

# Razvoj ličinke kapelske svijetlice *Telestes karsticus* Marčić & Mrakovčić, 2011 (Cyprinidae, Actinopterygii)

---

**Abramović, Ana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:052521>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno- matematički fakultet

Biološki odsjek

Ana Abramović

**Razvoj ličinke kapelske svijetlice *Telestes karsticus* Marčić i  
Mrakovčić, 2011. (Cyprinidae, Actinopterygii)**

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Ovaj rad izrađen je na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno- matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Perice Mustafića i pomoćnim vodstvom dr. sc Zorana Marčića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno- matematičkog fakulteta u Zagrebu radi stjecanja zvanja mag. edukacije biologije i kemije.

Zahvala:

*Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Perici Mustafiću, što mi je omogućio izradu diplomskoga rada u Laboratoriju za kralješnjake te neposrednom voditelju dr. sc. Zoranu Marčiću na brojnim savjetima i strpljenju tijekom izrade ovoga rada. Hvala vam od srca na posvećenom vremenu i znanju.*

*Također zahvaljujem svim svojim prijateljima, a posebno svojoj obitelji i Bogu koji su uvijek ostali vjerni.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno - matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

### RAZVOJ LIČINKE KAPELSKE SVIJETLICE *TELESTES KARSTICUS* MARČIĆ I MRAKOVČIĆ, 2011 (CYPRINIDAE, ACTINOPTERYGII).

Ana Abramović

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

U ovome je radu prvi puta opisan rani razvoj ličinke kapelske svijetlice (*Telestes karsticus*). Jedinkama iz akvarijskog mrijesta izmjerene su i izbrojane osnovne morfometrijske i merističke karakteristike prema modificiranoj metodi Kovač (2000) kroz 55 dana praćenja nakon izvaljivanja za jedinke iz 2008. te kroz 16 dana praćenja za jedinke iz 2010. godine. Žumanjčana vreća kod svih jedinki nestaje do devetoga dana. Istoga se dana opaža samostalna prehrana i funkcionalno crijevo. Završetak formacije perajnih šipčica događa se 48. dan. Dominacija preanalnog dijela tijela nad ukupnom duljinom ribe zbiva se kod svih jedinki iz 2008. godine osmoga dana, a kod jedinki iz 2010. godine devetoga dana. Izjednačavanje vanjskog izgleda režnjeva repne peraje opaža se 23. dana promatranja. Broj mekanih perajnih šipčica odgovara holotipu.

(43 stranice, 37 slika, 7 tablica, 62 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: ličinka, rast, perjane šipčice, Sušik

Voditelj: dr. sc. Perica Mustafić, izv. prof.

Neposredni voditelj: dr. sc. Zoran Marčić

Ocjenjivači: izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić,

izv. prof. dr. sc. Ines Radanović,

izv. prof. dr. sc. Vesna Petrović Peroković

Zamjena: izv. prof. dr. sc. Nenad Judaš

Rad prihvaćen:

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation thesis

LARVAL DEVELOPMENT OF KARST DACE *TELESTES KARSTICUS* MARČIĆ & MRAKOVČIĆ, 2011 (Cyprinidae, Actinopterygii).

Ana Abramović

Rooseveltova trg 6, 10 000 Zagreb, Croatia

In this paper, for the first time, the early life development of Karst dace (*Telestes karsticus*) is described. Basic morphometric and meristic measures of larvae from aquarium spawning were taken according to Kovač (2000) modified method during 55 days of observation for larvae from 2008 and during 16 days of observation for larvae from 2010. Yolk sac is disappearing from all larvae until the ninth day. Independent feeding and functional intestine are observed the same day. The completion of the formation of ray fins happens on the forty-eighth day. Domination of the preanal body length over the total length of the fish takes place in all larvae from 2008 in eight days and in all larvae from 2010 in nine days. Equalising of the external look of caudal fins is observed on the twenty third day. Number of soft ray fins corresponds to the holotype.

(43 pages, 37 pictures, 7 tables, 62 references, original in: croatian)

Thesis deposited in Central Biological Library.

Key word: larva, growth, ray fins, Sušik

Supervisor: Dr. sc. Perica Mustafić, Assoc. Prof.

Assistant Supervisor: Dr. sc. Zoran Marčić

Reviewers: izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić,  
izv. prof. dr. sc. Ines Radanović,  
izv. prof. dr. sc. Vesna Petrović Peroković

Replacement: izv. prof. dr. sc. Nenad Judaš

Thesis accepted:

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. RAZNOLIKOST SKUPINE .....	1
1.2. SLATKOVODNE RIBE U HRVATSKOJ .....	2
1.3. ENDEMI HRVATSKE IHTIOFAUNE .....	2
1.4. STADIJI RANOG RAZVOJA RIBA .....	2
1.5. OPĆE KARAKTERISTIKE ŠARANKI .....	4
1.5.1. Rasprostranjenost šaranki .....	4
1.5.2. Morfologija šaranki .....	4
1.6. PODRUČJE RASPROSTRANJENOSTI VRSTE .....	5
1.6.1. Geografski smještaj .....	5
1.6.2. Geološka obilježja .....	6
1.6.3. Biološka obilježja .....	6
1.6.4. Klimatska i hidrološka obilježja .....	9
1.7. OPĆE KARAKTERISTIKE KAPELSKE SVIJETLICE .....	11
1.7.1. Sistematika vrste .....	11
1.7.2. Opća obilježja roda <i>Telestes</i> .....	12
1.7.3. Morfologija vrste .....	13
1.7.4. Reproduktivne značajke i način života .....	14
1.7.5. Status ugroženosti .....	15
1.8. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	16
2. MATERIJALI I METODE .....	16
2.1. LABORATORIJSKA ANALIZA .....	16
2.2. MORFOLOŠKE ANALIZE .....	17
2.3. MORFOMETRIJSKE ZNAČAJKE .....	17
2.4. MERISTIČKE ZNAČAJKE .....	19

3. REZULTATI.....	19
3.1. ANALIZA I PRIKAZ MORFOMETRIJSKIH PODATAKA.....	19
3.2. ANALIZA I PRIKAZ MERISTIČNIH PODATAKA.....	23
3.3. PROMATRANJE VANJSKOG IZGLEDA LIČINKE TIJEKOM RAZVOJA.....	23
4. RASPRAVA.....	34
5. ZAKLJUČAK .....	37
6. LITERATURA.....	38
7. ŽIVOTOPIS .....	43



# 1. UVOD

## 1.1. RAZNOLIKOST SKUPINE

Ribe (Pisces) su vodeni, poikilotermni kralješnjaci sa razvijenim udovima u obliku peraja, razvijenim škrgama za disanje i tijela pokrivenog ljuskama (Berra, 1981; Nelson, 2006). Sistematski gledano pojam „ribe“ ne postoji, nego je to naziv za skupinu koja uključuje dva nadrazreda Agnatha (besčeljusti) i Gnathostomata (čeljustousti) unutar potkoljena Vertebrata (kralješnjaci) i koljena Chordata (svitkovci) (Moyle i Cech, 2004). Od recentnih skupina riba u nadrazred čeljustousti spadaju tri razreda - Chondrichthyes (hrskavičnjače), Sarcopterygii (mesoperke) i Actinopterygii (zrakoperke), a u nadrazred besčeljusti spadaju dva razreda - Myxini (sljepulje) i Cephalaspidomorphi. Najuspješnija i najveća skupina riba nalazi se unutar razreda Actinopterygii (zrakoperke) koji se javlja u devonu, a tek u kambriju postaju dominantni u slatkim vodama i osvajaju morska staništa (Grande, 1998). Ribe su najbrojnija, najraznolikija, a ujedno i najslabije istražena skupina kralješnjaka (Mrakovčić i sur., 2006). Dominiraju u vodenim staništima u smislu biomase i uloge u hranidbenim mrežama (Holmlund i Hammer, 1999). Naseljavaju gotovo sva vodena staništa, uključujući hipersalina jezera, privremene lokve, termalne i alkalne izvore, anoksične močvare, špilje itd. (Helfman i sur., 1997). Velika je raznolikost riba i u morfologiji pa su poznate ribe čiji su odrasli dugački tek 8 mm, a u nekih hrskavičnjača dosežu veličinu i do 12 m. Neke ribe nemaju oči, neke nemaju ljuske, a peraje mogu biti modificirane ili nedostajati. Sve su to prilagodbe na različite uvjete života. Ribe su prilagođene i na različite vrste prehrane, neke su i paraziti na drugim vrstama ili čak na ženkama vlastite vrste. Velika je većina riba ektotermna, ali neki morski psi imaju razvijenu endotermiju (Nelson, 2006). Neke vrste riba imaju unutarnju oplodnju, neke pokazuju brigu za potomstvo, dok druge stvaraju milijune jajašaca te ih ostavljaju bez obzira na predatore (Nelson, 2006). Vrstama su najbrojnija skupina kralješnjaka te njihov broj čini više od polovice broja svih poznatih vrsta kralješnjaka (Nelson, 2006), a svake godine taj broj raste za oko 400 novih vrsta (Eschmeyer i Fong, 2009). Do sada je opisano oko 33 000 vrsta u skupini riba (Froese i Pauly, 2016), ali taj broj nije konačan jer mnogim skupinama riba brojnost vrsta raste zbog novoopisanih vrsta, dok s druge strane neke vrste vjerojatno izumiru i prije nego su opisane. Od ukupnog broja opisanih vrsta riba 58 % vrsta živi u moru, 41 % u slatkim vodama, a 1 % migrira između slatkih voda i mora tijekom životnog ciklusa (Cohen, 1970).

## **1.2. SLATKOVODNE RIBE U HRVATSKOJ**

Brojnost slatkovodnih ribljih vrsta u svijetu je oko četrnaest tisuća (Moyle i Cech, 2004; IUCN, 2015). Slatkovodna ihtiofauna Hrvatske je izrazito raznolika, a čini ju oko 140 vrsta, 52 endema od kojih je 17 stenoendema, čime se Hrvatska svrstava u jednu od zemalja s najvećom ihtiološkom raznolikosti u Europi. Razlog tome je zemljopisni položaj Hrvatske koji obuhvaća dva riječna sustava – jadranski i crnomorski, osebujna krška staništa, izoliranost staništa te zbog toga što južni dio Hrvatske, a posebice dalmatinska regija s jadranskim slijevom, nisu bili zahvaćeni procesom glacijacije. Na temelju dosadašnjih procjena ugroženosti, najugroženija skupina kralješnjaka su slatkovodne ribe, a razlozi tome su unos stranih vrsta, onečišćenje voda, regulacija vodotoka, uništavanje staništa, nedovoljna istraženost itd. Ukupno se 90 svojiti riba nalazi na popisu u Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske u različitim kategorijama ugroženosti (Mrakovčić i sur., 2006).

## **1.3. ENDEMI HRVATSKE IHTIOFAUNE**

Endemske su životinje organizmi s malenim i ograničenim arealom rasprostranjenosti pa ih nalazimo samo na pojedinim lokalitetima. Osim vrstama, Hrvatska je bogata i endemima, te se tako u hrvatsku slatkovodnu ihtiofaunu ubrajaju 44 endema Sredozemlja, od čega je čak 41 vrsta endem jadranskog slijeva. Staništa endema hrvatske ihtiofaune velikim su dijelom ovisna o krškim podzemnim vodama, pri čemu njihov najveći broj nalazimo u području od Istre do Dubrovnika s Gorskim Kotarom i Likom (Mrakovčić i sur., 2006; Čaleta i sur., 2015). Prema posljednjim podacima jadranski slijev na području Hrvatske nastanjuje 38 endemskih vrsta riba. U endeme dunavskog slijeva ubrajamo 12 vrsta (Čaleta i sur., 2015). Endemske su vrste izrazito vrijedne i čine važan dio svjetske bioraznolikosti. Mnoge od njih su ugrožene jer većina njih ima vrlo ograničena područja rasprostranjenosti i obično malu sposobnost prilagodbe na promjene vanjskih čimbenika te 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).

