
HL / PostO	0,1518	-0,2139	-0,1534	0,0476	0,0427	0,1196	0,0270	-0,0419	-0,0004	0,0002	0,0001	0,0000
HL / IO	-0,1678	0,0148	0,1242	-0,0356	-0,0128	-0,1326	-0,0578	0,0193	0,0002	0,0005	0,0000	0,0000
SL /DL	0,0206	-0,3379	-0,1101	-0,2083	0,0912	-0,1534	0,0735	-0,0125	-0,0004	0,0002	-0,0001	0,0000
SL / PL	-0,0641	0,0924	-0,1924	0,0072	-0,3381	-0,0040	0,0591	-0,0185	0,0008	0,0002	0,0001	0,0001
SL / VL	-0,1839	0,1013	0,2267	0,0526	0,0926	0,0447	0,0207	-0,0282	-0,0002	-0,0038	-0,0003	0,0064
SL / PreV	0,1420	0,2190	-0,0527	-0,0526	-0,0154	-0,0390	-0,0166	0,0107	0,0013	-0,0005	0,0088	0,0001
SL / PreA	-0,0176	-0,0778	0,2983	0,0877	-0,0246	-0,0203	0,1251	-0,0077	0,0000	0,0016	0,0001	-0,0025
SL / AL	0,1612	-0,0560	-0,0563	0,2093	-0,0111	0,0071	-0,1612	0,0644	0,0002	-0,0001	-0,0001	-0,0001
SL / h	0,1844	0,0332	0,0918	0,0458	-0,0391	-0,0626	0,0157	0,0061	-0,0169	-0,0036	0,0004	-0,0003
SL / RD	0,3215	0,0619	0,0606	0,1263	0,0043	-0,0826	0,0212	0,0101	0,0170	0,0036	-0,0005	0,0004
SL / ALB	0,1270	0,1224	-0,1633	0,1713	0,1997	-0,1126	0,0579	0,0018	-0,0001	-0,0004	-0,0001	-0,0001
SL / DLB	0,2281	-0,0572	0,0450	-0,1862	0,0665	0,0938	-0,0898	-0,0172	-0,0004	0,0002	0,0000	0,0000
SL / DHL	-0,0363	-0,0933	-0,0695	0,0353	0,0408	0,1099	0,0932	0,1594	0,0006	-0,0002	-0,0002	0,0000
SL / H	-0,1697	-0,0873	-0,1007	0,1205	-0,0277	0,0553	-0,0371	-0,0697	0,0060	-0,0111	-0,0004	-0,0013
RD / h	-0,0941	-0,0172	0,0230	-0,0633	-0,0077	0,0170	-0,0054	-0,0072	0,0235	0,0053	-0,0005	0,0006
PreA / VL	-0,1567	0,1209	0,0972	0,0137	0,0844	0,0480	-0,0201	-0,0233	-0,0002	0,0040	0,0004	-0,0072
HL / H	-0,0992	0,0903	-0,0706	-0,0209	-0,0041	0,0881	0,0414	0,0210	-0,0073	0,0140	0,0006	0,0016
PreD / PreV	-0,0434	0,0326	-0,0533	0,1250	0,0069	-0,0098	0,0448	-0,0010	-0,0014	0,0006	-0,0089	-0,0001

Tablica 8.3. Rezultati Fisherovog LSD *post hoc* testa svih morfometrijskih odnosa sa statistički značajnim razlikama

SL/PreD		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		1,9218	1,8925	1,8403	1,9395	1,9092
1	Polje Lug		0,213998	0,000022	0,305326	0,621106
2	Stajničko polje	0,213998		0,030750	0,050870	0,579309
3	Jasenačko polje	0,000022	0,030750		0,000001	0,009564
4	Zeleno jezero	0,305326	0,050870	0,000001		0,239549
5	Rupečica	0,621106	0,579309	0,009564	0,239549	

SL/HL		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		3,9859	3,9548	3,5323	3,786	3,8237
1	Polje Lug		0,719180	0,000000	0,002930	0,089534
2	Stajničko polje	0,719180		0,000015	0,057860	0,241880
3	Jasenačko polje	0,000000	0,000015		0,000300	0,003429
4	Zeleno jezero	0,002930	0,057860	0,000300		0,690563
5	Rupečica	0,089534	0,241880	0,003429	0,690563	

