Biološko-ekološke značajke oštrulja Aulopyge huegelii Heckel, 1843 (Cyprinidae; Actinopterygii)

Mihinjač, Tanja

Doctoral thesis / Disertacija

2018

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:217:897199

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

Tanja Mihinjač

BIOLOŠKO-EKOLOŠKE ZNAČAJKE OŠTRULJA *Aulopyge huegelii* HECKEL, 1843 (CYPRINIDAE; ACTINOPTERYGII)

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018. godine

University of Zagreb

FACULTY OF SCIENCE

DEPARTMENT OF BIOLOGY

Tanja Mihinjač

BIO-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DALMATIAN BARBELGUDGEON *Aulopyge huegelii* HECKEL, 1843 (CYPRINIDAE; ACTINOPTERYGII)

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2018.

Ovaj je doktorski rad izrađen u Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom prof. dr. sc. Milorada Mrakovčića, u sklopu Sveučilišnog poslijediplomskog doktorskog studija Biologije pri Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

ZAHVALA

Zahvaljujem prof. dr. sc. Miloradu Mrakovčiću na mentorstvu i savjetima tijekom izrade disertacije. Na pomoći i savjetima zahvaljujem i ekipi iz Laboratorija za kralješnjake i zaštitu prirode PMF-a.

Ovaj rad ne bi bio moguć bez pomoći prijatelja prilikom terenskog rada i obrade uzoraka. Marine, Marija, Marija M., Dario, tata i Špela, hvala vam na trudu i volji za lovljenjem riba na terenu. Valentina i Marko, hvala na finoj kavi koja nas je dočekala gotovo na svakom terenu. Hvala i Sokolu na društvu.

Na pomoći prilikom obrade uzoraka, uz stalne članove mog tima – Marina i Mariju, žalim zahvaliti i Viktoriji, Mariji M. i Romani.

Najviše od svega zahvaljujem Mariji i Ani. Hvala vam na čitanju prethodnih verzija teksta, na ispravcima, savjetima i brojnim raspravama koje su dovele do konačne verzije ovog rada. Nikad vam neću moći dovoljno zahvaliti na vašem vremenu i podršci. Marija, hvala ti na riječima ohrabrenja i podršci na svakom koraku doktorskog procesa, ali i života općenito. Ana, došla si u pravi tren! Hvala ti na vjetru u leđa kad mi je to najviše trebalo.

Neizmjerno hvala Marinu, koji je bio uključen u svaki dio ovog procesa. Hvala ti na svakom terenskom danu, svakom popravljenom agregatu, svakom sakupljenom uzorku, svakom odslušanom problemu. I hvala što si tu uvijek kad mi treba!

Na kraju, beskrajno hvala mojoj obitelji. Hvala vam na bezuvjetnoj ljubavi i neizmjernoj podršci koju mi oduvijek pružate. Bez vas ništa ne bi bilo isto!

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Doktorski rad

BIOLOŠKO-EKOLOŠKE ZNAČAJKE OŠTRULJA *Aulopyge huegelii* HECKEL, 1843 (CYPRINIDAE; ACTINOPTERYGII)

Tanja Mihinjač

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

Slatkovodna riba oštrulj endem je jadranskog slijeva rasprostranjen u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini. Ovo istraživanje obuhvatilo je populacije iz jezera Visovac na Krki i jezera Torak na Čikoli te populaciju gornjeg toka Čikole u Hrvatskoj i kanala Ždralovac u BiH. Terenski dio istraživanja proveden je od prosinca 2013. godine do lipnja 2016. godine te su obrađene ukupno 264 jedinke. Jedinke iz različitih populacija međusobno su uspoređene na temelju morfologije (morfometrija, meristika i vanjski izgled) i ekologije (dužinsko-maseni odnosi, razmnožavanje, prehrana, starost, rast i smrtnost), a rezultati pokazuju da jedinke iz gornjeg toka rijeke Čikole dosežu manje duljine tijela i manju starost te imaju lošije kondicijsko stanje i manji reproduktivni uspjeh od jedinki iz jezerskih sustava. Dobivene razlike rezultat su različitih uvjeta staništa na kojem pojedine populacije žive. Također, rezultati ukazuju na važnost zaštite oštrulja i njegovog staništa, naročito povremenih vodotoka, koji predstavljaju njegovo primarno stanište.

(221 stranica, 63 slike, 49 tablica, 145 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: oštrulj, Krka, Čikola, morfologija, ekologija

Mentor: dr. sc. Milorad Mrakovčić, redoviti profesor

Ocjenjivači: dr. sc. Perica Mustafić, izvanredni profesor

dr. sc. Marina Piria, redovita profesorica

dr. sc. Marcelo Kovačić, znanstveni savjetnik, naslovni izvanredni profesor

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Doctoral thesis

BIO-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DALMATIAN BARBELGUDGEON *Aulopyge huegelii* HECKEL, 1843 (CYPRINIDAE; ACTINOPTERYGII)

Tanja Mihinjač

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

Dalmatian barbelgudgeon is a species of freshwater fish endemic to rivers of the Adriatic basin in Croatia and Bosnia and Herzegovina. This research surveyed populations from Croatia (from lake Visovac on river Krka, lake Torak on river Čikola, and from upper river Čikola) and B&H (canal Ždralovac). The field work was carried out from December 2013 to June 2016 during which 264 specimens were caught. Individuals from different populations were compared based on morphology (morphometrics, meristics, external appearance) and ecology (length-weight relationships, reproduction, diet, age, growth, mortality). The results show that individuals from the upper part of river Čikola have smaller body size, shorter life-span, lower condition, and lower reproductive success than individuals from lake systems. Observed differences are the result of different habitats in which these populations live. Also, the results show the importance of protecting the barbelgudgeon and its habitat, especially temporary streams which are its primary habitat.

(221 pages, 63 figures, 49 tables, 145 references, original in Croatian)

Key words: Dalmatian barbelgudgeon, Krka, Čikola, morphology, ecology

Supervisor: Milorad Mrakovčić, PhD, Full professor

Reviewers: Perica Mustafić, PhD, Associate professor

Marina Piria, PhD, Full professor

Marcelo Kovačić, PhD, Scientific advisor, Associate professor

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA 3
2. LITERATURNI PREGLED 4
2.1. SISTEMATSKI POLOŽAJ OŠTRULJA 5
2.2. RASPROSTRANJENOST OŠTRULJA 6
2.3. OPĆE ZNAČAJKE MORFOLOGIJE OŠTRULJA 8
2.4. OPĆE ZNAČAJKE EKOLOGIJE OŠTRULJA 12
2.4.1. Stanište oštrulja 12
2.4.2. Razmnožavanje oštrulja 12
2.4.3. Omjer spolova kod oštrulja 14
2.4.4. Prehrana oštrulja 15
2.4.5. Aktivnost oštrulja 16
2.4.6. Starost i rast oštrulja 16
2.4.7. Ostala istraživanja vršena na oštrulju 17
2.5. UGROŽENOST I ZAŠTITA OŠTRULJA 17
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 19
3.1. ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA 20
3.2. ZNAČAJKE RIJEKA I JEZERA NA KOJIMA JE PRIKUPLJEN MATERIJAL 25
3.2.1. Rijeka Krka 25
3.2.2. Rijeka Čikola 29
3.2.3. Kanal Ždralovac u Livanjskom polju 33
4. MATERIJAL I METODE 35
4.1. PRIKUPLJANJE UZORAKA 36
4.2. MORFOLOŠKE ANALIZE 39
4.2.1. Morfometrijske analize 39
4.2.2. Merističke analize 43
4.2.3. Vanjski izgled 44
4.3. ZNAČAJKE POPULACIJA 44
4.4. DUŽINSKO-MASENI ODNOSI 45
4.5. RAZMNOŽAVANJE 47
4.6. PREHRANA 50
4.7. STAROST I RAST 52
4.8. SMRTNOST 55
5. REZULTATI 57

5.1. MORFOMETRIJSKE ZNAČAJKE OŠTRULJA 58
5.1.1. Deskriptivna statistika 59
5.1.2. Korelacija morfometrijskih mjera i standardne duljine tijela 62
5.1.3. Morfometrijski omjeri 63
5.1.4. Analiza varijance 67
5.1.5. Analiza glavnih komponenata (PCA) 70
5.2. MERISTIČKE ZNAČAJKE OŠTRULJA 74
5.3. VANJSKI IZGLED OŠTRULJA 77
5.4. ZNAČAJKE POPULACIJA 79
5.4.1. Dužinski sastav 79
5.4.2. Sastav po spolu 82
5.5. DUŽINSKO – MASENI ODNOSI 86
5.6. KONDICIJA 95
5.7. RAZMNOŽAVANJE 100
5.7.1. Gonadosomatski indeks 100
5.7.2. Veličina jajnih stanica 107
5.7.3. Fekunditet 113
5.7.4. Prva spolna zrelost 116
5.8. PREHRANA 117
5.8.1. Izgled probavila 117
5.8.2. Ispunjenost probavila 119
5.8.3. Kvalitativni sastav prehrane 120
5.9. STAROST I RAST 125
5.10. SMRTNOST 131
6. RASPRAVA 133
6.1. MORFOMETRIJA, MERISTIKA I VANJSKI IZGLED OŠTRULJA 134
6.2. ZNAČAJKE POPULACIJA 142
6.3. DUŽINSKO-MASENI ODNOSI 145
6.4. RAZMNOŽAVANJE 148
6.5. PREHRANA 154
6.6. STAROST I RAST 158
6.7. SMRTNOST 161
6.8. EKOLOŠKI UVJETI STANIŠTA I RAZLOZI UGROŽENOSTI OŠTRULJA NA ISTRAŽIVANIM POSTAJAMA 161
7. ZAKLJUČCI 164
8. LITERATURA 168

9. PRILOZI.....184
10. ŽIVOTOPIS.....216

1. UVOD

Hrvatska je ihtiofauna vrlo bogata. Slatkovodni ekosustavi u Hrvatskoj planinskim su masivom Dinarida podijeljeni na dva slijeva, crnomorski i jadranski. Prema ĆALETA I SUR. (2015) dunavski slijev Hrvatske nastanjuje 87 vrsta, od čega se 12 vrsta smatra endemimam, dok jadranski slijev nastanjuje 80 vrsta, od čega je 38 vrsta endemsko za ovo područje. Od ukupnog broja vrsta riba prisutnih u Hrvatskoj, oko 30 vrsta strane su i invazivne strane vrste.

Oštrulj, *Aulopyge huegelii* Heckel, 1843, spada u red šaranki (Cypriniformes), porodicu šarana (Cyprinidae) i potporodicu Cyprininae (KOTTELAT I FREYHOF 2007). Porodica Cyprinidae velika je porodica slatkovodnih riba rasprostranjenih po čitavom svijetu osim Madagaskara, Australije, Novog Zelanda i Južne Amerike. Ribe iz porodice Cyprinidae, za razliku od riba iz ostalih porodica, na petom (zakržljalom) škržnom luku imaju ždrijelne zube koji im služe za drobljenje hrane, jer im pravi zubi u čeljusti uglavnom nedostaju. Potporodica Cyprininae najveća je potporodica unutar porodice Cyprinidae, s najvećom raznolikošću vrsta u Africi i istočnoj i južnoj Aziji. U Europi je autohtono svega 38 vrsta iz ove potporodice. Vrste iz potporodice Cyprininae razlikuju se od vrsta iz drugih potporodica po prisutnosti dva para brčića i po 8½ ili 14-21½ razgranatih šipčica u leđnoj peraji (KOTTELAT I FREYHOF 2007). Sama vrsta *A. huegelii* lako se može razlikovati od drugih vrsta iz ove porodice po tijelu koje je gotovo ili sasvim bez ljusaka te po prisutnosti leglice kod ženke (produžena urogenitalna papila spojena s prednjim rubom podrepne peraje).

Oštrulj je endem jadranskog slijeva koji živi samo u krškim rijekama i jezerima Hrvatske i Bosne i Hercegovine. U BiH nastanjuje manje tekućice, ponornice i jezera u Duvanjskom, Livanjskom i Glamočkom polju, a iz Buškog jezera unesen je i u Blidinje jezero, Mostarsko blato te u Šatorsko jezero koje spada u crnomorski slijev (DELIĆ I SUR. 2005, MRAKOVČIĆ I SUR. 2006). U Hrvatskoj je rasprostranjen u rijekama Krki, Čikoli i Cetini i njihovim pritocima (VUKOVIĆ I IVANOVIĆ 1971, MRAKOVČIĆ I SUR. 2006, ĆALETA I SUR. 2009). Također, postoje i stariji podaci o rasprostranjenosti ove vrste u rijeci Zrmanji (MRAKOVČIĆ I MIŠETIĆ 1990, MRAKOVČIĆ I SUR. 2006), no oni u novije vrijeme nisu potvrđeni. Na svim rijekama u Hrvatskoj u kojima obitava oštrulj sustavno se smanjuje kvaliteta staništa (izgradnja hidroakumulacija, intenzivna regulacija vodotoka, promjene prirodnog vodnog režima i dr.) zbog čega je ova vrsta svrstana u ugrožene vrste (EN) prema IUCN – ovoj klasifikaciji (eng. *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*) i na lokalnoj i na globalnoj razini (CRIVELLI 2006, MRAKOVČIĆ I SUR. 2006).

1.1. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

O morfologiji i ekologiji vrste *Aulopyge huegelii* postoji malo podataka, pogotovo uzme li se u obzir njezino cijelo područje rasprostranjenosti, koje je ograničeno samo na krško područje Bosne i Hercegovine i Hrvatske. Podaci o morfologiji i ekologiji vrste najčešće se odnose samo na populacije iz Bosne i Hercegovine, odnosno na populacije iz Livanjskog polja (KAPETANOVIĆ I SUR. 1966, AGANOVIĆ I VUKOVIĆ 1968, AGANOVIĆ 1970, GUZINA 2000), a analize populacija iz Hrvatske provedene su na vrlo malom broju uzoraka (GUZINA 2000). Usporedbom sa starijim saznanjima o brojnosti oštrulja u Hrvatskoj primijećen je značajan pad brojnosti populacija. Zbog toga je glavni cilj ovog istraživanja bio dobiti nove podatke o morfologiji i ekologiji vrste, s naglaskom na populacije iz Hrvatske, kao i usporediti populacije koje nastanjuju različita staništa (jezerske i riječne sustave) te vidjeti kako se te značajke mijenjaju s obzirom na uvjete staništa (temperaturu vode, vodostaj, protok vode). Hipoteze ovog istraživanja su:

- Između jedinki oštrulja iz riječnih i jezerskih populacija postoje razlike u morfološkim i ekološkim karakteristikama.
- Uvjeti na staništu utječu na razlike u morfologiji i ekologiji jedinki. Zbog stabilnijih ekoloških uvjeta, jedinke jezerskih populacija imat će bolje kondicijsko stanje, veći reproduktivni uspjeh i dulji životni vijek nego jedinke riječnih populacija.

Kako bi se provjerile postavljene hipoteze, istraživanje morfologije i ekologije oštrulja obuhvatilo je:

- morfometrijske i merističke analize te proučavanje vanjskog izgleda jedinki;
- utvrđivanje dužinske i spolne strukture istraživanih populacija;
- utvrđivanje dužinsko-masenih odnosa i kondicije jedinki u istraživanim populacijama;
- utvrđivanje obrazaca razmnožavanja: određivanje gonadosomatskog indeksa jedinki, sezone mrijesta, fekunditeta ženki te veličine jajnih stanica;
- analizu dužine probavila te kvalitativnog sastava prehrane;
- utvrđivanje starosti i rasta jedinki iz riječnih i jezerskih sustava, kao i njihovu stopu smrtnosti.

2. LITERATURNI PREGLED

2.1. SISTEMATSKI POLOŽAJ OŠTRULJA

Godine 1840. na svojim putovanjima Europom, Johann Jakob Heckel prvi se puta susreo s ovom neobičnom ribom. Isprva ju je smjestio u rod *Barbus* Cuvier, ali joj je kasnije, zbog prisutnosti leglice kod ženki, nadjenuo ime *Aulopyge* (*aulos* – cijev, *pyge* – rep) (HECKEL 1942). U čast austrijskom botaničaru Carlu Freiherru Hügelu vrsta je dobila ime *huegelii*. U istom radu Heckel daje vrlo kratki opis vrste, a tek godinu dana kasnije, 1843. godine, detaljno ju je opisao (HECKEL 1843). Svrstao ju je u takozvani Tribus III unutar porodice Cyprinidae. Prema HECKELU (1843), značajke Tribusa III su mesnate usne, četiri brčića i kratke leđna i podrepna peraja. Osnovna perajna formula im je D III-IV 8-10; A III 5-6. Uz kratki opis vrste, HECKEL navodi da je oštrulj izgledom mješanac vrste *Cobitis barbatula* (validni naziv vrste danas je *Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758), brkica) i vrsta iz roda *Barbus* (mrene). U svom velikom dijelu, *Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die Angränzenden Länder*, izdanom 1858. godine HECKEL I KNER detaljnije opisuju ovu vrstu te zaključuju da se izgledom nalazi između rodova *Barbus* i *Phoxinus* (pijori).

Sistematskim položajem oštrulja bavili su se mnogi istraživači. KARAMAN (1971) ga je svrstao u potporodicu Barbinae, koja se dijeli na tri tribusa – Aulopygini, Schizothoracini i Barbini. Tribus Aulopygini od ostalih se tribusa razlikuje po jasno vidljivoj mesnatoj urogenitalnoj papili kod ženki te po tijelu bez ljusaka. U ovaj tribus spada monotipski rod *Aulopyge*, relikt euroazijskih barbina koji je srodstvenim odnosima povezan i s azijskim schizothoracinima. Nadalje, na temelju istraživanja kariotipa i morfologije ARAI (1982) je oštrulja svrstao u potporodicu Gobioninae te je zaključio da je ta vrsta „mozaik barbina (mrena) i gobionina (krkuša)“.

Nešto kasnije, godine 1987., HOWES je detaljno istražio anatomiju (osteologiju) oštrulja, a dobiveni rezultati ne slažu se niti s Karamanovom niti s Araijevom hipotezom o sistematskom položaju oštrulja. Prateći izvornu Bonaparteovu klasifikaciju porodice Cyprinidae (1846), oštrulj je, zbog prisutnosti maksilarnih brčića spojenih sa VII glavenim živcem, svrstan u potporodicu Cyprininae. Nadalje, prema HOWESU (1987), *A. huegelii* je zbog sličnosti s vrstama iz roda *Barbus* ili visoko specijaliziran član *Barbus sensu stricto* linije (europska linija barbina) ili srodnik *Barbus sensu lato* linije (euroazijska i afrička linija barbina). Njegovu su teoriju potvrdili i TSIGENOPOULOS I BERREBI (2000), koji su na temelju molekularnih filogenetskih analiza zaključili da oštrulj spada u *Barbus sensu stricto* liniju s

velikom divergencijom od afričke linije. Prema navedenim autorima, *A. huegelii* može se smatrati dijelom prvog migracijskog vala koji je dospio u Sredozemno more i u dalmatinskoj regiji našao refugij. Molekularni sat predložen od strane TSIGENOPOULOSA I BERREBIJA (2000) procjenjuje da se oštrulj razdvojio od ostalih europskih barbina u srednjem miocenu (prije 12 – 10 milijuna godina).

Međutim GANTE (2011), koji je analize datiranja kalibrirao fosilnim podacima, procjenjuje da se vrsta *A. huegelii* odvojila od ostalih vrsta iz linije pravih barbina u ranom oligocenu (prije oko 31,6 milijuna godina), što znači da je oštrulj najstarija vrsta unutar *Barbus sensu stricto* linije. GANTE (2011) liniju *Barbus sensu stricto* definira kao grupu poliploidnih riba (2n=100) rasprostranjenih u slatkim vodama Europe, jugozapadne Azije i sjeverne Afrike, te uz rodove *Barbus* i *Luciobarbus* u nju ubraja još samo heksaploidni bliskoistočni rod *Capoeta* i tetraploidni balkanski rod *Aulopyge*. MACHODROM I DOADRIO (2001) u *Barbus sensu stricto* liniju, uz gore spomenute rodove, ubrajaju još i rodove *Pseudobarbus* i *Varichorinus*. Prema MACHODROM I DOADRIO (2001), *A. huegelii* je bazalno izdvojen takson linije *Barbus sensu stricto* te su se složili s TSIGENOPOULOSOM I BERREBIJEM (2000) da se on može smatrati dijelom prvog migracijskog vala kojim su ribe stigle u Sredozemno more.

WANG I SUR. (2013) iznijeli su još jednu hipotezu o postanku i širenju *Barbus sensu stricto* linije. Prema njima, ova linija dijeli zajedničkog pretka s azijskim tribusom Schizotoracini i rodovima *Cyprinion* i *Scaphiodonichthys*. *Barbus sensu stricto* linija nastala je na području Qinghai-Tibetanskog platoa u Aziji, a do Europe je stigla prije 16,5 – 15,5 milijuna godina (miocen).

Dakle, prema dosadašnjim literaturnim podacima pretpostavlja se da je *A. huegelii* vrlo stara vrsta unutar *Barbus sensu stricto* linije, ali točno vrijeme odvajanja oštrulja od ostalih barbina, kao ni njegovi putovi širenja, trenutno nisu sa sigurnošću utvrđeni.

2.2. RASPROSTRANJENOST OŠTRULJA

S obzirom da postoji nekoliko teorija o postanku same vrste *Aulopyge huegelii*, postoji i nekoliko teorija širenja ove vrste do dinarskog krša. Prema rezultatima molekularnih analiza datiranja TSIGENOPOULOS I BERREBI (2000) procjenjuju vrijeme odvajanja oštrulja od ostalih vrsta iz *Barbus sensu stricto* linije u srednjem miocenu (prije oko 11 milijuna godina). Po

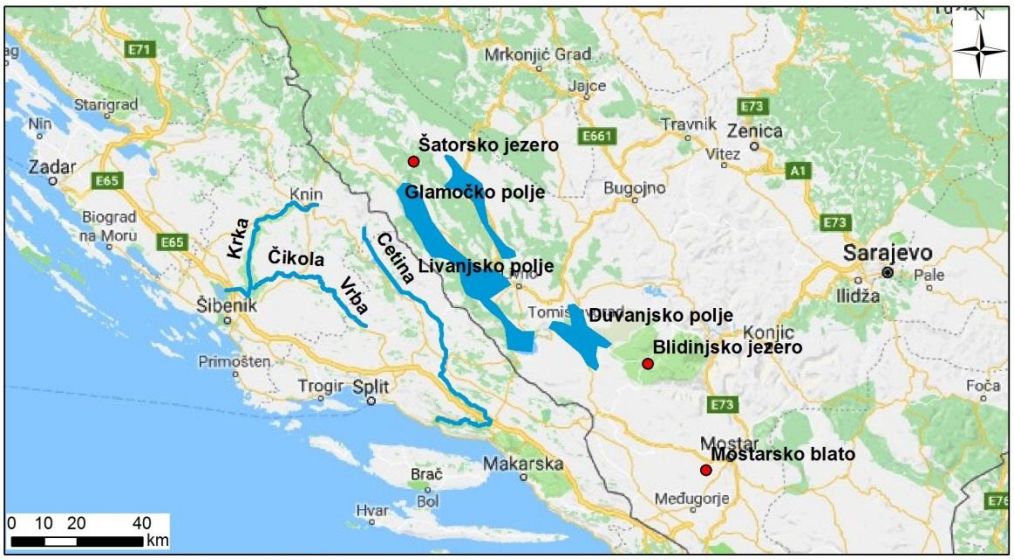
njihovoj teoriji veliku ulogu u naseljavanju Europe vrstama iz Azije imao je Paratethys – veliko, bočato jezero (more) koje se nalazilo između Azije i Europe. Sa Tsigenopoulosovom i Berrebijevom teorijom složili su se i WANG I SUR. (2013) koji zaključuju da je predak *Barbus sensu stricto* linije došao iz Azije putem mora Paratethys.

Prema drugoj teoriji, koju je postavio GANTE (2011), oštrulj je vrlo stara vrsta koja se od ostalih vrsta iz *Barbus sensu stricto* linije odvojila tijekom ranog oligocena (prije oko 31,6 milijuna godina). Naseljavanje Sredozemnog mora (tj. južnog dijela mora Tethys) mrenama iz Azije započelo je još tijekom kasnog eocena i ranog oligocena. Također, ovo naseljavanje podudara se i s naseljavanjem Europe ostalim ciprinidima iz Azije (PEREA I SUR. 2010). S obzirom da se dinarski krš započeo formirati još u karbonu, a taloženje karbonata nastavilo se do eocena (VELIĆ 2007), možemo pretpostaviti da je vrsta *A. huegelii* prilikom dolaska na dinarsko područje naišla na iste ili vrlo slične uvijete današnjima.

Današnje područje rasprostranjenosti oštrulja uključuje krško područje Hrvatske i Bosne i Hercegovine. Zbog uskog areala oštrulj spada u endemske vrste jadranskog slijeva i dinarskog krša. U Hrvatskoj područje rasprostranjenosti oštrulja uključuje rijeke Cetinu, Krku i Čikolu s pritocima te jezera u sklopu navedenih rijeka (npr. Miloševo i Stipančevo jezero na rijeci Cetini, Visovac na rijeci Krki, Torak na rijeci Čikoli) (ĆALETA I SUR. 2015). Neki autori kao područje rasprostranjenosti oštrulja u Hrvatskoj navode i rijeku Zrmanju (MRAKOVČIĆ I MIŠETIĆ 1990, MRAKOVČIĆ I SUR. 2006), iako u novije vrijeme to nije potvrđeno. Prirodno područje rasprostranjenosti oštrulja u Bosni i Hercegovini uključuje vode Glamočkog, Duvanjskog i Livanjskog polja te Buško jezero (slika 2.1.).

Oštrulj je prenesen i izvan svog prirodnog područja rasprostranjenosti. ĆURČIĆ (1917) navodi da je oštrulj, zajedno s pijuricom (*Phoxinellus alepidotus* Heckel, 1843) i sitnoljuskavim klenom (*Squalius tenellus* Heckel, 1843), krajem 1800-ih godina iz Buškog blata (odnosno iz Livanjskog polja) unesen u Blidinje jezero. Iako je ovo jezero jako plitko, ribe su se u njemu razmnožile u visokoj biomasi, pa je tako i brojnost oštrulja u ovom jezeru velika. Također, tijekom 1970-ih i 1980-ih godina oštrulj je zajedno s pijuricom unesen i u Šatorsko jezero, a razlog unosa nije poznat (DELIĆ I SUR. 2005). Šatorsko jezero glacijalnog je porijekla, a nalazi se na 1450 m nadmorske visine na planini Šator kod Bosanskog Grahova u Bosni i Hercegovini. Šatorsko jezero pripada slijevu rijeke Unac, pritoku rijeke Une, koja spada u dunavski slijev te je ovo prvi i jedini nalaz oštrulja u dunavskom slijevu i na ovako visokoj nadmorskoj visini. Prema DELIĆ I SUR. (2005), oštrulj se dobro prilagodio ovom

novom tipu staništa i ekološkim uvjetima koji vladaju na jezeru. Nadalje, u istraživanjima provedenim 2004., 2006. i 2008. godine ŠANDA I SUR. (2009) zabilježili su oštrulja i u Mostarskom blatu, gdje on predstavlja unesenu vrstu. Prema ŠANDA I SUR. (2009) i GLAMUZINA I SUR. (2010) razlog i period unosa oštrulja u Mostarsko blato nisu poznati, ali je poznato da se oštrulj tamo prirodno razmnožava iako ga nema u većem broju i ne predstavlja opasnost za zavičajnu faunu.



Slika 2.1. Karta rasprostranjenosti vrste *Aulopyge huegelii*. Plavom bojom označeno je prirodno područje rasprostranjenosti, dok je crvenom bojom označeno područje u koje je oštrulj unesen.

2.3. OPĆE ZNAČAJKE MORFOLOGIJE OŠTRULJA

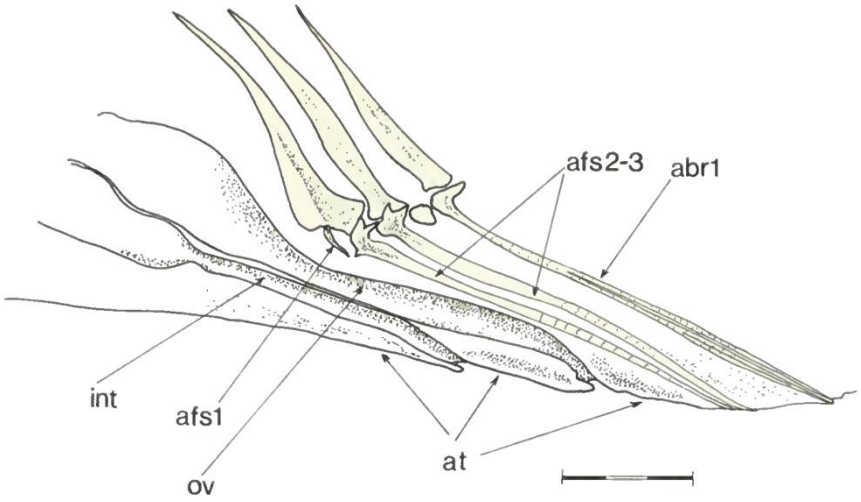
Osnovne značajke morfologije oštrulja, koje ga vrlo dobro razlikuju od ostalih vrsta slatkovodnih riba, su tijelo bez ljusaka te produžena urogenitalna papila (leglica) spojena s podrepnom perajom kod ženki. Ove je značajke J. J. Heckel koristio kod opisa nove vrste, a kao determinacijska svojstva koriste se i u ostalim radovima (HECKEL 1842, 1843, HECKEL I KNER 1858, VUKOVIĆ I IVANOVIĆ 1971, KOTTELAT I FREYHOF 2007). Nedostatak ljusaka na tijelu smatra se prilagodbom riba na život u podzemlju, gdje oštrulj provodi dio životnog ciklusa. Iako je osnovna vanjska značajka oštrulja tijelo bez ljusaka, GUZINA I VUKOVIĆ (1987) su istraživanjem oštrulja iz Buškog jezera primijetili pojavu ljusaka kod manjeg broja

jedinki. Ljuske su bile uglavnom ovalnog ili poligonalnog oblika bez pravilno oformljenog više ili manje razorenog centra. Javljale su se fragmentarno u grupicama do 20 ljusaka, najčešće na prednjem i srednjem dijelu tijela ili, rjeđe, na stražnjem dijelu tijela i u bočnoj pruzi. Ljuske iz bočne pruge imale su razvijen kanal bočne pruge. Kao razlog pojave ljusaka na oštruljima iz Buškog jezera navode se vanjski utjecaji, tj. izgradnja umjetne akumulacije i sprječavanje migriranja ovih jedinki u podzemlje (GUZINA I VUKOVIĆ 1987, GUZINA 2000).

Osnovna boja tijela oštrulja je srebrna ili žućkastosiva, smećkasta ili zelenkasta prema bokovima i leđima, sa smeđim ili crnim točkicama koje mogu biti raspršene pojedinačno ili mogu biti grupirane u veće mrlje (HECKEL 1843, HECKEL I KNER 1858, VUKOVIĆ I IVANOVIĆ 1971). Bočna pruga nalazi se na bokovima te može biti necjelovita i nepravilna, a na površini tijela otvara se jednostavnim otvorom. Njuškica je mala, zašiljena i stožasto produžena, a na njoj se nalaze dva para kratkih brčića – maksilarni i mandibularni. KOTTELAT I FREYHOF (2007) prisutnost brčića smatraju determinacijskim svojstvom, ali napominju da i neke druge vrste iz potporodice Cyprininae posjeduju brčiće. Usta su mala, donja i potkovastog oblika, a stražnji rub usta jedva doseže nosni otvor. Usnice nisu mesnate (SEELEY 1886).

Perajna formula oštrulja je D III+8, A II+5, P I+15, V II+7-8, C 19 (HECKEL 1843, HECKEL I KNER 1858, SEELEY 1886, VUKOVIĆ I IVANOVIĆ 1971, GUZINA 2000, ĆALETA I SUR. 2009). Leđna peraja smještena je bliže repu nego glavi, a početak baze leđne peraje smješten je točno iznad početka baze trbušnih peraja (SEELEY 1886, HOWES 1987). Leđna peraja kratka je i visoka. Tvrdih nerazgranatih šipčica u leđnoj peraji ima tri, s tim da je prva tvrda nerazgranata šipčica vrlo mala i jedva vidljiva, a zadnja tvrda nerazgranata šipčica cijelom je posteriornom dužinom izrazito nazubljena. Podrepna peraja također je kratka, a baza joj počinje iza baze leđne peraje. U podrepnoj peraji postoje tri tvrde nerazgranate šipčice, ali je prva tvrda šipčica rudimentarna, tako da se u perajnoj formuli navode samo dvije tvrde nerazgranate šipčice (HOWES 1987). Broj i izgled nerazgranatih i razgranatih šipčica u leđnoj i podrepnoj peraji imaju poseban značaj za taksonomsko određivanje mnogih skupina riba, pa tako i za oštrulja. Na temelju ovih, ali i nekih drugih značajki, HOWES (1987) je oštrulja svrstao u potporodicu Cyprininae. Ribe iz navedene potporodice imaju tvrde i često okoštale šipčice u leđnoj peraji, dok se kod riba iz potporodice Leuciscinae (također iz porodice Cyprinidae) one rijetko pojavljuju, a ako su prisutne, nikad nisu nazubljene. Također, kod potporodice Cyprininae zadnja tvrda nerazgranata šipčica uvijek je najduža, a može biti ili savitljiva ili okoštala te posteriorno glatka ili nazubljena, što stoji i za oštrulja (HOWES 1987).

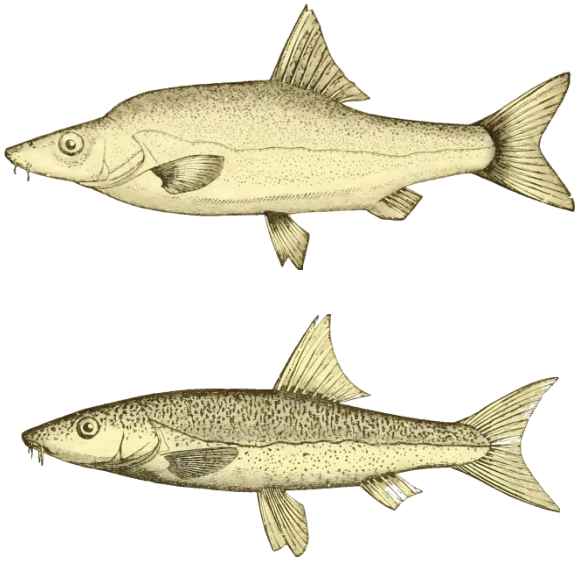
Genitalna morfologija ženki oštrulja jedinstvena je unutar reda Cypriniformes te se koristi kao glavno taksonomsko svojstvo za ovu vrstu. Mužjaci oštrulja imaju odvojene analni i urogenitalni otvor, s tim da je urogenitalni otvor iza analnog otvora te malo ispred podrepne peraje. Kod ženki oštrulja analni i urogenitalni otvor i njihovi kanali (crijevo, jajovod) nalaze se na mesnatoj cjevčici srasloj s drugom (prvom funkcionalnom) tvrdom nerazgranatom šipčicom podrepne peraje. Analni otvor nalazi se ispred urogenitalnog otvora. Jajovodi su jednim dijelom čvrsto srasli s fleksibilnom drugom (prvom funkcionalnom) nerazgranatom šipčicom (slika 2.2.) (SEELEY 1886, HOWES 1987). Pomoću tako formirane leglice ženka polaže jaja u pukotine u kamenju ili biljke. Leglica se razvija već kod jedinki veličine oko 30 mm te je vrlo rano moguće razlikovati ženke i mužjake (FREYHOF 1997).



Slika 2.2. Anatomija podrepne peraje i leglice kod ženke oštrulja. int = crijevo, afs1 = prva (zakržljala) tvrda šipčica u podrepnoj peraji, ov = jajovod, at = podrepna peraja, afs2-3 = druga i treća tvrda šipčica u podrepnoj peraji, abr1 = prva razgranata šipčica u podrepnoj peraji (preuzeto i prilagođeno iz HOWES 1987).

Spolni dimorfizam kod oštrulja, osim u prisutnosti leglice kod ženki, očituje se u još nekim karakteristikama. Prema većini autora mužjaci oštrulja uvijek su manji od ženki, a HECKEL I KNER (1858) i SEELEY (1886) navode da u vanjskom izgledu podsjećaju na vrstu *Leuciscus phoxinus* (validno ime vrste danas je *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), pijor). Također, u odraslih spolno zrelih ženki tijelo je puno više nego kod mužjaka ili juvenilnih jedinki te formira „grbu“ ispred leđne peraje (slika 2.3.). Prema literaturnim navodima, razlike između mužjaka i ženki postoje i u perajama – leđna peraja kod mužjaka je viša, prsne kraće,

podrepna peraja počinje bliže sredini tijela, a u repnoj peraji mužjaka često ima više šipčica nego kod ženki (HECKEL I KNER 1858, SEELEY 1886). Zanimljivo je da ŠORIĆ I BĂNĂRESCU (1999) navode da ženke oštrulja nikad ne dosežu veličine kao mužjaci, što je u suprotnosti sa svim ostalim dostupnim literaturnim navodima.



Slika 2.3. Ženka (gore) i mužjak (dolje) vrste *Aulopyge huegelii* (preuzeto i prilagođeno iz SEELEY 1886).

Prema podacima koje je iznijelo više autora, između riječnih i jezerskih populacija iste vrste riba često postoje morfološke razlike. Morfologija riba često je pod utjecajem okolišnih čimbenika, kao što su protok i fizikalno-kemijska svojstva vode, koji su različiti u jezerskim i riječnim staništima. Većina istraživanja ovog tipa provedena je na pastrvama, a opće su postavke da će jedinke iz riječnih staništa imati vitkije tijelo, šire i veće peraje, parne peraje bit će smještene više naprijed te će imati snažniji repni držak od jedinki iz jezerskih staništa, kako bi se lakše održale u struji vode (SWAIN I HOLTBY 1989, MCLAUGHLIN I NOAKES 1998, BRINSMEAD I FOX 2002, RECHULICZ I KOLEJKO 2012).

2.4. OPĆE ZNAČAJKE EKOLOGIJE OŠTRULJA

2.4.1. Stanište oštrulja

Stanište oštrulja uključuje krške tekućice, uglavnom ponornice, ali i jezera (VUKOVIĆ I IVANOVIĆ 1971, ŠORIĆ I BĂNĂRESCU 1999, MRAKOVČIĆ I SUR. 2006, KOTTELAT I FREYHOF 2007, ĆALETA I SUR. 2009). Može ga se naći u izvorima rijeka (npr. izvor rijeke Čikole) ili u manjim izvorima u poljima (Livanjsko, Duvanjsko i Glamočko polje u BiH). Dio staništa oštrulja predstavljaju povremeni vodotoci, koji u dijelu godine teku i poplavljuju okolna polja, a u dijelu godine presušuju i na njima ostaju samo manji bazenčići ispunjeni vodom u kojima se zadržava veća količina ribe (rijeka Čikola, rijeka Vrba, potoci u poljima u BiH). Nastanjuje i stalne vodotoke i jezera na tim vodotocima (rijeka Krka, rijeka Cetina, jezero Visovac, jezero Torak, Miloševo i Stipančevo jezero). Pretpostavlja se da oštrulj nepovoljne uvjete u ponornicama preživljava u podzemlju (npr. izvor Čikole), dok se u jezerima spušta u dublje dijelove gdje mirujući čeka prestanak nepovoljnih uvjeta. ĆALETA I SUR. (2009) napominju da oštrulj preferira jezerska staništa gdje se zadržava u jatima koja u vrijeme nepovoljnih uvjeta migriraju u podzemlje.

2.4.2. Razmnožavanje oštrulja

Razmnožavanje oštrulja proučavano je u više navrata, a dobiveni rezultati prilično se razlikuju, pogotovo oni o sezoni mrijesta, temperaturi vode u vrijeme mrijesta i fekunditetu (AGANOVIĆ 1970, FREYHOF 1997, GUZINA 2000, BLESS I RIEHL 2002). Objavljene rezultate teško je uspoređivati s obzirom da su autori koristili različite metode prilikom istraživanja razmnožavanja oštrulja.

Prve rezultate o razmnožavanju oštrulja iznio je AGANOVIĆ (1970), koji je utvrdio da je mrijest oštrulja porcioni (višestruk), tj. da se mrijesti više puta u sezoni mrijesta. Ovu tvrdnju potvrdila su i laboratorijska istraživanja. Prilikom proučavanja oštrulja u akvariju primijećeno je da se on mrijesti više puta – u akvariju s tri ženke pronađena su četiri mrijesta, što znači da se barem jedna ženka morala mrijestiti više od jednom (BLESS I RIEHL 2002). Oštrulji spadaju u grupu riba koje se mrijeste asinkrono, što znači da oocite sazrijevaju tijekom cijele sezone mrijesta, njihov razvoj je neujednačen i jajnici sadrže jajne stanice u svim fazama razvoja (BLAZER 2002). Kod takvih riba apsolutni fekunditet, odnosno godišnji fekunditet ne može se izračunati, već se umjesto njega koristi fekunditet jednog mrijesta (eng.

batch fecundity), koji nam govori koliko jajašaca ženka može položiti u jednoj seriji mrijesta (HUNTER I MACEWICZ 1985, HUNTER I SUR. 1985).

Prema AGANOVIĆU (1970) i GUZINI (2000) oštrulj se mrijesti u svibnju. FREYHOF (1997) na temelju rezultata dobivenih u umjetnim uvjetima zaključuje da mrijest počinje kad je temperatura vode iznad 12 °C, a najintenzivniji je u travnju kada ženka u pravilu jaja izbacuje svaki dan. Kroz svibanj se mrijest smanjuje, a krajem svibnja gotovo potpuno prestaje. BLESS I RIEHL (2002) pak navode da mrijest počinje kod temperature vode od 20 °C i traje otprilike četiri tjedna. Zaključuju da mrijest počinje sredinom svibnja i završava sredinom lipnja, a da su glavni pokretači mrijesta temperatura vode i duljina dana.

Prema mrijesnom supstratu oštrulj je litofil, što znači da ženke jaja odlažu u pukotinama stijena, na kamenju ili između šljunkovitog supstrata (BALON 1979). Prema MRAKOVČIĆ I SUR. (2006), jaja odlažu i među korijenje ili u stapke vegetacije, što ih svrstava u lito-fitofile. Prilikom mrijesta oštrulji razvijaju posebni obrazac ponašanja, a mužjaci i posebno obojenje – osnovna boja tijela postaje svjetlija, a mrljice na tijelu izraženije i tamnije. Mužjaci prije mrijesta prate ženku te se bore za nju. Mužjak koji će se pariti sa ženkom uvijek pliva tik uz nju te pokušava ostale mužjake držati podalje. Ženka započinje mrijest plivajući prema pukotinama u stijenama ili drugim uskim strukturama (mrtva ili živa vegetacija, udubljenja između korijenja biljaka, pukotine u supstratu i sl.) utiskujući jaja u pukotine pomoću leglice. Cijeli postupak mrijesta traje prilično dugo, a položena jaja ženka često ispituje vrhom leglice i ustima. Nakon što je pukotina popunjena, mužjak i ženka ostaju zajedno plivajući jedan uz drugog u potrazi za sljedećim pogodnim mjestom za polaganje jaja (FREYHOF 1997).

Podaci o veličini jaja i fekunditetu, odnosno reproduktivnom potencijalu ženki oštrulja također se razlikuju. AGANOVIĆ (1970) navodi da se promjer ikre u jajnicima spolno zrelih ženki oštrulja kreće od 1,0 mm do 1,6 mm. GUZINA (2000) primjećuje da promjer ikre može biti i puno manji te navodi raspon od 0,3 do 1,7 mm. U laboratorijskim istraživanjima mjerena su samo jaja koja su bila izmriješćena, a promjer tih jaja iznosio je od 1,5 mm do 2,0 mm (FREYHOF 1997, BLESS I RIEHL 2002). Ukupni broj jaja u oba jajnika ženke, prema AGANOVIĆ (1970) kretao se od 1669 do 4523, dok GUZINA (2000) bilježi znatno drugačiji, puno veći ukupni broj jaja – od 3794 do 24547. Stvarni fekunditet, tj. broj jaja izmriješćenih prilikom mrijesta, uvijek je manji od ukupnog broja jajnih stanica prisutnih u jajnicima, pogotovo kod

riba s višestrukim mrijestom (JAKOBSEN I SUR. 2009). Tako je FREYHOF (1997) u umjetnim uvjetima zabilježio svega 35 jaja izmriješćenih od jedne ženke tijekom jednog tjedna.

Nakon mrijesta, kod temperature vode od 17 °C, ličinke se izlegnu u 14 dana (FREYHOF 1997). Povišena temperatura vode znatno smanjuje period potreban za izlijeganje – kod temperature od 20 °C za izlijeganje je potrebno svega 5 dana (BLESS I RIEHL 2002). Prilikom izlijeganja ličinke su duge 6,5 mm, prozirne su i gotovo bez pigmenata, a žumanjčana vrećica je prisutna. Do preobrazbe u juvenilne jedinke dolazi kod dužine od 15 mm, a kod ženki dugih oko 30 mm počinje se razvijati leglica. Mužjaci već iste jeseni pokazuju zanimanje za ženke, pa se pretpostavlja da postaju spolno zreli već u prvoj godini života (FREYHOF 1997), dok ženke postaju spolno zrele u drugoj godini života (KOTTELAT I FREYHOF 2007), a podaci o veličini jedinki kod prve spolne zrelosti nedostaju.

Još jedna specifičnost oštrulja je morfologija njegovih jajašaca. Jaje oštrulja je glatko, a samo vegetativni pol ima gusti niz ispupčenja (privjesaka), dok su jaja ostalih ciprinida ili potpuno glatka (npr. bodorka (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), dvoprugasta uklija (*Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782)), nosara (*Vimba vimba* (Linnaeus, 1758)), krkuše (*Gobio* spp.)) ili potpuno prekrivena ispupčenjima (npr. klen (*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)), šaran (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758), belica (*Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843))). Ispupčenja služe za pričvršćivanje jajeta na supstrat prilikom mrijesta. Također, ovojnica jajeta kod oštrulja puno je tanja od ovojnice kod ostalih ciprinida. Razlog drugačijoj morfologiji jajeta kod oštrulja specifičan je način mrijesta – nastavci za pričvršćivanje smješteni samo na vegetativnom polu dovoljni su za zadržavanje jajeta na mjestu u pukotinama, a s obzirom da su na takvim mjestima jaja dobro zaštićena od predatora, nije im potrebna ni debela ovojnica koja kod drugih ciprinida služi za zaštitu (BLESS I RIEHL 2002).

2.4.3. Omjer spolova kod oštrulja

Odnos spolova u populacijama oštrulja uvelike je na strani ženki te omjer mužjak:ženka uglavnom iznosi 1:2 (često i 1:2,5) (AGANOVIĆ I VUKOVIĆ 1968). Isti autori zabilježili su omjer spolova za različite uzrasne kategorije iz Livanjskog polja – kod uzrasne kategorije 2^+ omjer mužjak:ženka iznosi 1:2,2, kod 3^+ omjer je 1:2,2, kod kategorije 4^+ iznosi 1:2,1, kod 5^+ je 1:2,5, a kod uzrasne kategorije 6^+ iznosi čak 1:15. Starije kategorije (7^+ i 8^+) bile su zastupljene s premalo jedinki, pa se omjer spolova nije mogao izračunati.

2.4.4. Prehrana oštrulja

Oštrulj je svejed koji se hrani perifitonom, planktonskim i bentoskim algama, zooplanktonom i beskralješnjacima, a dominantna hrana su mu ličinački stadiji porodice Chironomidae (MRAKOVČIĆ I SUR. 2006, ŠORIĆ I BĂNĂRESCU 1999). Prehrana oštrulja proučavana je u nekoliko navrata, a najdetaljnije analize provela je GUZINA (2000) koja je proučavala prehranu oštrulja iz gotovo svih populacija (Blidinje jezero, Visovačko jezero, Čikola, Cetina, Vrba, Ždralovac i Bistrica) u ljetnom periodu, a sezonsku prehranu oštrulja proučavala je na populaciji iz Buškog jezera. Analizu prehrane populacije oštrulja iz Buškog blata u proljeće proučavali su i KAĆANSKI I SUR. (1978), a svi su došli do zaključka da se oštrulj hrani i životinjskom i biljnom hranom, s tim da postoje razlike u omjeru biljne i životinjske komponente s obzirom na doba godine.

Kod nekih jedinki oštrulja u probavilu je zabilježena i veća količina detritusa, što odgovara njegovom načinu hranjenja, tj. pretpostavci da se oštrulj hrani tako da ruje njuškicom po supstratu. ĆURČIĆ (1917) navodi da je oštrulju „surla produljena, vrlo zašiljena i uska kao u krmeta i da njome isto tako rovi u mulju i zemlji i kupi crve i druge životinje“ te prilikom toga dolazi do unosa veće količine detritusa ili drugog supstrata.

Duljinu probavnog sustava kod oštrulja iz tri odvojene populacije iz Bosne i Hercegovine (Livanjsko polje, Glamočko polje i Blidinje jezero) proučavali su AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1966) te su primijetili da postoje značajne razlike u duljini probavila između navedenih populacija, kao i razlike u hrani kojom se jedinke hrane. Populacije oštrulja iz Livanjskog i Glamočkog polja imale su kraće probavilo te su bile sličnije međusobno, nego s populacijom iz Blidinjeg jezera gdje su jedinke imale znatno duže probavilo. Dužina probavila u odnosu na standardnu dužinu tijela kod jedinki iz Livanjskog i Glamočkog polja iznosi oko 1,7, dok dužina probavila u odnosu na standardnu dužinu tijela kod jedinki iz Blidinjeg jezera iznosi oko 2,4. Kao razlog ovakvih razlika AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1966) navode različite uvjete na staništu, tj. različitu dostupnost hrane. Populacije iz Livanjskog i Glamočkog polja žive u tekućim vodama gdje imaju daleko veću mogućnost kod izbora hrane nego jedinke iz Blidinjeg jezera, plitkog jezera najveće dubine 1,8 m, najvećim dijelom tvrdog dna bez mulja u kojem žive ličinke kukaca, ali sa znatnom količinom detritusa i biljnog materijala.

2.4.5. Aktivnost oštrulja

Istraživanja sezonske i dnevne aktivnosti oštrulja provedena u laboratorijskim uvjetima pokazala su značajnu korelaciju između povećane aktivnosti oštrulja, povišene temperature vode i produženog perioda svjetlosti (duži dan) (BLESS I RIEHL 2002). Rezultati ovih istraživanja mogu se primijeniti i na oštrulja u prirodnim staništima. Prve naznake aktivnosti pojavljuju se kad temperatura vode dosegne 13 °C, a kod temperature vode od 20 °C aktivnost oštrulja je najveća. Nakon spuštanja temperature vode na 18 °C primijećena je smanjena aktivnost oštrulja. Prema tome, početak aktivnosti je u ožujku, vrhunac aktivnosti u proljeće i ljeto, a oko listopada se aktivnost sve više smanjuje (BLESS I RIEHL 2002). Ovi rezultati potvrđuju i zaključak do kojeg je došao AGANOVIĆ (1969) prema kojima oštrulji u listopadu migriraju u podzemne vode krških špilja na zimovanje, a tijekom ožujka i početkom travnja vraćaju se u svoja nadzemna staništa.

Oštrulj je najčešće aktivan noću. U akvarijima se vrlo lako može izmamiti iz skloništa tako da se ugasi svjetlo, nakon čega većina riba izlazi iz skloništa i hrani se (BLESS I RIEHL 2002). Mrijest se odvija u ranim jutarnjim satima (FREYHOF 1997). U periodu mrijesta, naročito u svibnju i lipnju, oštrulj je vrlo aktivan i danju (M. Mrakovčić, pers. comm.).

2.4.6. Starost i rast oštrulja

AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1968) su prilikom istraživanja morfologije oštrulja iz Livanjskog polja zabilježili jednu jedinku (ženku) koja je pripadala starosnoj kategoriji 8^+. Također, zabilježili su i dvije jedinke oštrulja iz starosne kategorije 7^+ (jedna ženka i jedan mužjak) i nekoliko jedinki iz starosne kategorije 6^+ (15 ženki i samo jedan mužjak). Najzastupljenija starosna kategorija oštrulja iz Livanjskog polja je 4^+, a starije kategorija (5^+ do 8^+) manje su zastupljene nego mlađe kategorije (2^+ i 3^+) (AGANOVIĆ I VUKOVIĆ 1968). Najstarije jedinke zabilježene od ostalih autora bile su iz kategorije 6^+ (KAĆANSKI I SUR. 1978, GUZINA I VUKOVIĆ 1987). Zabilježen je i brži rast jedinki iz Buškog blata od jedinki koje nastanjuju tekuća staništa (GUZINA I VUKOVIĆ 1987). Proučavajući dužinsko-masene odnose slatkovodnih riba Hrvatske, TREER I SUR. (2008) utvrdili su da oštrulji rastu pozitivno alometrijski (b=3,222), međutim, detaljni literaturni podaci o rastu oštrulja te o starosnoj strukturi populacija nisu poznati.

2.4.7. Ostala istraživanja vršena na oštrulju

KAPETANOVIĆ I SUR. (1966) i GUZINA (2000) proveli su istraživanja morfologije otolita oštrulja s različitih lokaliteta (Cetine, Čikole, Visovačkog jezera, Glamočkog i Livanjskog polja te Buškog i Blidinjeg jezera). Također, provedena je umjetna hibridizacija vrste *A. huegelii* s različitim vrstama iz porodice Cyprinidae s kojima oštrulj dijeli stanište. ĐUROVIĆ I VUKOVIĆ (1975) proveli su umjetnu hibridizaciju vrste *A. huegelii* s vrstama *Squalius cephalus* (klen), *Rutilus rutilus* (bodorka) i *Alburnoides bipunctatus* (dvoprugasta uklija), a GUZINA I SUR. (1986) hibridizaciju oštrulja i najvjerojatnije vrste *Squalius tenellus* (sitnoljuskavi klen). U spomenutom radu navodi se ime *Leuciscus turskyi* što je sinonim za vrstu *Telestes turskyi* (Heckel, 1843) (turski klen). S obzirom da je sitnoljuskavi klen iz Bosne i Hercegovine dugo krivo nazivan *Leuciscus turskyi*, vjerojatnije je da se radi o hibridizaciji oštrulja i sitnoljuskavog klena, a ne oštrulja i turskog klena. U radu se ne navodi točno mjesto prikupljanja uzoraka, već samo da su vrste među kojima je provedena hibridizacija endemi Bosne i Hercegovine, što također upućuje na sitnosljuskavog klena, s obzirom da turski klen ne dolazi u BiH. GVOZDENOVIĆ I SUR. (1985) proučavali su oštrulje u uvjetima gladovanja u akvariju i došli su do zaključka da on može gladovati do 243 dana, što se smatra prilagodbom na nepovoljne uvjete u staništu.

2.5. UGROŽENOST I ZAŠTITA OŠTRULJA

Prema Crvenom popisu IUCN-a (eng. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*), kojem je glavni cilj vrstama odrediti rizik od izumiranja, vrsta *Aulopyge huegelii* spada u kategoriju ugroženih vrsta (eng. *endangered*, EN). Kriteriji po kojima je ova vrsta ugrožena su B1ab(iii, v), što znači da joj je obim pojavljivanja (eng. *extent of occurrence*, EOO; odnosi se samo na prirodno područje rasprostranjenosti) manji od 5 000 km^2 i izrazito je rascjepkan (B1a) te je primijećeno njegovo smanjenje i pogoršanje kvalitete (B1b(iii)), a istovremeno je primijećeno i smanjenje broja odraslih jedinki oštrulja (B1b(v)) (CRIVELLI 2006). Prema starijem Crvenom popisu IUCN-a, izdanom 1996. godine, oštrulj je bio svrstan u kategoriju osjetljivih vrsta (eng. *vulnerable*, VU) po kriterijima Alacde+2ce, što znači da je u prošlosti bilo primijećeno smanjenje veličine i kvalitete njegovog staništa, njegova eksploatacija te negativni utjecaj invazivnih stranih vrsta na oštrulja (A1acde) (IUCN 1996).

U Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske oštrulj je također svrstan u kategoriju ugroženih vrsta (EN), po istim kriterijima kao i na globalnoj razini (MRAKOVČIĆ I SUR. 2006). Glavni uzroci ugroženosti oštrulja su promijene u staništu na kojem on obitava. U posljednjih su pedesetak godina na rijekama izgrađene razne građevine, a okoliš se drastično mijenja, što posebno negativno utječe na vrste koje imaju ograničeno područje rasprostranjenosti, kakva je i oštrulj. Kod takvih vrsta i najmanja promjena može dovesti do naglog pada u brojnosti populacija ili čak do njihovog izumiranja. Izgradnjom hidroakumulacija i regulacijom vodotoka znatno je izmijenjen prirodni vodni režim, a neka su staništa vrlo promijenjena ili su potpuno nestala (npr. stvaranjem akumulacija). Također, promjene u staništu često onemogućuju migracije vrsta te je moguće da na nekim mjestima oštrulj ne može migrirati u podzemlje u kojem provodi dio svog životnog ciklusa. Još jedan od razloga ugroženosti ove vrste je unos stranih vrsta u staništa oštrulja te njihov negativan utjecaj. Tako je poznato da je u Buškom jezeru nakon unosa soma brojnost oštrulja i ostalih endemskih riba drastično pala. U prošlosti je lokalno stanovništvo ovu vrstu smatralo delikatesom te se na pojedinim mjestima ona prekomjerno lovila, što je također doprinijelo ugroženosti ove vrste (ĆALETA I SUR. 2015). I na Crvenoj listi Federacije Bosne i Hercegovine oštrulj se nalazi u kategoriji ugroženih vrsta (EN) iako se ne navode razlozi zbog kojih je on ugrožen (Službene novine Federacije BiH 66/13).

U Hrvatskoj je oštrulj proglašen strogo zaštićenom vrstom prema Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/2013, NN 73/2016). Nalazi se i na Uredbi o ekološkoj mreži (NN 124/13), a kao ciljna vrsta navodi se za područje HR2000918 Šire područje NP Krka, HR2000929 Rijeka Cetina – kanjonski dio, HR2001313 Srednji tok Cetine s Hrvatačkim i Sinjskim poljem, HR2000936 Ruda i HR2000919 Čikola.

Predložene mjere zaštite za ovu jedinstvenu vrstu uključuju dodatna istraživanja o veličini populacije i ekologiji te edukaciju lokalnog stanovništva, ali i izradu akcijskog plana upravljanja i zakonsku legislativu nakn čega je potrebno uspostaviti monitoring provedenih mjera (CRIVELLI 2006, MRAKOVČIĆ I SUR. 2006).

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Ovim istraživanjem obuhvaćen je dio područja prirodne rasprostranjenosti oštrulja, odnosno povremeni vodotok Čikola, jezero Torak u donjem toku rijeke Čikole, jezero Visovac na rijeci Krki te umjetni kanal Ždralovac u Livanjskom polju u Bosni i Hercegovini. Lokaliteti su bili izabrani s obzirom na literaturne podatke i iskustvo s prijašnjim ulovima vrste *Aulopyge huegelii*. Osim navedenih lokaliteta na kojima je provedeno detaljno istraživanje, posjećeni su i ostali lokaliteti na kojima je oštrulj rasprostranjen, ali na njima nisu uopće ulovljeni oštrulji ili nije ulovljeno dovoljno jedinki kako bi se mogle provesti kvalitetne analize. Tako su u nekoliko navrata posjećene rijeke Cetina i Ruda te kanali u Sinjskom polju, ali oštrulji tamo u niti jednom uzorkovanju nisu bili uhvaćeni, iako postoje indikacije da je on tamo dosta zastupljen (razgovori s lokalnim stanovništvom; M. Mrakovčić, pers. comm.). Na slici 3.1. označeno je područje lova oštrulja potrebnih za ovo istraživanje.



Slika 3.1. Karta istraživanog područja s označenim postajama lova.

3.1. ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Područje istraživanja obuhvaćeno ovim istraživanjem nalazi se u dinarskom kršu. Dinarski krš je karakterističan tip reljefa na području Dinarskog gorja, koje se proteže na površini od oko 60 000 km^2, pruža se od slovenskih planina na sjeverozapadu sve do Prokletija na albanskoj granici na jugoistoku te predstavlja najveći neprekinuti krški reljef u

Europi. Dinarsko gorje podijeljeno je u nekoliko prirodnih pojaseva, a svima je zajednički sjeverozapadno – jugoistočni smjer pružanja ili tzv. dinarski smjer (CRKVENČIĆ I SUR. 1974, MIHEVC I SUR. 2010). Dinarsko gorje formiraju uglavnom mezozojske i tercijarne stijene, a prevladavaju vapnenci i dolomiti koji tvore krš.

Evolucija Dinarida usko je povezana s poviješću Tethys mora. More Tethys je mezozojsko more koje se kao posljedica kolizije afričke i euroazijske tektonske ploče krajem mezozoika i početkom kenozoika počelo zatvarati. Tijekom kasnog oligocena i miocena došlo je do izdizanja planinskih lanaca Alpi, Dinarida, Helenida (u Grčkoj) i Taurusa (u Turskoj), koji su zapadni dio Tethys mora podijelili na dva dijela – južni i sjeverni. Sredinom miocena južni dio Tethysa potpuno je izgubio vezu sa sjevernim dijelom, zbog čega se formiralo Sredozemno more te je omogućena i migracija kopnenih životinja između Europe i Azije. Istovremeno, sjeverni dio Tethysa, nazvan Paratethys, postao je ogromno jezero koje se zbog pritoka slatkih voda s euroazijskog kopna sve više zaslađivalo. Prije otprilike 5,5 milijuna godina, krajem miocena, Paratethys se raspao na niz manjih bazena koji su s vremenom presušili ili su od njih nastala jezera (npr. Kaspijsko jezero) (RÖGL 1999, BUCKOVIĆ 2006).

Glavni pojasevi Dinarskog gorja uključuju Južne Alpe, Vanjske Dinaride i Unutrašnje Dinaride (slika 3.2.). Dinarski krš možemo naći u pojasu Vanjskih Dinarida i djelomično u Unutrašnjim Dinaridima. Na sjeveroistočnom dijelu Jadransko-Dinarske karbonatne platforme tijekom jure došlo je do riftovanja (odvajanja) i otvaranja oceanskog prostora dinarskog dijela Tethysa te se na mjestu do tada plitkovodne platforme formirao dubokovodni prostor. Geološki podaci ukazuju na to da su Vanjski Dinaridi nastali na mjestu plitkovodne platforme, dok su Unutrašnji Dinaridi nastali na dubokovodnom prostoru (BUCKOVIĆ 2006, MIHEVC I SUR. 2010).

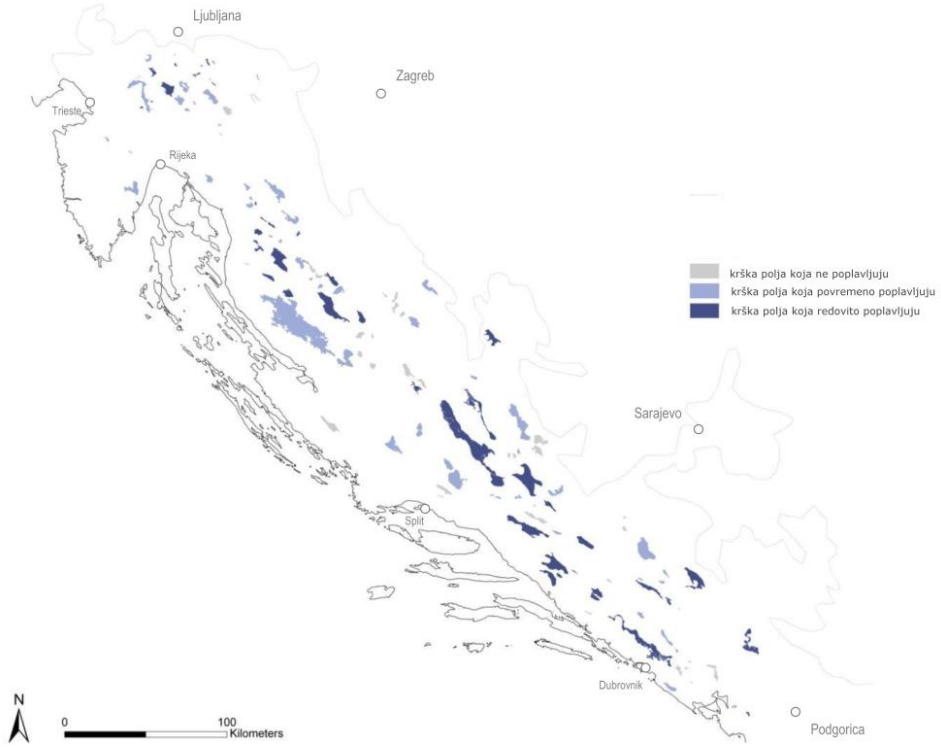


Slika 3.2. Vanjski i Unutarnji Dinaridi (preuzeto i prilagođeno iz RASSER I SUR. 2008)

U dinarskom kršu česti su veći ravni predjeli zvani zaravnima. Zaravni su često izrazitije kada su vapnenci na kojima nastaju čisti, što upućuje na nastajanje ovih struktura procesom otapanja na koji su vapnenci najmanje otporni (CRKVENČIĆ I SUR. 1974). Najveća zaravan dinarskog krša je Sjevernodalmatinska zaravan smještena između Velebita i Dinare, a presijecaju je mjestimično i do 150 metara duboki kanjoni rijeka Krke i Čikole (MIHEVC I SUR. 2010), odnosno rijeka u kojima živi i oštrulj.

Karakteristike dinarskog krša su i ponori, ponornice, zatvorene površinske depresije, podzemni drenažni sustavi i špilje. Još jedna specifičnost krša, posebno našeg dinarskog, krška su polja. Krška polja predstavljaju krški površinski oblik i svaku prostranu kršku ravnicu obrubljenu vapnenačkim brdovitim terenima (GOTOVAC 2013). Ove strukture kod nas imaju tako veliki značaj i specifičnost da je, iako se iste strukture javljaju i u drugim dijelovima svijeta (npr. Grčka, Italija, Francuska, pa čak i Jamajka, Kina, Kuba, Portoriko i još neke zemlje), u znanstvenoj literaturi opće prihvaćen naziv „polje“ (HERAK 1971, GOTOVAC 2013). Polja u kršu složene su strukture u kojima možemo naći različite hidrološke i hidrogeološke oblike kao što su stalni ili povremeni izvori, stalni ili povremeni vodotoci, estavele i ponori. Izvori se uglavnom javljaju u gornjem dijelu polja, estavele su najčešće

smještene u sredini, a u dnu polja nalaze se ponori (GOTOVAC 2013). Također, ključna karakteristika krških polja su i poplave koje omogućavaju opstanak brojnih endemskih vrsta biljaka i životinja koje dolaze na ovom području. Od 139 krških polja (ukupne površine 3 056 km^2) u dinarskom kršu, samo 44 (ili 311 km^2) nikad ne poplavljuje, dok njih 95 (ili 2 745 km^2) poplavljuje različitim intenzitetom (STUMBERGER 2010) (slika 3.3.). Međutim, poplave predstavljaju jednu od najdramatičnijih interakcija između čovjeka i prirode, pa ljudi često umjetno reguliraju poplave, što može imati poguban učinak na živi svijet krških polja koji uglavnom ovisi o poplavljivanju. Tako je poznati slučaj Livanjskog polja, najvećeg krškog polja u dinarskom kršu, gdje je od tri jezerca koja su periodički poplavljivala aktivno ostalo samo jedno, tresetište Ždralovac, smješteno u sjeverozapadnom dijelu polja.



Slika 3.3. Krška polja u dinarskom kršu i učestalost njihovog poplavljivanja (preuzeto i prilagođeno iz STUMBERGER 2010).

Dio područja istraživanja, tj. rijeke i jezera u Hrvatskoj u kojima je oštrulj uzorkovan spadaju u regiju južne Hrvatske. Južna Hrvatska, Dalmacija ili južno Hrvatsko primorje izdužen je primorski pojas dug oko 400 km i širok oko 70 km zračne linije te čini oko 21,3 %

teritorija Hrvatske (CRKVENČIĆ I SUR. 1974). U geološkom sastavu južne Hrvatske prevladavaju vapnenci mezozojske i paleogene starosti, a među njima se pojavljuju i pojasevi dolomita. Preko debelog sloja karbonatnih stijena nataložene su mlađe naslage fliša (HERAK 1971, CRKVENČIĆ I SUR. 1974). Za razliku od vapnenca prošaranog pukotinama, glinovite naslage čine fliš nepropusnim te se na njemu javljaju izvori i teku povremeni vodotoci, a stalne tekućice rijetko. Zbog toga su područja s flišom zelenija i obrađuju se, dok su vapnenački predjeli suhi i kameniti.

Doline Krke i Cetine, kao i doline njihovih pritoka, vrlo su složene. Usijecanjem tekućica u vapnence nastali su kanjoni, a ispiranjem nepropusnih stijena nastala su dolinska proširenja. Doline Krke i Cetine bile su oformljene već prije posljednje pleistocenske oledbe, a dokaz tome su goleme količine nataloženog glaciofluvijalnog šljunka koji je nastao djelovanjem leda na višim predjelima, kojeg su zatim rijeke nataložile u nižim, već postojećim dolinama (CRKVENČIĆ I SUR. 1974).

Klima južnog primorja je sredozemna. Osnovno obilježje klime ovog područja je ljetna suša s visokim temperaturama, a zime su relativno blage s mnogo kiše, jer je zimi izražena ciklonalna aktivnost. Zimi je vrijeme mnogo promjenjivije, s obzirom da je češća smjena zračnih masa, smjera vjetrova, temperature, vlage i naoblake nego ljeti, kada je vrijeme stabilnije (CRKVENČIĆ I SUR. 1974).

Obilježje voda u južnoj Hrvatskoj su malobrojne, iako relativno duge tekućice (Zrmanja, Krka, Cetina) s mnogim pritocima na kopnu i relativno malobrojne, ali izdašne vrulje uz obalu. Ovakav raspored vode, odnosno siromaštvo nadzemnih voda i bogatstvo podzemnih cirkulacija u potpunom je skladu s hidrogeografskim svojstvima prevladavajućih stijena (CRKVENČIĆ I SUR. 1974). Zbog vapnenca koji prevladava u Dinarskom gorju, na površini krša razvijen je samo tanki isprekidani sloj tla. Iako na ovom području ima dovoljno padalina, tanki sloj tla i krš ne mogu zadržati vodu na površini, pa zbog toga prevladavaju aridni uvjeti, pogotovo na južnoj strani bližoj moru (MIHEVC I SUR. 2010).

Zbog svog geološkog postanka, ali i tople klime zbog koje se ovo područje u vrijeme oledbi nije ledilo, područje Sredozemnog mora s pripadajućim okolnim kopnom i kopnenim vodama vrlo je bogato vrstama. Mnoge vrste tijekom oledbi (najviše u pleistocenu) koristile su ovo područje kao refugij te je tada došlo do specijacije, a nakon oledbi nove vrste kolonizirale su nova područja. Ovakva područja, na kojima je danas prisutan velik broj vrsta i visok stupanj endemizma, nazivaju se „vruće točke bioraznolikosti“ (eng. *biodiversity*

hotspots). Na mediteranskom području u Europi prepoznate su tri "vruće točke" – Iberski poluotok, Italija i Balkan, a svaka točka ima drugačiju paleogeografiju, paleogeologiju i paleoklimatologiju, što je dovelo do različitosti u sastavu i brojnosti vrsta (HEWITT 2011). Balkansko područje, kojeg je dio i Dalmacija, poznato je po velikom bogatstvu vrsta i paleoendema. Prema OIKONOMOU I SUR. (2014) područje Balkanskog poluotoka nastanjuju najmanje 193 zavičajne vrste slatkovodnih riba od čega je 56 % vrsta endemskih za ovo područje. Među endemske vrste ovog područja spada i oštrulj.

