

# Biološka i ekološka obilježja glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) u Novigradskom moru

---

Đođo, Željana

Doctoral thesis / Disertacija

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:322385>

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

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



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU, SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA SVEUČILIŠTE  
U DUBROVNIKU  
INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO, SPLIT**

---

Poslijediplomski sveučilišni studij Primijenjene znanosti o moru

**Željana Đođo**

**BIOLOŠKA I EKOLOŠKA OBILJEŽJA GLAVOČA TRAVAŠA,  
*Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) U NOVIGRADSKOM  
MORU**

**Doktorska disertacija**

**Split, travanj 2014.**

Ova je doktorska disertacija izrađena na Sveučilištu u Dubrovniku, pod vodstvom prof. dr. sc. Jakova Dulčića, u sklopu Međusveučilišnog poslijediplomskog doktorskog studija “Primijenjene znanosti o moru” pri Sveučilištu u Splitu i Sveučilištu u Dubrovniku

## ZAHVALE

Veliki američki književnik Ernest Hemingway napisao je da nijedan čovjek nije otok, sasvim sam za sebe. Niti ova moja radnja ne bi ugledala svjetlo dana bez pomoći i podrške dragih kolega i prijatelja kojima želim uputiti riječi zahvale.

Posebno zahvaljujem svome mentoru, prof. dr. sc. Jakovu Dulčiću na ukazanom povjerenju, nadasve strpljenju, bezbrojnim savjetima te svesrdnoj pomoći prilikom izrade ove disertacije.

Zahvaljujem članovima povjerenstva, prof. dr. sc. Sanji Matić Skoko, doc. dr. sc. Peru Tutmanu te prof. dr. sc. Mati Šantiću, koji su svojim kritikama i sugestijama pridonijeli boljoj kvaliteti završne verzije ovoga rada. Sanja i Pero, od srca vam još jednom hvala na razumijevanju i neograničenoj pomoći.

Također zahvaljujem obitelji Šimurina iz Posedarja u Novigradskom moru na pomoći pri sakupljanju uzoraka, kao i osoblju Odjela KB Firule u Splitu za izradu histoloških preparata gonada (posebice mojoj dragoj kolegici dr. sc. Sendi Kuret). Veliko hvala doc. dr. sc. Nenadu Antoloviću na bezbrojnim utrošenim satima očitavanja otolita, pomoći pri statistici, a nadasve nesebičnom dijeljenju korisnih savjeta kao i svesrdnoj prijateljskoj pomoći. Nadalje, zahvaljujem doc. dr. sc. Ani Bratoš Cetinić na pomoći prilikom određivanja organizama u uzorcima probavila.

Hvala svim kolegama sa IOR-a na suradnji i pomoći, jer neprocjenjiva je vrijednost obogatiti svoj život tako divnim prijateljima. Hvala vam Nika, Branko, Dube i Josipa.

Zahvale upućujem mojim dragim kolegama s Odjela za akvakulturu na podršci i pomoći tijekom izradbe ovoga rada, posebice mojoj srodnoj duši doc. dr. sc. Sanji Tomšić koja me duhovno podizala iz dana u dan i bila uz mene u lijepim i ružnim trenucima. Također hvala i mojoj dragoj prijateljici profesorici Sanji Putici na lektoriranju ove disertacije.

Dodatne zahvale idu svim mojim dragim prijateljima koji su me bodrili sve ove godine, ponajviše Leli, Mileni i Kiki, koje su uvijek bile u blizini kada je trebalo.

Posebnu zahvalu upućujem svojim roditeljima i sestri, ponajviše tati koji je neumorno *brontulao* i bio moja savjest, kao i ostalim svojim najmilijima koji su vjerovali u mene te mi pružali neopisivo razumijevanje i podršku. Bez vaše pomoći ne bih uspjela. I na kraju, ovo sjeme ne bi proklijalo da najveću ljubav, hrabrost, i vjeru u sebe kao i neizmjernu snagu nisam crpila iz svakodnevnog osmijeha moga sina. Stoga ovu disertaciju s ljubavlju posvećujem mome Mariu.