HL/PreO		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		3,6162	3,3786	3,5544	3,7952	4,0963
1	Polje Lug		0,116890	0,576162	0,110379	0,004824
2	Stajničko polje	0,116890		0,247808	0,008052	0,000511
3	Jasenačko polje	0,576162	0,247808		0,036838	0,001800
4	Zeleno jezero	0,110379	0,008052	0,036838		0,071604
5	Rupečica	0,004824	0,000511	0,001800	0,071604	

HL/PO		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		4,4627	4,7642	4,1029	4,3261	4,4477
1	Polje Lug		0,030975	0,000808	0,179087	0,919561
2	Stajničko polje	0,030975		0,000016	0,002508	0,076046
3	Jasenačko polje	0,000808	0,000016		0,033662	0,024854
4	Zeleno jezero	0,179087	0,002508	0,033662		0,417186
5	Rupečica	0,919561	0,076046	0,024854	0,417186	

HL/IO		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		3,3444	3,085	3,0554	3,0597	3,0333
1	Polje Lug		0,042735	0,002977	0,003397	0,026275
2	Stajničko polje	0,042735		0,814751	0,841691	0,748357
3	Jasenačko polje	0,002977	0,814751		0,962978	0,872195
4	Zeleno jezero	0,003397	0,841691	0,962978		0,847197
5	Rupečica	0,026275	0,748357	0,872195	0,847197	

SL/PL		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		5,3019	5,4077	5,3634	5,2855	4,7351
1	Polje Lug		0,460005	0,561125	0,876537	0,000651
2	Stajničko polje	0,460005		0,758537	0,398649	0,000631
3	Jasenačko polje	0,561125	0,758537		0,470157	0,000215
4	Zeleno jezero	0,876537	0,398649	0,470157		0,000976
5	Rupečica	0,000651	0,000631	0,000215	0,000976	

SL/PreV		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		1,9853	2,0057	1,9389	2,0206	2,0429
1	Polje Lug		0,438881	0,020726	0,073848	0,048644
2	Stajničko polje	0,438881		0,015079	0,573658	0,274200
3	Jasenačko polje	0,020726	0,015079		0,000148	0,000741
4	Zeleno jezero	0,073848	0,573658	0,000148		0,441137
5	Rupečica	0,048644	0,274200	0,000741	0,441137	

SL/AL		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		7,2486	7,9308	7,7321	7,8024	6,9363
1	Polje Lug		0,018886	0,024046	0,010408	0,310793
2	Stajničko polje	0,018886		0,485835	0,651798	0,008397
3	Jasenačko polje	0,024046	0,485835		0,740408	0,012931
4	Zeleno jezero	0,010408	0,651798	0,740408		0,007178
5	Rupečica	0,310793	0,008397	0,012931	0,007178	

SL/DLB		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		10,012	10,261	10,916	10,134	9,6731
1	Polje Lug		0,569158	0,007173	0,705437	0,476167
2	Stajničko polje	0,569158		0,141736	0,773621	0,298163
3	Jasenačko polje	0,007173	0,141736		0,020910	0,012259
4	Zeleno jezero	0,705437	0,773621	0,020910		0,337913
5	Rupečica	0,476167	0,298163	0,012259	0,337913	

SL/DHL		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		5,0749	4,9346	4,4937	4,8297	4,6843
1	Polje Lug		0,125365	0,000000	0,000609	0,000242
2	Stajničko polje	0,125365		0,000015	0,253865	0,035972
3	Jasenačko polje	0,000000	0,000015		0,000011	0,059659
4	Zeleno jezero	0,000609	0,253865	0,000011		0,147529
5	Rupečica	0,000242	0,035972	0,059659	0,147529	

SL/H		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		4,6004	4,1731	4,2883	4,506	4,5658
1	Polje Lug		0,000527	0,000605	0,269998	0,782056
2	Stajničko polje	0,000527		0,323314	0,006027	0,010586
3	Jasenačko polje	0,000605	0,323314		0,015000	0,032113
4	Zeleno jezero	0,269998	0,006027	0,015000		0,636039
5	Rupečica	0,782056	0,010586	0,032113	0,636039	