## **1.4. STADIJI RANOG RAZVOJA RIBA**

Brojni su znanstvenici razvoj riba podijelili na etape koje se razlikuju pojavom, odnosno nestankom određenih organa ili prelaskom na vanjski tip prehrane, brzinom alometrijskog rasta i sličnim ključnim događanjima. Zbog malog broja istraživanja nakon tzv. mladenačke faze, znanstvenici nisu usuglašeni kada točno ličinka prelazi u fazu mlade jedinke i koji je

korak ključan u prelasku iz embrija u ličinačku fazu (Balon 1956, Černy 1977, Paine i Balon, 1984, Holden i Bruton, 1995, Crawford i Balon, 1955). Prema Coppu i Kovaču (1996) ontogeneza ribljeg organizma se, osim morfoloških promjena, mora promatrati i kroz promjene u ekološkoj niši koju promatrana skupina zauzima te kroz promjene u fiziologiji i ponašanju. Prva je tzv. embrionska faza. Oplođena jajašca ostaju u embrionskoj fazi od trenutka oplodnje do izvaljivanja iz jajašca te još neko vrijeme dok traje hranjenje žumanjkom. Oplođena jaja su telolecitalnog tipa i u stadiju morule i blastule. Blastomere se odjeljuju od žumanjka - *vittelusa* i stoje na njemu u obliku kapljica. U toku gastrulacije žumanjak obrašta blastodiskom. U daljnjem toku razvoja embrionalna pločica djelomično obraste žumanjak, a na mjestu gastralnog zadebljanja postepeno se oblikuje zametak kao zadebljana ploča podijeljena na niz segmenata. Potom embrionalni disk potpuno obraste žumanjak i kod pomicanja krajeva zametka zamjećuje se otvor blastopora uz koji se priljubljuje kaudalni dio zametka. Na frontalnom kraju dolazi do oblikovanja glave, očiju, slušnog mjehurića i škržnih pukotina, a na stražnjem repnog izdanka. U isto vrijeme dolazi i do razvoja srca i krvožilnog sustava, pojavljuju se prsne peraje i nepodijeljena neparna peraja. Duljina boravka embrija u jajetu ovisi o brzini korištenja žumanjka i volumenu samog žumanjka koji varira kod različitih vrsta. Embrio iz jajašca uglavnom izlazi glavom probijajući opnu prednjim dijelom tijela, rep izlazi zadnji i pomoću njega se embrio izgurava van s lakoćom (Langeland i Kimmel, 1997), no moguć je i izlazak kaudalnim dijelom tijela kao kod primjerice vrste *Knipowitschia croatica* iz skupine Gobiidae (Zanella, 2007). Ovime završava prvi dio života unutar jajašca i počinje drugi dio tzv. predličinačka faza, nakon izlaska iz jajašca. Nakon toga, neposredno prije ulaska u ličinačku fazu, neko se vrijeme hrani na račun žumanjčane vrećice i ima nepodijeljene neparne peraje (leđna, repna i podrepna) s naglaskom na vrlo slabo oblikovanu repnu peraju. Žumanjčana vreća šuplja je tvorba koja nastaje u području blastocela i u početku komunicira s primitivnim crijevom. U riba, ptica i gmazova sadrži dosta žumanjka, kojim se zametak hrani (odakle i naziv). Ona je smještena ventralno, ispod glave. U početku ove faze usta, probavni sustav i anus su u ravnini i nisu prohodni (Rønnestad i sur., 2009). Glava je manja od tijela, a oči su velike i nediferencirane, a često i bez pigmentata. Otoliti se razvijaju lateralno na glavi, no još uvijek nema otvora krajnje frontalno, kao ni unutarnjih nosnih pregrada. Krajem ove faze anus i usta se otvaraju, a oči postaju pigmentirane. Poslije reapsorpcije žumanjčane vreće, što označava kraj ove faze, kod ličinke se javljaju trbušne peraje i diferencirane neparne peraje, s čestim iznimkama, ovisno o vrsti te ona dobiva izgled male ribe (Sæle i sur., 2009). U toj trećoj fazi, tzv. ličinačkoj, hranjenje kreće iz vanjskih izvora i ne odvija se preko *vittelusa* jajašca ili žumanjčane vreće,

već ličinka konzumira organske tvari iz okoline i nutrijenti prolaze obradu od ulaska kroz usta, preko probave u crijevu, do izbacivanja izmeta kroz analni otvor (Gilbert, 2000). Nakon ove faze dolazi do mladenačke faze koja se odlikuje razvojem ljustaka i bočne pruge i dovršavanjem cirkulacijskog sustava. U fazi nakon ove nastupa spolna zrelost i mogućnost periodičkog mrijesta te pojava sekundarnih spolnih karakteristika. Posljednje dvije faze kod nekih riba nisu razdvojene. U zadnjoj fazi dolazi do stagnacije seksualne aktivnosti koja nakon nekog vremena u potpunosti prestaje.

## **1.5. OPĆE KARAKTERISTIKE ŠARANKI**

### **1.5.1. Rasprostranjenost šaranki**

Šaranke (Cypriniformes) red su riba iz razreda zrakoperki sa najvećom rasprostranjenosti u jugoistočnoj Aziji, dok prirodno nisu rasprostranjene samo u Australiji i Južnoj Americi. Red sadrži šest porodica, 321 rod sa oko 3 268 vrsta. Dvije trećine vrsta iz reda šaranki čini porodica Cyprinidae (šarani) koja dominira slatkim vodama Sjeverne Amerike, Afrike i Euroazije (Nelson, 2006). Naknadno su neke vrste unesene i na Madagaskar, u Australiju, Novi Zeland i Južnu Ameriku gdje porodica nije prirodno rasprostranjena (Kottelat & Freyhof, 2007). To je najveća porodica uglavnom slatkovodnih riba sa oko 2 100 vrsta (Kottelat & Freyhof, 2007) koje se međusobno razlikuju po obliku tijela, staništu u kojem žive te načinu života.

### **1.5.2. Morfologija šaranki**

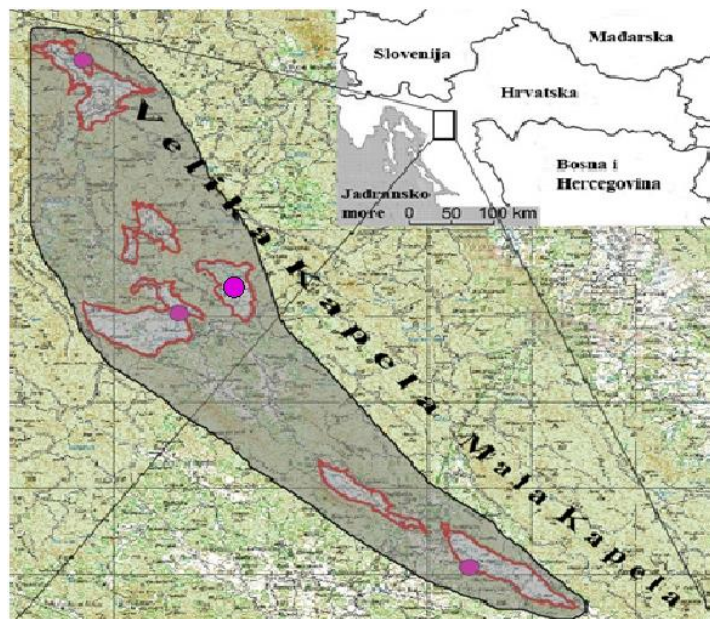
Kao i cijeli red kojemu porodica pripada, od ostalih skupina riba razlikuju se po tome što pripadnici ove porodice nemaju zube u čeljustima, ali imaju ždrijelne zube kojima usitnjuju hranu trljajući je o nastavak na zatiljnom dijelu lubanje (Kottelat & Freyhof, 2007). Posebna biološka značajka gotovo cijele porodice jest tolerancija na velike promjene u količini otopljenoga kisika te tolerancija na velike temperaturne raspone. Kada je prehrana u pitanju, porodica šarana iznimno je raznovrsna pa se ove ribe hrane na svim trofičkim nivoima pa se tako ovisno o vrsti, hrane biljkama, fitoplanktonom, zooplanktonom, detritusom pa i drugim ribama (Billard, 1999). Šaranke imaju cikloidne ili okruglaste koštane ljuste, a većina vrsta nema ljustaka na području glave. Većinom nemaju masnu peraju, a u leđnoj i podrepnoj peraji obično imaju bodljaste šipčice (Nelson, 2006). Posebnost riba iz ovog reda je što posjeduju sustav koščica tzv. Weberov aparat koji omogućuje prenošenje zvuka povezujući plivaći mjehur i unutrašnje uho (Berra, 2001). Po postanku, Weberov uređaj čine odijeljeni dijelovi

četiri ili pet prednjih kralješaka, koji omogućuju ovim životinjama bolji sluh, osobito koristan noću ili u mutnim vodama. Upravo je ta struktura možda jedan od glavnih razloga zašto su šaranke dominantne u plitkim, slatkim vodama, te što ih nema u morskim staništima. Weberov aparat služi za izbjegavanje predatora, ima ulogu u ponašanju te pomaže kod grupiranja jedinki jedne vrste (Billard, 1999). Još jedna karakteristika vrsta iz ovoga reda je da najčešće imaju produživu gornju čeljust (Nelson, 2006). Vode u kojima borave pripadnici porodice Cyprinidae manje su bistre (za razliku od primjerice pripadnika porodice Salmonidae), stoga im je mozak više specijaliziran za osjet kemorepcije (okusa i mirisa). *Tectum* vidnog sustava podjednako je velik kao i rhombocephalički dio režnja koji je u vezi sa nepcem, jezikom i ždrijelom – funkcionalnim dijelovima sustava za okus (Pavić i sur., 2009). Kod šaranki je povećan i facijalni režanj koji obrađuje osjet koji dolazi s kemoreceptornih pupoljaka smještenih izvan usne šupljine (zajednički osjet ljudskog poimanja osjeta okusa i njuha).

## 1.6. PODRUČJE RASPROSTRANJENOSTI VRSTE

### 1.6.1. Geografski smještaj

Rod *Telestes* čine isključivo slatkovodne ribe, naseljavaju staništa od brdskih i planinskih potoka i jezera do nizinskih potoka, a nekolicina ih ima ograničeno područje rasprostranjenosti, te su neke nestale sa pojedinih lokaliteta tijekom posljednjih desetljeća. Najčešće su prisutne u istočnom dijelu jadranskog slijeva (Kottelat & Freyhof, 2007).



Slika 1. Područje rasprostranjenosti vrste *Telestes karsticus*

Kapelska svijetlica stenoendemska je vrsta dunavskog slijeva i rasprostranjena je samo u četiri krška polja: Stajničko polje, polje Lug, Jasenačko polje te Drežničko polje (Marčić i sur., 2011; Marčić, 2013). Stajničko se polje proteže s južne strane obronaka Male Kapele. Sa sjeverne strane nalaze se vrhovi Kapele: Veliki panos (1 079 mnm) i Oštri vrh (1 164 mnm). Širina polja je od 200 do 1000 m, smješteno je na visini od 482 do 505 metara nadmorske visine, a ukupna mu je površina 63 km<sup>2</sup>. Pripada Ličko-senjskoj županiji, općini Brinje (Tominac, 2004), dok Jasenačko polje i polje Lug pripadaju Karlovačkoj županiji te su u sastavu grada Ogulina (Petrović, 2005). Drežnica je mjesto u Karlovačkoj županiji, u sastavu grada Ogulina, točno na granici geografskih područja Like i Gorskog Kotara. Pripada makroregiji Gorske Hrvatske koja je reljefno najviša makroregija u Hrvatskoj. Drežnica je smještena na trima krškim poljima među kojima je i polje Lug, kojim protječe potok Sušik (Bognar i sur., 1975). Prema sjeverozapadu, između Velike Kapele, Bjelolasice i Jasenačke kose, na 628 metara nadmorske visine nalazi se Jasenačko polje površine 2,5 km<sup>2</sup>, s naseljem Jasenak kao dio Velikokapelskog međuprostora i treće najviše stepenice na prostoru Grada Ogulina (Petrović, 2005).

### **1.6.2. Geološka obilježja**

Istraživani lokalitet pripada krškom području Dinarida koje karakterizira mnoštvo ponora, spilja, škrapa i ponikva. Geološku podlogu čine karbonatne stijene (vapnenci i dolomiti) malmske starosti. Malm ili gornja jura epoha je iz geološkog razdoblja jure koja je trajala od prije 161 do 146 milijuna godina (Matićec i sur., 1997). Na Drežničkom međuprostoru nema većih područja s nepropusnim geološkim slojevima te je stoga krški karakter reljefa i hidrografije vrlo izražen (Bognar i sur., 1975). Polje Lug karakteriziraju mnogobrojni ponori nastali kao rezultat neotektonske reaktivacije rasjeda koji postankom datiraju iz razdoblja tercijara (Matićec i sur., 1997). Krš u Hrvatskoj reljefna je specifičnost kakva ne postoji nigdje drugdje u Europi, a prema nekim procjenama krš u Hrvatskoj zauzima 52 % površine, odnosno 29,350 km<sup>2</sup>, zauzima čitavu obalu Hrvatske te zadire i u kontinentalni dio (Božičević, 1992).

### **1.6.3. Biološka obilježja**

Jedinke analizirane u ovome istraživanju potječu iz akvarijskog mrijesta u kojem su uspješno izmriještene jedinke iz potoka Sušik u polju Lug. Potok Sušik ponornica je koja protječe krškim poljem na nadmorskoj visini od 463 m i čija je duljina toka oko 5 km, širina potoka

varira od 2 do 10 m. Vodostaj potoka nije stalan tijekom godine pa je nakon otapnja snijega ili velikih kiša na pojedinim dijelovima dubina potoka veća od 2 m, a ljeti, kada potok djelomično presušuje, niža je od 20 cm (slika 2.a i 2.b).



**Slika 2.a)** Potok Sušik za vrijeme visokog vodostaja



**Slika 2.b)** Potok Sušik za vrijeme niskog vodostaja

Potok teče tek kad je vodostaj veći od 20 cm (prema podacima DHMZ-a). Pojedini dijelovi potoka, gdje je korito produbljeno i prošireno, ljeti ne presušuju. Prema podacima DHMZ-a



mjerne postaje Tomići srednja vrijednost godišnjeg maksimuma vodostaja za razdoblje od 1985. do 2010. godine je 249 cm, a minimumi su zabilježeni kada potok presuši. U 2007. godini maksimum vodostaja zabilježen je u prosincu i iznosio je 258 cm, a od svibnja do kolovoza potok je presušio. U rujnu te godine maksimum vodostaja je iznosio 223 cm. U travnju 2008. minimum vodostaja iznosio je 25 cm. Potok nema stalan protok vode. Na mjernoj postaji Tomići za razdoblje od 1985. do 2010. godine izmjerena srednja vrijednost godišnjeg maksimuma protoka vode iznosila je 13,8 m<sup>3</sup>/s u studenome, dok srednja vrijednost godišnjeg srednjaka ima 2 maksimuma i iznosi 2,5 m<sup>3</sup>/s u prosincu i 1,6 m<sup>3</sup>/s u travnju. Minimum višegodišnjeg srednjaka je u srpnju i kolovozu kada potok ne teče (0 m<sup>3</sup>/s). Obale potoka su obraštene drvećem i grmolikim višim biljem. Dno potoka sačinjeno je od kamenja, pijeska i mulja, a mjestimično je prisutna i vodena vegetacija. Potok je podložan antropogenom utjecaju. Na uzvodnom dijelu potoka kod mosta izgrađena je retencija koja zadržava vodu u potoku duže nego što bi se prirodno zadržala (Slika 3.). Kapelska svijetlica je jedina vrsta ribe koja je zabilježena na ovome lokalitetu te se može reći da za sada jedino ona čini ihtiofaunu potoka Sušik (Marčić i sur., 2011). Od ostalih vodenih kralješnjaka pristuni su: smeđa krastača (*Bufo bufo* (L. 1758)), bjelouška (*Natrix natrix* (L. 1758)), velika zelena žaba (*Pelophylax ridibundus* (Pallas 1771)), pjegavi daždevnjak (*Salamandra salamandra* (L. 1758)), planinski vodenjak (*Mesotriton alpestris* (Laurenti 1768)) i mali vodenjak (*Lisotriton vulgaris* (L. 1758)).