# SADRŽAJ

|   |     |
|---|-----|
| <b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b> .....   | IV  |
| <b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b> .....   | V   |
| <b>1. UVOD</b> .....  | 1   |
| 1.2. Svrha i ciljevi istraživanja .....   | 7   |
| 1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja .....   | 9   |
| <b>2. MATERIJALI I METODE</b> .....   | 12  |
| 2.1. Područje istraživanja .....  | 12  |
| 2.1.2. Opis istraživane postaje.....  | 13  |
| 2.2. Konstrukcijske osobine upotrebljivanih ribolovnih alata i način ribolova                                   | 14  |
| 2.3. Prikupljanje i obrada biološkog materijala.....  | 15  |
| 2.4. Dužinsko – maseni odnos.....   | 16  |
| 2.5. Indeks kondicije .....   | 17  |
| 2.6. Biometrija i relativni rast.....   | 17  |
| 2.7. Ishrana .....  | 20  |
| 2.8. Starost i rast.....  | 21  |
| 2.9. Razmnožavanje .....  | 22  |
| 2.9.1. Histološka analiza gonada.....   | 24  |
| 2.10. Smrtnost .....  | 24  |
| <b>3. REZULTATI</b> .....   | 26  |
| 3.1. Analiza sastava populacije glavoča travaša iz Novigradskog mora.....                                       | 26  |
| 3.1.1. Starosni sastav populacije .....   | 29  |
| 3.2. Dužinsko-maseni odnos .....  | 30  |
| 3.3. Indeks kondicije .....   | 35  |
| 3.4. Biometrijske osobine.....  | 38  |
| 3.4.1. Morfometrijski odnosi.....   | 39  |
| 3.4.2. Merističke osobine .....   | 56  |
| 3.4.3. Osvrt na morfometrijske odnose i merističke značajke populacije glavoča travaša u Novigradskom moru..... | 61  |
| 3.4.4. Dijagnoza populacije.....  | 62  |
| 3.4.5. Relativni rast glavoča travaša.....  | 63  |
| 3.5. Ishrana .....  | 74  |
| 3.6. Starost i rast.....  | 82  |
| 3.7. Razmnožavanje .....  | 87  |
| 3.7.1. Sazrijevanje .....   | 88  |
| 3.7.2. Mrijest .....  | 90  |
| 3.8. Histološka analiza preparata gonada .....  | 92  |
| 3.8.1. Fekunditet.....  | 96  |
| 3.9. Smrtnost .....   | 99  |
| <b>4. RASPRAVA</b> .....  | 101 |
| <b>5. ZAKLJUČCI</b> .....   | 121 |
| <b>6. LITERATURA</b> .....  | 124 |
| <b>7. ŽIVOTOPIS</b> .....   | 144 |

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku

Doktorska disertacija

### BIOLOŠKA I EKOLOŠKA OBILJEŽJA GLAVOČA TRAVAŠA, *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) U NOVIGRADSKOM MORU

Željana Đodo

Rad je izrađen na Sveučilištu u Dubrovniku

Sažetak

Provedeno je prvo istraživanje bioloških i ekoloških osobitosti glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) na području Novigradskog mora (Jadransko more). Tijekom istraživanja ulovljeno je 1229 jedinki, raspona ukupnih dužina tijela od 4,3 cm do 20 cm ( $12,30 \pm 2,70$  cm) i mase od 0,80 g do 76,96 g ( $20,11 \pm 12,79$  g). Omjer mužjaka i ženki iznosio je 1,13 : 1, što se statistički značajno ne razlikuje od očekivanog omjera (1:1). Srednja vrijednost ukupne dužine tijela mužjaka (13,11 cm) bila je statistički značajno veća od srednje vrijednosti ukupne dužine kod ženki (12,11 cm). Dužinsko maseni rast glavoča travaša bio je negativno alometrijski ( $b=2,920$ ), a vrijednost indeksa kondicije iznosila je 0,953. Zabilježene su statistički značajne razlike u srednjim vrijednostima morfometrijskih odnosa mužjaka i ženki. Kod ženki i mužjaka uočen je spolni dimorfizam, zasnovan na obliku urogenitalne papile. Intenzitet hranjenja glavoča travaša bio je najveći u proljeće, a najmanji u zimskom razdoblju. Najvažniji plijen bili su rakovi i ribe. Starost glavoča travaša određena je očitavanjem otolita, najstarija ženka i mužjak imali su 5 godina. Rast glavoča travaša opisan je von Bertalanffyevim modelom ( $L_{\infty}=21,14$  cm;  $K=0,351$ ;  $t_0=-1,321$ ;  $R^2=0,890$ ). Razdoblje mrijesta je od veljače do svibnja, a najveće vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) zabilježene su u travnju. Relativni fekunditet ženki kreće se od 68,33 do 127,52. Niske vrijednosti koeficijenta ukupne smrtnosti ( $Z=0,432$ ) posljedica su relativno niske stope prirodne smrtnosti ( $M=0,344$ ), dok je ribolovna smrtnost zanemariva jer glavoč travaš nije ciljane ribarstvena vrsta. Razina iskorištavanja glavoča travaša još nije upozoravajuća ( $E=0,203$ ) za područje Novigradskog mora.