3.2. ZNAČAJKE RIJEKA I JEZERA NA KOJIMA JE PRIKUPLJEN MATERIJAL

3.2.1. Rijeka Krka

Rijeka Krka ima razgranatu riječnu mrežu i slikovito porječje s mnogo slapova u kršu. Sama Krka duga je 72,5 km, izvire na istočnom rubu Kninskog polja iz pećinskog vrela te se ulijeva u more kod Skradina. Glavni pritoci su joj rijeka Butišnica s desne i rijeke Kosovčica i Čikola s lijeve strane, s tim da rijeka Butišnica predstavlja hidrološki najvažniji pritok rijeke Krke. Izvor rijeke Krke, smješten odmah ispod Topoljskog buka kojim završava rijeka Krčić, nalazi se na podlozi od gipsa nastaloj u gornjem permu i donjem trijasu, a njihova nepropusnost omogućava neprekidan dotok vode na površinu. Uz ovaj glavni izvor, rijeka Krka ima još 38 stalnih i povremenih vrela u svom porječju (CRKVENČIĆ I SUR. 1974).

Porječje rijeke Krke spada u sredozemnu varijantu kišno-snježnog režima. Najviši vodostaji razlikuju se na pojedinim vodotocima, pa tako sama rijeka Krka ima najveći vodostaj u studenom, dok je najveći vodostaj Butišnice u travnju, a najmanji vodostaj na obje je rijeke u kolovozu. Najviše kiše na porječju Krke padne zimi, dok su ljeta izrazito suha, što se podudara s primorskim režimom padalina (CRKVENČIĆ I SUR. 1974).

Rijeka Krka ispresijecana je visokim sedrenim barijerama. Iznad samog izvora rijeke Krke izdiže se Topoljski buk (Krčić) visok 22 metra. Dalje ju kroz kanjon presijecaju sedrene barijere različite visine – Bilušića buk visok 22,4 metra, Manojlovački slapovi ukupne visine 59,6 metra, najniža barijera slap Rošnjak visok 8,4 metra, slap Brljan s padom od 15,5 metara,

Roški slap visok 22,5 metara te zadnji u nizu, Skradinski buk visok 45,7 metara (CRKVENČIĆ I SUR. 1974).

Glavno hidromorfološko svojstvo rijeke Krke upravo je velika koncentracija padova na kratkoj udaljenosti, što se smatra vrlo pogodnim za hidroenergetsko korištenje voda, zbog čega je na rijeci Krki izgrađeno više hidroelektrana (Miljacka, Jaruga, Golubić, Roški slap, Krčić). Većina hidroelektrana iskorištava prirodni pad rijeke Krke, a jedino Brljansko jezero predstavlja umjetnu akumulaciju. Jezero Brljan nastalo je manjim dijelom zbog izdizanja sedrene barijere na slapu Brljan, a većim dijelom zbog izgradnje betonske brane za potrebe hidroelektrane Miljacka (CRKVENČIĆ I SUR. 1974).

Rijeka Krka specifičnost je krškog kraja – cijelim svojim tokom ona teče nadzemno, što se smatra neobičnom pojavom na vapnenačkim terenima. Za to je zaslužno obilje vode i materijala koje je Krka u prošlosti primala, što je omogućilo nastanak kanjona u kojem su se površinske vode mogle održati. Nakon zadnje oledbe u pleistocenu došlo je do otapanja velike količine snijega te su padaline bile učestale, a takvo obilje vode, kao i materijala koji je voda nosila, dovelo je do usijecanja kanjona i održavanja nadzemnih voda na vapnenačkoj podlozi u donjem toku rijeke Krke (ROGLIĆ 2006). Međutim, današnje hidrografske prilike rijeke Krke rezultat su mlađih i specifičnih procesa do kojih je došlo nakon zadnje oledbe i izdizanja razine mora, što je utjecalo na izmijenjene prilike u rijeci Krki. U holocenu je, zbog posebnih biokemijskih procesa, došlo do izdizanja sedrenih barijera, koje su rijeku Krku pretvorile u niz ujezerenih stepenica. Taloženje krednog mulja tada je prekrilo vapnenačko dno i zatvorilo pore kroz koje je voda mogla otjecati te je omogućeno zadržavanje vode u novonastalim ujezerenjima (ROGLIĆ 2006).

Ihtiofauna rijeke Krke vrlo je bogata. Od 27 do sada zabilježenih slatkovodnih vrsta riba u rijeci Krki, 16 ih je zavičajno, od čega 10 vrsta predstavljaju endeme ovog područja (MRAKOVČIĆ I SUR. 2006, MARGUŠ 2011, ĆALETA I SUR. 2015). Međutim, u ovo jedinstveno područje uneseno je i 11 stranih vrsta (bilo unesene iz drugih zemalja ili translocirane iz dunavskog slijeva Hrvatske), koje mogu vrlo štetno utjecati na zavičajnu ihtiofaunu.

Na rijeci Krki materijal potreban za izradu ove disertacije prikupljen je u jezeru Visovac (x=457511, y=4858905) od prosinca 2013. godine do listopada 2014. godine (slika 3.4.).



Slika 3.4. Jezero Visovac i Roški slap na rijeci Krki. (Foto: Ivan Špelić)

Jezero Visovac najveće je ujezerenje na rijeci Krki, dugačko oko 12 km, a široko od 150 do 1500 m. Na početku jezera Visovac nalazi se Roški slap, a na kraju jezera, nakon utoka rijeke Čikole, Skradinski buk. Dno Visovačkog jezera uglavnom je muljevito, ponegdje šljunkovito ili kamenito te bogato vodenom i obalnom vegetacijom. Stalnu ihtiofaunu jezera Visovac predstavljaju zavičajne vrste drlja (*Scardinius dergle* Heckel & Kner 1857), ilirski klen (*Squalius illyricus* Heckel & Kner 1857), koljuška (*Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758), oštrulj (*A. huegelii*), primorska pastrva (*Salmo farioides* Karaman, 1938), riječna babica (*Salaria fluviatilis* (Asso, 1801)), visovački glavočić (*Knipowitschia mrakovcici* Miller, 2009) i zrmanjski klen (*Squalius zrmanjae* Karaman 1928) te strane štuka (*Esox lucius* Linnaeus 1758), babuška (*Carassius gibelio* (Bloch 1782)), bezribica (*Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel 1846)), sunčanica (*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)) i gambuzija (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859), a uz njih povremeno se mogu zabilježiti i druge vrste riba (zavičajne i strane) koje obitavaju u rijeci Krki. Dominantne vrste u jezeru su drlja i ilirski klen. Ihtiofauna jezera Visovac uglavnom je reofilnog karaktera, pojedine vrste su limnofilne, a zastupljene su i euritopne vrste. Prema prehrambenim značajkama, zajednica riba jezera Visovac sastoji se uglavnom od nespecijaliziranih omnivora ili oportunističkih insektivora koji se hrane u stupcu vode, ali i na dnu jezera. Vrste riba koje dolaze u jezeru Visovac, s obzirom na toleranciju prema kvaliteti staništa i kvaliteti vode, spadaju uglavnom

u tolerantne vrste, ali zastupljene su i netolerantne vrste, među kojima je i oštrulj (MRAKOVČIĆ I SUR. 2011).

Srednje mjesečne temperature, protoci i vodostaji jezera Visovac na postaji Roški slap i Skradinski buk gornji (prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda) u vrijeme istraživanja prikazani su u tablici 3.1.

Tablica 3.1. Srednje vrijednosti temperature, vodostaja i protoka na postajama Roški slap i Skradinski buk gornji u periodu terenskog uzorkovanja, od prosinca 2013. godine do studenog 2014. godine, prema podacima DHMZ-a.

	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
temperatura (°C)												
Roški slap	9,7	10,7	11,2	11,5	12,4	13,4	15,8	17,3	16,9	13,8	12,8	11,7
S. buk gornji	9,4	10,0	11,2	12,1	14,0	16,0	20,4	23,1	23,3	17,7	15,0	-
vodostaj (cm)												
Roški slap	80	97	134	105	90	99	65	52	53	119	80	101
S. buk gornji	61	70	90	71	61	66	49	45	45	81	58	73
protok (m^3/s)												
Roški slap	29,1	45,7	81,7	47,3	35,3	43,1	20,6	15,8	16,4	67	28,6	51,9
S. buk gornji	53,8	85	149	80,7	53,4	65,8	29,3	22,8	23,6	121	48,1	97,8

Tijekom istraživanja veće temperature vode zabilježene su na postaji Skradinski buk gornji nego na postaji Roški slap, što je posebno izraženo u toplijem dijelu godine (tablica 3.1.). Postaja Roški slap nalazi se na ulazu u Visovačko jezero, kuda ulazi hladnija voda iz kanjona rijeke Krke, što je razlog hladnijim temperaturama nego na postaji Skradinski buk gornji koja se nalazi na kraju jezera. Najvišu prosječnu temperaturu na postaji Skradinski buk gornji rijeka Krka imala je u kolovozu, a iznosila je 23,3 °C, dok je na postaji Roški slap to srpanj sa 17,3 °C. Najnižu prosječnu temperaturu obje postaje imale su u prosincu 2013. godine, a ona je za Roški slap iznosila 9,7 °C, a za Skradinski buk gornji 9,4 °C. Rijeka Krka nikad ne presušuje, a najveći vodostaji i protoci zabilježeni su u hladnijem dijelu godine, dok su najmanji zabilježeni u najtoplijem dijelu. Najmanji prosječni vodostaj na obje postaje zabilježen je u srpnju (Roški slap 53 cm, Skradinski buk gornji 45 cm), a najveći u veljači (Roški slap 134 cm, Skradinski buk gornji 90 cm). Protok je također najmanji bio u srpnju (Roški slap 15,8 m^3/s, Skradinski buk gornji 22,8 m^3/s), a najveći u veljači (Roški slap 81,7 m^3/s, Skradinski buk gornji 149 m^3/s). Usporedba s višegodišnjim maksimalnim, srednjim i

minimalnim vrijednostima temperature, vodostaja i protoka na postajama Roški slap (podaci DHMZ-a za period 2009. – 2016. godine) i Skradinski buk gornji (podaci DHMZ-a za period 1980. – 2016. godine) pokazuje da u vrijeme istraživanja nije bilo većih odstupanja od prosječnih vrijednosti za rijeku Krku.

3.2.2. Rijeka Čikola

Rijeka Čikola izvire u selu Mirlović polje podno Svilaje te se nakon 47 km toka ulijeva u rijeku Krku iznad Skradinskog buka. Iako ljeti uglavnom presušuje, Čikola predstavlja jednu od glavnih pritoka rijeke Krke. Rijeka Čikola nastala je u pleistocenu istim procesima kao i rijeka Krka. U gornjem toku, od izvora do grada Drniša, Čikola protječe kroz Petrovo polje, dok je donji tok Čikole usječen u vrlo nepristupačan duboki kanjon (CRKVENČIĆ I SUR. 1974). Rijeka Čikola nije stalni vodotok, a voda se u koritu stalno zadržava samo u najnižem dijelu koji je spojen s rijekom Krkom. Neposredno prije utoka u rijeku Krku, na rijeci Čikoli nalazi se jezero Torak koje također nikad ne presušuje i koje je u stalnom kontaktu s rijekom Krkom.

Na rijeci Čikoli uzorci su sakupljeni na dvije postaje. Prva postaja smještena je u gornjem toku rijeke Čikole, odmah ispod izvora rijeke u Mirlović polju (x=484848, y=4851752; slika 3.5.), dok je druga postaja jezero Torak na ušću Čikole u Krku (x=460801, y=4853147). Na jezeru Torak nije mjerena temperatura vode, ali se zbog povezanosti s Visovačkim jezerom može pretpostaviti da je temperatura vode bila slična kao i u rijeci Krki na postaji Skradinski buk gornji.

a) 

b) 

Slika 3.5. Gornji tok rijeke Čikole kod Mirlović polja. Slike prikazuju isti segment rijeke u dva različita godišnja doba, tj. nabujalu rijeku u studenom (a) i bazenčić u kojem se zadržavaju ribe nakon presušivanja rijeke u kolovozu (b).

Na postaji Mirlović polje rijeka Čikola ima kamenito, šljunkovito ili pjeskovito dno gusto obraslo podpovršinskom i nadpovršinskom vegetacijom (mrijesnjak, šaš, nitaste alge i dr.). Na postaji su u većoj količini zabilježene zelene žabe, vodenjaci i ličinke daždevnjaka, a od riba, uz oštrulje, prisutni su zavičajni turski klen (*Telestes turskyi*) i dalmatinska pijurica

(*Phoxinellus dalmaticus*) te strane vrste gambuzija (*Gambusia holbrooki*) i crni somić (*Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820)).

U gornjem toku rijeke Čikole, na postaji Mirlović polje, materijal je prikupljan od srpnja 2014. godine do ožujka 2016. godine. Višegodišnje srednje vrijednosti temperature, vodostaja i protoka gornjeg toka rijeke Čikole na postajama Drniš i Ružić 1 prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) nalaze se u tablici 3.2. Na postaji Drniš mjerenja temperature su vršena od 1980. godine do 2006. godine, a protoka i vodostaja do 2016. godine, osim u razdoblju od 1990. godine do 1998. godine. Na postaji Ružić 1 mjerenja temperature su vršena od 1980. godine do 1991. godine, a vodostaja i protoka do 2016. godine, osim u razdoblju od 1992. godine do 2002. godine.

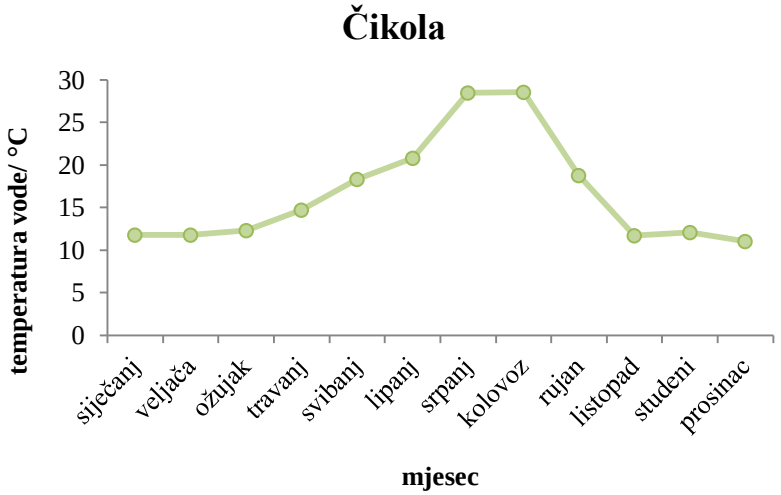
Tablica 3.2. Višegodišnje srednje vrijednosti temperature, vodostaja i protoka na postajama Drniš i Ružić 1 od 1980. do 2016. godine (ovisno o postaji), prema podacima DHMZ-a.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
temperatura (°C)												
Drniš	7,0	7,7	9,9	11,4	14,1	suho	suho	suho	suho	suho	10,2	7,9
Ružić 1	9,8	10,6	11,5	12,1	16,6	20,3	suho	suho	suho	suho	11,3	10,3
vodostaj (cm)												
Drniš	44,3	42,9	44,7	37,1	16,5	0,0	suho	suho	suho	suho	29,5	52,3
Ružić 1	53,2	54,3	54,8	50,1	34,4	23,5	suho	suho	suho	suho	38,1	55,2
protok (m^3/s)												
Drniš	8,6	9,0	8,7	7,0	3,4	0,0	suho	suho	suho	suho	6,3	10,3
Ružić 1	7,7	8,3	7,8	6,1	3,1	1,1	suho	suho	suho	suho	5,0	8,2

U gotovo cijelom razdoblju mjerenja (od 1980. do 2016. godine) rijeka Čikola bila je suha od srpnja do listopada. S obzirom da Čikola ima bujični karakter te je ovisna o padalinama koje se slijevaju s okolnog područja, gotovo kroz cijelo razdoblje mjerenja zabilježena su plavljenja Čikole uslijed jačih kiša u suhim mjesecima. Tako je, na primjer, maksimalni protok na postaji Ružić 1 zabilježen upravo u najsušem dijelu, 13.09.2014. godine, i iznosio je 241 m^3/s. Najvišu prosječnu temperaturu rijeka Čikola na postaji Drniš imala je u svibnju (14,1 °C), a na postaji Ružić 1 u lipnju (20,3 °C). Najnižu prosječnu temperaturu na obje postaje ima siječanj (Drniš 7,0 °C, Ružić 1 9,8 °C). Najviši vodostaji zabilježeni su u hladnijem dijelu godine. Na postaji Drniš to je u prosincu (52,3 cm), a na postaji Ružić 1 u ožujku (54,8 cm). Suho korito predstavlja najniži vodostaj, a kako je već

ranije spomenuto, to je od srpnja do listopada. Tada su i protoci najniži, s obzirom da voda ne teče. Najviši protoci su na postaji Drniš u prosincu (10,3 m^3/s), a na postaji Ružić 1 u veljači (8,3 m^3/s).

Specifičnost rijeke Čikole su mali bazeni ispunjeni vodom koji ostaju nakon presušivanja rijeke. Upravo u takvim bazenčićima tijekom ljeta prikupljan je materijal na rijeci Čikoli. Kako bi se zabilježila temperatura vode, u bazenčić s vodom uronjen je *data logger* HOBO TidbiT v2 UTBI-001. Međutim, zbog kvara uređaja, temperatura je zabilježena samo od ožujka do rujna 2015. godine. Ovaj dio godine pokazao se najvažnijim, s obzirom da u tom razdoblju mjerne postaje nisu mjerile temperaturu jer je ostatak korita bio suh. Temperatura je prilikom svakog izlaska na teren mjerena i sondom, a rezultati mjerenja prikazani su na slici 3.6.



Slika 3.6. Kretanje temperature vode rijeke Čikole u periodu istraživanja dobivene mjerenjima *data loggerom* i sondom.

U razdoblju istraživanja najniža temperatura zabilježena je u prosincu (11 °C), a najviša u kolovozu (28,6 °C). U zimskim mjesecima temperatura je bila podjednaka, oko 11 °C, dok je nakon ožujka počela rasti. U svibnju je rijeka Čikola već gotovo prestala teći, a preostali bazenčići ostali su povezani samo malim kanalićima, a u lipnju su veze između bazena potpuno presušile te su samo dublji bazenčići ostali ispunjeni vodom. Rijeka je bez vode bila do listopada, kada je ponovno počela teći.

3.2.3. Kanal Ždralovac u Livanjskom polju

Livanjsko polje nalazi se na jugozapadu Bosne i Hercegovine, tik uz granicu s Hrvatskom. Pruža se u dinarskom smjeru, sjeverozapad – jugoistok, a okruženo je planinama Dinarom, Kamešnicom, Tušnicom, Golijom, Cincarom, Šatorom i Staretinom. Najveće je krško polje u dinarskom kršu, s površinom od 405 km^2. Polje je vrlo bogato vodom, s većim stalnim vodotocima poput Sturbe, Žabljaka, Jaruge, Bistrice, Plovuče, i množinom manjih povremenih vodotoka i estavela. Vode Livanjskog polja spadaju u slijev rijeke Cetine, s kojom su povezane podzemno (SLIŠKOVIĆ 1995). Polje se nalazi na granici mediteranske i kontinentalne klime, zbog čega je karakterizirano većom količinom oborina (BUĆAN 1984).

Na jugoistoku polja nalazi se umjetna akumulacija Buško jezero, sagrađena 1974. godine, nastala potapanjem dijela polja zvanog Buško blato. Površina jezera je oko 50 km^2, a služi za opskrbu HE Orlovac izgrađene na rijeci Rudi, pritoci rijeke Cetine u Hrvatskoj. U Livanjskom polju prokopan je niz melioracijskih kanala kojima se voda iz polja dovodi u akumulaciju, a koji služe i za isušivanje ili navodnjavanje poljoprivrednih zemljišta. Izgradnjom Buškog jezera značajno je promijenjena hidrologija Livanjskog polja, a od tri nekad prisutna tresetišta na području Livanjskog polja ostalo je samo jedno, tresetište Ždralovac, smješteno na sjeverozapadu polja (ĆERIĆ I ZEREM 2014).

Terensko istraživanje za potrebe ovog istraživanja provedeno je u lipnju 2016. godine, a obuhvatilo je umjetno prokopan melioracijski kanal Ždralovac koji odvodi vodu iz tresetišta Ždralovac u Buško jezero (slika 3.7). Obale kanala bile su zemljane, gotovo bez vegetacije. Okolna vegetacija bila je livadna, a u samoj vodi bile su prisutne nitaste alge. Voda je bila zamućena, vjerojatno zbog obilnijih kiša i prokopavanja novih kanala koja su se vršila u tom razdoblju. Uz oštrulje, u kanalima su od riba pronađene još i zavičajne vrste drlja (*Scardinius dergle*), sitnoljuskavi klen (*Squalius tenellus*), podbila (*Chondrostoma phoxinus* Heckel, 1843) i pijurica (*Phoxinellus alepidotus* Heckel, 1843) te strane vrste bezribica (*Pseudorasbora parva*) i babuška (*Carassius gibelio*).



Slika 3.7. Kanal Ždralovac u Livanjskom polju.

4. MATERIJAL I METODE

4.1. PRIKUPLJANJE UZORAKA

U lentičkim sustavima, u jezeru Visovac na rijeci Krki i jezeru Torak na rijeci Čikoli uzorci su sakupljeni jednostrukim mrežama različitih veličina oka, duljine 30 metara i visine 3 metra. Kako bi se što više izbjegla selektivnost metode prema različitim veličinama jedinki, korištene su mreže veličine oka od 13, 15, 18 i 20 mm prilikom svakog izlaska na teren. S obzirom da je oštrulj najaktivniji u sumrak, mreže su postavljane predvečer, a skupljane ujutro. Mreže su postavljane tako da su se iz čamca spuštale u vodu, a na rubove se pričvrstila plutača koja mrežu drži otvorenom te ujedno označava mjesto na kojem se nalazi. Nakon dizanja mreža uhvaćene jedinke oštrulja izdvojene su i smrznute te su pohranjene na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta (PMF) u Zagrebu do daljnje obrade.

Lov riba mrežama spada u standardne pasivne metode lova. Mreže predstavljaju prepreke u vodi postavljene u horizontalnoj liniji u koju se love ribe. Postavljaju se tako da donja strana mreže na kojoj su utezi od olova najčešće dolazi do dna, a gornja strana mreže pomoću malih plutača slobodno pluta u vodi. Između ove dvije linije razapeto je pletivo određene veličine oka. Na oba kraja mreže postavljaju se veće plutače koje označavaju mjesto gdje se nalazi mreža (PORTT I SUR. 2006). U jednostruke mreže ribe se mogu uhvatiti na tri načina: i) mreža se ribi može zaplesti oko tijela (eng. *wedged*); ii) riba se može zaplesti škržnim poklopcem za mrežu (eng. *gilled*); iii) riba se može zaplesti u mrežu ostalim strukturama na tijelu, npr. zubima, perajnim šipčicama (eng. *tangled*). Prednosti lova riba mrežama su lako rukovanje opremom i korištenje na teže pristupačnim mjestima i na mjestima na kojima se ostale metode lova riba ne mogu koristiti ili nisu dovoljno učinkovite (npr. elektroribolov u jezerima). Međutim, ova metoda ima više negativnih strana, od kojih su glavne selektivnost (s obzirom na vrstu, veličinu jedinki, dio godine i doba dana), visoka stopa smrtnosti uhvaćenih jedinki i usputni ulov (jedinke koje nisu predmet istraživanja, a zaplele su se u mrežu). Također, od svih metoda lova mreže imaju najnegativniji utjecaj na jedinke i uzrokuju najviše stresa. Mreže se kao metoda lova ne koriste kada je potrebno sakupiti žive uzorke riba ili kada se ribe nakon lova puštaju. Za kvantitativne analize prehrane također nije preporučljivo koristiti mreže kao metodu lova, s obzirom da ribe duže vrijeme provedu u mreži te može doći do razgradnje dijela sadržaja probavila (HUBERT I SUR. 2012).

U lotičkim sustavima (rijeka Čikoli, Ždralovački kanal u Livanjskom polju) ribe su lovljene elektroribolovnim agregatom marke Hans Grassl IG-200-1 i SAMUS 725MP te su

nakon lova usmrćene letalnom dozom anestetika MS-222 (trikain metansulfonat). Ribe su, ovisno o daljnjim analizama koje su vršene na njima, ili konzervirane u 4% otopini formaldehida (morfometrija) ili zamrznute (određivanje starosti i rasta) i pohranjene na Biološkom odsjeku PMF-a u Zagrebu do daljnje obrade.

Elektroribolov je metoda korištenja električnog polja u vodi, a svrha mu je lov riba, kontrola njihovog kretanja, anestezija i ubijanje riba (REYNOLDS 1996). Osnovni dijelovi opreme za elektroribolov su izvor struje, pretvarač i elektrode (anoda i katoda). Struja koja se proizvodi na izvoru je dvofazna ili trofazna izmjenična struja. Elektrode elektroribolovnog uređaja sastoje se od dva dijela – pozitivne elektrode (anoda) u obliku obruča na kojem je mrežica za lov riba i negativne elektrode (katoda) uronjene u vodu, koje provode struju kroz vodu (slika 4.1.). U vodi se električni naboj kreće slobodno te stvara trodimenzionalno električno polje koje je najjače oko elektroda, a što je udaljenost između elektroda veća, jačina električnog polja se smanjuje (KOLZ 1989, SNYDER 2003). Proizvedeno električno polje kod riba izaziva specifične odgovore kao što su grčenje mišića, galvanotaksija, prisiljeno plivanje, narkoza i drugi (KOLZ 2006). Zbog galvanotaksije i prisiljenog plivanja ribe se kreću prema anodi. Kad dođu do anode, ribe prestaju plivati te ulaze u stanje narkoze okrećući se trbuhom prema gore i u takvom stanju ostaju nekoliko sekundi. Ukoliko riba dotakne anodu, može doći do smrti jedinke pa je vrlo važno da se prilikom elektroribolova električno polje zaustavi prije nego ribe dotaknu anodu.



Slika 4.1. Provođenje elektroribolova leđnim agregatom na rijeci Čikoli. (Foto: M. Košutić)

Ukupno su prikupljene 264 jedinke oštrulja na kojima su se vršile daljnje analize, a prikaz broja ulovljenih jedinki po lokaciji i mjesecu nalazi se u tablici 4.1.

Tablica 4.1. Broj jedinki prikupljenih na pojedinoj postaji u pojedinom mjesecu.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	UKUPNO
Čikola	2	19	7	9	30	10	6	22	16	17	7		145
Visovac	15				7	17	4	13	13			7	76
Torak				4						9			13
Ždralovac						17							17
UKUPNO	17	19	7	13	37	44	10	35	29	26	7	7	264

4.2. MORFOLOŠKE ANALIZE

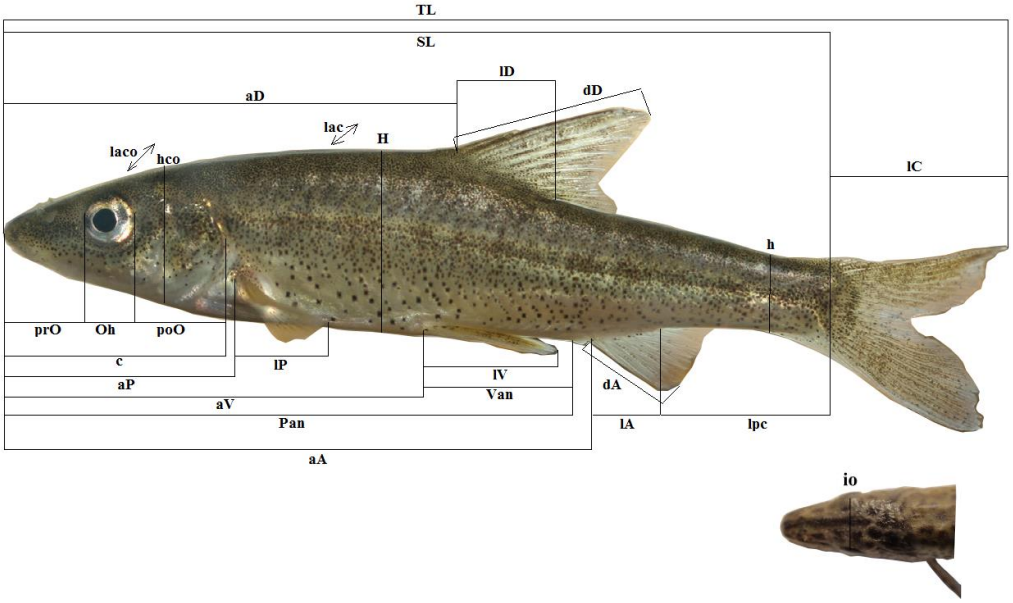
Proučavanje morfologije oštrulja obuhvatilo je tri tipa značajki – morfometrijske i merističke značajke te značajke vanjskog izgleda jedinki. Morfometrijske značajke odnose se na udaljenosti između pojedinih dijelova tijela, dok su merističke značajke strukture koje se serijski ponavljaju i mogu se prebrojati (razgranate i nerazgranate šipčice u perajama, ždrijelni zubi, branhiospine itd.). Značajke vanjskog izgleda odnose se na opisivanje cjelokupnog vanjskog izgleda ribe.

4.2.1. Morfometrijske analize

Oblik i veličina tijela riba mogu varirati između vrsta, ali mogu varirati i unutar iste vrste. Razlike u obliku i veličini tijela kod riba ovise o genomu jedinke, ali i o ekološkim čimbenicima, u prvom redu o dostupnosti hrane i temperaturi vode (BARLOW 1961, WIMBERGER 1992, 1994)

Kako bi se istražilo razlikuju li se populacije oštrulja iz različitih staništa u obliku i veličini, provedene su morfometrijske analize. Analize su uključivale mjerenje pojedinih duljina na tijelu ribe te njihovu statističku obradu i uspoređivanje, a provedene su na uzorku od 201 jedinke oštrulja (95 jedinki iz rijeke Čikole, 76 jedinki iz jezera Visovac, 13 jedinki iz jezera Torak i 17 jedinki iz kanala Ždralovac) konzerviranih u 4% formaldehidu. Zbog specifičnosti anatomije oštrulja i postojanja vanjskih spolnih obilježja, na svakoj ženki oštrulja pomičnom mjerkom Mitutoyo CD-6 CS točnosti 0,01 mm izmjereno je 25 morfometrijskih mjera, dok je na mužjacima izmjereno 26 mjera (slika 4.2.). S obzirom da je kod ženki oštrulja analni otvor spojen s podrepnom perajom, kod njih nije mjerena mjera Pan (preanalna duljina – udaljenost od vrha njuškice do početka analnog otvora). Sve mjere određivane su i mjerene na tijelu ribe, a takva metoda naziva se klasična ili tradicionalna te se često koristi u ihtiološkim istraživanjima (BORON 1994, KRZYKAWSKI I SUR. 2000, SCHNEIDER I SUR. 2000, ŠUMER I POVŽ 2000, KOTTELAT I FREYHOF 2007, JELEŃ I SUR. 2008, MUSTAFIĆ I SUR. 2008, BUJ 2010, MARČIĆ 2013, JELIĆ I SUR. 2018). Morfometrijske mjere mjerene na oštruljima su (KOTTELAT I FREYHOF 2007; BUJ 2010): TL (ukupna duljina tijela), SL (standardna duljina tijela – od vrha njuškice do početka repne peraje), c (duljina glave), Pan (preanalna duljina – udaljenost od vrha njuškice do početka analnog otvora, mjerena samo kod mužjaka), aA (preanalna udaljenost – od vrha njuškice do početka baze podrepne peraje),

Van (ventroanalna duljina – udaljenost između početka trbušnih peraja i analnog otvora), aV (preventralna udaljenost – od vrha njuškice do početka trbušnih peraja), aP (prepektoralna udaljenost – od vrha njuškice do početka prsnih peraja), aD (predorzalna udaljenost – od vrha njuškice do početka baze leđne peraje), lpC (duljina repnog drška – od stražnjeg ruba baze podrepne peraje do početka repne peraje), lD (duljina baze leđne peraje), lA (duljina baze podrepne peraje), lC (duljina repne peraje), lP (duljina prsne peraje), lV (duljina trbušne peraje), hco (najveća visina glave (mjerena iza očiju)), H (najveća visina tijela), h (najmanja visina tijela, tj. visina repnog drška), laco (najveća širina glave), lac (najveća širina tijela), io (širina međuočnog prostora), Oh (promjer oka), prO (predočni prostor – od vrha njuškice do prednjeg ruba oka), poO (zaočni prostor – od stražnjeg ruba oka do kraja škržnog poklopca), dD (duljina leđne peraje – od baze do vrha najduže šipčice) i dA (duljina podrepne peraje – od baze do vrha najduže šipčice).



Slika 4.2. Prikaz morfometrijskih mjera mjerenih na oštrulju (slika gore preuzeta i prilagođena iz ĆALETA I SUR. 2015, foto: Perica Mustafić; slika dolje – foto: Tanja Mihinjač).

Kako jedinka raste, dolazi do promjene veličine tijela, a posljedično se mijenja i oblik morfometrijskog svojstva. Uz genetičke čimbenike, na razlike u veličinama tijela utječu i značajke staništa koja jedinke nastanjuju. U tu svrhu, kako bi se podaci dobiveni mjerenjem morfometrijskih mjera mogli međusobno uspoređivati, podatke je potrebno standardizirati. U

ovom je radu standardizacija izmjerenih morfometrijskih mjera provedena na dva načina – stavljanjem mjera u morfometrijske odnose i alometrijskom pretvorbom.

Najčešće korištena metoda standardizacije izmjerenih morfometrijskih mjera je stavljanje mjera u morfometrijske odnose prema standardnoj duljini tijela (SL), duljini glave (c) ili najvećoj visini tijela (H), a dobivene vrijednosti izražavaju se kao omjeri (relativne vrijednosti neke mjere) ili postoci određene mjere prema kojoj se vrši standardizacija (KOTTELAT I FREYHOF 2007). Na taj način značajno se smanjuje utjecaj ekoloških čimbenika na morfometrijske mjere te su one pogodnije za uspoređivanje. U ovom je istraživanju za ženke oštrulja određeno 26, a za mužjake 27 morfometrijskih omjera koji su uključivali omjer standardne i ukupne duljine tijela (SL/TL), omjere prema standardnoj duljini tijela (c/SL, Pan/SL (samo kod mužjaka), Van/SL, aA/SL, aV/SL, aP/SL, aD/SL, lpc/SL, lD/SL, lA/SL, lC/SL, lP/SL, lV/SL, H/SL, h/SL, laco/SL, lac/SL, dD/SL i dA/SL), omjere prema duljini glave (io/c, Oh/c, prO/c i poO/c), omjere prema najvećoj visini tijela (hco/H i h/H) i omjer duljine i visine repnog drška (h/lpc).

Alometrijski rast podrazumijeva nejednakosti u veličinama tijela jedinki unutar nekog uzorka, a varijacije u obliku tijela povezane su s varijacijama u veličini tijela jedinke (LLEONART I SUR. 2000). Alometrijska pretvorba, kojom se uklanjaju razlike u morfometrijskim mjerama ovisne o veličini, izvršena je prema formuli (REIST 1986, SOLEM I SUR. 2006, RUIZ-CAMPOS I SUR. 2016):

$$M_{pr} = M(\frac{SL_s}{SL_0})^b$$

gdje je:

M_{pr} = standardizirana mjera neovisna o veličini
M = izmjerena mjera
SL_s = srednja vrijednost standardnih duljina tijela (SL) jedinki s pojedinog lokaliteta
SL_0 = standardna duljina jedinke
b = nagib krivulje linearne regresije logM na logSL_0 svih jedinki s pojedinog lokaliteta (posebno za mužjake i ženke).

Statistička obrada morfometrijskih podataka uključivala je deskriptivnu statistiku, t-test te koeficijente korelacije pojedinih mjera. Za usporedbu populacija prema

morfometrijskim značajkama (mjerama i omjerima) korištena je analiza varijance (ANOVA) i analiza glavnih komponenti (PCA). Sve statističke analize izvršene su pomoću programa Statistica 13.1. i Microsoft Office Excel 2010.

Prije provođenja statističkih analiza morfometrijskim podacima provjerena je distribucija pomoću Shapiro-Wilkovog testa. Nul-hipoteza ovog testa govori da podaci koje uspoređujemo imaju normalnu distribuciju te ju odbacujemo ukoliko je p-vrijednost manja od 0,05. Normalna distribucija podataka jedan je od preduvjeta za većinu parametrijskih statističkih analiza (u ovom istraživanju za korelacijske analize i ANOVA-u).

Pomoću t-testa provjereno je mogu li se ženke i mužjaci uspoređivati zajedno, tj. postoji li statistički značajna razlika između morfometrijskih mjera mužjaka i ženki. Test polazi od hipoteze da su aritmetičke sredine pojedinog morfometrijskog svojstva između mužjaka i ženki statistički značajno različite te ju prihvaćamo ako je p-vrijednost manja od 0,05.

Deskriptivnom statistikom prikupljeni morfometrijski podaci opisani su i uređeni. Za svaku je populaciju izračunata aritmetička sredina te najmanje i najveće vrijednosti morfometrijskih značajki, odvojeno za ženke i mužjake.

Korelacijskom analizom utvrđena je povezanost pojedine morfometrijske mjere sa standardnom duljinom tijela (SL). Kao mjera jakosti statističke veze za podatke s normalnom distribucijom korišten je Pearsonov koeficijent korelacije, dok je za podatke koji nemaju normalnu distribuciju korišten Spearmanov koeficijent korelacije. Vrijednosti oba koeficijenta kreću se unutar zatvorenog intervala od – 1 do + 1, a što su im vrijednosti bliže broju 1, veza je uža (ŠOŠIĆ 2006).

Analizom varijance (ANOVA) utvrđuje se postoje li razlike između više aritmetičkih sredina (PETZ 1997). Nultom hipotezom u ovom istraživanju tvrdi se da nema razlike između pojedinih morfometrijskih značajki svih populacija, dok alternativna hipoteza glasi da razlike postoje, odnosno da se barem jedna populacija razlikuje. Kao *post hoc* test, kako bi se utvrdilo koje se populacije međusobno statistički značajno razlikuju, proveden je Tukeyev HSD test. Analiza varijance pretpostavlja da svi setovi podataka na kojima se vrši analiza imaju normalnu distribuciju, što u ovom istraživanju nije utvrđeno za sve morfometrijske mjere i omjere korištene prilikom morfometrijskih analiza (provjera distribucije pomoću Shapiro-Wilkovog testa). Ipak, prema MCDONALD (2014), jednosmjerna ANOVA (eng. *one-way*

ANOVA) nije naročito osjetljiva na odmake od normalne distribucije, te on predlaže korištenje jednosmjerne ANOVA-e i u slučaju kada podaci nemaju normalnu distribuciju. Zbog toga je u ovom istraživanju prilikom morfometrijskih analiza, ali i analiza vezanih uz ekologiju oštrulja, korištena jednosmjerna ANOVA.

Metodom glavnih komponenata (PCA) uspoređene su jedinke (odvojeno mužjaci i ženke) iz svih populacija. Provedene su dvije PCA analize, jedna na temelju standardiziranih morfometrijskih mjera, a druga na temelju morfometrijskih omjera. PCA metoda smanjuje vektorski prostor od mnogo izvornih varijabli na manje dimenzionalni prostor i iz njega određuje nove osi, odnosno glavne komponente ili svojstvene vektore (eng. *eigenvectors*). Svojstvenim vektorima dodijeljene su svojstvene vrijednosti (eng. *eigenvalues*), a što je svojstvena vrijednost veća to svojstveni vektor obuhvaća veću varijabilnost unutar uzorka. U novodobivenom koordinatnom sustavu, koji je određen glavnim komponentama, točke predstavljaju pojedine jedinke prikazane na temelju njihovih morfometrijskih značajki, a jedinke koje su blizu u koordinatnom sustavu slične su u svojim morfometrijskim značajkama. Također, može se vidjeti postoji li grupiranje i koje jedinke se grupiraju.

4.2.2. Merističke analize

Merističke značajke odnose se na strukture na tijelu ribe koje se serijski ponavljaju (kralješci, perajne šipčice, ždrijelni zubi, škržne šipčice, ljuske u bočnoj prugi itd.). U ovom su radu merističke analize vršene na perajnim šipčicama, ždrijelnim zubima i škržnim šipčicama (branhiospinama), a provedene su na jedinkama konzerviranim u 4% formaldehidu.

Perajne šipčice riba dijele se na meke i tvrde. Tvrde šipčice su nerazgranate i nesegmentirane, te često mogu biti preoblikovane u bodlje. Za razliku od njih, meke šipčice su segmentirane, uglavnom razgranate strukture koje se sastoje od lijevih i desnih dijelova (KOTTELAT I FREYHOF 2007). Svakoj jedinki oštrulja (na poduzorku od ukupno 100 jedinki) izbrojane su meke i tvrde šipčice u svim perajama (prsnim, trbušnim, podrepnoj, repnoj i leđnoj peraji). Kod neparnih peraja (leđne i podrepne) posljednje dvije meke razgranate šipčice nastavljaju se na jednu distalnu perajnu potporu pa se prema KOTTELAT I FREYHOF (2007) one označavaju kao „1½“. U perajnoj formuli broj tvrdih perajnih šipčica označen je rimskim brojevima, dok je broj mekih razgranatih šipčica označen arapskim brojevima. U podrepnoj peraji oštrulja postoje tri tvrde perajne šipčice, ali je prva perajna šipčica zakržljala,

zbog čega ona u ovom istraživanju nije uzimana u obzir. Ovakav pristup primijenili su i HOWES (1987) i GUZINA (2000).

Ždrijelni zubi nalaze se na petom, zakržljalom škržnom luku, a služe za drobljenje hrane. Broj, položaj i oblik ždrijelnih zubi često se koristi kao determinacijsko svojstvo (KOTTELAT I FREYHOF 2007). Ždrijelni zubi su kod različitih vrsta poredani u jednom do tri reda, a kod oštrulja se nalaze u jednom redu i to sa svake strane po 4 zuba dljetastog oblika (HECKEL I KNER 1858, VUKOVIĆ I IVANOVIĆ 1971, GUZINA 2000). Ždrijelni zubi unutar vrste mogu dosta varirati s obzirom na oblik, ali i na broj. Tako se često mogu zabilježiti jedinke koje na jednom (najčešće desnom) luku imaju više zubi nego na drugom luku (KOTELLAT I FREYHOF 2007). Ždrijelni zubi za potrebe ove analize izolirani su na poduzorku od 30 jedinki (iz svih populacija). Nakon izolacije lijevog i desnog petog škržnog luka, ždrijelni zubi tretirani su jedan dan 10 %-tnom otopinom kalijevog hidroksida (KOH) kako bi se s njih uklonilo meko tkivo te su proučavani pod lupom XTL3400 D.

Škržne šipčice (branhiospine, eng. *gill rakers*) su koštane strukture koje se nalaze na škržnim lukovima riba (od prvog do četvrtog luka). Smještene su nasuprot škržnih listića, usmjerene su prema naprijed te ih može biti različit broj na pojedinom luku kod iste jedinke. Zbog toga se šipčice broje na prvom škržnom luku s desne strane te se taj broj uzima kao točan (KOTELLAT I FREYHOF 2007). Škržni lukovi za potrebe analize škržnih šipčica izolirani su iz manjeg broja jedinki (30 jedinki), a šipčice su izbrojane pomoću lupe XTL3400 D.

4.2.3. Vanjski izgled

Jedinkama oštrulja konzerviranima u 4% formaldehidu detaljno je opisan vanjski izgled. Za svaku jedinku opisana je cjelokupna obojenost tijela, obojenost glave, mrlje na tijelu, obojenost peraja i izgled bočne pruge. Na temelju opisanih značajki pojedine jedinke nastojala se utvrditi inter- i intrapopulacijska varijabilnost te odrediti obrazac vanjskog izgleda za pojedine populacije oštrulja.

4.3. ZNAČAJKE POPULACIJA

Određivanje strukture populacija oštrulja uključivalo je analizu dužinskog sastava populacija te sastava populacija prema spolu. Sve analize rađene su na cjelokupnom uzorku

oštrulja (234 jedinke) iz jezerskih sustava (Visovac, Torak) i rijeke Čikole (tablica 4.1.). Za potrebe analize dužinskog sastava populacija jedinke su izmjerene pomoću pomične mjerke točnosti 0,01 mm te su svrstane u dužinske razrede standardne duljine tijela svakih 10 mm. S obzirom da su kod oštrulja jasno vidljive vanjske spolne karakteristike, te je već kod vrlo malih jedinki moguće reći radi li se o mužjaku ili ženki, spol je određen vanjskim pregledom jedinki. Jedinke kod kojih je bila razvijena leglica svrstane su u ženke, a jedinke bez leglice označene su kao mužjaci. Jedinke malih standardnih duljina tijela na kojima nije bilo moguće sa sigurnošću odrediti spol označene su kao juvenilne. Za sve je populacije izračunat omjer spolova.

Korištene statističke analize uključivale su Shapiro-Wilkov test (provjera distribucije podataka), ANOVA-u (usporedba standardnih duljina tijela mužjaka i ženki unutar i među populacijama) i χ^2 test (omjer spolova). Sve analize provedene su u programima Microsoft Office Excel 2010 i Statistica 13.1.

4.4. DUŽINSKO-MASENI ODNOSI

Određivanje dužinsko-masenih odnosa riba temelji se na Galilejevom „square-cube“ zakonu, po kojem se volumen tijela povećava brže nego površina tijela, odnosno kao kubik linearne dimenzije tijela. Tim zakonom, kao i pravilima geometrije, obuhvaćen je samo izometrijski rast, kod kojeg se jedinkama jednako povećava i masa i duljina. Međutim, FULTON (1904) je primijenio taj zakon na 19 ribljih vrsta i zaključio da on ne opisuje dobro povezanost duljine i mase kod riba, iako ga je i dalje koristio za određivanje odnosa. Također je primijetio da se taj omjer razlikuje kod različitih populacija, spolova, starosnih kategorija i, posebno, u različitim sezonama u godini, na temelju čega su postavljene osnove za pojam alometrijskog rasta, odnosno, nejednakosti u veličinama tijela među jedinkama. Nakon Fultona mnogi su autori upotrebljavali razne izvedenice ovog zakona, a jednadžbu prema kojoj se danas računaju dužinsko-maseni odnosi postavila je CLARK (1928). Kasnije je Fultonu u čast nazvan Fultonov koeficijent kondicije, tj. indeks kojim se prikazuje opće stanje riba (PAULY 1993, FROESE 2006).

Odnos duljine i mase u ihtiologiji ima nekoliko primjena, a najčešće se koristi kako bi se procijenio tip rasta riba (pozitivno/negativno alometrijski ili izometrijski), kako bi se

odredio indeks kondicije riba te za morfološku usporedbu između različitih populacija i vrsta riba (FULTON 1904, RICKER 1975, PAULY 1993, FROESE 2006).

Dužinsko-maseni odnosi oštrulja analizirani su na 89 jedinki iz jezerskih sustava i 145 jedinki iz rijeke Čikole. Sve jedinke izmjerene su pomičnom mjerkom točnosti 0,01 mm i izvagane vagom točnosti 0,1 g te su izračunati dužinsko-maseni odnosi prema formuli (ANDERSON I NEWMAN 1996, FROESE 2006):

$$W = \mathrm{a}L^{\mathrm{b}}$$

gdje je:

W = masa ribe u gramima
L = standardna duljina tijela ribe u milimetrima
a, b = parametri procijenjeni linearnom regresijom logaritamski transformiranih podataka.

Logaritmirana formula transformiranih podataka dužinsko-masenih odnosa prikazana je kao:

$$log(\mathrm{W}) = log(\mathrm{a}) + \mathrm{b}log(\mathrm{L})$$

gdje log(a) predstavlja odsječak na osi y, b predstavlja nagib pravca, dok su W i L isti kao u prethodnoj formuli.

Iz koeficijenta b možemo pretpostaviti prirodu rasta riba. Kada je koeficijent b jednak 3, rast riba je izometrijski, što znači da se oblik jedinki ne mijenja kako one rastu (odrasle jedinke imaju isti oblik kao i juvenilne jedinke). Kada je koeficijent b veći od 3, znači da odrasle jedinke rastu više u visinu ili širinu, a manje u duljinu, a kada je koeficijent b manji od 3, tada odrasle jedinke postaju izduženije od juvenilnih jedinki (jedinke rastu više u duljinu nego u širinu). Koeficijent b kod riba se gotovo uvijek kreće u rasponu od 2,5 do 3,5 (CARLANDER 1969, FROESE 2006). S obzirom da se dužinsko-maseni odnosi razlikuju među spolovima, oni su u ovom istraživanju analizirani posebno za mužjake, ženke i juvenilne jedinke. Također, sve su jedinke svrstane u dužinske razrede širine 10 mm te je za svaki razred prikazan i uspoređen raspon masa.

Tjelesno stanje oštrulja opisano je izrazom „kondicija“, a kao mjera računat je Fultonov koeficijent (K). Iz jednadžbe Fultonovog koeficijenta kondicije može se vidjeti da je on posljedica dužinsko-masenih odnosa jedinki, a koristi se zbog lakšeg tumačenja od

parametara a i b dužinsko-masenih odnosa (ANDERSON I NEWMANN 1996). Kondicija ribe može varirati ovisno o različitim čimbenicima, a najveći utjecaj na razlike u kondiciji imaju veličina jedinki, stupanj uhranjenosti, zrelost gonada i sezona uzorkovanja (FULTON 1904, FROESE 2006). Fultonov koeficijent kondicije računat je prema formuli (ANDERSON I NEWMAN 1996, FROESE 2006):

$$K = \frac{W}{L^3} \times 10^5$$

gdje je:

W = masa ribe u gramima
L = standardna duljina tijela ribe u milimetrima,

a konstanta 10^5 koristi se kako bi se izbjegle vrlo male decimale koeficijenta.

Statističke analize korištene za usporedbu dužinsko-masenih odnosa i Fultonovog koeficijenta kondicije između i unutar populacija uključivale su Shapiro-Wilkov test (provjera distribucije podataka), ANOVA-u i *post hoc* Tukeyev HSD test (razlike u masama po dužinskim razredima, razlike u Fultonovom koeficijentu između spolova, populacija i dužinskih razreda te različitim mjesecima uzorkovanja) te Pearsonov i Spearmanov koeficijent korelacije, ovisno o distribuciji podataka (usporedba standardne duljine tijela i Fultonovog koeficijenta korelacije). Sve analize provedene su u programima Microsoft Office Excel 2010 i Statistica 13.1.

4.5. RAZMNOŽAVANJE

Analize razmnožavanja provedene su na 78 jedinki iz rijeke Čikole (26 ženki i 52 mužjaka) i 82 jedinke iz jezerskih sustava (Visovac i Torak; 51 ženka i 31 mužjak). Jedinkama oštrulja spol je određen vanjskim pregledom. Kod ženki je jasno vidljiva leglica, mesnato zadebljanje nastalo spajanjem urogenitalne cjevčice i početka analne peraje, te su jedinke kod kojih je zadebljanje prisutno svrstane u ženke, a jedinke kod kojih zadebljanja nema, tj. urogenitalni otvor i početak analne peraje su odvojeni, svrstane su u mužjake. Kod oštrulja se početak leglice može vidjeti već i kod malih jedinki (prema FREYHOF (1997) već kod 30 mm SL). Međutim, kod nekoliko jedinki standardne veličine tijela između 30 i 50 mm nije bilo moguće jednoznačno odrediti radi li se o ženkama ili mužjacima. Ako niti nakon

pregleda gonada pod lupom jedinkama nije bilo moguće utvrditi spol, one su svrstane u juvenilne jedinke.

Daljnja obrada i analize razmnožavanja oštrulja vršene su prema CRIM I GLEBE (1990). Nakon vanjskog pregleda jedinki i utvrđivanja spola slijedila je izolacija gonada. Prilikom obrade, trbušna šupljina jedinki otvorena je uzdužnim rezom od analnog otvora do glave te su izolirane gonade. Gonade su fiksirane u 10 %-tnom formalinu nekoliko dana, a zatim su čuvane u 70 %-tnom etilnom alkoholu. Prilikom daljnje obrade gonade su osušene papirnatim ručnikom, nakon čega im je izvagana masa u gramima pomoću analitičke vage Ohaus Adventurer^{TM} točnosti 0,001 g. Iz mase riba i mase gonada izračunat je gonadosomatski indeks (GSI) koji govori koji postotak u ukupnoj masi jedinke zauzimaju gonade te se pomoću njega može odrediti spolna zrelost jedinke. Gonadosomatski indeks izračunat je prema formuli (CRIM I GLEBE 1990):

$$GSI\ [\%] = \left(\frac{m_g}{m}\right) \times 100,$$

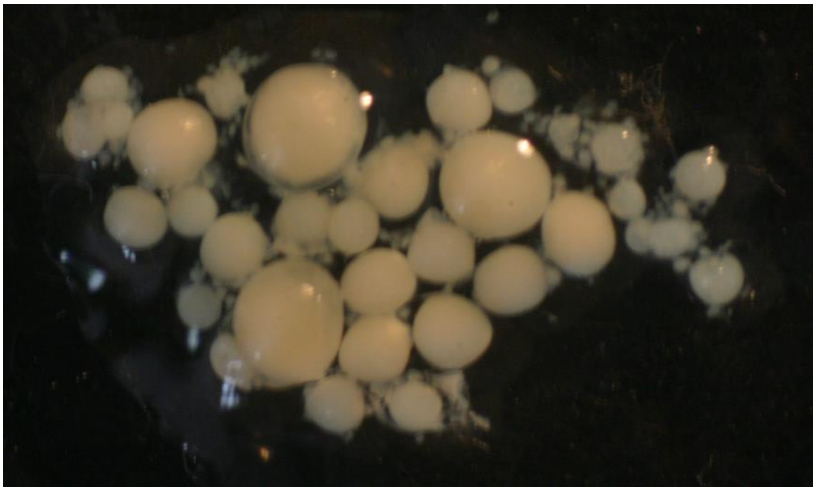
gdje je:
m_g = masa gonade
m = masa ribe.

Spolna zrelost oštrulja određena je makroskopskim pregledom gonada jedinki ulovljenih u sezoni mrijesta (od ožujka do srpnja). U spolno zrele mužjake svrstane su jedinke kod kojih su sjemenici bili veliki, bijeli i čvrsti na dodir, dok su u spolno zrele ženke svrstane jedinke s razvijenim jajnicima svijetlonarančaste ili žute boje u kojima su bile jasno vidljive neprozirne oocite različitih promjera. Godište prve spolne zrelosti određeno je na temelju najmanjih spolno zrelih jedinki iz rijeke Čikole.

Iz gonada ženki oštrulja ulovljenih izvan sezone mrijesta iz svakog je jajnika izdvojeno 100 jaja te im je pod lupom s mikrometarskim okularom Zeiss Stremi 2000-C izmjeren promjer. Također, za svaku jedinku zabilježena je najmanja i najveća veličina jaja te je izračunata prosječna veličina jaja.

Fekunditet predstavlja reproduktivni potencijal ženke, a izražava se kao broj jajnih stanica koje ženka može položiti. S obzirom da kod vrsta koje se mrijeste više puta u sezoni mrijesta nije moguće odrediti apsolutni fekunditet, kod njih se određuje fekunditet jednog mrijesta (tzv. „*batch fecundity*“, BF), odnosno, u obzir se uzima samo broj zrelih jajašaca prisutnih u jajniku prilikom određivanja fekunditeta (HUNTER I SUR. 1985). Kod spolno zrelih

ženki oštrulja ulovljenih u sezoni mrijesta (od ožujka do srpnja) iz jajnika su izolirana jaja kako bi se utvrdio broj jaja koje ženka položi tokom jednog polaganja. Kako bi se dobili što točniji rezultati, od svakog su jajnika izdvojena tri poduzorka, svaki veličine otprilike 10 % mase cijelog jajnika. Svaki poduzorak izvagan je pomoću analitičke vage Ohaus Adventurer^{TM} točnosti 0,001 g te je pregledan pod lupom s mikrometarskim okularom Zeiss Stremi 2000-C. Kako bi se jaja lakše prebrojala i izmjerila međusobno su razdvojena u manje nakupine histološkom iglicom (slika 4.3.), a izbrojani broj jaja preračunat je na ukupan broj jaja u gonadama.



Slika 4.3. Manja nakupina jaja različitih promjera iz jajnika ženke iz jezerskih sustava uhvaćene u sezoni mrijesta.

Kao zrela jaja uzimana su sva jaja čiji je promjer veći od 1,5 mm (prema BLESS I RIEHL 2002). Broj zrelih jaja u jajniku izračunat je prema formuli (HUNTER I SUR. 1985):

$$\text{Zrela jaja}_{\text{poduzorak}} = \frac{m_{jajnik} \times N(zrela\ jaja)_{poduzorak}}{m_{poduzorak}}$$

gdje je:

m_{jajnik} = masa jajnika u gramima

$N(\text{zrela jaja})_{poduzorak}$ = broj zrelih jaja u poduzorku

$m_{poduzorak}$ = masa poduzorka u gramima.

Za svaki jajnik izračunata je aritmetička sredina sva tri poduzorka, a zbrajanjem zrelih jaja u oba jajnika dobiven je fekunditet jednog mrijesta ženke.

Statistička obrada podataka uključivala je Shapiro-Wilkov test (provjera distribucije podataka), ANOVA-u i *post hoc* Tukeyev HSD test (razlike u GSI između spolova, populacija i mjeseci uzorkovanja, usporedba promjera jajnih stanica po populacijama i mjesecima) te Spearmanov i Pearsonov koeficijent korelacije, ovisno o distribuciji podataka (usporedba standardne duljine tijela i GSI, usporedba standardne duljine tijela ženke i srednje vrijednosti promjera jajnih stanica u jajniku, usporedba standardne duljine tijela ženke s udjelom zrelih jaja u jajnicima, usporedba fekunditeta i standardne duljine jedinke, mase jedinke i mase gonada). Sve analize provedene su u programima Microsoft Office Excel 2010 i Statistica 13.1.

4.6. PREHRANA

Analize prehrane kod oštrulja obuhvatile su analizu duljine probavila, stupanj ispunjenosti probavila te kvalitativni sastav prehrane, a provedene su na 134 jedinke iz rijeke Čikole i 86 jedinki iz jezerskih sustava (Visovac i Torak), osim kvalitativnog sastava koji je određen na 120 jedinki iz rijeke Čikole i 76 jedinki iz jezerskih sustava (Visovac i Torak).

Prilikom izolacije probavnog sustava jedinke su otvorene uzdužnim rezom od analnog otvora do glave, a probavilo je izolirano sekcijom ždrijela na prednjem kraju i crijeva tik do analnog otvora. Nakon izolacije cijeli je probavni sustav pohranjen u 80 %-tnom etanolu. Prilikom daljnje obrade svaki je uzorak prenesen na papirnati ručnik kako bi se upila suvišna tekućina i uklonile strukture koje ili nisu dio probavnog sustava ili se ne uzimaju u obzir prilikom analize prehrane (npr. masno tkivo, žlijezde poput slezene ili jetre). Svaki je uzorak izvagan pomoću analitičke vage Ohaus Adventurer^{TM} točnosti 0,001 g, crijevo je izravnato te je duljina crijeva izmjerena pomičnom mjerkom Mitutoyo CD-6 CS točnosti 0,01 mm. Svakoj jedinki utvrđena je ispunjenost probavila prema ljestvici ispunjenosti s vrijednostima od 0 do 3 (MARČIĆ 2013), gdje je:

0 = potpuno prazno probavilo
1 = slabo ispunjeno probavilo
2 = dobro ispunjeno probavilo

3 = potpuno ispunjeno probavilo.

Također, za svaku populaciju u svakom godišnjem dobu izračunat je i koeficijent praznosti probavila (%V) prema formuli (PIRIA I SUR. 2007):

$$\% V = \frac{broj\ praznih\ probavila}{ukupan\ broj\ svih\ probavila} \times 100$$

Za svaku je jedinku izračunat omjer duljine probavila i standardne duljine tijela (relativna duljina probavila) prema formuli (AGANOVIĆ I VUKOVIĆ 1966, RIBBLE I SMITH 1983):

$$Relativna\ duljina\ probavila = \frac{stvarna\ duljina\ probavila}{standardna\ duljina\ tijela}$$

Prije određivanja kvalitativnog sastava prehrane iz svih je probavila izoliran sadržaj koji je pohranjen u 80 %-tnom etanolu. Prilikom određivanja sastava svaki je uzorak prebačen u petrijevu zdjelicu i pregledan pod lupom Zeiss Stremi 2000-C, plijen je svrstan u odgovarajuće taksonomske skupine te je prikazana učestalost pojavljivanja pojedine skupine plijena u proučavanim probavilima oštrulja. Za determinaciju sadržaja probavila korišteni su ključevi NILSSON (1996) i NILSSON (1997).

Na temelju kvalitativnog sastava prehrane određen je trofički stupanj oštrulja. Trofički stupanj podrazumijeva položaj organizma u prehrambenoj mreži, a izračunava se na temelju trofičkog stupnja hrane kojom se on hrani (PAULY I SUR. 2000). Na temelju vrijednosti trofičkog stupnja, ribe se dijele na funkcionalne trofičke skupine, koje uključuju biljejede (raspon trofičkog stupnja od 2,0 do 2,1), svejede s preferencijom prema biljnoj hrani (od 2,1 do 2,9), svejede s preferencijom prema životinjskoj hrani (od 2,9 do 3,7) i mesojede (od 3,7 do 4,5) (STERGIOU I KARPOUZI 2002). Trofički stupanj oštrulja izračunat je po formuli (PAULY I SUR. 2000):

$$troph_i = 1 + \bar{x}\, troph_j$$

gdje je:

$troph_i$ = trofički stupanj oštrulja

$troph_j$ = trofički stupanj hrane kojom se oštrulj hrani; vrijednost iščitana iz tablice sa zadanim vrijednostima i standardnim devijacijama iz PAULY I SUR. 2000

$\bar{x}$ = srednja vrijednost svih $troph_j$.

Statistički testovi i metode korištene prilikom analize probavnog sustava i prehrane uključivale su deskriptivnu statistiku, Shapiro-Wilkov test (provjera distribucije podataka), ANOVA-u i *post hoc* Tukeyev HSD test (usporedba populacija na temelju relativne duljine probavila) te Spearmanov i Pearsonov test korelacije (usporedba standardne duljine tijela i duljine probavila). Sve analize provedene su u programima Microsoft Office Excel 2010 i Statistica 13.1.

4.7. STAROST I RAST

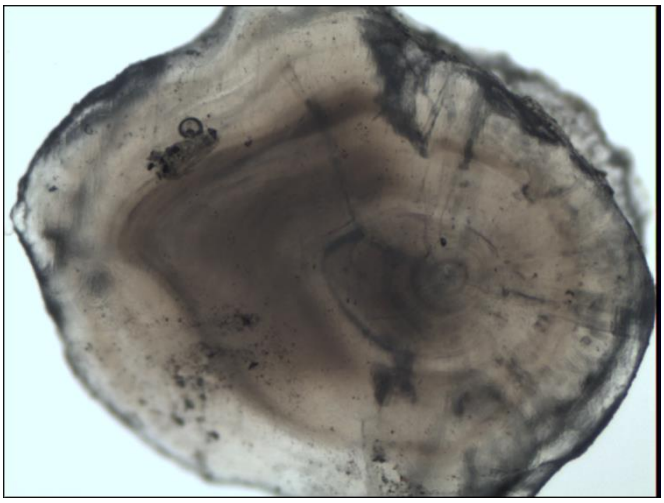
Starost jedinki oštrulja određena je na otolitima. Otoliti ili slušni kamenčići ribama služe za osjet ravnoteže, a pretpostavlja se da imaju ulogu i u sluhu (RODRÍGUES MENDOZA 2006). Nalaze se u unutarnjem uhu zrakoperki iz nadreda Teleostei, a smješteni su u proširenjima na krajevima polukružnih kanalića. U spomenutim proširenjima nalaze se osjetne stanice s dlačicama, a iznad njih su u galertastoj kupoli smješteni otoliti. Prilikom kretanja ribe, otoliti se kotrljaju preko dlačica osjetnih stanica te se podražaj prenosi dalje do centra za ravnotežu. Najveće proširenje zove se *sacullus*, a otolit smješten u ovom proširenju zove se *sagitta*, dok su dva manja otolita, *asteriscus* i *lapillus* smješteni u proširenjima zvanim *lagena*, odnosno *utriculus* (YOUNG 1962). Otoliti su najvećim dijelom građeni od kalcijevog karbonata, najčešće u obliku minerala aragonita, koji se odlaže u otolite kako riba raste uslijed čega nastaju koncentrični krugovi različitog promjera iz kojih možemo očitati starost ribe (CAMPANA 1999, RODRÍGUES MENDOZA 2006). Svaki otolit ima nukleus, središnji dio koji predstavlja 0^+ godište, odnosno starost ličinke prilikom izlijeganja, a svaki sljedeći tamniji krug predstavlja novu godinu. Materijal se u otolite odlaže svakodnevno, pa se u periodu lošijih uvjeta na otolitu formira tamnija zona, dok se u razdoblju povoljnih uvjeta i izobilja hrane formira svjetlija zona na otolitu. Tamnija zona ili tzv. *annulus* (anul) formira se jednom godišnje i predstavlja kraj sezone rasta ribe. Kod većine riba, pa tako i oštrulja, anuli nastaju u sezoni mirovanja, odnosno zimi. Prema broju anula na otolitu može se izbrojati koliko je nepovoljnih uvjeta (zima) riba preživjela, tj. koliko ima godina. Prilikom

određivanja starosti riba iz anula potrebno je paziti na tzv. lažne anule – tamnije zone koje nastaju prilikom bilo kakvih nepovoljnih uvjeta kojima je riba izložena, a ne ponavljaju se sezonski (npr. suša, poplave).

Starost i rast oštrulja određeni su na 30 jedinki iz jezerskih sustava (Visovca i Torka) i 31 jedinki iz rijeke Čikole. Iz glave netom usmrćenih ili svježe odleđenih jedinki oštrulja izolirani su otoliti. Prilikom izolacije otolita, glava jedinki po sredini je zarezana uzdužnim rezom te su pincetom izvađeni otoliti. Kod većine jedinki uspješno su izolirani *sagitta* i *lapillus*, dok *asteriscus* nije izoliran niti kod jedne jedinke. Nakon izolacije, otoliti su počišćeni od ostataka tkiva i spremljeni u posudice do daljnje obrade. Nakon pregleda otolita pod svjetlosnim mikroskopom Olympus BX51 utvrđeno je da su *lapilli* najpogodniji za određivanje starosti oštrulja te su daljnje analize vršene upravo na tim otolitima.

S obzirom da su otoliti oštrulja predebeli za mikroskopiranje (svjetlost ne prolazi kroz njih), a time i za određivanje starosti, prije određivanja starosti otoliti su brušeni dorzalno i ventralno prema sredini otolita finim vodenim brusnim papirom granulacije 1200 (JOHNSTON 1938). Određivanje starosti oštrulja vršeno je izravnim očitavanjem s otolita pomoću mikroskopa Olympus BX51. Kako bi se smanjila greška procjene starosti, svaki je otolit pregledan dva puta s razmakom od najmanje jednog mjeseca između dva pregleda. Kod otolita kod kojih se ove dvije procjene nisu podudarale vršen je dodatni pregled te je u obzir uzimana vrijednost dobivena trećim pregledom.

Za određivanje starosti i rasta oštrulja svi otoliti fotografirani su na mikroskopu Olympus BX51 te su pomoću programa AxioVision Rel. 4.8. svakom otolitu izmjerene mjere potrebne za daljnje analize (slika 4.4.). Mjere mjerene na otolitima uključivale su polumjer otolita (mjeren od sredine jezgre do ruba otolita u njegovom najdužem dijelu), polumjer svakog *annula* (udaljenost od sredine jezgre otolita do kraja svake tamne zone) te duljinu i širinu otolita. Sve mjere, osim širine otolita, mjerene su na istom pravcu i to na najvećoj mogućoj duljini od jezgre do ruba otolita. Kako bi se usporedila morfologija otolita spolova iz različitih populacija izračunat je indeks otolita, odnosno omjer duljine i širine otolita.



Slika 4.4. Brušeni otolit oštrulja s jasno vidljivim zonama prirasta.

Povratnim izračunom izračunate su vrijednosti, odnosno standardne duljine tijela jedinki koje su teoretski imale u ranijim godinama života. Povratni izračun računat je prema Fraser-Lee metodi, a formula glasi (FRANCIS 1990):

$$L_t = c + (L_c - c)\left(\frac{O_i}{O_c}\right)$$

gdje je:

L_c = standardna duljina ribe prilikom ulova
O_c = polumjer otolita prilikom ulova
O_i = polumjer otolita u vremenu t
c = odsječak na osi y (dobiven linearnom regresijom).

Rast oštrulja opisan je i von Bertalanffyjevom jednadžbom posebno za svaki spol u svakoj populaciji, prema formuli (VON BERTALANFFY 1934):

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})$$

gdje je:

L_t = ukupna standardna duljina tijela u trenutku t
L_∞ = najveća teoretska standardna duljina tijela koju ribe u toj populaciji mogu doseći

K = koeficijent rasta koji pokazuje kojom brzinom ribe dosežu L_∞

t = starost u godinama

t_0 = hipotetska dob kod $L_t = 0$.

Parametri von Bertalanffyjeve krivulje rasta dobiveni su pomoću alata za računanje bioloških parametara vrste (eng. *life-history tools*), predloženih od FROESE I SUR. 2000.

Korištene statističke metode prilikom uspoređivanja podataka vezanih uz starost i rast uključivale su Shapiro-Wilkov test (provjera distribucije podataka), t-test (usporedba promjera anula na otolitima istog spola između populacija), ANOVA-u i *post hoc* Tukeyev HSD test (usporedba populacija na temelju izmjerenih standardnih duljina i masa tijela, usporedba populacija na temelju standardnih duljina dobivenih povratnim izračunom) i Pearsonov koeficijent korelacije (usporedba standardne duljine tijela i promjera otolita). Sve analize provedene su u programima Microsoft Office Excel 2010 i Statistica 13.1., osim izračunavanja von Bertalanffyjeve jednadžbe, za koju je korišten program Past 3.20.

4.8. SMRTNOST

Oštrulj nema gospodarsku vrijednost i ne lovi se (osim ilegalno), stoga je određivanje smrtnosti uključivalo samo prirodnu smrtnost (M). Prirodna smrtnost po Paulyjevoj metodi temelji se na vrijednostima iz von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta (L_∞, K) i prosječnoj temperaturi vode na staništu, a određena je posebno za mužjake i ženke iz oba istraživana sustava (jezera Visovac i Torak, rijeka Čikola), po jednadžbi (PAULY 1980):

$$log\mathrm{M} = -0{,}0066 - 0{,}279 log\mathrm{L}_\infty + 0{,}6543 log\mathrm{K} + 0{,}4634 log\mathrm{T}$$

gdje je:

M = prirodna smrtnost

L_∞ = najveća teoretska duljina tijela koju ribe u toj populaciji mogu doseći dobivena von Bertalanffyjevom jednadžbom

K = koeficijent rasta iz von Bertalanffyjeve jednadžbe

T = srednja godišnja temperatura vode vodnog tijela u kojem ribe žive (jezerski sustavi=15,5 °C; Čikola=19,8 °C).

Smrtnost oštrulja izračunata je i po Rikhter i Efanovljevoj metodi, koja se temelji na godištu prvog spolnog sazrijevanja jedinki, prema formuli (SPARRE I VENEMA 1992):

$$M = \frac{1{,}521}{T_m^{0{,}72}} - 0{,}155$$

gdje je:

T_m = godište masovnog sazrijevanja (godište kod kojeg je većina jedinki u populaciji spolno zrela, određeno na temelju zrelosti gonada; mužjaci spolno sazrijevaju u prvoj godini, a ženke u drugoj godini života).