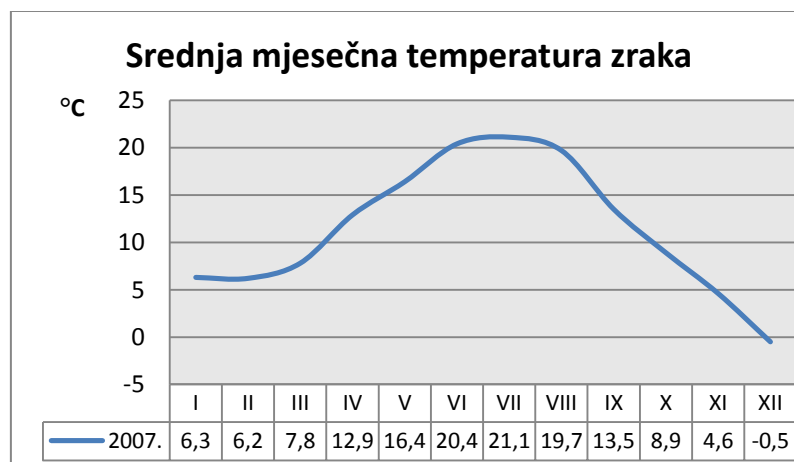


**Slika 3.** Pregrada na potoku Sušik



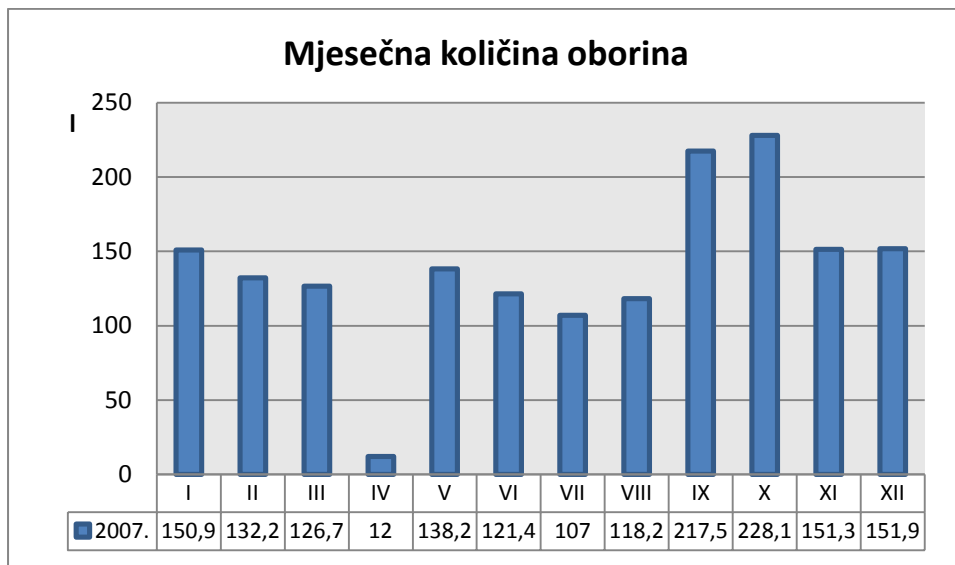
#### 1.6.4. Klimatska i hidrološka obilježja

Na klimu Gorske Hrvatske utječe reljef, Velebit i rubne obalne planine Gorskog kotara sprječavaju širenje toplinskog utjecaja Jadranskog mora u unutrašnjost, dok velika nadmorska visina utječe na povećanje količine padalina (Šegota, 1975; Njegač, 2002). Gorska Hrvatska pripada umjerenoj toploj vlažnoj klimi s toplim ljetom (Šegota i Filipčić, 2003). Prema E. E. Fosteru, iz odnosa srednjih mjesečnih oborina i srednjih mjesečnih temperatura za klimatološku postaju Ogulin, područje odlikuju sljedeće klimatske značajke: od lipnja do kolovoza prevladava humidna klima, dok u ostalom dijelu godine prevladava vrlo vlažna klima. Siječanj ima hladnu klimu, veljača, ožujak, studeni i prosinac imaju svježju klimu, dok rujan, listopad, svibanj i lipanj imaju blagu klimu, a samo u srpnju i kolovozu je prisutna topla klima (Sečen i Mišetić, 1999). Ljeta su vruća, sparna, ponekad se javlja pljusak praćen grmljavinom, dok su zime duge, hladne, no ponekad s naglim zatopljenjima. Još je karakteristična i velika razlika dnevne i noćne temperature, što rezultira pojavom rose ljeti, a u prijelaznim razdobljima i zimi pojavom snažnog jutarnjeg mraza. Temperatura pada s visinom reljefa od obale prema grebenu Velebita i prema Velikoj Kapeli. Minimalna temperatura zabilježena u gradu Ogulinu iznosila je  $-28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a maksimalna  $+39,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Petrović, 2005). Prema podacima DHMZ-a za temperaturu zraka izmjerenu na meteorološkoj postaji Ogulin za razdoblje između 1960. i 1988. godine najniže su temperature zabilježene u siječnju ( $-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), a najviše u srpnju ( $21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Sečen i Mišetić, 1999), dok je tijekom 2007. godine najniža zabilježena temperatura u prosincu ( $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), a najviša u srpnju ( $21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Slika 4.). Prosječne zimske temperature spuštaju se malo ispod  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dok ljetne ne dosežu  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Slika 4.** Srednja mjesečna temperatura zraka za 2007. godinu prema podacima DHMZ-a izmjenjenim na meteorološkoj postaji Ogulin

Količina oborina (slika 5.) u ovoj makroregiji za naše podneblje je izrazito visoka, prosječna temperatura zraka relativno niska, vlažnost zraka visoka, a isparavanje s vodene površine relativno nisko. Prosječna se godišnja količina oborina kreće od 1300 mm na jugoistoku do 2300 mm na sjeverozapadu. Najviše oborina padne u studenom i prosincu, a najmanje u srpnju. Prema podacima DHMZ-a kišomjerne stanice Jezerane srednja godišnja količina oborina za razdoblje između 1963. i 1994. godine iznosi 1238 mm (Sečen i Mišetić, 1999). Za 2007. godinu, prema podacima meteorološke postaje Ogulin, najviše oborina izmjereno je u listopadu (228.1 l), najmanje u travnju (12.0 l), a godišnja količina oborina iznosila je 1655.4 l (Slika 5.). Bitne hidrografske osobine Drežničkog međuprostora, koje se pojavljuju kao posljedica izrazitih krških karakteristika i propusnosti terena, su oskudica vode ljeti, poplave u proljeće i jesen te razvijene podzemne vodne veze (Bognar i sur., 1975).



**Slika 5.** Mjesečna količina oborina za 2007. godinu prema podacima DHMZ-a izmjerenim na meteorološkoj postaji Ogulin

Iako se nalazi blizu mora, Gorska Hrvatska ima umjereno kontinentalnu klimu, a klima najviših dijelova (iznad 1500 m) ima oštirija, planinska obilježja (Njegač, 2002).

## 1.7. OPĆE KARAKTERISTIKE KAPELSKE SVIJETLICE

### 1.7.1. Sistematika vrste

Prikazana je sistematika pripadnosti vrste za kapelsku svijeticu (*Telestes karsticus* Marčić i Mrakovčić, 2011).

Carstvo: **ANIMALIA** – životinje

Koljeno: **CHORDATA** – svitkovci

Potkoljeno: **VERTEBRATA** – kralješnjaci

Nadrazred: **GNATHOSTOMATA** – čeljustousti

Razred: **ACTINOPTERYGII** – zrakoperke

Nadred: **TELEOSTEI** – prave koštunjače

Red: **CYPRINIFORMES** – šaranke

Porodica: **Cyprinidae**, potporodica: **Leuciscinae**

Rod: *Telestes* Bonaparte, 1837

Vrsta: *Telestes karsticus* Marčić i Mrakovčić, 2011 – kapelska svijetlica

Vrste roda *Telestes* pripadaju u potporodicu Leuciscinae koja čini najveću europsku potporodicu ciprinida (Kottelat i Freyhof, 2007). Potporodica Leuciscinae široko je rasprostranjena cijelom sjevernom Euroazijom, Sjevernom Amerikom i sjevernom Afrikom. 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, nikada nemaju brkove, a ždrijelni su im zubi poredani u jednom ili dva reda (Kottelat i Freyhof, 2007). Odnosi unutar skupine Leuciscinae daleko su od razrješenja te su tako mnoge vrste premiještane tijekom zadnjih desetljeća uslijed razvijanja novih molekularnih metoda (Kottelat, 1997). Rod *Telestes* dugo je vremena smatran kao podrod roda *Leuciscus*, ali su Ketmaier i sur. (1998) vratili 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, a kasnije je većina europskih autora preuzela naziv ovog roda prema Berg (1932) te 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*, a to su: *T. beoticus* (Stephanidis, 1939), *T. croaticus* (Steindachner, 1866), *T. dabar* (Bogutskaya, Zupančić, 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. prikazano je osam vrsta koje dolaze u Hrvatskoj (Mrakovčić i sur., 2006; Marčić i sur., 2011, Bogutskaya i sur., 2012).

**Tablica 1.** Popis vrsta roda *Telestes* koje obitavaju u slatkim vodama Hrvatske

Latinski naziv	Hrvatski naziv	Sinonimi
<i>T. souffia</i>	blstavac	<i>Condrostoma rysela</i> , <i>Leuciscus souffia</i> , <i>Leuciscus agassii</i> , <i>Leuciscus souffia souffia</i> , <i>Telestes rysela</i>
<i>T. polylepis</i>	svijetlica	<i>Leuciscus polylepis</i>
<i>T. karsticus</i>	kapelska svijetlica	<i>Leuciscus polylepis</i> , <i>Telestes polylepis</i>
<i>T. croaticus</i>	hrvatski pijor	<i>Paraphoxinus croaticus</i> , <i>Phoxinellus croaticus</i>
<i>T. fontinalis</i>	krbavska gaovica	<i>Phoxinellus adpersus fontinalis</i> , <i>Phoxinellus fontinalis</i>
<i>T. tursky</i>	turski klen	<i>Leuciscus tursky</i> , <i>Squalius tursky</i>
<i>T. ukliva</i>	cetinska ukliva	<i>Leuciscus ukliva</i> , <i>Squalius ukliva</i>
<i>T. miloradi</i>	gatačka gaovica	<i>Paraphoxinus metohienesis</i> , <i>Phoxinellus metohienesis</i> , <i>Telestes metohiensis</i>

### 1.7.2. Opća obilježja roda *Telestes*

Rod *Telestes* endemski je rod za Euromeditransku podregiju (Ketmaier i sur., 1998). Vrste ovoga roda žive isključivo u slatkovodnim vodama, prilagođene su na hladnovodne uvjete i moglo bi ih se svrstati u zonu lipljena, a to 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 te je većina rasprostranjena u rijekama koje se slijevaju u istočni Jadran (Kottelat i Freyhof, 2007). Izražena tamna linija koja se proteže duž bokova tijela od oka do kraja repnog drška i crna crta koja se proteže duž bočne pruge su najupečatljivije značajke ovog roda. Tamna linija nije uvijek jasno izražena kod živih jedinki, dok je kod konzerviranih primjeraka jasno izražena. Ostale značajke roda *Telestes* su: cjelovita bočna pruga, završna ili poludonja (subterminalna) usta, ledna peraja

koja je u odnosu na trbušne peraje smještena malo iza početka trbušnih peraja, nedostatak grebena koji nije pokriven ljuskama na sredini trbušnog dijela ispred analnog otvora,  $7 - 10_{1/2}$  razgranatih šipčica u podreпноj peraji i  $7 - 8_{1/2}$  razgranatih šipčica u leđnoj peraji. Glava je relativno mala, a tijelo je izduženo i blago bočno spljošteno. Leđni dio tijela je tamnosmeđe do tamnosive, a trbuh srebrnkastobijele boje. Peraje su pri osnovici žućkaste do lagano narančaste boje, a bokovi su ispod pruge i trbuh sivo-bijeli. Čitavo je tijelo, osim glave, prekriveno ljuskama. Kod vrsta *T. croaticus*, *T. fontinalis* i *T. metohiensis* ljuske su reducirane i međusobno se ne dodiruju (Kottelat i Freyhof, 2007).