(146 stranice, 53 slike, 51 tablice, 250 literaturna navoda, izvorni jezik: hrvatski)

Rad je pohranjen u: Nacionalnoj i Sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Sveučilišnoj knjižnici u Splitu i Sveučilišnoj knjižnici u Dubrovniku.

Ključne riječi: glavoč travaš *Zosterisessor ophiocephalus*, biologija, biometrija, ekologija, ishrana, Novigradsko more, rast, razmnožavanje, smrtnost, starost

Mentor: Prof. dr. sc. Jakov Dulčić, redoviti profesor

Ocjenjivači: 1. Prof. dr. sc. Sanja Matić Skoko, znanstvena savjetnica  
2. Doc. dr.sc. Pero Tutman, viši znanstveni suradnik  
3. Prof. dr. sc. Mate Šantić, redoviti profesor

Rad prihvaćen: 27.ožujka 2014.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Split and University of Dubrovnik

Ph.D. thesis

### **BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GRASS GOBY, *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) IN NOVIGRAD SEA**

Željana Đodo

Thesis performed at the University of Dubrovnik

#### Abstract

The first study of biological and ecological characteristics of grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) was conducted in the area of Novigrad sea (Adriatic sea). During the research 1229 grass gobies was caught. The total body length was from 4,3 cm to 20 cm ( $12,30 \pm 2,70$  cm), and weighted from 0,80 g to 76,96 g ( $20,11 \pm 12,79$  g). Male to female ratio was 1,13:1, and it was not significantly differentiated from expected ratio (1:1). The medium value of the total body length of males (13,11 cm) was statistically significantly greater than the medium value of the total body length of females (12,11 cm). Length-weight growth of grass goby was negative allometric ( $b=2,920$ ), and the value of estimated condition index was 0,953. Statistically significant differences in the medium valued of morphometric relation of males and females are noted. Based on the shape of urogenital papillae sex dimorphism was noted it both male and female grass gobies. Feeding activity of grass gobies was the highest in spring, and the lowest in winter period. Essential prey was crustaceans and fish. Age was determined by specific reading of otoliths, and the oldest female and male were 5 years old. The growth of the grass goby was described by von Bertalanffy model ( $L_{\infty}=21,14$  cm;  $K=0,351$ ;  $t_0=-1,321$ ;  $R^2=0,890$ ). The spawning period was from February to May, and the largest value of gonadosomatic indeks (GSI) was noted in April. Relative female's fecundity ranges from 68,33 to 127,52. Low values of total mortality coefficient ( $Z=0,432$ ), is a consequence of relatively low natural mortality rate ( $M=0,344$ ), while fishing mortality is insignificant due to the fact that grass goby is not a fishery species. Exploitation rate of the grass goby is still not alarming ( $E=0,203$ ) for Novigrad sea.

(146 pages, 53 figures, 51 tables, 250 references, original in Croatian)

Thesis deposited in: National and University Library in Zagreb, Split University Library and Dubrovnik University Library.