5. REZULTATI

5.1. MORFOMETRIJSKE ZNAČAJKE OŠTRULJA

Morfometrijske analize izvršene su na uzorku od 201 jedinke vrste *Aulopyge huegelii*, od čega 89 jedinki spada u lentičke sustave (76 jedinki iz jezera Visovac, 13 jedinki iz jezera Torak), a 112 jedinki spada u lotičke sustave (95 jedinki iz gornjeg toka Čikole, 17 jedinki iz kanala Ždralovac u Livanjskom polju). Ukupni broj ženki uključenih u morfometrijske analize bio je 118, a ukupni broj mužjaka uključenih u navedene analize iznosi 83. Broj jedinki uključenih u morfometrijske analize prikazan je u tablici 5.1.

Tablica 5.1. Broj jedinki oštrulja na kojima su vršene morfometrijske analize.

	ŽENKE	MUŽJACI	UKUPNO
Visovac	46	30	76
Torak	9	4	13
Čikola	53	42	95
Ždralovac	10	7	17
UKUPNO	**118**	**83**	**201**

Kod vrste *A. huegelii* postoji spolni dimorfizam, a osim po izgledu i vanjskim spolnim obilježjima, jedinke se razlikuju i po morfometrijskim karakteristikama. Rezultati t-testa izmjerenih i standardiziranih morfometrijskih mjera i omjera potvrdili su razliku između mužjaka i ženki oštrulja ($p<0,05$) (tablice 9.1., 9.2. i 9.3. u Prilozima). Na rijeci Čikoli spolovi se statistički značajno razlikuju u svih 26 izmjerenih morfometrijskih mjera, dok se u jezeru Visovac spolovi statistički značajno razlikuju u 4 od 26 izmjerenih morfometrijskih mjera. Za kanal Ždralovac u Livanjskom polju, kao i za jezero Torak, t-test ne pokazuje razlike između spolova, što se može objasniti malim i nereprezentativnim uzorkom. Rezultati t-testa standardiziranih morfometrijskih mjera pokazuju još veće razlike među spolovima. Na jezeru Visovac mužjaci i ženke razlikuju se u 16 od 25 morfometrijskih mjera standardiziranih alometrijskom pretvorbom, dok se spolovi na rijeci Čikoli nakon alometrijske pretvorbe podataka i dalje razlikuju u svim morfometrijskim mjerama. Spolovi iz jezera Torak razlikuju se u devet standardiziranih mjera, a iz kanala Ždralovac u 21 mjeri. Također i rezultati t-testa morfometrijskih omjera pokazuju razlike. S obzirom na razlike među spolovima koje je pokazao t-test, sve daljnje morfometrijske analize vršene su za svaki spol posebno. Juvenilne

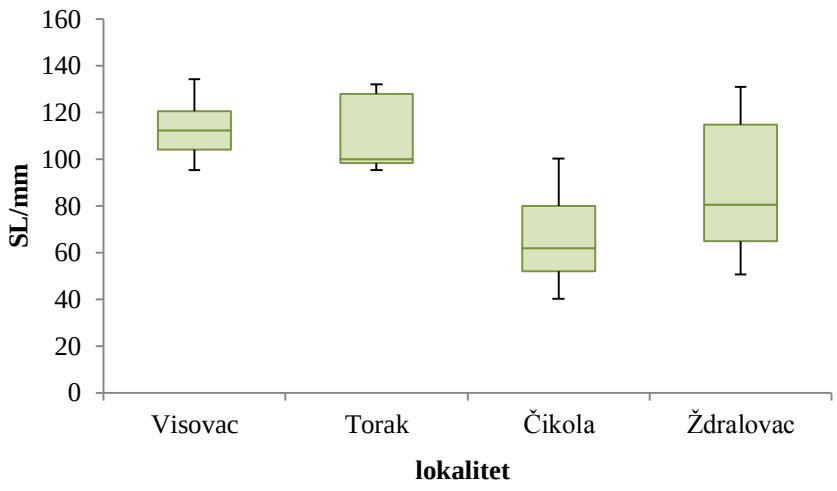
jedinke, odnosno jedinke kojima nije bilo moguće odrediti spol, nisu uključene u morfometrijske analize.

5.1.1. Deskriptivna statistika

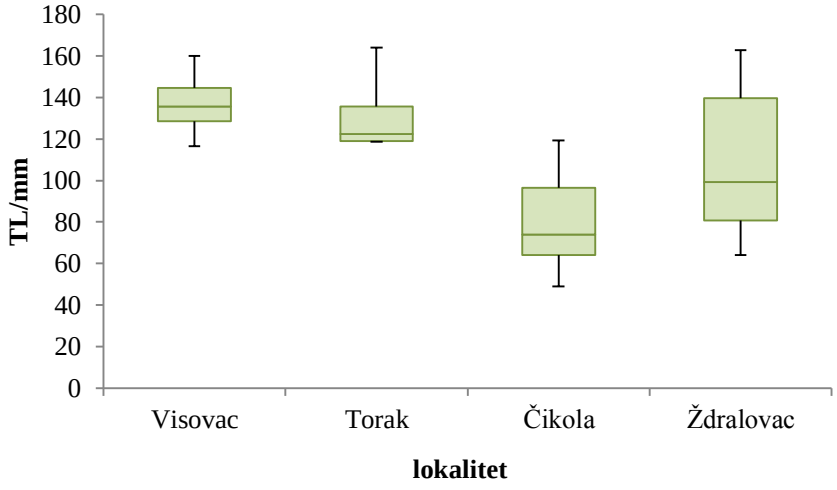
Srednje, najmanje i najveće vrijednosti totalnih i standardnih duljina tijela ženki sa svih postaja prikazane su u tablici 5.2., dok su mjere za mužjake prikazane u tablici 5.3. Također, *box-whiskers* dijagramima (slike 5.1. i 5.2.) prikazani su rasponi vrijednosti, standardne devijacije i medijani ukupnih i standardnih duljina tijela posebno za mužjake i ženke iz svih populacija.

Tablica 5.2. Srednje vrijednosti ($\bar{x}$), standardne devijacije (sd) te raspon vrijednosti (min, max) ukupnih i standardnih duljina ženki oštrulja sa svih postaja. SL = standardna duljina tijela, TL = ukupna duljina tijela. Broj jedinki na kojima su provedene analize prikazan je u tablici 5.1.

	VISOVAC				**TORAK**			
mjera	**x̄**	**sd**	**min**	**max**	**x̄**	**sd**	**min**	**max**
SL	112,90	10,30	95,48	134,35	109,29	15,56	95,34	132,00
TL	136,73	10,98	116,47	160,00	131,53	18,85	118,62	164,00
	ČIKOLA				**ŽDRALOVAC**			
mjera	**x̄**	**sd**	**min**	**max**	**x̄**	**sd**	**min**	**max**
SL	66,33	16,22	40,25	100,31	88,45	28,80	50,52	130,94
TL	80,20	18,86	49,03	119,39	108,75	34,71	64,02	162,90



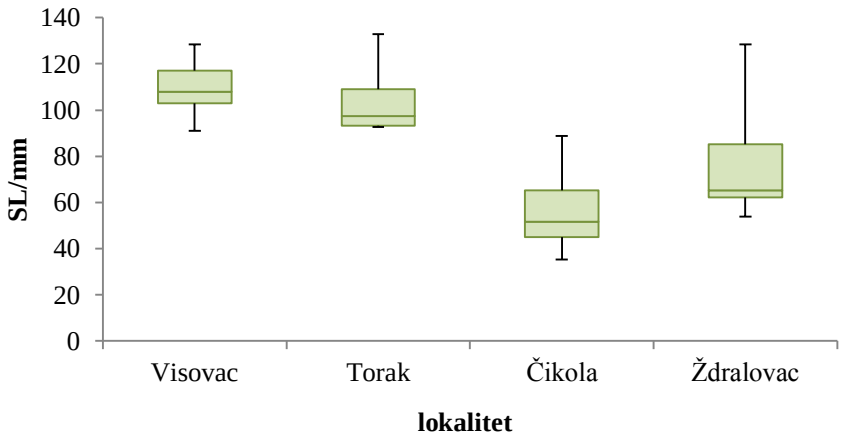
Slika 5.1. *Box-whiskers* dijagram s rasponima vrijednosti, standardnim devijacijama i medijanima standardnih duljina tijela (SL) ženki oštrulja sa svih postaja.



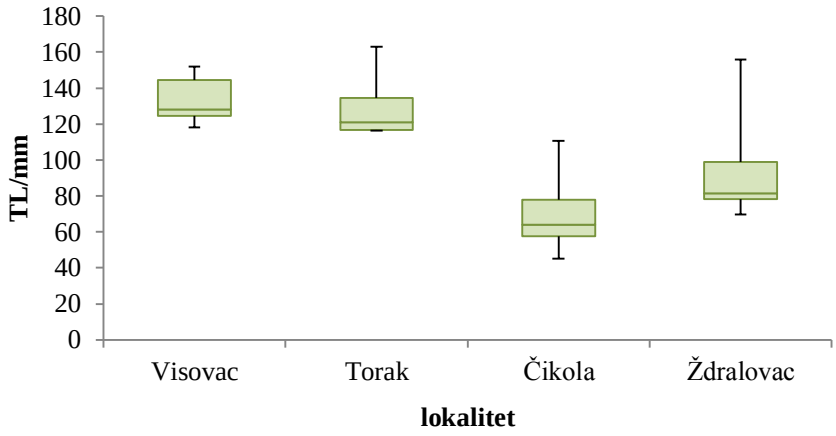
Slika 5.2. *Box-whiskers* dijagram s rasponima vrijednosti, standardnim devijacijama i medijanima ukupnih duljina tijela (TL) ženki oštrulja sa svih postaja.

Tablica 5.3. Srednje vrijednosti (x̄), standardne devijacije (sd) te raspon vrijednosti (min, max) ukupnih i standardnih duljina mužjaka oštrulja sa svih postaja. SL = standardna duljina tijela, TL = ukupna duljina tijela. Broj jedinki na kojima su provedene analize prikazan je u tablici 5.1.

	VISOVAC				TORAK			
mjera	**x̄**	**sd**	**min**	**max**	**x̄**	**sd**	**min**	**max**
SL	109,44	8,88	91,00	128,42	105,06	19,01	92,68	133,00
TL	132,84	10,72	118,00	152,00	130,29	22,16	116,24	163,00
	ČIKOLA				**ŽDRALOVAC**			
mjera	**x̄**	**sd**	**min**	**max**	**x̄**	**sd**	**min**	**max**
SL	55,61	13,35	35,33	88,88	77,56	26,14	53,99	128,45
TL	68,59	15,63	45,17	110,53	94,52	29,52	69,72	155,93



Slika 5.3. *Box-whiskers* dijagram s rasponima vrijednosti, standardnim devijacijama i medijanima standardnih duljina tijela (SL) mužjaka oštrulja sa svih postaja.



Slika 5.4. *Box-whiskers* dijagram s rasponima vrijednosti, standardnim devijacijama i medijanima ukupnih duljina tijela (TL) mužjaka oštrulja sa svih postaja.

Najveća izmjerena ženka oštrulja ulovljena je u jezeru Torak u donjem toku rijeke Čikole, a ukupna duljina tijela iznosila joj je 164,00 mm, dok joj je standardna duljina iznosila 132,00 mm. Ukupna duljina najvećeg izmjerenog mužjaka iznosila je 163,00 mm, standardna duljina tijela iznosila mu je 133,00 mm, a ulovljen je također u jezeru Torak na rijeci Čikoli. Najmanje jedinke oštrulja ulovljene su u gornjem toku rijeke Čikole – ukupna duljina najmanjeg mužjaka iznosila je 45,17 mm, a standardna duljina 35,33 mm, dok je najmanja ženka imala TL=49,03 mm i SL=40,25 mm. Jedinke ženki iz jezerskih populacija (Visovac i Torak) i iz kanala Ždralovac dosežu veće duljine tijela od jedinki iz rijeke Čikole (slike 5.1. i 5.2.). Općenito, između ženki iz Visovca i Torka postoji veće preklapanje u duljini tijela nego između jezerskih populacija i populacije iz rijeke Čikole ili kanala Ždralovac. *Box-whiskers* dijagrami za mužjake pokazuju slične rezultate (slike 5.3. i 5.4.).

5.1.2. Korelacija morfometrijskih mjera i standardne duljine tijela

Koeficijenti korelacije izmjerenih morfometrijskih mjera i standardne duljine tijela (SL) pokazuju da je većina tjelesnih mjera oštrulja u korelaciji sa standardnom duljinom tijela (tablice 9.4. i 9.5. u Prilozima). Od 24 morfometrijske mjere izmjerene kod ženki oštrulja, samo tri mjere kod populacije iz jezera Torak ne pokazuju značajnu korelaciju sa standardnom duljinom tijela, a to su ventroanalna udaljenost (Van), visina leđne (dD) i visina podrepne peraje (aA). Vizualnim pregledom jedinki također je utvrđena varijabilnost u izgledu leđne, a naročito podrepne peraje, međutim, dobiveni rezultati mogu biti i posljedica

malog uzorka iz jezera Torak. Kod mužjaka su koeficijenti korelacije pojedine izmjerene morfometrijske mjere i standardne duljine tijela računate samo za populacije iz Visovca i Čikole, zbog malog i nereprezentativnog uzorka s ostalih postaja. Većina izmjerenih tjelesnih dimenzija mužjaka pokazuje značajnu korelaciju sa SL. Kod populacije iz jezera Visovac samo duljina baze (lA) i visina podrepne peraje (dA) te promjer oka (Oh) ne pokazuju značajnu korelaciju sa SL. Nakon standardizacije izmjerenih morfometrijskih mjera alometrijskom pretvorbom niti jedna mjera kod niti jedne populacije više nije bila u korelaciji sa SL, što znači da mjere nakon standardizacije više nisu ovisne o duljini tijela. Koeficijenti korelacije standardiziranih morfometrijskih mjera prikazani su u tablicama 9.6. i 9.7. u Prilozima

5.1.3. Morfometrijski omjeri

Rasponi, srednje vrijednosti i standardne devijacije pojedinih morfometrijskih omjera nalaze se u tablicama 5.4. (za ženke) i 5.5. (za mužjake).

Tablica 5.4. Srednje vrijednosti (x̄), raspon (min, max) i standardne devijacije (sd) pojedinih morfometrijskih omjera ženki oštrulja sa svih postaja. Vrijednosti su izražene kao postoci (%). Prikaz kratica nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	Visovac				**Torak**			
	x̄	**min**	**max**	**sd**	**x̄**	**min**	**max**	**sd**
SL/TL	81,9	79,7	89,1	1,9	81,3	80,0	82,6	1,1
c/SL	28,3	23,5	31,7	1,3	28,3	27,2	29,9	0,9
Van/SL	20,1	16,4	24,3	1,8	20,5	18,8	21,7	1,1
aA/SL	74,5	64,3	81,2	2,5	74,6	72,1	76,6	1,5
aV/SL	55,0	49,1	60,8	1,8	54,2	52,1	55,9	1,3
aP/SL	30,1	26,7	33,9	1,2	29,9	29,1	31,2	0,6
aD/SL	55,8	50,3	63,6	2,1	55,4	54,3	56,3	0,8
lpc/SL	21,9	18,8	25,0	1,4	22,0	19,8	23,8	1,5
lD/SL	12,7	10,6	15,4	1,0	12,5	11,0	13,4	0,7
lA/SL	7,1	4,5	10,1	1,3	7,5	7,0	8,2	0,4
lC/SL	23,5	20,3	26,4	1,6	24,1	21,8	25,4	1,4
lP/SL	16,8	13,8	18,7	1,1	17,2	14,6	18,6	1,2
lV/SL	15,1	12,7	17,1	1,0	14,8	13,9	15,6	0,5

Tablica 5.4. Nastavak.

H/SL	25,3	21,4	29,7	2,0	24,8	22,2	28,5	2,0
h/SL	9,1	7,8	10,5	0,6	9,4	8,4	10,9	0,8
laco/SL	11,8	9,3	13,6	0,9	12,1	10,2	13,6	1,0
lac/SL	15,3	13,4	17,5	1,0	15,3	14,5	16,5	0,6
dD/SL	18,4	14,3	23,0	1,8	18,3	14,6	20,8	2,1
dA/SL	10,4	7,8	12,4	1,2	10,7	9,3	13,0	1,4
io/c	28,1	23,7	33,4	2,4	30,4	28,7	32,9	1,4
Oh/c	17,0	13,0	21,5	1,5	17,4	14,6	20,2	1,8
prO/c	42,1	36,7	50,6	2,2	41,3	39,2	43,9	1,9
poO/c	41,1	38,2	45,9	1,7	40,8	38,4	42,6	1,5
hco/H	55,3	47,9	63,3	4,2	55,0	46,3	61,8	4,4
h/H	36,3	31,1	44,5	3,4	37,8	34,1	42,7	3,2
h/lpc	41,9	32,1	51,2	3,9	42,6	39,7	47,6	3,3
	Čikola				**Ždralovac**			
	x̄	**min**	**max**	**sd**	**x̄**	**min**	**max**	**sd**
SL/TL	81,9	77,3	88,4	2,0	81,1	78,9	83,7	1,4
c/SL	29,9	27,5	32,6	1,2	32,0	31,3	32,6	0,4
Van/SL	17,8	14,1	21,9	1,5	17,1	15,0	19,9	1,6
aA/SL	70,8	53,1	76,9	5,1	72,4	70,2	75,1	1,8
aV/SL	55,1	50,5	57,4	1,5	55,5	54,0	56,8	0,8
aP/SL	31,9	28,4	34,9	1,4	32,9	32,2	33,4	0,5
aD/SL	56,9	53,3	60,0	1,7	57,7	56,3	58,7	0,7
lpc/SL	20,9	18,3	23,7	1,2	21,6	19,1	22,9	1,2
lD/SL	13,9	11,9	16,7	1,1	13,7	12,8	14,2	0,4
lA/SL	8,6	4,2	13,0	1,2	9,5	8,8	10,4	0,6
lC/SL	22,6	10,0	28,5	3,0	24,0	22,6	26,0	1,0
lP/SL	17,0	13,3	19,2	1,3	18,1	16,7	19,1	0,7
lV/SL	16,0	14,2	18,7	1,0	15,3	13,5	16,3	0,8
H/SL	23,5	20,0	26,7	1,7	24,7	23,2	25,8	0,9
h/SL	9,4	8,0	10,9	0,7	9,7	9,1	10,5	0,4
laco/SL	14,0	11,7	15,7	1,0	14,9	14,3	15,8	0,4
lac/SL	14,1	11,5	16,4	1,1	15,7	14,1	16,9	0,9
dD/SL	20,5	14,8	26,8	2,7	18,9	14,4	23,9	2,4
dA/SL	11,4	8,0	13,7	1,3	11,0	7,7	14,1	1,7
io/c	31,4	27,3	35,8	1,9	28,4	27,0	29,4	0,6
Oh/c	19,8	16,4	23,5	1,8	16,1	12,8	20,1	2,5
prO/c	40,3	36,7	47,9	2,1	43,5	39,2	46,3	2,6
poO/c	42,4	37,6	46,1	1,8	43,2	41,1	45,4	1,5
hco/H	65,5	55,1	80,1	4,8	66,2	61,6	71,2	2,9
h/H	40,3	34,0	67,1	4,8	39,4	36,7	42,6	1,9
h/lpc	45,0	35,0	56,9	4,5	45,3	41,2	51,0	3,6

Tablica 5.5. Srednje vrijednosti (x̄), raspon (min, max) i standardne devijacije (sd) pojedinih morfometrijskih omjera mužjaka oštrulja sa svih postaja. Vrijednosti su izražene kao postoci (%). Prikaz kratica nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	Visovac				Torak			
	x̄	**min**	**max**	**sd**	**x̄**	**min**	**max**	**sd**
SL/TL	82,2	78,7	89,4	2,7	80,5	79,2	81,6	1,0
c/SL	28,4	24,8	30,3	1,2	28,6	27,7	29,6	0,9
Pan/SL	72,6	64,2	76,0	2,5	72,2	70,4	73,5	1,3
Van/SL	18,8	15,7	20,7	1,1	19,0	18,2	20,6	1,1
aA/SL	74,7	67,6	78,0	2,3	75,1	73,6	76,7	1,4
aV/SL	54,2	49,0	57,8	1,8	53,9	52,1	55,1	1,3
aP/SL	30,1	26,1	32,0	1,2	30,3	29,7	30,9	0,6
aD/SL	55,9	51,7	60,9	2,1	55,9	55,0	57,0	1,0
lpc/SL	21,7	17,5	23,9	1,5	21,8	20,6	22,4	0,8
lD/SL	13,4	11,2	19,6	1,4	12,5	11,9	13,0	0,5
lA/SL	6,7	4,5	8,5	0,9	6,7	5,9	7,6	0,7
lC/SL	23,1	16,5	26,3	2,1	24,5	23,3	26,8	1,6
lP/SL	18,2	16,7	20,3	1,0	18,2	17,4	19,3	0,9
lV/SL	15,9	14,5	17,7	0,9	15,5	14,9	16,3	0,6
H/SL	24,6	22,5	27,5	1,6	24,4	23,6	25,4	0,9
h/SL	9,4	7,9	10,6	0,6	9,9	9,5	10,4	0,4
laco/SL	11,7	10,0	13,0	0,9	12,8	12,6	12,9	0,1
lac/SL	15,0	12,8	17,2	1,0	15,5	15,3	15,8	0,2
dD/SL	17,4	15,4	21,3	3,7	19,6	18,2	21,7	1,5
dA/SL	10,2	8,0	12,4	1,2	11,3	9,6	12,1	1,1
io/c	28,5	24,4	32,4	2,1	30,0	28,8	32,0	1,4
Oh/c	17,8	14,9	22,0	1,7	17,3	16,0	18,5	1,0
prO/c	41,6	38,2	45,9	1,8	41,8	39,3	44,3	2,3
poO/c	41,1	37,7	46,1	1,8	41,4	39,2	42,8	1,5
hco/H	58,0	51,9	64,4	3,2	56,9	54,4	59,3	2,2
h/H	38,3	29,0	42,3	2,7	40,7	39,3	41,8	1,1
h/lpc	43,4	33,7	52,5	4,0	45,6	43,7	47,9	1,8

Tablica 5.5. Nastavak.

	Čikola				Ždralovac			
	x̄	min	max	sd	x̄	min	max	sd
SL/TL	80,9	76,3	85,0	2,4	81,6	77,4	90,2	4,1
c/SL	30,0	26,7	32,6	1,4	30,9	28,3	33,0	1,6
Pan/SL	70,5	60,2	75,1	4,2	71,1	64,7	74,6	3,2
Van/SL	17,7	13,4	19,8	1,5	17,1	15,1	18,9	1,2
aA/SL	73,4	66,1	78,5	2,8	72,7	66,6	76,2	3,1
aV/SL	55,1	50,0	71,3	3,2	54,7	50,3	56,9	2,3
aP/SL	32,0	29,1	34,7	1,3	32,6	30,2	33,5	1,1
aD/SL	57,0	52,0	61,1	2,0	56,1	53,1	57,8	1,5
lpc/SL	20,6	17,2	24,4	1,5	21,1	19,4	22,1	0,9
lD/SL	14,1	10,7	17,5	1,3	13,6	12,0	15,2	1,0
lA/SL	7,5	5,4	10,8	1,0	7,6	6,2	8,3	0,8
lC/SL	23,9	16,9	28,8	2,9	24,6	21,7	28,8	2,3
lP/SL	17,6	14,5	20,2	1,2	18,3	16,3	19,4	1,2
lV/SL	16,0	13,6	18,3	1,1	15,5	13,8	16,5	0,9
H/SL	24,2	20,0	27,2	1,7	22,2	20,7	23,7	1,0
h/SL	9,3	8,1	10,9	0,6	9,2	8,0	9,8	0,6
laco/SL	14,0	12,0	15,5	0,9	14,3	12,6	15,3	1,0
lac/SL	13,6	10,8	15,8	1,1	13,8	10,2	15,4	1,8
dD/SL	21,2	16,5	28,2	3,0	20,2	16,0	21,6	1,9
dA/SL	11,3	8,3	13,5	1,2	10,5	7,2	13,1	2,2
io/c	31,7	27,0	36,8	2,0	27,6	24,8	28,8	1,4
Oh/c	20,8	17,2	24,5	1,7	17,7	14,1	20,2	2,1
prO/c	39,2	34,2	43,9	2,5	43,5	40,7	47,2	2,6
poO/c	43,1	40,6	46,6	1,6	43,0	41,0	44,8	1,1
hco/H	65,1	55,1	76,3	5,1	72,3	69,3	75,5	2,5
h/H	38,8	32,8	46,9	3,0	41,4	38,5	42,9	1,5
h/lpc	45,8	34,7	60,0	5,0	43,6	41,2	45,6	1,4

Kako se može vidjeti iz tablica 5.4. i 5.5., većina morfometrijskih omjera ujednačena je među populacijama. Najmanje ujednačen omjer i kod mužjaka i kod ženki je hco/H. Najveće vrijednosti ovog omjera imaju jedinke iz kanala Ždralovac, a najveći raspon vrijednosti jedinke iz rijeke Čikole. Jedinke iz jezerskih sustava, tj. iz Torka i Visovca, u srednjim vrijednostima ovog omjera međusobno su vrlo slične, iako je raspon vrijednosti unutar svake populacije dosta veliki. To se može vidjeti i po velikim vrijednostima standardnih devijacija za ovaj morfometrijski omjer. Također, srednje vrijednosti omjera h/H i h/lpc su ujednačene među populacijama i kod ženki i kod mužjaka, ali im je raspon

vrijednosti unutar populacija velik, što pokazuju i velike vrijednosti standardnih devijacija. Omjer h/lpc pokazuje dosta velike raspone vrijednosti kod ženki i kod mužjaka, s tim da je kod ženki ujednačeniji među populacijama. Mužjaci iz Visovca i Čikole imaju najveće raspone ovog omjera, što nam opet pokazuju velike vrijednosti standardnih devijacija. Mužjaci oštrulja iz različitih populacija razlikuju se još i u omjeru SL/TL, u kojem najviše odstupa populacija iz kanala Ždralovac koja ima najveći raspon vrijednosti ovog morfometrijskog omjera. Morfometrijski omjeri koji pokazuju veliku ujednačenost mužjaka iz svih populacija su aA/SL, Van/SL, aV/SL, aD/SL, lpc/SL, lD/SL, lA/SL, lC/SL, lP/SL, lV/SL, H/SL, h/SL i poO/c, dok su za ženke to Van/SL, aV/SL, lpc/SL, lD/SL, lC/SL, lP/SL, lV/SL, h/SL, lac/SL, poO/c.

5.1.4. Analiza varijance

Analizom varijance (ANOVA) uspoređene su standardizirane morfometrijske mjere i omjeri između ženki iz svih populacija te između mužjake iz svih populacija (tablice 5.6. i 5.7.).

Tablica 5.6. Rezultati analize varijance standardiziranih morfometrijskih mjera (neovisnih o duljini tijela) ženki i mužjaka iz svih populacija. Masno otisnuto („bold“) označene su p-vrijednosti koje pokazuju statistički značajnu razliku ($p<0,05$). Prikaz kratica nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	ŽENKE	**MUŽJACI**
M(TL)	**0,000**	**0,000**
M(c)	**0,000**	**0,000**
M(Pan)	nema	**0,000**
M(aA)	**0,000**	**0,000**
M(Van)	**0,000**	**0,000**
M(aV)	**0,000**	**0,000**
M(aP)	**0,000**	**0,000**
M(aD)	**0,000**	**0,000**
M(lpC)	**0,000**	**0,000**
M(lD)	**0,000**	**0,000**
M(lA)	**0,000**	**0,000**
M(lC)	**0,000**	**0,000**
M(lP)	**0,000**	**0,000**
M(lV)	**0,000**	**0,000**

Tablica 5.6. Nastavak.

M(hco)	**0,000**	**0,000**
M(H)	**0,000**	**0,000**
M(h)	**0,000**	**0,000**
M(laco)	**0,000**	**0,000**
M(lac)	**0,000**	**0,000**
M(io)	**0,000**	**0,000**
M(Oh)	**0,000**	**0,000**
M(prO)	**0,000**	**0,000**
M(poO)	**0,000**	**0,000**
M(dD)	**0,000**	**0,000**
M(dA)	**0,000**	**0,000**

Iz tablice 5.6. možemo vidjeti da se ženke iz različitih populacija, kao i mužjaci iz različitih populacija, međusobno statistički značajno razlikuju u svim standardiziranim morfometrijskim mjerama ($p<0,05$). Međutim, Tukeyev HSD test, kojim je provedena *post hoc* usporedba, pokazuje da su neke populacije više ujednačene u pojedinim mjerama. Tako se ženke iz jezera Visovac i jezera Torak međusobno statistički značajno razlikuju samo u sedam od 24 standardizirane morfometrijske mjere (M(TL), M(c), M(aV), M(aD), M(hco), M(prO) i M(poO)). U pet mjera ženke iz kanala Ždralovac ne pokazuju statistički značajnu razliku prema ženkama iz jezerskih sustava (bilo prema ženkama iz Visovca ili ženkama iz Torka), a to su M(lA), M(hco), M(laco), M(prO) i M(poO). Ženke iz Čikole najviše se razlikuju od ženki iz ostalih populacija, odnosno, one se od ostalih ženki razlikuju u svim standardiziranim mjerama. Mjere u kojima se razlikuju ženke iz svih populacija su: M(TL), M(c), M(aV), M(aD) (tablica 9.8., Prilozi).

Rezultati Tukeyevog testa za mužjake pokazuju slične rezultate kao i za ženke (tablica 9.9., Prilozi). Mužjaci iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) međusobno se statistički značajno razlikuju u samo devet od 25 standardiziranih mjera (M(TL), M(pan), M(aA), M(aV), M(aD), M(lD), M(lP), M(lVh) i M(hco)). Mužjaci iz rijeke Čikole se, kao i ženke, od ostalih mužjaka razlikuju po svim standardiziranim mjerama. Također, i mužjaci iz kanala Ždralovac razlikuju se od ostalih mužjaka u svim mjerama, osim od mužjaka iz Torka u mjeri M(lA). Mužjaci iz različitih populacija značajno se razlikuju jedni od drugih u devet standardiziranih morfometrijskih mjera: M(TL), M(pan), M(aA), M(aV), M(aD), M(lD), M(lP), M(lV) i M(hco).

Tablica 5.7. Rezultati analize varijance morfometrijskih omjera ženki i mužjaka iz svih populacija. Masno otisnuto („bold“) označene su p-vrijednosti koje pokazuju statistički značajnu razliku ($p<0,05$). Prikaz kratica nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	ŽENKE	**MUŽJACI**
SL/TL	0,751	0,104
c/SL	**0,000**	**0,000**
Pan/SL	nema	0,273
aA/SL	**0,001**	0,457
Van/SL	**0,000**	**0,045**
aV/SL	0,133	0,264
aP/SL	**0,000**	**0,000**
aD/SL	**0,000**	0,117
lpc/SL	**0,002**	**0,001**
lD/SL	**0,001**	**0,004**
lA/SL	**0,000**	**0,003**
lC/SL	0,317	0,457
lP/SL	**0,034**	0,079
lV/SL	**0,000**	0,529
H/SL	**0,000**	**0,035**
h/SL	0,112	0,285
laco/SL	**0,000**	**0,000**
lac/SL	**0,000**	**0,000**
dD/SL	**0,001**	**0,001**
dA/SL	0,068	**0,031**
hco/H	**0,000**	**0,000**
h/H	**0,000**	**0,037**
io/c	**0,000**	**0,000**
Oh/c	**0,000**	**0,000**
prO/c	**0,000**	**0,000**
poO/c	**0,001**	**0,000**
h/lpc	**0,007**	0,122

Iz tablice 5.7. vidljivo je da se ženke iz različitih populacija statistički značajno razlikuju u većini morfometrijskih omjera, odnosno, ne razlikuju se u samo pet od 26 morfometrijskih omjera, a to su SL/TL, aV/SL, lC/SL, h/SL i dA/SL. Mužjaci iz različitih populacija se međusobno ne razlikuju u 10 od 27 morfometrijskih omjera (SL/TL, Pan/SL, aA/SL, aV/SL, aD/SL, lC/SL, lP/SL, lV/SL, h/SL i h/lpc). Na morfometrijskim omjerima također je proveden Tukeyev HSD test kao *post hoc* analiza, kako bi se vidjelo jesu li pojedini

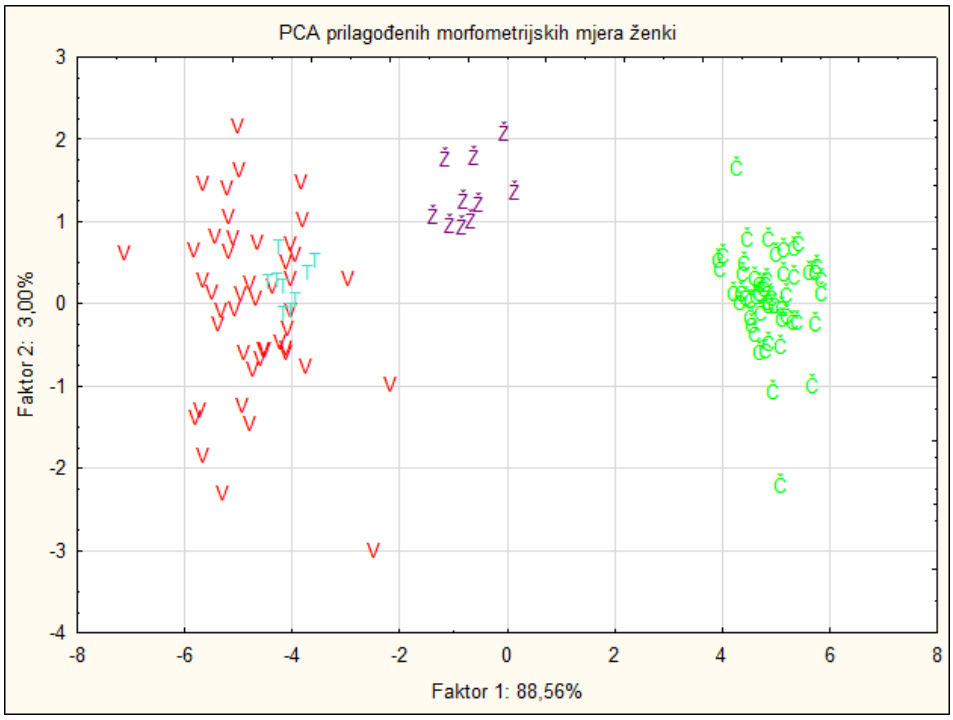
omjeri ujednačeniji među populacijama (tablica 9.10. i 9.11., Prilozi). *Post hoc* analiza morfometrijskih omjera ženki pokazuje ujednačenost jedinki u populacijama iz Visovca i Torka te odvajanje jedinki iz rijeke Čikole. Ženke iz rijeke Čikole razlikuju se od ženki iz jezera Visovac u 21 od 26 morfometrijskih omjera. Ne razlikuju se u omjerima SL/TL, aV/SL, lC/SL, lP/SL i h/SL. Prema ženkama iz jezera Torak, ženke iz Čikole razlikuju se u 11 od 26 omjera. Odnosi po kojima se ne razlikuju su SL/TL, aA/SL, aV/SL, lpc/SL, lC/SL, lP/SL, H/SL, h/SL, h/H, h/lpc, io/c, prO/c, poO/c, dD/SL i dA/SL. Ženke iz Čikole i Ždralovca međusobno se razlikuju u pet morfometrijskih omjera (c/SL, laco/SL, lac/SL, io/c, Oh/c i prO/c), ženke iz Ždralovca prema ženkama iz Visovca razlikuju se u 11 morfometrijskih omjera (c/SL, Van/SL, aP/SL, aD/SL, lpc/SL, lD/SL, lA/SL, lP/SL, hco/H,laco/SL i poO/c), a prema ženkama iz Torka u devet omjera (c/SL, Van/SL, aP/SL, aD/SL, lD/SL, lA/SL, hco/H, laco/SL i poO/SL). Ženke iz jezerskih populacija međusobno se razlikuju samo u omjeru širine međuočnog prostora prema duljini glave (io/c) (tablica 9.10., Prilozi).

Rezultati *post hoc* analize za mužjake opet pokazuju slične rezultate, iako kod njih postoji više preklapanja nego kod ženki. Mužjaci iz različitih populacija međusobno se statistički značajno ne razlikuju u 10 od 27 morfometrijskih omjera. Mužjaci iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) međusobno se statistički značajno razlikuju samo u jednom omjeru, laco/SL. Mužjaci iz Ždralovca razlikuju se od mužjaka iz Čikole u četiri morfometrijskih omjera (hco/H, io/c, Oh/c i prO/c), dok se od onih iz jezera Visovac razlikuju u sedam (c/SL, aP/SL, hco/H, H/SL, h/H, laco/SL i poO/c), a od mužjaka iz jezera Torak u četiri morfometrijska omjera (c/SL, aP/SL, hco/H i laco/SL). Mužjaci iz rijeke Čikole od mužjaka iz Visovca razlikuju se čak u 14 (c/SL, aP/SL, lpc/SL, lD/SL, lA/SL, hco/H, laco/SL, lac/SL, io/c, Oh/c, prO/c, poO/c, dD/SL, dA/SL), a od mužjaka iz Torka u šest morfometrijskih omjera (aP/SL, lD/SL, hco/H, laco/SL, lac/SL i Oh/c) (tablica 9.11., Prilozi).

5.1.5. Analiza glavnih komponenata (PCA)

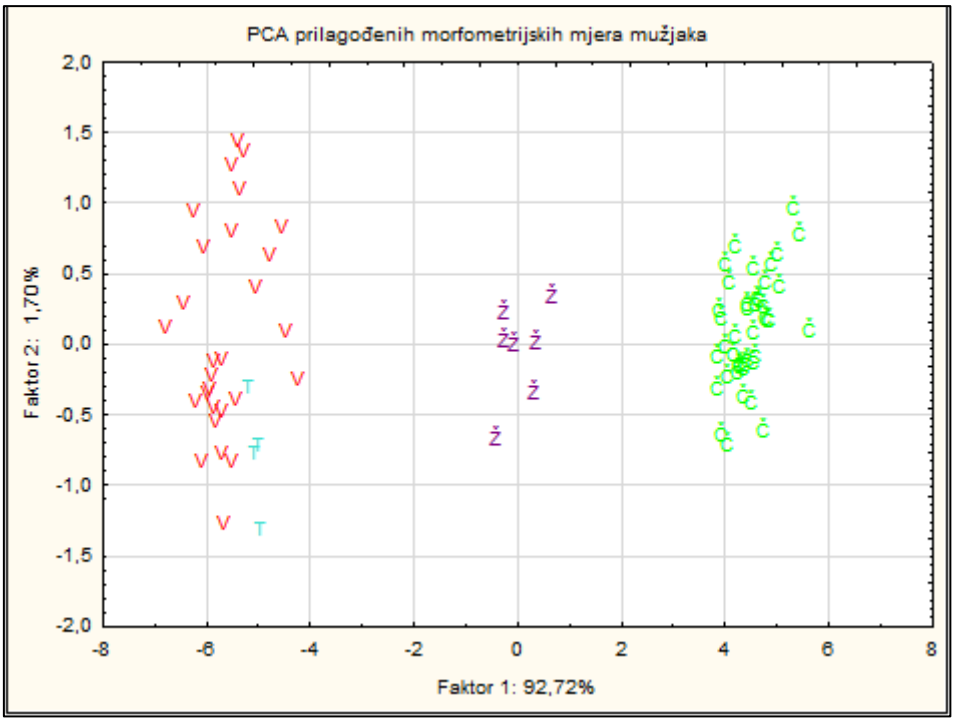
Analizom glavnih komponenata (PCA) uspoređene su ženke i mužjaci oštrulja sa svih istraživanih postaja (broj jedinki uključenih u analizu prikazan je u tablici 5.1.) s obzirom na standardizirane morfometrijske mjere i morfometrijske omjere. Na slici 5.5. prikazana je projekcija standardiziranih morfometrijskih mjera ženki iz svih populacija na ravninu određenu faktorima 1 i 2 analize glavnih komponenata. Faktor 1 (na osi x) obuhvaća ukupno

88,56% varijabilnosti, a na projekciji se nalazi na osi x. Ovaj faktor najviše određuju standardizirane mjere M(aD), M(c), M(aV) i M(lac). Faktor 2 nalazi se na osi y te obuhvaća 3,00% ukupne varijabilnosti. Njega najviše određuju standardizirane mjere M(lA), M(dA), M(dD) i M(laco). U tablicama 9.12. i 9.13. u Prilozima nalaze se svojstvene vrijednosti i udio varijabilnosti pojedinog faktora analize glavnih komponenata za ženke.



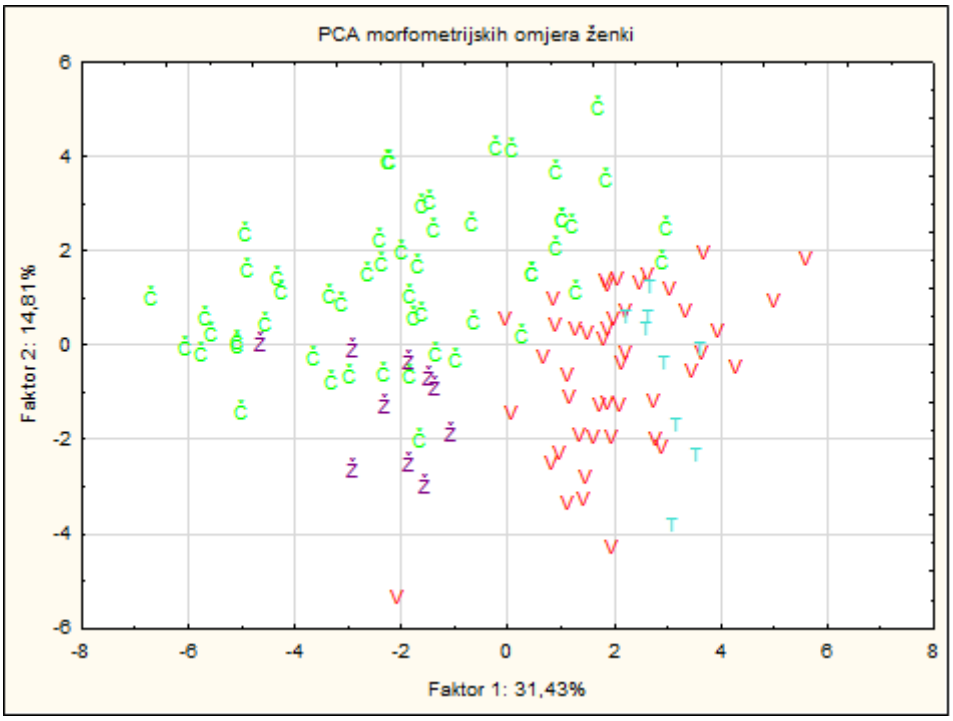
Slika 5.5. Projekcija standardiziranih mjera ženki iz analiziranih populacija na ravninu određenu faktorima 1 i 2 PCA – analize. V = jezero Visovac, T = jezero Torak, Č = rijeka Čikola, Ž = kanal Ždralovac.

Na slici 5.6. prikazana je projekcija standardiziranih morfometrijskih mjera mužjaka iz svih analiziranih populacija (broj jedinki uključenih u analizu prikazan je u tablici 5.1.) na ravninu određenu faktorima 1 i 2 PCA – analize. Faktor 1 kod mužjaka obuhvaća 92,72% ukupne varijabilnosti, dok faktor 2 obuhvaća 1,70% ukupne varijabilnosti. Faktor 1 najviše je određen mjerama M(aA), M(c), M(aD), M(Pan) i M(aV), a faktor 2 najviše određuju M(dD), M(lC) i M(TL). Svojstvene vrijednosti i udio varijabilnosti pojedinog faktora PCA – analize za mužjake nalaze se tablicama 9.14. i 9.15. u Prilozima.



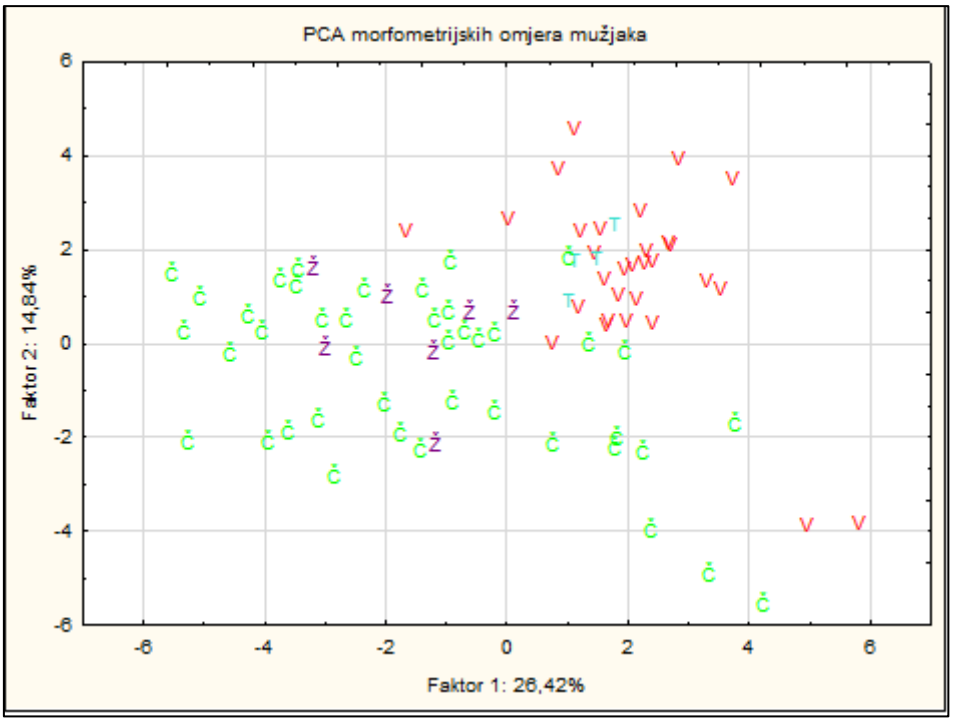
Slika 5.6. Projekcija standardiziranih mjera mužjaka iz analiziranih populacija na ravninu određenu faktorima 1 i 2 PCA – analize. V = jezero Visovac, T = jezero Torak, Č = rijeka Čikola, Ž = kanal Ždralovac.

PCA – analize vršene na morfometrijskim omjerima ženki i mužjaka također pokazuju grupiranje populacija. Na slici 5.7. prikazana je projekcija morfometrijskih omjera ženki iz svih populacija (broj jedinki uključenih u analizu prikazan je u tablici 5.1.) na ravninu određenu faktorima 1 i 2 PCA - analize. Faktor 1 na projekciji se nalazi na osi x, a ukupno obuhvaća 31,43% varijabilnosti. Njega najviše određuju omjeri aP/SL, c/SL i laco/SL. Faktor 2 nalazi se na osi y, a obuhvaća 14,81% ukupne varijabilnosti. Najviše je određen omjerima lac/SL i H/SL. U tablicama 9.16. i 9.17. u Prilozima nalaze se svojstvene vrijednosti i udio varijabilnosti pojedinog faktora analize glavnih komponenata morfometrijskih omjera za ženke.



Slika 5.7. Projekcija morfometrijskih omjera ženki iz analiziranih populacija na ravninu određenu faktorima 1 i 2 PCA – analize. V = jezero Visovac, T = jezero Torak, Č = rijeka Čikola, Ž = kanal Ždralovac.

Projekcija morfometrijskih omjera mužjaka iz svih populacija na ravninu određenu faktorima 1 i 2 PCA – analize prikazana je na slici 5.8. Faktor 1 ove analize, kao i kod PCA – analize morfometrijskih omjera kod ženki, najviše je određen omjerima aP/SL, c/SL i laco/SL, a obuhvaća ukupno 26,42% varijabilnosti. Faktor 1 nalazi se na osi x. Faktor 2 određen je najviše omjerima aA/SL, Van/SL i Pan/SL, a obuhvaća 14,84% ukupne varijabilnosti. Na projekciji se faktor 2 nalazi na osi y. Svojstvene vrijednosti i udio varijabilnosti pojedinog faktora PCA – analize morfometrijskih omjera za mužjake nalaze se tablicama 9.18. i 9.19. u Prilozima.



Slika 5.8. Projekcija morfometrijskih omjera mužjaka iz analiziranih populacija na ravninu određenu faktorima 1 i 2 PCA – analize. V = jezero Visovac, T = jezero Torak, Č = rijeka Čikola, Ž = kanal Ždralovac.

5.2. MERISTIČKE ZNAČAJKE OŠTRULJA

Analiza merističkih značajki u ovom je istraživanju obuhvatila perajne šipčice, ždrijelne zube i škržne šipčice (branhiospine). Broj tvrdih i mekih perajnih šipčica prikazan je u tablici 5.8., a brojevi škržnih šipčica i ždrijelnih zubi u tablici 5.9.

Tablica 5.8. Broj perajnih šipčica kod oštrulja iz svih populacija. D = leđna peraja, A = podrepna peraja, P = prsne peraje, V = trbušne peraje, C = repna peraja. Rimskim brojevima označene su tvrde, a arapskim meke perajne šipčice.

	ŽENKE				
	D	**A**	**P**	**V**	**C**
Visovac	III (6)7½	II 4½	I (13)(14)15(16)	II 8	I (15)(16)17-18 I
Torak	III 7(8)½	II 4½	I (12)(14)15(16)	II 8	I 16-17(18) I
Čikola	III (6)7½	II 4½	I (11)(12)(13)14-15(16)	II (7)8	I (14)(15)16-17(18)(19) I
Ždralovac	III (6)7½	II 4½	I 13-14-15(16)	II (7)8	I (17)18(19)(20) I

Tablica 5.8. Nastavak.

MUŽJACI					
	D	**A**	**P**	**V**	**C**
Visovac	III (6)7½	II 4½	I (12)(13)(14)15(16)	II 8	I (16)(17)18(19) I
Torak	III 7½	II 4½	I 14(15)	II 8	I (15)16 I
Čikola	III (6)7½	II 4½	I (12)(13)14-15(16)	II 7-8	I (13)(14)(15)16(17)(18)(19) I
Ždralovac	III (6)7½	II 4½	I (13)14(15)	II (7)8	I (17)19 I

U većini peraja kod svih populacija zabilježena je varijabilnost u broju šipčica. Samo u podrepnoj peraji kod svih je populacija zabilježen uvijek isti broj šipčica, tj. dvije tvrde šipčice i 4½ razgranatih perajnih šipčica. Kod leđne i trbušne peraje je varijabilnost u broju razgranatih šipčica među populacijama i spolovima – u leđnoj peraji oštrulji obično imaju 7½ šipčica, a rijetko šest ili osam (zabilježeno samo kod jedne ženke iz jezera Torak), dok u trbušnim perajama najčešće imaju osam, a rjeđe sedam šipčica. Najveću varijabilnost u broju razgranatih šipčica pokazuju prsne i repna peraja. U prsnoj peraji nalazi se jedna tvrda i 12 do 16 razgranatih šipčica, a najčešće ih ima 14 ili 15. Samo kod jedne ženke iz rijeke Čikole zabilježeno je 11 razgranatih perajnih šipčica u prsnoj peraji. Repna peraja ima najveći raspon u broju razgranatih perajnih šipčica – od 13 do 20, a najčešće 16 do 18. U leđnoj peraji kod svih jedinki u svim populacijama zadnja tvrda šipčica bila je izrazito nazubljena po stražnjem rubu (slika 5.9.).

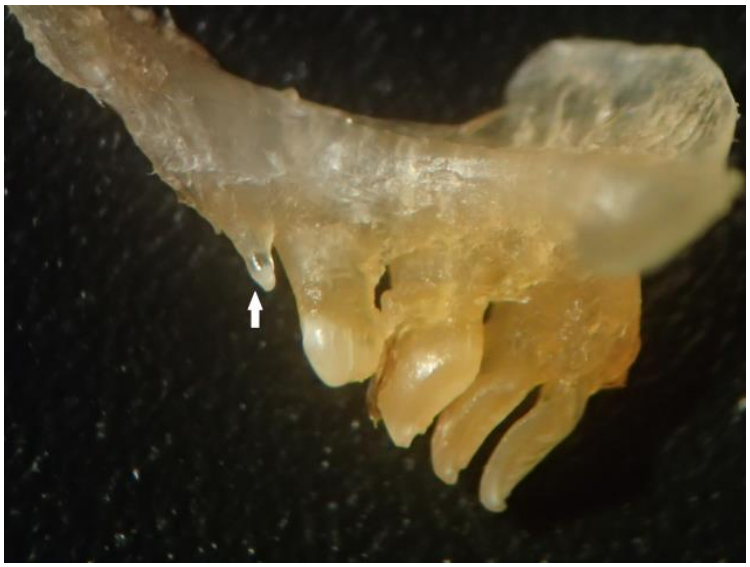


Slika 5.9. Leđna peraja oštrulja s vidljivom nazubljenom stražnjom stranom zadnje tvrde šipčice.

Tablica 5.9. Broj škržnih šipčica i ždrijelnih zubi kod oštrulja iz svih populacija.

	škržne šipčice	ždrijelni zubi
Visovac	15 - 16	4 - 4
Torak	16 - 19	(5) 4 - 4 (5)
Čikola	14 - 17	(5) 4 - 4
Ždralovac	14 - 20	4 - 4

U broju škržnih šipčica, kao i u broju ždrijelnih zubi, može se primijetiti i inter- i intrapopulacijska varijabilnost. Najveći raspon u broju škržnih šipčica zabilježen je kod populacije iz Ždralovca (od 14 do 20 šipčica), a najmanji kod populacije iz jezera Visovac (15 ili 16 škržnih šipčica). U svim je populacijama broj škržnih šipčica najčešće bio 15. Ždrijelni zubi oštrulja nalaze se na petom škržnom luku u jednom redu, a formula im je 4 – 4. Prvi zub je tup i stupast, dok su ostali zubi uži, a površina im je polumjesečasta. Ponekad prvi zub može biti zašiljen. U populaciji iz jezera Torak i rijeke Čikole sporadično se na jednom od škržnih lukova javlja još jedan zub, koji je uvijek zašiljen i puno manji od ostalih zuba (slika 5.10.). U kanalu Ždralovac zabilježena je jedna jedinka s deformiranim ždrijelnim zubima formule 5 – 8.



Slika 5.10. Ždrijelni zubi kod oštrulja. Bijela strelica pokazuje dodatni zub koji se kod oštrulja pojavljuje sporadično.

5.3. VANJSKI IZGLED OŠTRULJA

Kao dodatak morfometriji i meristici, jedinkama oštrulja iz različitih populacije opisan je vanjski izgled. Pregled obojenosti tijela oštrulja u različitim populacijama nalazi se u tablici 5.12.

Tablica 5.10. Općeniti obrasci obojenosti oštrulja iz pojedinih populacija.

Lokalitet	glava	trup	peraje	bočna pruga
Visovac	Dorzalna strana glave tamno smeđa do crna, ventralna strana bijela. Lateralno no glavi, pogotovo na operkulumu, sitne crne točkice. Usta potkovasta, s dva para brčića, maksilarni brčići kraći od mandibularnih. Dorzalno na njuškici dva velika nosna otvora.	Osnovna boja tijela žuto-srebrna. Dorzalna strana tamno smeđa do crna, ventralna strana srebrnkasto-bijela. Po bokovima česte crne točkice koje su ponekad okupljene u veće mrlje, najčešće u području repnog drška. Kod nekih jedinki, osim mrljica, na tijelu se nalaze i poprečne pruge, najčešće u prednjem dijelu trupa.	Leđna i repna peraja prozirne sa crnim točkicama okupljenima u mrljice i grupiranima u nekoliko pravilnijih redova. Trbušna, prsna i podrepna peraja blijede, često žućkaste ili crvenkaste sa sitnim crnim točkicama.	Proteže se od glave do repne peraje. Uglavnom nepravilnog oblika, pogotovo anteriorno, dok je na repnom dršku često pravilnija. Može biti isprekidana ili s manjim ograncima koji se odvajaju od glavne osi.
Torak	Dorzalna strana glave svjetlo ili tamno smeđa, ventralna strana bijela. Lateralno na glavi malobrojne crne točkice. Njuškica dorzalno tamno obojena. Usta potkovasta, s dva para brčića, maksilarni brčići kraći od mandibularnih. Dorzalno na njuškici dva velika nosna otvora.	Osnovna boja svjetlo žuto-srebrnkasta. Dorzalna strana svijetlo smeđa, ventralna strana srebrnkasto-bijela. Po bokovima česte crne točkice koje su katkad grupirane u mrljice. Kod nekih jedinki na tijelu se nalaze malobrojne poprečne pruge.	Leđna i repna peraja prozirne sa crnim točkicama grupiranim u nekoliko pravilnih redova. Trbušna, prsna i podrepna peraja blijedo žućkaste ili crvenkaste i sa sitnim crnim točkicama.	Proteže se od glave do repne peraje. Uglavnom nepravilnog oblika, pogotovo anteriorno, dok je na repnom dršku često pravilnija. Iznimno može biti isprekidana.

Tablica 5.10. Nastavak.

Čikola	Dorzalna strana glave tamno smeđa do crna, ventralna strana bijela. Lateralno po glavi, pogotovo na operkulumu, sitne crne točkice. Usta potkovasta, s dva para brčića, maksilarni brčići kraći od mandibularnih. Dorzalno na njuškici dva velika nosna otvora.	Osnovna boja tijela žuto-srebrnkasta. Dorzalna strana tijela svjetlo ili tamno smeđa, ventralna strana srebrnkasta ili bijela. Po bokovima česte crne točkice, koje mogu biti raspršene samostalno, ali su najčešće okupljene u veće mrljice ili rijetko u prugice. Mrljice najčešće na posteriornom dijelu trupa.	Leđna i repna peraja prozirne sa crnim točkicama okupljenima u mrljice i grupiranima u nekoliko pravilnijih redova. Trbušna, prsna i podrepna peraja blijedo žućkaste ili crvenkaste i sa sitnim crnim točkicama.	Proteže se od glave do repne peraje. Najčešće nepravilnog oblika, a na repnom dršku često pravilnija. Kod manjih jedinki jedva vidljiva.
Ždralovac	Dorzalna strana svijetlo smeđa ili žućkasta, ventralna strana bijela. Lateralno po glavi malobrojne sitne crne točkice. Usta potkovasta, s dva para brčića, maksilarni brčići kraći od mandibularnih. Dorzalno na njuškici dva velika nosna otvora.	Osnovna boja žućkasto-bijela. Dorzalna strana obojena svjetlo smeđe ili žućkasto, ventralna strana bijela. Po bokovima malobrojne crne točkice koje ponekad mogu biti okupljene u veće, ali svijetle mrlje. Kod nekih jedinki, osim mrljica, crne točkice mogu biti okupljene i u poprečne pruge.	Leđna i repna peraja prozirne sa crnim točkicama okupljenima u mrljice i grupiranima u nekoliko pravilnijih redova. Trbušna, prsna i podrepna peraja blijedo žućkaste i sa sitnim crnim točkicama.	Proteže se od glave do repne peraje. Najčešće nepravilnog oblika, a na repnom dršku često pravilnija. Kod manjih jedinki jedva vidljiva.

Kod niti jedne jedinke oštrulja u niti jednoj populaciji na tijelu nisu zabilježene ljuske (čak niti rudimentarne). Juvenilne jedinke imaju isti obrazac obojenosti kao i odrasle jedinke, osim što im osnovna boja tijela može biti svjetlija, pa su tamne mrlje izraženije na tijelu. Između mužjaka i ženki nema razlike u obojenosti, osim u vrijeme mrijesta, kada su mrlje na tijelu mužjaka izraženije, a osnovna boja tijela srebrnkasta. Razlike u obojenosti mogu se vidjeti samo na živim jedinkama, dok se na konzerviranim jedinkama razlike gotovo ne uočavaju. Populacija koja se najviše izdvaja po obojenosti jedinki je iz kanala Ždralovac, gdje je osnovna boja tijela žućkasto-bijela, a mrlje na tijelu, ako su prisutne, jedva su vidljive i uvijek bljeđe od mrlja kod oštrulja iz ostalih populacija (slika 5.11.).

a) 

b) 

Slika 5.11. Obojenost tijela ženke oštrulja iz kanala Ždralovac (a) i ženke iz rijeke Čikole (b).

5.4. ZNAČAJKE POPULACIJA

5.4.1. Dužinski sastav

Dužinski sastav populacija iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) ispitan je na cjelokupnom uzorku jedinki (234 jedinke), a srednje vrijednosti sa standardnim devijacijama, kao i najmanje i najveće vrijednosti za pojedini spol iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava prikazani u tablici 5.11.

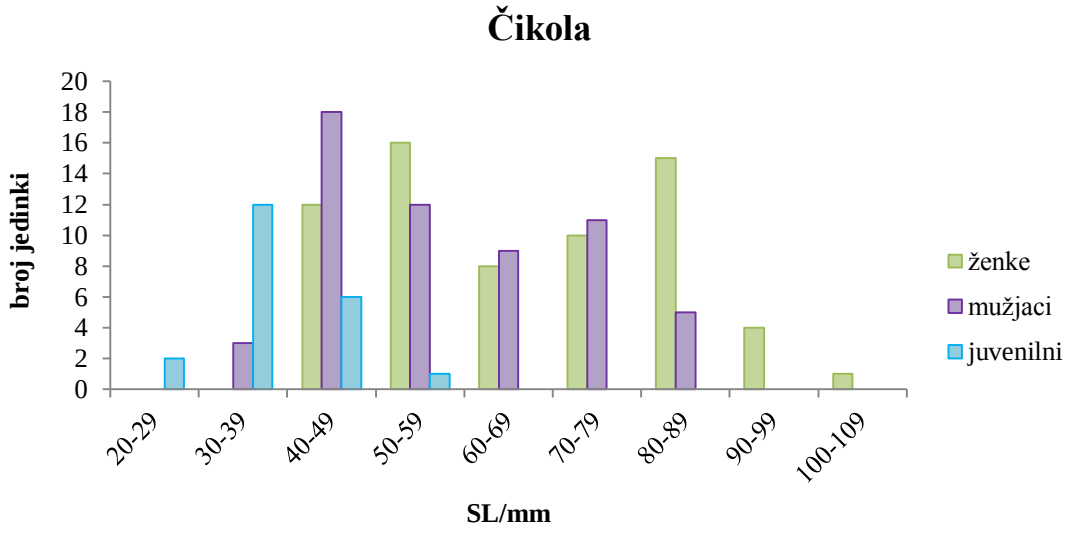
Tablica 5.11. Dužinski sastav populacija iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava (Visovac i Torak). n = broj jedinki, min-max = raspon standardne duljine tijela u mm, $\bar{x} \pm sd$= srednja vrijednost standardne duljine tijela ± standardna devijacija.

	Čikola			jezera		
	n	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**	**n**	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**
ženke	66	40,25-100,31	67,42±16,19	55	95,34-134,35	112,36±11,23
mužjaci	58	35,33-88,88	59,27±14,25	34	91,00-133,00	108,92±10,21
juvenilni	21	27,79-52,84	36,91±5,95	-	-	-
ukupno	145	27,79-100,31	59,74±17,52	89	91,00-134,35	111,05±10,92

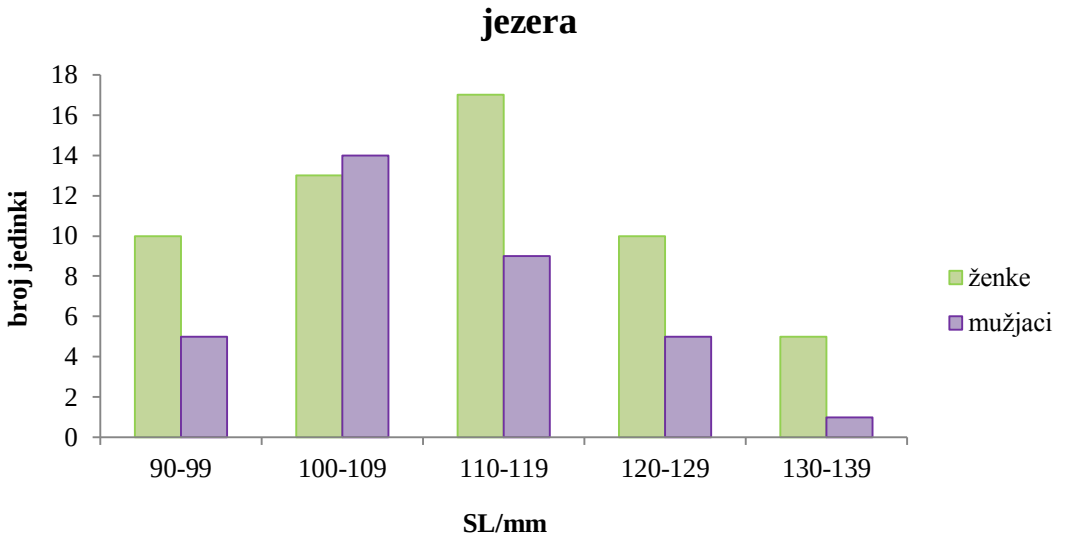
	UKUPNO		
	n	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**
ženke	121	40,25-134,35	87,85±26,53
mužjaci	92	35,33-133,00	77,62±27,31
juvenilni	21	27,79-52,84	36,91±5,95
ukupno	234	27,79-134,35	79,25±29,29

Raspon standardnih duljina tijela svih uzorkovanih jedinki kretao se od 27,79 mm do 134,35 mm, sa srednjom vrijednosti i standardnom devijacijom 79,25 ± 29,29 cm. Raspon standardnih duljina tijela ženki iz rijeke Čikole kretao se od 40,25 mm do 100,31 mm, sa srednjom vrijednosti od 67,42 mm, dok se raspon standardnih duljina tijela mužjaka kretao od 35,33 mm do 88,88 mm sa srednjom vrijednosti 59,27 mm, a raspon kod juvenilnih jedinki od 27,79 mm do 52,84 mm sa srednjom vrijednosti 36,91 mm. Usporedba srednjih vrijednosti standardnih duljina tijela između mužjaka i ženki iz rijeke Čikole pokazuje da među njima postoji statistički značajna razlika (t-test, F=1,291, p=0,004). Srednja vrijednost standardnih duljina tijela ženki iz jezerskih sustava iznosila je 112,36 mm s rasponom od 95,34 mm do 134,35 mm, a kod mužjaka 108,92 mm s rasponom od 91,00 mm do 133,00 mm te među njima ne postoji statistički značajna razlika (t-test, F=1,210, p=0,15). Kad se usporede svi mužjaci (iz oba sustava) sa svim ženkama (iz oba sustava), srednja vrijednost standardne duljine tijela ženki iznosi 87,85 mm, a mužjaka 77,62 mm, što je prema rezultatima t-testa statistički značajna razlika (F=1,059, p=0,007).

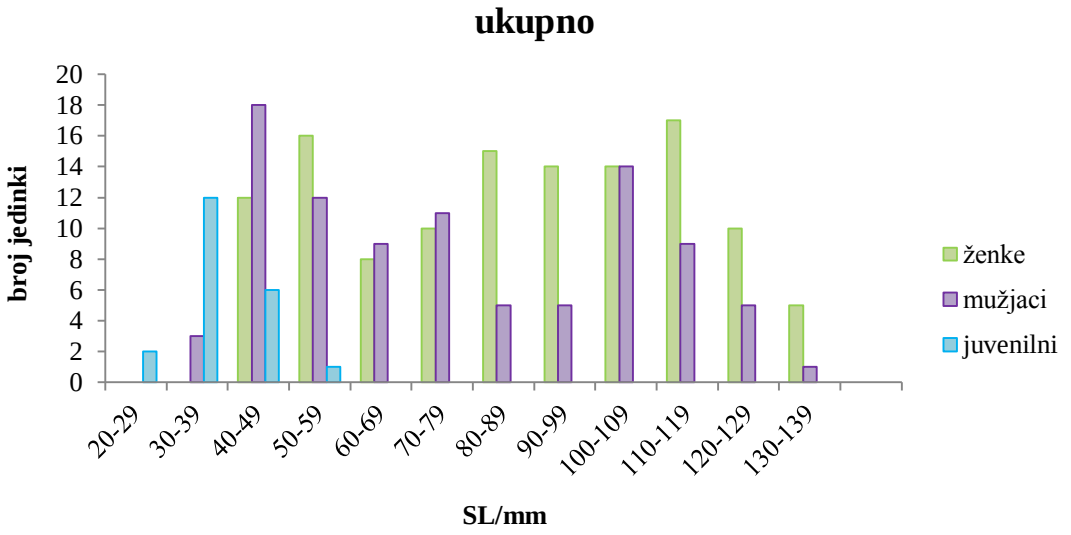
Ukupni uzorak oštrulja iz oba uzorkovana sustava svrstan je u dužinske razrede standardne duljine tijela raspona 10 mm, a raspodjela brojnosti jedinki unutar svakog dužinskog razreda po spolu i postajama, kao i za cjelokupni uzorak prikazana je na slikama 5.12, 5.13. i 5.14.



Slika 5.12. Raspodjela brojnosti jedinki po dužinskim razredima standardne duljine tijela kod oštrulja iz rijeke Čikole.



Slika 5.13. Raspodjela brojnosti jedinki po dužinskim razredima standardne duljine tijela kod oštrulja iz jezerskih sustava (Visovac i Torak).



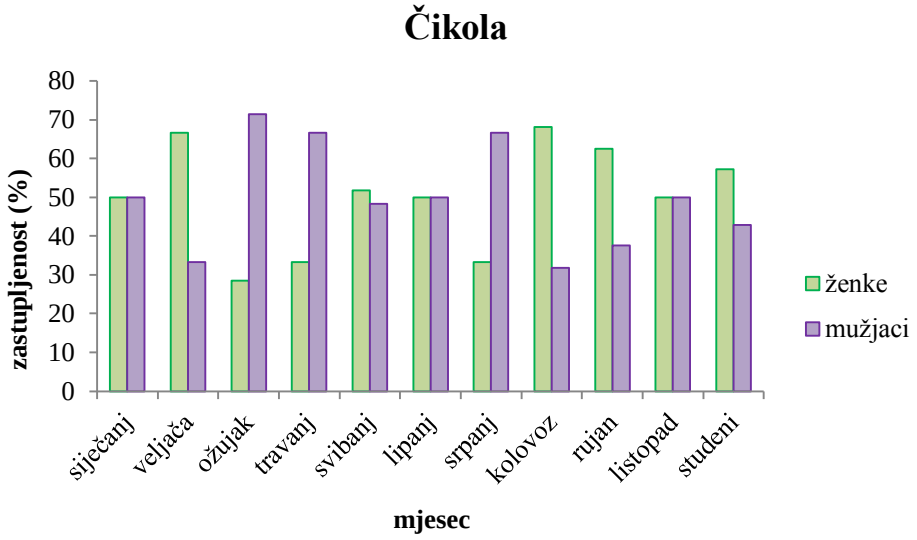
Slika 5.14. Raspodjela brojnosti jedinki po dužinskim razredima standardne duljine tijela u ukupnom uzorku oštrulja (jezerski sustavi (Visovac i Torak) i rijeka Čikola).

Ženke iz rijeke Čikole podijeljene su u sedam dužinskih razreda, mužjaci u šest, a juvenilne jedinke u četiri dužinska razreda standardne duljine tijela širine 10 mm. Najzastupljeniji dužinski razred kod ženki bio od 50 mm do 59 mm (24,2%), a odmah iza njega najzastupljeniji je razred od 80 mm do 89 mm (22,7%). Mužjaci su najzastupljeniji u dužinskom razredu od 40 mm do 49 mm (31%), a juvenilne jedinke u dužinskom razredu od 30 mm do 39 mm (57,1%). Jedinke iz jezerskih sustava, i ženke i mužjaci, podijeljene su na ukupno pet dužinskih razreda. Kod ženki je najzastupljeniji razred od 110 mm do 119 mm (30,9%), a kod mužjaka razred od 100 mm do 109 mm (41,2%).