### 1.7.3. Morfologija vrste



foto: P. Mustafić

**Slika 6.** Kapelska svijetlica (*Telestes karsticus* Marčić i Mrakovčić, 2011)

Kapelska svijetlica relativno je mala riba maksimalne totalne duljine tijela do 153 mm. Tijelo joj je izduženo, bočno spljošteno i pokriveno tankim, sitnim ljuskama. Ljuske koje se nalaze na području između donjeg dijela glave i prsnih peraja te između trbušnih peraja se ne preklapaju. Leđa su joj tamnosive boje, a trbuh srebrnkastobijel, ali obojenost može varirati ovisno o podlozi na kojoj živi. Duž bokova, od oka do kraja repnog drška, proteže se tamna linija koja nije uvijek jasno izražena kod živih jedinki, dok je kod konzerviranih primjeraka jasno izražena. Bočna pruga je kontinuirana i duž nje proteže se tanka, crna, izražena linija. Broj ljusaka u bočnoj pruzi (središnji lateralni niz) je  $45 - 65$ , najčešće  $49 - 62$ . Broj ljusaka transverznog niza između bočne pruge i prednjeg ruba trbušne peraje jest  $6_{1/2} - 7_{1/2}$  (Marčić i

sur., 2011). Duljina glave stane oko 4 puta u standardnu duljinu tijela. Najveća visina tijela je ispred leđne peraje. Gubica je zaobljena i malo se proteže preko gornje usne. Usta su poludonja (subterminalna), bez brkova. Oči su prilično velike i smještene bliže vrhu glave. Promjer oka je 3,5 do 4 puta manji od duljine glave. Ždrijelni zubi organizirani su u dva reda: 5.2 – 2.4. Perajne formule su sljedeće: D II  $7\frac{1}{2}$  –  $8\frac{1}{2}$ , A II – III  $8\frac{1}{2}$  –  $9\frac{1}{2}$ , V I (6)7, P I 12 – 15, C (16)17(18). Stražnji rub leđne, prsnih i trbušnih peraja je konveksnog oblika, dok je stražnji rub podrepne peraje ravan, a kraj repne peraje je račvast sa zaobljenim vrhovima. Leđna peraja smještena je iza polovice duljine tijela. Perajne šipčice su pigmentirane, a ponekad je pigmentacija prisutna također i na koži između njih. Iznimku čine podrepna i trbušne peraje koje su bez pigmenata. Na bazi prsnih peraja nalaze se narančaste mrlje, dok su na bazama podrepne i trbušnih peraja prisutni samo tragovi narančastog obojenja. Broj škržnih šipčica u prvom škržnom luku je 9 do 11. Donedavno su populacije ove vrste smatrane vrstom *T. polylepis* Steindachner 1866, koja je također hrvatski stenoendem. *T. polylepis* je u posljednje vrijeme zabilježena u vodama Stajničke jaruge, jame Rupećice, polja Jasenak, te u Šmitovom jezeru, što pokazuje veliko smanjenje područja rasprostranjenosti u odnosu na povijesne podatke (Marčić i sur., 2011). U Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske (Mrakovčić i sur., 2006.), *T. polylepis* je svrstana u kategoriju kritično ugrožene vrste (CR) zbog stalnog smanjivanja iznimno malog područja rasprostranjenosti, smanjivanja kakvoće staništa te sve većeg antropogenog pritiska na podzemna krška staništa u kojima boravi dio godine. Tijekom utvrđivanja stanja populacija za potrebe izrade akcijskog plana zaštite, uzimani su uzorci sa svih do tada zabilježenih staništa vrste *T. polylepis*, te su provedene morfološke i genetičke analize. Rezultati su pokazali da u istraživanom području postoje dvije različite vrste koje su do tada smatrane vrstom *T. polylepis* (Marčić i sur., 2011). Tada je *T. karsticus* izdvojen kao nova vrsta. *T. karsticus* morfološki se razlikuje od *T. polylepis* u ukupnom broju ljustica u bočnoj pruzi, broju škržnih šipčica te obliku stražnjeg ruba podrepne peraje (Marčić i sur., 2011).

#### **1.7.4. Reproduktivne značajke i način života**

Istraživanjem kapelske svijetlice iz potoka Sušik utvrđeno je da ženke imaju veću zabilježenu maksimalnu standardnu duljinu tijela od mužjaka te imaju veću srednju vrijednost standardne duljine tijela pa se može zaključiti da su ženke u prosjeku veće od mužjaka (Marčić, 2013). Veće ženke sposobne su proizvesti veći broj jajašaca i tako povećati reproduktivni uspjeh (Anderson, 1994). Najveća je totalna duljina tijela kapelske svijetlice u potoku Sušik iznosi 146 mm, a najveća je totalna duljina kapelske svijetlice 152,6 mm iz Stajničkog polja.

Istraživanjem je također utvrđeno da je najbrojnija starosna kategorija kapelske svijetlice 1<sup>+</sup>, a starije postepeno opadaju u brojnosti, dok je najveća starosna kategorija bila 5<sup>+</sup>, a sačinjavala ju je samo jedna ženka. Kapelska svijetlica spada u skupinu sveždera, što je zaključeno na temelju omjera duljine probavila, također je ustanovljeno da porastom standardne duljine tijela raste i duljina probavila pa se zaključilo da nema drastičnih promjena u prehrani tijekom života ove vrste. Istraživanjem kvalitativnog sastava prehrane utvrđeno je da je ova vrsta eurifagni omnivor. U prehrani svijetlice dominiraju vodeni kukci, ali vrsta ne pripada insektivorima, 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, a takvom načinu hranjenja odgovaraju i subterminalna usta kakva ima i svijetlica. U prehrani velikih jediniki zabilježen je i kanibalizam što upućuje na to da vrsta jede svu moguću dostupnu hranu (Marčić, 2013), što nije neuobičajeno kod riba jer 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). Kapelska svijetlica mrijesti se od kraja ožujka do početka svibnja s vrhuncem u travnju, što se slaže s vremenom mrijesta i drugih vrsta iz roda *Telestes*. U mrijesnom razdoblju kapelske svijetlice iz potoka Sušik prisutan je spolni dimorfizam, utvrđeno je da mužjaci imaju mrijesne kvržice po glavi i bokovima, a na ženkama su uočljivi deblji trbusi. Ponašanje na mrijestu 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. Istraživanjem je također utvrđeno da je prirodna smrtnost mužjaka kapelske svijetlice iz potoka Sušik veća od prirodne smrtnosti ženki (Marčić, 2013).

### **1.7.5. Status ugroženosti**

Kapelska svijetlica endem je dunavskog slijeva i hrvatski endem, ona je ugrožena autohtona vrsta te je kao takva osobito osjetljiva na promjene okolišnih čimbenika. Prema IUCN kategorizaciji kapelska svijetlica spada u kategoriju ugroženih svojti (EN), a ugrožavaju je uzimanje vode i zagađenje te potencijalno unos salmonidnih vrsta (Freyhof, 2013).

## 1.8. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je doznati nove do sada nepoznate podatke o morfologiji, merističkim podacima i razvoju ličinke kapelske svijetlice. Svako novo saznanje o ovoj vrsti doprinosi boljem poznavanju njene biologije i ekologije te tako omogućuje kvalitetniju zaštitu. Praćenjem razvoja ličinke kapelske svijetlice želi se ustanoviti postoje li značajne morfološke razlike unutar nasumično odabranih uzoraka tijekom istog proteklog perioda razvoja svake ličinke te približno definirati vrijeme ključnih opažljivih morfoloških promjena na tijelu. Pokušat će se opisati obrazac brzine rasta i brzina razvoja organa, prikazati fotografijama te dovesti u vezu s uvjetima na prirodnom staništu nalazišta vrste.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. LABORATORIJSKA ANALIZA

Jedinke analizirane u ovome istraživanju potječu iz akvarijskog mrijesta u kojem su uspješno izmriještene jedinke iz potoka Sušik u polju Lug. Rani je razvoj opisan u koracima kroz 55 dana praćenja nakon izvaljivanja za jedinke iz 2008. te kroz 16 dana praćenja za jedinke iz 2010. godine. Za pojedini korak nasumično je uzorkovano pet jedinki koje su konzervirane u 4 % otopini formaldehida i pregledavane i izmjerene pomoću lupe (Zeiss Stemi 2000-C) s mikrometarskim okularom do točnosti od 0,01 mm bez seciranja. Osnovne ihtiološke morfometrijske i merističke mjere, modificirane prema Kovač (2000), pridružene su svakoj jedinci, ovisno o stupnju razvijenosti. Dobiveni su podaci statistički obrađeni u programu MS Excel 2007. Opisno su zabilježene fenološke karakteristike jedinki poput oblika tijela, pojačavanja pigmentacije te pojave i nestanka organa.



**Slika 7.** Lupu Zeiss Stemi 2000 – C, fotografija: Matija Opašić



## 2.2. MORFOLOŠKE ANALIZE

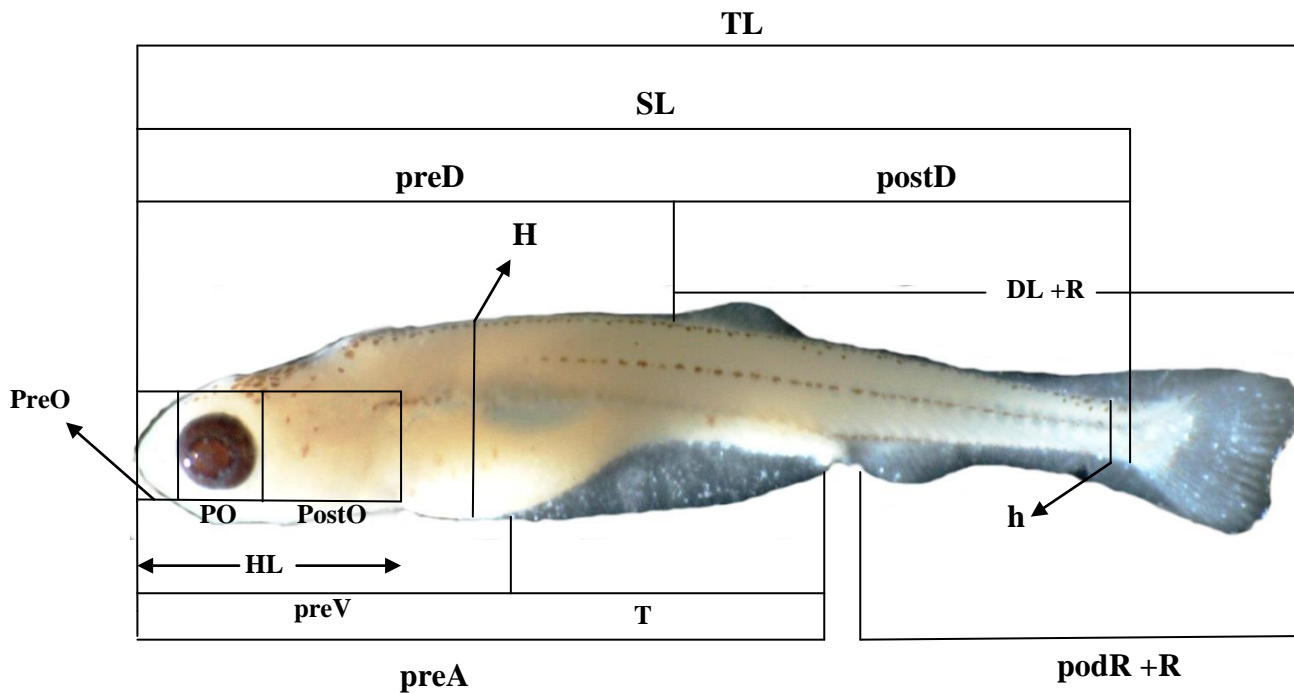
Proučavanje morfologije vrste *T. karsticus* obuhvatilo je tri tipa ihtioloških značajki – merističke, morfometrijske i fenološke. Merističke su značajke strukture koje se mogu prebrojati i koje se uzastopno ponavljaju (razgranate i nerazgranate šipčice u perajama i sl.). Morfometrijske značajke se odnose na duljine dijelova tijela i udaljenosti između pojedinih dijelova. Fenološke značajke odnose se na opisivanje vanjskog izgleda ribe, posebice detalja koji imaju taksonomsku vrijednost unutar skupine, pa se tako s razvojem uočavaju pojava i nestajanje organa, promjene boje, pojačanja pigmentacija i sl. Kod morfometrijskih značajki pojedinih riba, uz genetske čimbenike, važni su i ekološka obilježja staništa i smještaj unutar ekološke niše (Meffe, 1990). Veličina i oblik tijela može varirati unutar vrste, ovisno o genima jedinke i ekološkim čimbenicima, kao što su temperatura i dostupnost hrane (Wimberger, 1992). Kod nejednakosti u veličinama dijelova tijela među jedinkama unutar nekog uzorka, varijacije u obliku tijela povezane su s varijacijama u veličini tijela jedinke (Leonart i sur., 2000) te je stoga potrebno izmjerene duljine pretvoriti u postotke u odnosu prema primjerice, standardnoj duljini tijela, kako bi analiza oblika bila oslobođena efekta veličine i spriječila kriva tumačenja rezultata (Leonart i sur., 2000; Pollar i sur., 2007). Tako su neka dužinska mjerenja izražena postotnim udjelom u odnosu na standardnu duljinu ribe (Safner, 1998; Treer i sur., 2000; Geri i sur., 1995), osim mjera na glavi ribe koje su izražene postotnim udjelom u odnosu na duljinu glave (Kovač, 2000). Pojedine su merističke karakteristike određivane promatranjem kroz lupu tijekom mjerenja samo kod jedinki s odmaklim stupnjem razvoja, a neke naknadno na temelju fotografija načinjenih pomoću fotoaparata preko lupe.

## 2.3. MORFOMETRIJSKE ZNAČAJKE

Osnovne ihtiološke merističke i morfometrijske mjere modificirane su prema Kovač (2000). Napravljena je analiza 71 jedinke kojima je izmjereno ukupno 15 karakterističnih duljina na tijelu prema mogućnostima, ovisno o razvijenosti jedinke. Duljina prsne peraje nije određivana zbog slabe vidljivosti i razvijenosti te djelomične oštećenosti na većini jedinki. Leđna i repna peraja, kao i podrepna s repnom perajom, mjerene su u kontinuitetu zbog sraštenosti u danima promatranja razvoja ličinke ove vrste. U početnim stadijima razvoja mjerena je i duljina žumanjčane vreće jedinki.