RD/h		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		2,25	2,135	2,2473	2,3915	2,3886
1	Polje Lug		0,204530	0,967025	0,037709	0,160834
2	Stajničko polje	0,204530		0,219874	0,006747	0,032677
3	Jasenačko polje	0,967025	0,219874		0,037521	0,156302
4	Zeleno jezero	0,037709	0,006747	0,037521		0,976913
5	Rupečica	0,160834	0,032677	0,156302	0,976913	

HL/H		{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		1,1557	1,0571	1,2175	1,1914	1,1956
1	Polje Lug		0,018867	0,044572	0,238188	0,369915
2	Stajničko polje	0,018867		0,000299	0,001983	0,010881
3	Jasenačko polje	0,044572	0,000299		0,396476	0,623304
4	Zeleno jezero	0,238188	0,001983	0,396476		0,926518
5	Rupečica	0,369915	0,010881	0,623304	0,926518	

9. ŽIVOTOPIS

Ime i prezime: Zoran Marčić

Adresa stanovanja: Vilima Korajca 2, 10000 Zagreb

Telefon: ++385 91 51 57 596

e-mail: zmarcic@biol.pmf.hr

Datum rođenja: 9. kolovoza 1981.

Mjesto rođenja: Rijeka, Hrvatska

Državljanstvo: Hrvatsko

Narodnost: Hrvat

2009. – Zaposlio se kao znanstveni novak na projektu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa broj 119-0000000-3184 „Modeliranje ekološki prihvatljivih protoka rijeke Cetine“

2009. – Zaposlio se na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na mjestu stručnog suradnika za određene poslove

2005. – Zaposlio se na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na mjestu stručnog suradnika II.

2005. – Diplomirao na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu, Biološki odsjek, smjer profesor biologije, diplomirao s izvrsnim; tema diplomskog rada: Ihtiofauna rijeke Save kod Lonjskog polja. Prosječna ocjena svih ispita: 4,33.

2004. – Odslužio civilni vojni rok na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

2002./03. – Demonstrator na kolegiju Avertebrata.

2001. – Natjecao se i osvojio stipendiju Ministarstva znanosti i tehnologije.

1999. – Upisao Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, usmjerenje: profesor biologije.

1999. – Maturirao s izvrsnim uspjehom na Prvoj riječkoj hrvatskoj gimnaziji u Rijeci.

Tečno govori engleski jezik, a služi se i talijanskim. Dobro poznaje rad na računalu. Posjeduje vozačku dozvolu B kategorije, uvjerenje o osposobljenosti za voditelja brodice i diplomu ronioca s tri zvijezde po CMAS federaciji.

Popis radova:

1. **Marčić, Zoran**; Buj, Ivana; Duplić, Aljoša; Ćaleta, Marko; Mustafić, Perica; Zanella, Davor; Zupančič, Primož i Mrakovčić, Milorad. 2011. A new endemic cyprinid species from the Danube drainage. Journal of fish biology. 79: 418-430. doi:10.1111/j.1095-8649.2011.03038.x

2. Zanella, Davor; Mrakovčić, Milorad; Zanella, Linda Nataša; Miletić, Marin; Mustafić, Perica; Ćaleta, Marko i **Marčić, Zoran**. 2011. Reproductive biology of the freshwater goby *Knipowitschia croatica* in the Matica River, Croatia. Journal of Applied Ichthyology. 27: 1242-1248. doi:10.1111/j.1439-0426.2011.01802.x

3. Ćaleta, Marko; Tutman, Pero; Buj, Ivana; Zanella, Davor; Mustafić, Perica; **Marčić, Zoran**; Mrakovčić, Milorad i Dulčić, Jakov. 2011. How was a Pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Teleostei: Serrassalmidae) introduced in the Croatian freshwater? Cybium. 35(3): 259-261. doi:10.1111/j.1439-0426.2010.01612.x

4. Ćaleta, Marko; Jelić, Dušan; Buj, Ivana; Zanella, Davor; **Marčić, Zoran**; Mustafić, Perica i Mrakovčić, Milorad. 2010. First record of the alien invasive species rotan (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) in Croatia. Journal of applied ichthyology. 27: 146-147. doi: 10.1111/j.1439-0426.2010.01612.x

5. Buj, Ivana; Vukić, Jasna; Šanda, Radek; Perea, Silvia; Ćaleta, Marko; **Marčić, Zoran**; Bogut, Ivan; Povž, Meta i Mrakovčić, Milorad. 2010. Morphological comparison of bleaks (*Alburnus*, Cyprinidae) from the Adriatic Basin with the description of a new species. Folia zoologica. 59(2): 129-141.