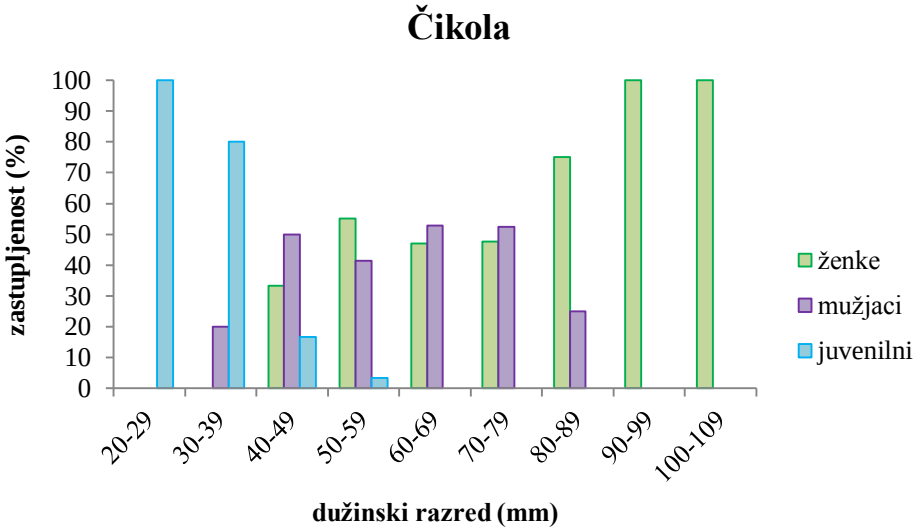
5.4.2. Sastav po spolu

Sastav po spolu ispitan je na jedinkama iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava (Visovac, Torak). Ako se u obzir uzme cjelokupni uzorak mužjaka i ženki (i iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava), omjer spolova (ženke:mužjaci) iznosi 1,3:1, što prema rezultatima χ^2 testa nije statistički značajna razlika (χ^2=7,816, p=0,730). Ukupni omjer ženki i mužjaka iz rijeke Čikole iznosi 1,1:1, a p-vrijednost χ^2 testa pokazuje da to nije statistički značajna razlika od teoretskog omjera 1:1 (χ^2=6,550, p=0,767). Ženke prevladavaju u veljači, kolovozu, rujnu i studenom, mužjaci prevladavaju u ožujku, travnju i srpnju, a u ostalim

mjesecima spolovi su zastupljeni gotovo podjednako. Juvenilne jedinke zabilježene su u rijeci Čikoli u većem broju od veljače do listopada, dok u zimskim mjesecima one nisu zabilježene. Također, juvenilne jedinke zastupljene su u manjim dužinskim razredima – do 30 mm standardne duljine zastupljene su samo juvenilne jedinke, dok se prema većim dužinskim razredima njihova brojnost smanjuje. Najveća juvenilna jedinka zabilježena je u dužinskom razredu od 50 do 59 mm, a ulovljena je u listopadu. Mužjaci su zastupljeniji u manjim dužinskim razredima, dok su ženke zastupljenije u većim dužinskim razredima. Zastupljenost spolova iz rijeke Čikole po mjesecima uzorkovanja prikazana je na slici 5.15., a zastupljenost po dužinskim razredima na slici 5.16.

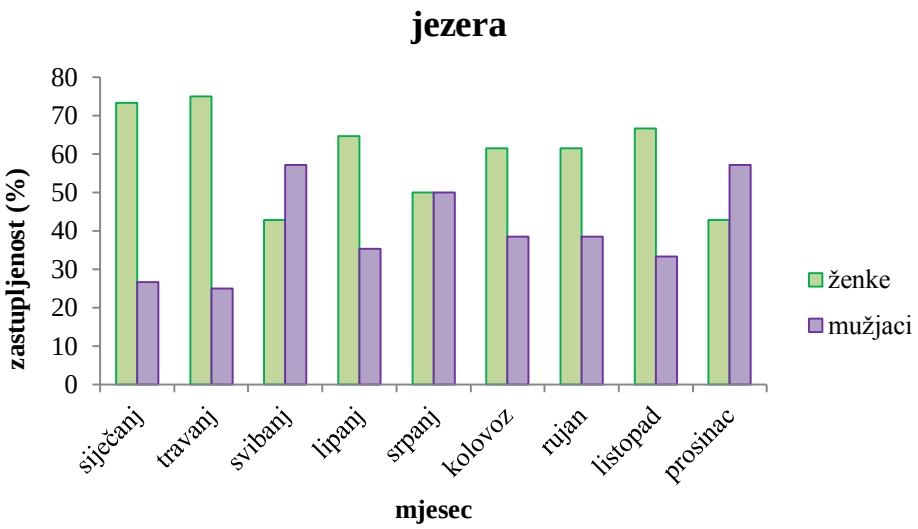


Slika 5.15. Zastupljenost (%) ženki i mužjaka u pojedinim mjesecima uzorkovanja na rijeci Čikoli.

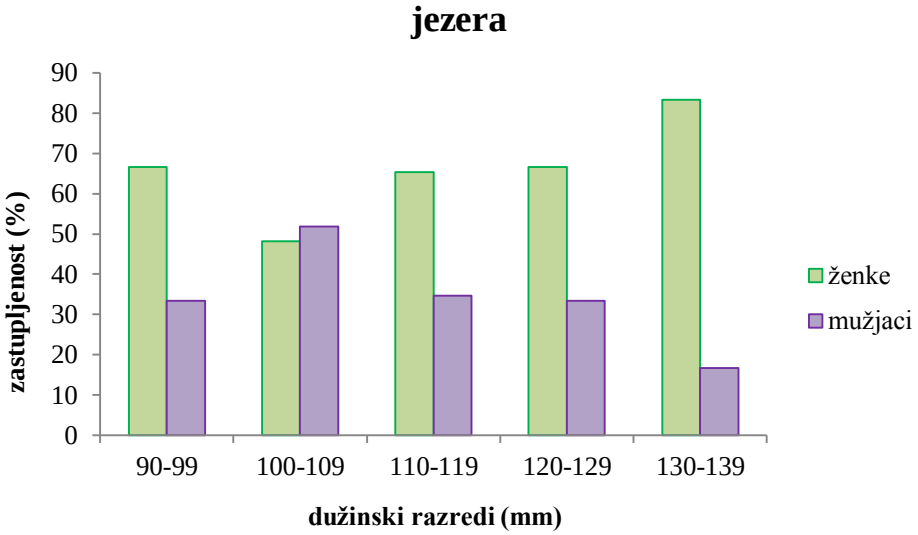


Slika 5.16. Zastupljenost (%) juvenilnih jedinki, ženki i mužjaka u dužinskim razredima na rijeci Čikoli.

Kao i kod jedinki iz rijeke Čikole, tako i kod jedinki iz jezerskih sustava χ^2 test za ukupni omjer spolova ne pokazuje statistički značajnu razliku (χ^2=3,656, p=0,887), a omjer iznosi 1,6:1 u korist ženki. Ženke prevladavaju u svim mjesecima uzorkovanja, osim u svibnju i prosincu, kada je omjer blago na strani mužjaka (ž:m=0,8:1). Također, ženke prevladavaj u gotovo svim dužinskim razredima osim u razredu od 100 do 109 mm, gdje su mužjaci malo brojniji od ženki. U većim dužinskim razredima brojnost mužjaka se smanjuje te su oni zastupljeni gotovo isključivo ženkama. Zastupljenost spolova iz jezerskih sustava po mjesecima prikupljanja uzoraka prikazana je na slici 5.17., a po dužinskim razredima na slici 5.18.



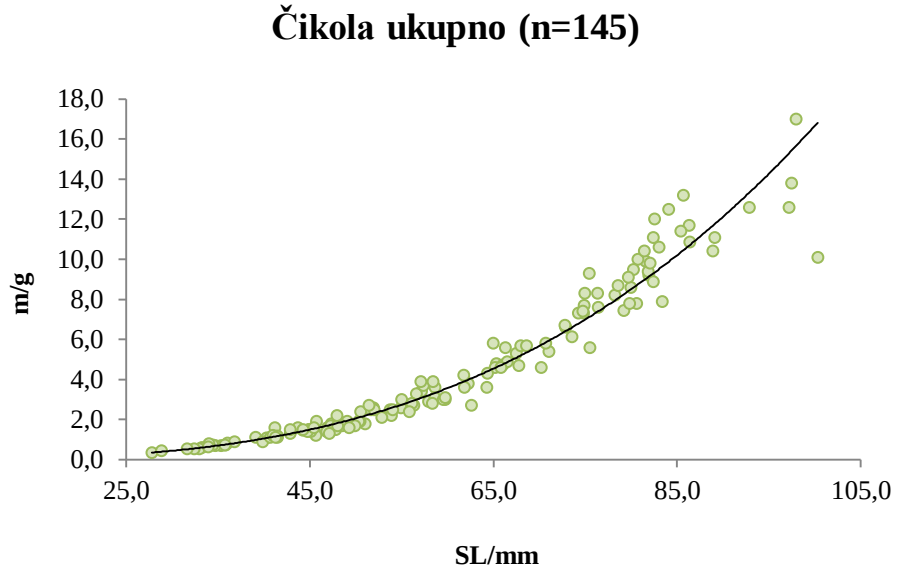
Slika 5.17. Zastupljenost (%) ženki i mužjaka u pojedinim mjesecima uzorkovanja u jezerskim sustavima (Visovac i Torak).



Slika 5.18. Zastupljenost (%) ženki i mužjaka u dužinskim razredima u jezerskim sustavima (Visovac i Torak).

5.5. DUŽINSKO – MASENI ODNOSI

Dužinsko – maseni odnosi oštrulja ispitani su na jedinkama iz rijeke Čikole (145 jedinki) i iz jezerskih sustava (Visovac i Torak, 89 jedinki). Odnos duljine i mase za sve populacije, posebno za ženke, mužjake i juvenilne jedinke, prikazan je na slikama 5.19 do 5.20.



Slika 5.19. Dužinsko – maseni odnosi na ukupnom uzorku jedinki iz rijeke Čikole.

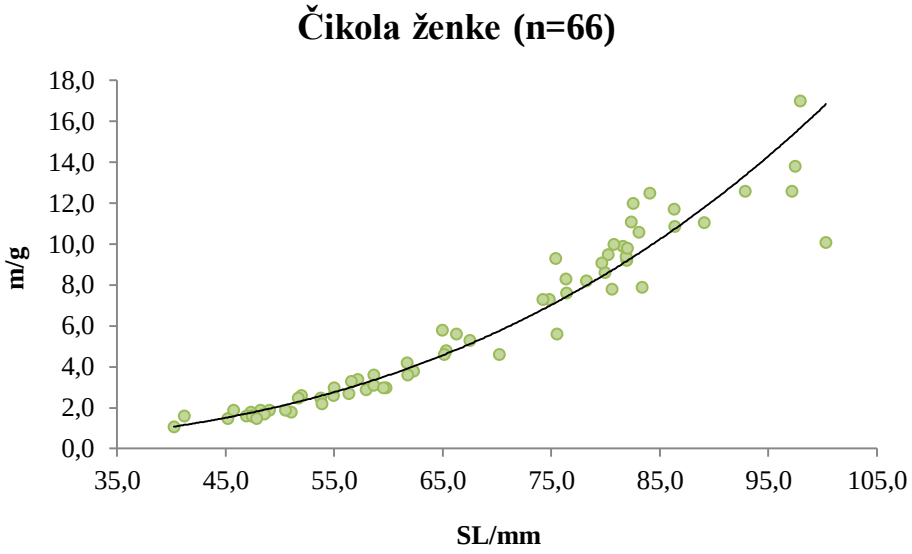
Funkcija koja najbolje opisuje odnos mase i duljine cjelokupnog uzorka jedinki iz rijeke Čikole je:

$$W = 0{,}00002L^{3{,}0166},\ R^2=0{,}9794,$$

dok je logaritmirana formula:

$$\log(W) = -4{,}8117 + 3{,}0166L.$$

Parametar a iznosi -4,8117 s granicama pouzdanosti (95%) od -4,9393 do -4,6842, a vrijednost koeficijenta b je 3,0166 s granicama pouzdanosti (95%) od 2,9442 do 3,0890.



Slika 5.20. Dužinsko – maseni odnosi ženki iz rijeke Čikole.

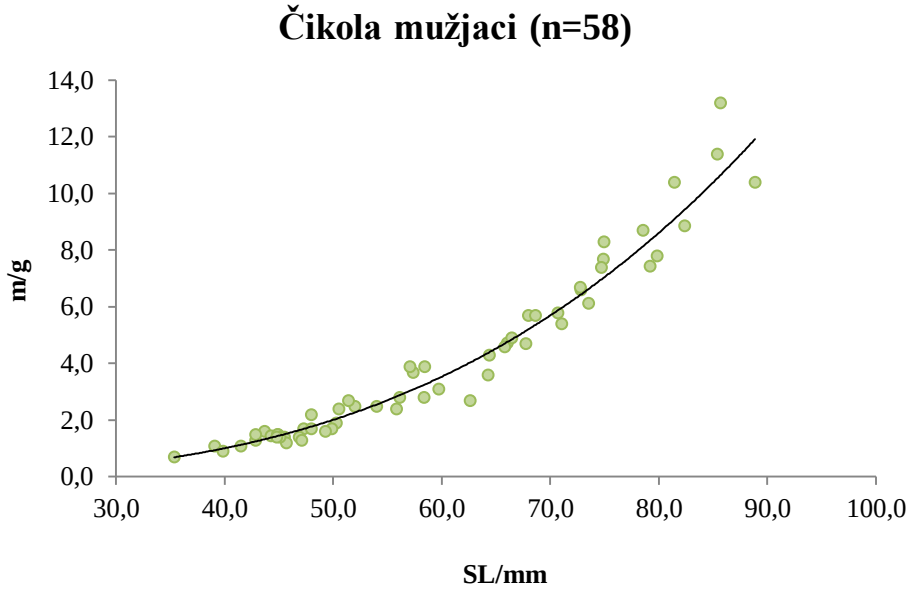
Funkcija koja najbolje opisuje odnos mase i duljine ženki iz rijeke Čikole je:

$$W = 0{,}00002L^{3{,}0072},\ R^2=0{,}964,$$

dok je logaritmirana formula:

$$\log(W) = -4{,}7925 + 3{,}0072L.$$

Parametar a iznosi -4,7925 s granicama pouzdanosti (95%) od -5,0564 do -4,5285, a vrijednost koeficijenta b je 3,0072 s granicama pouzdanosti (95%) od 2,8621 do 3,1523.



Slika 5.21. Dužinsko – maseni odnosi mužjaka iz rijeke Čikole.

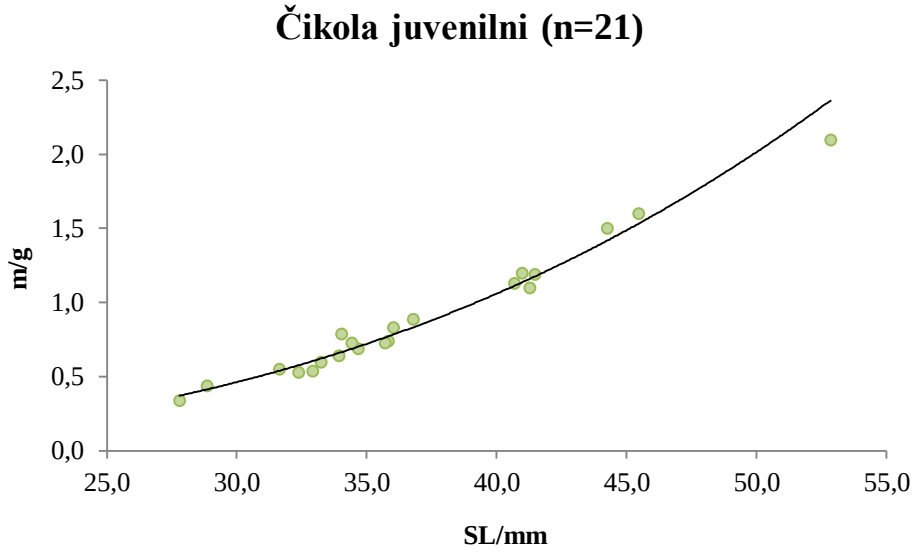
Funkcija koja najbolje opisuje odnos mase i duljine ženki iz rijeke Čikole je:

$$W = 0{,}00001L^{3{,}0974},\ R^2=0{,}968,$$

dok je logaritmirana formula:

$$\log(W) = -4{,}9598 + 3{,}0974L.$$

Parametar a iznosi -4,9598 s granicama pouzdanosti (95%) od -5,2257 do -4,6939, a vrijednost koeficijenta b je 3,0974 s granicama pouzdanosti (95%) od 2,9467 do 3,2482.



Slika 5.22. Dužinsko – maseni odnosi juvenilnih jedinki iz rijeke Čikole.

Funkcija koja najbolje opisuje odnos mase i duljine ženki iz rijeke Čikole je:

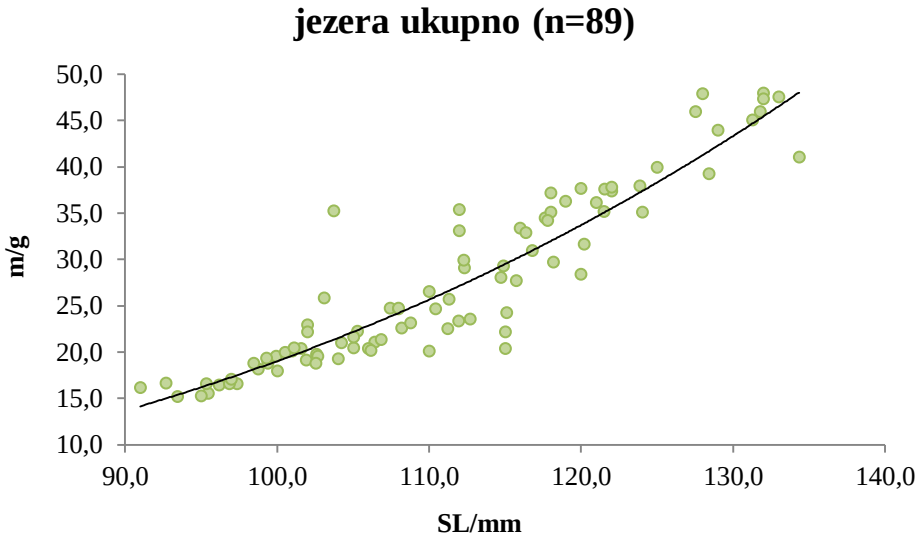
$$W = 0{,}00003L^{2{,}8811},\ R^2=0{,}9744,$$

dok je logaritmirana formula:

$$\log(W) = -4{,}5906 + 2{,}8811L.$$

Parametar a iznosi -4,9506 s granicama pouzdanosti (95%) od -4,9416 do -4,2397, a vrijednost koeficijenta b je 2,8811 s granicama pouzdanosti (95%) od 2,6567 do 3,1056.

Iz dobivenih funkcija, odnosno iz koeficijenata b, vidljivo je da cjelokupni uzorak oštrulja iz rijeke Čikole raste gotovo izometrijski (b=3,0166, a granice pouzdanosti obuhvaćaju vrijednost 3), što znači da im se masa i duljina povećavaju gotovo podjednako. Također, i ženke i mužjaci rastu gotovo izometrijski dok juvenilne jedinke iz rijeke Čikole rastu negativno alometrijski (b=2,8811), odnosno duljina im se povećava brže od mase, iako granice pouzdanosti dobivenog koeficijenta b obuhvaćaju i izometrijski i pozitivno alometrijski rast.



Slika 5.23. Dužinsko – maseni odnosi na ukupnom uzorku jedinki iz jezerskih sustava (Visovac i Torak).

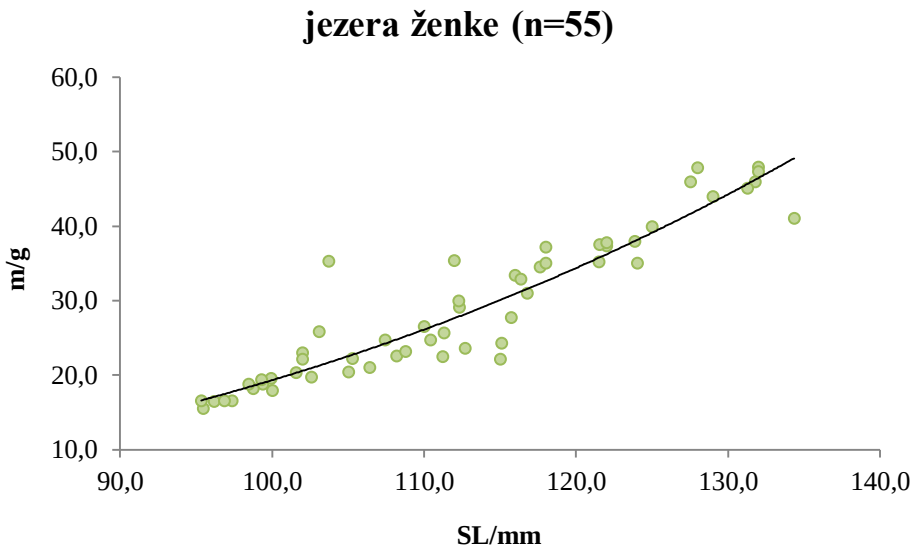
Funkcija koja najbolje opisuje odnos mase i duljine cjelokupnog uzorka jedinki iz jezerskih sustava je:

$$W = 0{,}00001L^{3{,}1354},\ R^2=0{,}8727,$$

dok je logaritmirana formula:

$$\log(W) = -4{,}9914 + 3{,}1354L.$$

Parametar a iznosi -4,9914 s granicama pouzdanosti (95%) od -5,5129 do -4,4699, a vrijednost koeficijenta b je 3,1354 s granicama pouzdanosti (95%) od 2,8802 do 3,3905.



Slika 5.24. Dužinsko – maseni odnosi ženki iz jezerskih sustava (Visovac i Torak).

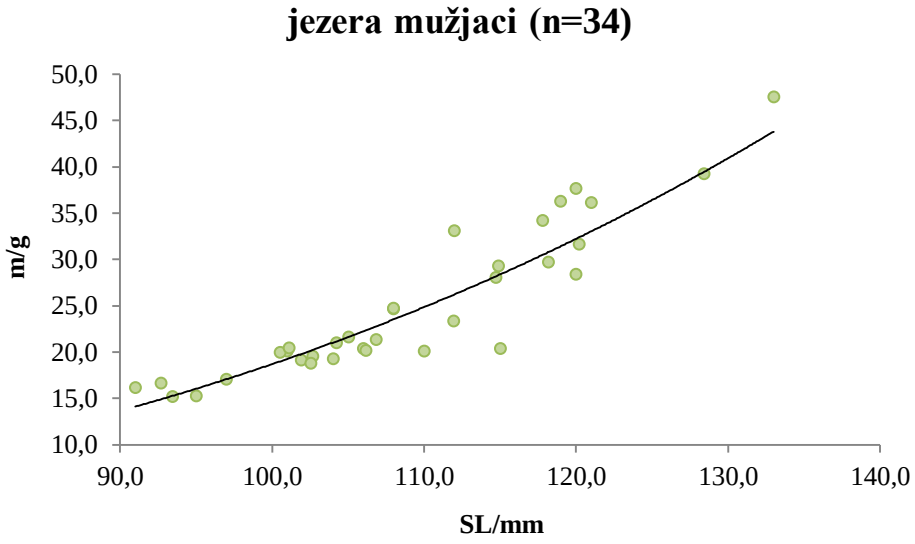
Funkcija koja najbolje opisuje odnos mase i duljine ženki iz jezerskih sustava je:

$$W = 0{,}000009L^{3{,}1583},\ R^2=0{,}8761,$$

dok je logaritmirana formula:

$$\log(W) = -5{,}0305 + 3{,}1583L.$$

Parametar a iznosi -5,0305 s granicama pouzdanosti (95%) od -5,7009 do -4,3601, a vrijednost koeficijenta b je 3,1583 s granicama pouzdanosti (95%) od 2,8311 do 3,4855.



Slika 5.25. Dužinsko – maseni odnosi mužjaka iz jezerskih sustava (Visovac i Torak).

Funkcija koja najbolje opisuje odnos mase i duljine mužjaka iz jezerskih sustava je:

$$W = 0{,}00002L^{2{,}9856},\ R^2=0{,}8658,$$

dok je logaritmirana formula:

$$\log(W) = -4{,}6995 + 2{,}9856L.$$

Parametar a iznosi -4,6995 s granicama pouzdanosti (95%) od -5,5612 do -3,8378, a vrijednost koeficijenta b je 2,9856 s granicama pouzdanosti (95%) od 2,5623 do 3,4089.

Prema dobivenim funkcijama, tj. prema koeficijentu b, vidljivo je da cjelokupni uzorak, kao i ženke oštrulja iz jezerskih sustava rastu pozitivno alometrijski, odnosno više dobivaju na masi nego na duljini. Mužjaci oštrulja iz jezerskih sustava rastu gotovo izometrijski, odnosno masa i duljina povećavaju se podjednako. Međutim, i kod cjelokupnog uzorka, i kod svakog spola zasebno, granice pouzdanosti izračunatog koeficijenta b uključuju i blago negativno alometrijski i izometrijski i pozitivno alometrijski rast jedinki.

U tablicama 5.12. i 5.13. prikazani su rasponi masa s obzirom na standardnu duljinu tijela (SL) oštrulja iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava. Jedinke su svrstane u dužinske razrede širine 10 mm.

Tablica 5.12. Raspon mase jedinki po dužinskim razredima (širine 10 mm) na cjelokupnom uzorku oštrulja iz rijeke Čikole. n = broj jedinki, min - max = raspon mase u gramima, $\bar{x} \pm sd$= srednja vrijednost mase dužinskog razreda ± standardna devijacija.

	ženke			**mužjaci**		
dužinski razred (mm)	**n**	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**	**n**	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**
do 49	12	1,07-1,90	1,64±0,23	21	0,70-2,20	1,41±0,32
50-59	16	1,80-3,60	2,76±0,51	12	1,90-3,90	2,88±0,64
60-69	8	3,60-5,80	4,71±0,82	9	2,70-5,70	4,55±0,95
70-79	10	4,60-9,30	7,59±1,50	11	5,40-8,70	7,09±1,05
80-89	15	7,80-12,50	10,22±1,37	5	8,87-13,20	10,85±1,59
od 90	5	10,10-17,00	13,22±2,51	-	-	-
UKUPNO	66	1,07-17,00	6,01±4,01	58	0,70-13,20	4,09±3,06
	juvenilni			**ukupno**		
dužinski razred (mm)	**n**	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**	**n**	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**
do 49	20	0,34-1,60	0,84±0,34	53	0,34-2,20	1,25±0,45
50-59	1	2,10	2,10	29	1,80-3,90	2,79±0,57
60-69	-	-	-	17	2,70-5,80	4,63±0,87
70-79	-	-	-	21	4,60-9,30	7,33±1,27
80-89	-	-	-	20	7,80-13,20	10,38±1,42
od 90	-	-	-	5	10,10-17,00	13,22±2,51
UKUPNO	21	0,34-2,10	0,90±0,43	145	0,34-17,00	4,50±3,74

Najmanja zabilježena masa jedinke iz rijeke Čikole bila je 0,34 g, dok je najveća masa iznosila 17,00 g. Raspon masa juvenilnih jedinki kretao se od 0,34 g do 2,10 g, ženki od 1,07 g do 17,00 g, a mužjaka od 0,70 g do 13,20 g. Srednje vrijednosti masa povećavale su se s povećanjem dužinskog razreda, isto kao i standardne devijacije masa. Analizom varijanci provjereno je postoje li razlike u masama po dužinskim razredima između ženki i mužjaka, a rezultati pokazuju da se mase statistički značajno razlikuju samo u dužinskom razredu do 49 mm ($F=4,652$, $p=0,039$), gdje ženke imaju malo veću srednju vrijednost mase od mužjaka (vidljivo iz tablice 5.12.).

Tablica 5.13. Raspon mase jedinki po dužinskim razredima (širine 10 mm) na cjelokupnom uzorku oštrulja iz jezerskih sustava (Visovac i Torak). n = broj jedinki, min - max = raspon mase u gramima, $\bar{x}$ ± sd= srednja vrijednost mase dužinskog razreda ± standardna devijacija.

	ženke			mužjaci			ukupno		
dužinski razred (mm)	**n**	**min - max**	**$\bar{x}$ ± sd**	**n**	**min - max**	**$\bar{x}$ ± sd**	**n**	**min - max**	**$\bar{x}$ ± sd**
90-99	10	15,57-19,60	17,67±1,44	5	15,20-17,10	16,10±0,84	15	15,20-19,60	17,14±1,46
100-109	13	18,00-35,30	23,01±4,24	14	18,80-24,75	20,83±1,84	27	18,00-35,30	21,88±3,35
110-119	17	22,20-37,20	29,18±4,94	9	20,10-36,30	28,30±5,90	26	20,10-37-20	28,87±5,19
120-129	10	35,10-47,90	39,90±4,50	5	28,40-39,30	34,66±4,50	15	28,40-47,90	38,15±5,04
od 130	5	41,09-48,00	45,52±2,73	1	2,02	-	6	41,09-48,00	45,87±2,58
UKUPNO	55	15,57-48,00	29,06±9,76	34	15,20-47,60	24,93±8,02	89	15,20-48,00	27,48±9,31

Najmanja zabilježena masa jedinki iz jezerskih sustava iznosila je 15,20 g, a najveća 48,00 g. Raspon vrijednosti kod ženki kretao se od 15,57 g do 48,00 g, dok se raspon vrijednosti kod mužjaka kretao između 15,20 g i 47,60 g. Srednje vrijednosti masa povećavale su se s povećanjem dužinskog razreda, međutim, standardne devijacije nisu uvijek pratile to povećanje. Dužinski razred od 90 do 99 mm pokazuje najmanje razlike u rasponu masa, dok dužinski razred od 110 do 119 mm pokazuje najveće razlike. Analiza varijance, kojom su uspoređene mase po dužinskim razredima između ženki i mužjaka, pokazuje da statistički značajne razlike u masama postoje samo u dužinskom razredu od 90 do 99 mm ($F=4,929$, $p=0,045$), dok se u ostalim razredima mase mužjaka i ženki statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$).

5.6. KONDICIJA

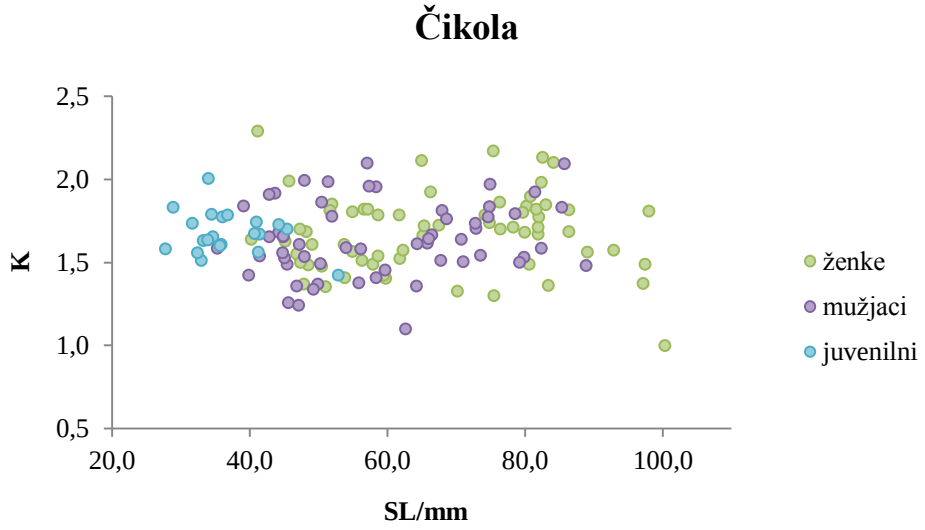
Kao mjera kondicije oštrulja iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) računat je Fultonov koeficijent kondicije. U tablici 5.14. nalaze se rezultati Fultonovog koeficijenta kondicije izračunatog na uzorku od 145 jedinki oštrulja (66 ženki, 58 mužjaka i 21 juvenilna jedinka) iz rijeke Čikole razvrstanih po dužinskim razredima (širine 10 mm), dok se rezultati za jezerske sustave nalaze u tablici 5.15., a izračunati su na uzorku od ukupno 89 jedinki – 55 ženki i 34 mužjaka.

Tablica 5.14. Prosječni Fultonov koeficijent kondicije sa standardnim devijacijama po dužinskim razredima (širine 10 mm) za ženke, mužjake i juvenilne jedinke oštrulja iz rijeke Čikole.

dužinski razred (mm) / spol	do 49	50-59	60-69	70-79	80-89	od 90	ukupno
ženke	1,66±0,25	1,61±0,18	1,75±0,19	1,71±0,25	1,78±0,21	1,45±0,30	1,68±0,23
mužjaci	1,58±0,21	1,71±0,26	1,57±0,22	1,69±0,15	1,78±0,25	-	1,64±0,22
juvenilni	1,69±0,12	1,42	-	-	-	-	1,66±0,13
ukupno	1,64±0,19	1,64±0,22	1,65±0,22	1,70±0,20	1,78±0,21	1,45±0,30	1,66±0,22

Iz tablice 5.14. vidljivo je da u Fultonovom koeficijentu kondicije postoje minimalne razlike među dužinskim razredima pojedinog spola. Kada se u obzir uzmu oba spola iz rijeke Čikole, analiza varijance pokazuje da se Fultonov koeficijent kondicije po dužinskim razredima statistički značajno razlikuje ($p<0,05$). Međutim, Tukeyev HSD test, koji je računat kao *post hoc* analiza, pokazuje da se samo dužinski razred od 80 do 89 mm statistički značajno razlikuje od svih ostalih razreda ($p=0,019$), dok se ostali razredi međusobno statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$). Statističkih značajnih razlika nema niti u srednjim vrijednostima Fultonovog koeficijenta kondicije među spolovima ($p>0,05$), kao niti među Fultonovim koeficijentom kondicije između dužinskih razreda pojedinog spola ($p>0,05$). Vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije ne razlikuju se niti između različitih spolova istog dužinskog razreda ($p>0,05$).

Odnos standardne duljine (SL) i Fultonovog koeficijenta kondicije za ženke, mužjake i juvenilne jedinke iz rijeke Čikole prikazan je na slici 5.26.



Slika 5.26. Odnos standardne duljine tijela (SL) i Fultonovog koeficijenta kondicije (K) ženki, mužjaka i juvenilnih jedinki iz rijeke Čikole.

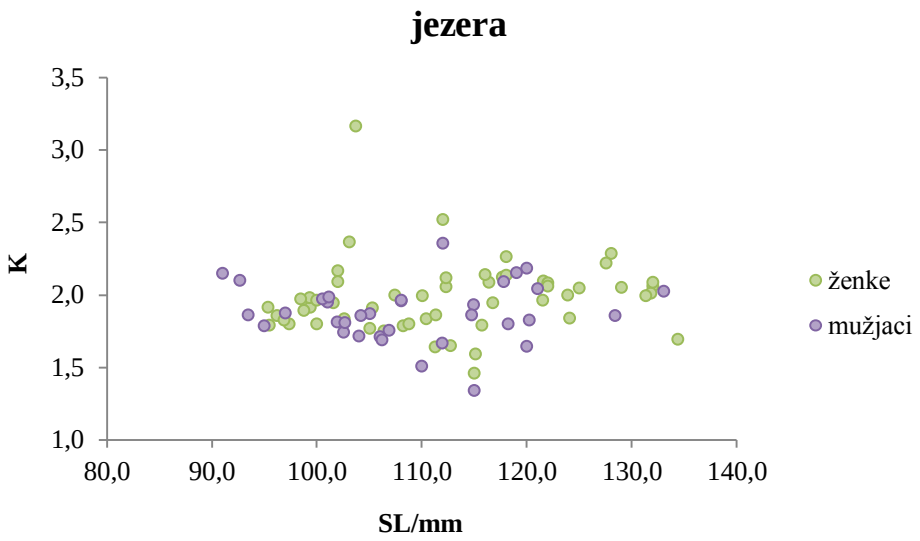
Iz prikazanog grafa, kao i iz tablice 5.14., vidljivo je da porast Fultonovog koeficijenta kondicije nije povezan s porastom standardne duljine tijela jedinki. To je u skladu s rezultatima Spearmanovog koeficijenta korelacije za ženke i mužjake, koji ne pokazuju statistički značajnu korelaciju između standardne duljine tijela i Fultonovog koeficijenta kondicije (ženke: r=0,125, p=0,316; mužjaci: r=0,159, p=0,233), kao i Pearsonov koeficijent korelacije za juvenilne jedinke (r= - 0,270, p=0,236).

Tablica 5.15. Prosječni Fultonov koeficijent kondicije sa standardnim devijacijama po dužinskim razredima (širine 10 mm) za ženke i mužjake oštrulja iz jezerskih sustava (Visovac i Torak).

dužinski razred (mm) / spol	90-99	100-109	110-119	120-129	od 130	ukupno
ženke	1,89±0,07	2,03±0,39	1,46±0,27	2,06±0,12	1,97±0,16	1,98±0,25
mužjaci	1,95±0,16	1,84±0,11	1,86±0,32	1,91±0,21	2,02	1,88±0,20
ukupno	1,91±0,11	1,93±0,29	1,92±0,29	2,01±0,17	1,98±0,14	1,94±0,24

Iz tablice 5.15. može se primijetiti da postoje male razlike u Fultonovom koeficijentu kondicije kod jedinki iz jezerskih sustava, kao i kod jedinki iz rijeke Čikole. Kad se usporede srednje vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije mužjaka (1,88) i ženki (1,98) iz jezerskih sustava, analiza varijance pokazuje statistički značajnu razliku ($F=4,185$, $p=0,046$). Međutim, Tukeyev HSD test rezultata analize varijance pokazuje da između istog dužinskog razreda različitih spolova ne postoje statistički značajne razlike u Fultonovom koeficijentu kondicije ($p>0,05$). Statističkih značajnih razlika, prema Tukeyevom HSD testu, nema niti između različitih dužinskih razreda ženki, kao niti mužjaka, tj. Fultonov koeficijent kondicije pojedinog razreda ne razlikuje se značajno od ukupne srednje vrijednosti koeficijenta za pojedini spol ($p>0,05$).

Odnos standardne duljine (SL) jedinki i Fultonovog koeficijenta kondicije za ženke, mužjake i juvenilne jedinke iz jezerskih sustava prikazan je na slici 5.27.

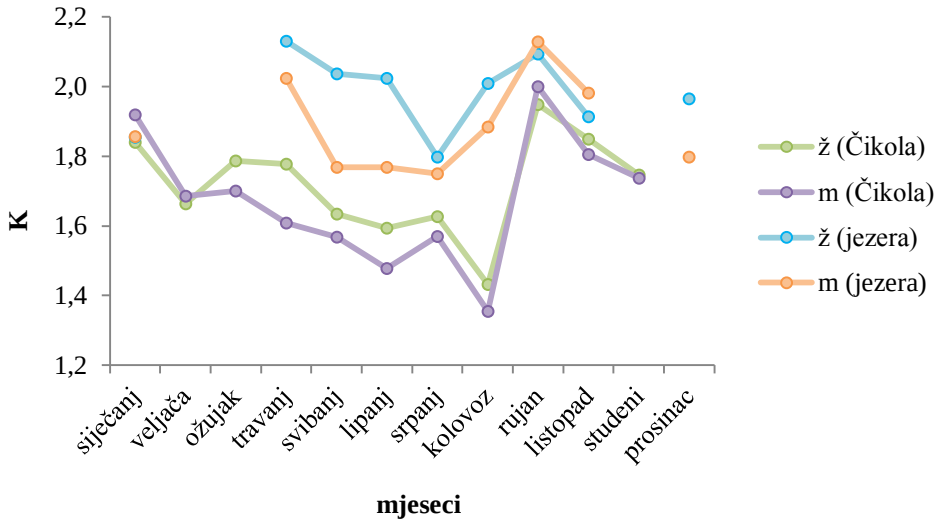


Slika 5.27. Odnos standardne duljine tijela (SL) i Fultonovog koeficijenta kondicije (K) ženki i mužjaka iz jezerskih sustava (Visovac i Torak).

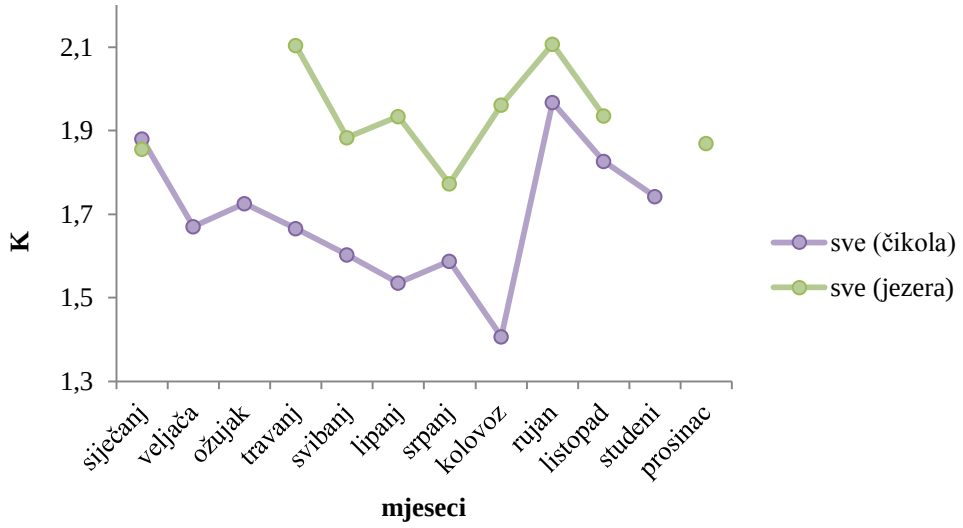
Kao i kod jedinki iz rijeke Čikole, tako i kod jedinki iz jezerskih sustava ne postoji jaka veza između porasta standardne duljine tijela i porasta Fultonovog koeficijenta kondicije (tablica 5.15., slika 5.27.). Međutim, Spearmanov koeficijent korelacije ipak pokazuje vrlo slabu povezanost porasta Fultonovog koeficijenta korelacije s porastom standardne duljine

tijela kod ženki (r=0,315, p=0,019), dok Pearsonov koeficijent korelacije za mužjake to ne pokazuje (r=0,020, p=0,910).

Prosječni Fultonovi koeficijenti kondicije po mjesecima uzorkovanja za cjelokupni uzorak (ženke i mužjaci) iz rijeke Čikole i jezerskih sustava prikazani su na slikama 5.28. i 5.29.



Slika 5.28. Fultonov koeficijent kondicije (K) mužjaka i ženki po mjesecima uzorkovanja iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava (Visova i Torak).



Slika 5.29. Fultonov koeficijent kondicije (K) cjelokupnog uzorka po mjesecima uzorkovanja iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava (Visova i Torak).

Iz slika 5.28. i 5.29. može se primijetiti da jedinke iz jezerskih sustava općenito imaju veći Fultonov koeficijent kondicije nego jedinke iz rijeke Čikole, te da ženke u većini uzorkovanih mjeseci imaju blago veći Fultonov koeficijent kondicije od mužjaka. Ipak, kad se usporede srednje vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije između spolova iz rijeke Čikole uzorkovanih u istom mjesecu, rezultati ne pokazuju statistički značajnu razliku ($p>0,05$). Isto tako, statistički značajnu razliku ne pokazuju niti spolovi iz jezerskih sustava uzorkovani u istom mjesecu ($p>0,05$). Međutim, *post hoc* analiza (Tukeyev HSD test) rezultata varijance pokazala je da ipak postoje određene razlike između Fultonovog koeficijenta kondicije spolova u pojedinim mjesecima uzorkovanja u rijeci Čikoli. U kolovozu je srednja vrijednost Fultonovog koeficijenta kondicije ukupnog uzorka najmanja (1,41) te se statistički značajno razlikuje od srednjih vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije u siječnju, ožujku, travnju, svibnju, rujnu, listopadu i studenom. U rujnu je, pak, srednja vrijednost Fultonovog koeficijenta kondicije ukupnog uzorka najveća (1,97), što se statistički značajno razlikuje od srednjih vrijednosti koeficijenata u ožujku, travnju, svibnju, lipnju, srpnju, kolovozu i studenom. U listopadu se srednje vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije razlikuju od srednjih vrijednosti iz svibnja, lipnja, srpnja i kolovoza. U ostalim se mjesecima srednje vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije cjelokupnog uzorka iz rijeke Čikole statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$). Kod ženki iz rijeke Čikole

srednja vrijednost Fultonovog koeficijenta kondicije također je najmanja u kolovozu (1,43) te se statistički značajno razlikuje od srednjih vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije u rujnu, listopadu i studenom. Najveća vrijednost Fultonovog koeficijenta kondicije za ženke je u rujnu (1,95) i razlikuje se od koeficijenata u svibnju, lipnju i kolovozu. Kod mužjaka je, kao i kod ženki, najmanja srednja vrijednost Fultonovog koeficijenta kondicije u kolovozu (1,36), a najveća u rujnu (2,00). U kolovozu se srednja vrijednost Fultonovog koeficijenta kondicije kod mužjaka statistički značajno razlikuje od vrijednosti u siječnju, ožujku, rujnu, listopadu i studenom, a u rujnu od ožujka, travnja, svibnja, lipnja, srpnja i kolovoza.

Kod jedinki iz jezerskih sustava postoji puno manje varijabilnosti u srednjim vrijednostima Fultonovog koeficijenta kondicije, odnosno, ne postoje statistički značajne razlike u koeficijentima kondicije između spolova ($p>0,05$), kao niti unutar pojedinog spola s obzirom na mjesec uzorkovanja ($p>0,05$).

Kad se usporede srednje vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije cjelokupnog uzorka iz rijeke Čikole sa srednjim vrijednostima Fultonovog koeficijenta kondicije cjelokupnog uzorka iz jezerskih sustava, one se statistički značajno ne razlikuju u mjesecu siječnju i rujnu ($p>0,05$), dok u svim ostalim mjesecima te razlike postoje ($p<0,05$), a srednje vrijednosti uvijek su nešto veće kod jezerske populacije. Srednje vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije ženki iz različitih populacija razlikuju se u svibnju i kolovozu, a mužjaka u travnju i kolovozu. U veljači, ožujku, studenom i prosincu usporedbe nisu moguće zbog premalog broja jedinki iz pojedinih uzoraka.

5.7. RAZMNOŽAVANJE

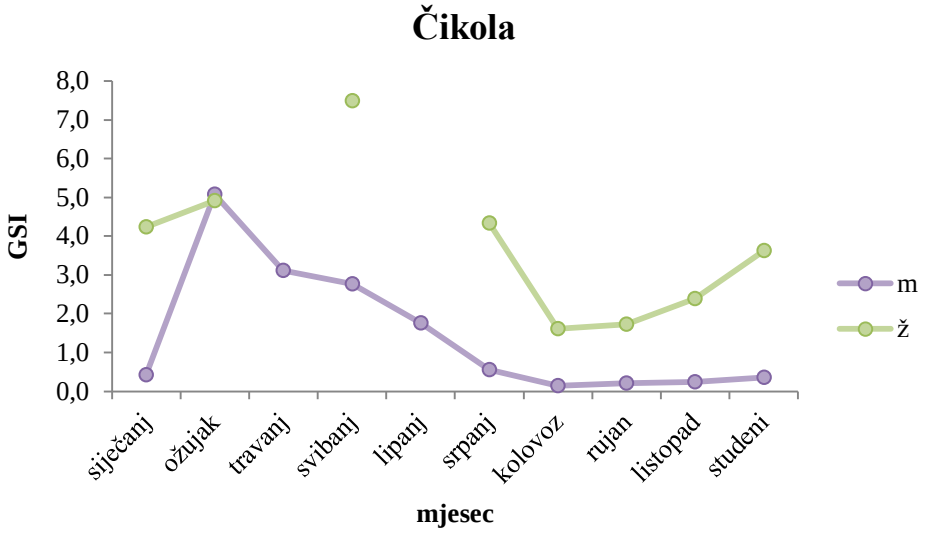
5.7.1. Gonadosomatski indeks

Gonadosomatski indeks (GSI) izračunat je na uzorku od 78 jedinki iz rijeke Čikole (26 ženki i 52 mužjaka) i 82 jedinke iz jezerskih sustava (51 ženka i 31 mužjak). Prilikom računanja GSI-a ženke s manjim standardnim duljinama od standardne duljine kod prve spolne zrelosti nisu uzimane u obzir, zbog čega u uzorku iz rijeke Čikole u travnju i lipnju nedostaju podaci o gonadosomatskom indeksu ženki. U tablici 5.16. nalaze se srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa sa standardnim devijacijama za pojedini spol po mjesecu uzorkovanja na rijeci Čikoli, a na slici 5.30. to je grafički prikazano.

Tablica 5.16. Srednje vrijednosti GSI sa standardnim devijacijama po spolu i mjesecu na rijeci Čikoli.

spol	siječanj	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj
ženke	4,24	4,92	-	7,48 ± 6,18	-	4,34 ± 2,61
mužjaci	0,43 ± 0,28	5,08 ± 0,71	3,11 ± 1,88	2,76 ± 0,96	1,76 ± 1,31	0,56 ± 0,20

kolovoz	rujan	listopad	studeni
1,61 ± 0,33	1,72 ± 0,62	2,38 ± 1,55	3,62 ± 2,02
0,14 ± 0,05	0,21 ± 0,09	0,24 ± 0,10	0,35 ± 0,16



Slika 5.30. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) po mjesecima uzorkovanja jedinki iz rijeke Čikole.

Iz tablice 5.16., kao i iz slike 5.30., može se vidjeti da kod oštrulja iz rijeke Čikole ženke imaju kroz cijelu godinu veći gonadosomatski indeks od mužjaka, osim u ožujku, kada mužjaci imaju malo veći GSI od ženki. Razlike između njih statistički su značajne u svim mjesecima uzorkovanja (*post hoc* Tukeyev HSD test rezultata analize varijance; $p<0,05$), osim u ožujku, kada se vrijednosti GSI statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$). Najveću vrijednost kod ženki GSI ima u svibnju (7,48), a najmanju u kolovozu (1,61), nakon čega vrijednost opet blago raste (od 1,61 u kolovozu do 4,24 u siječnju). Međutim, analizom varijance i *post hoc* Tukeyevim HSD testom utvrđeno je da razlike u gonadosomatskom

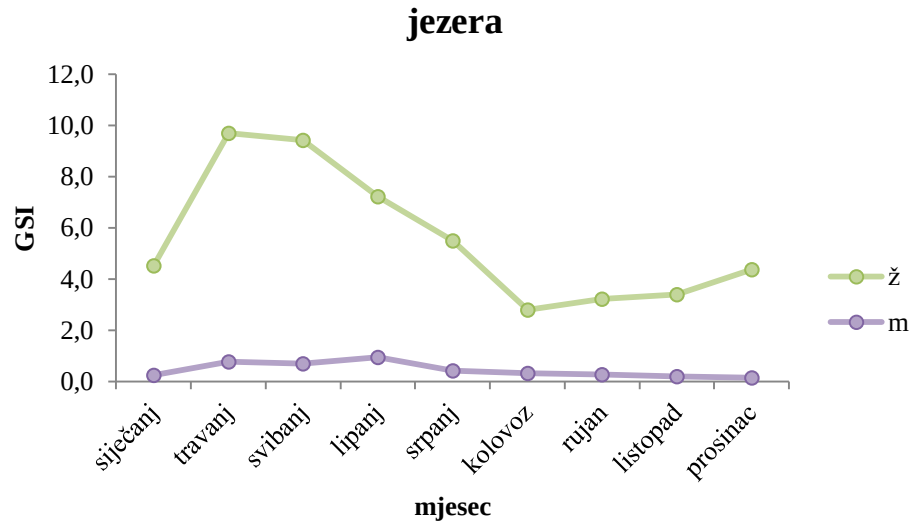
indeksu ženki u različitim mjesecima nisu statistički značajne (p>0,05), što je vjerojatno posljedica malog broja uzoraka ženki u pojedinim mjesecima. Gonadosomatski indeks mužjaka pokazuje vrlo slične rezultate kao i kod ženki. Kod mužjaka je vrijednost GSI-a najveća u ožujku (5,08), a najmanja u kolovozu (0,14). Kao i kod ženki, vrijednost indeksa nakon kolovoza opet je u blagom porastu. Rezultati analize varijance pokazuju da su razlike u vrijednostima gonadosomatskog indeksa mužjaka po mjesecima statistički značajne (F=10,978, p=0,000), a *post hoc* Tukeyev HSD test tih rezultata pokazao je da su najveće razlike u ožujku, travnju i svibnju. U ožujku se vrijednost indeksa statistički značajno razlikuje od vrijednosti u svim ostalim mjesecima (p<0,05), dok se vrijednost GSI-a iz travnja i svibnja razlikuju od vrijednosti iz svih ostalih mjeseci (p<0,05), osim međusobno i od vrijednosti iz lipnja (p>0,05). Vrijednosti iz lipnja statistički se značajno ne razlikuju niti od vrijednosti u ostalim mjesecima (p>0,05).

Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa sa standardnim devijacijama jedinki iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) navedene su u tablici 5.17. i prikazane na slici 5.31.

Tablica 5.17. Srednje vrijednosti GSI sa standardnim devijacijama po spolu i mjesecu u jezerskim sustavima.

spol	siječanj	travanj	svibanj	lipanj	srpanj
ženke	4,52 ± 0,79	9,69 ± 2,10	9,41 ± 2,90	7,23 ± 4,14	5,49 ± 2,05
mužjaci	0,25 ± 0,05	0,77	0,69 ± 0,31	0,95 ± 0,42	0,70 ± 0,21

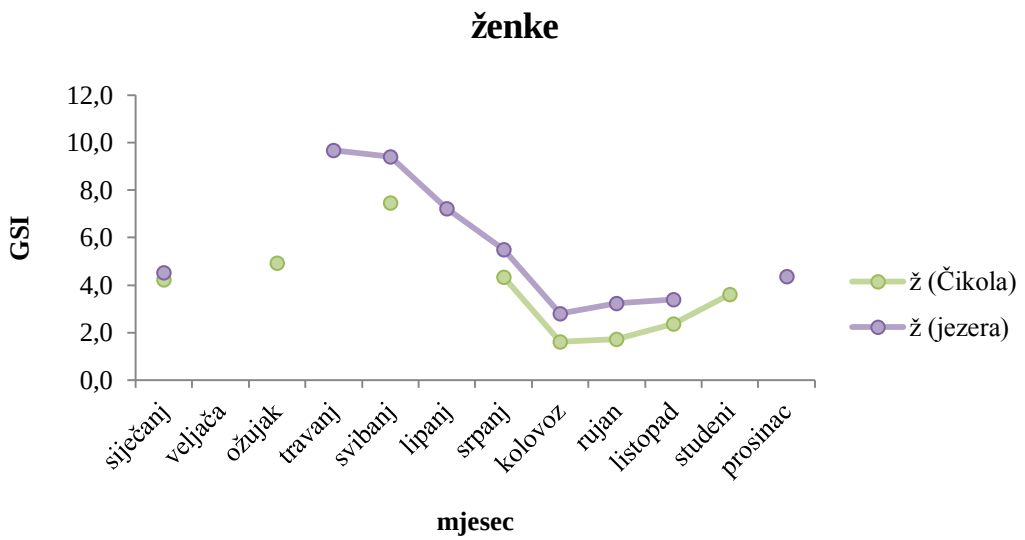
kolovoz	rujan	listopad	prosinac
2,80 ± 0,48	3,23 ± 0,54	3,39 ± 0,82	4,36 ± 0,05
0,31 ± 0,21	0,27 ± 0,30	0,19 ± 0,17	0,15 ± 0,03



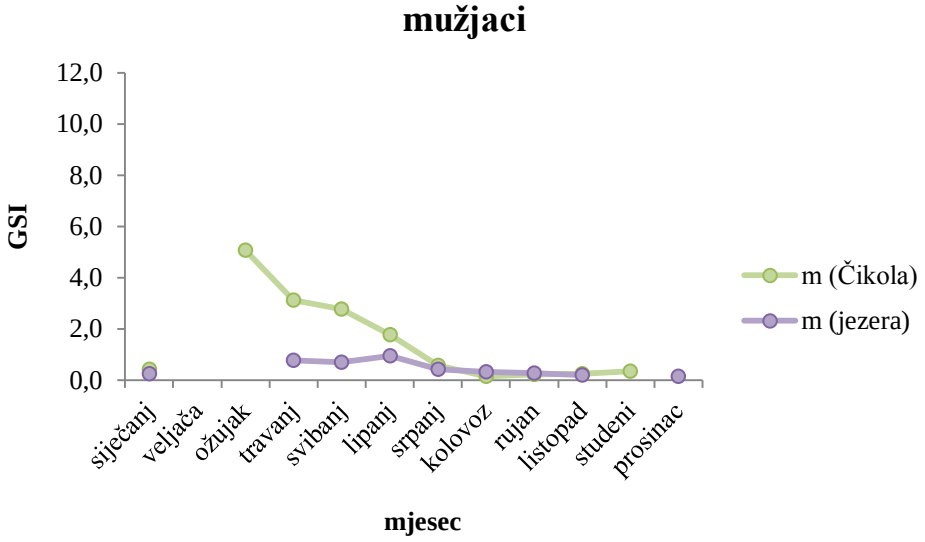
Slika 5.31. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) po mjesecima uzorkovanja za jedinke iz jezerskih sustava.

Iz tablice 5.17. i slike 5.31. možemo vidjeti da su rezultati za jedinke iz jezerskih sustava vrlo slični onima iz rijeke Čikole. Kod jedinki iz jezerskih sustava ženke imaju puno veći GSI od mužjaka u svim mjesecima uzorkovanja, a razlike su i statistički značajne, što nam pokazuju rezultati analize varijance i *post hoc* Tukeyevog HSD testa ($p<0,05$). Najveća vrijednost GSI-a kod ženki bila je u travnju i svibnju (9,69 i 9,41), a najmanja u kolovozu (2,80), nakon čega GSI opet počinje blago rasti. Vrijednosti GSI-a kod ženki iz travnja, svibnja i lipnja statistički se značajno razlikuju od onih iz kolovoza, rujna i listopada, a vrijednost iz travnja još se i statistički značajno razlikuje od vrijednosti iz siječnja ($p<0,05$). Kod mužjaka je vrijednost GSI-a povećana od travnja do srpnja, s najvećom srednjom vrijednosti u lipnju (0,95), dok im je najmanja srednja vrijednost GSI-a u prosincu (0,15). Prema rezultatima Tukeyevog HSD testa, vrijednosti GSI-a iz lipnja statistički se značajno razlikuju od vrijednosti iz siječnja, kolovoza, rujna, listopada i prosinca ($p<0,05$), a vrijednosti iz ostalih mjeseci statistički se značajno ne razlikuju ($p>0,05$).

Gonadosomatski indeks ženki iz obje populacije (Čikola, jezerski sustavi) prikazan je na slici 5.32., a GSI mužjaka na slici 5.33.



Slika 5.32. Gonadosomatski indeks (GSI) ženki iz obje populacije (Čikola, jezerski sustavi) po mjesecima.

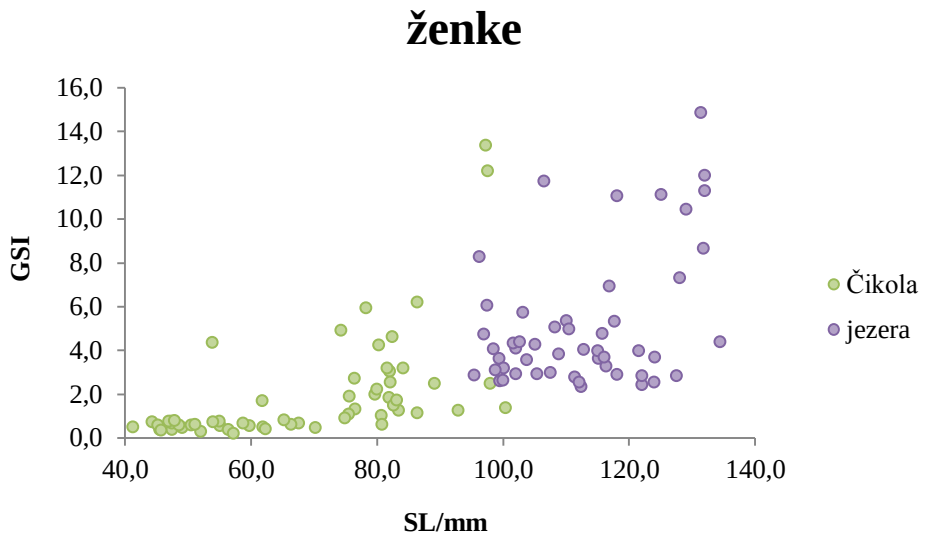


Slika 5.33. Gonadosomatski indeks (GSI) mužjaka iz obje populacije (Čikola, jezerski sustavi) po mjesecima.

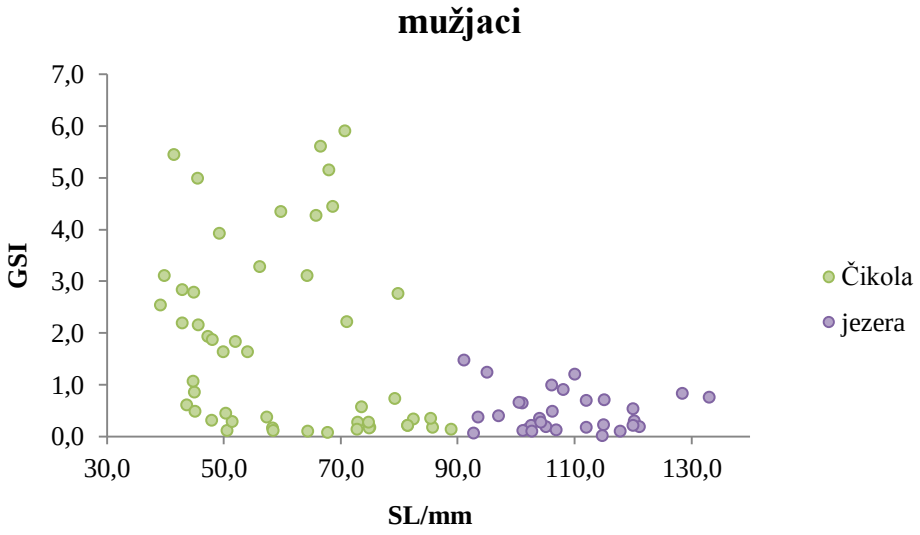
Kao što je vidljivo iz slike 5.32., srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa ženki u svim mjesecima veće su kod populacije iz jezerskih sustava, iako je trend rasta i pada GSI-a kroz godinu jednak. Rezultati analize varijance pokazuju da se srednja vrijednost

gonadosomatskog indeksa ženki statistički značajno razlikuje između dvije navedene populacije ($p<0,05$), a Tukeyev HSD test otkriva da su razlike značajne u kolovozu i rujnu, dok u ostalim mjesecima u kojima postoji zadovoljavajući uzorak one nisu statistički značajne ($p>0,05$). Iz slike 5.33. može se vidjeti da, za razliku od ženki, mužjaci iz rijeke Čikole imaju veće vrijednosti GSI-a od mužjaka iz jezerskih sustava u pretpostavljenoj sezoni mrijesta (od ožujka do srpnja), ali im je trend rasta jednak. I kod mužjaka se srednje vrijednosti indeksa statistički značajno razlikuju ($p<0,05$). Međutim, prema Tukeyevom HSD testu razlike u GSI-u postoje samo u svibnju ($p<0,05$), dok u ostalim mjesecima one nisu statistički značajne. Ipak, ovo se može pripisati i nereprezentativnom broju uzoraka iz jezerskih sustava u travnju, te da je uzorak veći i razlika bi u travnju vjerojatno bila statistički značajna.

Gonadosomatski indeks uspoređen je i sa standardnom duljinom tijela (SL), a odnosi GSI-a i SL-a za svaki spol posebno iz obje populacije prikazani su na slikama od 5.34. i 5.35.



Slika 5.34. Odnos gonadosomatskog indeksa (GSI) i standardne duljine tijela (SL) kod ženki.



Slika 5.35. Odnos gonadosomatskog indeksa (GSI) i standardne duljine tijela (SL) kod mužjaka.

Gonadosomatski indeks kod ženki iz oba sustava i mužjaka iz jezerskih sustava nije u ovisnosti o standardnoj duljini tijela, a to su potvrdili i koeficijenti korelacije za pojedini spol. Kod ženki iz rijeke Čikole Spearmanov koeficijent korelacije iznosi 0,259231 s p=0,211, dok kod ženki iz jezerskih sustava on iznosi 0,240967 s p=0,088. Za mužjake iz jezerskih sustava računat je Pearsonov koeficijent korelacije, a on iznosi 0,000750 s p=0,997. Međutim, kod mužjaka iz rijeke Čikole Spearmanov koeficijent pokazuje statistički značajnu negativnu korelaciju, što znači da je gonadosomatski indeks veći kod jedinki s manjom standardnom duljinom tijela (r= - 0,548157, p=0,000).

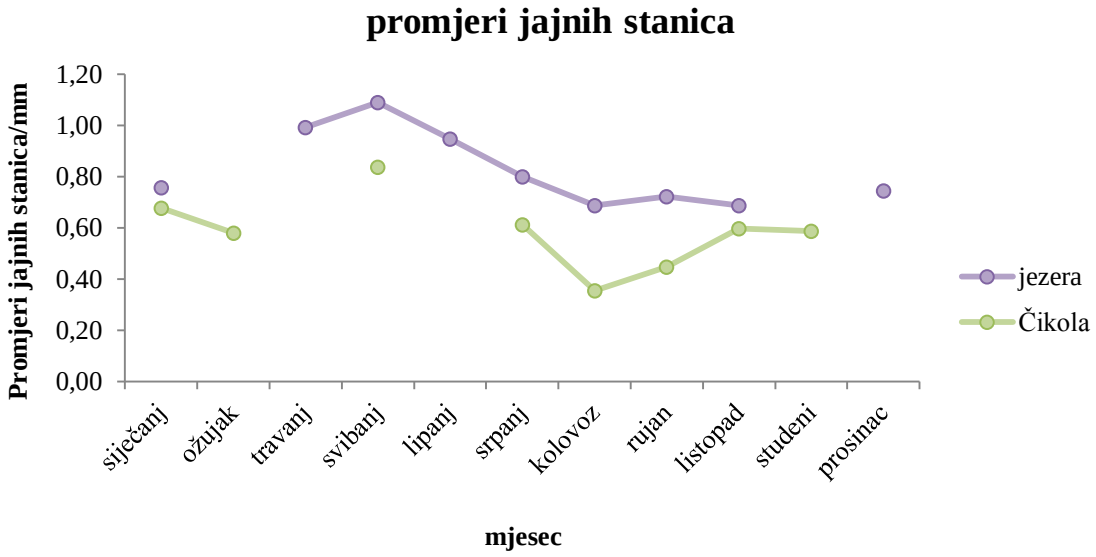
Kad se usporedi gonadosomatski indeks jedinki različitih dužinskih razreda samo u sezoni mrijesta (od ožujka do srpnja), rezultati su drugačiji od rezultata za cijelu godinu. Kod ženki iz rijeke Čikole najveću vrijednost indeksa u vrijeme mrijesta imaju jedinke iz najvećeg dužinskog razreda (90 do 99 mm), te se ta vrijednost statistički značajno razlikuje od ostalih dužinskih razreda, a porast indeksa s povećanjem tijela jedinke pokazuje i koeficijent korelacije (r=0,640278, p=0,001). Slično povećanje vrijednosti indeksa s povećanjem standardne duljine tijela jedinki zabilježeno je i kod ženki iz jezerskih sustava (r=0,463591, p=0,046). Kod mužjaka iz oba sustava vrijednost indeksa podjednaka je u svim dužinskim razredima u sezoni mrijesta, što je potvrđeno analizom varijance i koeficijentima korelacije (Čikola: r= - 0,001112, p=0,995; jezerski sustavi: r= - 0,253697, p=0,403).

5.7.2. Veličina jajnih stanica

Promjer jajnih stanica izmjeren je na ukupnom uzorku od 78 ženki (26 ženki iz rijeke Čikole i 52 ženke iz jezerskih sustava). Najmanje, najveće i srednje vrijednosti sa standardnom devijacijom izmjerenih promjera jajnih stanica ženki iz rijeke Čikole nalaze se u tablici 5.18., dok se grafički prikazi srednjih vrijednosti jajnih stanica ženki nalaze na slici 5.36.

Tablica 5.18. Promjeri jajnih stanica po mjesecima kod ženki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava. min = najmanji promjer jajne stanice u mm, max = najveći promjer jajne stanice u mm, $\bar{x}$ = srednja vrijednost promjera jajnih stanica u mm, sd = standardna devijacija.

ČIKOLA				
mjesec	**min**	**max**	**$\bar{x}$**	**sd**
siječanj	0,19	1,13	0,68	0,20
ožujak	0,19	1,19	0,58	0,26
svibanj	0,19	1,81	0,84	0,33
srpanj	0,19	1,50	0,61	0,24
kolovoz	0,19	0,88	0,35	0,15
rujan	0,19	0,81	0,45	0,14
listopad	0,19	1,19	0,60	0,20
studeni	0,19	1,06	0,59	0,20
JEZERA				
siječanj	0,19	1,25	0,76	0,19
travanj	0,19	1,94	0,99	0,29
svibanj	0,19	1,94	1,09	0,36
lipanj	0,19	2,19	0,95	0,32
srpanj	0,19	1,81	0,80	0,34
kolovoz	0,19	1,19	0,69	0,20
rujan	0,19	1,31	0,72	0,21
listopad	0,19	1,25	0,69	0,20
prosinac	0,19	1,13	0,75	0,22



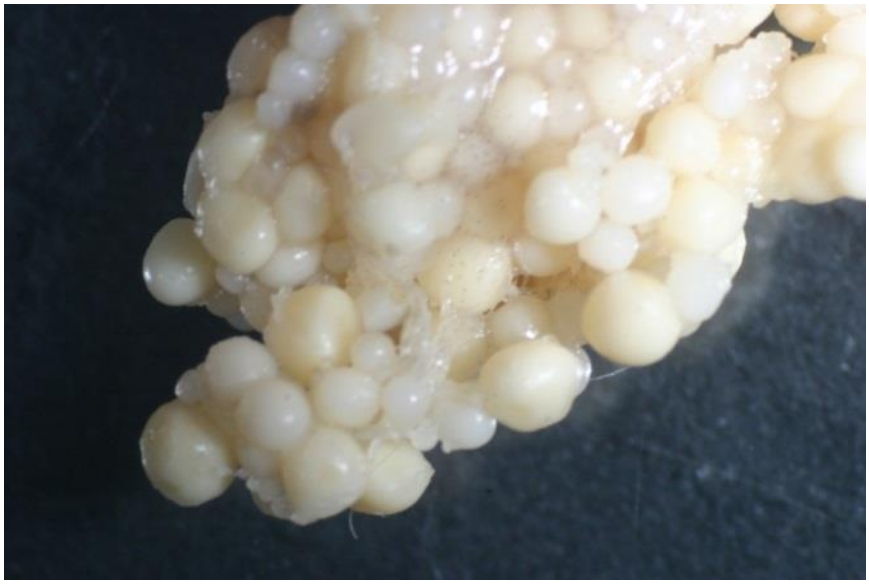
Slika 5.36. Srednje vrijednosti promjera jajnih stanica kod ženki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava.

Najmanji zabilježeni promjer jajnih stanica kod ženki iz rijeke Čikole iznosi 0,19 mm, te su takva mala jaja prisutna u jajnicima tijekom cijele godine. Najveći promjer jajne stanice iznosi 1,81 mm i zabilježen je kod jedinke uhvaćene u svibnju. Također, u svibnju je i srednja vrijednost promjera jajnih stanica najveća i iznosi 0,84 mm, dok su najmanje srednje vrijednosti promjera jajnih stanica zabilježene u kolovozu i rujnu (0,35 mm, odnosno 0,45 mm). Rezultati analize varijance promjera jajnih stanica pokazuju statistički značajnu razliku ($F=437,30$, $p=0,000$). Prema Tukeyevom testu srednje vrijednosti promjera jajnih stanica iz ožujka, srpnja, listopada i studenog statistički se značajno ne razlikuju ($p>0,05$), dok se promjeri u svim ostalim mjesecima statistički značajno razlikuju ($p<0,05$).