**Tablica 2.** Oznake i nazivi morfometrijskih značajki mjenjenih na vrsti *T. karsticus*

OZNAKA	HRVATSKI NAZIV (OPIS)
TL	ukupna duljina tijela
SL	standardna duljina tijela (od vrha gubice do početka repne peraje)
preO	duljina gubice
PO	promjer oka
postO	duljina zaočnog prostora
HL	duljina glave
preA	preanalna duljina
preV	predtrbušna duljina
T	duljina trbušne peraje
podR + R	duljina baze podrepne i repne peraje u kontinuitetu
DL + R	duljina baze leđne i repne peraje u kontinuitetu
postD	postdorzalna duljina
preD	predorzalna duljina
H	najveća visina tijela
h	visina repnog drška



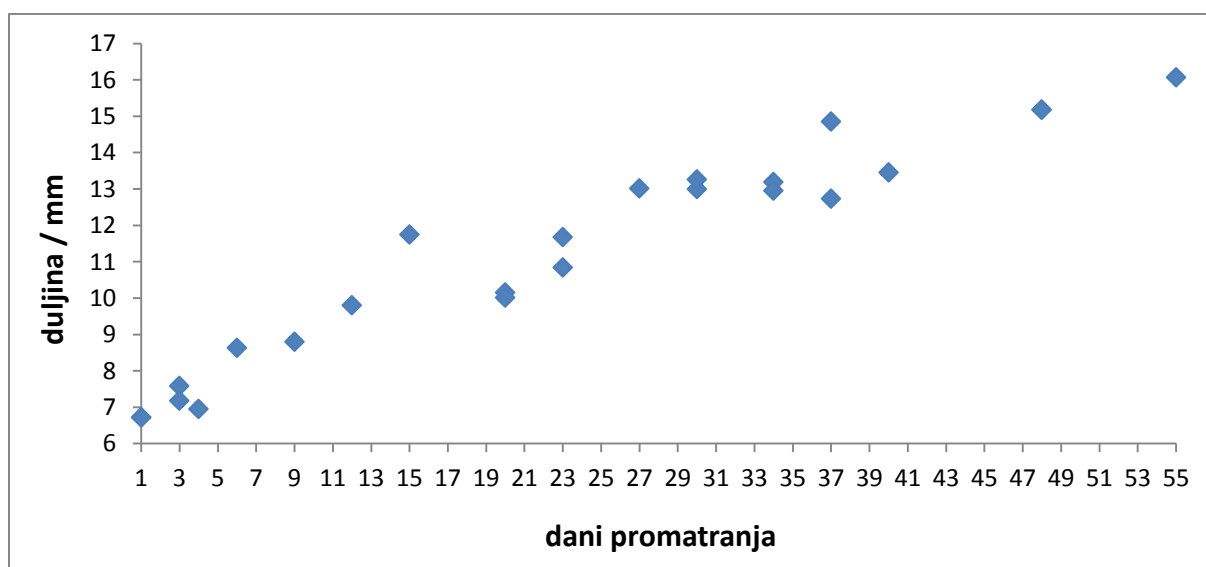
**Slika 8.** Shema morfometrijskih značajki mjenjenih na vrsti *T. karsticus*

## 2.4. MERISTIČKE ZNAČAJKE

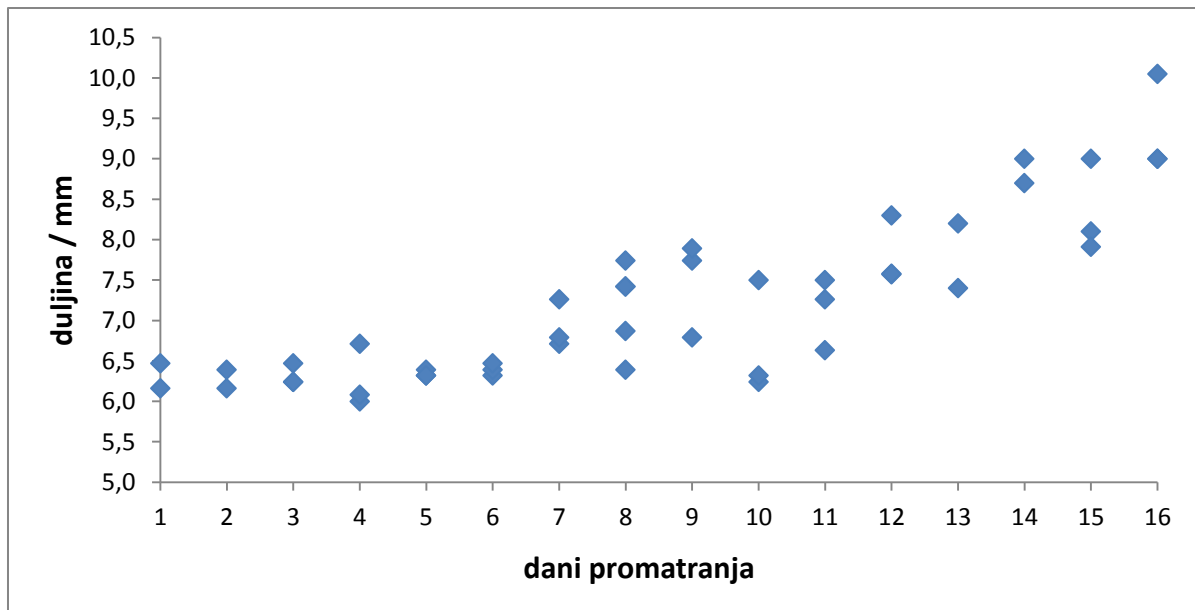
Merističke osobine, za razliku od morfometrijskih, imaju znatno veći stupanj nasljeđivanja (Tomljanović i sur., 2011). Razlike u merističkim mjerama, uz genetske razloge, postoje i zbog utjecaja antropogenih faktora, zbog različitih tipova ekosustava (Dimovski i Grupče, 1975). Merističke značajke kapelske svijetlice u ovom istraživanju su određivane samo jedinkama pred kraj promatranja zbog nedovoljne segmentiranosti perajnih šipčica u embrija i ličinaka na ranijem stupnju razvoja. Prebrojane su šipčice u malom dijelu leđne i podrepne peraje u kojem je jasno izražena segmentacija. Kod nekih jedinki bilo je moguće brojati i šipčice u repnoj peraji.

## 3. REZULTATI

### 3.1. ANALIZA I PRIKAZ MORFOMETRIJSKIH PODATAKA

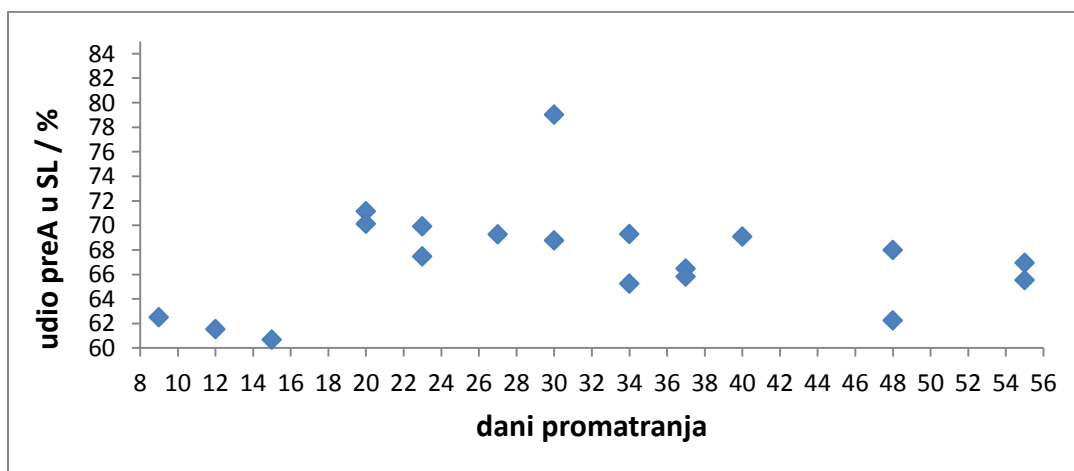


**Slika 9. a)** Vrijednost promjene standardne duljine tijela ličinki kapelske svijetlice kroz dane promatranja za jedinke iz 2008. godine

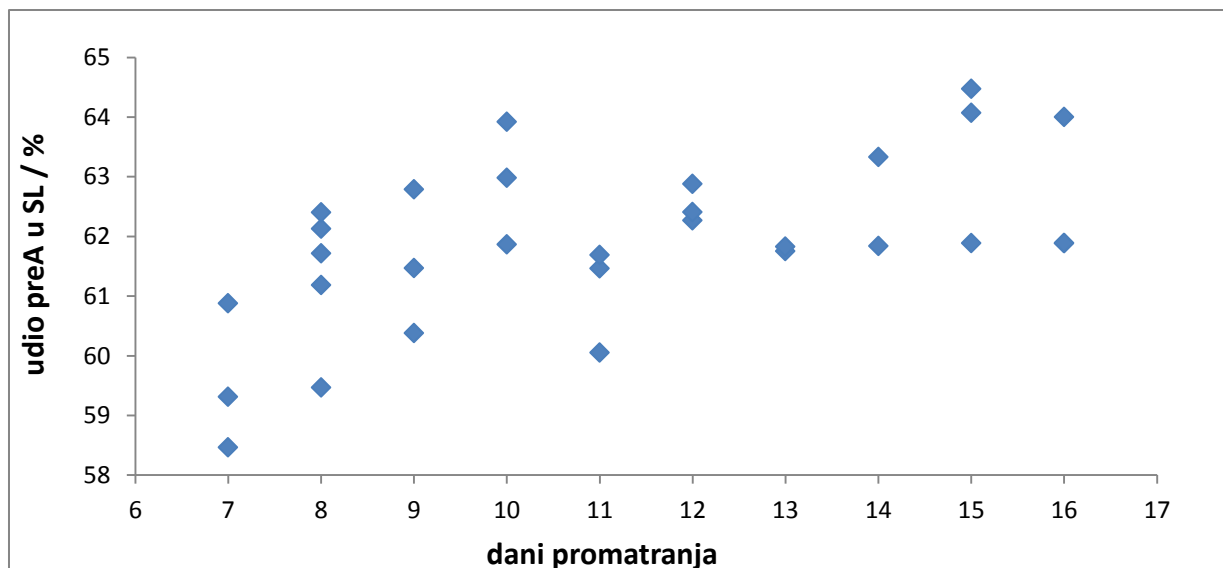


**Slika 9. b)** Vrijednost promjene standardne duljine tijela ličinki kapelske svijetlice kroz dane promatranja za jedinke iz 2010. godine

Vrijednost standardne duljine tijela (SL) prema grafikonu na slici 9.a) usporeva između petnaestog i dvadesetog dana promatranja te je do kraja promatranja, tj. do 55. dana rast ličinki značajan i ne stagnira. Malo stagniranje rasta je vidljivo i na uzorcima iz 2010. godine (slika 9.b)) i to između četvrtoga i petoga te između devetoga i desetoga dana promatranja. Također je na uzorcima iz 2010. godine vidljiva razlika u standardnoj duljini tijela između jedinki iste starosti i to kod jedinki četvrtoga te od osmoga do petnaestoga dana promatranja s iznimkom četrnaestoga dana. Isti je slučaj vidljiv i kod jedinki iz 2008. godine, ali samo kod trideset i sedmoga dana.



**Slika 10. a)** Promjene u odnosu vrijednosti preanalne duljine tijela prema standardnoj duljini tijela za jedinke iz 2008. godine



**Slika 10. b)** Promjene u odnosu vrijednosti preanalne duljine tijela prema standardnoj duljini tijela za jedinke iz 2010. godine

**Tablica 3. a)** Promjer oka s obzirom na duljinu glave kroz dane promatranja ličinke za 2008. godinu

Starost/dani	Promjer oka	HL (duljina glave)	Postotni promjer oka u ukupnoj duljini glave
1	0,47	1,06	44,34
1	0,49	1,09	44,95
3	0,53	1,38	38,41
3	0,52	1,25	41,60
4	0,47	1,19	39,50
6	0,60	1,60	37,50
9	0,56	1,69	33,14
12	0,80	2,06	38,83
15	0,78	2,42	32,23
20	0,83	2,53	32,81
20	0,91	2,65	34,34
23	0,91	2,74	33,18
27	1,11	3,30	33,64
30	1,11	3,29	33,74
34	1,15	3,79	30,34
34	1,20	3,77	31,83
37	1,29	3,89	33,16
37	1,12	3,31	33,84
40	1,15	3,62	31,77
48	1,31	4,18	31,34
48	1,29	3,94	32,74
55	1,47	4,54	32,38
55	1,51	4,60	32,83

**Tablica 3. b)** Promjer oka s obzirom na duljinu glave kroz dane promatranja ličinke za 2010. godinu

Starost/dani	Promjer oka	HL (duljina glave)	Postotni promjer oka u ukupnoj duljini glave
1	0,46	1,06	43,40
1	0,41	0,90	45,56
2	0,40	1,02	39,22
2	0,41	0,97	42,27
3	0,41	0,99	41,41
3	0,41	0,97	42,27
3	0,42	0,98	42,86
4	0,31	0,85	36,47
4	0,37	0,96	38,54
4	0,45	1,13	39,82
5	0,38	1,08	35,19
5	0,430	1,13	38,05
5	0,43	1,08	39,81
6	0,44	1,19	36,97
6	0,40	1,08	37,04
6	0,46	1,22	37,70
8	0,45	1,36	33,09
8	0,50	1,49	33,56
8	0,40	1,17	34,19
8	0,49	1,41	34,75
8	0,52	1,42	36,62
9	0,46	1,39	33,09
9	0,51	1,52	33,55
9	0,52	1,52	34,21
10	0,49	1,56	31,41
10	0,43	1,20	35,83
10	0,46	1,27	36,22
11	0,46	1,29	35,66
11	0,51	1,43	35,66
11	0,62	1,53	40,52
12	0,56	1,61	34,78
12	0,53	1,50	35,33
12	0,53	1,46	36,30
13	0,57	1,69	33,73
13	0,53	1,55	34,19
14	0,61	1,80	33,89
14	0,63	1,83	34,43
15	0,64	1,90	33,68
15	0,61	1,77	34,46
15	0,56	1,51	37,09
16	0,70	2,18	32,11
16	0,66	1,94	34,02
16	0,66	1,90	34,74

### 3.2. ANALIZA I PRIKAZ MERISTIČNIH PODATAKA

**Tablica 4.** Vrijednosti broja šipčica kapelske svijetlice u uzorcima

dan promatranja	(n) šipčica dorzalne peraje	(n) šipčica analne peraje	(n) šipčica repne peraje	broj uzoraka
15	7		18	1
20	6 (7)	8,5	18	2
23	6	8,5	18	2
27	8	9	18	1
30	8	9,5	18	2
34	8,5 (8)	9,5	18	2
37	8,5 (8)	9,5	18	2
40	8,5	9,5	18	1
48	8,5 (7)	9,5	18	2
55	8	9,5	18	2



**Slika 11.** Izgled neparnih peraja sa šipčicama kapelske svijetlice na zadnji dan promatranja

### 3.3. PROMATRANJE VANJSKOG IZGLEDA LIČINKE TIJEKOM RAZVOJA

#### 1. dan

Ukupna je duljina ličinki za uzorke iz 2008. godine 6,72 mm, a za uzorke iz 2010. godine 6,16 i 6,47 mm. Usta i analni otvor nisu vidljivi. Ispod glave ventralno se nalazi velika žumanjčana vreća na koju se nastavlja jedinstvena neparna peraja. Žumanjčana vreća ispunjena je žutim uljnim kapljicama, kod jedinki iz 2008. godine duljine je 1,43 i 1,35 mm, a kod jedinki iz 2010. godine 1,46 i 1,56 mm. Vrlo slaba pigmentacija se zapaža po dorzalnoj strani glave, žumanjčanoj vreći i u obliku tri vrlo tanke linije po dorzalnoj i ventralnoj strani

tijela te nešto manje po sredini tijela. Oči su kuglaste i malo udubljene te se opaža središnji prozirni dio, dakle diferencijacija leće je vidljiva.