6. Zupančič, Primož; Mrakovčić, Milorad; **Marčić, Zoran**; Naseka, Alexander M. i Bogutskaya, Nina. G. 2010. Identity of *Squalius* (Actinopterygii, Cyprinidae) from Istra Peninsula in Croatia (Adriatic Sea basin). ZooKeys. 53: 45 – 58.

7. Zanella, Davora; Mrakovčić, Milorad; Mustafić, Perica; Ćaleta, Marko i **Marčić, Zoran**. 2009. Threatened fishes of the world: *Cobitis narentana* Karaman, 1928 (Cobitidae). Environmental biology of fish. 86: 523-524.

8. Ćaleta, Marko; Mrakovčić, Milorad; Buj, Ivana; Mustafić, Perica; Zanella, Davor i **Marčić, Zoran**. 2009. Threatened fishes of the world: *Aulopyge huegelli* Heckel, 1842 (Cyprinidae). Environmental biology of fish. 85: 21-22.

9. Ćaleta, Marko; Mrakovčić, Milorad; Buj, Ivana; Mustafić, Perica; Zanella, Davor i **Marčić, Zoran**. 2009. Threatened fishes of the world: *Chondrostoma phoxinus* Heckel, 1843 (Cyprinidae). Environmental biology of fish. 84: 229-230.

10. Mustafić, Perica; **Marčić, Zoran**; Duplić, Aljoša; Mrakovčić, Milorad; Ćaleta, Marko; Zanella, Davor; Buj, Ivana; Podnar, Martina i Dolenec, Zdravko. 2008. A new species of the genus *Cobitis* in Croatia. Folia zoologica. 57(1-2): 4-9.

11. Mrakovčić, Milorad; Duplić, Aljoša; Mustafić, Perica i **Marčić, Zoran**. 2008. Conservation status of the genus *Cobitis* and related genera in Croatia. Folia zoologica. 57(1-2): 34-41.

12. Buj, Ivana; Podnar, Martina; Mrakovčić, Milorad; Choleva, Lukas; Šlechtova, Vendula; Tvrtković, Nikola; Ćaleta, Marko; Mustafić, Perica; **Marčić, Zoran**; Zanella, Davor i Brigić, Andreja. 2008. Genetic diversity and phylogenetic relationships of spined loaches (genus *Cobitis*) in Croatia based on mtDNA and allozyme analyses. Folia zoologica. 57(1-2): 71-82.

13. Buj, Ivana; Podnar, Martina; Mrakovčić, Milorad; Ćaleta, Marko; Mustafić, Perica; Zanella, Davor i **Marčić, Zoran**. 2008. Morphological and genetic diversity of *Sabanejewia balcanica* in Croatia. Folia zoologica. 57(1-2): 100-110.

14. Kopjar, Nevenka; Mustafić, Perica; Zanella, Davor; Buj, Ivana; Ćaleta, Marko; **Marčić, Zoran**; Milić, Mirta; Dolenec, Zdravko i Mrakovčić, Milorad. 2008. Assessment of DNA integrity in erythrocytes of *Cobitis elongata* affected by water pollution: the alkaline comet assay study. Folia zoologica. 57(1-2): 120-130.

15. Zanella, Davor; Mrakovčić, Milorad; Mustafić, Perica; Ćaleta, Marko; Buj, Ivana; **Marčić, Zoran**; Zrnčić, Snježana i Razlog-Grlica, Jasna. 2008. Age and growth of

Sabanejewia balcanica in the Rijeka River, central Croatia. Folia zoologica. 57(1-2): 162-167.

16. **Marčić, Zoran**; Ćaleta, Marko; Buj, Ivana; Mrakovčić, Milorad; Mustafić, Perica; Zanella, Davor i Dulčić, Jakov. 2008. First record of *Thysanoteuthis rhombus* Troschel, 1857 (Cephalopoda: Thysanoteuthidae) in the Adriatic Sea. Journal of the Marine Biological Association of the UK (http://www.mba.ac.uk/jmba/jmba2biodiversityrecords.php).