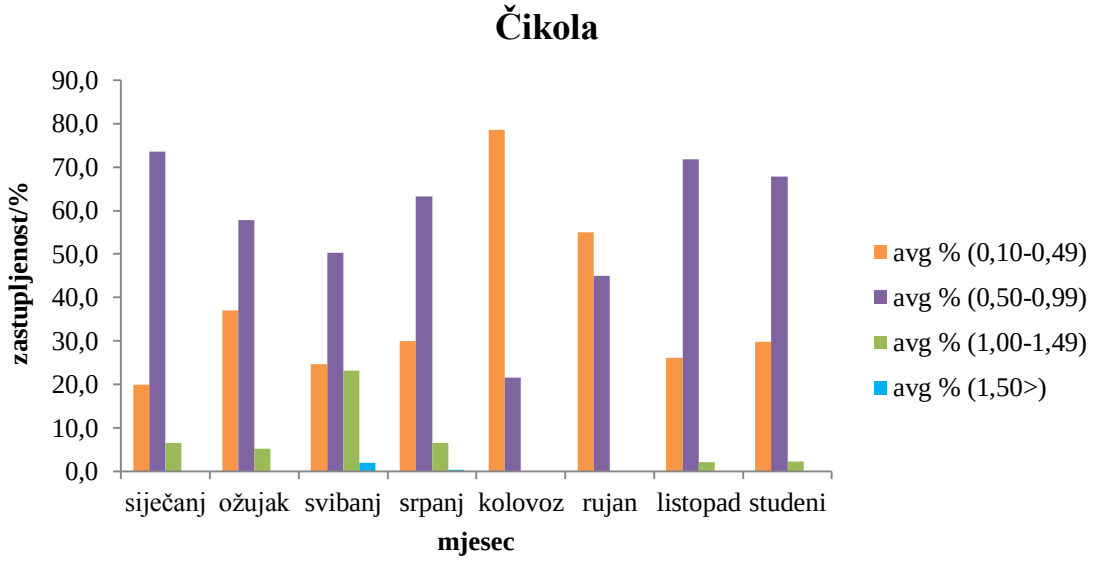
Kad ženki iz jezerskih sustava najmanji promjer jajnih stanica također je iznosio 0,19 mm, a zabilježen je u svim mjesecima uzorkovanja. Najveći promjer jajne stanice zabilježen je kod ženke iz lipnja, a iznosio je 2,19 mm. Najmanja prosječna vrijednost promjera jajnih stanica iznosi 0,69 mm, a zabilježena je u kolovozu i listopadu, dok je najveća srednja vrijednost zabilježena u travnju, svibnju i lipnju (0,99 mm, 1,09 mm i 0,95 mm). Prema rezultatima analize varijance, promjeri jajnih stanica po mjesecima se statistički značajno razlikuju ($F=562,19$, $p=0,000$), a *post hoc* Tukeyev HSD test pokazuje da razlike ne postoje samo između promjera iz siječnja i prosinca, prosinca i rujna te kolovoza i listopada ($p>0,05$).

Usporedba promjera jajnih stanica po mjesecima (Tukeyev HSD test) ženki iz jezerskih sustava i ženki iz rijeke Čikole pokazuje da između njih u svim mjesecima u kojima postoji zadovoljavajući uzorak postoje statistički značajne razlike ($p<0,05$), a na slici 5.36. može se primijetiti da su srednje vrijednosti promjera jajnih stanica u svim mjesecima veće kod ženki iz jezerskih sustava.

S obzirom da se oštrulj mrijesti više puta u sezoni mrijesta, zbog čega su u jajnicima uvijek prisutne različite veličine jajnih stanica (slika 5.37.), one su svrstane u četiri veličinska razreda širine 0,5 mm (1. razred: do 0,49 mm; 2. razred: 0,50 – 0,99 mm, 3. razred: 1,00 – 1,49 mm; 4. razred: 1,50 mm i veća jaja, tj. zrela jaja) te je za svaki mjesec izračunat udio pojedinog veličinskog razreda. Važno je napomenuti da su razredi određeni isključivo na temelju veličine jajnih stanica te oni ne odgovaraju stvarnoj zrelosti jajnih stanica, osim najvećeg razreda (1,50 mm i veća jaja) koji odgovara zrelim oocitama (prema BLESS I RIEHL 2002). Rezultati za ženke iz rijeke Čikole su prikazani na slici 5.38., a za ženke iz jezerskih sustava na slici 5.39.

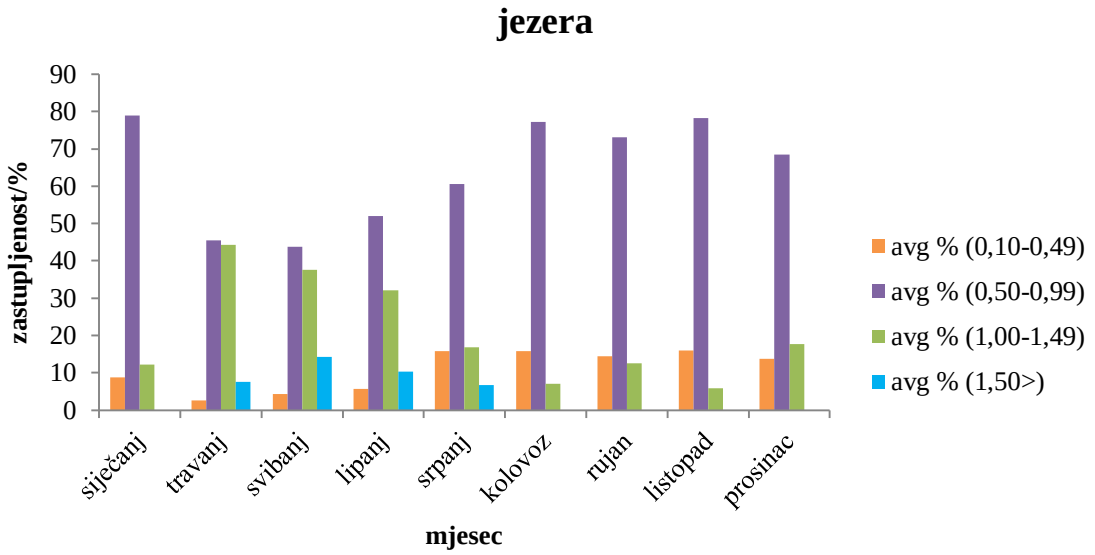


Slika 5.37. Dio jajnika ženke iz jezerskih sustava ulovljene u sezoni mrijesta. U jajniku se vide jaja različitog promjera.



Slika 5.38. Udio pojedinog veličinskog razreda jajnih stanica po mjesecima kod ženki iz rijeke Čikole.

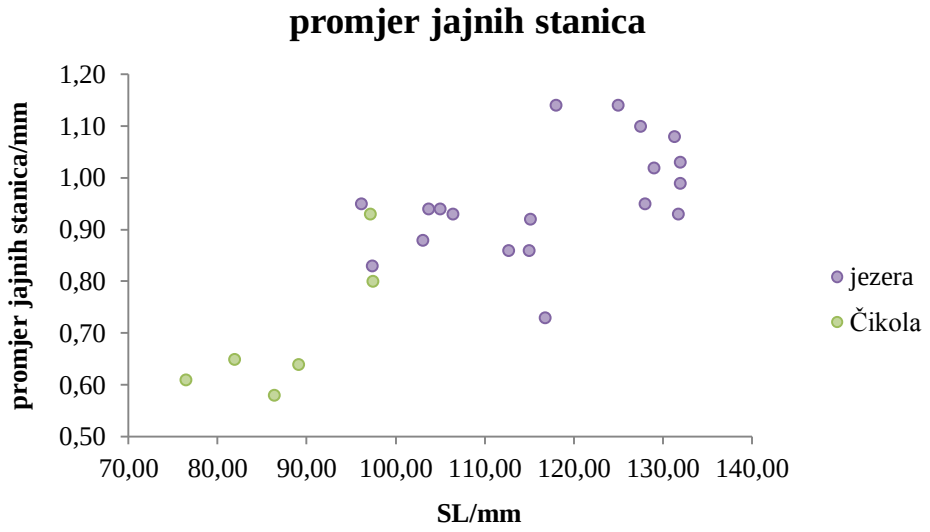
Kod ženki iz rijeke Čikole u svim mjesecima u jajnicima prevladavaju jaja promjera od 0,50 do 0,99 mm, koja zauzimaju, ovisno o mjesecu, udio od 50,2 % do 73,5 %, osim u kolovozu i rujnu kad prevladavaju jaja iz veličinskog razreda od 0,10 do 0,49 mm (u kolovozu čine 78,5 %, a u rujnu 55,1 %). Jaja iz veličinskog razreda od 1,00 do 1,49 mm prisutna su od listopada do srpnja, s tim da u listopadu i studenom zauzimaju vrlo mali udio u jajnicima (2,1 %, odnosno 2,3 %), dok se u siječnju njihov postotak povećava na 6,5 % ukupnog udjela. U ožujku je udio jaja vrlo sličan kao u siječnju, samo je udio najmanjeg veličinskog razreda zastupljeniji. U svibnju jaja iz veličinskog razreda od 1,00 do 1,49 mm zauzimaju 23,5 %, te su drugi najzastupljeniji veličinski razred u jajnicima. U svibnju i srpnju u jajnicima se razvijaju i jaja najvećeg promjera (>1,50 mm) – u svibnju ona čine udio od 2,0 %, dok u srpnju čine svega 0,3 %. Od siječnja do srpnja udio jaja manjeg promjera opada, a udio jaja većeg promjera u tim mjesecima raste, dok je od kolovoza do studenog situacija obrnuta, zastupljenija su jaja manjeg promjera, dok su jaja većeg promjera zastupljena u manjem broju ili ih uopće nema.



Slika 5.39. Udio pojedinog veličinskog razreda jajnih stanica po mjesecima kod ženki iz jezerskih sustava.

Kod ženki iz jezerskih sustava u svim mjesecima prevladavaju jaja promjera od 0,50 – 0,99 mm, koja zauzimaju udio od 43,8 % do 79,0 % jaja u jajnicima, ovisno o mjesecu. Od travnja do srpnja u jajnicima se pojavljuju i jaja najvećeg promjera (>1,5 mm). U travnju ona čine 7,6 %, u svibnju 14,2 %, u lipnju 10,3 % i u srpnju 6,5 %. U tim mjesecima povećava se i udio jaja iz veličinskog razreda od 1,00 do 1,49 mm, dok udio jaja manjeg promjera pada. Od kolovoza do prosinca zastupljenija su jaja manjeg promjera, dok su jaja većeg promjera zastupljena u manjem broju ili ih uopće nema, što je u skladu s rezultatima za ženke iz rijeke Čikole.

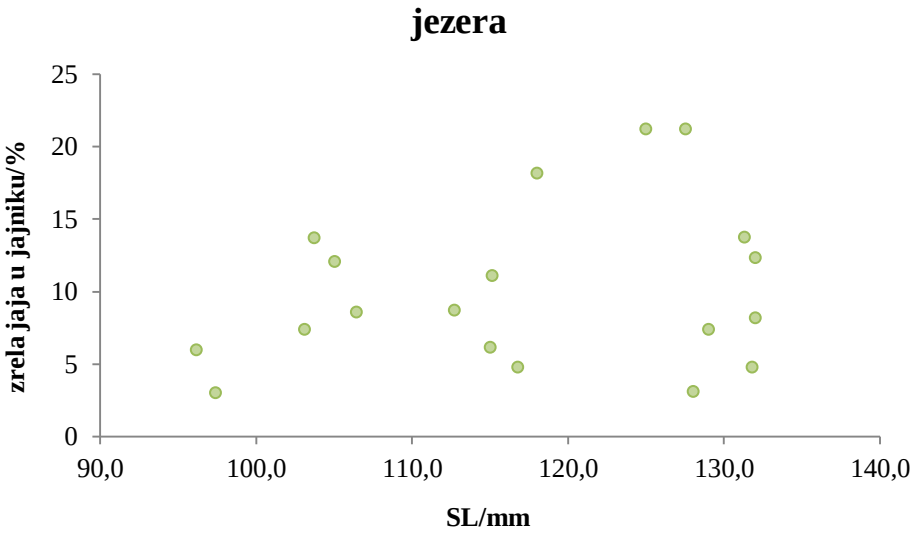
Povezanost prosječne veličine jaja u sezoni mrijesta sa standardnom duljinom tijela ženki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava prikazana je na slici 5.40.



Slika 5.40. Odnos standardne duljine tijela (SL) i srednje vrijednosti promjera jajnih stanica u vrijeme mrijesta kod ženki iz rijeke Čikole i jezerskih sustava.

Iz gore priloženog grafa (slika 5.40.) može se vidjeti da ženke iz rijeke Čikole imaju manje srednje vrijednosti promjera jajnih stanica u vrijeme mrijesta nego ženke iz jezerskih sustava. Također, vidljivo je da se promjer jajnih stanica povećava s povećanjem standardne duljine tijela, što je potvrdio i Pearsonov koeficijent korelacije (r=0,779756, p=0,000).

Na slici 5.41. prikazan je odnos standardne duljine tijela i udjela zrelih jajnih stanica u jajnicima kod ženki iz jezerskih sustava. Ovaj odnos nije prikazan za ženke iz rijeke Čikole zbog malog i nereprezentativnog uzorka.



Slika 5.41. Odnos standardne duljine tijela (SL) i udjela zrelih jajnih stanica u jajnicima kod ženki iz jezerskih sustava.

Standardna duljina tijela ženki iz jezerskih sustava i udio zrelih jaja u jajnicima također pokazuje nisku, ali statistički značajnu korelaciju (Spearmanov koeficijent korelacije: r=0,318615, p=0,021). Prema tim rezultatima vidljivo je da veće ženke imaju i malo veći broj zrelih jajnih stanica u jajnicima.

5.7.3. Fekunditet

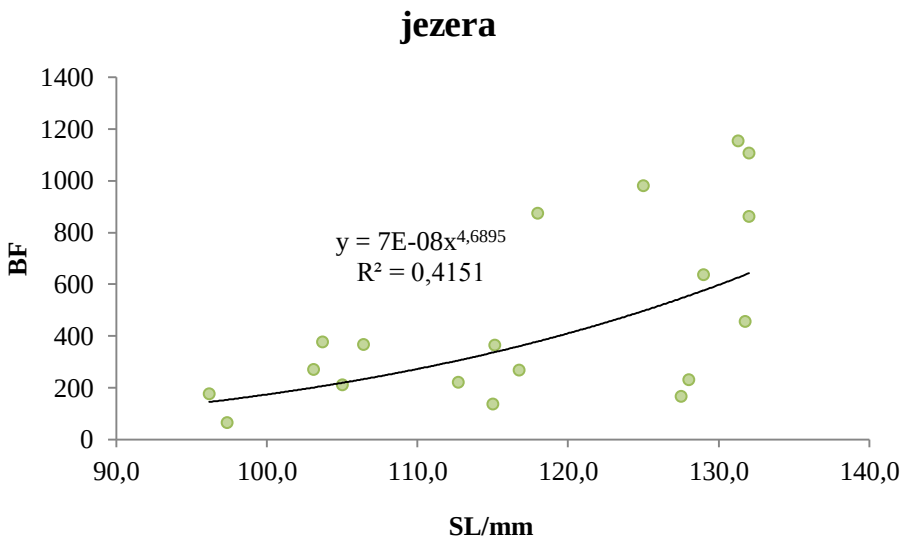
Kako je već ranije napomenuto, oštrulj se mrijesti više puta u sezoni mrijesta. Kod takvih vrsta nije moguće izračunati apsolutni fekunditet, već se kod njih računa fekunditet jednog mrijesta (eng. *batch fecundity*), tj. broj jajašaca koja ženka položi tijekom jednog polaganja. Kako bi se izračunao fekunditet jednog mrijesta u obzir su uzimane samo jajne stanice veće od 1,5 mm (prema Bless i Riehl 2002). Fekunditet jednog mrijesta procijenjen je na 19 spolno zrelih ženki iz jezerskih sustava i na tri spolno zrele ženke iz rijeke Čikole ulovljene tijekom pretpostavljene sezone mrijesta (od ožujka do srpnja).

Standardne duljine tijela ženki iz jezerskih sustava kretale su se od 96,12 mm do 136,00 mm, sa srednjom vrijednosti od 117,16 ± 12,44 mm. Masa ženki iz jezerskih sustava kretala se od 16,5 g do 48,0 g, sa srednjom vrijednosti od 34,05 ± 11,49 g, a masa njihovih gonada kretala se od 0,88 g do 6,70 g, s prosjekom 2,79 ± 1,92 g. Ukupan broj jajnih stanica u

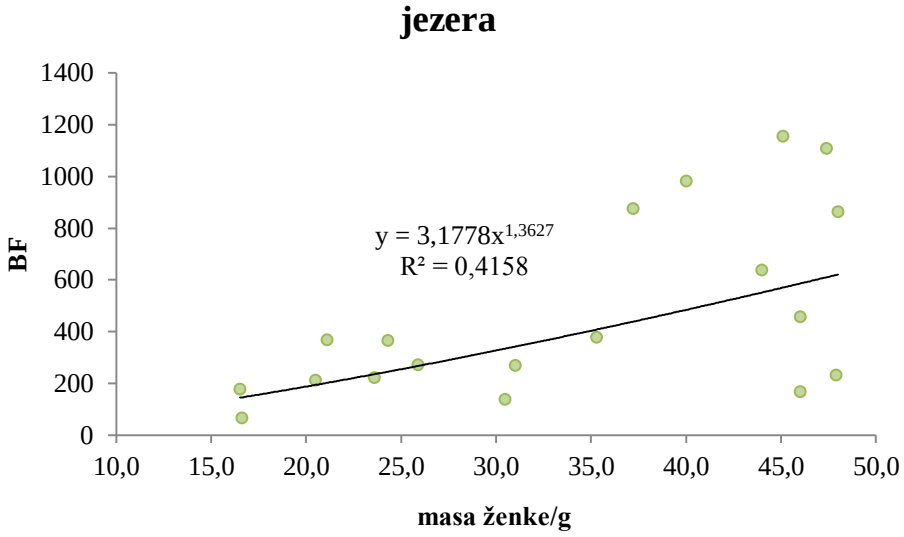
gonadama ženki iz jezerskih sustava bio je od 835 do 10520 jaja po ženki (srednja vrijednost je 4 991,2 ± 2 976,5 jaja), a broj zrelih jaja (fekunditet jednog mrijesta) kretao se između 68 i 1154 jaja po ženki, sa srednjom vrijednosti od 471,4 ± 351,4 zrelih jaja. Kad se u obzir uzmu jaja svih promjera u gonadama ženki, ona su iznosila od 18 do 219 jaja po gramu mase ženke, sa srednjom vrijednosti od 143,6 ± 54,2 jaja po gramu mase, dok su samo zrela jaja iznosila 4 do 26 zrelih jaja po gramu mase ženke, sa srednjom vrijednosti od 13,2 ± 7,2 zrelih jaja po gramu mase (relativni fekunditet jednog mrijesta).

Standardne duljine tijela ženki iz rijeke Čikole kod kojih su zabilježena zrela jaja kretale su se od 89,10 mm do 97,45 mm, sa srednjom vrijednosti 94,56 ± 4,74 mm. Masa ženki kretala se od 11,07 g do 13,80 g sa srednjom vrijednosti 12,49 ± 1,37 g, a mase njihovih gonada kretale su se od 0,552 g do 1,684 g sa srednjom vrijednosti 1,31 ± 0,65 g. Ukupan broj jaja u jajnicima kretao se od 3 116 do 3 637, sa srednjom vrijednosti od 3 316 ± 280,6 jaja, dok se broj zrelih jaja kretao od 20 do 201 jajeta po ženki sa srednjom vrijednosti od 93 ± 95,4 jaja. Broj svih jaja po gramu mase ženke iznosio je od 254 do 281 jajeta (srednja vrijednost je 266,3 ± 13,7 jaja po gramu mase), dok je relativni fekunditet jednog mrijesta iznosio od 2 do 16 jaja po gramu mase, odnosno 7,3 ± 7,6 zrelih jaja po gramu mase ženke.

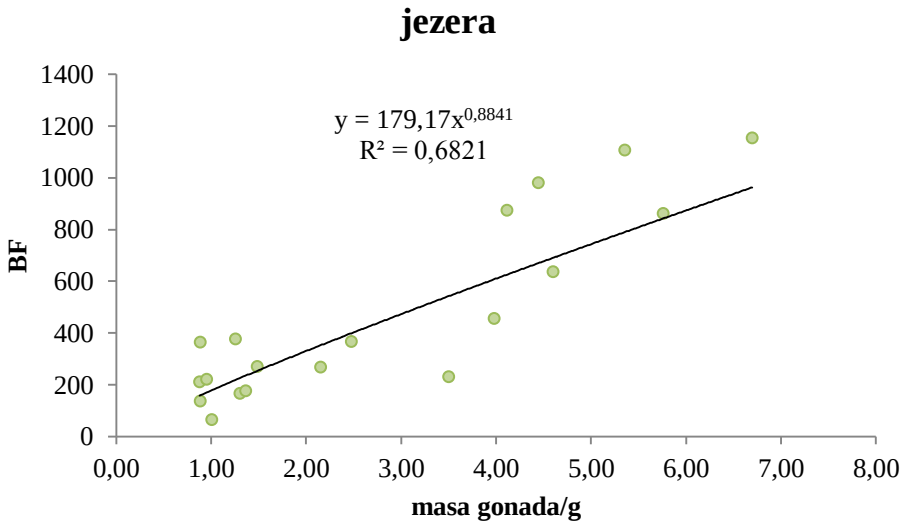
Odnos fekunditeta jednog mrijesta (BF) i standardne duljine tijela (SL) ženki iz jezerskih sustava prikazan je na slici 5.42., odnos fekunditeta jednog mrijesta i mase ženki na slici 5.43., a odnos fekunditeta jednog mrijesta i mase gonada na slici 5.44. Za jedinke iz rijeke Čikole ovi odnosi nisu prikazani, zbog premalog uzorka.



Slika 5.42. Odnos fekunditeta jednog mrijesta (BF) i standardne duljine tijela (SL) ženki iz jezerskih sustava.



Slika 5.43. Odnos fekunditeta jednog mrijesta (BF) i mase ženki iz jezerskih sustava.



Slika 5.44. Odnos fekunditeta jednog mrijesta (BF) i mase gonada ženki iz jezerskih sustava.

Iz grafova prikazanih na slikama 5.42., 5.43. i 5.44. može se vidjeti da fekunditet jednog mrijesta lagano raste s porastom standardne duljine tijela, mase jedinke, kao i s porastom mase gonada ženki. Najveća korelacija postoji između porasta mase gonada i porasta fekunditeta jednog mrijesta, gdje Spearmanov koeficijent korelacije iznosi r=0,814392, a p=0,000. Spearmanovi koeficijenti korelacije fekunditeta jednog mrijesta sa standardnom duljinom tijela i s masom jedinke manji su (r=0,636244 s p=0,003, odnosno r=0,559895 s p=0,013), ali i dalje statistički značajni.

5.7.4. Prva spolna zrelost

Prva spolna zrelost oštrulja određena je na jedinkama iz rijeke Čikole ulovljenima u sezoni mrijesta (od ožujka do srpnja). Najveća standardna duljina jedinke bez vanjskih spolnih obilježja i s nerazvijenim gonadama iznosila je 52,84 mm. Najmanji spolno zreli mužjak imao je standardnu duljinu tijela 35,33 mm, što odgovara godištu 0^+. Svi mužjaci, neovisno o duljini tijela, ulovljeni u sezoni mrijesta imali su više ili manje razvijene sjemenike. Najmanja standardna duljina tijela ženke s vidljivom leglicom bila je 44,25 mm, ali kod tako malih ženki jajnici još nisu razvijeni. Najmanja standardna duljina spolno zrele ženke (s razvijenom leglicom i razvijenim jajnicima) iznosila je 53,74 mm. Međutim, samo

jedna ženka ovako male standardne duljine bila je spolno zrela. Kod 70 mm standardne duljine većina ženki je spolno zrelo što znači da ženke spolno sazrijevaju u drugoj godini života, odnosno u starosnoj skupini 1^{+}.

5.8. PREHRANA

5.8.1. Izgled probavila

Duljina i izgled probavila ispitani su na 220 jedinki oštrulja, odnosno na 134 jedinke iz rijeke Čikole i 86 jedinki iz jezerskih sustava. Probavni sustav oštrulja počinje usnom šupljinom u kojoj ne postoje zubi, već se zubi nalaze na zakržljalom petom škržnom luku (ždrijelni zubi). Na jednjak se nastavlja dugi i nejasno diferenciran želudac, a na njega crijevo. Crijevo je dugo i tanko, a na njemu se jasno može vidjeti pet zavoja i jedna petlja u prednjem dijelu između trećeg i četvrtog zavoja. Vratarničkih privjesaka (lat. *appendices pyloricae*) nema. U stražnjem dijelu crijevo se sužava te se otvara analnim otvorom na površini tijela kod mužjaka i juvenilnih jedinki, dok se kod ženki otvara analnim otvorom smještenim na leglici. Izgled probavila kod oštrulja prikazan je na slici 5.45. Crijevo je kod gotovo svih jedinki duže od standardne duljine tijela, a detaljni podaci o duljini probavila nalaze se u tablici 5.19.



Slika 5.45. Izgled probavnog sustava oštrulja.

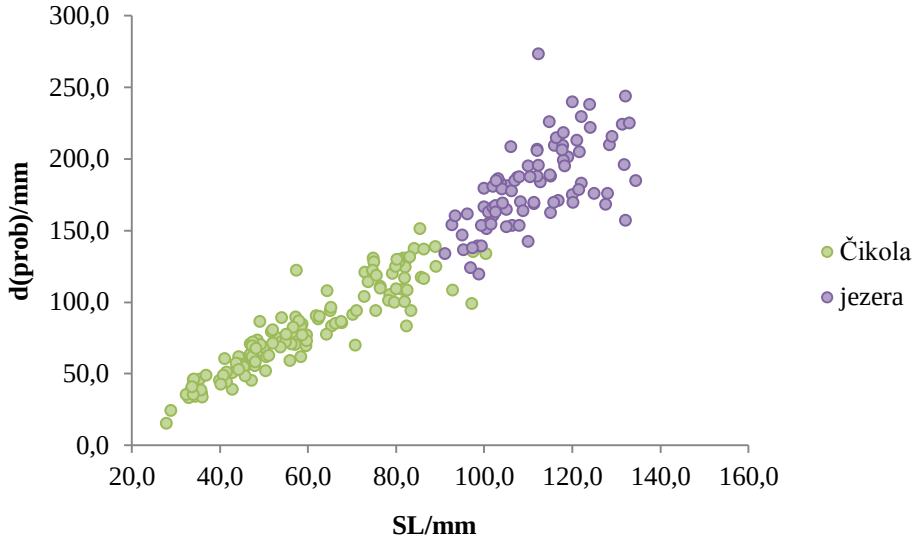
Tablica 5.19. Raspon apsolutne duljine probavila i relativne duljine probavila (tj. omjera duljine probavila i standardne duljine tijela) cjelokupnog uzorka oštrulja iz rijeke Čikole i jezerskih sustava. d(prob) = duljina probavila u mm, d(prob)/SL = omjer duljine probavila i standardne duljine tijela (relativna duljina probavila), N = broj jedinki, min – max = raspon duljine probavila u mm/raspon relativne duljine probavila, $\bar{x} \pm sd$ = srednja vrijednost duljine probavila u mm/relativne duljine probavila ± standardna devijacija.

		d(prob)		d(prob)/SL	
	N	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**	**min - max**	**$\bar{x} \pm sd$**
Čikola					
ženke	61	42,7 - 137,2	95,8 ± 25,2	1,0 - 1,8	1,4 ± 0,2
mužjaci	51	39,1 - 151,1	80,2 ± 29,4	0,9 - 2,1	1,3 ± 0,2
juvenilni	22	15,4 - 75,4	42,4 ± 13,1	0,6 - 1,5	1,1 ± 0,2
UKUPNO	134	15,4 - 151,1	81,1 ± 31,4	0,6 - 2,1	1,3 ± 0,2
jezera					
ženke	54	119,5 - 273,2	181,9 ± 30,6	1,2 - 2,4	1,6 ± 0,2
mužjaci	32	133,9 - 239,6	180,7 ± 26,9	1,3 - 2,0	1,7 ± 0,2
UKUPNO	86	119,5 - 273,2	181,4 ± 29,1	1,2 - 2,4	1,6 ± 0,2

Najkraće zabilježeno probavilo jedinki iz rijeke Čikole bilo je dugo 15,4 mm (0,6 duljina SL), a zabilježeno je kod juvenilne jedinke standardne duljine tijela 27,79 mm. Najduže probavilo zabilježeno kod jedinki iz rijeke Čikole bilo je dugo 151,1 mm (1,8 duljine SL), a izmjereno je kod mužjaka standardne duljine tijela 85,37 mm. Iz gornje tablice možemo vidjeti da se relativne duljine probavila (omjeri duljine probavila i SL) odraslih i juvenilnih jedinki iz rijeke Čikole znatno razlikuju, što potvrđuje i *post hoc* Tukeyev test analize varijance. Između relativne duljine probavila mužjaka i ženki nema statistički značajnih razlika ($p>0,05$), dok juvenilne jedinke imaju statistički kraće probavilo od odraslih jedinki oba spola ($p<0,05$). Kod jezerske populacije najkraće izmjereno probavilo bilo je dugo 119,5 mm (1,2 duljine SL), a izmjereno je kod ženke standardne duljine tijela 98,73 mm, dok je najduže probavilo imala ženka standardne duljine tijela 112,31 mm (duljina probavila 273,2 mm ili 2,4 duljine SL). Između spolova iz jezerskih sustava također nema statistički značajnih razlika u relativnoj duljini probavila ($p>0,05$), međutim, možemo vidjeti da ženke imaju malo veći raspon u vrijednostima omjera nego mužjaci. Usporedba relativne duljine probavila između jedinki iz rijeke Čikole i jezerskih sustava pokazuje da postoje razlike (ANOVA, $p<0,05$), a Tukeyev test otkriva da se i mužjaci i ženke iz različitih populacija statistički

značajno razlikuju. Iz tablice je vidljivo da jedinke iz jezerskih sustava imaju duže probavilo u odnosu na standardnu duljinu tijela od jedinki iz rijeke Čikole.

Odnos standardne duljine tijela i duljine probavila jedinki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava prikazan je na slici 5.46.



Slika 5.46. Odnos standardne duljine tijela (SL) i duljine probavila (d(prob)) jedinki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava.

Iz grafa prikazanog na slici 5.46. možemo vidjeti da s porastom standardne duljine tijela jedinki iz rijeke Čikola raste i duljina probavila, što potvrđuje i Spearmanov koeficijent korelacije (r=0,937642, p=0,000). Kod jedinki iz jezerskih sustava također postoji korelacija između standardne duljine tijela i duljine probavila (Pearsonov koeficijent korelacije, r=0,636961, p=0,000). Korelacija SL i duljine probavila jedinki iz jezerskih sustava slabija je nego kod jedinki iz rijeke Čikole.

5.8.2. Ispunjenost probavila

U tablici 5.20. prikazan je postotak ispunjenosti probavila jedinki iz obje populacije, prema ljestvici ispunjenosti (0 – 3).

Tablica 5.20. Ispunjenost probavila (%) jedinki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava u sva četiri godišnja doba u godini. 0 = prazno probavilo, 1 = slabo ispunjeno probavilo, 2 = srednje ispunjeno probavilo, 3 = potpuno ispunjeno probavilo.

	Čikola			
ispunjenost probavila	**proljeće (%) N=35**	**ljeto (%) N=36**	**jesen (%) N=40**	**zima (%) N=23**
0	2,9	0,0	10,0	0,0
1	31,4	25,0	12,5	21,7
2	37,1	38,9	42,5	52,2
3	28,6	36,1	35,0	26,1
	jezera			
ispunjenost probavila	**proljeće (%) N=11**	**ljeto (%) N=32**	**jesen (%) N=22**	**zima (%) N=21**
0	0,0	9,4	18,2	9,5
1	36,4	28,1	18,2	33,3
2	18,2	37,5	18,2	33,3
3	45,5	25,0	45,5	23,8

Kod malog broja jedinki zabilježeno je potpuno prazno probavilo. U ukupnom uzorku iz rijeke Čikole potpuno prazno probavilo zabilježeno je kod 3,7 % jedinki (pet od 134 jedinke), a u uzorku iz jezerskih sustava u 10,5 % jedinki (devet od 86 jedinki). Kod jedinki iz rijeke Čikole najviše praznih probavila zabilježeno je u jesen (10,0 %), zatim u proljeće (2,9 %), a zimi i ljeti niti jedna jedinka nije imala potpuno prazno probavilo. Najviše potpuno ispunjenih probavila zabilježeno je ljeti (36,1 %), a najmanje zimi (26,1 %). Kod jedinki iz jezerskih sustava najviše praznih probavila zabilježeno je u jesen (18,2 %), a manji postotak zimi i ljeti (9,5 %, odnosno 9,4 %). U proljeće niti jedna jedinka iz uzorka nije imala potpuno prazno probavilo. Najveći postotak potpuno ispunjenih probavila u uzorku iz jezerskih sustava zabilježen je u proljeće i jesen (45,5 %), a nešto manji ljeti i zimi (25,0 % i 23,8 %).

5.8.3. Kvalitativni sastav prehrane

Kvalitativni sastav prehrane oštrulja ispitan je kod ukupno 196 jedinki oštrulja, odnosno na 120 jedinki iz rijeke Čikole i 76 jedinki iz jezerskih sustava. Prehrana oštrulja sastoji se od biljnog i životinjskog materijala, te neidentificiranog organskog i anorganskog materijala (detritus, mulj, pijesak, …). Kvalitativni sastav prehrane oštrulja po godišnjim dobima prikazan je u tablici 5.21.

Tablica 5.21. Kvalitativni sastav prehrane oštrulja iz rijeke Čikole i jezerskih sustava po godišnjim dobima.

	Čikola				jezera			
skupina plijena	**proljeće**	**ljeto**	**jesen**	**zima**	**proljeće**	**ljeto**	**jesen**	**zima**
Chironomidae	x	x	x	x	x	x	x	x
Ceratopogonidae	x	x	x	x	x	x	x	x
Copepoda	x	x	x	x	x	x	x	x
Ostracoda		x	x	x	x	x	x	x
Cladocera	x	x	x		x	x		
Gastropoda			x		x	x	x	
Bivalvia						x		
Oribatida	x	x	x		x	x	x	x
Hydrachnidia	x		x	x	x	x	x	
Amphipoda	x	x	x					
Isopoda						x		
Megaloptera			x			x		
Coleoptera		x						
Trichoptera	x	x	x			x		
Insecta adult	x		x	x	x	x		
glavena čahura Insecta	x		x		x	x	x	x
Ephemeroptera	x	x						
Odonata	x		x					
efipij					x	x	x	x
Bryozoa (statoblast)			x		x	x	x	x
biljni materijal		x	x		x	x	x	x

Kod jedinki iz rijeke Čikole ukupno je zabilježeno 16 skupina organizama, uključujući: porodicu Chironomidae (trzalci), porodicu Ceratopogonidae (komarčići), podrazred Copepoda (veslonošci), razred Ostracoda (ljuskari), podrazred Cladocera (rašljoticalci), razred Gastropoda (puževi), razred Bivalvia (školjkaši), red Oribatida (grinje), podred Hydrachnidia (vodene grinje), red Amphipoda (rakušci), red Megaloptera (muljari), red Coleoptera (kornjaši), red Trichoptera (tulari), red Ephemeroptera (vodencvjetovi), red Odonata (vretenca) i razred Bryozoa (mahovnjaci). Najviše zabilježenih skupina plijena bilo je u jesen (13), a najmanje zimi (5). U svim sezonama zabilježene su porodice Chironomidae i Ceratopogonidae te podrazred Copepoda. Vrlo rijetko i samo u pojedinim sezonama zabilježeni su redovi Megaloptera (u jesen) i Coleoptera (ljeti), razred Gastropoda (u jesen) i

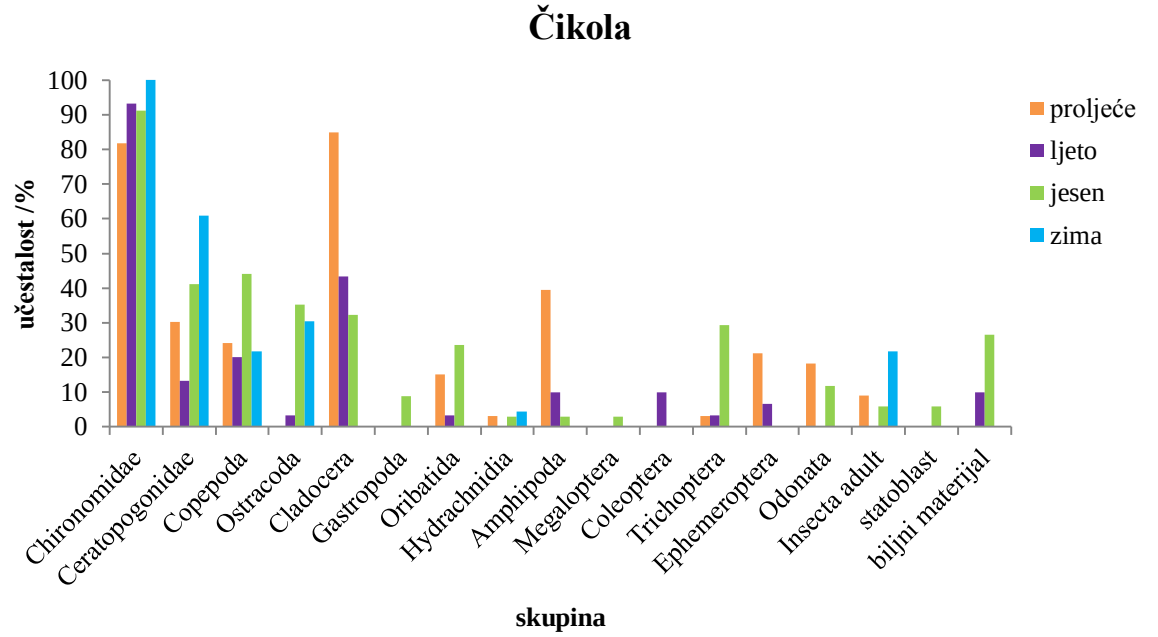
statoblasti (začahureni pupovi) razreda Bryozoa (jesen). U ljeto i jesen zabilježen je i biljni materijal (najčešće nitaste alge, ali i dijelovi viših biljaka i sjemenke).

U probavilima jedinki iz jezerskih sustava zabilježeno je 13 skupina organizama: porodica Chironomidae (trzalci), porodica Ceratopogonidae (komarčići), podrazred Copepoda (veslonošci), razred Ostracoda (ljuskari), podrazred Cladocera (rašljoticalci), razred Gastropoda (puževi), razred Bivalvia (školjkaši), red Oribatida (grinje), podred Hydrachnidia (vodene grinje), red Isopoda (jednakonošci), red Megaloptera (muljari), red Trichoptera (tulari) i razred Bryozoa (mahovnjaci). Najviše zabilježenih skupina plijena bilo je ljeti (13), a najmanje zimi (6). U svim sezonama zabilježene su porodice Chironomidae i Ceratopogonidae, podrazredi Copepoda i Ostracoda, red Oribatida i statoblasti razreda Bryozoa, kao i zimska jaja (efipiji) podrazreda Cladocera. Samo u jednoj sezoni zabilježeni su razred Bivalvia (ljeto) te redovi Isopoda, Megaloptera i Trichoptera (ljeto). U svim je sezonama zabilježen i biljni materijal (najčešće nitaste alge, ali i dijelovi viših biljaka i sjemenke). Redovi Amphipoda, Ephemeroptera, Odonata i Coleoptera zabilježeni su samo kod jedinki iz rijeke Čikole, dok su razred Bivalvia i red Isopoda, kao i efipiji podrazreda Cladocera zabilježeni samo kod jedinki iz jezerskih sustava.

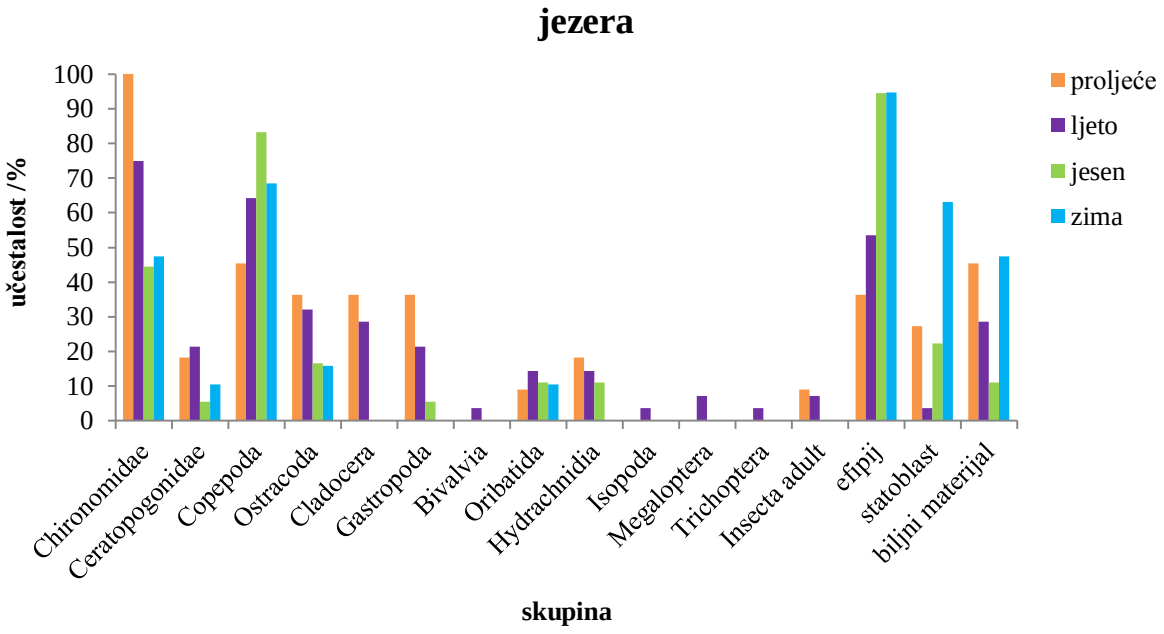
Učestalost pojavljivanja pojedine skupine plijena kod jedinki po godišnjim dobima, posebno za rijeku Čikolu i jezerske sustave, prikazana je u tablici 5.22. i na slikama 5.47. i 5.48.

Tablica 5.22. Učestalost (%) pojavljivanja pojedine skupine plijena u probavilima jedinki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava po godišnjim dobima.

	Čikola				jezera			
skupina plijena	**proljeće (%) N=33**	**ljeto (%) N=30**	**jesen (%) N=34**	**zima (%) N=23**	**proljeće (%) N=11**	**ljeto (%) N=28**	**jesen (%) N=18**	**zima (%) N=19**
Chironomidae	81,8	93,3	91,2	100,0	100,0	75,0	44,4	47,4
Ceratopogonidae	30,3	13,3	41,2	60,9	18,2	21,4	5,6	10,5
Copepoda	24,2	20,0	44,1	21,7	45,5	64,3	83,3	68,4
Ostracoda		3,3	35,3	30,4	36,4	32,1	16,7	15,8
Cladocera	84,8	43,3	32,4		36,4	28,6		
Gastropoda			8,8		36,4	21,4	5,6	
Bivalvia						3,6		
Oribatida	15,2	3,3	23,5		9,1	14,3	11,1	10,5
Hydrachnidia	3,0		2,9	4,3	18,2	14,3	11,1	
Isopoda						3,6		
Amphipoda	39,4	10,0	2,9					
Megaloptera			2,9			7,1		
Coleoptera		10,0						
Trichoptera	3,0	3,3	29,4			3,6		
Ephemeroptera	21,2	6,7						
Odonata	18,2		11,8					
Insecta adult	9,1		5,9	21,7	9,1	7,1		
efipij					36,4	53,6	94,4	94,7
Bryozoa (statoblast)			5,9		27,3	3,6	22,2	63,2
biljni materijal		10,0	26,5		45,5	28,6	11,1	47,4



Slika 5.47. Učestalost (%) pojedine skupine plijena po godišnjim dobima kod jedinki iz rijeke Čikole.



Slika 5.48. Učestalost (%) pojedine skupine plijena po godišnjim dobima kod jedinki iz jezerskih sustava.

Najučestalija skupina plijena u obje populacije bila je porodica Chironomidae, koja je zabilježena u svim godišnjim dobima. Kod jedinki iz rijeke Čikole ona je pronađena u gotovo svim probavilima, najučestalija je bila zimi (zabilježena u 100 % probavila), a najmanje učestala u proljeće (zabilježena u 81,8 % probavila). Kod jezerske populacije porodica Chironomidae zabilježena je u svim probavilima uzorkovanim u proljetnom periodu (100 %), dok je u najmanje probavila zabilježena u jesenskom periodu (u 44,4 % probavila). Porodica Ceratopogonidae i podrazred Copepoda također su zabilježeni kod obje populacije u svim godišnjim dobima, s tim da je porodica Ceratopogonidae bila češća u probavilima iz rijeke Čikole (do maksimalno 60,9 %, zabilježeno u zimskom periodu), a podrazred Copepoda u probavilima jezerske populacije (do maksimalno 83,3 %, zabilježeno u jesenskom periodu). Kod jedinki iz rijeke Čikole u proljetnom periodu veću učestalost imaju također i podrazred Cladocera (84,8 %) i red Amphipoda (39,9 %), a sve ostale skupine plijena pronađene su sporadično. Biljni materijal kod jedinki iz rijeke Čikole pronađen je u manjem postotku samo u ljetnom (u 10 % probavila) i jesenskom (u 26,5 % probavila) periodu. Kod jezerske populacije u svim su godišnjim dobima zabilježeni i efipiji podrazreda Cladocera (maksimalna učestalost je zimi – u 94,7 % probavila), statoblasti razreda Bryozoa (maksimalna učestalost je zimi – u 63,2 % probavila) i biljni materijal (maksimalna učestalost je zimi – u 47,4 % probavila). Ostale skupine plijena kod jezerske populacije zabilježene su sporadično, iako se neke pojavljuju u manjem postotku u svim godišnjim dobima (npr. red Oribatida).

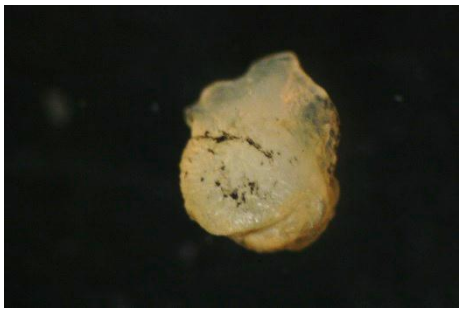
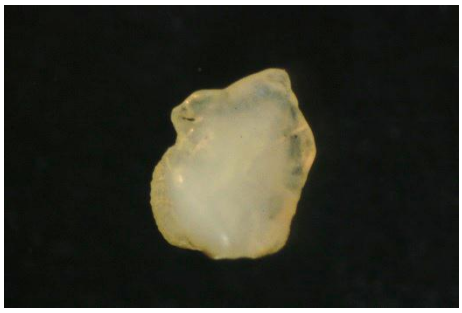
Trofički stupanj oštrulja izračunat na temelju kvalitativnog sastava prehrane kod jezerske populacije iznosi 3,10 ± 0,3, a trofički stupanj oštrulja iz rijeke Čikole iznosi 3,10 ± 0,33, što ih svrstava u skupinu svejeda s preferencijom prema životinjskoj hrani.

5.9. STAROST I RAST

Starost oštrulja određena je na otolitima (*lapilli*). U obzir su uzimani samo normalno razvijeni otoliti na kojima je bilo moguće nedvosmisleno procijeniti zone prirasta, odnosno starost jedinki.

Istraživani otoliti oštrulja dobro su razvijeni, eliptičnog su oblika, ispupčeni na jednoj strani, a ravni na suprotnoj te imaju razvijen rostrum na prednjem kraju (slika 5.49). Veće jedinke imaju veće otolite, a kod manjih jedinki otoliti su manji. Prema tome, možemo

zaključiti da je veličina otolita u ovisnosti o standardnoj duljini tijela, što potvrđuju i rezultati Pearsonovih koeficijenata korelacije standardne duljine tijela i polumjera otolita za oba spola u obje populacije (ženke iz Čikole r=0,950310, p=0,000; mužjaci iz Čikole r=0,792518, p=0,002; ženke iz jezerskih sustava r=0,862665, p=0,000; mužjaci iz jezerskih sustava r=0,726935, p=0,017) i juvenilne jedinke (r=0,877878, p=0,004). U tablici 5.23. prikazane su srednje vrijednosti omjera duljine i širine otolita različitih spolova i populacija, a rezultati analize varijance pokazuju da se različiti spolovi iz iste populacije, kao i isti spolovi iz različitih populacija međusobno statistički značajno ne razlikuju (p>0,05).

a)  b) 

Slika 5.49. Izgled otolita kod oštrulja. (a) ispupčena strana; (b) ravna strana.

Tablica 5.23. Srednje vrijednosti omjera duljine i širine otolita jedinki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava. $\bar{x}$ = srednja vrijednost omjera duljine i širine otolita, sd = standardna devijacija.

Čikola	
	$\bar{x}$ ± sd
ženke	1,40 ± 0,09
mužjaci	1,38 ± 0,07
juvenilni	1,39 ± 0,04
jezera	
	$\bar{x}$ ± sd
ženke	1,42 ± 0,14
mužjaci	1,43 ± 0,11

Kod jezerskih populacija otoliti su deblji i uglavnom neprozirni, a zone prirasta postaju vidljive ispod mikroskopa tek nakon brušenja otolita, dok su otoliti jedinki iz Čikole

tanji i svjetliji, a zone prirasta pod mikroskopom se djelomično mogu vidjeti i prije brušenja otolita.

Najmanji polumjer otolita kod jedinki iz rijeke Čikole iznosio je 388 μm, a najveći 1048 μm, dok je kod jedinki iz jezerskih sustava najmanji polumjer otolita bio 907 μm, a najveći 1344 μm. Prosječni polumjeri svakog anula na otolitu kod jedinki iz jezerskih sustava i rijeke Čikole, posebno za svaki spol, prikazani su u tablici 5.24.

Tablica 5.24. Prosječne vrijednosti i standardne devijacije polumjera anula koji odgovaraju pojedinim godištima oštrulja po sustavima (rijeka Čikola, jezerski sustavi) i po spolu (ženke, mužjaci i juvenilne jedinke). $\bar{x}$ = srednja vrijednost, sd = standardna devijacija.

	Čikola			**jezera**	
	$\bar{x}$ ± sd / μm			**$\bar{x}$ ± sd / μm**	
	ženke	**mužjaci**	**juvenilni**	**ženke**	**mužjaci**
0+	246 ± 27,5	238 ± 30,5	255 ± 56,6	244 ± 41,8	236 ± 32,4
1+	421 ± 46,3	419 ± 50,5	425 ± 40,4	410 ± 53,9	386 ± 63,1
2+	601 ± 74,6	586 ± 75,9		582 ± 65,6	536 ± 78,7
3+	740 ± 81,3	741 ± 122,0		751 ± 67,7	724 ± 105,1
4+				928 ± 85,2	917 ± 86,0
5+				1064 ± 64,7	1027 ± 102,3
6+				1175 ± 36,0	1130
7+				1291	

Polumjeri anula istog spola iz različitih sustava (iz rijeke Čikole i jezerskih sustava) uspoređeni su t-testom, a rezultati pokazuju da u niti jednoj starosnoj kategoriji ne postoje statistički značajne razlike ($p>0,05$).

Neposrednim očitavanjem anula na otolitima uočeno je osam starosnih skupina kod oštrulja, i to 0^+, 1^+, 2^+, 3^+, 4^+, 5^+, 6^+ i 7^+. Sukladno rezultatima očitavanja anula na otolitima jedinke iz rijeke Čikole spadale su u kategorije od 0^+ do 3^+, dok su jedinke iz jezerskih sustava spadale u kategorije od 3^+ do 7^+. Juvenilne jedinke iz rijeke Čikole spadale su u starosne skupine 0^+ i 1^+, a ženke i mužjaci od 1^+ do 3^+. Mužjaci iz jezerskih sustava spadali su u starosne kategorije od 4^+ do 6^+, a ženke u kategorije 3^+ do 7^+. Najbrojnija starosna skupina oštrulja iz rijeke Čikole bila je skupina 1^+, dok je najbrojnija starosna skupina oštrulja iz jezerskih sustava bila 4^+. U kategoriji 7^+ zabilježena je samo jedna ženka oštrulja.

U tablici 5.25. prikazane su prosječne vrijednosti izmjerenih standardnih duljina tijela jedinki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava posebno za svaki spol.

Tablica 5.25. Srednje vrijednosti sa standardnim devijacijama izmjerene standardne duljine (SL/mm) i mase tijela (m/g) jedinki iz rijeke Čikole i jezerskih sustava po spolu. x̄ = srednja vrijednost, sd = standardna devijacija.

Čikola						
	ženke		mužjaci		juvenilni	
	x̄ (SL) ± sd	x̄ (m) ± sd	x̄ (SL) ± sd	x̄ (m) ± sd	x̄ (SL) ± sd	x̄ (m) ± sd
1+	51,82 ± 7,77	2,37 ± 0,92	48,12 ± 5,47	1,98 ± 0,74	37,06 ± 3,00	0,86 ± 0,23
2+	67,85 ± 11,97	5,90 ± 3,18	68,12 ± 11,78	6,05 ± 3,25		
3+	87,72 ± 1,95	10,97 ± 0,14	74,64 ± 7,90	6,69 ± 1,94		

jezera				
	ženke		mužjaci	
	x̄ (SL) ± sd	x̄ (m) ± sd	x̄ (SL) ± sd	x̄ (m) ± sd
3+	96,17	16,50	93,82 ± 6,91	16,77 ± 1,80
4+	104,92 ± 7,23	22,46 ± 4,59	109,20 ± 5,76	26,05 ± 5,90
5+	123,38 ± 4,35	37,64 ± 6,06	124,32 ± 5,81	35,50 ± 5,38
6+	129,65 ± 2,33	46,50 ± 1,98	133,00	47,6
7+	134,35	41,09		

Iz tablice 5.25. možemo vidjeti da su razlike u standardnim duljinama tijela mužjaka i ženki istih starosnih kategorija iz rijeke Čikole vrlo male, a rezultati Tukeyevog testa analize varijance pokazuju da razlike nisu statistički značajne ($p>0,05$). Juvenilne jedinke imaju manju standardnu duljinu tijela od mužjaka i ženki u starosnoj kategoriji 1^+. Kod mase tijela jedinki iz rijeke Čikole razlike su veće, pa tako statistički značajne razlike postoje između mužjaka i ženki u starosnoj kategoriji 3^+ ($p<0,05$), gdje ženke imaju veću masu tijela, kao i između juvenilnih jedinki i ženki u kategoriji 1^+ ($p<0,05$), gdje juvenilne jedinke imaju dosta manju masu tijela. Kod spolova iz jezerskih sustava, u starosnim kategorijama gdje postoji zadovoljavajući uzorak, ne postoje statistički značajne razlike niti u standardnim duljinama tijela niti u masi jedinki. U tablici 5.26. prikazani su dužinski i maseni prirasti jedinki između starosnih kategorija.

Tablica 5.26. Dužinski i maseni prirast između starosnih kategorija pojedinog spola iz rijeke Čikole i jezerskih sustava.

	ženke				mužjaci			
	dužinski prirast (mm)	**dužinski prirast (%)**	**maseni prirast (g)**	**maseni prirast (%)**	**dužinski prirast (mm)**	**dužinski prirast (%)**	**maseni prirast (g)**	**maseni prirast (%)**
Čikola								
1+ - 2+	16,0	30,9	3,5	148,9	20,0	41,6	4,1	205,6
2+ - 3+	19,9	29,3	5,1	85,9	6,5	9,6	0,6	10,6
jezera								
3+ - 4+	8,8	9,1	6,0	36,1				
4+ - 5+	18,5	17,6	15,2	67,6	15,1	13,8	9,5	36,3
5+ - 6+	6,3	5,1	8,9	23,5	8,7	7,0	12,1	34,1
6+ - 7+	4,7	3,6	-5,4	-11,6				

Jedinke iz rijeke Čikole najveći prirast standardne duljine tijela imaju između kategorija 1^+ i 2^+ (ženke 30,9 %, mužjaci 41,6 %), kada je i prirast mase izrazito velik (ženke 148,9 %, mužjaci 205,6 %). Jedinke iz jezerskih sustava najveći prirast standardne duljine tijela i mase imaju između starosnih kategorija 4^+ i 5^+ (dužinski prirast ženki 17,6 %, maseni prirast ženki 67,6 %; dužinski prirast mužjaka 13,8 %, maseni prirast mužjaka 36,3 %). Između nižih uzastopnih starosnih kategorija prirast duljine i mase je veći nego između viših uzastopnih kategorija, što je posebno izraženo kod ženki. Između starosnih kategorija 6^+ i 7^+ ženki iz jezerskih sustava zabilježen je vrlo mali prirast standardne duljine (3,6 %) i pad mase (-11,6 %).

Povratnim izračunom izračunate su srednje vrijednosti standardnih duljina tijela jedinki iz oba sustav, a rezultati su prikazani u tablici 5.27.

Tablica 5.27. Srednje vrijednosti standardnih duljina tijela jedinki iz oba sustava (rijeka Čikola, jezerski sustavi) po spolu (ženke, mužjaci, juvenilne jedinke) dobivene povratnim izračunom. x̄ = srednja vrijednost, sd = standardna devijacija.

	Čikola			jezera	
	ženke	mužjaci	juvenilni	ženke	mužjaci
godište	x̄ ± sd	x̄ ± sd	x̄ ± sd	x̄ ± sd	x̄ ± sd
0+	21,47 ± 3,23	20,71 ± 3,68	21,08 ± 4,13	24,3 ± 4,77	23,28 ± 2,68
1+	36,84 ± 6,36	36,42 ± 5,96	35,41 ± 4,41	40,75 ± 5,85	38,09 ± 4,87
2+	53,52 ± 9,77	50,57 ± 9,17		57,89 ± 7,33	52,87 ± 5,29
3+	70,9 ± 1,15	61,37 ± 8,36		74,63 ± 6,88	71,33 ± 7,42
4+				91,96 ± 9,42	90,67 ± 7,06
5+				108,01 ± 7,24	106,15 ± 11,82
6+				117,4 ± 2,87	113,86
7+				133,94	

Iz tablice 5.27. možemo vidjeti da su standardne duljine spolova po starosnim kategorijama slične. Međutim, rezultati analize varijance i *post hoc* Tukeyevog HSD testa ukazuju na određene razlike. Spolovi iz rijeke Čikole statistički se značajno razlikuju u starosnoj kategorijama 1^+ i 2^+ ($p<0,05$), dok se u starosnim kategorijama 0^+ i 3^+ međusobno statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$). Standardne duljine dobivene povratnim izračunom kod juvenilnih jedinki ne razlikuju se statistički značajno od niti jednog spola u rijeci Čikoli ($p>0,05$). Izračunate standardne duljine tijela spolova iz jezerskih sustava statistički se značajno ne razlikuju ($p>0,05$) u niti jednoj starosnoj kategoriji u kojoj postoji zadovoljavajući uzorak.

Usporedba izmjerenih standardnih duljina tijela jedinki kod kojih je starost očitavana s otolita i njihove standardne duljine dobivene povratnim izračunom pokazuje da su izračunate standardne duljine u svim skupinama kod svih spolova manje nego izmjerene standardne duljine. Usporedbom izmjerenih i izračunatih vrijednosti t-testom, statistički značajne razlike ($p<0,05$) uočene su u svim starosnim kategorijama kod ženki iz rijeke Čikole te kod ženki iz jezerskih sustava, osim u kategorijama 3^+ i 7^+. Kod mužjaka su razlike manje, a razlikuju se samo standardne vrijednosti mužjaka iz rijeke Čikole u kategoriji 2^+ i jezerskih sustava u kategoriji 4^+, dok u ostalim starosnim kategorijama nema razlike ($p>0,05$). Izmjerene i izračunate standardne duljine juvenilnih jedinki također se statistički značajno ne razlikuju ($p>0,05$).

Parametri von Bertalanffyjevog modela rasta izračunati su posebno za mužjake i ženke kod obje istraživane populacije, a dobivene jednadžbe modela prikazane su u tablici 5.28.

Tablica 5.28. Jednadžbe von Bertalanffyjevog modela rasta oštrulja po spolu u rijeci Čikoli i jezerskim sustavima (Visovac i Torak).

spol	jednadžba
Čikola ženke	$L_t = 113{,}5(1 - e^{-0{,}41(t+0{,}40)})$
Čikola mužjaci	$L_t = 102{,}7(1 - e^{-0{,}77(t+0{,}2)})$
jezera ženke	$L_t = 150{,}5(1 - e^{-0{,}39(t+0{,}38)})$
jezera mužjaci	$L_t = 138{,}8(1 - e^{-0{,}85(t+0{,}19)})$

Kod ženki iz rijeke Čikole dobivena najveća teoretska standardna duljina tijela je 113,5 mm, dok je najveća izmjerena standardna duljina tijela ženki iz te populacije iznosila 100,31 mm. Starost kod koje bi ženke iz rijeke Čikole imale duljinu tijela nula je -0,40, a koeficijent rasta je 0,41. Kod mužjaka iz rijeke Čikole najveća teoretska standardna duljina tijela je 102,7 mm, a najveća izmjerena standardna duljina je 88,88 mm. Starost kod koje bi mužjaci iz rijeke Čikole imali duljinu tijela nula je -0,2, s koeficijentom rasta 0,77. Kod ženki iz jezerskih sustava izračunata najveća teoretska duljina tijela je 150,5 mm, dok je najveća izmjerena standardna duljina ženki iz te populacije iznosila 134,35 mm. Starost kod koje bi ženke iz jezerskih sustava imale duljinu tijela nula je -0,38, a koeficijent rasta je 0,39. Za mužjake iz jezerskih sustava najveća teoretska standardna duljina iznosi 138,8 mm, a najveća izmjerena standardna duljina je 133,00 mm. U dobi od -0,19 mužjaci iz jezerskih sustava imali bi duljinu nula, a koeficijent rasta za njih je 0,85.

5.10. SMRTNOST

Prema Paulyjevoj jednadžbi, temeljenoj na parametrima von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta i prosječne godišnje temperature vode (jezerski sustavi 15,5 °C, rijeka Čikola 19,8 °C), prirodna smrtnost ženki iz rijeke Čikole iznosi 1,12, dok prirodna smrtnost mužjaka iz rijeke Čikole iznosi 1,74. Prirodna smrtnost ženki iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) iznosi 1,12, a mužjaka 1,51. Prema Richter i Efanovljevoj jednadžbi, temeljenoj na godištu

masovnog spolnog sazrijevanja jedinki, prirodna smrtnost ženki iznosi 0,77, a prirodna smrtnost mužjaka 1,37.

6. RASPRAVA

6.1. MORFOMETRIJA, MERISTIKA I VANJSKI IZGLED OŠTRULJA

Mnogi znanstvenici smatraju da su morfološke varijacije, naročito između alopatrijskih populacija iste vrste, posljedica genetičkih i okolišnih čimbenika (BARLOW 1961, WIMBERGER 1992, 1994). Razlike u obliku i veličini tijela jedinki iste vrste često se mogu povezati sa specifičnim uvjetima na staništu. Tako je opća pretpostavka da će jedinke riba koje žive u tekućim sustavima imati fusiformni oblik tijela s dužim prsnim i trbušnim perajama za lakše održavanje u struji vode, dok će tijelo jedinki koje žive isključivo u jezerskim sustavima imati kraće i zaobljenije peraje za lakše kretanje kroz vodu (LEAVY I BONNER 2009). Također, veličina vodnog tijela kojeg neke vrste riba nastanjuju često određuje veličinu tijela jedinki, pa je tako i pretpostavka da će jedinke koje imaju veće područje kretanja (eng. *home range*) biti veće od onih koje imaju manje područje kretanja (WOODWARD I SUR. 2005). Prema toj teoriji jedinke koje žive u manjim vodnim tijelima, primjerice manjim rijekama i povremenim vodotocima trebale bi biti manje od jedinki koje žive u većim vodnim tijelima, npr. jezerima. U skladu s iznesenim pretpostavkama, i rezultati morfometrijskih analiza izvršenih na oštruljima iz različitih populacija pokazali su općenito preklapanje jezerskih populacija te odvajanje populacija iz tekućih sustava, pogotovo rijeke Čikole. Raspon duljina tijela kod ženki oštrulja kretao se od 40,25 mm do 134,35 mm SL. Ženka s najmanjom standardnom duljinom tijela ulovljena je na rijeci Čikoli, dok je ženka s najvećom standardnom duljinom ulovljena na jezeru Visovac. Kod mužjaka se raspon vrijednosti standardnih duljina tijela kretao od 35,33 mm do 133,00 mm. Mužjak s najmanjom standardnom duljinom tijela također je ulovljen na rijeci Čikoli. Najveću standardnu duljinu tijela imao je mužjak iz jezera Torak. Već po ovom svojstvu, tj. po najvećim duljinama tijela, možemo vidjeti odvajanje nekih populacija. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da jedinke iz rijeke Čikole gotovo nikad ne dosežu duljine tijela kao jedinke iz jezerskih sustava ili kanala Ždralovac. Standardna duljina tijela najveće jedinke iz rijeke Čikole iznosila je svega 100,31 mm. S obzirom da su kod riba dimenzije na tijelu, uz genetičke čimbenike, uvjetovane i uvjetima na staništu, ponajprije dostupnošću hane, možemo pretpostaviti da ekološki čimbenici imaju veliki utjecaj na njihovu duljinu tijela (ŠPREM I SUR. 2001, WOODWARD I SUR. 2005, BUJ 2010). Rijeka Čikola, za razliku od jezerskih sustava, hidrološki je vrlo dinamičan ekosustav. Ljeti ona presušuje i ostaju samo bazenčići vode, pa se ribe zadržavaju na vrlo ograničenom području, dok zimi nabuja, a brzina toka tada dostiže velike vrijednosti. Takvi

uvjeti utječu i na dostupnost hrane, što može biti uzrok tome da oštrulji koji žive u rijeci Čikoli ne dosežu veličine kao oni iz jezerskih sustava, gdje su uvjeti kroz cijelu godinu ujednačeniji pa je i hrana dostupnija. Najbolji primjer toga su rezultati koje je dobila GUZINA (2000) za oštrulje iz Livanjskog polja. Materijal obrađen u njezinom radu skupljen je u Livanjskom polju u rijeci Bistrici prije formiranja Buškog jezera na tom dijelu (uzorci iz 1965. godine) i kasnije, od 1983. do 1986. godine, u Buškom jezeru. Najveća zabilježena standardna duljina tijela jedinki iz rijeke Bistrice iznosila je 109 mm, dok je kod jedinki iz Buškog jezera najveća duljina iznosila 206 mm, što ukazuje na razlike u veličinama tijela jedinki iz različitih sustava.

Ovakvi rezultati potvrđeni su i istraživanjima rađenim na drugim vrstama riba. LAVIN I MCPHAIL (1993) uspoređivali su morfometriju koljuški (*Gasterosteus* sp.) iz jezerskih i riječni populacija u Kanadi i zaključili da riječne populacije uvijek imaju manju duljinu tijela od jezerskih populacija. Međutim, NEAT I SUR. (2003) dobili su suprotne rezultate za jezerske i riječne populacije babice (*Salaria fluviatilis*). Prema njihovom istraživanju, jedinke riječnih populacija bile su općenito veće od jedinki jezerskih populacija. Uzevši u obzir različite rezultate, možemo pretpostaviti da su morfometrijske značajke riba vrlo plastične te da ovise o specifičnim uvjetima na staništu kojeg ribe nastanjuju. To dovodi do razlika između pojedinih vrsta i populacija pa se rezultati dobiveni za vrste koje nastanjuju različita staništa ne mogu međusobno uspoređivati. Kanal Ždralovac je umjetno iskopan kanal sa sporije tekućom vodom u Livanjskom polju koji je dobro povezan s umjetnim Buškim jezerom pa ribe mogu migrirati između ova dva sustava. Također, ovaj kanal nikad ne presušuje. Ovi povoljniji ekološki uvjeti objašnjavaju činjenicu da oštrulji iz Ždralovca dosežu veće duljine tijela nego oštrulji iz rijeke Čikole, te da su po duljinama tijela sličniji oštruljima iz jezera Torak i Visovac, iako su ulovljeni u tekućem sustavu. Međutim, GUZINA (2000) je u svom istraživanju oštrulja iz Ždralovca zabilježila jedinke puno manjih veličina (raspon standardnih duljina od 32 do 95 mm) u usporedbi s jedinkama zabilježenim ovim istraživanjem. Livanjsko polje zadnjih je godina pod vrlo velikim utjecajem čovjeka, te su tamo prokopani kanali spojeni s Buškim jezerom koji služe za dreniranje polja, a upravo je kanal Ždralovac jedan od takvih umjetno prokopanih kanala. U gornjem dijelu polja još uvijek postoje prirodni vodotoci koji presušuju. S obzirom na vrijeme prikupljanja uzoraka za potrebe svog rada (1988. godina), vrlo je vjerojatno da je GUZINA (2000) materijal prikupila u jednom od prirodnih vodotoka. Međutim, zbog nedostatka informacija o točnom području prikupljanja

materijala, nije moguće usporediti rezultate dobivene ovim istraživanjem i istraživanjem GUZINE (2000).

U vanjskom izgledu ženke i mužjaci oštrulja jasno se mogu razlikovati. Najprimjetnija razlika između spolova je prisutnost urogenitalne papile, odnosno leglice kod ženki, koja nastaje spajanjem analnog i urogenitalnog otvora s podrepnom perajom. Međutim, osim u jasno vidljivoj leglici, spolovi se razlikuju i u nekim morfometrijskim značajkama, npr. u duljini pojedinih peraja i njihovih baza. Mužjaci oštrulja imaju nešto duže prsne peraje od ženki – kod ženki oštrulja one zauzimaju u prosjeku 17,0 % SL, dok kod mužjaka one zauzimaju u prosjeku 17,9 % SL. Ovo svojstvo najizraženije je kod jedinki iz jezera Visovac i jedinki iz rijeke Čikole. Mužjaci imaju i malo duže trbušne peraje nego ženke. Kod ženki one zauzimaju prosječno 15,5 % SL, dok kod mužjaka one zauzimaju u prosjeku 15,9 % SL, što je najizraženije kod jedinki iz jezera Visovac, dok kod ostalih populacija, iako razlike postoje, one nisu statistički značajne. Također, u duljini baze leđne i podrepne peraje postoje odstupanja. Kod ženki baza leđne peraje zauzima u prosjeku 13,3 % SL, a kod mužjaka prosječno 13,7 % SL, što ukazuje da mužjaci često imaju malo dužu bazu leđne peraje nego ženke. Ova je značajka opet najizraženija kod populacije iz Visovca. Baza podrepne peraje općenito je duža kod ženki. Kod njih baza podrepne peraje zauzima u prosjeku 8,0 % SL, dok kod mužjaka ona zauzima u prosjeku 7,2 % SL. Razlike u duljini peraja između spolova mogu se povezati s ponašanjem oštrulja prilikom razmnožavanja. FREYHOF (1997) je primijetio da oštrulji postaju aktivniji u vrijeme razmnožavanja kada više mužjaka aktivno prati ženku koja polaže jajašca. Iako se ove sekundarne spolne karakteristike ne mogu sa sigurnošću povezati s razmnožavanjem, moguće je da mužjaci imaju nešto veće parne peraje kako bi lakše pratili ženku. Međutim, ovo nije u skladu s navodima od HECKELA I KNERA (1858), koji navode da su kod mužjaka prsne peraje u pravilu kraće nego kod ženki.