**Slika 12. a)** Izgled ličinke kapelske svijetlice stare 1 dan (uzorak iz 2008. godine)



**Slika 12. b)** Izgled ličinke kapelske svijetlice stare 1 dan (uzorak iz 2010. godine)

### **2., 3. i 4. dan**

I dalje je vidljiva kontinuirana neparna peraja dorzalno. Pigmentacija dorzalno se pojačava (slika 13.), a posebno dorzalnim dijelom žumanjčane vreće. Smanjuje se duljina žumanjčane vreće koja i dalje sadrži puno žutih uljnih kapljica kod jedinki iz 2010. godine, dok je kod jedinki iz 2008. godine, starih 3 dana, smanjena gotovo za 50 % od maksimalne (početne) duljine s obzirom na ukupnu duljinu tijela ribe i sadrži znatno manje žutih uljnih kapljica (tablica 5.b). Usta i analni otvor su i dalje neprohodni. Vidljivo je i poravnavanje glave s horizontalnom osi tijela kod ličinke stare 2 dana (slika 14.).



**Slika 13.** Pojava pojačane dorzalne pigmentacije na ličinki kapelske svijetlice stare 2 dana (uzorak iz 2010.)





**Slika 14.** Poravnavanje glave s horizontalnom osi tijela na ličinki kapelske svijetlice stare 2 dana (uzorak iz 2008.)

**Tablica 5. a)** Odnos tijela i žumanjčane vreće u ličinke kapelske svijetlice za 2008. godinu

duljina žumanjčane vreće	totalna dužina tijela	postotni omjer žumanjčane vreće i TL	dani promatranja
1,43	6,72	21,3	1
1,35	6,72	20,1	1
1,00	7,58	13,2	3
0,82	7,18	11,4	3
0,58	6,95	8,4	4
0,71	8,63	8,2	6
0	8,80	0	9

**Tablica 5. b)** Odnos tijela i žumanjčane vreće u ličinke kapelske svijetlice za 2010. godinu

duljina žumanjčane vreće	totalna dužina tijela	postotni omjer žumanjčane vreće i TL	dani promatranja
1,56	6,16	25,3	1
1,46	6,47	22,6	1
1,36	6,16	22,1	2
1,27	6,24	20,4	3
1,23	6,24	19,7	3
1,23	6,47	19,0	3
1,20	6,00	20,0	4
1,16	6,71	17,3	4
1,11	6,08	18,3	4
1,12	6,32	17,7	5
0,99	6,39	15,5	5
0,58	6,32	9,2	6
0,52	6,39	8,1	6
0,66	6,47	10,2	6
0,43	6,71	6,4	7
0,32	6,26	5,1	7
0,44	6,79	6,5	7
0,80	6,39	12,5	8
0	7,42	0	8

## 5. dan

Vidljiv je razvitak prsnih peraja (slika 15.). Tijelo postaje sve više lateralno spljošteno i duljina žumanjčane vreće smanjila se za oko 7 % od maksimalne (početne) duljine s obzirom na ukupnu duljinu tijela ribe.



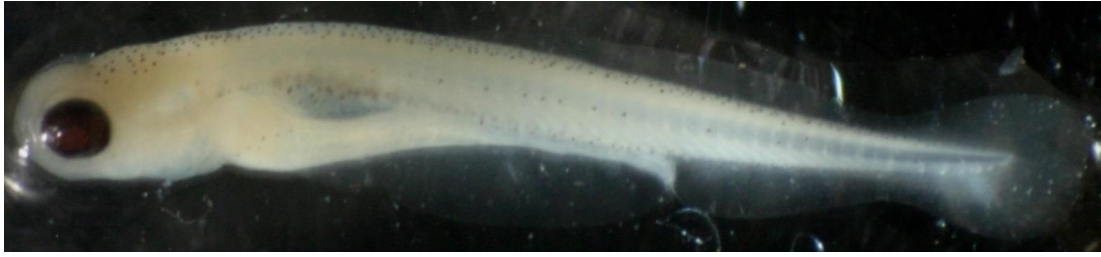
**Slika 15.** Razvoj prsnih peraja na ličinki kapelske svijetlice stare 5 dana (uzorak iz 2010.)

## 6., 7. i 8. dan

Drastično se smanjuje duljina žumanjčane vreće koja nestaje 8. dan promatranja (slika 17.), dok je kod jedne jedinke iz 2010. godine još prilično velika, skoro kao na 5. dan promatranja. Ista je jedinka za oko 1 mm manja od ostalih iste starosti. Na 6. dan promatranja vidljiv je plivaći mjehur iza glave i doima se djelomično ispunjen zrakom. Također se na području plivaćega mjehura pojačava pigmentacija. Na ličinki iz 2008. godine opaža se početak formiranja šipčica repne peraje (slika 16.).



**Slika 16.** Pojava plivaćega mjehura i početak formiranja šipčica repne peraje kod ličinke kapelske svijetlice stare 6 dana (uzorak iz 2008. godine)



**Slika 17.** Nestanak žumanjčane vreće na ličnici kapelske svjetlice stare 8 dana (uzorak iz 2010. godine)

### **9. dan**

Kod ličinki iz 2010. godine moguće je uočiti formiranje probavnoga trakta koji je djelomično ispunjen te se može pretpostaviti da je započela samostalna prehrana (slika 18.). Gubica je više ušiljena, a kod jedne jedinke uočeno je formiranje šipčica repne peraje. Ličinka iz 2008. godine doima se razvijenijom od ličinki iz 2010. godine, veća je za 0,74 mm od najveće jedinke iz 2010. godine. U repnoj peraji dolazi do formiranja mekih perajnih šipčica te pojave blage pigmentacije. Glava je više dorzo - ventralno spljoštena, gubica ušiljenija, a pigmentacija cijelog tijela je izraženija i bolje uočljivija, a posebice glave, zbog većeg kontrasta bjeline tkiva i melanofora kao što je prikazano na slici 19. Izražena je podjela mišića i miotomi su jasno odijeljeni te djelomično pigmentirani (slika 19.).



**Slika 18.** Djelomična ispunjenost probavnoga trakta ličinke kapelske svjetlice stare 9 dana (uzorak iz 2010. godine)



**Slika 19.** Pojava perajnih šipčica u repnoj peraji ličinke kapelske svjetlice stare 9 dana (uzorak iz 2008. godine)

### 10. i 11. dan

Nema značajnih promjena, osim što je probavni trakt djelomično ispunjen organskom tvari. Pigmentacija je na dorzalnoj strani glave je pojačana, a površina kože glave je jače obojena i sve manje prozirna.

### 12. dan

Kod ličinki iz 2010. godine gubica je ušiljenija, u probavnom traktu se jasno vidi ispunjenost organskom tvari i formiranje šipčica repne peraje (slika 20.). Kod ličinke iz 2008. godine prvi puta se javljaju prozirne šipčice u leđnoj i podrepnoj peraji. Šipčice u repnoj peraji jasno su vidljive i blago pigmentirane, a urostil je potpuno zakrivljen (slika 21.).



**Slika 20.** Izgled ličinke kapelske svijetlice stare 12 dana (uzorak iz 2010. godine)



**Slika 21.** Formiranje perajnih šipčica u dijelovima leđne i podrepne peraje, potpuna zakrivljenost urostila kod ličinke kapelske svijetlice stare 12 dana (uzorak iz 2008. godine)

### 14. dan

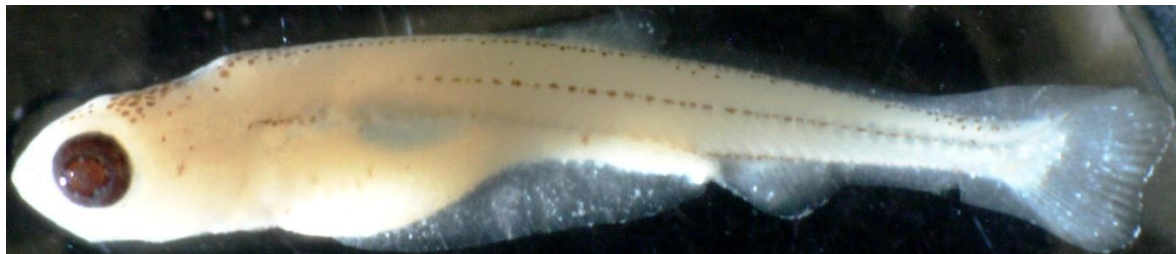
Na ličinkama iz 2010. godine pojavljuje se blaga smečkasta pigmentacija u području repne peraje i počinje se nazirati zadebljanja tkiva u području gdje bi se kasnije trebala razviti podrepna i leđna peraja. Urostil se počinje zakrivljivati prema gore (Slika 22).



**Slika 22.** Pojava blage smečkaste pigmentacije u području repne peraje i početak fleksije urostila kod ličinke kapelske svjetlice stare 14 dana (uzorak iz 2010. godine)

### 15. dan

Kod jedinke iz 2008. godine repna je peraja potpuno razvijena sa 18 šipčica, a broj je šipčica u dorzalnoj peraji 7. Plivaći je mjehur slabije vidljiv zbog zadebljanja kože ličinke koja je sada žućkasto obojena i znatno manje prozirna (slika 23.). Kod jedinki iz 2010. godine nema značajnijih promjena, osim zadebljanja kože u području plivaćega mjehura. Promjer oka kod jedinke iz 2008. iznosi 32,2 % veličine glave, a kod jedinki iz 2010. godine prosječno iznosi 35,1 % veličine glave te se s duljinom glave razmjeno smanjuje kao što je prikazano u tablici 3.

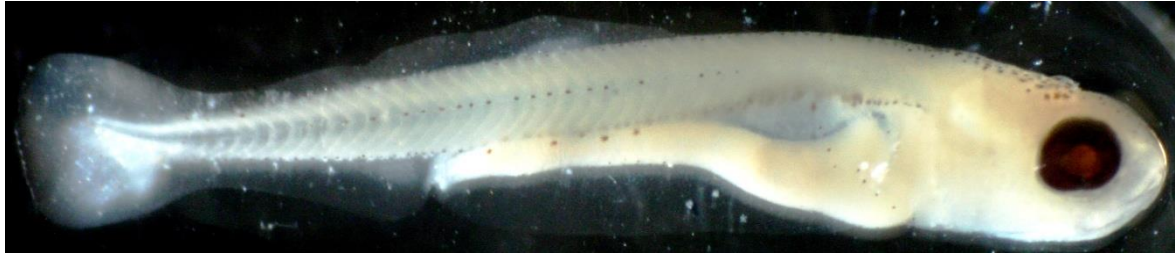


**Slika 23.** Pravilna segmentiranost šipčica repne peraje ličinke kapelske svjetlice (uzorak iz 2008. godine)

### 16. dan

Prvi puta se kod jedinke iz 2010. godine vide naznake formiranja šipčica u leđnoj i podrepnoj peraji. Izražena je podjela mišića i miotomi su jasno odijeljeni. Urostil je zakrivljen prema gore.





**Slika 24.** Naznake formiranja šipčica u leđnoj i podreпноj peraji te je urostil potpuno zakrivljen kod ličinke kapelske svjetlice stare 16 dana iz 2010. godine

### **20. dan**

Na jednoj od dvije jedinke iz 2008. godine plivači mjehur nije vidljiv zbog povećanja pigmentacije i debljine kože koja je sada žućkasto obojena i neprozirna. Pigmentacija je posebno pojačana na dorzalnom području glave i gubici. Duž sredine tijela ličinke proteže se smečkasta linija koja započinje nakon završetka glave i proteže se do početka repne peraje. Duljina glave stane oko 4 puta u standardnu duljinu tijela (tablica 3.a, slika 9.a), kao i kod odraslih primjeraka kapelske svjetlice. Oči su sada smještene bliže vrhu glave. Promjer oka je 3 puta manji od duljine glave (tablica 3.a). Jasno je vidljiva pigmentacija u području repnih šipčica. Broj šipčica dorzalne, analne i repne peraje odgovara broju u odrasle jedinke. Probavni trakt je vidljivo ispunjen organskom tvari.



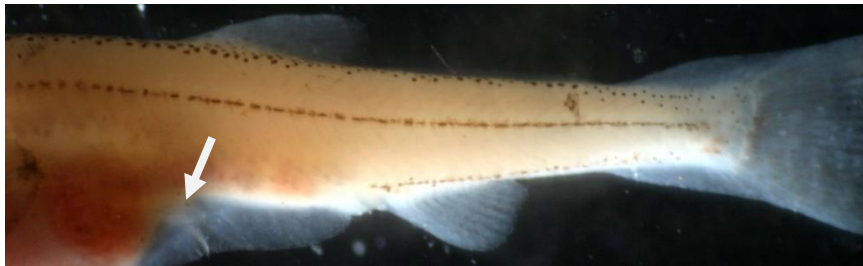
**Slika 25.** Duljina glave stane oko 4 puta u standardnu duljinu tijela, vidljiva pigmentacija repnih šipčica kod ličinke stare 20 dana (uzorak iz 2008. godine)

### **23. dan**

Probavni je trakt više ispunjen organskom tvari, a standardna duljina tijela veća za oko 1 mm od jedinke stare 20 dana. Također je jasno vidljivo da je stražnji rub leđne peraje konveksnog oblika, a stražnji rub podreпноj peraje ravan. Počinje razvitak trbušnih peraja (slika 27.).



**Slika 26.** Stražnji je rub leđne peraje konveksnog oblika, a stražnji rub podrepne peraje ravan ličinke kapelske svijetlice stare 23 dana (uzorak iz 2008. godine)



**Slika 27.** Početak razvitka trbušnih peraja kod ličinke kapelske svijetlice (uzorak iz 2008. godine)

### **27. dan**

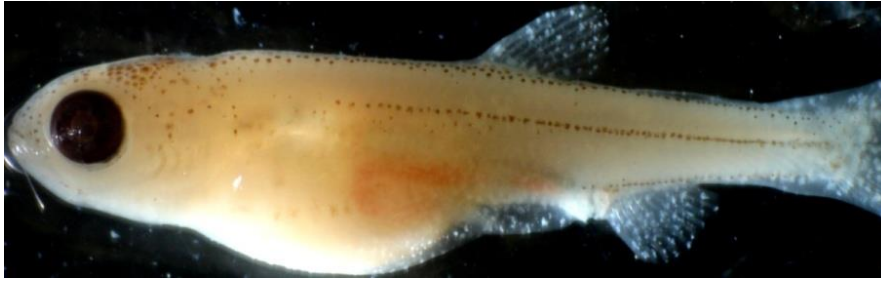
Koža oko trbušne šupljine i glave je znatno manje prozirne nego prije, poprima bijelu boju.



**Slika 28.** Izgled ličinke kapelske svijetlice stare 27 dana (uzorak iz 2008. godine)

### **30. dan**

Koža na području trbušne šupljine skoro je neprozirna. Pigmentacija je pojačana na lateralnom dijelu glave.



**Slika 29.** Izgled ličinke kapelske svijetlice stare 30 dana (uzorak iz 2008. godine)

### **34. dan**

Pigmentacija cijeloga tijela se pojačava, a posebno na dorzalnem području glave i iznad trbušne šupljine. Gubica je sada zaobljena i malo se proteže preko gornje usne te je vidljivo da su usta subterminalna. Trbušne su peraje znatno razvijenije i dobro vidljive.



**Slika 30.** Subterminalan položaj usta u ličinke kapelske svijetlice stare 34 dana (uzorak iz 2008. godine)



**Slika 31.** Jasna segmentiranost šipčica leđne, podrepne i repne peraje ličinke kapelske svijetlice stare 34 dana (uzorak iz 2008. godine)



### **37., 40. i 48. dan**

Osim rasta u duljinu i pojačanja pigmentacije, uzorci 37. i 40. dana, značajno se ne razlikuju u razvoju, dok su kod ličinke stare 48 dana vidljive potpuno segmentirane šipčice leđne, trbušne, podrepne i repne peraje.



**Slika 32.** Potpuno segmentirane šipčice leđne, trbušne, podrepne i repne peraje ličinke kapelske svijetlice stare 48 dana (uzorak iz 2008. godine)

### **55. dan – zadnji dan promatranja**

U zadnjem danu promatranja ličinka je gotovo neprozirne kože s brojnim malenoforima te vrlo razvijenim perajama, kao što je vidljivo na slikama 33. i 11.



**Slika 33.** Ličinka kapelske svijetlice stare 55 dana (uzorak iz 2008. godine)

## 4. RASPRAVA

Ovo su prvi zabilježeni podaci o razvoju ličinke kapelske svijetlice. Moyle i Cech (2004) i Balon (1975, 1984) govore o tri tipa ponašanja skupina tijekom mrijesta, prema kojima kapelska svijetlica pripada skupini riba koje nakon izvaljivanja ne čuvaju mrijest te podgrupu riba koje se mrijeste na otvorenom supstratu, i to na mezolitalu (litofil) s bentičkim embrijem i ličinkom (Marčić, 2013.). Marčić (2013) nalazi da su jajašca *T. karsticus* najveća u travnju, mjesecu mrijesta, s promjerom (1,22 do 1,45 mm) te da je najveća veličina jajašaca slična onoj koju su zabilježili Zanella (2003) za *Telestes ukliva* (1,5 mm) i Bogutskaya i sur. (2012) za *T. dabar* (1,3 do 1,7 mm). Veličina jajašaca ne mijenja se s veličinom tijela jedinke, što znači da je veličina jajašaca uvjetovana njihovom zrelošću (Marčić, 2013.). Razvoj jedinki nakon izvaljivanja promatran je pedeset i pet dana za uzorke iz 2008. godine, tijekom kojih su jedinke prosječno narasle 66,5 % s obzirom na početnu standardnu duljinu tijela (SL), a rast jedinki iz 2010. godine promatran je kroz 16 dana tijekom kojih su jedinke prosječno narasle 42,5 % s obzirom na početnu standardnu duljinu tijela (SL). Prema Balonu (1981) prilagodba tek izvaljenih jedinki je posjedovanje velike žumanjčane vreće i veličina tijela koja iznosi oko 14 % duljine tijela roditelja. Analizirajući podatke iz tablice 5.a i 5.b može se primijetiti dosljedno smanjivanje žumanjčane vreće s povećanjem duljine tijela. Žumanjčana vreća kod jedinki iz 2010. godine nestaje osmoga dana promatranja, s iznimkom jedne ličinke koja se po duljini tijela i duljini žumanjčane vreće doima kao jedinka stara 5 dana, a ne 8 dana. Mogući je razlog tome da se izvalila najzadnja i nije mogla jednakom brzinom napredovati u rastu i razvoju kao ostale jedinke iste starosti. Žumanjčana vreća kod jedinki iz 2008. godine nestaje između 6. i 9. dana promatranja, s time da je kod šestoga dana promatranja jedva mjerljiva i zauzima duljinu samo 8,2 % od ukupne duljine tijela. Maksimalni opaženi broj šipčica repne peraje kao i ostalih neparnih peraja proučavanih kod ličinki kapelske svijetlice jednak je kao i kod odraslih primjeraka koje bilježi Marčić 2013. Segmentacija perajnih šipčica kod jedinki iz 2008. godine započinje 15. dana, a kulminira 48. dan promatranja, kada su jasno vidljive i brojive šipčice svih peraja, osim prsne peraje. Kod jedinki iz 2010. godine, šesnaestoga dana promatranja, vidljive su samo naznake formiranja šipčica u leđnoj i podrepnoj peraji. Analiza merističkih podataka i napredovanje u povećanju brojnosti mekih šipčica u razvoju je vidljivo u tablici 4. Jedno od fenoloških obilježja kapelske svijetlice je oblik stražnjeg ruba leđnih, prsnih i trbušnih peraja koji je konveksan, dok je stražnji rub podrepne peraje ravan, a kraj repne peraje je račvast sa zaobljenim vrhovima. Ta se obilježja prvi put uočavaju kod jedinke

stare 23 dana (slika 26.), a kod jedinke stare 34 dana jasno su vidljiva (slika 31.). Otvaranje usta i oralni način prehrane zbiva se relativno rano, djelomično ispunjen probavni trakt vidljiv je deveti dan promatranja (slika 18.). Također funkcionalnost plivaćeg mjehura nastupa relativno rano. Plivaći je mjehur prvi puta uočen šestoga dana promatranja, što je vidljivo na slici 16. Poravnavanje glave s horizontalnom osi tijela uočeno je kod ličinke stare 2 dana. Prema Kovaču (1993) prvi korak u mladenačkom životu ribe, tj. prestanku ličinačke faze očituje se u dominaciji preanalne duljine prema ostatku tijela u omjeru većem od 60 % , što se kod svih jedinki iz 2008. godine primjećuje osmoga dana pa nadalje, a kod jedinki iz 2010. godine od devetoga dana pa nadalje. Početak fleksije urostila kod jedinki iz 2008. godine opaža se devetoga dana promatranja (slika 19.), a potpuna fleksija urostila opaža se dvanaestoga dana promatranja (slika 21.). U slučaju jedinki iz 2010. godine, početak fleksije urostila je četrnaestoga dana (slika 22.), a potpuna fleksija vidljiva je šesnaestoga dana promatranja (slika 24.). Prestanak ličinačke faze očituje se i u maksimiziranju duljine glave i promjera oka koji počinju odgovarati omjerima u odraslih, što je slučaj kod jedinke stare 20 dana kod koje duljina glave stane oko 4 puta u standardnu duljinu tijela, oči su smještene bliže vrhu glave, a promjer oka je 3 puta manji od duljine glave. Još je jedna karakteristika važna u prvom koraku mladenačkog života ribe, a to je izjednačavanje vanjskog izgleda reznjeva repne peraje, nakon usmjeravanja urostila, koje se opaža 23. dana promatranja (slika 26.).

Kapelska svijetlica rasprostranjena je samo u četiri krška polja: Stajničko polje, polje Lug, Jasenačko polje te Drežničko polje (Marčić i sur., 2011; Marčić i sur., 2013). Krš u Hrvatskoj reljefna je specifičnost kakva ne postoji nigdje drugdje u Europi, a značajke koje ga opisuju i koje potencijalno imaju utjecaj na rani razvoj i život kapelske svijetlice su mnoštvo ponora, spilja, škrapa i ponikva, geološka podloga koju čine karbonatne stijene (vapnenci i dolomiti) te bogatstvo podzemnim vodama. Snažan utjecaj ima i klima koju karakteriziraju vruća, sparna ljeta, ponekad se javlja pljusak praćen grmljavinom, dok su zime duge, hladne, no ponekad s naglim zatopljenjima. Još je karakteristična i velika razlika dnevne i noćne temperature. Jedinke analizirane u ovome istraživanju potječu iz akvarijskog mrijesta u kojem su uspješno izmriještene jedinke iz potoka Sušik u polju Lug. Potok Sušik ponornica je čiji vodostaj nije stalan tijekom godine pa je nakon otapanja snijega ili velikih kiša na pojedinim dijelovima dubina potoka veća od 2 m, a ljeti, kada potok djelomično presušuje, niža je od 20 cm. Potok nema stalan protok vode te je podložan antropogenom utjecaju. Relativno brz prelazak na samostalnu prehranu i brzina rasta, potencijalne su prilagodbe kapelske svijetlice

na oštre uvjete koji vladaju krškim poljima, tj. brzu izmjenu uvjeta okoliša i temperature vode koja u rano proljeće nabuja, te se odlikuju niskim temperaturama.

Kapelska svijetlica ugrožena je autohtona i stenoendemska vrsta te je kao takva osobito osjetljiva na promjene okolišnih čimbenika, a ugrožavaju je uzimanje vode i zagađenje te potencijalno unos salmonidnih vrsta (Freyhof, 2013). Povećavanje broja jedinki akvarijskim mrijestom i njihovo vraćanje u prirodu nije idealno rješenje kako bi se spriječilo izumiranje vrste, jer mijenja broj i raznolikost gena u populaciji te smanjuje varijabilnost vrste (Philippart, 1995). Kako bi se kapelska svijetlica dodatno zaštitila i održala na svom prirodnom staništu potrebno je pribaviti još mnogo podataka o ponašanju i meristici vrste.

## 5. ZAKLJUČAK

- Razvoj jedinki iz 2008. godine promatran nakon izvaljivanja tijekom pedeset i pet dana, u kojem su jedinke prosječno narasle 66,5 % s obzirom na početnu standardnu duljinu tijela (SL), dok je razvoj jedinki iz 2010. godine promatran 16 dana nakon izvaljivanja, a jedinke su u tome razdoblju prosječno narasle za 42,5 % s obzirom na početnu standardnu duljinu tijela (SL).
- Smanjenje žumanjčane vreće prati početni ubrzani rast tijela do nestanka strukture, što se kod svih jedinki događa do devetoga dana nakon izvaljivanja.
- Samostalna prehrana i funkcionalno crijevo uočeni su devetoga dana promatranja.
- Plivaći je mjehur prvi puta uočen šestoga dana promatranja.
- Poravnavanje glave s horizontalnom osi tijela uočeno je kod ličinke stare 2 dana.
- Potpuna fleksija urostila opaža se dvanaestoga dana promatranja kod jedinki iz 2008. godine, kod jedinki iz 2010. godine, potpuna fleksija vidljiva je šesnaestoga dana promatranja.
- Izjednačavanje vanjskog izgleda reznjeva repne peraje opaža se 23. dana promatranja.
- Segmentacija perajnih šipčica kod jedinki iz 2008. godine započinje 15. dana, a završava 48. dana promatranja. Kod jedinki iz 2010. godine, 16. dana promatranja, vidljive su samo naznake formiranja šipčica u leđnoj i podrepnoj peraji.
- Od 48. dana promatranja, osim rasta u duljinu, na tijelu jedinki ne događaju se nikakvi značajni morfološki opazivi događaji koji bi upućivali na daljnji razvoj i prelazak u novu fazu života.
- Ulazak jedinki u ličinačku fazu vidljiv je po povećanju dominacije preanalog dijela tijela u ukupnoj dužini jedinke s preko 60 % prema Kovaču (2000) koja se kod svih jedinki iz 2008. godine zamjećuje osmoga dana, a kod jedinki iz 2010. godine od devetoga dana.