Kao jednu od glavnih razlika između mužjaka i ženki oštrulja HECKEL (1843) i HECKEL I KNER (1858) navode i visinu tijela. Prema njima, visina tijela odraslih ženki znatno je veća nego kod mužjaka i mladih jedinki, odnosno kod ženki je ispred leđne peraje formirana karakteristična grba. Ovim istraživanjem razlike u visini tijela mužjaka i ženki nisu ustanovljene kod svih populacija. Između spolova iz jezerskih sustava u omjeru H/SL nema statistički značajnih razlika, a vrijednosti za Visovac iznose 25,3 % SL kod ženki i 24,6 % SL kod mužjaka, dok vrijednosti za Torak iznose 24,8 % SL kod ženki i 24,4 % SL kod mužjaka. Međutim, statistički značajne razlike u vrijednostima ovog omjera prisutne su između spolova iz rijeke Čikole i kanala Ždralovac. Kod jedinki iz rijeke Čikole srednja vrijednost omjera kod

ženki je 23,5 % SL, a kod mužjaka 24,2 % SL, dok za ženke iz kanala Ždralovac srednja vrijednost iznosi 24,7 % SL, a za mužjake 22,2 % SL. Ovakvi rezultati u skladu su s rezultatima koje su dobili AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1968) i GUZINA (2000). Prema njihovim istraživanjima, visina tijela nije različita između spolova, već između starosnih kategorija jedinki, odnosno mlađe jedinke oba spola imaju niže tijelo, dok je kod starijih jedinki tijelo više.

Rezultati morfometrijskih analiza otkrili su da se spolovi oštrulja blago razlikuju u još nekim karakteristikama. Ženke u pravilu imaju šire tijelo od mužjaka – prosječna vrijednost za sve ženke iznosi 14,8 % SL, dok je kod mužjaka to 14,2 % SL. Ova značajka najizraženija je kod jedinki iz rijeke Čikole i kanala Ždralovac, dok se spolovi iz Visovca i Torka u ovom svojstvu statistički značajno ne razlikuju. Također, ženke u prosjeku imaju i manju visinu glave u odnosu na maksimalnu visinu tijela (hco=60,8 % H) nego mužjaci (hco=62,8 % H). Po ovom svojstvu najviše se razlikuje populacija iz kanala Ždralovac i populacija iz jezera Visovac. Promjer oka veći je kod mužjaka, kod kojih u prosjeku zauzima 19,3 % duljine glave (c), dok je kod ženki u prosjeku 18,2 % c što je najizraženije kod jedinki iz jezera Visovac.

U ovom istraživanju sve izmjerene morfometrijske mjere kod oštrulja u ovisnosti su o standardnoj duljini tijela (SL), odnosno, ne postoji niti jedna mjera koja barem kod nekih populacija nije u korelaciji sa SL. Kod ženki oštrulja iz jezera Visovac samo duljina baze podrepne peraje ne pokazuje korelaciju sa SL, dok kod ženki iz Torka to ne pokazuje duljina repne peraje. Kod ženki iz Čikole i Ždralovca sve su mjere u ovisnosti o standardnoj duljini tijela. Kod mužjaka iz jezerskih sustava samo tri mjere nisu u korelaciji sa standardnom duljinom tijela – u jezeru Visovac to su duljina baze podrepne peraje i širina međuočnog prostora, dok su za mužjake iz Torka to duljina baze podrepne peraje i duljina repne peraje. Kao i kod ženki, i kod mužjaka iz Čikole i Ždralovca sve su mjere u ovisnosti o SL. Kako je već ranije spomenuto, ekološki čimbenici kod oštrulja imaju utjecaj na standardnu duljinu tijela, što znači da oni utječu i na ostale dimenzije na tijelu koje su u ovisnosti o standardnoj duljini. Prema tome, tjelesne dimenzije oštrulja su općenito pod većim utjecajem ekoloških čimbenika, a manje pod utjecajem genetičkih čimbenika. Nakon alometrijske pretvorbe, koja je korištena za standardizaciju morfometrijskih značajki, niti jedna mjera više nije bila u korelaciji sa SL, što znači da one više nisu bile u ovisnosti o duljini tijela. Prema tome se alometrijska pretvorba pokazala kao dobar alat za pretvaranje izmjerenih značajki u varijable oblika neovisne o veličini.

Rezultati analize varijance (ANOVA) provedene s mjerama standardiziranim alometrijskom pretvorbom pokazuju razlike između pojedinih populacija. Ženke oštrulja iz različitih populacija statistički se značajno razlikuju u svim mjerama neovisnim o standardnoj duljini tijela. Populacija koja najviše odstupa je ona iz rijeke Čikole. Ženke iz rijeke Čikole od ženki iz svih ostalih populacija statistički se značajno razlikuju u svim prilagođenim morfometrijskim mjerama. Za razliku od populacije iz Čikole, jedinke iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) međusobno statistički se značajno razlikuju samo u sedam prilagođenih mjera. Ženke iz kanala Ždralovac najsličnije su ženkama iz jezera Torak, od kojih se statistički značajno razlikuju u 19 prilagođenih mjera, dok se od ženki iz jezera Visovac razlikuju u 22 prilagođene mjere. Mjere u kojima ženke pokazuju najmanje statistički značajnih razlika su duljina baze podrepne peraje (lA) i najveća širina glave (laco).

Analiza varijance provedena s mjerama standardiziranim alometrijskom pretvorbom kod mužjaka pokazuje slične rezultate kao i kod ženki. Kad se usporede međusobno, sve se populacije statistički značajno razlikuju. *Post hoc* analiza pokazala je da se mužjaci iz rijeke Čikole od ostalih mužjaka statistički značajno razlikuju u svim prilagođenim morfometrijskim mjerama, a mužjaci iz Ždralovca samo se u jednoj mjeri ne razlikuju statistički značajno od mužjaka iz Torka (duljina baze podrepne peraje), dok se od ostalih mužjaka razlikuju u svim mjerama. Mužjaci iz jezerskih populacija (Visovac i Torak) međusobno se statistički značajno razlikuju u devet standardiziranih mjera.

Iz navedenih rezultata možemo vidjeti da se jedinke iz različitih sustava (jezerskih i riječnih sustava) statistički značajno razlikuju u najviše mjera, a posebno je to vidljivo kod populacija iz rijeke Čikole. Svi dobiveni podaci idu u prilog ranije spomenutoj hipotezi da se jedinke iz riječnih (Čikola) i jezerskih (Visovac i Torak) sustava razlikuju po tjelesnim dimenzijama, na što veliki utjecaj imaju različiti ekološki čimbenici staništa. Jedinke iz kanala Ždralovac, koji predstavlja (polu)tekući sustav, po tjelesnim dimenzijama sličnije su jedinkama iz rijeke Čikole nego onima iz čistih jezerskih sustava, iako se i ždralovačka populacija u većini mjera razlikuje od riječnih populacija.

Morfometrijski omjeri pokazuju malo manje razlika između jezerskih i riječnih populacijama od tjelesnih dimenzija standardiziranih alometrijskom pretvorbom, iako su te razlike i dalje velike. Rezultati analize varijance za ženke pokazuju da se sve populacije međusobno ne razlikuju samo u pet morfometrijskih omjera. Međutim, *post hoc* usporedba opet je pokazala da između jezerskih populacija postoji manje statistički značajnih razlika

nego između jezerskih i riječnih populacija. Prema morfometrijskim omjerima jezerske populacije su vrlo slične (razlikuju se samo u jednom omjeru), dok se populacija iz rijeke Čikole najviše odvaja od jezerskih populacija (razlikuje se u 21 omjeru od ženki iz Visovca i 11 omjera od ženki iz Torka), a najsličnija je populaciji iz kanala Ždralovac (razlikuju se samo u pet morfometrijskih omjera). Ženke iz kanala Ždralovac više se statistički značajno razlikuju od jezerskih populacija, nego od populacije iz rijeke Čikole.

Kod mužjaka se može primijetiti sličan trend kao i kod ženki, osim što se mužjaci međusobno razlikuju u manje morfometrijskih omjera. Analiza varijanci morfometrijskih omjera za mužjake pokazala je kako se mužjaci iz svih populacija međusobno ne razlikuju u 10 od 27 morfometrijskih omjera. Međutim, detaljnija analiza, tj. *post hoc* usporedba ipak pokazuje statistički značajne razlike u morfometrijskim omjerima različitih populacija. Mužjaci iz jezerskih sustava međusobno se razlikuju u samo jednom morfometrijskom omjeru, u najvećoj širini glave u odnosu na standardnu duljinu tijela (laco/SL). U ovom morfometrijskom svojstvu mužjaci iz jezera Torak pokazuju malo veće vrijednosti, tj. imaju malo šire glave od mužjaka iz Visovca. Mužjaci iz Čikole od onih iz jezera Visovac razlikuju se u 14 omjera, od mužjaka iz jezera Torak u šest omjera, a od ždralovačkih mužjaka u četiri omjera. S obzirom da se ženke oštrulja razlikuju u više morfometrijskih omjera nego mužjaci, možemo zaključiti da su one pod većim utjecajem ekoloških čimbenika nego mužjaci, koji su vjerojatno pod većim utjecajem genetičkih čimbenika.

Prema morfometrijskim omjerima možemo vidjeti da jedinke iz rijeke Čikole i kanala Ždralovac imaju duže glave nego što to imaju jezerske populacije. Ovi rezultati u skladu su s istraživanjem koje su proveli SOLEM I SUR. (2006) na jedinkama lososa (*Salmo salar*) iz divljih populacija i iz uzgajališta. Prema njihovim rezultatima, jedinke koje žive u bržoj struji vode (divlje populacije) imaju veće glave od jedinki koje žive u sporijoj struji vode (uzgajalište).

Duljina peraja te njihov položaj na tijelu ribe često se razlikuju kod populacija koje žive u različitim uvjetima staništa, a najviše ovise o brzini toka. Pretpostavka je da će kod riječnih populacija parne peraje biti smještena anteriornije na tijelu nego kod jezerskih populacija (WEBB 1984), kao i da će peraje biti veće i šire kod riječnih populacija kako bi se one lakše kretale i održavale u jakoj struji vode (WIMBERGER 1992). Iako su istraživanja vezana uz ovu značajku oskudna, ono koje su proveli BRINSMEAD I FOX (2002) na vrstama *Lepomis gibbosus* i *Ambloplites rupestris* (Rafinesque, 1817) i SWAIN I HOLTBY (1989) na

vrsti *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum, 1792) djelomično potvrđuju ovu pretpostavku. Rezultati njihovog istraživanja pokazuju da jedinke vrste *L. gibbosus* iz riječne populacije imaju trbušne peraje smještene anteriornije na tijelu, dok mužjaci vrste *A. rupestris* imaju i trbušne i prsne peraje smještene anteriornije. Kod vrste *O. kisutch*, juvenilne jedinke iz riječnih populacija također su imale prsne peraje smještene anteriornije na tijelu. Međutim, za oštrulja ta pretpostavka nije potvrđena. Oštruljima iz riječnih populacija parne su peraje ili smještene posteriornije na tijelu, kao što su to prsne peraje kod mužjaka iz Čikole, ili u ovom morfometrijskom svojstvu nema razlike među populacijama. Niti u duljini peraja nema statistički značajnih razlika između riječnih i jezerskih populacija. Jedinke iz riječnih sustava imaju dužu bazu leđne i podrepne peraje, a ženke iz Ždralovca imaju neznatno duže prsne peraje, dok one iz Čikole imaju malo duže trbušne peraje. BRINSMEAD I FOX (2002) u svojem su istraživanju također primijetili da nema velikih razlika u duljini peraja riba iz različitih staništa. Rezultati dobiveni za oštrulja, zapravo, odgovaraju uvjetima na staništima na kojima žive. Kanal Ždralovac nije brzi tekući sustav, već on cijele godine sporo teče prema Buškom jezeru, kojeg ribe mogu koristiti kao refugij, pa se ribe ne moraju aktivno suprotstavljati jakoj struju vode. Oštrulji iz rijeke Čikole ljeti žive u gotovo stajaćoj vodi, s obzirom da od rijeke Čikole ostaju samo bazenčići koji međusobno nisu spojeni. Zimu, kada rijeka Čikola nabuja i struja vode postane jaka, oštrulji preživljavaju ili u podzemlju ili sakriveni između kamenja te je njihova aktivnost smanjena na minimum, pa se ni tada ne moraju suprotstavljati jakoj struji vode.

Rezultati analize glavnih komponenata (PCA) tjelesnih mjera standardiziranih alometrijskom pretvorbom, kao i rezultati PCA morfometrijskih omjera, potvrđuju prije iznesene pretpostavke te jasno pokazuju odvajanja i grupiranja populacija iz pojedinih sustava. Rezultati PCA standardiziranih tjelesnih mjera i kod ženki i kod mužjaka pokazuju veću razlučivost nego oni dobiveni za morfometrijske odnose. Kod oba spola faktor 1 i 2 PCA-analize standardiziranih tjelesnih mjera obuhvaćaju vrlo velik postotak varijabilnosti (kod ženki ukupno 91,56 %, a kod mužjaka čak 94,42 %), a projekcije standardiziranih morfometrijskih mjera na ravnine određene tim faktorima kod oba spola pokazuju jasno odvajanje populacija iz rijeke Čikole i kanala Ždralovac te preklapanje populacija iz jezerskih sustava (Visovac i Torak). Kod ženki su faktori s najvećom varijabilnosti određeni mjerama aD, c, aV, lac, lA, dA, dD i laco, a kod mužjaka su određeni mjerama aA, c, aD, Pan, aV, dD, lC i TL.

Rezultati PCA-analize morfometrijskih omjera pokazuju malo veća preklapanja među populacijama nego oni dobiveni standardiziranim morfometrijskim mjerama. Faktori 1 i 2 PCA-analize morfometrijskih omjera obuhvaćaju manji postotak varijabilnosti (kod ženki ukupno 46,24 %, kod mužjaka 41,26 %), kod ženki su oni određeni omjerima aP/SL, c/SL, laco/SL, lac/SL i H/SL, dok su kod mužjaka određeni omjerima aP/SL, c/SL, laco/SL, aA/SL, Van/SL i Pan/SL. Projekcije morfometrijskih omjera na ravnine određene faktorima 1 i 2 ipak ukazuju na odvajanje jezerskih i riječnih populacija. Međutim, kod rezultata PCA morfometrijskih omjera populacija iz kanala Ždralovac preklapa se s populacijom iz rijeke Čikole, a između ovih populacija i onih iz jezerskih sustava postoji vrlo malo preklapanje. Na temelju ovih rezultata možemo zaključiti da su populacije iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) morfometrijski vrlo slične, dok se populacija iz Čikole najviše odvaja, a populacija iz Ždralovca nalazi se između ove tri populacije. Ovakvi rezultati potvrđuju pretpostavku da između jezera Visovac i Torak dolazi do migracija pa se ove populacije smatraju jednom populacijom. Pretpostavka je da se jedinke iz rijeke Čikole cijeli život zadržavaju u gornjem toku, zbog čega su razvile prilagodbe na ekološke uvjete koji su prisutni u gornjem toku rijeke. Jedinke iz kanala Ždralovac mogu migrirati između kanala u polju i nedavno umjetno stvorenog Buškog jezera, zbog čega su njihove morfološke karakteristike između čistih jezerskih i čistih riječnih populacija, što je rezultatima i potvrđeno.

Za razliku od morfometrijskih značajki, u meurističkim značajkama oštrulja postoji inter- i intrapopulacijska varijabilnost, te se na temelju meurističih značajki niti jedna populacija ne može izdvojiti od ostalih. Broj perajnih šipčica zabilježen ovim istraživanjem u skladu je s perajnom formulom koja se navodi u većini literature, a glasi D III+8, A II+5, P I+15, V II+7-8, C 19 (HECKEL 1843, HECKEL I KNER 1858, SEELEY 1886, VUKOVIĆ I IVANOVIĆ 1971, GUZINA 2000, ĆALETA I SUR. 2009). Potrebno je napomenuti da se prilikom brojanja šipčica u leđnoj i podrepnoj peraji u ovom istraživanju pratila preporuka iz KOTTELAT I FREYHOF (2007), te je u njima zadnja šipčica brojana kao ½, što bi značilo da perajna formula za ove dvije peraje glasi D III+7½ i A II+4½. Broj škržnih šipčica kod oštrulja iz različitih populacija kretao se od 14 do 20. Vrlo sličan broj, prosječno 18 škržnih šipčica, zabilježila je i GUZINA (2000). Broj ždrijelnih zubi u svim je populacijama najčešće iznosio 4 – 4, a sporadično su zabilježene i jedinke s dodatnim, ali nerazvijenim petim (odnosno nultim) zubićem na jednom od lukova. Ovakve rezultate, isključujući nerazvijeni zubić koji se pojavljuje sporadično, zabilježili su i drugi autori (HECKEL I KNER 1858, SEELEY 1886, VUKOVIĆ I IVANOVIĆ 1971, GUZINA 2000). S obzirom na veliku varijabilnost u svim

merističkim svojstvima i unutar i između populacija, možemo zaključiti da se na temelju njih niti jedna populacija oštrulja ne odvaja.

U obojenosti oštrulja također postoji varijabilnost među, ali i unutar populacija. Osnovna boja tijela oštrulja je svjetla (bjelkasta, srebrnkasta ili žućkasta), s više ili manje izraženim crnim točkicama koje mogu biti okupljene u različite oblike, kao što su to mrljice ili prugice. Leđna strana gotovo je uvijek vrlo tamno obojena, dok je trbušna strana gotovo uvijek bijela i bez točkica. Usta su donja i potkovasta, te su okružena s dva para brčića, od kojih je gornji (maksilarni) uvijek kraći od donjeg (mandibularnog) para. Bočna pruga vidljiva je kod većih jedinki, često valovita u prednjem dijelu, dok je u stražnjem dijelu gotovo ravna. Kod nekih jedinki bočna pruga je isprekidana, a kod manjih jedinki vrlo je slabo vidljiva. U vrijeme mrijesta mužjaci oštrulja poprimaju drugačiju, izraženiju obojenost od ženki, iako se ta obojenost može primijetiti samo kod živih jedinki koje nisu pod stresom (npr. prilikom proučavanja živih jedinki u akvariju). Na konzerviranim jedinkama razlike u obojenosti uglavnom nisu vidljive. Populacija koja se po obojenosti tijela izdvaja je ona iz kanala Ždralovac. Svim jedinkama ulovljenim u ovom kanalu osnovna boja bila je bjelkasto-žućkasta, crne točkice bile su malobrojne i po glavi i po tijelu te su rijetko bile okupljene u mrljice ili prugice. Razlog promjene obojenosti vjerojatno je zamućena voda kanala zbog zemljane podloge na kojoj se kanal nalazi i nedavnog prokopavanja novih kanala u Livanjskom polju. Svjetlija obojenost u ovom kanalu primijećena je i kod drugih vrsta riba ulovljenih prilikom istraživanja.

6.2. ZNAČAJKE POPULACIJA

Struktura populacije oštrulja do sad je istraživana u nekoliko navrata, iako su rezultati dobiveni tim istraživanjima vrlo oskudni te se zbog različite metodologije (ili neopisane metodologije) nisu usporedivi (AGANOVIĆ I VUKOVIĆ 1968, GUZINA 2000).

Iz rezultata dobivenih ovim istraživanjem možemo vidjeti da je najveća standardna duljina tijela oštrulja iznosila 134,35 mm (164 mm ukupne duljine tijela), a zabilježena je kod jedinke iz Visovačkog jezera. Jedinke iz rijeke Čikole manje su od jedinki iz jezerskih sustava (Visovac i Torak), a najveća jedinka iz rijeke Čikole imala je standardnu duljinu 100,31 mm. Ovakvi rezultati općenito su u skladu s ostalim dostupnim podacima za oštrulja. ĆALETA I SUR. (2009) navode da veličina oštrulja može biti do 25 cm, ali je najčešće do 20 cm, dok

MRAKOVČIĆ I SUR. (2006) navode da je najčešća duljina od 9 do 12 cm. GUZINA (2000) je zabilježila velike jedinke oštrulja u Buškom jezeru, gdje je najveća zabilježena jedinka imala standardnu duljinu tijela 206 mm, a ukupnu duljinu čak 241 mm. U tom istraživanju oštrulji iz Visovačkog jezera i rijeke Čikole imali su slične ukupne i standardne duljine tijela, kao i jedinke zabilježene ovim istraživanjem, osim što su zabilježene nešto veće vrijednosti za jedinke iz rijeke Čikole. Prema rezultatima tog istraživanja, jedna ženka oštrulja iz rijeke Čikole imala je standardnu duljinu tijela 146 mm, a sve ostale uzorkovane jedinke iz rijeke Čikole bile su puno manje (od 68 do 77 mm SL). Rezultati koje navodi GUZINA (2000), kao i rezultati dobiveni ovim istraživanjem, potvrđuju pretpostavku da jedinke u riječnim sustavima vrlo rijetko dosežu veličine kao jedinke u jezerskim sustavima.

Kad se usporedi ukupni uzorak oštrulja, ženke imaju malo veću najveću i srednju vrijednost standardne duljine tijela od mužjaka (najveća vrijednost SL: kod ženki 134,35 mm, a kod mužjaka 133,00 mm; srednja vrijednost SL: 87,85 mm kod ženki, 77,62 mm kod mužjaka). U rijeci Čikoli ženke također imaju statistički značajno veću srednju vrijednost standardne duljine tijela od mužjaka (67,42 mm prema 59,27 mm), dok kod jezerskih populacija, iako ženke imaju malo veću srednju vrijednost, ta razlika nije statistički značajna (112,36 mm prema 108,92 mm). Ovakvi rezultati u skladu su s rezultatima koje je dobila GUZINA (2000) za oštrulje iz gotovo svih populacija, osim za populaciju iz Visovačkog i Blidinjeg jezera gdje su mužjaci imali nešto veću srednju vrijednost standardne duljine tijela od ženki. Literaturni navodi HECKELA I KNERA (1858) također kažu da su mužjaci oštrulja uvijek manji od ženki. Međutim, rezultati analize standardne duljine tijela po starosnim kategorijama ne ukazuju na takve zaključke, odnosno, spolovi iste starosti imaju i iste standardne duljine tijela. Mogući razlog dobivenih razlika u ukupnom uzorku je taj što ženke duže žive, pa dosegnu i veće standardne duljine tijela od mužjaka.

Najzastupljeniji dužinski razredi kod ženki iz rijeke Čikole su od 50 do 59 mm i od 80 do 89 mm standardne duljine tijela, dok su mužjaci najbrojniji u dužinskom razredu od 40 do 49 mm. U uzorku iz rijeke Čikole prisutne su i juvenilne jedinke, koje su najzastupljenije u dužinskom razredu od 30 do 39 mm. Jedna juvenilna jedinka, tj. jedinka koja nije imala vidljive vanjske spolne karakteristike niti razvijene gonade, zabilježena je i u razredu od 50 do 59 mm, iako su se kod većine jedinki tih duljina već jasno mogle vidjeti vanjske spolne karakteristike (leglica kod ženki). Ženke iz jezerskih sustava najbrojnije su u dužinskom razredu od 110 do 119 mm, a mužjaci u dužinskom razredu od 100 do 109 mm standardne duljine tijela, što bi odgovaralo starosnoj kategoriji 4^{+}. Takvi rezultati u skladu su s

istraživanjem GUZINE (2000) koja je također zabilježila najveću brojnost jedinki u jezerskim sustavima u starosnoj kategoriji 4^{+}. Važno je napomenuti kako ovim istraživanjem u jezerskim sustavima nisu uhvaćene juvenilne jedinke niti manje spolno zrele jedinke, što je posljedica različite metode uzrokovanja (lov mrežama kojima se juvenilne i manje jedinke ne mogu uloviti). Zbog toga se rezultati o sastavu jezerske populacije, iako su u skladu s rezultatima koje je zabilježila GUZINA (2000), moraju uzeti s oprezom.

U zdravim populacijama svi organizmi trebali bi stvarati jednaki omjer spolova – broj mužjaka i ženki trebao bi biti podjednak kako bi se vrsta mogla održati. Omjer spolova reguliran je prirodnim odabirom i ima tendenciju izjednačavati se (FISHER 1930). Reproduktivni potencijal riba često je određen brojem ženki koje mogu proizvoditi jajašca, a poremećeni omjeri, pogotovo ako su pomaknuti na stranu mužjaka, mogu utjecati na vijabilnost populacija (MARČIĆ 2013). Iz omjera spolova oštrulja, koji se od teoretskog omjera 1:1 statistički značajno ne razlikuje niti u jednoj populaciji, može se zaključiti da su istraživane populacije neporemećene, odnosno, da su dobro prilagođene ekološkim uvjetima u kojima se nalaze. Omjer spolova oštrulja gotovo uvijek je bio blago na strani ženki, iako razlike u brojnosti ne odstupaju statistički značajno od teoretskog omjera 1:1. Međutim, AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1968) dobili su drugačije rezultate. Istraživanjem oštrulja u vodama Livanjskog polja utvrdili su da je omjer spolova uvelike na strani ženki (2,3:1), a rezultate slične njihovima dobila je i GUZINA (2000), koja je utvrdila da je omjer spolova na strani ženki u Buškom jezeru (1,8:1), Visovačkom jezeru (3,1:1) te u rijeci Čikoli (4:1), a na strani mužjaka u Ždralovcu (0,2:1) i rijeci Cetini (0,5:1). Ovim istraživanjem utvrđeno je da su u rijeci Čikoli ženke brojnije u mjesecima izvan sezone mrijesta, dok su u sezoni mrijesta zastupljeniji mužjaci ili su spolovi zastupljeni gotovo podjednako. Slični rezultati dobiveni su i za jezerske sustave u kojima su ženke brojnije u mjesecima izvan sezone mrijesta (osim u prosincu), dok je u sezoni mrijesta zabilježen porast broja mužjaka, a u nekim mjesecima (npr. svibnju) oni i prevladavaju. Ovakav rezultat vjerojatno je posljedica ponašanja oštrulja u vrijeme mrijesta, kada više mužjaka pliva uz jednu ženku, pa su jata zastupljenija mužjacima.

Brojnost mužjaka oštrulja veća je u manjim dužinskim razredima, dok u većim razredima prevladavaju ženke. U rijeci Čikoli, gdje su ulovljene i vrlo male jedinke, mužjaci se počinju razlikovati od juvenilnih jedinki već u dužinskom razredu od 30 do 39 mm, a ženke u dužinskom razredu od 40 do 49 mm. Vrlo slične rezultate dobio je i FREYHOF (1997), prema kojem se spolovi počinju razlikovati vrlo rano, kod veličine jedinki oko 30 mm. Mužjaci dominiraju u dužinskim razredima od 40 do 49 mm, 60 do 69 mm i 70 do 79 mm, a

ženke u dužinskim razredima od 50 do 59 mm i 80 do 89 mm. Najveći dužinski razredi zabilježeni u rijeci Čikoli (90-99 mm i 100-109 mm) zastupljeni su samo sa ženkama. U jezerskim sustavima ženke su brojnije od mužjaka u svim dužinskim razredima, osim u dužinskom razredu od 100 do 109 mm. U najvećem dužinskom razredu brojnost mužjaka je vrlo mala i iznosi samo 16,7 %. Ovakvi su rezultati u skladu s rezultatima koje su dobili AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1968) i GUZINA (2000), kod kojih su u višim starosnim kategorijama ženke zabilježene u većem broju. Prevlast ženki u većim dužinskim razredima i višim starosnim kategorijama vjerojatno je posljedica veće smrtnosti mužjaka.

6.3. DUŽINSKO-MASENI ODNOSI

Iz rezultata dužinsko-masenih odnosa oštrulja dobivenih ovim istraživanjem može se zaključiti da srednja vrijednost cjelokupnog uzorka oštrulja iz rijeke Čikole i cjelokupnog uzorka oštrulja iz jezerskih sustava pokazuju blago pozitivno alometrijski rast, tj. jedinke oštrulja iz oba sustava brže dobivaju na masi nego na duljini. Međutim, granice pouzdanosti koeficijenta b u obje populacije pokazuju da veće jedinke ne mijenjaju puno oblik u odnosu na manje jedinke. Ovakvi rezultati slični su onima koje su dobili TREER I SUR. (2008), čijim istraživanjem je utvrđeno da oštrulji rastu pozitivno alometrijski, iako granice pouzdanosti u njihovom istraživanju nisu obuhvatile 3 (3,1285 – 3,3163). Razlog tome je što je njihovim istraživanjem obuhvaćen puno veći raspon ukupnih duljina tijela jedinki, što uvijek daje točnije rezultate (RICKER 1975). Kada se u obzir uzme cjelokupni uzorak iz ovog istraživanja (jedinke iz rijeke Čikole i jezerskih sustava), rezultati potvrđuju pozitivno alometrijski rast oštrulja.

Kako dužinsko-maseni odnosi ovise o spolu i zrelosti gonada, oni su računati posebno za juvenilne jedinke, mužjake i ženke u oba sustava. Srednje vrijednosti dobivenih koeficijenata za ženke iz oba sustava i mužjaka iz rijeke Čikole pokazuju blagu tendenciju prema pozitivno alometrijskom rastu, dok juvenilne jedinke iz rijeke Čikole i mužjaci iz jezerskih sustava imaju blago negativni alometrijski rast. Ipak, kod svih spolova u obje populacije granice pouzdanosti koeficijenta b obuhvaćaju i 3, što znači da niti jedan spol nije promijenio značajno svoj izgled s povećanjem duljine tijela.

Prema rezultatima koeficijenta b koji pokazuju gotovo izometrijski rast jedinki oštrulja za očekivati je da se mase neće značajno razlikovati među spolovima u različitim dužinskim

kategorijama, što je potvrđeno i analizom varijance. Iako su ženke u gotovo svim dužinskim razredima u oba sustava imale malo veće mase, te razlike u većini razreda ipak nisu bile statistički značajne. Iz rezultata dužinsko-masenih odnosa oštrulja iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava dobivenih ovim istraživanjem može se zaključiti da oni tijekom cijelog života rastu gotovo podjednako i u duljinu i u masu.

Iz rezultata dobivenih ovim istraživanjem može se uočiti da u obje istraživane populacije postoje samo minimalne razlike u Fultonovom koeficijentu kondicije između dužinskih razreda cjelokupnog uzorka, ali i dužinskih razreda svakog spola unutar svake populacije. S obzirom da u srednjim vrijednostima Fultonovog koeficijenta kondicije između dužinskih razreda spolova nema statistički značajne razlike, može se zaključiti da su spolovi različitih dužinskih kategorija unutar svake populacije u jednakom tjelesnom stanju. U prilog tome ide i činjenica da koeficijenti korelacije između standardne duljine tijela i Fultonovog koeficijenta kondicije ne pokazuju povezanost kod gotovo niti jednog spola, osim kod ženki iz jezerskih sustava. Kod njih nizak, ali statistički značajan koeficijent korelacije ukazuje na blagu povezanost, odnosno, veće ženke u malo su boljem kondicijskom stanju nego manje ženke.

Usporedba vrijednosti Fultonovog koeficijenta između mužjaka i ženki u istom mjesecu uzorkovanja ne pokazuje statistički značajne razlike, iako ženke gotovo uvijek imaju malo veću vrijednost koeficijenta od mužjaka. Ovakav obrazac može se primijetiti u oba sustava, a najveća razlika u Fultonovom koeficijentu postoji u vrijeme razmnožavanja, vjerojatno zbog težih gonada kod ženki. Tako primjerice kod ženki iz rijeke Čikole dolazi do laganog porasta vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije od veljače prema ožujku, što predstavlja početak razmnožavanja, pa razvitak gonada doprinosi povećanju vrijednosti koeficijenta. Od sredine prema kraju perioda razmnožavanja, od svibnja do srpnja, vrijednost koeficijenta ima lagani trend opadanja uslijed pražnjenja gonada prilikom razmnožavanja. Najmanju vrijednost Fultonovog koeficijenta kondicije ženke iz rijeke Čikole imaju u kolovozu, kada je razmnožavanje završeno i gonade su prazne, a najveću u rujnu, kada dolazi do intenzivnog hranjenja nakon perioda mrijesta. U zimskom periodu vrijednosti koeficijenta su u blagom opadanju, iako veće od vrijednosti u vrijeme razmnožavanja, vjerojatno zbog dobre uhranjenosti jedinki (u tom periodu primijećeno je značajno povećanje masnog tkiva oko unutrašnjih organa) i smanjene potrošnje energije prilikom mirovanja u zimskim mjesecima. Sličan trend imaju i mužjaci iz rijeke Čikole, a jedina je razlika u tome što se kod

mužjaka tijekom cijelog perioda razmnožavanja vrijednost Fultonovog koeficijenta blago smanjuje.

Jedinke iz jezerskih sustava općenito imaju isti trend u kretanju vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije kao i jedinke iz rijeke Čikole, osim što kod njih razlike u mjesecima nisu tako velike, što se može pripisati ujednačenijim uvjetima staništa tijekom godine. Kroz period razmnožavanja dolazi do kontinuiranog pada vrijednosti koeficijenta, te u srpnju on poprima najmanju vrijednost i kod mužjaka i kod ženki, što označava kraj perioda razmnožavanja. Od srpnja prema rujnu dolazi do povećanja vrijednosti koeficijenta, te u rujnu Fultonov koeficijent ima najveću vrijednost, opet zbog intenzivnog hranjenja nakon perioda mrijesta. Kao i u rijeci Čikoli, u zimskim mjesecima vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije prilično su velike, vjerojatno zbog dobre uhranjenosti i smanjene aktivnosti jedinki. U jezerskim sustavima u veljači i ožujku nije prikupljen uzorak, zbog čega se ne može procijeniti kakvo je kretanje vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije, iako se može pretpostaviti da dolazi do blagog povećanja uslijed razvoja gonada koje prethodi razdoblju razmnožavanja.

Usporedimo li jedinke iz jezerskih sustava s onima iz rijeke Čikole, možemo vidjeti da su jedinke iz jezerskih sustava u boljem kondicijskom stanju od jedinki iz rijeke Čikole. Na ovakav zaključak upućuju i rezultati analize varijance, koji pokazuju da se srednje mjesečne vrijednosti koeficijenta kondicije jedinki iz jezerskih sustava razlikuju u svim mjesecima osim u siječnju i rujnu od onih iz rijeke Čikole. Vrijednosti koeficijenata ženki najviše se razlikuju u svibnju i kolovozu, kada ženke iz jezerskih sustava imaju puno veće vrijednosti. U prilog tome govori i činjenica da je u svibnju spolno zrelo puno više ženki iz jezerskih sustava nego iz rijeke Čikole. Do razlike u kolovozu dolazi zbog intenzivnijeg hranjenja jedinki iz jezerskih sustava nakon mrijesta, dok su se jedinke iz rijeke Čikole počele intenzivno hraniti kasnije,tek u rujnu. Najveće razlike u vrijednostima Fultonovog koeficijenta kod mužjaka su u travnju i kolovozu, iz istih razloga kao i kod ženki.

Osim s razmnožavanjem, kolebanja vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije mogu se povezati i s uvjetima na staništu, naročito s dostupnosti hrane. Rijeka Čikola krška je rijeka nestalnog toka, te od lipnja do listopada voda ne teče, već se formiraju bazenčići u kojima se ribe zadržavaju do kišnog razdoblja kada rijeka opet počinje teći. U bazenčićima se skuplja velika količina ribe uzrokujući oskudicu hrane, što za posljedicu može imati gladovanje i smanjenu kondiciju jedinki. Za razliku od rijeke Čikole, jezerski sustavi su stalni

i u njima se voda zadržava tijekom cijele godine, zbog čega i dostupnost hrane ima manja kolebanja kroz godinu. Ovim istraživanjem prvi je puta napravljena analiza Fultonovih koeficijenata kondicije za oštrulja.

6.4. RAZMNOŽAVANJE

Razmnožavanje oštrulja do sada je istraživano na području Livanjskog polja i Buškog jezera (AGANOVIĆ 1970, GUZINA 2000) te unutar kontroliranih uvjeta u akvarijima (FREYHOF 1997, BLESS I RIEHL 2002).

Spolna zrelost jedinki oštrulja u ovom je istraživanju izražena gonadosomatskim indeksom (GSI), kod kojeg se masa gonada uspoređuje s masom tijela te sazrijevanje gonada povećava njegovu vrijednost (MCPHERSON I SUR. 2011). Prema toj pretpostavci, indeks bi trebao biti najveći u vrijeme razmnožavanja, kada su gonade potpuno zrele, što su potvrdili i rezultati ovog istraživanja.

Gonadosomatski indeks mužjaka i ženki oštrulja iz oba sustava pokazuje sličan trend rasta i pada vrijednosti kroz godinu te jasno ukazuje na produženi period mrijesta. U ožujku se vrijednosti indeksa počinju povećavati, pa se može zaključiti da je tada početak sezone mrijesta (tada su primijećene i prve jedinke s razvijenim gonadama). Ovi rezultati u skladu su s rezultatima provedenog eksperimenta mrijesta oštrulja u akvariju (FREYHOF 1997). U navedenom istraživanju mrijest je počeo kada je temperatura vode bila oko 12 °C, što otprilike odgovara temperaturi rijeke Čikole i rijeke Krke (Visovačko jezero) u ožujku. FREYHOF (1997) je zaključio da mrijest oštrulja počinje u travnju, kada se ženke mrijeste svaki dan; kroz svibanj se intenzitet smanjuje, a u srpnju je mrijest vrlo rijedak. Međutim, ovakvi rezultati nisu u skladu s AGANOVIĆ (1970) i GUZINA (2000), prema kojima se oštrulj mrijesti samo u svibnju. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem nisu u skladu niti s rezultatima koje su dobili BLESS I RIEHL (2002) prilikom eksperimentalnog istraživanja mrijesta oštrulja u akvariju. U njihovom su se pokusu oštrulji počeli mrijestiti kad je temperatura vode dosegla 20 °C, što bi odgovaralo temperaturi rijeka Čikole i Krke u svibnju i lipnju. S obzirom da kod riba na početak mrijesta utječu i uvjeti na staništu prije same sezone mrijesta (npr. protok i temperatura vode zimi) (APARICIO I SOSTOA 1998), moguće je da su uvjeti u kojima su ribe držane u akvarijima uzrok razlikama u procjeni početka sezone mrijesta. Ipak, može se sa sigurnošću reći da u prirodi mrijest oštrulja počinje u ožujku, jer su jedinke oštrulja ulovljene

u ožujku u sklopu ovog istraživanja često već na dodir izbacivale mliječ i ikru. Sukladno dobivenim rezultatima, vrijednost gonadosomatskog indeksa oštrulja počinje opadati u srpnju, a u kolovozu je vrijednost najmanja, što znači da je tada sezone mrijesta gotova. Nakon sezone mrijesta gonadosomatski indeks ženki počinje opet blago rasti, dok vrijednosti indeksa kod mužjaka i dalje ostaju vrlo niske sve do nove sezone mrijesta. Gonadosomatski indeksi ženki počinju rasti zbog pripreme za novu sezonu mrijesta, što je vidljivo i na temelju pojavljivanja jaja većih promjera. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da oštrulji imaju produženi period mrijesta koji traje od ožujka do srpnja, što predstavlja prilagodbu na uvjete u staništu. U vrijeme mrijesta oštrulja vodostaji i protoci rijeka u kojima on živi su niski, a temperatura je visoka, što može utjecati na preživljavanje jaja, ličinki i mlađi. Produženim periodom mrijesta osigurava se preživljavanje većeg broja mladih jedinki (HUMPHRIES I SUR. 1999), odnosno, smanjuje se broj jedinki koje bi neki katastrofični događaj (npr. suša) mogao uništiti (NIKOLSKY 1963, APARICIO I SOSTOA 1998).

Nadalje, sukladno dobivenim rezultatima, vrijednosti gonadosomatskog indeksa između mužjaka i ženki vrlo se razlikuju, iako im je trend kretanja jednak. Ženke u obje populacije imaju veće vrijednosti gonadosomatskog indeksa od mužjaka, a te razlike su i statistički značajne. Razlike u vrijednostima indeksa posebno su naglašene u jezerskoj populaciji, gdje ženke imaju iznimno velike, a mužjaci iznimno male vrijednosti indeksa. Ovakve rezultate dobila je i GUZINA (2000) za oštrulje iz Buškog jezera, gdje je prosječna vrijednost gonadosomatskog indeksa ženki u vrijeme mrijesta iznosila 9,68, a mužjaka 1,05. Kod populacije iz rijeke Čikole razlike u vrijednostima indeksa mužjaka i ženki puno su manje, ali i dalje ženke imaju statistički značajno veće indekse. Razlog većim GSI kod ženki je što su jajnici veći i teži od sjemenika, odnosno ženke ulažu više energije u razmnožavanje.

Ovim istraživanjem utvrđeno je i da ženke iz rijeke Čikole imaju manje vrijednosti gonadosomatskog indeksa od ženki iz jezerskih sustava. Prema tome, može se zaključiti da veće ženke ulovljene u jezerskim sustavima imaju veći reproduktivni uspjeh od manjih ženki koje su ulovljene u rijeci Čikoli. Ovakav zaključak potvrđuju i statistički značajni pozitivni koeficijenti korelacije standardne duljine tijela i gonadosomatskog indeksa ženki u vrijeme mrijesta u obje populacije. Za razliku od ženki, veći mužjaci iz jezerskih sustava imaju manje vrijednosti indeksa od manjih mužjaka iz rijeke Čikole, što pokazuje i statistički značajan negativni koeficijent korelacije vrijednosti indeksa i standardne duljine tijela. Međutim, kad se usporede standardne duljine tijela i vrijednosti indeksa mužjaka samo u vrijeme mrijesta, one ne pokazuju statistički značajnu korelaciju. Ovakvi rezultati također idu u prilog gore

spomenutoj činjenici da ženke ulažu puno više energije u razmnožavanje nego mužjaci. Ipak, ti rezultati nisu u skladu s rezultatima koje je dobila GUZINA (2000) za oštrulje iz Buškog jezera, prema kojima i kod ženki i kod mužjaka oštrulja u vrijeme mrijesta postoji samo neznatno povećanje vrijednosti indeksa s povećanjem starosti, odnosno veličine jedinki.

Oštrulji se mrijeste više puta u sezoni mrijesta, zbog čega su u jajnicima ženki uvijek prisutna jaja različitog promjera, tj. jaja različitih stadija zrelosti, što je potvrdilo i ovo istraživanje. Izmjeren raspon promjera jajnih stanica kod ženki iz rijeke Čikole kreće se od 0,19 do 1,81 mm, a raspon vrijednosti kod ženki iz jezerskih sustava je nešto veći, od 0,19 do 2,19 mm. Istraživanjima koja su proveli AGANOVIĆ (1970) i GUZINA (2000) zabilježen je manji promjer jajnih stanica kod ženki. Prema rezultatima dobivenim ovim istraživanjem može se zaključiti da se promjer jajnih stanica blago povećava s porastom standardne duljine tijela jedinki, odnosno da veće ženke imaju i veće promjere zrelih jajnih stanica. Ove rezultate potvrđuje i statistički značajna korelacija srednje vrijednosti promjera jajnih stanica u vrijeme mrijesta i standardne duljine tijela ženki. Međutim, ovakvi rezultati nisu u skladu s rezultatima koje je dobila GUZINA (2000), prema kojima postoji nepravilnost u povećanju promjera jajnih stanica s povećanjem starosti, a time i duljine jedinki. Povećanje promjera jajnih stanica s povećanjem tijela ženke primijećen je i kod drugih vrsta riba. BEACHAM I MURRAY (1985) primijetili su da kod vrste *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) s porastom duljine tijela ženke rastu i promjer i težina jajnih stanica u njezinim jajnicima. Ličinke koje su se izlegle iz većih jajnih stanica imale su veće žumanjčane vrećice i više tjelesnog tkiva prilikom izlijeganja nego ličinke iz manjih jajnih stanica, pa je pretpostavka da one imaju veće šanse za preživljavanje. Jedan od rezultata navedenog istraživanja je i da su manja jaja manjih jedinki imala veću stopu preživljavanja od većih jaja većih jedinki, te autori pretpostavljaju da je to zbog zbog toga što u veća jaja ulazi manje kisika, zbog manjeg omjera površine apsorpcije i volumena. Prema pretpostavci koju su iznijeli FEINER I SUR. (2016) na temelju istraživanja različitih populacija vrste *Sander vitreus* (Mitchill, 1818) u Velikim jezerima u Americi, temperatura vode također igra ulogu u veličini jajnih stanica, odnosno, jedinke koje žive u hladnijim vodama imaju veće jajne stanice od onih koje žive u toplijim vodama. Temperatura vode Visovačkog jezera i rijeke Čikole različita je u vrijeme trajanja mrijesta oštrulja, naročito nakon presušivanja glavnog toka rijeke Čikole, što može utjecati na veličinu jajnih stanica. Prema tome, razlike u veličini zrelih jajnih stanica ženki oštrulja iz različitih staništa mogu biti posljedica više okolišnih čimbenika (uz genetičke), a najčešće se

javljaju kao odgovor na dostupnost hrane (što utječe na veličinu spolno zrelih jedinki) i temperaturu vode (što utječe izravno na veličinu jajnih stanica).

Višestruki mrijest nije neuobičajena pojava kod slatkovodnih riba, a javlja se kao odgovor na mnogobrojne čimbenike (ekološke, morfološke, genetičke). Kod manjih vrsta, kao što je oštrulj, fekunditet jedinki povećava se ako se jaja u jajnicima razvijaju više od jednom u sezoni, a da se pritom ne smanjuje optimalna veličina jajnih stanica (NIKOLSKY 1963, APARICIO I SOSTOA 1998). Višestrukim mrijestom se, također, povećava mogućnost oplodnje jajnih stanica od strane različitih mužjaka, pa se povećava genetička varijabilnost potomaka, kao i njihova disperzija (BURT I SUR. 1988).

Sukladno izmjerenim vrijednostima dobivenim ovim istraživanjem, odnosno prema povećanim srednjim vrijednostima promjera jajnih stanica u jajnicima, kao i prema pojavljivanju jaja promjera većeg od 1,5 mm (zrela jaja prema BLESS I RIEHL 2002), također se može zaključiti da sezona mrijesta traje od ožujka do srpnja. Najzastupljeniji veličinski razred jajnih stanica u jajnicima ženki iz oba sustava tijekom cijele godine je od 0,50 do 1,00 mm, osim nakon mrijesta (kolovoz), kada u jajnicima ima puno jajašaca vrlo malih promjera. Općenito, omjeri različitih veličina jajnih stanica mijenjaju se kroz godinu – neposredno prije mrijesta i u vrijeme mrijesta zastupljenija su jaja većeg promjera, dok su nakon mrijesta zastupljenija jaja manjeg promjera. Zrela jaja zabilježena su u većem broju kod ženki iz jezerskih sustava, dok je u rijeci Čikoli zabilježeno svega nekoliko ženki sa zrelim jajnim stanicama. Razlog tome su ženke manjih standardnih duljina ulovljene tijekom sezone mrijesta u rijeci Čikoli. Broj zrelih jajnih stanica u jajnicima povećava se sa standardnom duljinom tijela i većom masom jedinki pa se može zaključiti da veće ženke imaju veći reproduktivni potencijal od manjih ženki. Ovakvi rezultati u skladu su s općenitom hipotezom o povećanju reproduktivnog potencijala s povećanjem tijela i starosti ribe.

Najveći postotak zrelih jaja u jajniku zabilježen je kod ženki ulovljenih u svibnju, što znači da su tada oštrulji reproduktivno najaktivniji. Pojava zrelih jajnih stanica poklapa se s povećanim gonadosomatskim indeksom mužjaka, ukazujući na sinkroniziranost u sazrijevanju gonada.

Kod oštrulja se jaja veća od 1,5 mm smatraju zrelima (BLESS I RIEHL 2002). Kod ženki iz jezerskih sustava fekunditet jednog mrijesta kreće se od 68 do 1154 zrelih jaja po ženki, dok se fekunditet jednog mrijesta kod ženki iz Čikole kreće od 20 do 201 zrelog jajeta po ženki. Iz ovih rezultata može se vidjeti da je fekunditet jednog mrijesta puno veći kod ženki iz

jezerskih sustava, što može biti posljedica više čimbenika. Već ranije je potvrđeno da veće ženke imaju veći reproduktivni potencijal od manjih ženki (dokazano pozitivnim statistički značajnim koeficijentima korelacije standardne duljne tijela i mase jedinke s brojem zrelih jajnih stanica). Međutim, ovako velike razlike u fekunditetu mogu se djelomično objasniti i metodologijom lova jedinki. U jezerskim sustavima jedinke su lovljene mrežama koje su ostavljane u vodi preko noći, dok su jedinke u rijeci Čikoli lovljene elektroribolovom po danu. Proučavanjem ponašanja oštrulja u laboratoriju, BLESS I RIEHL (2002) su primijetili da do mrijesta dolazi tijekom noći, što znači da su se jedinke ulovljene u rijeci Čikoli imale vremena izmrijestiti, dok se jedinke iz jezerskih sustava najvjerojatnije nisu izmrijestile neposredno prije lova.

Ovi rezultati djelomično su usporedivi s rezultatima dobivenim ostalim istraživanjima, s obzirom da u niti jednom istraživanju nije računat fekunditet jednog mrijesta, već sva jaja u jajniku. Ako se u obzir uzme broj svih jaja u jajniku, tada su rezultati djelomično u skladu s rezultatima dobivenima u ostalim istraživanjima. AGANOVIĆ (1970) je zaključio da se broj svih jaja u jajniku oštrulja iz voda Livanjskog polja kreće od 1989 do 4523 jaja, sa zabilježenim rasponom promjera jajnih stanica od 1,0 mm do 1,6 mm. GUZINA (2000) je za oštrulje iz Buškog jezera zabilježila raspon od 3794 do 24567 jaja po ženki, a u obzir su uzimana sva jaja (promjera 0,3 do 1,7 mm). Relativni broj jaja zabilježen ovim istraživanjem (broj svih jaja po gramu mase ženke) u skladu je s rezultatima koje su dobili AGANOVIĆ (1970) i GUZINA (2000). Kod ženki iz jezerskih sustava relativni broj jaja iznosi 143,6 ± 54,2, a prosječna vrijednost koju je zabilježio AGANOVIĆ (1970) je 142,93 jaja, dok je GUZINA (2000) zabilježila vrijednost od 153,45 jaja po gramu mase ženke.

Prema hipotezi koju su iznijeli HUMPHRIES I SUR. (1999) za mediteransku regiju u Australiji, ribe iz tamošnjih rijeka dijele se u četiri kategorije ovisno o reproduktivnim značajkama. Takva podjela može se primijeniti i na ribe naše mediteranske regije, s obzirom na sličnosti u klimi i staništima. Prema rezultatima dobivenim za oštrulja, on bi u njihovoj podjeli spadao u grupu riba koje žive u rijekama koje u vrijeme mrijesta presušuju i svedene su na bazenčiće vode koji zaostaju na mjestu glavnog toka. To su uglavnom manje ribe koje imaju produženi period mrijesta u kojem se razmnožavaju više puta. U takvim slučajevima mrijest nije potaknut protokom, već porastom temperature vode. Broj izmriješćenih jaja je manji, a kreće se od nekoliko stotina do nekoliko tisuća, jaja su ljepljiva i polažu se u supstrat ili pukotine. Jaja se razvijaju brzo, ličinke su male i vrlo brzo nakon izlijeganja počinju se same hraniti sitnom hranom, uključujući i fitoplankton, što im omogućava preživljavanje

ovog kritičnog životnog stadija. Ovakvu strategiju vrste često razviju kao odgovor na povećanu količinu sitne hrane (fito- i zooplanktona) koja buja u toplim bazenčićima preostalim nakon presušivanja rijeke. Sve ove značajke karakteristične su i za oštrulja, prema čemu se može zaključiti da se obrazac razmnožavanja oštrulja razvio kao odgovor na uvjete u staništu, prvenstveno one u tekućim sustavima. Većina jezerskih populacija oštrulja vjerojatno se razvila naknadno, s obzirom da su jezerski sustavi koje on naseljava ili nastali u novijoj geološkoj prošlosti Zemlje (Visovačko jezero) ili su stvoreni umjetno u novije vrijeme (Buško jezero).

Mužjaci oštrulja spolno sazrijevaju već kod vrlo malih standardnih duljina tijela, tj. postaju spolno zreli već u prvoj godini života (0^+), dok ženke počinju spolno sazrijevati nešto kasnije, u drugoj godini života (1^+). Takvi rezultati slažu se i s rezultatima koje je zabilježio FREYHOF (1997) prilikom eksperimentalnog proučavanja oštrulja u akvariju. U njegovom pokusu mužjaci oštrulja počeli su pokazivati zanimanje za ženke već iste jeseni, pa je on pretpostavio da postaju spolno zreli već u prvoj godini života. Spolno sazrijevanje u vrlo ranoj dobi (već kod 0^+ jedinki) zabilježili su i APARICIO I SOSTOA (1998) kod vrste *Barbus haasi* Mertens, 1925 iz povremenog vodotoka Vallvidrera u Španjolskoj (ekološki uvjeti tamo vrlo su slični uvjetima u rijeci Čikoli). Prema ovim autorima, ranim spolnim sazrijevanjem povećava se reproduktivni uspjeh jedinki, a javlja se kao odgovor na povećani mortalitet do kojeg dolazi zbog čestih suša i bujica u povremenim vodotocima mediteranske klime.

Prilikom terenskog istraživanja provedenog u svrhu izrade ove disertacije primijećeno je da su oštrulji u vrijeme mrijesta u jatima. U rijeci Čikoli veće jedinke često plivaju u nezaštićenim dijelovima bazenčića koji ostaju nakon presušivanja rijeke te ih se može vidjeti u jatima s ostalim vrstama riba, a vrlo su aktivni i danju. Manje jedinke i mlađ najčešće se zadržavaju uz rub bazenčića s vodom, skriveni u vegetaciji. Zimi, kada rijeka Čikola nabuja, a temperatura vode padne, u njoj se uglavnom mogu naći samo manje jedinke oštrulja zaostale nakon mrijesta. Takve jedinke prežive nepovoljne uvjete sakrivene u vegetaciji ili kamenju uz rub korita rijeke. Činjenica da zimi nisu zabilježene velike jedinke oštrulja ukazuje na to da oni migriraju u podzemlje gdje preživljavaju nepovoljne uvjete. Također, u izvoru rijeke Čikole, u špilji na većim dubinama, primijećene su veće jedinke oštrulja u vrijeme nepovoljnih uvjeta u rijeci (D. Jelić, pers. comm.). U jezerskim sustavima jedinke se vjerojatno spuštaju u dublje dijelove gdje preživljavaju nepovoljne uvjete. Ovakva sezonska aktivnost potvrđena je i istraživanjem koje su proveli BLESS I RIEHL (2002) u kontroliranim uvjetima.

6.5. PREHRANA

Probavni sustavi oštrulja iz proučavanih populacija morfološki se ne razlikuju. Kod svih je jedinki zabilježeno normalno razvijeno probavilo koje se sastoji od proširenja crijeva u prednjem dijelu (nejasno diferenciran želudac) te duge i tanke cijevi s pet zavoja i jednom petljom koja se nastavlja na proširenje. Generalno, probavni sustav oštrulja morfološki je vrlo sličan probavnom sustavu ostalih vrsta iz podporodice Barbinae (mrene), naročito vrsti *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758), čije se probavilo također sastoji od pet zavoja i (manje izražene) petlje (ŠVOB I KILALIĆ 1967, JUNGER I SUR. 1989). Osim u morfologiji probavnog sustava, oštrulj je ostalim mrenama sličan i po načinu hranjenja i tipu prehrane (ECONOMIDIS I SUR. 2003, PIRIA I SUR. 2007, MILOŠ 2009). Iako oštrulj ima donja usta prilagođena hranjenju na dnu, iz analiziranog sastava prehrane može se vidjeti da se ne hrani isključivo makrozoobentosom.

Duljina probavila oštrulja u pozitivnoj je korelaciji sa standardnom duljinom tijela, što znači da kako riba raste, raste i probavilo. Ono je gotovo uvijek duže od standardne duljine tijela, osim sporadično kod juvenilnih jedinki. Probavilo kraće od standardne duljine tijela u ovom istraživanju zabilježeno je kod tri od 22 juvenilne jedinke. Također, srednja vrijednost relativne duljine crijeva kod juvenilnih jedinki statistički je značajno manja od srednje vrijednosti kod mužjaka i ženki, tj. manje jedinke imaju kraću relativnu duljinu probavila, što je u skladu s drugim istraživanjima duljine probavila kod riba (STROBAND 1977, KRAMER I BRYANT 1995, GERMAN I HORN 2006). Objašnjenje ove pojave je da manje jedinke općenito moraju uzimati manje hrane od većih jedinki kako bi preživjele, zbog čega im je i probavilo kraće. Između spolova iz rijeke Čikole, kao i iz jezerskih sustava, nema statistički značajne razlike u duljini probavila. Srednja vrijednost relativne duljine probavila kod oštrulja iz rijeke Čikole iznosila je 1,3 ± 0,2, dok je srednja vrijednost kod jezerske populacije iznosila 1,6 ± 0,2 te je analizom varijance potvrđena statistički značajna razlika u relativnoj duljini probavila između populacija. Općenito, smatra se da mesojedne životinje imaju kratka probavila, dok su probavila biljojednih životinja uglavnom vrlo duga, a duljina probavila svejednih životinja po duljini se nalaze u sredini. Tako se za ribe smatra da vrste koje se hrane isključivo životinjskom hranom imaju omjer duljine probavila i duljine tijela blizu 1 (ili manje od 1), kod svejednih riba vrijednost omjera iznosi od 1 do 3, a kod isključivo biljojednih riba taj omjer je veći od 3 (AGANOVIĆ I VUKOVIĆ 1966). Prema tome, uzevši u obzir duljinu probavila kod oštrulja, može se zaključiti da on spada u svejede koji se uglavnom hrane životinjskom

hranom, a imaju tendenciju i prema biljnoj prehrani. Slične rezultate dobili su i AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1966) koji su proučavali odnos duljine probavila i standardne duljine tijela (relativnu duljinu probavila) kod jedinki iz Glamočkog i Livanjskog polja te Blidinjeg jezera. Srednja vrijednost navedenog odnosa kod livanjske populacije iznosila je 1,67 (raspon od 1,10 do 1,82), kod glamočke populacije 1,74 (raspon od 1,39 do 2,14), a kod blidinjske populacije 2,41 (raspon od 1,97 do 3,16). GUZINA (2000) je u svom istraživanju zabilježila raspone vrijednosti omjera duljine probavila i standardne duljine tijela od 1,25 do 2,22 (ovisno o uzorkovanom ekosustavu), na temelju čega zaključuje da u ovom svojstvu postoji izrazita interpopulacijska varijabilnost. U oba navedena istraživanja zaključeno je da jedinke iz većih, jezerskih ekosustava imaju veće vrijednosti omjera nego jedinke iz riječnih (tekućih) sustava, te da je ova razlika posljedica ekoloških uvjeta na staništu, odnosno, načina prehrane oštrulja. U prilog tome idu rezultati koje je GUZINA (2000) dobila za populaciju oštrulja iz Buškog jezera i populaciju iz rijeke Bistrice, koja je nekad tekla na području današnjeg Buškog jezera. Relativna duljina probavila oštrulja iz rijeke Bistrice značajno je manja od relativne duljine probavila oštrulja iz Buškog jezera, a razlike su ustanovljene i u sastavu prehrane. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem u skladu su sa navedenim rezultatima, iz čega se može pretpostaviti da se oštrulji u jezerskim sustavima češće hrane biljnom komponentom od oštrulja u riječnim sustavima, što je potvrđeno i analizom sastava prehrane. Porast relativne duljine probavila prilikom hranjenja biljnom komponentom zabilježen je i kod drugih vrsta slatkovodnih riba. Tako su, na primjer, KE I SUR. (2008) zabilježili da se relativna duljina probavila vrste *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) povećava prilikom hranjenja isključivo fitoplanktonom, a ZANDONÀ I SUR. (2015) da se duljina probavila vrste *Poecilia reticulata* Peters, 1859 mijenja s obzirom na tip prehrane.

Analiza probavila oštrulja pokazala je da su ona više ili manje ispunjena u svim godišnjim dobima, prema čemu se može zaključiti da se oštrulji hrane tijekom cijele godine. Najviše praznih probavila u obje populacije zabilježeno je u jesen (u Čikoli četiri od 40 jedinki, u jezerskim sustavima četiri od 22 jedinke), i to krajem listopada i u studenom. U obje je populacije u jesen zabilježen i najveći postotak potpuno ispunjenih probavila (u Čikoli 14 od 40 jedinki, u jezerskih sustavima 10 od 22 jedinke), uglavnom početkom jeseni (u rujnu). Ovakvi rezultati vjerojatno su posljedica intenzivnog hranjenja oštrulja nakon sezone mrijesta (u kolovozu i rujnu), kada su i Fultonovi koeficijenti kondicije vrlo visoki, nakon čega slijedi smanjenje intenziteta hranjenja (vidljivo po opadanju Fultonovog koeficijenta kondicije u listopadu). Najmanje praznih probavila zabilježeno je u proljeće, kada je samo

jedna jedinka iz rijeke Čikole imala potpuno prazno probavilo. U proljeće je u obje populacije zabilježen i veći postotak djelomično ispunjenih probavila, što ukazuje na činjenicu da se, iako tada hrane ima u izobilju, jedinke ne hrane intenzivno, što se može povezati s trajanjem sezone mrijesta. Na ovakav zaključak navode i vrijednosti Fultonovih koeficijenata kondicije koji su u sezoni mrijesta, iako su gonade razvijene i teške, manji nego netom nakon sezone mrijesta, kada dolazi do intenzivnog hranjenja. U zimskom periodu zabilježeno je vrlo malo praznih probavila – u rijeci Čikoli niti jedna jedinka nije imala potpuno prazno probavilo, dok su u jezerskim sustavima zabilježene samo dvije jedinke s potpuno praznim probavilima (od ukupno 21 jedinke). Prema ovakvim rezultatima možemo zaključiti da se jedinke koje ostaju u nadzemnom toku rijeke Čikole, kao i jedinke iz jezerskih sustava, u zimskim mjesecima hrane, iako je intenzitet hranjenja smanjen (probavila su uglavnom samo djelomično ispunjena), a razgradnja hrane vjerojatno sporija zbog niske temperature vode (LANGTON 1977). Zanimljivo je da je GUZINA (2000) u zimskom periodu zabilježila vrlo visoki postotak jedinki s potpuno praznim probavilima u Buškom jezeru (48,3 %). BLESS I RIEHL (2002), proučavajući aktivnost oštrulja u laboratoriju, zaključuju da oštrulji u listopadu migriraju u podzemlje gdje ostaju do ožujka, ali ne navode hrane li se oni u tom periodu. Ipak, iz ovog istraživanja, kao i onog koje je provela GUZINA (2000), može se vidjeti da određeni broj oštrulja ne migrira u podzemlje, već ostaje u nadzemnim tokovima rijeka ili u jezerima. Iako je aktivnost zimi zasigurno smanjena, oštrulji se u tom periodu hrane.

U kvalitativnom sastavu prehrane oštrulja kod obje istraživane populacije nađena je i životinjska i biljna komponenta hrane, iako se u sastavu mogu primijetiti određene razlike. Kod jedinki iz rijeke Čikole zabilježena je veća raznolikost hrane nego kod jedinki iz jezerskih sustava (17 prehrambenih skupina u Čikoli naspram 14 skupina u jezerskim sustavima). Ličinke porodice Chironomidae zabilježene su u probavilima kod gotovo svih jedinki iz obje populacije, prema čemu se može zaključiti da one čine glavnu hranu oštrulja u svim godišnjim dobima. Uz navedene ličinke, kroz cijelu godinu u obje populacije zabilježene su i ličinke porodice Ceratopogonidae, iako u nešto manjem postotku probavila, te račići iz podrazreda Copepoda. Iako prisutan cijele godine, podrazred Copepoda zastupljeniji je u probavilima jedinki iz jezerskih sustava nego iz rijeke Čikole. Kod jezerske populacije u svim su sezonama zabilježeni i ljuskari (razred Ostracoda), dok su kod populacije iz rijeke Čikole oni zastupljeni manjim postotkom i to samo u jesen i zimu. Za razliku od jezerske populacije, jedinke iz rijeke Čikole često se hrane i rašljoticalcima (podrazred Cladocera), koji su u svim sezonama, osim zimi, zabilježeni u većem postotku probavila. Ovdje je važno spomenuti i

podrazred Oligochaeta (maločetinaši), koji nije zabilježen u probavilima riba, iako su jedna od zastupljenijih skupina u bentosu, naročito u jezeru Visovac (POLJAK 2012). Iako se oštrulji vjerojatno hrane i ovom skupinom, oni nisu zabilježeni zbog nepostojanja tvrdih struktura te mekog tkiva koje se u probavilu ribe razgradi vrlo brzo pa ih nije moguće detektirati. Zbog toga se ova skupina vrlo često zanemaruje u prehrani riba, iako predstavlja važnu prehrambenu komponentu (TIMM I MARTIN 2015).

U proljetnom i ljetnom periodu zabilježena je veća raznolikost hrane u obje populacije (13 skupina u obje populacije, ne uzevši u obzir biljnu komponentu) nego u zimskom periodu (6 skupina u rijeci Čikoli i 7 skupina u jezerskim sustavima). U razdoblju izobilja hrane (proljeće, ljeto) u prehrani oštrulja iz različitih populacija nema velike razlike. U tom periodu glavne skupine plijena u obje populacije su porodice Chironomidae i Ceratopogonidae, podrazred Copepoda i red Oribatida, a kod jedinki iz rijeke Čikole i podrazred Cladocera. Ostale skupine plijena javljaju se uglavnom sporadično, što ukazuje na oportunistički način prehrane. Međutim, u zimskom periodu, kada je dostupnost hrane smanjena, uočavaju se veće razlike u sastavu prehrane. Kod jezerske populacije vrlo veliki udio zimske prehrane čine efipiji (zimska jaja podrazreda Cladocera), koji su pronađeni u čak 94,7 % probavila, te statoblasti (začahureni pupovi) razreda Bryozoa, pronađeni u 63,2 % probavila i to u velikoj gustoći. U probavilima jedinki iz rijeke Čikole nije pronađen niti jedan efipij, a statoblasti su pronađeni samo kod dvije jedinke u jesen. Velika razlika može se primijetiti i u biljnoj komponenti. Zastupljenost biljnog materijala kod jezerske je populacije visoka u svim sezonama, dok je kod populacije iz rijeke Čikole biljna komponenta zabilježena u vrlo malom broju i to samo u ljeto i jesen. Ovakvi su rezultati u skladu s uvjetima na pojedinom staništu. U jezerskim sustavima biljna je komponenta hrane vrlo zastupljena i uvijek lako dostupna. Za razliku od jezerskih sustava, riječni sustav je dinamičniji i češće dolazi do promjena u sastavu prehrane. U proljeće u vodi dolazi do povećane zastupljenosti životinjske komponente (ličinke kukaca u vodi). Krajem proljeća i početkom ljeta se ličinke kukaca počinju preobražavati u odrasle jedinke pa se njihova zastupljenost u vodi smanjuje, a istovremeno dolazi i do povećane kompeticije za hranu (naročito s invazivnom stranom vrstom *Gambusia holbrooki* koja je zabilježena u visokom broju prilikom terenskih istraživanja) uslijed smanjivanja preostalih bazenčića s vodom, zbog čega se oštrulji češće hrane biljnom komponentom. Kod jedinki različitih standardnih duljina tijela iz iste populacije nisu zabilježene razlike u tipu prehrane. Slične rezultate dobila je i GUZINA (2000) za sve istraživane populacije oštrulja, kod kojih su glavni tip hrane životinjskog podrijetla činile

ličinke porodice Chironomidae, a zastupljene su bile i ličinke ostalih porodica razreda Insecta, kao i zooplankton. Također, u navedenom istraživanju kod jedinki iz jezerskih sustava (Blidinje jezero, Buško jezero, Visovačko jezero) zabilježen je i veći udio biljne komponente nego kod jedinki iz riječnih sustava.

Prema kvalitativnom sastavu prehrane oštrulja možemo zaključiti da je on svejed, odnosno, da se hrani i životinjskom i biljnom hranom. Ovo potvrđuju i vrijednosti dobivene izračunavanjem trofičkog stupnja oštrulja, koje ga svrstavaju u skupinu svejeda s preferencijom prema životinjskoj hrani. Također, iz sastava prehrane možemo zaključiti da se oštrulj hrani pridnenim skupinama, skupinama koje žive u stupcu vode (npr. rašljoticalci), kao i onima koji slučajno dospiju na površinu vode (npr. odrasli kukci). S obzirom da se svejedne životinje mogu hraniti na više trofičkih razina, one su sposobne preživjeti u uvjetima kada dolazi do smanjenja dostupnosti jednog tipa hrane, koji mogu zamijeniti drugom komponentom (NARANJO I GIBSON 1996). Prema tome, način prehrane oštrulja je odgovor na uvjete u staništu, odnosno, u periodu smanjene dostupnosti životinjske hrane oštrulj se hrani i biljnom komponentom. Iako analize dostupnosti hrane (analize bentosa na istraživanim postajama) nisu provedene, prema rezultatima dobivenim ovim istraživanjem, kao i prema rezultatima ostalih spomenutih istraživanja može se zaključiti da se oštrulj hrani širokim spektrom životinjskog i biljnog materijala dostupnog u staništu.

6.6. STAROST I RAST

Otolite oštrulja proučavali su KAPETANOVIĆ I SUR. (1966) i GUZINA (2000), međutim, tim istraživanjima obuhvaćena je samo morfologija otolita (izgled, duljina i širina otolita). KAPETANOVIĆ I SUR. (1966), proučavajući otolite oštrulja iz Livanjskog i Glamočkog polja i Blidinjeg jezera, primijetili su da su otoliti blidinjske populacije kraći i deblji nego otoliti livanjske i glamočke populacije. Slične rezultate dobila je i GUZINA (2000), koja je zaključila da postoji interpopulacijska varijabilnost u izgledu otolita te da se po izgledu grupiraju jezerske populacije (širi i deblji otoliti) i riječne populacije (izduženi otoliti). Ovim istraživanjem razlike u izgledu otolita između jedinki iz različitih sustava nisu potvrđene. Otoliti jedinki iz obje populacije okruglastog su oblika, malo duži nego širi. Boja im je bjelkasta – kod većih jedinki skoro potpuno bijela, a kod manjih jedinki mliječno prozirna, što je posljedica veličine (i debljine) otolita.

Rast otolita oštrulja proporcionalan je rastu jedinke (statistički značajne korelacije veličine otolita i standardne duljine tijela jedinki potvrđene su koeficijentom korelacije), što pokazuje da se iz otolita može odrediti starost jedinki (HOLDEN I RAITT 1974). Na otolitima oštrulja lako se uočavaju anuli, na temelju kojih je izravnim očitavanjem određena starost jedinki oštrulja. Ovim je istraživanjem utvrđeno osam starosnih kategorija oštrulja, a najstarija jedinka spadala je u kategoriju 7^+. Ovakvi rezultati slični su rezultatima koje su dobili AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1968) proučavajući oštrulje iz Livanjskog polja. U njihovom istraživanju najstarija jedinka spadala je u starosnu kategoriju 8^+. GUZINA (2000), međutim, bilježi nešto manju starost oštrulja, a najveće jedinke spadale su u kategoriju 5^+ (iako su im standardne duljine bile vrlo velike – najveća zabilježena jedinka imala je 206 mm SL). U najstarijim kategorijama u svim dosada provedenim istraživanjima zabilježen je vrlo mali broj jedinki - AGANOVIĆ I VUKOVIĆ (1968) zabilježili su samo jednu jedinku (ženku) starosti 8^+ i samo dvije jedinke (jedan mužjak i jedna ženka) starosti 7^+; GUZINA (2000) je zabilježila samo 12 (šest ženki i šest mužjaka) od 683 uzorkovane jedinke u starosnoj kategoriji 5^+, a ovim istraživanjem zabilježena je samo jedna jedinka (ženka) u starosnoj kategoriji 7^+ i tri jedinke (jedan mužjak i dvije ženke) u starosnoj kategoriji 6^+.

Jedinke iz rijeke Čikole vrlo rijetko dožive starost kao jedinke iz jezerskih sustava. Ovim istraživanjem najveća starost u rijeci Čikoli očitana s otolita bila je 3^+. Međutim, najveća zabilježena jedinka u rijeci Čikoli imala je standardnu duljinu tijela 100,31 mm, prema čemu bi ona spadala u kategoriju 4^+ (kod ove jedinke nisu izolirani otoliti, pa starost nije očitana već pretpostavljena na temelju standardne duljine tijela). Također, GUZINA (2000) je u rijeci Čikoli zabilježila jednu ženku starosti 5^+. Za razliku od rijeke Čikole, jedinke iz jezerskih sustava češće dožive veću starost, vjerojatno zbog povoljnijih uvjeta na staništu (jezera nikad ne presuše, hrana je uvijek dostupna, kolebanja u temperaturi vode su manja, itd.).