## 6. LITERATURA

1. Andersson, M. (1994): Sexual selection. Princeton University Press, Princeton. Pp: 624.
2. Balon, E.K. (1956): Spawning and post - embryonic development of roach (*Rutilus rutilus ssp.*) Biol. Pr. 2: 7 - 60 str.
3. Balon, E.K. (1975): Terminology of intervals in fish development. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1663 - 1670 str.
4. Balon, E.K. (1981): Saltatory processes and altricial to precocial forms in the ontogeny of fishes. Am. Zool. 21: 573 - 596 str.
5. Balon, E. K. (1984): Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes. U: G.W., Potts i R. J., Wootton (ur.) Fish Reproduction strategies and tactics. London, Academ. Pr., 35–53 str.
6. Berra T. M. (2001): Freshwater Fish Distribution. USA, Academ. Pr.
7. Berra, T. M. (1981): An atlas of distribution of the freshwater fish families of the world. University of Nebraska Press, Lincoln, NE.
8. Billard, R. (1999): Carp: biology and culture. Chichester, UK, Praxis publishing Ltd., 347 str.
9. Bogutskaya, N. G., Zupančič, P., Bogut, I., Naseka, A. M. (2012): Two new freshwater fish species of the genus *Telestes* (Actinopterygii, Cyprinidae) from karst poljes in Eastern Herzegovina and Dubrovnik littoral (Bosnia and Herzegovina and Croatia). ZooKeys 180: 53 – 80.
10. Bognar, A., Pavić, R., Riđanović J., Rogić V., Šegota T. (1975): Geografija SR Hrvatske, Gorska Hrvatska. Knjiga 4, Školska knjiga, Zagreb.
11. Božičević, S. (1992): Fenomen krš. Školska knjiga, Zagreb.
12. Cohen, D. M. (1970): How many recent fishes are there? 4th ser., Proc. Calif. Acad. Sci. 38: 341 – 346.
13. Copp, G. H. & Kovac, V. (1996): When do fish with indirect development become juveniles? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic sciences/Journal Canadien Des Sciences Halieutiques et Aquatiques. 53(4): 746–752.
14. Crawford, S., and Balon, E.K. (1995): Alternative life histories of the genus *Lucania*. Early ontogeny of *L. goodei*, the bluefin killi - fish. Environ. Biol. Fishes, 41: 331 - 367 str.

15. Čaleta, M., Buj, I., Mrakovčić, M., Mustafić, P., Zanella, D., Marčić, Z., Duplić, A., Mihinjač, T., Katavić, I. (2015): Hrvatske endemske ribe. Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 116 str.
16. Černý, K. (1977): The early development of chub, *Leuciscus cephalus* (L., 1758), rudd, *Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758) and roach, *Rutilus rutilus* (L., 1758). Acta Univ. Carol. Biol. 1 - 2: 1 - 149 str.
17. Dimovski, A., Grupče, B. (1975): Varijabilnost vrste *Alburnus alburnus* (L.) u različitim bazenima Makedonije. Ichth., 7: 1 - 10 str.
18. Eschermeyer, W.N, J. Fong (2009): "FishBase".  
<http://www.fishbase.org>  
Pristupljeno: 1. siječnja, 2016.
19. Freyhof, J. (2013). *Telestes* sp. nov.. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T184443A8277443. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-.RLTS.T184443A8277443.en>. Preuzeto 11. ožujka 2016.
20. 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). Mol. Phylo.Evol., 38(2): 416 - 425 str.
21. Froese, R. i Pauly, D. (2016): FishBase. U: Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Kunze T., Flann C., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., (ur.) Species 2000 and ITIS Catalogue of Life.  
<http://www.catalogueoflife.org/col/details/database/id/10>  
Pristupljeno: 1. veljače, 2017.
22. Geri, G., Poli, B.M., Gulatieri, M., Dell Angello, M., Mecatti, M. (1995): Body traits and chemical composition of muscle in mirror carp (*Cyprinus carpio var. specularis*) as influenced by age. Agricult., 129: 335 - 339 str.
23. Gilbert, S.F. (2000): Developmental Biology. 6th edition. Sunderland (MA): Sinauer associates, 18: 487 - 508 str.
24. Grande, L. (1998): Fishes Through the Ages. Paxton, J., Eschmeyer W. ( ur.). Encyclopedia of Fishes. San Diego, CA: Acad. Pr.. 27 - 31 str.
25. Heckel, J. J. i Kner, R. (1858): Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf der angrenzende Länder. Engelmann, Leipzig.
26. Helfman, G., B. Collete, D. Facey. (1997): The Diversity of Fishes. Malden, Mass., Blackwell Science, John Wiley & Sons, 736 str.

27. Holden, K.K., i Bruton, M.N. (1995): The early ontogeny of the southern mouthbrooder, *Pseudocrenilabrus philander* (Pisces, Cichlidae). *Environ. Biol. Fishes*, 41: 311-329 str.
28. Holmlund, C. M., Hammer, M. (1999): Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics* 29: 253 – 268.
29. Ketmaier, V., Cobolli, M., De Matthaëis, E., Bianco, P. G. (1998): Allozymic variability and biogeographic relationships in two *Leuciscus* species complexes (Cyprinidae) from southern Europe, with the rehabilitation of the genus *Telestes* Bonaparte, *Italian Journal of Zoology*, 65:S1, 41-48.
30. Ketmaier, V., Bianco, P. G., Cobolli, M., Krivokapic, M., Caniglia, R. I De Matthaëis, 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.
31. Kottelat, M. (1997): European freshwater fishes. An heuristic checklist of freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non - systematists and comments on nomenclature and conservation. *Biologia, Sect. Zool.* 52 (5): 1 - 271 str.
32. Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007): Handbook of European Freshwater Fishes. U: Kottelat, C. (ur.). Berlin, Kottelat, Cornol and Freyhof Publications. 646 str.
33. Kovač, V. (1993): Early ontogeny of three *Gymnocephalus* species (Pisces: Percidae): reflections on the evolution of genus. *Enviro. Biol.of Fish.* 40: 241 - 253 str.
34. Kovač, V. (2000): Early development of *Zingel streber*. *Journal of Fish Biology.* 57: 1381-1403 DOI: 10.1006/jfbi.2000.1401
35. Langeland, J. i Kimmel, C.B (1997): The embriology of fish. U: Gilbert, S.F. i Raunio, A.M. (ur.) *Fishes, Embryology: Constructing the Organism*, poglavlje 19., 525 - 537 str.
36. Lleonart J., Salat J., Torres G. J. (2000): Removing Allometric Effects of Body Size in Morphological analysis. *J. Theor. Biol.* 205: 85 – 93 str.
37. Marčić, Z.; Buj, I.; Duplić, A.; Čaleta, M.; Mustafić, P.; Zanella, D.; Zupančič, P. & Mrakovčić, M. (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
38. Marčić, Z. (2013): Taksonomske i biološko-ekološke značajke roda *Telestes* Bonaparte, 1837. (Actinopterygii) na području Velike i Male Kapele. Doktorski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet.



39. Marčić, Z.; Čaleta, M.; Mrakovčić, M.; Mustafić, P.; Zanella, D.; Mihinjač, T. & Vajdić, S. (2013): Istraživanje faune kralješnjaka, osim ornitofaune, za potrebe izrade studije Glavne ocjene zahvata za ekološku mrežu za zahvat Retencija Drežničko polje. Hrvatsko ihtiološko društvo, Zagreb
40. Matičec, D., Vlahović, I., Fuček, L., Oštrić, N., Velić, I. (1997): Stratigraphy and tectonic relationships along the Senj – Ogulin profile (Velika Kapela Mt., Croatia). Geol. Croat. 50 (2): 261 – 268.
41. Meffe, G.K. (1990): Genetic approach to conservation of rare fish: examples from North American desert species. Jour. of Fish Biol. 37A: 105 - 112 str.
42. Moyle, P., J. Cech. (2004): Fishes: An Introduction to Ichthyology - fifth edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice - Hall, Inc.
43. Mrakovčić, M., Brigić, A., Buj, I., Čaleta, M., Mustafić, P. & Zanella, D. (2006): Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Zagreb, Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Državni zavod za zaštitu prirode.
44. Nelson, J.S. (2006): Fishes of the world. 4th ed. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
45. Njegač, D. (2002) Središnja Hrvatska, Istočna Hrvatska, Gorska Hrvatska, Kvarner. U: Borovac, I. (ur.), Veliki atlas Hrvatske, Mozaik knjiga, Zagreb.
46. Paine, M.D., and Balon, E.K. (1984): Early development of the rainbow darter, *Etheostoma caeruleum*, according to the theory of saltatory ontogeny. Environ. Biol. Fishes, 11: 277 - 299 str.
47. Pavić i sur, (2009): Razlike u signalnim lipidnim domenama mozga pastrve i šarana kao osnova razlike u njihovu ponašanju na različitim temperaturama. Uzgoj slatkovodne ribe, stanje i perspektiva, zbornik radova, 103 str.
48. Petrović, B. (koordinator plana) (2005) Grad Ogulin – prostorni plan uređenja grada
49. Philippart, J. C. (1995): Is captive breeding an effective solution for the preservation of endemic species? Biological Conservation 72: 281 - 295 str.
50. Pollar M., Jaroensutasinee M., Jaroensutasinee K. (2007): Morphometric analysis of *Tor tambroides* by Stepwise Discriminant and Neural Network Analysis. World Acad. of Sci., Eng. and Tech.33: 16 – 20 str.
51. Rønnestad, I., Morais, S., Hamre, K. (2009): Development of the digestive system. The fish larva: a transitional life form, The foundation for aquaculture and fisheries. Research Council of Norway.

52. Safner, R. (1998): Utjecaj spola na randman četiri populacije konzumnog šarana (*Cyprinus carpio* L.). Doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Zagreb.
53. Sečen, V., Mišetić, S. (1999): Retencija Crnačko–Stajničko polje. Prethodna studija utjecaja na okoliš. Dokumentacija Hrvatske Elektroprivrede, Zagreb i Elektroprojekta, Zagreb.
54. Sæle, O., Moren, M., Helland, A. (2009): Development of bone. The fish larva: a transitional life form, the foundation for aquaculture and fisheries. Research Council of Norway.
55. Šegota, T. (1975): Klimatske osobine Like i Gorskog Kotara. U: Pavić, R. (ur.) Geografija SR Hrvatske, knjiga 4, Gorska Hrvatska. Školska knjiga, Zagreb.
56. Šegota, T., Filipčić, A. (2003): Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. Geoadria 8: 17-37.
57. Tominac, N. (2004) Stajnica i okolica. Zavičajni klub „Stajnica“, Zagreb.
58. Tomljanović, T., Piria, M., Treer, T., Safner, R., Šprem, N., Aničić, I., Matulić, D., Kordić, V. (2011): Morfološke osobine šaranskih populacija (*Cyprinus carpio carpio* L.) u Republici Hrvatskoj. Rib., 69 (3): 81 - 93 str.
59. Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Kolak, A., Dražić, M. (2000): Morphological variation among four strains of common carp (*Cyprinus carpio* L.) Cro. Folia Zoo., 49 (1): 69 - 74 str.
60. Zanella, D. (2003): Biološke i morfološke značajke podvrste *Leuciscus souffia muticellus* (Bonaparte, 1873), (Pisces, Cyprinidae), magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
61. Zanella, D. (2007): Biološke i ekološke značajke vrste *Knipowitschia croatica* Mrakovčić et al. 1994 (Actinopterygii, Gobiidae) u rijeci Matici (Vrgorac), Doctoral thesis, Faculty of Science, Department of Biology.
62. Wimberger P. H. (1992): Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae). Biol. Jour. of the Linnean Soc. 45: 197 – 218 str.

## 7. ŽIVOTOPIS

### OSOBNI PODACI:

**Ime i prezime:** Ana Abramović

**Mjesto i datum rođenja:** Nova Gradiška, 17. travnja, 1992.

**Kontakt telefon:** +385 98 164 0419

**Adresa:** Kralja Tomislava 171a, Nova Kapela

**Email:** ancica16@hotmail.com

### FORMALNO OBRAZOVANJE:

- 1999. - 2007. OŠ Antuna Mihanovića, Nova Kapela
- 2007. - 2011. Gimnazija Nova Gradiška
- 2011. - 2017. PMF, Biološki odsjek, biologija i kemija, smjer nastavnički, Zagreb

### DODATNO OBRAZOVANJE:

- 2005. - 2010. Osnovna glazbena škola Požega, smjer: klavir
- 2009. - 2010. Planinarska škola HPD "Strmac", Nova Gradiška

### Aktivnosti vezane uz obrazovanje:

- Sudjelovanje na noći biologije 2013. godine, radionice i prezentacije beskralješnjaci
- Članica hrvatskog planinarskog društva "Velebit", Zagreb
- Sudjelovanje na Work and Travel programu u SAD-u 2016. godine

### Studentski poslovi:

- 9.6.2016. - 9.9.2016. Dostavljačica u pizzeriji, Ocean city (MD, US), Myrtle Beach (SC, US)
- 1.2.2016. - 3.6.2016. Asistentica u nastavi, OŠ Trnjanska
- 1.10.2015. - danas Dadija, Zagreb
- 29.5.2014. - 30.4.2014. Dijeljenje letaka za Kozmo, Zagreb
- 1.7. - 31.7.2013. Pomoćni poslovi u Konzumu, Murter
- 1.7. - 31.7.2012. Sobarica, otok Lopud pored Dubrovnika