Standardne duljine tijela mužjaka i ženki oštrulja ne razlikuju se po starosnim kategorijama, odnosno, jedinke različitih spolova i istog godišta su jednake veličine. Ovakvi rezultati nisu u skladu s navodima iz HECKELA I KNERA (1858), koji kao jednu od glavnih razlika između spolova oštrulja navode veličinu, tj. da su mužjaci oštrulja uvijek manji od ženki. S druge strane, GUZINA (2000) u svom istraživanju također nije zabilježila bitne razlike između spolova iste starosti, te zaključuje da, iako su ženke u nekim populacija veće od mužjaka, ne može se govoriti o eventualnoj pravilnosti. Moguće je da su HECKEL I KNER (1858) svoja opažanja temeljili na jedinkama različitih starosti, zbog čega su i ustvrdili

određene razlike (u standardnoj duljini tijela, ali i u nekim drugim karakteristikama koje naknadnim istraživanjima nisu utvrđene, npr. u najvećoj visini tijela i duljini peraja). Starosne kategorije jedinki iz rijeke Čikole i iz jezerskih sustava ne preklapaju se, pa nije bilo moguće odrediti razlikuju li se standardne duljine jedinki u različitim sustavima.

Najveći prirast standardne duljine tijela spolovi imaju između starosnih kategorija 1^+ i 2^+, kada je i maseni prirast najveći. Dužinski prirast između juvenilnih jedinki te ženki i mužjaka u starosnoj kategoriji 1^+ također je vrlo velik i iznosi oko 80 %, a naročito veliki je maseni prirast između juvenilnih i spolno zrelih jedinki u kategoriji 1^+ koji iznosi čak oko 600 %. Posljedica ovako velikog masenog prirasta je spolna zrelost jedinki, odnosno razvoj gonada čime se povećava i masa jedinki. Između većih starosnih kategorija dužinski i maseni prirast manji su, što znači da jedinke u početku života rastu brzo, a kasnije se rast usporava. Negativni prirast, odnosno pad u masi, zabilježen je kod najstarije kategorije (7^+). Međutim, ovaj rezultat mora se uzeti s oprezom jer je u toj kategoriji zabilježena samo jedna ženka i to izvan sezone mrijesta, kada je masa jedinki općenito manja nego u sezoni mrijesta kada su gonade potpuno razvijene i čine veliki postotak u masi jedinke.

Za određivanje standardne duljine tijela u ranijim godinama života proučavanih jedinki korišten je povratni izračun. Standardne duljine ženki dobivene povratnim izračunom statistički su značajno manje od standardnih duljina izmjerenih na jedinkama u svim starosnim kategorijama, osim u kategorijama 3^+ i 7^+. Za razliku od ženki, kod mužjaka se standardne duljine statistički značajno razlikuju samo u kategoriji 4^+ kod jezerske populacije i kategoriji 2^+ kod populacije iz rijeke Čikole, dok kod juvenilnih jedinki nema razlike između izmjerenih i izračunatih duljina. Ovakve razlike mogu se objasniti vremenom uzorkovanja. Standardne duljine dobivene povratnim izračunom odgovaraju onima koje jedinke imaju prilikom kraja sezone mirovanja, tj. nakon zime, a izmjerene standardne duljine mjerene su tijekom cijele godine, što znači da jedinke nastavljaju rasti, pa su im i standardne duljine veće ukoliko se ulove kasnije u godini (MARČIĆ 2013). U prilog tome ide i nepostojanje razlika u izračunatim i izmjerenim standardnim duljinama juvenilnih jedinki koje su prikupljene početkom godine, u veljači.

Dobivene jednadžbe von Bertalanffyjevog modela rasta oštrulja pokazuju da mužjaci rastu brže od ženki. Brži rast mužjaka zabilježili su i DAVEY I JELLYMAN (2005) kod jegulje (*Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)), što su povezali s ranijim spolnim sazrijevanjem mužjaka. Prema njima, bržim rastom i ranijim spolnim sazrijevanjem povećava se uspješnost

mrijesta mužjaka, dok se sporijim rastom i kasnijim spolnim sazrijevanjem ženki povećava fekunditet, a u starijim se kategorijama rast spolova gotovo izjednačuje. Također, von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta oštrulja pokazuju da ženke u obje populacije (jezerski sustavi i rijeka Čikola) imaju veće teoretske duljine tijela, što je u skladu s rezultatima dobivenim terenskim istraživanjem, odnosno, u svim uzorkovanim populacijama zabilježene duljine tijela ženki bile su veće od duljina mužjaka.

6.7. SMRTNOST

Literaturni podaci o prirodnoj smrtnosti oštrulja ne postoje, a rezultati Paulyjeve i Rikher i Efanovljeve jednadžbe dobiveni ovim istraživanjem pokazuju da mužjaci u oba sustava imaju veću smrtnost od ženki. Prema JØRGENSEN I HOLT (2013), prirodna smrtnost veća je kod jedinki koje spolno sazrijevaju u ranijoj dobi. S obzirom na veću zastupljenost ženki oštrulja u višim starosnim skupinama i rezultatima spomenutih jednadžbi, možemo zaključiti da mužjaci imaju veću prirodnu smrtnost od ženki, što je posljedica ranijeg spolnog sazrijevanja.

6.8. EKOLOŠKI UVJETI STANIŠTA I RAZLOZI UGROŽENOSTI OŠTRULJA NA ISTRAŽIVANIM POSTAJAMA

Usporedbom morfologije i ekologije oštrulja uzorkovanih na različitim lokalitetima može se zaključiti da između njih postoje razlike koje se mogu povezati s uvjetima na staništu na kojem oštrulji žive. Jedinke iz jezerskih sustava (Visovac, Torak) dosežu veće duljine tijela te su u boljem kondicijskom stanju (vidljivo iz većih vrijednosti Fultonovog koeficijenta kondicije), što rezultira većim reproduktivnim uspjehom (vidljivo iz povećanog fekunditeta i GSI kod ženki). Najvažniji razlog za to je dostupnost hrane. U jezerskim sustavima kolebanja u hidrološkom režimu su manja, što može pozitivno utjecati na dostupnost hrane. Ako u jezerskom sustavu i dođe do oskudice glavne komponente hrane (ličinke kukaca), oštrulji vrlo lako prelaze na biljnu komponentu, koja je u jezerskim sustavima uvijek dostupna. Također, jedinke koje žive u jezerima imaju veće područje kretanja, a takve jedinke dosežu veće veličine tijela (WOODWARD I SUR. 2005).

Za razliku od jedinki u jezerskim sustavima sa stalnijim uvjetima, jedinke u riječnim sustavima manje su, gotovo nikada ne dosežu duljine tijela kao jezerske jedinke te imaju manji reproduktivni uspjeh. Povremeni vodotoci, kakvi su rijeka Čikola i rijeka Vrba, spadaju među hidrološki najdinamičnije sustave. U njima procesi kao što su poplave i suše utječu na povezanost ili odsječenost vodotoka, što za posljedicu ima vrlo veliki utjecaj na dostupne nutrijente i živi svijet (LARNED I SUR. 2012). Općenito, mediteranske rijeke karakterizirane su periodičkim sezonskim sušama (ili niskim vodostajima), kada često umjesto glavnog toka ostaju samo mali bazeni ispunjeni vodom. Takve bazenčiće organizmi koriste kao refugije, a s obzirom da se radi o sezonskoj pojavi, mnogi od njih razvili su prilagodbe za preživljavanje loših uvjeta u njima (LAKE 2003). Jedna od takvih prilagodbi oštrulja njegov je oportunistički način prehrane, naročito mogućnost uzimanja biljne komponente, zbog čega on u vrijeme oskudice jedne komponente može preživjeti i na drugoj komponenti hrane. Još jedna prilagodba na uvjete staništa je i produljeni period mrijesta. Prema HUMPHRIES I SUR. (1999), produljenim periodom mrijesta kod riba osigurava se preživljavanje dovoljnog broja ličinki koje će dočekati povoljne uvjete. Također, produljenim periodom mrijesta osigurava se da će se dio ličinki izvaliti u periodu izobilja hrane, koji u povremenim vodotocima često nisu pravilni već ovise o stohastičkim događajima poput poplava u sušnim mjesecima koji donose nutrijente i hranu. Višestrukim polaganjem jaja u produljenom periodu mrijesta osigurava se preživljavanje većeg broja mladih jedinki kroz povećanu genetičku raznolikost (više mužjaka može oploditi jaja jedne ženke), kroz veću rasprostranjenost jedinki (jaja se odlažu na većem području), ali i kroz smanjenu intraspecijsku kompeticiju mlađi za hranu (ličinke su različitih veličina, pa jedu hranu različite veličine) (APARICIO I SASTOA 1998).

Struktura i funkcioniranje zajednica u povremenim vodotocima određena je poplavama i sušama. Početkom sušnog razdoblja dolazi do smanjenja količine vode i nestajanja glavnog toka, što za posljedicu ima stvaranje malih nepovezanih bazena u kojima organizmi ostaju zarobljeni. Daljnjim isušivanjem smanjuje se količina vode u bazenčićima te dolazi do pogoršanja fizikalno-kemijskih svojstava vode (dolazi do gomilanja toksina i otpada, smanjuje se količina otopljenog kisika, povisuje se temperatura, itd.), a ujedno se povećava i intra- i interspecijska kompeticija te predacija (LAKE 2003). Potraju li sušna razdoblja predugo, dolazi do ugibanja organizama, naročito riba i beskralježnjaka.

Uzmu li se u obzir gore iznesene činjenice, može se zaključiti da su organizmi koji naseljavaju povremene vodotoke izrazito osjetljivi na promjene u periodičkim pojavama. Nažalost, upravo su ovakvi sustavi pod velikim antropogenim pritiskom, a utjecaji mogu biti

izravni (npr. crpljenje vode iz preostalih bazenčića, reguliranje vodotoka, remećenje hidrološkog režima) ili neizravni, kao što su klimatske promjene (LARNED I SUR. 2010, STUMBERGER 2010). Produžena sušna razdoblja, koja za posljedicu imaju dužu izolaciju bazenčića u povremenim vodotocima, mogu dovesti do izumiranja zarobljenih zajednica u njima i smanjenja genetskog fonda vrsta. Također, zbog pogoršanih uvjeta na staništu (duge suše, crpljenje vode iz bazenčića, reguliranje vodotoka) može doći do smanjenja uspješne reprodukcije (smanjenog fekunditeta zbog skraćivanja povoljnih uvjeta kad ribe odlažu jaja), što je već zabilježeno za vrstu *Barbus haasi* (APARICIO I SASTOA 1998), vrlo sličnu oštrulju po ekološkim karakteristikama. U bazenčićima može doći i do izrazite kompeticije, naročito ako su u vodotoku prisutne strane vrste. Tako je u rijeci Čikoli zabilježena vrlo velika zastupljenost invazivne strane ribe gambuzije (*Gambusia holbrooki*), koja u sušnom razdoblju brojnošću prevladava u bazenčićima. Ova vrsta najbrojnija je uz obrasle rubove bazenčića, što je stanište koje koriste i manje jedinke i ličinke oštrulja. Ona se hrani i istom hranom kao i oštrulj (GARCIA-BERTHOU 1999) pa zasigurno dolazi do povećane kompeticije i smanjenja glavne hrane oštrulja (što je vidljivo iz pojavljivanja biljne komponente u probavilima oštrulja u vrijeme izrazitih suša). Također, gambuzija je vrlo agresivna vrsta, a zabilježeni su i slučajevi povišenog mortaliteta juvenilnih jedinki endemskih vrsta, uključujući i oštrulja, uslijed agresivnog ponašanja gambuzije (otkidanje komadića peraja) (LANDEKA I SUR. 2015). Prilikom terenskih istraživanja na rijeci Čikoli primijećeno je i crpljenje vode za potrebe navodnjavanja, što je naročito izraženo u sušnim mjesecima, kada može doći i do potpunog isušivanja manjih bazena što može djelovati pogubno za živi svijet zarobljen u njima.

Iz rezultata dobivenih ovim istraživanjem (naročito onih vezanih uz prehranu i razmnožavanje), ali i iz drugih dostupnih istraživanja (AGANOVIĆ I VUKOVIĆ 1966, AGANOVIĆ I VUKOVIĆ 1968, AGANOVIĆ 1970, GUZINA 2000) može se zaključiti da su primarna staništa oštrulja povremeni vodotoci (rječice u Livanjskom, Duvanjskom, Glamočkom i Sinjskom polju, rijeke Vrba i Čikola), a da su se populacije koje nastanjuju veće jezerske sustave razvile sekundarno (autohtone populacije u Visovačkom i Buškom jezeru te translocirane populacije u Bilidinjem i Šatorskom jezeru i Mostarskom blatu), iako su se u njima vrlo dobro prilagodile. Zbog toga je s gledišta zaštite vrlo važno zaštititi upravo povremene vodotoke, kako bi se ova jedinstvena vrsta u izvornom obliku u njima mogla očuvati.

7. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata dobivenih istraživanjem morfologije i ekologije oštrulja iz jezerskih i riječnih sustava može se zaključiti sljedeće:

- Ženke i mužjaci oštrulja, osim po vanjskim spolnim obilježjima (leglica kod ženke), razlikuju se i u morfometrijskim značajkama – mužjaci imaju dulje prsne i trbušne peraje te bazu leđne peraje, dok ženke imaju dulju bazu podrepne peraje. U standardnim duljinama i obliku tijela između spolova iste starosti nije utvrđena razlika, a grba ispred leđne peraje pojavljuje se kod starijih jedinki oba spola.

- Morfometrijske analize pokazuju da su jedinke oštrulja iz jezera Visovac i jezera Torak vrlo slične u morfometrijskim značajkama. S obzirom da su ova dva jezera povezana tijekom cijele godine, što omogućava migracije riba, oštrulji iz ova dva sustava mogu se smatrati jednom populacijom. Oštrulji iz gornjeg toka rijeke Čikole (uključujući i rijeku Vrbu) zasebna su populacija te ne dolazi do migracija između njih i jezerske populacije (Visovac i Torak), na što ukazuju dobivene razlike u morfometrijskim značajkama. Populacija iz kanala Ždralovac po morfometrijskim se značajkama nalazi između jezerske populacije i populacije iz rijeke Čikole, što je moguće objasniti uvjetima na staništu – kanal Ždralovac je sporo tekući sustav u stalnom kontaktu s Buškim jezerom, ali povezan je i s povremenim vodotocima u gornjem dijelu Livanjskog polja.

- Provedene morfometrijske analize pokazuju da populacije oštrulja koje žive na različitim staništima (jezerski i riječni sustavi) imaju različiti oblik tijela. Najuočljivija razlika je u duljini tijela (jedinke iz jezerskih sustava dosežu veće duljine tijela od jedinki iz rijeke Čikole), a razlike postoje i u obliku glave te položaju peraja.

- Dobiveni rezultati pokazuju da su mužjaci oštrulja iz različitih populacija međusobno ujednačeniji u morfometrijskim značajkama od ženki iz različitih populacija. S obzirom na navedeno, može se zaključiti da su ženke više pod utjecajem ekoloških čimbenika od mužjaka.

- Rast oštrulja iz svih populacija gotovo je izometrijski (blago alometrijski), što znači da cijeli život rastu podjednako u duljinu i u masu. Analiza Fultonovog koeficijenta kondicije pokazuje da su oštrulji iz jezerske populacije u boljem kondicijskom stanju od oštrulja iz rijeke Čikole.

- Omjer spolova u svim istraživanim populacijama oštrulja ne razlikuje se statistički značajno od 1:1, što znači da se radi o zdravim populacijama.

- Prilikom terenskih istraživanja na rijeci Čikoli primijećeno je da se u vrijeme mrijesta veće jedinke oštrulja zadržavaju u jatima, često s ostalim vrstama riba, dok su manje jedinke i mlađ skrivene u vegetaciji uz rub vodnog tijela. U riječnim sustavima (Čikola, Vrba) nepovoljne uvjete zimi oštrulji preživljavaju u podzemlju, naročito veće jedinke, dok manje jedinke zaostale nakon mrijesta u glavnom toku nepovoljne uvjete preživljavaju skrivene u vegetaciji ili kamenju. U jezerskim sustavima nepovoljne uvjete zimi oštrulji vjerojatno prežive na dnu jezera.

- Provedenim analizama (analize GSI, veličine jajnih stanica i fekunditeta) utvrđeno je da se oštrulji mrijeste više puta u godini, a sezona mrijesta traje od ožujka, kada temperatura vode dosegne 12 °C, do srpnja. Ženke iz jezerskih sustava imaju veći fekunditet i veći promjer jajnih stanica, odnosno, veći reproduktivni uspjeh od ženki iz rijeke Čikole. Za razliku od ženki, mužjaci iz jezerskih sustava imaju manji gonadosomatski indeks od mužjaka iz rijeke Čikole. Mužjaci oštrulja spolno sazrijevaju u prvoj godini života (0^+), dok ženke spolno sazrijevaju u drugoj ili trećoj godini života (1^+ ili 2^+). Ovako ranim spolnim sazrijevanjem povećava se reproduktivni uspjeh jedinki tokom života, a javlja se kao odgovor na povećanu smrtnost prilikom nepovoljnih uvjeta na staništu, kao što su suše i poplave.

- Provedene analize prehrane pokazuju da oštrulj spada u svejede s preferencijom prema životinjskoj hrani, s trofičkim stupnjem 3,10 ± 0,3. Najveći dio prehrane čine ličinke porodice Chironomidae i Ceratopogonidae i podrazred Copepoda, a zastupljena je i biljna komponenta (alge, više biljke, sjemenke). Kod jedinki iz jezerskih sustava (Visovac i Torak) biljna komponenta prisutna je u prehrani tijekom cijele godine, dok je kod jedinki iz rijeke Čikole prisutna samo u ljeto i jesen. Oštrulji se hrane tijekom cijele godine, no rezultati pokazuju da je intenzitet hranjenja smanjen u zimskom razdoblju.

- Jedinke iz rijeke Čikole žive kraće od jedinki iz jezerskih sustava. Najstarija jedinka iz jezerskih sustava spadala je u starosnu skupinu 7^+, a najstarija jedinka iz rijeke Čikole u kategoriju 4^+. Najstarije kategorije u oba sustava zastupljene su samo ženkama, vjerojatno kao posljedica veće smrtnosti mužjaka oštrulja.

- Parametri von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta pokazuju da u obje istraživane populacije mužjaci imaju veću stopu rasta, a ženke dosežu veće teoretske duljine tijela. U oba sustava mužjaci imaju veću prirodnu smrtnost od ženki, što je posljedica bržeg rasta i ranijeg spolnog sazrijevanja.

- Rijeke krškog područja u kojima živi oštrulj pod velikim su antropogenim utjecajem, što vrlo negativno utječe na živi svijet u njima. Antropogeni utjecaji uključuju reguliranje vodotoka i remećenje hidrološkog režima, a vrlo veliku opasnost predstavljaju i strane vrste unesene u to područje (naročito gambuzija). U rijeci Čikoli prisutno je i crpljenje vode iz bazenčića preostalih tijekom sušnog razdoblja ljeti, što dovodi do presušivanja vodenih refugija i izumiranja živog svijeta. Remećenje hidrološkog režima dovodi i do promjena u podzemnim staništima koja oštrulji koriste za preživljavanje nepovoljnih uvjeta te na taj način ugrožavaju opstanak ove vrste.

- Usporedbom rezultata dobivenih ovim istraživanjem sa starijim saznanjima o brojnosti oštrulja primijećen je pad brojnosti na staništima na kojima je oštrulj nekad bio puno zastupljeniji, što ukazuje na potrebu bolje zaštite oštrulja i rijeka koje on nastanjuje. Kako bi se osiguralo preživljavanje oštrulja u ovim hidrološki vrlo dinamičnim sustavima, iznimno je važno zaštititi upravo njegovo primarno stanište – povremene vodotoke povezane s podzemnim krškim sustavima, kao što su rijeke Čikola i Vrba. Dobiveni rezultati koji ukazuju na lošije kondicijsko stanje, manju duljinu tijela jedinki oštrulja te manji reproduktivni uspjeh ženki oštrulja iz riječnih sustava, kao i manju zabilježenu starost jedinki, samo su dodatni pokazatelj ekstremnih uvjeta i osjetljivosti istraživanih riječnih sustava i populacija oštrulja koji u njima obitavaju. S obzirom na dobivene rezultate i prisutne antropogene utjecaje na području ovog istraživanja, želi se naglasiti važnost i potreba izrade Plana upravljanja s akcijskim planom očuvanja oštrulja, kako bi se očuvali ovi iznimno vrijedni ekosustavi i osigurao opstanak ove jedinstvene vrste.

8. LITERATURA

AGANOVIĆ M. 1969: Sastav ribljih populacija rijeke Jaruge. Ichthyologia 1(1):3-10.

AGANOVIĆ M. 1970: Plodnost oštrulja (*Aulopyge hügeli* Heck) iz voda Livanjskog polja. Ribarstvo 25(1):15-18.

AGANOVIĆ M. I VUKOVIĆ T. 1966: Odnos dužine crijevnog trakta i dužine tijela kod tri lokalne populacije oštrulja (*Aulopyge hügelii* Heck). Ribarstvo 21(1):30-33.

AGANOVIĆ M. I VUKOVIĆ T. 1968: Uzrasno variranje nekih morfometrijskih karaktera oštrulja iz vodotoka sa područja Livanjskog polja. Ribarstvo 23(2):30-33.

ANDERSON R. O. I NEWMANN R. M. 1996: Length, weight, and associated structural indices. U Nielsen L. i Johnson D. (ur.): Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. str. 284-300.

APARICIO E. I DE SOSTOA A. 1998: Reproduction and growth of *Barbus haasi* in a small stream in the N.E. of the Iberian peninsula. Archiv für Hydrobiologie 142:95–110.

ARAI R. 1982: A chromosome study on two cyprjnid fishes, *Acrossocheihts labiatus* and *Pseudorasbora pumila pumila*, with notes on Eurasian cyprinids and their karyotypes. Bulletin of the National Science Museum Tokyo, Series A, 8(3).

BARLOW G. 1961: Causes and significance of morphological variation in fishes. Systematic Zoology 10:105-117.

BEACHAM T. D. I MURRAY C. B. 1985: Effect of female size, egg size, and water temperature on developmental biology of Chum salmon (*Oncorhynchus keta*) from the Nitinat River, British Columbia. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42:1755-1765.

BERREBI P. 1995: Speciation of the genus *Barbus* in the north Mediterranean basin: Recent advances from biochemical genetics. Biological Conservation 72:237-249.

BLAZER V. S. 2002: Histopathological assessment of gonadal tissue in wild fishes. Fish Physiology and Biochemistry 26:85–101.

BLESS R. I RIEHL R. 2002: Biology and egg morphology of the Dalmatian barbelgudgeon *Aulopyge huegelii*, an endangered species in Croatia. Environmental Biology of Fishes 63(4):451-456

BONAPARTE C. L. 1846: Catalogo metodico dei pesci Europei. Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale. Milano, Italija. 95 str.

BRINSMEAD J. I FOX M. G. 2002: Morphological variation between lake- and stream-dwelling rock bass and pumpkinseed populations. Journal of Fish Biology 60 doi:10.1006/jfbi.2002.2179.

BUCKOVIĆ D. 2006: Historijska geologija 2. Mezozoik i Kenozoik. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu - Manualia universitatis studiorum Zagrabiensis. 123 str.

BUĆAN M. 1984: Od meksičkih pšenica do domaćih selekcija. Agronomy journals 46(3-4):373-391.

BUJ I. 2010: Taksonomski položaj, filogenetski odnosi i morfološka obilježja vijuna roda *Cobitis* (Cypriniformes; Actinopterygii) Dalmacije i Hercegovine. Doktorska disertacija, Prirodoslovno – matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

CAMPANA S. E. 1999: Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. Marine Ecology Progress Series 188:263-297.

CARLANDER K. D. 1969: Handbook of freshwater fishery biology, Vol. 1. The Iowa State University Press, Ames, IA. 752 str.

CLARK F. N. 1928: The weight–length relationship of the California sardine (*Sardina caerulea*) at San Pedro. Division of Fish and Game, Fishery Bulletin No. 12. 59 str.

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. str. 529-554.

CRIVELLI A. J. 2006: *Aulopyge huegelii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2006:e.T61350A12466288. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2006.RLTS.T61350A12466288.en. Downloaded on 24 November 2017.

CRKVENČIĆ I., DERADO K., FRIGANOVIĆ M., KALOĐERA A., MIRKOVIĆ D., RADICA T., RIĐANOVIĆ J., ROGIĆ V. ROGLIĆ J., STRAŽIČIĆ N. I ŠEGOTA T. 1974: Geografija SR Hrvatske 6, Južno hrvatsko primorje. Školska knjiga, Zagreb. 229. str.

ĆALETA M., BUJ I., MRAKOVČIĆ M., MUSTAFIĆ P., ZANELLA D., MARČIĆ Z., DUPLIĆ A., MIHINJAČ T. I KATAVIĆ I. 2015: Hrvatske endemske ribe. Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, Hrvatska. 116 str.

ĆALETA M., MRAKOVČIĆ M., BUJ I., MUSTAFIĆ P., ZANELLA D. I MARČIĆ Z. 2009: Threatened fishes of the world: *Aulopyge huegelii* Heckel, 1842 (Cyprinidae). Environmental Biology of Fishes 85:21-22.

ĆERIĆ A. I ZEREM N. 2014: Utjecaj vještačkog odvodnjavanja na režim podzemnih voda u tresetištu Ždralovac. U Mulaomerović J. (ur.): Naš krš. Speleološko društvo „Bosansko-hercegovački krš" i Centar za krš i speleologiju, Sarajevo. str. 24-35.

ĆURČIĆ V. 1917: Narodno ribarstvo u Bosni i Hercegovini. III Zapadno-bosanski krš, i to ispostava Kupres i kotarevi: Duvno, Glamoč, Livno i - Blidinjsko jezero. Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini 28:397-426.

DAVEY A. J. H. I JELLYMAN D. J. 2005: Sex determination in freshwater eels and management options for manipulation of sex. Reviews in Fish Biology and Fisheries 15(1-2):37-52.

DELIĆ A., KUČINIĆ M., MARIĆ D. I BUČAR D. 2005: New data about the distribution of the *Phoxinellus alepidotus* (Heckel, 1843) and *Aulopyge huegelii* (Heckel, 1841). Natura Croatia 14(4):351-355.

DELL INC. 2016: Dell Statistica (data analysis software system), version 13. software.dell.com.

ĐUROVIĆ E. I VUKOVIĆ T. 1975: Vještačka hibridizacija *Aulopyhe hügeli* Heckel, 1843 sa vrstama *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758), *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) i *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) (Pisces, Cyprinidae). Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu 28:83-92.

ECONOMIDIS P. S., SORIČ V. M. I BĂNĂRESCU P. M. 2003: *Barbus peloponnesius* Valenciennes, 1842. U Bănărescu P. M. i Bogutskaya N. G. (ur.): The freshwater fishes of Europe. 5/II Cyprinidae 2, part II: *Barbus*. AULA-Verlag, Wiebelsheim, str. 301-337.

ELLIOT N. G., HASKARD K. I KOSLOW J. A. 1995: Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. Journal of Fish Biology 46:202-220.

FISHER R. 1930: The genetical theory of natural selection. Oxford University Press.

FRANCIS R. 1990: Back-calculation of fish length: a critical review. Journal of Fish Biology 36:883-902.

FREYHOF J. 1997: Zur Fortpflanzungsbiologie des Barbengründlings. Aquarien Terrarien 50:513–516.

FROESE R., PALOMARES M. L. D. I PAULY 2000: Estimation of Life History Key Facts of Fishes. U Froese R. i Pauly D. (ur.): FishBase 2000: Concepts, design and data sources. ICLARM, Los Bãnos, Laguna, Philipines. str. 167-175.

FROESE R. 2006: Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology 22: 241–253.

FULTON T. W. 1904: The rate of growth of fishes. Twenty-second annual report, Part III. Fisheries board of Scotland, Edinburgh, str. 141-241.

GANTE H. F. 2011. Diversification of Circum-Mediterranean Barbels. U Grillo O. (ur.): Changing Diversity in Changing Environment, InTech, DOI: 10.5772/24639.

GARCIA-BERTHOU E. 1999: Food of introduced mosquitofish: ontogenetic diet shift and prey selection. Journal of Fish Biology 55: 135-147.

GERMAN D. P. I HORN M. H. 2006: Gut length and mass in herbivorous and carnivorous prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae): ontogenetic, dietary, and phylogenetic effects. Marine Biology 148: 1123-1134.

GLAMUZINA B., TUTMAN P., PAVLIČEVIĆ J., BOGUT I. I DULČIĆ J. 2010: Bioraznolikost riba Hercegovine. Međunarodni kolokvij „2010. godina bioraznolikosti“, 13. – 15.12.2010. godine, Livno, Bosna i Hercegovina.

GOTOVAC M. 2013: Krška polja u Dinarskom luku: priroda u stalnom pokretu. WWF BiH.

GUZINA N. 2000: Morfološko – taksonomske karakteristike vrste *Aulopyge hügeli* Hekel, 1841. Doktorska disertacija. Univerzitet u Sarajevu, Prirodno – matematički fakultet, 429 str.

GUZINA N. I VUKOVIĆ T. 1987: Prvi podaci o nalazu i morfologiji krljušti kod *Aulopyge hügeli* Heckel, 1841 iz Buškog jezera. Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu 40:27-38.

GUZINA N., SERATLIĆ D. I VUKOVIĆ T. 1986: Vještačka hibridizacija između vrsta *Aulopyge hügeli* Heckel, 1841 i *Leuciscus turskyi* (Heckel, 1843). Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu 39:39-48.

GVOZDENOVIĆ O., KEKIĆ H., PAVLOVIĆ V., IVANC A., MIJATOVIĆ N. I PEJIĆ K. 1985: Ugljeni hidrati oštrulja (*Aulopyge hügeli* Heckel, 1841) u uslovima totalnog gladovanja. Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu 38:77-83.

HAMMER Ø., HARPER D. A. T. I RYAN P. D. 2001: PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1):9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

HECKEL J. J. 1842: Amtlicher Bericht über die neunzehnte Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte im Braunschweig in September 1841. Braunschweig, Njemačka. str. 73-74

HECKEL J. J. 1843: Abbildungen und Beschreibungen der Fische Syriens: nebst einer neuen Classification und Characteristik sämmtliches Gattungen der Cyprinen. E. Schweizerbart'sche Verlagehandlung, Stuttgart. str. 1021.

HECKEL J. J. I KNER R. 1858: Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die Angränzenden Länder. Engelmann, Leipzig. str. 95-99.

HERAK M. 1971: Neke specifičnosti Dinarskog krša. U Varićak T. (ur.): Simpozij o zaštiti prirode u našem kršu. Izdavački zavod Jugoslavenske akademije, Zagreb.

HEWITT G. M. 2011: Mediterranean peninsulas: The evolution of hotspots. U Zachos F.E. i Habel J.C. (ur.): Biodiversity hotspots. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. str. 123-147.

HOLDEN M. J. I RAITT D. F. S 1974: Manual of fisheries science part 2 - Methods of resource investigation and their application. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

HOWES G. J. 1987: The phylogenetic position of the Yugoslavian cyprinid fish genus *Aulopyge* Heckel,1841, with an appraisal of the genus *Barbus* Cuvier & Cloquet,1816 and the subfamily Cyprininae. Bulletin of the British Museum (Natural History) 52(5):165-196.

HUBERT W. A., POPE K. L. I DETTMERS J. M. 2012: Passive capture techniques. Nebraska Cooperative Fish & Wildlife Research Unit - Staff Publications. Paper 111. http://digitalcommons.unl.edu/ncfwrustaff/111

HUMPHRIESA P., KING A. J. I KOEHN J. D. 1999: Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia. Environmental Biology of Fishes 56:129-151.

HUNTER J. R. I MACEWICZ B. J. 1985: Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. U Lasker R (ur.): An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax.* NOAA Technical Report 36:79-94.

HUNTER J. R., LO N. C. H. I LEONG R. J. H. 1985: Batch fecundity in multiple spawning fishes. U Lasker R. (ur.): An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy *(Engraulis mordax).* United States Department of Commerce. NOAA Technical Report 36:79-94.

JAKOBSEN T., FOGARTY M. J., MEGREY B. A. I MOKSNESS E. 2009: Fish reproductive biology, implications for assessment and management. Wiley Blackwell Scientific Publications, Chichester, UK. 429 str.

JELIĆ D., JELIĆ M., ŽUTINIĆ P., ŠIMUNOVIĆ I., ZUPANČIČ P. I NASEKA A. M. 2018: Distribution of endangered Italian gudgeon *Romanogobio benacensis* (Cypriniformes, Cyprinidae, Gobioninae) with remarks on distinguishing morphological characters. ZooKeys 729:103-127. doi:10.3897/zookeys.729.20615

JOHNSTON M. B. 1938: Some methods of preparing teleost fish otoliths for examination. Journal of the Royal Microscopical Society 58(2):112-119.

JØRGENSEN C. I HOLT R. 2013: Natural mortality: Its ecology, how it shapes fish life histories, and why it may be increased by fishing. Journal of Sea Research 75:8-18.

JUNGER H., KOTRSCHAL K. I GOLDSCHMID A. 1989: Comparative morphology and ecomorphology of the gut in European cyprinids (Telostei). Journal of Fish Biology 34:315-326.

KAĆANSKI D., JERKOVIĆ L., HAFNER D. I AGANOVIĆ M. 1978: O ishrani nekih vrsta riba iz Buškog Blata. Ichthyologia 10(1):67-75.

KAPETANOVIĆ N., AGANOVIĆ M., VUKOVIĆ. T. 1966: O specifičnostima oblika otolita kod jedinki iz tri lokalne populacije oštrulja (*Aulopyge hügelii* Heckel). Ribarstvo 21(6):134-137.

KARAMAN M. S. 1971: Süßwasserfische der Türkei. 8. Teil. Revision der Barben Europas, Vorderasiens und Nordafrikas. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut 67:175-254.

KE Z., PING X. I GUO L. 2008: Phenotypic plasticity in gut length in the planktivorous filter-feeding silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). The Scientific World Journal 8:169-175.

KOLZ A. L. 1989: A power transfer theory for electrofishing. U. S. Wildlife Service Technical Report 22:1-11.

KOLZ A. L. 2006: Electrical conductivity as applied to electrofishing. Transactions of the American Fisheries Society 135:509-518.

KOTTELAT M. I FREYHOF J. 2007: Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.

KRAMER D. L. I BRYANT M. J. 1995: Intestine length in the fishes of a tropical stream: 1. Ontogenetic allometry. Environmental Biology of Fishes 42(2): 115–127.

LAKE P. S. 2003: Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. Freshwater Biology 48:1161–1172.

LANDEKA N., PODNAR M. I JELIĆ D. 2015: New data on the taxonomic status and distribution of *Gambusia* sp. in Croatia and Bosnia and Herzegovina. Periodicum Biologorum 117:415–424.

LANGTON R. W. 1977: A review of methods used for estimating gut evacuation rates and calculating daily ration for fish. Northeast Fisheries Center.

LARNED S. T., DATRY T., ARSCOTT D. B. I TOCKNER K. 2010: Emerging concepts in temporary-river ecology. Freshwater Biology 55:717–738.

LAVIN P. A. I MCPHAIL J. D. 1993: Parapatric lake and stream sticklebacks on northern Vancouver Island: disjunct distribution or parallel evolution? Canadian Journal of Zoology 71:11-17.

LEAVY T. R. I BONNER T. H. 2005: Relationships among swimming ability, current velocity association, and morphology for freshwater lotic fishes. North American Journal of Fisheries Management 29(1): 72-83.

LLEONART J., SALAT J. I TORRES G. J. 2000: Removing allometric effects of body size in morphological analysis. Journal of Theoretical Biology 205:85-93.

lUCN 1996: 1996 lUCN Red list of threatened animals. lUCN, Gland, Switzerland.

MACHORDOM A. I DOADRIO I. 2001: Evolutionary history and speciation modes in the cyprinid genus *Barbus.* Proceedings of the Royal Society B 268(1473):1297-1306.

MARČIĆ Z. 2013: Taksonomske i biološko-ekološke značajke roda *Telestes* Bonaparte, 1837 (Actinopterygii) na području Velike i Male Kapele. Doktorska disertacija, Prirodoslovno – matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

MARGUŠ D. 2011: Slatkovodne ribe Nacionalnog parka "Krka". Javna ustanova NP Krka, Šibenik. 99 str.

MCDONALD J. H. 2014: Handbook of biological Statistics, 3rd edition. Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland.

MCLAUGHLIN R. L. I NOAKES D. L. G. 1997: Going against the flow: an examination of the propulsive movements made by young brook trout in streams. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55(4):853-860.

MCPHERSON L. R., GANIAS K. I MARSHALL C. T. 2011: Inaccuracies in routinely collected Atlantic herring (*Clupea harengus*) maturity data and correction using a gonadosomatic indeks model. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 91(7):1477-1487.

MIHEVC A., PRELOVŠEK M. I HAJNA ZUPAN N. 2010: Introduction to the Dinaric karst. Karst Research Institute in ZRC SAZU, Postojna, Slovenija. 71 str.

MILOŠ M. 2009: Prehrana potočne mrene (*Barbus balcanicus* Kotlik, Tsigenopoulos, Ràb i Berrebi, 2002). Diplomski rad. Prirodoslovno – matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

MRAKOVČIĆ M. I MIŠETIĆ S. 1990: Status, distribution and conservation of the salmonid, *Salmothymus obtusirostris* (Heckel) and the cyprinid, *Aulopyge hugeli* (Heckel) in Yugoslavia. Journal of Fish Biology 31(A):241-242.

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, Hrvatska.

MRAKOVČIĆ M., KEROVEC M., MIHALJEVIĆ Z., TERNJEJ I., MUSTAFIĆ P., ZANELLA D., ĆALETA M., MARČIĆ Z., BUJ I., BRIGIĆ A. I MIHINJAČ T. 2011: Ihtiološka istraživanja na rijeci Krki s ciljem očuvanja ihtiofaune rijeke. Elaborat. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

NARANJO S. E. I GIBSON R. L. 1996: Phytophagy in predaceous Heteroptera: Effects on lifehistory and population dynamics. U Alomar O. i Wiedenmann R. N. (ur.): Zoophytophagous Heteroptera: Implications for Life History and Integrated Pest Management. Thomas Say publications in entomology, SAD. str. 57-93.

NARODNE NOVINE 124/13: Uredba o ekološkoj mreži.

NARODNE NOVINE 144/2013: Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama.

NARODNE NOVINE 73/2016: Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o strogo zaštićenim vrstama.

NEAT F. C., LANGKEEK W., WESTERBEEK E. P., LAARHOVEN B. I VIDELER J. J. 2003: Behavioural and morphological differences between lake and river populations of *Salaria fluviatilis*. Journal of Fish Biology 63(2):374-387.

NIKOLSKY G. V. 1963: The ecology of fishes. Academic Press, London. 352 str.

NILSSON A. 1996: Aquatic insects of North Europe. A Taxonomic Handbook, Volume 1, Apollo books, Stenstrup.

NILSSON A. 1997: Aquatic insects of North Europe. A Taxonomic Handbook, Volume 2, Apollo books, Stenstrup.

OIKONOMOU A., LEPRIEUR F. I LEONARDOS I. D. 2014: Biogeography of freshwater fishes of the Balkan Peninsula. Hydrobiologia 738(1):205-220.

PAULY D. 1980: On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. Journal Du Conseil 39:175-192.

PAULY D. 1993: Editorial. Fishbyte section. Naga, The ICLARM Quarterly 16(2-3):26.

PAULY D., FROESE R., SA-A P., PALOMARES M. L., CHRISTENSEN V. I RIUS J. 2000: Trophlab manual. ICLARM, Manila, Philippines. 6 str.

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

PETZ B. 1997: Osnovne statističke metode za nematematičare. Naklada Slap, Jastrebarsko.

PIRIA M., TREER T., ANIČIĆ I., TOMLJANOVIĆ T. I SAFNER R. 2007: Natural diet of barbel *Barbus peloponnesius* (Valenciennes, 1842) from the Sava river. Croatian Journal of Fisheries 65(1):1-14.

POLLAR M., JAROENSUTASINEE M. I JAROENSUTASINEE K. 2007: Morphometric analysis of *Tor tambroides* by Stepwise Discriminant and Neural Network Analysis. World Academy of Science, Engineering and Technology 33:16-20.

POLJAK M. 2012: Procjena ekološkog stanja jezera Brljan i Visovac na temelju zajednice makrozoobentosa. Diplomski rad. Prirodoslovno – matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

PORTT C. B., COKER G. A., MING D. L. I RANDALL. R. G. 2006: A review of fish sampling methods commonly used in Canadian freshwater habitats. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences N^{o} 2604.

RASSER M. W., HARZHAUSER M., ANISTRATENKO O. Y., ANISTRATENKO V. V., BASSI D., BELAK M., BERGER J.-P., BIANCHINI G., ČIČIĆ S., ĆOSOVIĆ V., DOLÁKOVÁ N., DROBNE K., FILIPESCU S., GÜRS K., HLADILOVÁ Š., HRVATOVIĆ H., JELEN B., KASIŃSKI J. R., KOVÁČ M., KRALJ P., MARJANAC T., MÁRTON E., MIETTO P., MORO A., NAGYMAROSY A., NEBELSICK J. H., NEHYBA S., OGORELEC B., OSZCZYPKO N., PAVELIĆ D., PAVLOVEC R., PAVŠIČ J., PETROVÁ P., PIWOCKI M., POLJAK M., PUGLIESE N., REDŽEPOVIĆ R., RIFELJ H., ROETZEL R., SKABERNE D., SLIVA L., STANDKE G., TUNIS G., VASS D., WAGREICH M. I WESSELINGH F. 2008: Palaeogene and Neogene. U McCann (ur.): The geology of Central Europe Volume 2: Mesozoic and Cenozoic. Geological Society of London, UK. str. 55-108.

RECHULICZ J. I KOLEJKO M. 2012: Morphological differences between lake and river populations of roach – *Rutilus rutilus* (L.). Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska DOI: 10.2478/v10083-012-0006-0

REIST J. D. 1986: An empirical evaluation of coefficients used in residual and allometric adjustment of size covariation. Canadian Journal of Zoology 64:1363- 1368.

REYNOLDS J. B. 1996: Electrofishing. U Murphy B. R. I Willis W. D. (ur.): Fisheries techniques, 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. str 221-253.

RICKER W. E. 1975: Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada N^{o} 91. 401 str.

RODRÍGUES MENDOZA R. P. 2006: Otoliths and their applications in fishery science. Ribarstvo 64: 89-102.

RÖGL F. 1999: Mediterranean and Paratethys. Facts and hypotheses of an Oligocene to Miocene paleogeography (short overview). Geologica Carpathica 50(4):339– 349.

ROGLIĆ J. 2006: Geografske regije Hrvatske i susjednih zemalja. Geografske posebnosti i razvojni procesi. Sabrana dijela, knjiga V. Školska knjiga Zagreb i Geografsko društvo Split. 467 str.

RUIZ-CAMPOSA G., SÁNCHEZ-GONZÁLES S., MAYDEN R. L. I VARELA-ROMERO A. 2016: Meristic and morphometric comparison of an undescribed sucker of the Río Culiacán (*Catostomus* sp.) and Yaqui sucker (*Catostomus bernardini*) (Catostomidae, Teleostei) from the Sierra Madre Occidental, Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 87:380-389.

SEELEY H. G. 1886: The Fresh-water fishes of Europe, A history of their genera, species, structure, habits, and distribution. Cassell and company, London. 444 str.

SLIŠKOVIĆ I. 1995: Identification of karstification depth in South-Western Bosnia using the tracer method. Geologia Croatica 48(2):177-184.

Službene novine Federacije BiH 7/14: Crvena lista divljih vrsta i podvrsta biljaka, životinja i gljiva.

SNYDER D. E. 2003: Invited overview: conclusions from a review of electrofishing and its harmful effects on fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries 13:445-453.

SOLEM Ø., BERG O. K. I KJØSNES A. J. 2006: Inter- and intra-population morphological differences between wild and farmed Atlantic salmon juveniles. Journal of Fish Biology 69(5):1466-1481.

SPARRE P. I VENEMA S. C. 1992: Introduction to tropical fish stock assessment. Part I – manual. FAO Fisheries Technical Paper 306/1: 1-376.

STERGIOU K. I. I KARPOUZI V. S. 2002: Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries 11:217-254.

STROBAND H. W. J. 1977: Growth and diet dependant structural adaptations of the digestive tract in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Val.). Journal of Fish Biology 11:167-174.

STUMBERGER B. 2008: A classification of karst poljes in the Dinarides and their significance for waterbird conservation. U Denac D., Schneider-Jakoby M. i Stumberger B. (ur.): Adriatic Flyway – closing the gap in birg conservation. EuroNatur, Radolfzell, Njemačka. srt. 69-78.

STUMBERGER B. I SCHNEIDER-JACOBY M. 2010: International importance of three Adriatic Flyway priority sites: Livanjsko Polje, the Neretva Delta and Lake Skadar-Shkoder with the Bojana-Buna Delta. U Denac D., Schneider-Jacoby M. i Stumberger B. (ur.): Adriatic flyway – closing the gap in bird conservation. Euronatur, Radolfzell, str. 53-58.

SWAIN D. P. I HOLTBY L. B. 1989: Differences in morphology and behavior between juvenile Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) rearing in a lake and in its tributary stream. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46(8):1406-1414.

ŠANDA R., BOGUT I. I VUKIĆ J. 2009: Novi podaci o ihtifauni slijeva donje Neretve i okolnih krških polja u Bosni i Hercegovini. U Vidošević N. (ur.): Uzgoj slatkovodne ribe, stanje i perspektive. Zbornik radova. Hrvatska gospodarska komora, Zagreb, Hrvatska. str. 119-126.

ŠORIĆ V. M. I BĂNĂRESCU P. M. 1999: *Aulopyge* Heckel, 1841. U Bănărescu P. M. (ur.): The Freshwater Fishes of Europe, Vol. 5/I, Cyprinidae 2/I. AULA-Verlag GmbH, Njemačka. str. 368-381

ŠOŠIĆ I. 2006: Primijenjena statistika. Školska knjiga, Zagreb.

ŠPREM N., PIRIA M. I TREER T. 2001: Morfološke osobine i dužinsko-maseni odnosi triju populacija bodorki (*Rutilus rutilus*) u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Ribarstvo 59(3):99-106.

ŠVOB T. I KILALIĆ T. 1967: Prilog komparativnom istraživanju fiziologije digestivnog trakta ciprinida. Ribarstvo 22(5):130-132.

TIMM T. I MARTIN P. J. 2015: Chapter 21 – Clitellata: Oligochaeta. U Thorp J. i Rogers C. D. (ur.): Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates, 4th Edition. Academic Press, Elsevier Inc. str. 529-549.

TREER T., ŠPREM N., TORCU-KOC H., SUN Y. I PIRIA M. 2008: Length–weight relationships of freshwater fishes of Croatia. Journal of Applied Ichthyology 24:626-628.

TSIGENOPOULOS C. S. I BERREBI P. 2000: Molecular phylogeny of North Mediterranean freshwater barbs (Genus *Barbus*: Cyprinidae) inferred from cytochrome b sequences: biogeographic and systematic implications. Molecular Phylogenetics and Evolution 14(2):165-179.

VELIĆ I. 2007: Stratigraphy and palaeobiogeography of Mesozoic benthic Foraminifera of the karst Dinarides (SE Europe). Geologia Croatica 60(1):1-113.

VON BERTALANFFY L. 1934: Untersuchungen über die Gesetzlichkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. Roux' Archiv Für Entwicklungsmechanik Der Organismen 131:613-653

VUKOVIĆ T. I IVANOVIĆ B. 1971: Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

WEBB P. W. 1984: Form and function in fish swimming. Scientific American 25:72-82.

WIMBERGER P. H. 1992: Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae). Biological Journal of the Linnean Society 45:197-218.

WIMBERGER P. H. 1994: Trophic polymorphisms, plasticity, and speciation in vertebrates. U Stouder D. J., Fresh K. L. i Feller R. J. (ur.): Theory and application in fish feeding ecology. Columbia, SC: University of South Carolina Press. str. 19-43.

WOODWARD G., EBENMAN B., EMMERSON M., MONTOYA J. M., OLESEN J. M., VALIDO A. I WARREN P.H. 2005: Body size in ecological networks. Trends in Ecology and Evolution 20(7):402-409.

YOUNG J. Z. 1962: The life of vertebrates, 2nd Edition. Oxford University Press. 820 str.

ZALEWSKI M. I COWX I. G. 1990: Factors affecting the efficiency of electric fishing. U Cowx I. G. i Lamarque P. (ur.): Fishing with electricity: applications in freshwater fisheries management. Fishing News Books, Oxford, UK. str. 89-111.

ZANDONÀ E., AUER S. K., KILHAM S. S. I REZNICK D. N. 2015: Contrasting population and diet influences on gut length of an omnivorous tropical fish, the Trinidadian guppy (*Poecilia reticulata*). PLOS ONE, doi:10.1371/journal.pone.0136079

9. PRILOZI

Tablica 9.1. Rezultati t-testa između ženki i mužjaka oštrulja iz svih populacija na temelju izmjerenih morfometrijskih mjera. Masno otisnuto („bold“) označene su mjere koje pokazuju statistički značajnu razliku ($p<0,05$) između mužjaka i ženki u pojedinoj populaciji. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	VISOVAC	TORAK	ČIKOLA	ŽDRALOVAC
SL	0,128	0,679	**0,001**	0,377
TL	0,211	0,921	**0,002**	0,392
c	0,194	0,792	**0,001**	0,324
Pan	nema	nema	nema	nema
aA	0,166	0,745	**0,007**	0,463
Van	**0,000**	0,311	**0,001**	0,446
aV	**0,025**	0,666	**0,001**	0,394
aP	0,153	0,799	**0,000**	0,405
aD	0,174	0,775	**0,001**	0,353
lpc	0,144	0,669	**0,000**	0,358
lD	0,516	0,757	**0,002**	0,355
lA	**0,050**	0,062	**0,000**	0,051
lC	0,176	0,956	**0,021**	0,468
lP	0,084	0,889	**0,012**	0,439
lV	0,316	0,933	**0,001**	0,393
Hco	0,678	0,842	**0,001**	0,330
H	0,050	0,646	**0,003**	0,165
h	0,936	0,890	**0,001**	0,256
laco	0,103	0,959	**0,000**	0,303
lac	0,065	0,814	**0,000**	0,147
io	0,511	0,691	**0,001**	0,256
Oh	0,463	0,668	**0,003**	0,485
prO	0,158	0,896	**0,001**	0,374
poO	0,244	0,919	**0,001**	0,310
dD	0,103	0,405	**0,001**	0,611
dA	**0,043**	0,751	**0,000**	0,245

Tablica 9.2. Rezultati t-testa između ženki i mužjaka oštrulja iz svih populacija na temelju morfometrijskih mjera prilagođenih alometrijskom pretvorbom (standardizirane morfometrijske mjere). Masno otisnuto („bold“) označene su mjere koje pokazuju statistički značajnu razliku ($p<0,05$) između mužjaka i ženki u pojedinoj populaciji. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	VISOVAC	TORAK	ČIKOLA	ŽDRALOVAC
M(TL)	**0,000**	**0,001**	**0,000**	**0,000**
M(c)	**0,023**	**0,049**	**0,000**	**0,000**
M(pan)	nema	nema	nema	nema
M(aA)	**0,002**	**0,006**	**0,000**	**0,000**
M(Van)	**0,000**	**0,003**	**0,000**	**0,010**
M(aV)	**0,000**	**0,007**	**0,000**	**0,000**
M(aP)	**0,004**	**0,023**	**0,000**	0,383
M(aD)	**0,003**	**0,006**	**0,000**	**0,000**
M(lpC)	**0,044**	0,125	**0,000**	**0,000**
M(lD)	0,296	0,208	**0,000**	**0,000**
M(lA)	**0,045**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
M(lC)	0,073	0,404	**0,000**	**0,001**
M(lP)	**0,000**	0,684	**0,000**	**0,000**
M(lV)	**0,049**	0,671	**0,000**	**0,000**
M(hco)	0,653	0,264	**0,000**	**0,000**
M(H)	**0,001**	**0,024**	**0,000**	**0,000**
M(h)	0,755	0,665	**0,000**	**0,000**
M(laco)	0,572	0,729	**0,000**	**0,000**
M(lac)	**0,002**	0,138	**0,000**	**0,000**
M(io)	0,476	0,180	**0,000**	**0,000**
M(Oh)	0,432	0,366	**0,000**	**0,017**
M(prO)	**0,017**	0,548	**0,000**	**0,000**
M(poO)	0,062	0,511	**0,000**	**0,000**
M(dD)	**0,049**	0,232	**0,000**	0,236
M(dA)	**0,028**	0,689	**0,000**	0,080

Tablica 9.3. Rezultati t-testa između ženki i mužjaka oštrulja iz svih populacija na temelju morfometrijskih omjera. Masno otisnuto („bold“) označene su mjere koje pokazuju statistički značajnu razliku ($p<0,05$) između mužjaka i ženki u pojedinoj populaciji. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	VISOVAC	TORAK	ČIKOLA	ŽDRALOVAC
SL/TL	0,634	0,276	**0,021**	0,220
c/SL	0,723	0,582	0,619	0,187
Pan/SL	nema	nema	nema	nema
aA/SL	0,662	0,589	**0,004**	0,105
Van/SL	**0,001**	**0,046**	0,727	0,747
aV/SL	**0,041**	0,721	0,945	0,935
aP/SL	0,903	0,324	0,762	0,438
aD/SL	0,825	0,319	0,774	0,194
lpc/SL	0,679	0,782	0,307	0,819
lD/SL	**0,017**	0,934	0,350	0,912
lA/SL	0,382	**0,016**	**0,000**	**0,000**
lC/SL	0,433	0,666	**0,037**	0,194
lP/SL	**0,000**	0,155	**0,013**	0,286
lV/SL	**0,000**	0,056	0,982	0,343
Hco/H	**0,003**	0,424	0,682	**0,000**
H/SL	0,105	0,688	**0,034**	**0,000**
h/SL	0,088	0,197	0,964	0,069
h/H	**0,009**	0,112	0,071	**0,029**
h/lpc	0,116	0,120	0,463	0,268
laco/SL	0,425	0,214	0,853	0,168
lac/SL	0,156	0,395	**0,035**	**0,021**
io/c	0,548	0,647	0,514	0,145
Oh/c	**0,030**	0,942	**0,008**	0,217
prO/c	0,244	0,727	**0,034**	0,973
poO/c	0,972	0,495	0,088	0,770
dD/SL	0,402	0,284	0,213	0,189
dA/SL	0,530	0,446	0,849	0,787

Tablica 9.4. Koeficijenti korelacije (r) pojedinih izmjerenih tjelesnih mjera u odnosu na standardnu duljinu tijela (SL) ženki oštrulja s pojedinog lokaliteta. Masno otisnuto („bold“) označene su mjere koje su u značajnoj korelaciji sa SL ($p<0,05$). Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	Visovac		**Torak**		**Čikola**		**Ždralovac**	
mjera	**r**	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**
TL	**0,702**	0,000	-	-	**0,959**	0,000	**0,999**	0,000
c	**0,868**	0,000	**0,867**	0,002	**0,983**	0,000	**0,999**	0,000
aA	**0,934**	0,000	**0,933**	0,000	**0,949**	0,000	**0,997**	0,000
Van	**0,705**	0,000	0,467	0,205	**0,957**	0,000	**0,956**	0,000
aV	**0,945**	0,000	**0,933**	0,000	**0,993**	0,000	**0,999**	0,000
aP	**0,914**	0,000	**0,950**	0,000	**0,981**	0,000	**0,999**	0,000
aD	**0,935**	0,000	**0,967**	0,000	**0,988**	0,000	**0,999**	0,000
lpC	**0,789**	0,000	**0,900**	0,001	**0,967**	0,000	**0,985**	0,000
lD	**0,770**	0,000	**0,900**	0,001	**0,950**	0,000	**0,996**	0,000
lA	**0,462**	0,001	**0,883**	0,002	**0,842**	0,000	**0,981**	0,000
lC	**0,516**	0,000	**0,881**	0,004	**0,792**	0,000	**0,994**	0,000
lP	**0,842**	0,000	**0,717**	0,030	**0,935**	0,000	**0,995**	0,000
lV	**0,797**	0,000	**0,867**	0,002	**0,961**	0,000	**0,989**	0,000
hco	**0,791**	0,000	**0,929**	0,000	**0,964**	0,000	**0,997**	0,000
H	**0,873**	0,000	**0,883**	0,002	**0,946**	0,000	**0,998**	0,000
h	**0,782**	0,000	**0,833**	0,005	**0,942**	0,000	**0,994**	0,000
laco	**0,764**	0,000	**0,883**	0,002	**0,952**	0,000	**0,997**	0,000
lac	**0,862**	0,000	**0,900**	0,001	**0,948**	0,000	**0,986**	0,000
io	**0,676**	0,000	**0,717**	0,030	**0,955**	0,000	**0,996**	0,000
Oh	**0,653**	0,000	**0,667**	0,050	**0,888**	0,000	**0,957**	0,000
prO	**0,860**	0,000	**0,800**	0,010	**0,968**	0,000	**0,998**	0,000
poO	**0,882**	0,000	**0,833**	0,005	**0,972**	0,000	**0,995**	0,000
dD	**0,462**	0,001	0,524	0,183	**0,850**	0,000	**0,938**	0,000
dA	**0,314**	0,033	0,283	0,460	**0,883**	0,000	**0,892**	0,001

Tablica 9.5. Koeficijenti korelacije (r) pojedinih izmjerenih tjelesnih mjera u odnosu na standardnu duljinu tijela (SL) mužjaka oštrulja s pojedinih lokaliteta. Masno otisnuto („bold“) označene su mjere koje su u značajnoj korelaciji prema SL ($p<0,05$). Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	Visovac		**Čikola**	
mjera	**r**	**p**	**r**	**p**
TL	**0,732**	0,000	**0,994**	0,000
c	**0,861**	0,000	**0,981**	0,000
Pan	**0,905**	0,000	**0,963**	0,000
aA	**0,924**	0,000	**0,986**	0,000
Van	**0,801**	0,000	**0,899**	0,000
aV	**0,912**	0,000	**0,971**	0,000
aP	**0,901**	0,000	**0,984**	0,000
aD	**0,901**	0,000	**0,988**	0,000
lpC	**0,802**	0,000	**0,949**	0,000
lD	**0,573**	0,001	**0,919**	0,000
lA	0,341	0,065	**0,890**	0,000
lC	**0,545**	0,002	**0,788**	0,000
lP	**0,858**	0,000	**0,958**	0,000
lV	**0,799**	0,000	**0,956**	0,000
hco	**0,757**	0,000	**0,965**	0,000
H	**0,833**	0,000	**0,917**	0,000
h	**0,880**	0,000	**0,964**	0,000
laco	**0,732**	0,000	**0,962**	0,000
lac	**0,818**	0,000	**0,949**	0,000
io	**0,819**	0,000	**0,945**	0,000
Oh	0,279	0,135	**0,893**	0,000
prO	**0,853**	0,000	**0,977**	0,000
poO	**0,837**	0,000	**0,965**	0,000
dD	**0,622**	0,000	**0,750**	0,000
dA	-0,006	0,976	**0,822**	0,000

Tablica 9.6. Koeficijenti korelacije (r) morfometrijskih mjera prilagođenih alometrijskom pretvorbom (standardizirane morfometrijske mjere) sa standardnom duljinom tijela (SL) ženki oštrulja s pojedinog lokaliteta. Statistički značajni koeficijenti su kod $p<0,05$. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	Visovac		Torak		Čikola		Ždralovac	
mjera	**r**	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**
M(TL)	0,008	0,966	0,007	0,986	0,207	0,136	0,064	0,860
M(c)	0,127	0,401	0,004	0,991	-0,017	0,902	0,051	0,888
M(aA)	0,146	0,334	0,006	0,987	0,039	0,779	-0,023	0,950
M(Van)	0,014	0,927	0,010	0,980	0,000	0,999	-0,006	0,986
M(aV)	0,126	0,406	0,008	0,985	0,006	0,964	-0,079	0,828
M(aP)	0,011	0,944	0,001	0,999	-0,008	0,953	-0,279	0,434
M(aD)	0,113	0,456	-0,016	0,968	-0,004	0,976	-0,006	0,986
M(lpc)	0,045	0,767	-0,029	0,942	-0,006	0,968	0,029	0,936
M(lD)	0,014	0,927	-0,017	0,966	0,007	0,961	0,031	0,933
M(lA)	0,265	0,075	-0,008	0,984	0,139	0,320	-0,062	0,865
M(lC)	-0,057	0,762	-0,022	0,954	0,135	0,336	0,045	0,902
M(lP)	-0,062	0,683	0,012	0,976	-0,030	0,829	0,023	0,949
M(lV)	-0,040	0,793	-0,001	0,997	-0,018	0,901	0,027	0,940
M(hco)	0,026	0,866	0,009	0,982	-0,036	0,799	0,001	0,998
M(H)	0,058	0,702	-0,007	0,987	0,024	0,867	-0,034	0,925
M(h)	-0,028	0,851	0,004	0,991	-0,017	0,901	0,025	0,945
M(laco)	0,015	0,921	-0,011	0,977	-0,005	0,973	0,007	0,984
M(lac)	-0,033	0,830	0,003	0,993	-0,014	0,921	-0,008	0,982
M(io)	-0,063	0,677	-0,004	0,992	0,001	0,994	0,034	0,925
M(Oh)	-0,050	0,741	-0,010	0,980	-0,030	0,832	0,055	0,880
M(prO)	-0,010	0,946	0,001	0,997	-0,015	0,913	-0,028	0,939
M(poO)	0,079	0,601	-0,017	0,965	-0,041	0,770	0,041	0,911
M(dD)	-0,018	0,911	0,001	0,998	-0,253	0,068	0,111	0,761
M(dA)	0,010	0,949	-0,013	0,973	-0,029	0,847	0,085	0,816

Tablica 9.7. Koeficijenti korelacije (r) morfometrijskih mjera prilagođenih alometrijskom pretvorbom (standardizirane morfometrijske mjere) sa standardnom duljinom tijela (SL) mužjaka oštrulja s pojedinog lokaliteta. Statistički značajni koeficijenti su kod $p<0,05$. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

	Visovac		Čikola	
mjera	**r**	**p**	**r**	**p**
M(TL)	-0,101	0,662	0,049	0,759
M(c)	0,036	0,850	0,013	0,934
M(pan)	0,043	0,822	0,049	0,759
M(aA)	0,057	0,763	0,038	0,810
M(Van)	0,011	0,954	-0,034	0,832
M(aV)	0,014	0,942	-0,067	0,673
M(aP)	-0,011	0,953	0,014	0,930
M(aD)	0,106	0,576	0,015	0,925
M(lpc)	0,050	0,794	0,003	0,986
M(lD)	0,058	0,761	0,019	0,905
M(lA)	0,113	0,552	0,024	0,880
M(lC)	-0,194	0,401	0,078	0,624
M(lP)	-0,105	0,580	-0,014	0,931
M(lV)	-0,017	0,930	-0,019	0,904
M(hco)	0,112	0,557	0,018	0,911
M(H)	0,096	0,615	0,041	0,796
M(h)	-0,087	-0,087	0,033	0,837
M(laco)	-0,237	0,207	0,002	0,989
M(lac)	0,071	0,708	0,007	0,967
M(io)	-0,104	0,583	0,018	0,909
M(Oh)	0,094	0,621	-0,050	0,753
M(prO)	0,047	0,806	-0,075	0,635
M(poO)	0,071	0,707	0,007	0,963
M(dD)	-0,016	0,934	-0,048	0,763
M(dA)	-0,012	0,950	0,001	0,996

Tablica 9.8. Rezultati *post hoc* Tukeyevog HSD testa morfometrijskih mjera prilagođenih alometrijskom pretvorbom (standardizirane morfometrijske mjere) ženki. Masno otisnuto („bold“) označene su statistički značajne razlike ($p<0,05$) između određenih populacija. V = jezero Visovac, T = jezero Torak, Č = rijeka Čikola, Ž = kanal Ždralovac. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

M(TL)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		139,01	134,63	80,99	108,87
	V		**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**
	T	**0,0001**		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(lV)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		17,05	16,30	10,70	13,46
	V		0,0913	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,0913		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(c)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		32,00	30,86	19,88	28,33
	V		**0,0020**	**0,0001**	**0,0001**
	T	**0,0020**		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(hco)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		15,64	14,73	10,16	14,45
	V		**0,0089**	**0,0001**	**0,0002**
	T	**0,0089**		**0,0001**	0,8399
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0002**	0,8399	**0,0001**	

M(aA)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		84,39	81,52	46,72	64,03
	V		0,0707	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,0707		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(H)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		28,83	27,28	15,35	21,93
	V		0,0533	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,0533		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(Van)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		22,49	22,45	11,75	15,06
	V		0,9999	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,9999		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(h)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		10,37	10,31	6,22	8,62
	V		0,9936	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,9936		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(aV)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		62,50	59,10	36,58	49,12
	V		**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**
	T	**0,0001**		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(laco)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		13,46	13,18	9,33	13,18
	V		0,7317	**0,0001**	0,6750
	T	0,7317		**0,0001**	1,0000
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	0,6750	1,0000	**0,0001**	

M(aP)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		34,25	32,62	21,22	27,43
	V		0,5905	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,5905		**0,0001**	**0,0056**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0056**	**0,0001**	

M(lac)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		17,35	16,78	9,39	13,89
	V		0,2648	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,2648		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(aD)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		63,21	60,46	37,79	51,03
	V		**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**
	T	**0,0001**		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

M(io)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		8,99	9,36	6,22	8,03
	V		0,3564	**0,0001**	**0,0002**
	T	0,3564		**0,0001**	**0,0002**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0001**	

Tablica 9.8. Nastavak.

M(lpc)	lokalitet	V	T	Č	Ž	M(Oh)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		24,59	24,15	13,73	19,10			5,36	5,32	3,91	4,43
	V		0,7559	**0,0001**	**0,0001**		V		0,99514	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,7559		**0,0001**	**0,0001**		T	0,9951		**0,0001**	**0,0002**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**		Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0008**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**			Ž	**0,0001**	**0,0002**	**0,0008**	
M(lD)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**M(prO)**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		14,46	13,75	9,33	12,16			13,54	12,81	8,03	12,41
	V		0,1788	**0,0001**	**0,0001**		V		**0,0029**	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,1788		**0,0001**	**0,0012**		T	**0,0029**		**0,0001**	0,3398
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**		Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0012**	**0,0001**			Ž	**0,0001**	0,3398	**0,0001**	
M(lA)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**M(poO)**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		7,89	8,19	5,79	8,38			13,25	12,64	8,47	12,22
	V		0,8686	**0,0001**	0,5110		V		**0,0136**	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,8686		**0,0001**	0,9732		T	**0,0136**		**0,0001**	0,2605
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**		Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	0,5110	0,9732	**0,0001**			Ž	**0,0001**	0,2605	**0,0001**	
M(lC)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**M(dD)**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		26,68	26,45	15,04	21,17			20,74	19,49	13,40	16,44
	V		0,9881	**0,0001**	**0,0001**		V		0,1447	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,9881		**0,0001**	**0,0001**		T	0,1447		**0,0001**	**0,0003**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**		Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**			Ž	**0,0001**	**0,0003**	**0,0001**	
M(lP)	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**M(dA)**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		19,07	18,89	11,31	16,00			11,80	11,52	7,47	9,51
	V		0,9748	**0,0001**	**0,0001**		V		0,8787	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,9748		**0,0001**	**0,0001**		T	0,8787		**0,0001**	**0,0002**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**		Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**			Ž	**0,0001**	**0,0002**	**0,0001**	

Tablica 9.9. Rezultati *post hoc* Tukeyevog HSD testa morfometrijskih mjera prilagođenih alometrijskom pretvorbom (standardizirane morfometrijske mjere) mužjaka. Masno otisnuto („bold“) označene su statistički značajne razlike ($p<0,05$) između određenih populacija. V = jezero Visovac, T = jezero Torak, Č = rijeka Čikola, Ž = kanal Ždralovac. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

M(TL)	**lokalitet**	**V** 134,50	**T** 130,38	**Č** 68,79	**Ž** 94,83
	V		**0,0290**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0290**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(lP)	**lokalitet**	**V** 20,25	**T** 19,10	**Č** 9,84	**Ž** 14,30
	V		**0,0292**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0292**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(c)	**lokalitet**	**V** 31,43	**T** 30,08	**Č** 16,74	**Ž** 23,90
	V		0,1057	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,1057		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(lV)	**lokalitet**	**V** 17,58	**T** 16,33	**Č** 8,98	**Ž** 12,06
	V		**0,0134**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0134**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(Pan)	**lokalitet**	**V** 79,68	**T** 75,88	**Č** 39,05	**Ž** 55,38
	V		**0,0480**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0480**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(hco)	**lokalitet**	**V** 15,72	**T** 14,56	**Č** 8,68	**Ž** 12,54
	V		**0,0104**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0104**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(aA)	**lokalitet**	**V** 81,99	**T** 78,96	**Č** 40,72	**Ž** 57,23
	V		**0,0260**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0260**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(H)	**lokalitet**	**V** 27,26	**T** 25,65	**Č** 13,33	**Ž** 17,41
	V		0,0508	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,0508		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(Van)	**lokalitet**	**V** 20,48	**T** 20,01	**Č** 9,80	**Ž** 13,38
	V		0,8230	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,8230		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(h)	**lokalitet**	**V** 10,46	**T** 10,43	**Č** 5,20	**Ž** 7,20
	V		0,9993	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,9993		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(aV)	**lokalitet**	**V** 59,37	**T** 56,68	**Č** 30,63	**Ž** 43,02
	V		**0,0333**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0333**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(laco)	**lokalitet**	**V** 13,31	**T** 13,42	**Č** 7,82	**Ž** 11,23
	V		0,9968	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,9968		**0,0002**	**0,0029**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0029**	**0,0002**	

M(aP)	**lokalitet**	**V** 33,08	**T** 31,87	**Č** 17,79	**Ž** 23,12
	V		0,8896	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,8896		**0,0002**	**0,0003**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0006**
	Ž	**0,0002**	**0,0003**	**0,0006**	

M(lac)	**lokalitet**	**V** 16,30	**T** 16,32	**Č** 7,58	**Ž** 10,80
	V		1,0000	**0,0002**	**0,0002**
	T	1,0000		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

Tablica 9.9. Nastavak.

M(aD)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		61,68	58,78	31,72	44,18
	V		**0,0046**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0046**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(lpc)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		24,03	22,90	11,31	16,57
	V		0,0924	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,0924		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(lD)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		14,54	13,16	7,83	10,60
	V		**0,0041**	**0,0002**	**0,0002**
	T	**0,0041**		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(lA)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		7,31	6,95	4,20	5,95
	V		0,7979	**0,0002**	**0,0005**
	T	0,7979		**0,0002**	0,1246
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0005**	0,1246	**0,0002**	

M(lC)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		25,82	25,67	13,27	19,15
	V		0,9981	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,9981		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(dA)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		11,08	11,79	6,25	8,14
	V		0,5048	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,5048		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(io)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		8,97	9,01	5,27	6,68
	V		0,9964	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,9964		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(Oh)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		5,49	5,19	3,47	4,16
	V		0,2949	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,2949		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(prO)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		13,04	12,59	6,60	10,62
	V		0,5266	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,5266		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(poO)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		12,78	12,46	7,21	10,41
	V		0,6950	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,6950		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

M(dD)	lokalitet	V	T	Č	Ž
		20,07	20,60	11,68	15,61
	V		0,9146	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,9146		**0,0002**	**0,0002**
	Č	**0,0002**	**0,0002**		**0,0002**
	Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0002**	

Tablica 9.10. Rezultati *post hoc* Tukeyevog HSD testa morfometrijskih omjera ženki. Masno otisnuto („bold“) označene su statistički značajne razlike ($p<0,05$) između određenih populacija. V = jezero Visovac, T = jezero Torak, Č = rijeka Čikola, Ž = kanal Ždralovac. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

SL/TL	**lokalitet**	**V** 81,63	**T** 81,28	**Č** 81,73	**Ž** 81,14
	V		0,9596	0,9959	0,8736
	T	0,9596		0,9094	0,9984
	Č	0,9959	0,9094		0,7714
	Ž	0,8736	0,9984	0,7714	

hco/H	**lokalitet**	**V** 54,81	**T** 54,87	**Č** 65,64	**Ž** 66,15
	V		1,0000	**0,0001**	**0,0001**
	T	1,0000		**0,0001**	**0,0002**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		0,9888
	Ž	**0,0001**	**0,0002**	0,9888	

c/SL	**lokalitet**	**V** 28,24	**T** 28,10	**Č** 30,05	**Ž** 32,02
	V		0,9859	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,9859		**0,0002**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0002**		**0,0001**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0001**	

H/SL	**lokalitet**	**V** 25,26	**T** 24,64	**Č** 23,26	**Ž** 24,72
	V		0,8553	**0,0004**	0,8723
	T	0,8553		0,2482	0,9998
	Č	**0,0004**	0,2482		0,1401
	Ž	0,8723	0,9998	0,1401	

aA/SL	**lokalitet**	**V** 74,40	**T** 74,40	**Č** 70,62	**Ž** 72,35
	V		1,0000	**0,0016**	0,5358
	T	1,0000		0,0845	0,7215
	Č	**0,0016**	0,0845		0,6233
	Ž	0,5358	0,7215	0,6233	

h/SL	**lokalitet**	**V** 9,13	**T** 9,38	**Č** 9,41	**Ž** 9,73
	V		0,8048	0,3352	0,0939
	T	0,8048		0,9995	0,7066
	Č	0,3352	0,9995		0,5461
	Ž	0,0939	0,7066	0,5461	

Van/SL	**lokalitet**	**V** 19,88	**T** 20,44	**Č** 17,63	**Ž** 17,12
	V		0,8193	**0,0001**	**0,0002**
	T	0,8193		**0,0002**	**0,0003**
	Č	**0,0001**	**0,0002**		0,8051
	Ž	**0,0002**	**0,0003**	0,8051	

h/H	**lokalitet**	**V** 36,34	**T** 38,17	**Č** 40,74	**Ž** 39,38
	V		0,6838	**0,0003**	0,1948
	T	0,6838		0,3654	0,9253
	Č	**0,0003**	0,3654		0,7786
	Ž	0,1948	0,9253	0,7786	

aV/SL	**lokalitet**	**V** 55,02	**T** 53,99	**Č** 55,18	**Ž** 55,48
	V		0,2856	0,9621	0,8171
	T	0,2856		0,1342	0,1308
	Č	0,9621	0,1342		0,9335
	Ž	0,8171	0,1308	0,9335	

h/lpc	**lokalitet**	**V** 42,25	**T** 42,91	**Č** 45,68	**Ž** 45,26
	V		0,9793	**0,0056**	0,2182
	T	0,9793		0,3131	0,6399
	Č	**0,0056**	0,3131		0,9912
	Ž	0,2182	0,6399	0,9912	

aP/SL	**lokalitet**	**V** 30,16	**T** 29,76	**Č** 32,09	**Ž** 32,93
	V		0,8055	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,8055		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		0,1474
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	0,1474	

laco/SL	**lokalitet**	**V** 11,86	**T** 11,93	**Č** 14,14	**Ž** 14,91
	V		0,9962	**0,0001**	**0,0001**
	T	0,9962		**0,0001**	**0,0001**
	Č	**0,0001**	**0,0001**		**0,0318**
	Ž	**0,0001**	**0,0001**	**0,0318**	

aD/SL	**lokalitet**	**V** 55,62	**T** 55,26	**Č** 57,07	**Ž** 57,66
	K		0,9237	**0,0007**	**0,0018**
	T	0,9237		**0,0092**	**0,0047**
	Č	**0,0007**	**0,0092**		0,6550
	Ž	**0,0018**	**0,0047**	0,6550	

lac/SL	**lokalitet**	**V** 15,23	**T** 15,28	**Č** 14,15	**Ž** 15,67
	K		0,9995	**0,0002**	0,6471
	T	0,9995		**0,0194**	0,8470
	Č	**0,0002**	**0,0194**		**0,0003**
	Ž	0,6471	0,8470	**0,0003**	

Tablica 9.10. Nastavak.

lpc/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž	io/c	lokalitet	V	T	Č	Ž
		21,73	21,90	20,66	21,57			28,01	30,41	31,40	28,38
	V		0,9869	**0,0043**	0,9868		V		**0,0213**	**0,0001**	0,9608
	T	0,9869		0,0587	0,9469		T	**0,0213**		0,5846	0,1569
	Č	**0,0043**	0,0587		0,1750		Č	**0,0001**	0,5846		**0,0004**
	Ž	0,9868	0,9469	0,1750			Ž	0,9608	0,1569	**0,0004**	
lD/SL	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**Oh/c**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		12,72	12,53	14,11	13,74			16,79	17,67	19,88	16,15
	V		0,9605	**0,0001**	**0,0261**		V		0,6517	**0,0001**	0,7982
	T	0,9605		**0,0004**	**0,0454**		T	0,6517		**0,0156**	0,3303
	Č	**0,0001**	**0,0004**		0,7034		Č	**0,0001**	**0,0156**		**0,0001**
	Ž	**0,0261**	**0,0454**	0,7034			Ž	0,7982	0,3303	**0,0001**	
lA/SL	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**prO/c**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		7,00	7,52	8,74	9,50			42,07	41,21	40,25	43,50
	V		0,5786	**0,0001**	**0,0001**		V		0,7230	**0,0022**	0,2353
	T	0,5786		**0,0121**	**0,0006**		T	0,7230		0,6083	0,0904
	Č	**0,0001**	**0,0121**		0,1473		Č	**0,0022**	0,6083		**0,0002**
	Ž	**0,0001**	**0,0006**	0,1473			Ž	0,2353	0,0904	**0,0002**	
lC/SL	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**poO/c**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		23,56	24,08	22,86	24,01			41,46	41,05	42,60	43,22
	V		0,9498	0,6284	0,9577		V		0,9190	**0,0212**	**0,0204**
	T	0,9498		0,5508	0,9999		T	0,9190		0,0619	**0,0274**
	Č	0,6284	0,5508		0,5219		Č	**0,0212**	0,0619		0,6885
	Ž	0,9577	0,9999	0,5219			Ž	**0,0204**	**0,0274**	0,6885	
lP/SL	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**dD/SL**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		16,75	17,28	17,05	18,12			18,39	18,30	20,48	18,93
	V		0,7130	0,7567	**0,0201**		V		0,9998	**0,0022**	0,9258
	T	0,7130		0,9602	0,4957		T	0,9998		0,0796	0,9436
	Č	0,7567	0,9602		0,0726		Č	**0,0022**	0,0796		0,2349
	Ž	**0,0201**	0,4957	0,0726			Ž	0,9258	0,9436	0,2349	
lV/SL	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**	**dA/SL**	**lokalitet**	**V**	**T**	**Č**	**Ž**
		15,025	14,866	16,184	15,316			10,53	10,82	11,39	10,99
	V		0,9761	**0,0002**	0,8463		V		0,9482	**0,0445**	0,7823
	T	0,9761		**0,0032**	0,7566		T	0,9482		0,6835	0,9928
	Č	**0,0002**	**0,0032**		0,0538		Č	**0,0445**	0,6835		0,8319
	Ž	0,8463	0,7566	0,0538			Ž	0,7823	0,9928	0,8319	

Tablica 9.11. Rezultati *post hoc* Tukeyevog HSD testa morfometrijskih omjera mužjaka. Masno otisnuto („bold“) označene su statistički značajne razlike ($p<0,05$) između određenih populacija. V = jezero Visovac, T = jezero Torak, Č = rijeka Čikola, Ž = kanal Ždralovac. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2., a broj jedinki oštrulja uključenih u analizu u tablici 5.1.

SL/TL	**lokalitet**	**V** 82,18	**T** 80,53	**Č** 80,72	**Ž** 80,20	**hco/H**	**lokalitet**	**V** 57,91	**T** 56,89	**Č** 65,36	**Ž** 72,34
	V		0,5750	0,1213	0,2299		V		0,9753	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,5750		0,9989	0,9960		T	0,9753		**0,0030**	**0,0002**
	Č	0,1213	0,9989		0,9501		Č	**0,0002**	**0,0030**		**0,0016**
	Ž	0,2299	0,9960	0,9501			Ž	**0,0002**	**0,0002**	**0,0016**	
c/SL	**lokalitet**	**V** 28,47	**T** 28,60	**Č** 30,17	**Ž** 31,34	**H/SL**	**lokalitet**	**V** 24,64	**T** 24,38	**Č** 24,06	**Ž** 22,58
	V		0,9983	**0,0003**	**0,0002**		V		0,9906	0,5458	**0,0197**
	T	0,9983		0,1284	**0,0101**		T	0,9906		0,9788	0,2593
	Č	**0,0003**	0,1284		0,1623		Č	0,5458	0,9788		0,1040
	Ž	**0,0002**	**0,0101**	0,1623			Ž	**0,0197**	0,2593	0,1040	
Pan/SL	**lokalitet**	**V** 72,21	**T** 72,16	**Č** 70,42	**Ž** 72,21	**h/SL**	**lokalitet**	**V** 9,42	**T** 9,92	**Č** 9,34	**Ž** 9,35
	V		1,0000	0,3122	1,0000		V		0,3910	0,9524	0,9931
	T	1,0000		0,8034	1,0000		T	0,3910		0,2188	0,3931
	Č	0,3122	0,8034		0,6390		Č	0,9524	0,2188		0,9999
	Ž	1,0000	1,0000	0,6390			Ž	0,9931	0,3931	0,9999	
aA/SL	**lokalitet**	**V** 74,28	**T** 75,12	**Č** 73,37	**Ž** 73,84	**h/H**	**lokalitet**	**V** 38,29	**T** 40,70	**Č** 38,93	**Ž** 41,45
	V		0,9401	0,6105	0,9815		V		0,3525	0,8231	**0,0422**
	T	0,9401		0,5946	0,8682		T	0,3525		0,5790	0,9693
	Č	0,6105	0,5946		0,9730		Č	0,8231	0,5790		0,1029
	Ž	0,9815	0,8682	0,9730			Ž	**0,0422**	0,9693	0,1029	
Van/SL	**lokalitet**	**V** 18,53	**T** 19,05	**Č** 17,68	**Ž** 17,35	**h/lpc**	**lokalitet**	**V** 43,49	**T** 45,60	**Č** 46,07	**Ž** 43,59
	V		0,9070	0,1419	0,2312		V		0,7893	0,1259	0,9999
	T	0,9070		0,2542	0,2207		T	0,7893		0,9965	0,8656
	Č	0,1419	0,2542		0,9367		Č	0,1259	0,9965		0,4686
	Ž	0,2312	0,2207	0,9367			Ž	0,9999	0,8656	0,4686	
aV/SL	**lokalitet**	**V** 53,83	**T** 53,92	**Č** 55,18	**Ž** 55,52	**laco/SL**	**lokalitet**	**V** 11,51	**T** 12,77	**Č** 14,12	**Ž** 14,55
	V		0,9999	0,2965	0,5018		V		**0,0402**	**0,0002**	**0,0002**
	T	0,9999		0,8145	0,7847		T	**0,0402**		**0,0168**	**0,0066**
	Č	0,2965	0,8145		0,9902		Č	**0,0002**	**0,0168**		0,5935
	Ž	0,5018	0,7847	0,9902			Ž	**0,0002**	**0,0066**	0,5935	
aP/SL	**lokalitet**	**V** 29,93	**T** 30,31	**Č** 32,08	**Ž** 33,12	**lac/SL**	**lokalitet**	**V** 14,72	**T** 15,53	**Č** 13,60	**Ž** 13,98
	V		0,9441	**0,0002**	**0,0002**		V		0,5404	**0,0033**	0,4402
	T	0,9441		**0,0406**	**0,0032**		T	0,5404		**0,0077**	0,1236
	Č	**0,0002**	**0,0406**		0,1808		Č	**0,0033**	**0,0077**		0,8342
	Ž	**0,0002**	**0,0032**	0,1808			Ž	0,4402	0,1236	0,8342	

Tablica 9.11. Nastavak.

aD/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		55,87	55,91	57,13	57,02
	V		1,0000	0,1094	0,5513
	T	1,0000		0,6393	0,8048
	Č	0,1094	0,6393		0,9991
	Ž	0,5513	0,8048	0,9991	

lpc/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		21,71	21,77	20,37	21,46
	V		0,9997	**0,0012**	0,9649
	T	0,9997		0,1343	0,9758
	Č	**0,0012**	0,1343		0,1399
	Ž	0,9649	0,9758	0,1399	

lD/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		13,18	12,51	14,14	13,77
	V		0,6901	**0,0152**	0,6229
	T	0,6901		**0,0331**	0,2734
	Č	**0,0152**	**0,0331**		0,8521
	Ž	0,6229	0,2734	0,8521	

lA/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		6,65	6,67	7,55	7,68
	V		1,0000	**0,0052**	0,0667
	T	1,0000		0,2777	0,3088
	Č	**0,0052**	0,2777		0,9852
	Ž	0,0667	0,3088	0,9852	

lC/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		23,35	24,47	24,05	24,97
	V		0,8349	0,7332	0,4396
	T	0,8349		0,9873	0,9881
	Č	0,7332	0,9873		0,7936
	Ž	0,4396	0,9881	0,7936	

lP/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		18,30	18,22	17,68	18,53
	V		0,9991	0,1601	0,9586
	T	0,9991		0,7597	0,9648
	Č	0,1601	0,7597		0,2064
	Ž	0,9586	0,9648	0,2064	

lV/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		15,92	15,51	16,14	15,73
	V		0,8892	0,8693	0,9738
	T	0,8892		0,6528	0,9875
	Č	0,8693	0,6528		0,7603
	Ž	0,9738	0,9875	0,7603	

io/c	lokalitet	V	T	Č	Ž
		28,58	29,99	31,58	27,64
	V		0,5599	**0,0002**	0,7006
	T	0,5599		0,4128	0,2321
	Č	**0,0002**	0,4128		**0,0002**
	Ž	0,7006	0,2321	**0,0002**	

Oh/c	lokalitet	V	T	Č	Ž
		17,67	17,34	20,83	17,67
	V		0,9852	**0,0002**	1,0000
	T	0,9852		**0,0016**	0,9902
	Č	**0,0002**	**0,0016**		**0,0003**
	Ž	1,0000	0,9902	**0,0003**	

prO/c	lokalitet	V	T	Č	Ž
		41,31	41,75	39,20	43,54
	V		0,9866	**0,0117**	0,1543
	T	0,9866		0,1802	0,6251
	Č	**0,0117**	0,1802		**0,0003**
	Ž	0,1543	0,6251	**0,0003**	

poO/c	lokalitet	V	T	Č	Ž
		40,57	41,43	43,14	43,01
	V		0,7468	**0,0002**	**0,0041**
	T	0,7468		0,1700	0,3774
	Č	**0,0002**	0,1700		0,9974
	Ž	**0,0041**	0,3774	0,9974	

dD/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		18,23	19,64	21,24	20,50
	V		0,7374	**0,0005**	0,1822
	T	0,7374		0,6220	0,9473
	Č	**0,0005**	0,6220		0,8909
	Ž	0,1822	0,9473	0,8909	

dA/SL	lokalitet	V	T	Č	Ž
		10,17	11,34	11,34	10,71
	V		0,4277	**0,0201**	0,8213
	T	0,4277		1,0000	0,8858
	Č	**0,0201**	1,0000		0,6891
	Ž	0,8213	0,8858	0,6891	

Tablica 9.12. Svojstvene vrijednosti (*eigenvalues*) i postotak varijabilnosti pojedinog faktora PCA-analize morfometrijskih mjera prilagođenih alometrijskom pretvorbom (standardizirane morfometrijske mjere) ženki.

faktor	svojstvena vrijednost	% varijabilnosti	zbirna svojstvena vrijednost	% ukupne varijabilnosti
1	21,255	88,564	21,255	88,564
2	0,721	3,004	21,976	91,568
3	0,385	1,604	22,361	93,172
4	0,318	1,326	22,679	94,498
5	0,218	0,908	22,897	95,406
6	0,171	0,711	23,068	96,117
7	0,161	0,670	23,229	96,787
8	0,154	0,641	23,383	97,428
9	0,119	0,497	23,502	97,924
10	0,092	0,385	23,594	98,309
11	0,069	0,287	23,663	98,596
12	0,061	0,253	23,724	98,849
13	0,047	0,197	23,771	99,046
14	0,045	0,186	23,816	99,232
15	0,033	0,137	23,848	99,369
16	0,028	0,118	23,877	99,487
17	0,028	0,116	23,905	99,603
18	0,026	0,109	23,931	99,711
19	0,019	0,080	23,950	99,791
20	0,018	0,075	23,968	99,867
21	0,013	0,054	23,981	99,920
22	0,009	0,037	23,990	99,957
23	0,007	0,027	23,996	99,985
24	0,004	0,015	24,000	100,000

Tablica 9.13. Udio pojedine standardizirane morfometrijske mjere ženki u faktorima 1 do 24 PCA-analize (F1-F24), dobiven na temelju korelacijske matrice. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2.

Varijabla	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
M(TL)	-0,9077	-0,0449	0,3879	-0,0150	0,0193	-0,0225	-0,0626	-0,0068
M(c)	-0,9913	0,0444	-0,0335	0,0343	-0,0118	0,0093	0,0481	0,0258
M(aA)	-0,9800	-0,0648	-0,0420	0,0441	-0,0171	-0,0038	-0,1165	-0,0275
M(Van)	-0,9511	-0,1081	-0,0914	0,0718	-0,0015	-0,0180	-0,1893	-0,0168
M(aV)	-0,9901	-0,0516	-0,0356	0,0498	-0,0148	-0,0065	-0,0426	-0,0023
M(aP)	-0,9164	-0,0409	-0,0442	0,0450	-0,1257	-0,3176	0,0563	-0,1775
M(aD)	-0,9921	-0,0391	-0,0410	0,0415	-0,0176	0,0057	-0,0223	-0,0004
M(lpc)	-0,9683	-0,0728	-0,0312	0,0307	-0,0091	0,0503	-0,1183	-0,0127
M(lD)	-0,9538	0,0225	-0,0085	0,0582	0,0504	-0,0526	0,0888	0,1138
M(lA)	-0,6811	0,6795	-0,0330	-0,2147	0,0765	-0,0811	-0,0976	0,0222
M(lC)	-0,8883	-0,0336	0,4374	-0,0223	0,0180	-0,0096	0,0206	0,0124
M(lP)	-0,9739	-0,0326	-0,0184	0,0409	0,0242	0,0269	0,0579	0,0114
M(lV)	-0,9769	-0,0516	-0,0233	0,0448	0,0698	-0,0043	0,0297	-0,0413
M(hco)	-0,9639	-0,0073	-0,0792	0,0825	-0,0473	0,0052	0,0930	0,1222
M(H)	-0,9728	-0,0385	-0,0300	0,0667	-0,0267	0,0433	-0,1037	0,0340
M(h)	-0,9736	0,0457	-0,0118	0,0594	-0,0880	0,0673	-0,0107	-0,0221
M(laco)	-0,9382	0,2359	0,0118	0,0102	-0,0780	0,0781	0,0962	0,0012
M(lac)	-0,9807	-0,0154	-0,0339	0,0407	-0,0161	0,0379	-0,0424	0,0786
M(io)	-0,9357	0,1589	-0,0222	-0,0251	-0,0401	0,1636	0,0064	-0,1977
M(Oh)	-0,8975	-0,0781	-0,0719	0,0472	0,4035	-0,0193	0,0550	-0,0655
M(prO)	-0,9778	0,0723	-0,0409	0,0202	-0,0593	0,0153	0,1128	0,0466
M(poO)	-0,9768	0,0658	0,0093	0,0321	-0,0270	-0,0182	0,0816	0,0562
M(dD)	-0,8697	-0,2467	-0,0433	-0,3486	-0,0269	0,0911	0,0909	-0,1104
M(dA)	-0,8735	-0,2480	-0,0783	-0,3263	-0,0115	-0,0782	-0,0487	0,1459

Tablica 9.13. Nastavak.

Varijabla	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F 16
M(TL)	-0,0175	-0,0110	-0,0595	0,0280	0,0277	-0,0180	-0,0778	0,0475
M(c)	-0,0157	-0,0314	-0,0233	-0,0079	-0,0278	0,0001	-0,0249	-0,0247
M(aA)	-0,0032	-0,0232	-0,0712	0,0105	-0,0333	0,0007	0,0014	0,0161
M(Van)	0,0607	0,0898	-0,0391	0,0939	-0,0164	0,0862	0,0113	0,0002
M(aV)	0,0160	-0,0213	-0,0367	-0,0186	-0,0149	-0,0149	-0,0123	0,0133
M(aP)	-0,0285	-0,0117	0,0377	-0,0009	0,0226	-0,0100	0,0062	0,0078
M(aD)	-0,0039	-0,0362	-0,0244	-0,0221	0,0077	-0,0283	-0,0161	-0,0052
M(lpc)	-0,0224	-0,1158	0,0217	-0,0639	-0,0773	-0,0782	-0,0021	0,0082
M(lD)	0,1932	0,1018	0,0199	-0,0257	-0,0292	-0,0766	0,0073	0,0495
M(lA)	0,0534	-0,0313	0,0054	-0,0123	0,0071	0,0205	-0,0097	-0,0055
M(lC)	0,0081	0,0071	0,0730	-0,0096	-0,0290	0,0403	0,0613	-0,0327
M(lP)	-0,0242	0,0479	-0,0637	-0,1414	0,0653	0,0773	-0,0494	-0,0139
M(lV)	0,0662	0,0533	-0,0605	-0,0676	-0,0086	0,0146	0,0673	-0,0165
M(hco)	-0,0031	-0,0579	0,0829	0,0460	-0,0449	0,0943	-0,0270	0,0627
M(H)	0,0105	-0,0904	0,0764	-0,0401	0,0736	0,0220	0,0659	0,0016
M(h)	0,0388	0,0832	0,0531	0,0668	0,0393	-0,0497	-0,0445	-0,0646
M(laco)	-0,1261	0,0241	-0,0957	0,0580	0,0321	-0,0313	0,0783	0,0587
M(lac)	-0,0142	0,0074	0,0477	0,0271	0,1080	-0,0441	0,0042	-0,0138
M(io)	-0,0590	0,1042	0,0870	-0,0350	-0,0572	0,0073	-0,0168	0,0208
M(Oh)	-0,0746	-0,0205	0,0311	0,0538	0,0135	-0,0121	-0,0054	-0,0012
M(prO)	-0,0221	-0,0487	0,0098	0,0038	0,0091	0,0114	-0,0330	-0,0148
M(poO)	-0,0219	-0,0370	-0,0628	0,0456	-0,0705	-0,0011	0,0093	-0,0924
M(dD)	0,1402	-0,0828	-0,0241	0,0407	0,0278	0,0128	0,0030	0,0058
M(dA)	-0,1440	0,0995	0,0264	-0,0221	-0,0230	-0,0154	0,0046	-0,0021

Tablica 9.13. Nastavak.

Varijabla	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24
M(TL)	0,0475	-0,0319	-0,0194	-0,0260	0,0064	0,0007	-0,0007	0,0022
M(c)	-0,0032	-0,0095	0,0174	-0,0189	-0,0049	-0,0210	0,0660	-0,0185
M(aA)	0,0065	0,0542	0,0555	0,0100	-0,0074	0,0594	0,0122	0,0099
M(Van)	-0,0343	0,0115	-0,0427	-0,0152	-0,0089	-0,0216	0,0003	-0,0017
M(aV)	0,0131	0,0201	0,0578	0,0173	0,0194	-0,0298	-0,0336	-0,0366
M(aP)	-0,0013	-0,0014	-0,0126	0,0075	-0,0010	0,0023	0,0022	-0,0012
M(aD)	-0,0098	0,0108	0,0379	0,0154	0,0009	-0,0514	-0,0010	0,0423
M(lpc)	-0,0562	-0,0357	-0,0527	0,0124	-0,0158	0,0068	-0,0064	-0,0040
M(lD)	0,0015	0,0376	-0,0219	-0,0023	0,0151	0,0032	0,0059	0,0025
M(lA)	-0,0050	-0,0092	0,0058	0,0067	-0,0026	0,0007	-0,0029	0,0006
M(lC)	-0,0487	0,0274	0,0214	0,0198	-0,0110	-0,0035	0,0009	-0,0014
M(lP)	-0,0337	0,0131	-0,0307	0,0358	0,0132	0,0115	-0,0013	-0,0010
M(lV)	0,0347	-0,0911	0,0256	-0,0313	-0,0336	0,0059	-0,0087	0,0028
M(hco)	0,0138	-0,0497	0,0132	0,0315	-0,0048	0,0080	-0,0045	0,0046
M(H)	0,0414	0,0079	-0,0123	-0,0361	0,0551	0,0035	0,0073	0,0016
M(h)	-0,0446	-0,0579	0,0268	0,0063	0,0335	0,0206	-0,0041	0,0010
M(laco)	-0,0367	-0,0079	-0,0122	0,0109	0,0132	-0,0019	0,0009	-0,0015
M(lac)	0,0413	0,0205	-0,0112	0,0361	-0,0689	-0,0008	0,0015	-0,0073
M(io)	0,0503	0,0271	-0,0083	-0,0055	-0,0052	-0,0056	0,0002	0,0017
M(Oh)	-0,0120	0,0059	0,0005	0,0002	0,0104	0,0032	-0,0016	-0,0002
M(prO)	-0,0395	0,0425	0,0029	-0,0935	-0,0280	0,0061	-0,0229	0,0009
M(poO)	0,0700	0,0183	-0,0432	0,0209	0,0166	0,0036	-0,0122	0,0039
M(dD)	-0,0046	0,0034	-0,0080	0,0127	0,0004	0,0007	0,0021	-0,0014
M(dA)	0,0050	-0,0084	0,0074	-0,0123	0,0092	0,0007	-0,0006	0,0010

Tablica 9.14. Svojstvene vrijednosti (*eigenvalues*) i postotak varijabilnosti pojedinog faktora PCA-analize morfometrijskih mjera prilagođenih alometrijskom pretvorbom (standardizirane morfometrijske mjere) mužjaka.

faktor	svojstvena vrijednost	% varijabilnosti	zbirna svojstvena vrijednost	% ukupne varijabilnosti
1	23,1809	92,7236	23,1809	92,7236
2	0,4249	1,6996	23,6058	94,4233
3	0,3423	1,3691	23,9481	95,7924
4	0,2120	0,8480	24,1601	96,6403
5	0,1425	0,5698	24,3025	97,2101
6	0,1384	0,5535	24,4409	97,7637
7	0,0908	0,3633	24,5317	98,1269
8	0,0854	0,3417	24,6172	98,4686
9	0,0703	0,2813	24,6875	98,7499
10	0,0559	0,2238	24,7434	98,9737
11	0,0445	0,1782	24,7880	99,1519
12	0,0386	0,1545	24,8266	99,3064
13	0,0303	0,1213	24,8569	99,4277
14	0,0277	0,1108	24,8846	99,5384
15	0,0242	0,0969	24,9088	99,6354
16	0,0190	0,0758	24,9278	99,7112
17	0,0155	0,0619	24,9433	99,7731
18	0,0141	0,0563	24,9574	99,8294
19	0,0118	0,0472	24,9691	99,8766
20	0,0110	0,0440	24,9801	99,9205
21	0,0070	0,0278	24,9871	99,9484
22	0,0055	0,0218	24,9925	99,9702
23	0,0037	0,0147	24,9962	99,9849
24	0,0026	0,0104	24,9988	99,9954
25	0,0012	0,0046	25,0000	100,0000

Tablica 9.15. Udio pojedine standardizirane morfometrijske mjere mužjaka u faktorima 1 do 25 PCA-analize (F1-F25), dobiven na temelju korelacijske matrice. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2.

Varijabla	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
M(TL)	-0,9212	-0,2553	0,2423	0,0425	0,0089	0,1049	-0,0003	-0,0227	0,0077
M(c)	-0,9942	0,0263	0,0301	-0,0295	-0,0265	-0,0284	0,0160	0,0094	-0,0267
M(Pan)	-0,9925	0,0288	-0,0181	-0,0445	0,0069	0,0041	0,0056	-0,0223	-0,0386
M(aA)	-0,9966	0,0391	-0,0205	-0,0204	0,0101	0,0078	-0,0042	-0,0163	-0,0245
M(Van)	-0,9829	0,0419	-0,0696	-0,0737	0,0033	0,0146	-0,0107	-0,0369	-0,0524
M(aV)	-0,9919	0,0454	-0,0114	-0,0175	0,0059	-0,0079	0,0053	-0,0049	-0,0175
M(aP)	-0,9383	0,0670	-0,0061	-0,0668	0,2642	0,1091	-0,1048	0,1269	0,0083
M(aD)	-0,9938	0,0438	-0,0457	-0,0040	0,0127	0,0149	0,0471	0,0133	0,0143
M(lpc)	-0,9767	0,0562	-0,0902	-0,0208	-0,0071	0,0551	0,1078	-0,0034	0,0200
M(lD)	-0,9580	0,1151	0,1285	0,0607	0,0171	-0,0816	-0,0924	-0,1153	-0,0894
M(lA)	-0,9082	0,1832	0,1156	0,3269	-0,0648	-0,0195	-0,0036	0,1041	0,0318
M(lC)	-0,8917	-0,3280	0,2847	-0,0023	-0,0003	0,0497	0,0396	-0,0056	0,0022
M(lP)	-0,9892	0,0330	0,0280	0,0239	-0,0080	-0,0229	-0,0229	-0,0232	-0,0319
M(lV)	-0,9859	0,0270	0,0055	0,0049	0,0271	-0,0154	-0,0523	-0,0535	-0,0593
M(hco)	-0,9803	0,0762	-0,0341	0,0761	-0,0289	0,0357	0,0576	0,0708	-0,0188
M(H)	-0,9804	0,0620	-0,0611	-0,0146	0,0097	0,0968	0,0689	-0,0383	0,0461
M(h)	-0,9864	0,0119	-0,0140	-0,0699	-0,0250	0,0267	0,0269	0,0028	0,0137
M(laco)	-0,9451	-0,0465	0,0637	-0,1980	-0,1370	-0,1207	-0,0712	0,1072	0,0541
M(lac)	-0,9638	0,0968	-0,0521	-0,0449	-0,0598	0,1084	0,0626	-0,0593	0,0230
M(io)	-0,9751	-0,0177	-0,0267	-0,0434	-0,0542	-0,0233	-0,0720	-0,0202	0,1346
M(Oh)	-0,9577	0,0832	0,0459	0,0456	0,1227	-0,1329	0,0058	-0,1017	0,1394
M(prO)	-0,9849	0,0391	0,0381	-0,0220	-0,0440	-0,0412	0,0152	0,0636	-0,0558
M(poO)	-0,9835	0,0325	-0,0016	-0,0792	-0,0235	-0,0739	0,0372	0,0317	-0,0542
M(dD)	-0,8763	-0,3407	-0,2387	0,0941	0,1029	-0,1650	0,0769	0,0296	-0,0219
M(dA)	-0,9028	-0,1997	-0,2861	0,1158	-0,1058	0,1026	-0,1471	-0,0254	0,0038

Tablica 9.15. Nastavak.

Varijabla	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17
M(TL)	-0,0461	-0,0158	0,0429	-0,0292	-0,0750	-0,0382	0,0032	-0,0131
M(c)	-0,0074	-0,0443	0,0139	0,0219	-0,0131	0,0008	0,0087	0,0095
M(Pan)	-0,0609	0,0005	0,0000	-0,0216	0,0079	-0,0064	0,0445	0,0023
M(aA)	-0,0332	0,0063	-0,0012	-0,0067	-0,0033	-0,0003	0,0259	0,0134
M(Van)	-0,0505	0,0662	-0,0210	0,0216	0,0493	0,0155	0,0229	0,0056
M(aV)	-0,0296	-0,0178	-0,0137	-0,0245	-0,0527	0,0094	0,0472	0,0439
M(aP)	0,0371	0,0046	0,0057	0,0000	0,0104	-0,0108	0,0004	0,0040
M(aD)	-0,0340	-0,0185	-0,0077	0,0030	-0,0048	0,0154	-0,0038	-0,0212
M(lpc)	-0,0244	0,0310	-0,0823	-0,0403	0,0195	-0,0749	-0,0073	0,0022
M(lD)	0,0194	0,0299	0,0653	-0,0382	0,0465	-0,0340	-0,0243	0,0098
M(lA)	0,0193	0,0508	-0,0063	-0,0014	0,0041	0,0117	0,0384	-0,0135
M(lC)	0,0340	0,0023	-0,0507	0,0251	0,0770	0,0321	0,0041	0,0142
M(lP)	0,0086	0,0424	-0,0638	0,0202	-0,0568	0,0033	-0,0508	0,0274
M(lV)	0,0203	0,0100	-0,0743	0,0472	-0,0457	0,0245	-0,0183	-0,0618
M(hco)	-0,0458	-0,0519	0,0119	0,0183	0,0190	0,0084	-0,0714	0,0437
M(H)	-0,0293	0,0195	0,0454	-0,0448	0,0231	0,0373	-0,0211	-0,0589
M(h)	0,0031	0,0563	0,0675	0,0023	-0,0280	0,0774	-0,0170	0,0230
M(laco)	0,0331	0,0333	-0,0204	-0,0704	-0,0030	0,0001	-0,0142	-0,0085
M(lac)	0,1740	0,0050	0,0259	0,0206	-0,0141	-0,0291	0,0147	0,0130
M(io)	-0,0609	0,0296	0,0368	0,1022	0,0096	-0,0458	0,0044	-0,0002
M(Oh)	0,0146	-0,0755	-0,0295	-0,0294	0,0060	0,0225	-0,0048	0,0094
M(prO)	0,0046	-0,0740	0,0295	0,0148	0,0147	-0,0408	-0,0215	-0,0331
M(poO)	0,0232	-0,0743	0,0098	0,0305	0,0070	0,0208	0,0404	-0,0129
M(dD)	0,0315	0,0489	0,0356	0,0028	-0,0094	-0,0160	-0,0010	-0,0035
M(dA)	0,0133	-0,0596	-0,0183	-0,0294	0,0180	0,0158	0,0023	0,0050

Tablica 9.15. Nastavak.

Varijabla	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25
M(TL)	0,0246	0,0134	-0,0283	0,0042	-0,0032	-0,0023	-0,0055	0,0005
M(c)	0,0118	0,0006	-0,0104	-0,0009	0,0426	0,0204	0,0311	0,0028
M(Pan)	0,0054	-0,0053	0,0253	-0,0134	-0,0385	0,0303	0,0045	0,0113
M(aA)	0,0057	0,0009	0,0103	0,0006	-0,0108	0,0016	0,0076	-0,0307
M(Van)	0,0720	0,0010	-0,0238	0,0136	0,0123	-0,0101	-0,0108	0,0037
M(aV)	-0,0277	0,0015	0,0470	0,0152	0,0233	-0,0167	-0,0133	0,0048
M(aP)	-0,0052	-0,0002	-0,0035	-0,0039	0,0025	0,0013	0,0006	0,0011
M(aD)	0,0046	0,0094	0,0063	-0,0086	-0,0206	-0,0403	0,0268	0,0055
M(lpc)	-0,0410	-0,0133	-0,0338	0,0104	0,0048	0,0022	0,0010	0,0005
M(lD)	-0,0285	0,0130	-0,0030	-0,0002	0,0013	-0,0083	0,0039	0,0020
M(lA)	0,0044	-0,0029	-0,0064	0,0000	0,0005	0,0022	-0,0007	0,0004
M(lC)	-0,0169	-0,0073	0,0194	-0,0017	0,0013	-0,0013	0,0020	-0,0004
M(lP)	0,0133	-0,0227	0,0030	-0,0523	0,0020	-0,0006	-0,0043	0,0000
M(lV)	-0,0182	0,0195	0,0080	0,0332	-0,0043	0,0087	-0,0007	0,0000
M(hco)	0,0091	0,0455	0,0077	0,0161	-0,0099	0,0079	-0,0071	0,0002
M(H)	-0,0058	0,0102	0,0263	-0,0241	0,0231	0,0063	-0,0091	-0,0021
M(h)	-0,0305	-0,0430	-0,0311	0,0204	-0,0112	0,0032	0,0021	0,0013
M(laco)	0,0118	0,0216	0,0053	0,0044	-0,0019	0,0009	0,0010	-0,0003
M(lac)	0,0234	0,0125	0,0124	0,0032	-0,0083	0,0004	0,0002	0,0009
M(io)	-0,0213	0,0046	0,0087	-0,0041	0,0009	-0,0005	-0,0030	0,0005
M(Oh)	0,0232	-0,0119	-0,0123	0,0079	-0,0042	0,0036	-0,0038	-0,0001
M(prO)	0,0173	-0,0677	0,0204	0,0108	-0,0009	-0,0054	-0,0088	-0,0013
M(poO)	-0,0301	0,0254	-0,0463	-0,0286	-0,0030	-0,0040	-0,0155	-0,0010
M(dD)	0,0041	0,0069	0,0084	0,0010	0,0013	0,0017	-0,0001	0,0000
M(dA)	-0,0050	-0,0104	-0,0108	-0,0028	0,0009	-0,0009	0,0009	0,0007

Tablica 9.16. Svojstvene vrijednosti (*eigenvalues*) i postotak varijabilnosti pojedinog faktora PCA-analize morfometrijskih omjera ženki.

faktor	svojstvena vrijednost	% varijabilnosti	zbirna svojstvena vrijednost	% ukupne varijabilnosti
1	8,1728	31,4339	8,1728	31,4339
2	3,8502	14,8083	12,0230	46,2423
3	2,2454	8,6360	14,2684	54,8783
4	1,4810	5,6963	15,7494	60,5747
5	1,3699	5,2690	17,1194	65,8437
6	1,2028	4,6263	18,3222	70,4700
7	1,0412	4,0045	19,3634	74,4745
8	0,9630	3,7038	20,3264	78,1783
9	0,8385	3,2251	21,1649	81,4034
10	0,6894	2,6515	21,8543	84,0549
11	0,6391	2,4581	22,4934	86,5130
12	0,5773	2,2202	23,0706	88,7332
13	0,5003	1,9242	23,5709	90,6573
14	0,3714	1,4286	23,9424	92,0860
15	0,3404	1,3092	24,2827	93,3952
16	0,3086	1,1870	24,5914	94,5822
17	0,2736	1,0524	24,8650	95,6346
18	0,2421	0,9311	25,1071	96,5658
19	0,2201	0,8464	25,3272	97,4121
20	0,1933	0,7434	25,5204	98,1555
21	0,1550	0,5963	25,6755	98,7518
22	0,1347	0,5181	25,8102	99,2699
23	0,1089	0,4189	25,9191	99,6888
24	0,0702	0,2700	25,9893	99,9588
25	0,0087	0,0334	25,9980	99,9922
26	0,0020	0,0078	26,0000	100,0000

Tablica 9.17. Udio pojedinog morfometrijskog omjera ženki u faktorima 1 do 26 PCA-analize (F1-F26), dobiven na temelju korelacijske matrice. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2.

varijabla	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SL/TL	0,3744	0,5103	0,3817	0,2706	0,3349	0,0257	0,3352	0,0632	0,0604
c/SL	-0,8233	-0,2535	-0,0038	0,2508	0,1876	-0,0269	-0,1011	-0,0432	-0,0174
aA/SL	0,3139	-0,3850	-0,4290	-0,2588	0,1320	0,4241	-0,0750	-0,2138	0,2945
Van/SL	0,4976	-0,3393	-0,0462	-0,5322	0,1802	0,1359	0,1111	-0,0195	0,0388
aV/SL	-0,4234	-0,5555	-0,2320	-0,1153	0,3439	0,0572	0,0987	-0,0257	0,2643
aP/SL	-0,8477	-0,2190	-0,0641	0,2090	0,1228	-0,0241	-0,0665	-0,0720	0,1363
aD/SL	-0,6329	-0,4670	-0,1136	0,1827	0,2492	0,1306	0,1073	0,0298	0,1240
lpc/SL	0,4510	-0,2831	-0,2065	0,3754	0,2692	0,3381	-0,1675	-0,1457	-0,5009
lD/SL	-0,7638	-0,1092	0,1067	-0,0547	-0,0549	-0,2007	0,0679	0,1039	-0,0274
lA/SL	-0,5948	0,0966	0,3376	0,2945	-0,1091	0,1578	-0,1851	-0,0387	0,1168
lC/SL	-0,2344	-0,5410	-0,2070	-0,1785	-0,4632	-0,1923	-0,2553	-0,0536	-0,2826
lP/SL	-0,4202	-0,4045	-0,1398	-0,0100	0,2603	-0,3093	-0,3306	0,2995	0,0225
lV/SL	-0,7418	-0,0428	-0,3606	-0,1378	0,0565	0,0134	-0,0995	0,2650	-0,0774
hco/H	-0,7438	0,4009	0,0009	0,0070	0,2025	-0,1434	-0,0241	-0,0793	-0,0079
H/SL	0,3213	-0,6915	-0,0828	0,3294	-0,3293	0,1629	0,2336	0,2332	0,0937
h/SL	-0,4846	-0,5249	0,4739	-0,1767	0,0351	0,2607	0,1684	0,0221	-0,2644
h/H	-0,5853	0,1784	0,3984	-0,4232	0,3358	0,0415	-0,0874	-0,2077	-0,2783
h/lpc	-0,6559	-0,1976	0,4836	-0,3745	-0,1567	-0,0370	0,2485	0,1091	0,1200
laco/SL	-0,8092	-0,0429	0,2062	0,2893	-0,1187	0,2120	-0,0958	-0,0954	0,0774
lac/SL	0,2013	-0,7287	0,2562	0,0294	-0,1487	-0,0480	0,2498	-0,0017	-0,1603
io/c	-0,4234	0,2434	0,2853	-0,0187	-0,1877	0,6014	-0,1173	0,2034	-0,0069
Oh/c	-0,4762	0,4960	-0,2971	-0,1030	-0,3173	0,1275	0,0214	0,2742	-0,0121
prO/c	0,2460	-0,4937	0,3902	0,2347	-0,0189	-0,3493	0,0264	-0,1903	0,0797
poO/c	-0,4182	0,0823	-0,0337	-0,0628	-0,3766	0,0262	-0,0704	-0,6256	0,1603
dD/SL	-0,6494	0,1542	-0,4746	0,0493	-0,0428	0,0000	0,4227	-0,0529	-0,1231
dA/SL	-0,6043	0,1742	-0,4491	0,0816	-0,0158	-0,0623	0,4478	-0,1887	-0,2031

Tablica 9.17. Nastavak.

varijabla	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18
SL/TL	-0,1080	0,0163	-0,1331	0,0553	0,0250	0,0860	-0,0274	0,1396	0,0975
c/SL	0,2005	0,1266	-0,0490	-0,0682	0,0240	0,1137	0,0911	0,0183	0,0177
aA/SL	0,1601	0,0530	0,2127	-0,0040	-0,0318	-0,0395	0,2056	0,0915	0,0004
Van/SL	-0,1205	0,3548	-0,0599	0,1421	-0,1485	0,2631	-0,0891	-0,0499	0,0038
aV/SL	-0,0472	-0,2649	-0,1295	0,1598	-0,0223	-0,1878	-0,2041	-0,1900	0,0156
aP/SL	0,0566	-0,1312	-0,0287	-0,0865	0,0107	0,0803	0,0098	-0,1342	0,1388
aD/SL	-0,0565	-0,0864	-0,0988	-0,1226	-0,1888	0,0023	-0,0656	0,3310	-0,0429
lpc/SL	-0,1136	-0,0017	-0,1192	0,0573	-0,0506	0,0031	0,0126	-0,0516	0,0514
lD/SL	-0,0842	0,0336	-0,2297	0,3944	-0,0428	-0,1291	0,1972	0,0958	-0,0767
lA/SL	0,1716	0,3787	0,1590	0,2701	-0,0425	-0,0955	-0,1963	0,0162	0,1328
lC/SL	0,2011	-0,1671	-0,0337	0,1025	-0,0788	0,1114	-0,1562	0,1330	-0,0048
lP/SL	-0,3367	0,1846	0,1762	-0,1815	0,1365	0,0065	-0,1078	0,0612	0,0028
lV/SL	-0,1492	0,0922	-0,0385	0,1508	0,1395	0,0538	0,1967	-0,0566	0,0514
hco/H	0,0690	0,0740	-0,1323	-0,0809	-0,2077	0,1563	-0,0233	-0,1364	-0,2299
H/SL	-0,0013	0,0261	-0,1290	-0,0027	0,0781	0,1138	0,0074	-0,0465	0,0285
h/SL	0,0554	-0,0473	-0,0682	-0,0927	0,0861	0,0746	0,0313	-0,0384	0,0945
h/H	-0,0108	-0,0765	0,1024	-0,0285	-0,0143	-0,1082	0,0289	0,0460	0,0822
h/lpc	0,1240	-0,0341	0,0179	-0,0982	0,0724	0,0585	-0,0093	0,0050	0,0396
laco/SL	0,0659	0,0892	0,0462	-0,0835	-0,0200	0,0168	0,1016	-0,0687	-0,1138
lac/SL	-0,1143	0,2604	0,0307	-0,1638	-0,1034	-0,2777	0,0286	-0,0567	-0,1140
io/c	-0,2959	-0,2058	0,1788	0,0953	0,0156	0,0617	-0,0850	0,0007	-0,1711
Oh/c	-0,1402	0,0095	-0,0427	-0,1613	-0,3495	-0,0700	0,0485	-0,0446	0,2214
prO/c	-0,2458	-0,1903	0,3370	0,1443	-0,2048	0,1412	0,1325	-0,0545	0,0640
poO/c	-0,3922	0,0855	-0,2428	-0,0761	0,1237	0,0167	-0,0215	0,0401	0,0489
dD/SL	-0,0315	-0,0179	0,2320	0,0684	0,0823	0,0450	-0,0096	0,0517	-0,0091
dA/SL	-0,0085	0,0824	0,2056	0,0218	0,0275	0,0010	-0,0986	-0,0313	-0,0183

Tablica 9.17. Nastavak.

varijabla	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26
SL/TL	0,1585	0,2095	0,0013	0,0795	-0,0275	0,0336	-0,0019	-0,0002
c/SL	0,0644	0,0954	0,0692	-0,0895	0,0298	-0,1843	-0,0061	-0,0013
aA/SL	0,1769	0,0234	-0,0699	0,0228	-0,0460	0,0249	-0,0004	0,0007
Van/SL	-0,0530	-0,0095	0,1301	-0,0038	0,0313	0,0051	-0,0015	-0,0006
aV/SL	0,0195	0,0711	-0,0296	0,0609	0,0538	-0,0445	-0,0021	-0,0008
aP/SL	0,0345	-0,0039	0,1642	-0,1237	-0,0974	0,1273	-0,0027	0,0008
aD/SL	-0,1921	-0,0540	-0,0230	-0,0140	-0,0240	0,0121	0,0001	-0,0001
lpc/SL	0,0352	-0,0589	-0,0383	0,0082	0,0221	0,0119	-0,0136	0,0204
lD/SL	0,1356	-0,1347	0,0711	-0,0049	-0,0031	0,0121	-0,0036	-0,0002
lA/SL	-0,0278	-0,0176	-0,0941	-0,0332	-0,0088	0,0205	0,0023	-0,0003
lC/SL	0,0880	0,1590	0,0118	0,0560	-0,0166	0,0306	-0,0001	-0,0007
lP/SL	0,1542	-0,0626	-0,0112	0,0558	0,0232	0,0146	0,0001	0,0004
lV/SL	-0,2006	0,1732	-0,1053	0,0255	-0,0717	0,0175	0,0011	0,0012
hco/H	0,0924	0,0009	-0,1785	-0,0316	-0,0231	0,0389	0,0142	0,0000
H/SL	0,0503	-0,0565	-0,0376	0,0062	-0,0035	-0,0129	0,0610	0,0019
h/SL	0,0361	-0,0903	-0,1051	0,0287	0,0122	0,0174	-0,0240	-0,0246
h/H	-0,0145	0,0198	0,0418	0,0015	0,0114	-0,0062	0,0596	0,0022
h/lpc	0,0132	-0,0318	-0,0540	0,0155	-0,0060	-0,0104	-0,0183	0,0315
laco/SL	-0,0600	0,0356	0,1177	0,2278	0,1051	0,0452	0,0005	0,0009
lac/SL	0,0113	0,1642	0,0237	-0,0793	-0,0374	0,0257	-0,0045	0,0001
io/c	0,0528	0,0388	0,0484	-0,0743	-0,0530	-0,0348	-0,0029	-0,0002
Oh/c	0,0692	-0,0025	-0,0009	0,0279	0,0312	-0,0316	-0,0021	-0,0010
prO/c	-0,0333	0,0034	-0,0574	0,0143	0,0021	-0,0259	-0,0019	-0,0003
poO/c	0,0121	0,0132	-0,0437	-0,0168	0,0060	-0,0166	-0,0002	0,0001
dD/SL	0,0237	0,0374	-0,0192	-0,1109	0,1980	0,0554	-0,0001	0,0004
dA/SL	0,0140	-0,0804	0,0451	0,1148	-0,1684	-0,0537	-0,0010	-0,0009

Tablica 9.18. Svojstvene vrijednosti (*eigenvalues*) i postotak varijabilnosti pojedinog faktora PCA-analize morfometrijskih omjera mužjaka.

faktor	svojstvena vrijednost	% varijabilnosti	zbirna svojstvena vrijednost	% ukupne varijabilnosti
1	7,1331	26,4190	7,1331	26,4190
2	4,0063	14,8382	11,1394	41,2572
3	3,0193	11,1824	14,1587	52,4396
4	2,1128	7,8250	16,2714	60,2646
5	1,6024	5,9349	17,8739	66,1995
6	1,4545	5,3870	19,3283	71,5864
7	1,0185	3,7721	20,3468	75,3586
8	1,0023	3,7122	21,3491	79,0707
9	0,7468	2,7658	22,0959	81,8365
10	0,6930	2,5665	22,7888	84,4030
11	0,6808	2,5215	23,4696	86,9245
12	0,5357	1,9841	24,0053	88,9086
13	0,4773	1,7676	24,4826	90,6762
14	0,3863	1,4307	24,8689	92,1069
15	0,3546	1,3133	25,2235	93,4202
16	0,3059	1,1330	25,5294	94,5532
17	0,2675	0,9907	25,7968	95,5439
18	0,2603	0,9642	26,0572	96,5081
19	0,2287	0,8471	26,2859	97,3552
20	0,1908	0,7067	26,4767	98,0620
21	0,1544	0,5718	26,6311	98,6338
22	0,1467	0,5432	26,7778	99,1769
23	0,0937	0,3470	26,8715	99,5239
24	0,0745	0,2759	26,9460	99,7999
25	0,0494	0,1829	26,9954	99,9828
26	0,0035	0,0129	26,9988	99,9957
27	0,0012	0,0043	27,0000	100,0000

Tablica 9.19. Udio pojedinog morfometrijskog omjera mužjaka u faktorima 1 do 27 PCA-analize (F1-F27), dobiven na temelju korelacijske matrice. Prikaz kratica mjera nalazi se na slici 4.2.

varijabla	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
SL/TL	0,6571	-0,5391	0,1884	0,1034	-0,2271	0,0403	0,0300	-0,1471	0,0553
c/SL	-0,8462	0,1167	0,0868	0,0915	0,1040	-0,2811	0,0437	-0,1341	0,0469
Pan/SL	-0,1169	0,7392	-0,3182	0,2382	0,1654	0,2156	-0,2830	-0,0865	0,1173
aA/SL	-0,3488	0,8038	-0,0643	0,1600	-0,1007	0,1040	-0,0871	-0,1522	-0,0637
Van/SL	0,0012	0,7906	-0,0842	-0,0319	-0,0364	0,2793	-0,0697	0,0289	-0,0759
aV/SL	-0,4771	0,1333	-0,0906	0,4539	-0,0213	-0,0486	0,1116	-0,5159	-0,3191
aP/SL	-0,8524	0,0322	-0,0221	0,0230	0,1312	-0,3099	-0,1132	-0,0862	0,0024
aD/SL	-0,5684	0,2826	-0,2619	-0,1320	0,0105	-0,3864	-0,0148	-0,0363	0,3246
lpc/SL	0,4967	0,3500	-0,3354	0,1675	0,1757	-0,3401	0,4059	0,1447	-0,1508
lD/SL	-0,6460	0,1211	0,1233	-0,0441	-0,3168	-0,0101	-0,3729	0,1892	-0,3251
lA/SL	-0,4976	-0,2686	0,2244	-0,0126	-0,3811	-0,4690	-0,1336	0,1057	-0,0701
lC/SL	-0,5090	0,4236	-0,0507	-0,1374	0,2715	0,1762	0,1621	0,3141	-0,1045
lP/SL	-0,2939	0,3537	0,5628	0,2550	-0,2673	-0,0114	0,1368	0,3211	-0,0593
lV/SL	-0,5437	0,1911	0,3199	0,2144	-0,2832	0,2194	0,1259	0,3180	0,0675
hco/H	-0,6579	-0,4006	0,1628	0,3481	0,1881	-0,2345	0,0583	0,0069	0,0049
H/SL	0,1599	0,4742	-0,3895	-0,6171	-0,2822	-0,2457	-0,0032	-0,1005	0,0162
h/SL	-0,1456	0,3472	0,5154	-0,6279	0,1234	0,0031	0,2344	-0,2110	-0,0467
h/H	-0,2830	-0,1347	0,7788	0,0366	0,3613	0,2099	0,2043	-0,0862	-0,0593
h/lpc	-0,4747	-0,0350	0,5749	-0,5173	-0,0767	0,2480	-0,1432	-0,2394	0,0743
laco/SL	-0,7735	-0,1966	-0,0971	-0,2505	0,2932	-0,1720	0,0088	-0,0178	-0,0394
lac/SL	0,4356	0,4129	0,2888	-0,2671	-0,1140	-0,3308	0,3057	0,0910	-0,0521
io/c	-0,2688	-0,4492	-0,2932	-0,5020	-0,1005	0,1998	-0,0184	0,0875	-0,0903
Oh/c	-0,5273	-0,4313	-0,4419	-0,1297	-0,2123	0,0862	0,0438	0,1748	-0,1654
prO/c	0,3889	0,2169	0,4999	0,0676	0,2069	-0,2629	-0,3644	0,1941	0,3104
poO/c	-0,3466	-0,1709	-0,2966	-0,1916	0,6141	0,0917	-0,0273	0,2785	-0,0323
dD/SL	-0,6830	-0,1864	-0,2267	0,1169	-0,0828	0,2606	0,1497	-0,0640	0,3089
dA/SL	-0,5990	0,0501	-0,2063	0,0577	-0,3661	0,1515	0,3779	-0,0022	0,3382

Tablica 9.19. Nastavak.

varijabla	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18
SL/TL	0,0590	0,0876	-0,1177	-0,0399	0,0087	0,0184	0,0783	-0,0748	-0,1362
c/SL	-0,1744	-0,1649	0,0047	-0,0579	-0,0439	-0,0984	0,1249	-0,0513	0,0634
Pan/SL	0,0246	-0,0407	0,0143	-0,0773	0,0175	0,0201	-0,1896	-0,0233	0,0772
aA/SL	0,1303	0,0346	-0,1579	-0,0127	0,0592	0,1433	0,0031	0,1032	0,1070
Van/SL	0,2195	-0,0973	-0,3015	0,0428	0,0389	-0,0781	0,2408	-0,0064	-0,1427
aV/SL	-0,0009	0,1991	0,0733	0,0631	-0,2487	0,1534	-0,0319	-0,0019	-0,0763
aP/SL	-0,1275	0,0425	-0,0042	-0,1196	-0,0485	-0,1243	0,0116	0,0637	-0,0161
aD/SL	0,1793	0,3614	-0,0313	0,1675	0,1073	-0,0275	0,0808	-0,0123	0,0779
lpc/SL	0,2539	0,0168	0,0679	-0,2114	0,0574	0,0209	-0,0208	-0,1198	-0,0209
lD/SL	-0,0712	-0,1411	0,0221	-0,2561	0,1345	0,0308	-0,0286	-0,1279	-0,0129
lA/SL	0,2007	-0,1112	-0,1198	0,2219	0,0464	0,2086	-0,1269	-0,0133	-0,1411
lC/SL	-0,0007	-0,2202	0,2416	0,3882	-0,0599	0,0342	-0,0164	-0,0692	-0,0300
lP/SL	0,0989	0,1611	0,1476	-0,0786	-0,0552	-0,1807	-0,0168	0,2977	-0,1115
lV/SL	-0,1711	0,3360	-0,0781	-0,0076	-0,1496	0,0078	0,0723	-0,2783	0,0395
hco/H	0,1432	-0,0862	-0,1745	0,0590	0,1539	-0,1329	-0,0144	-0,0504	0,0504
H/SL	-0,0704	0,0860	0,1198	-0,0346	-0,0085	-0,0602	-0,0297	-0,0535	-0,1259
h/SL	0,1324	0,0922	0,0948	-0,1183	0,1165	0,0070	-0,0801	-0,0840	-0,0431
h/H	0,1774	0,0168	-0,0220	-0,0634	0,0973	0,0723	-0,0366	-0,0222	0,0768
h/lpc	-0,0892	0,0588	-0,0039	0,0809	0,0317	-0,0019	-0,0190	0,0317	0,0021
laco/SL	0,0281	-0,1602	-0,0038	-0,1159	-0,1736	-0,0394	0,0978	0,0025	-0,0595
lac/SL	-0,2933	-0,1438	-0,2260	-0,0188	-0,0591	0,2052	0,0938	0,1087	0,1498
io/c	0,3946	-0,0140	-0,1317	-0,0698	-0,3041	-0,0320	0,0009	0,0227	0,1318
Oh/c	0,0262	0,1953	0,1577	-0,0423	0,1544	0,1316	0,0524	0,0886	0,1729
prO/c	0,1722	-0,0050	0,1327	-0,1276	-0,2004	0,1820	0,0043	-0,0243	0,0151
poO/c	-0,1959	0,2653	-0,2627	-0,0730	0,0245	0,1403	-0,1047	0,0742	-0,1871
dD/SL	0,0424	-0,1500	0,1920	-0,1451	0,0918	0,2387	0,2121	0,0424	-0,1315
dA/SL	-0,0235	-0,1923	-0,1504	-0,0961	-0,0609	-0,0252	-0,2705	0,0001	-0,0228

Tablica 9.19. Nastavak.

varijabla	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27
SL/TL	-0,1230	-0,0763	0,2005	-0,1625	-0,0649	0,0590	-0,0110	0,0007	0,0002
c/SL	-0,0143	0,1113	0,0247	-0,0700	-0,1003	-0,0046	0,1398	-0,0010	-0,0002
Pan/SL	0,0032	0,1332	0,1198	-0,0262	-0,1248	-0,0360	-0,0740	-0,0026	0,0004
aA/SL	-0,1051	0,0166	0,1024	-0,0311	0,1694	0,0513	0,0572	0,0027	-0,0002
Van/SL	0,1453	-0,0938	-0,0165	0,0636	-0,0729	-0,0098	0,0086	0,0000	0,0001
aV/SL	0,0167	-0,0868	-0,0608	-0,0177	-0,0334	-0,0531	-0,0088	0,0007	-0,0006
aP/SL	-0,0997	-0,1119	0,0599	0,1879	-0,0336	0,1362	-0,0464	-0,0011	0,0004
aD/SL	-0,0142	-0,0254	-0,1243	-0,1357	-0,0255	0,0301	-0,0406	0,0009	0,0000
lpc/SL	-0,0181	0,0150	0,0039	0,0136	0,0037	0,0225	0,0078	-0,0316	-0,0036
lD/SL	-0,0765	-0,0846	-0,1227	-0,1177	-0,0031	0,0033	-0,0231	0,0012	0,0002
lA/SL	0,0649	0,1449	0,0271	0,0674	-0,0317	0,0308	0,0051	-0,0017	0,0000
lC/SL	-0,1129	-0,1018	0,0598	-0,0559	-0,0160	0,0329	-0,0040	0,0003	-0,0001
lP/SL	-0,0305	0,0537	0,0179	-0,0586	-0,0215	-0,0325	-0,0063	-0,0004	-0,0001
lV/SL	0,0181	0,0786	0,0457	0,0665	0,0369	-0,0060	-0,0160	0,0004	-0,0001
hco/H	-0,1065	-0,0914	0,0789	0,0443	0,0397	-0,1630	-0,0244	0,0022	-0,0001
H/SL	-0,0464	-0,0132	0,0695	0,0335	0,0289	-0,0753	0,0183	0,0022	0,0196
h/SL	0,0006	0,0168	0,0294	0,0336	-0,0191	-0,0100	0,0036	0,0251	-0,0155
h/H	0,0470	0,0136	-0,0357	-0,0073	-0,0315	0,0518	-0,0065	0,0014	0,0222
h/lpc	-0,0001	-0,0319	0,0160	-0,0011	0,0078	-0,0327	0,0002	-0,0427	-0,0048
laco/SL	0,2111	0,0593	0,0927	-0,1236	0,1064	0,0062	-0,0732	0,0001	-0,0002
lac/SL	-0,0507	-0,0212	0,0031	-0,0161	-0,0523	-0,0363	-0,0639	0,0006	0,0002
io/c	-0,1623	0,0504	-0,0326	0,0179	-0,0436	-0,0117	0,0066	0,0004	0,0002
Oh/c	0,1734	-0,1060	0,1334	0,0204	-0,0619	-0,0157	0,0282	0,0006	-0,0004
prO/c	0,0448	-0,1574	0,0240	0,0180	-0,0004	-0,0375	0,0425	0,0011	-0,0005
poO/c	-0,0522	0,0049	-0,0131	-0,0297	-0,0149	-0,0216	0,0410	-0,0003	-0,0003
dD/SL	-0,1217	0,0663	-0,0385	0,0542	0,0016	-0,0299	-0,0290	-0,0001	0,0001
dA/SL	0,0873	-0,1428	-0,0292	-0,0374	0,0006	0,0211	0,0223	0,0004	0,0000

10. ŽIVOTOPIS

Ime i prezime: Tanja Mihinjač
Mjesto i datum rođenja: Varaždin, 7. ožujka 1987. godine
Adresa stanovanja: Kralja Zvonimira 51, 40 323 Prelog (boravište: Andrije Žaje 60, 10 000 Zagreb)
Telefon: 00385 95 908 8557
e-mail: tanja.mihinjac@gmail.com

Obrazovanje

2012. – danas	**Poslijediplomski doktorski studij biologije** Sveučilište u Zagrebu, PMF, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, Zagreb
2008. – 2011.	**Diplomski sveučilišni studij eksperimentalne biologije**, modul **Zoologija** (magistra eksperimentalne biologije) Sveučilište u Zagrebu, PMF, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, Zagreb Naslov diplomskog rada: „Morfološke značajke vrste *Cobitis elongatoides* (Cypriniformes; Actinopterygii) u Hrvatskoj“ Mentor: prof.dr.sc. Milorad Mrakovčić
2005. – 2008.	**Preddiplomski studij biologije** (prvostupnica biologije) Sveučilište u Zagrebu, PMF, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, Zagreb
2001. – 2005.	**Gimnazija Varaždin**

Radno iskustvo

rujan 2017. – danas	**Stručna savjetnica – voditeljica projekta** „Uspostava nacionalnog sustava za praćenje invazivnih stranih vrsta“ (KK.06.5.1.01.000.) u Hrvatskoj agenciji za okoliš i prirodu, Radnička cesta 80/7, Zagreb
siječanj 2017. – rujan 2017.	**Stručna suradnica – biolog** u Hrvatskom društvu za biološka istraživanja, Maksimirska cesta 129/5, Zagreb
studeni 2015. – prosinac 2016.	**Stručna suradnica** u Hrvatskom institutu za biološku raznolikost, Maksimirska cesta 129/5, Zagreb

studeni 2011. – listopad 2015.	**Znanstvena novakinja/asistentica** na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka PMF-a u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, Zagreb

Vještine

- računalne vještine: dobro poznavanje osnovnog Microsoft Office paketa, statistička obrada podataka, GIS
- dobro poznavanje engleskog i slovenskog jezika, osnovni stupanj njemačkog jezika
- vozačka dozvola B kategorije (od 2005. godine)
- položen tečaj ronjenja (CMAS, R1)

Popis radova

Knjige:

- Ćaleta 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. (prevedeno na engleski: Endemic fishes of Croatia).

Izvorni znanstveni i pregledni radovi u CC časopisima:

- Buj I., Miočić-Stošić J., Marčić Z., Mustafić P., Zanella D., Mrakovčić M., **Mihinjač T.** i Ćaleta M. 2015: Population genetic structure and demographic history of Aphanius fasciatus (Cyprinodontidae, Cyprinodontiformes) from hypersaline habitats in the eastern Adriatic. Scientia marina 79(4):399-408.

Radovi s međunarodnom recenzijom:

- **Mihinjač T.**, Marčić Z., Mrakovčić M., Mustafić P., Zanella D. i Ćaleta M. 2014: Threatened fishes of the world: *Telestes tursky* (Heckel, 1843) (Cyprinidae). Croatian Journal of Fisheries 72(3):123-124.
- **Mihinjač T.**, Markotić I. i Ćaleta M. 2014: Threatened fishes of the world: *Phoxinellus pseudalepidotus* Bogutskaya & Zupančič, 2003 (Cyprinidae). Croatian

Journal of Fisheries 72(4): 178-180.

- **Mihinjač T.**, Marčić Z., Buj I., Zanella D., Mustafić P., Mrakovčić M. i Ćaleta M. 2015: Threatened fishes of the world: *Delminichthys krbavensis* (Zupančič & Bogutskaja, 2002) (Cyprinidae). Croatian Journal of Fisheries 73(1):33-34.
- **Mihinjač T.**, Marčić Z., Buj I., Zanella D., Mustafić P., Mrakovčić M. i Ćaleta M. 2015: Threatened fishes of the world: *Cobitis jadovaensis* Mustafić & Mrakovčić, 2008 (Cyprinidae). Croatian Journal of Fisheries 73(1):46-47.
- Lisjak D., Zanella D., Mustafić P., Ćaleta M., Buj I., **Mihinjač T.**, Mrakovčić M., Marčić Z. 2015: First record of three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758) in the Danube basin of Croatia. Croatian Journal of Fisheries 73(2):70-72.
- Marčić Z., Ćaleta M., Buj I., Zanella D., Mustafić P., **Mihinjač T.**, Mrakovčić M. 2015: New records of *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) along the eastern coast of the Adriatic sea in Croatia. Croatian Journal of Fisheries 73(3):124-127.

Kongresna priopćenja:

- **Mihinjač T.**, Buj I., Mustafić P., Zanella D., Ćaleta M., Marčić Z. i Mrakovčić M. 2012: Morphological characters of *Cobitis elongatoides* (Cypriniformes; Actinopterygii) in Croatia. XIV European Congress of Ichthyology, 3-8.7.2012. godine, Liege, Belgija (poster).
- Marčić Z., Sučić I., Mustafić P., Ćaleta M., Zanella D., Buj I., **Mihinjač T.** i Mrakovčić M. 2012: Diet of the endemic *Telestes karsticus* (Cyprinidae) from Sušik Creek, Croatia. XIV European Congress of Ichthyology, 3-8.7.2012. godine, Liege, Belgija (poster).
- **Mihinjač T.**, Buj I., Mustafić P., Zanella D., Ćaleta M., Marčić Z. i Mrakovčić M. 2012: Morfološke značajke vrste *Cobitis elongatoides* (Cypriniformes, Actinopterygii) u Hrvatskoj. 11. Hrvatski biološki kongres, 16-21.9.2012. godine, Šibenik, Hrvatska (poster).
- Marčić Z., Sučić I., Mustafić P., Ćaleta M., Zanella D., Buj I., **Mihinjač T.** i Mrakovčić M. 2012: Prehrana kapelske svjetlica *Telestes karsticus* (Cyprinidae) u potoku Sušik, Hrvatska. 11. Hrvatski biološki kongres, 16-21.9.2012. godine, Šibenik, Hrvatska (poster).

- **Mihinjač T.**, Ćaleta M., Zanella D., Mustafić P., Buj I., Marčić Z. i Mrakovčić M. 2014: Raspostranjenost i trend širenja sunčanice u Hrvatskoj. 1. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama s međunarodnim sudjelovanjem, 24.11.2014. godine, Zagreb, Hrvatska (poster).
- Marčić Z., Mustafić P., Zanella D., Ćaleta M., Buj I., **Mihinjač T.** i Mrakovčić M. 2014: Uneseni predatori u slatkovodnim ihtiozajednicama jadranskog sliva. 1. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama s međunarodnim sudjelovanjem, 24.11.2014. godine, Zagreb, Hrvatska (poster).
- Mrakovčić M., Mustafić P., Ćaleta M., Zanella D., Marčić Z., Buj I. i **Mihinjač T.** 2014: Procjena utjecaja gambuzije *Gambusia holbrooki* Girard, 1859 na slatkovodnu zajednicu riba jadranskog sliva. 1. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama s međunarodnim sudjelovanjem, 24.11.2014. godine, Zagreb, Hrvatska (usmeno priopćenje).
- Zanella D., Miletić M., Mrakovčić M., Bermanec V., Mustafić P., Ćaleta M., Marčić Z., Buj I. i **Mihinjač T.** 2014: Otolith morphology and growth of a short-lived freshwater goby. 5th International otolith symposium, 20. – 24. listopad 2014. godine, Mallorca, Španjolska (poster).
- Buj I., Marčić Z., Ćaleta M., **Mihinjač T.**, Šanda R., Zanella D., Mustafić P. i Mrakovčić M. 2015: Evolucija u Dinaridima - analiza filogeografske i populacijske genetske strukture riba roda *Delminichthys*. 12. Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, 18. - 23. rujna 2015., Sveti Martin na Muri, Hrvatska (usmeno priopćenje).
- Buj I., Marčić Z., Ćaleta M., Mišur A., **Mihinjač T.**, Zanella D., Mustafić P. i Mrakovčić M. 2015: Mitochondrial DNA reveals unexpected diversity of chubs (genus *Squalius*, Cypreiniformes, Actinopterygii) in the Adriatic basin. XV European Congress of Ichthyology, 7. - 11. rujan 2015. godine, Porto, Portugal (usmeno priopćenje).
- Marčić Z., Milković A., Ćaleta M., Buj I., Zanella D., Mustafić P., **Mihinjač T.** i Mrakovčić M. 2015: Reproductive biology of the endemic dace *Telestes karsticus* Marčić & Mrakovčić 2011 (Cyprinidae, Leuciscinae). XV European Congress of Ichthyology, 7. - 11. rujan 2015. godine, Porto, Portugal (poster).
- Opašić M., Buj I., Zanella D., Marčić Z., Ćaleta M., **Mihinjač T.**, Mustafić P. i Mrakovčić M. 2015: Morphological comparison of endemic *Delminichthys* species

(Cypriniformes, Actinopterygii). XV European Congress of Ichthyology, 7. - 11. rujan 2015. godine, Porto, Portugal (poster).

- **Mihinjač T.**, Sabolić M. i Mrakovčić M. 2016: Morphological characters of lacustrine and riverine populations of *Aulopyge huegelii*. 5th congress of ecologists of the Republic of Macedonia with international participation. 19. – 22. listopad 2016. godine, Ohrid, Makedonija (poster).
- Špelić I., **Mihinjač T.** i Jelić D. 2018: Usporedba prehrane tri strane vrsta riba u dva tipa staništa rijeke Krke. 19. – 23. rujan 2018. godine, Poreč, Hrvatska (usmeno priopćenje).
- Boršić I., Ješovnik A., **Mihinjač T.**, Kutleša P., Slivar S., Cigrovski-Mustafić M. i Desnica S. 2018: Invazivne strane vrste u Hrvatskoj - zbog čega je Europa zabrinuta? 19. – 23. rujan 2018. godine, Poreč, Hrvatska (poster).