Keywords: grass goby *Zosterisessor ophiocephalus*, age, biology, biometry, diet, ecology, growth, mortality, Novigrad sea, reproduction

Supervisor: Prof. Jakov Dulčić, Ph. D., full professor

Reviewers: 1. Prof. Sanja Matić Skoko Ph. D., scientific advisor  
2. Pero Tutman, Ph.D., research associate  
3. Prof. Mate Šantić, Ph. D., full Professor

Thesis accepted: 27<sup>th</sup> of March, 2014

## 1. UVOD

Glavoči (Gobiidae) pripadaju obitelji riba iz reda *Perciformes* (grgečke), razreda *Actinopterygii* (zrakoperki). Ovoj nadasve velikoj obitelji trenutno pripada ukupno 212 rodova s 1875 vrsta (Nelson, 1994), koje obitavaju na priobalnim morskim dnima u toplom i umjerenom pojasu. Mnoge žive i u bočatim i slatkim vodama, dok u morima postoji i mali broj pelagičnih vrsta (Miller, 1986). Na području Sredozemnog mora zabilježeno je 30 rodova s više od 50 vrsta, od kojih je većina endemična (Sorice & Caputo 1999). Za 23 vrste možemo reći da su Sredozemno morski endemi u strogom smislu ovog naziva, dok je za ostalih 16 vrsta ovo područje osnovno stanište koje se proteže i u dijelove Atlantskog oceana i/ili Crnoga mora (Sorice & Caputo 1999). Nadalje, 44 su vrste opisane u staništima zapadnog Sredozemno morskog slijeva, a većina ih nastanjuje i slatkovodna staništa Crnomorskog slijeva (Bruno & Maugeri 1992). Samo 10 vrsta koje pripadaju među 6 rodova obitavaju na područjima unutarnjih talijanskih voda (Gandolfi i sur. 1991). Među njima izdvajamo slatkovodnog glavočića, *Padogobius bonelli* (Bonaparte, 1864), te *Padogobius nigricans* (Canestrini, 1867) i *Knipowitschia punctatissima* (Canestrini, 1864) koji obitavaju isključivo u slatkovodnim staništima (Tortonese, 1975). Postoji još vrsta koje obitavaju samo u slatkim vodama koje se ulijevaju u Jadaransko more, kao *Pomatoschistus canestrinii*, *Knipowitschia panizzae* (Miller, 1972; Maccagani i sur. 1985). Broj opisanih vrsta stalno se povećava te se nove vrste i danas otkrivaju, čak i u razmjerno istraženom moru kakvo je Jadransko (Miller, 1992; Kovačić & Miller 2000) Dosad je poznato da u Jadranskom moru obitava 46 vrsta iz obitelji glavoča (Tablica 1.1.) (Kovačić, 2008).

Pripadnici porodice glavoča razmjerno su male ribe, ukupne dužine tijela uglavnom ispod 15 cm, rijetko iznad 28 cm (Miller, 1986). Pojedine vrste *Trimmatom nanus* i *Pandaka pygmea* jedva dosegnu 1 cm duljine, a obitavaju u Tihom i Indijskom oceanu (Randall i sur. 1993). Nasuprot njima, pripadnici rodova *Gobioides* i *Periophthalmodon* znatno su veći, s najvećom vrstom *Gobioides broussenetii* s Kariba, čija dužina doseže i do 55,3 cm (Cervigón, 1994).

Jedno od najvažnijih morfoloških obilježja porodice Gobiidae jest tanjurasti organ koji glavoču služi za priljepljivanje na podlogu, a tvore ga trbušne peraje koje su srasle zajedno (Miller, 1984). Drugo značajno obilježje je da imaju jednu leđnu peraju koja tvori dva odvojena dijela, odnosno podijeljena je. Nadalje, osobitost mnogih vrsta ove velike obitelji jest njihovo izduženo i valjkasto tijelo koje je prema repu blago bočno stisnuto. Glava je velika s izbočenim očima. Usta su široka, završna, a usni procjep seže do iza visine prednjeg oboda oka. Čeljust je blago ispupčena, a zubi su općenito sitni, dijelom poput očnjaka. Prednji nosni otvori su cjevasti.



Ljuske su sitne, ktenoidne te se protežu gotovo do očiju, a u bočnoj pruzi ih ima između 30 – 65 (25 – 85). Repna peraja je ovalna. Prsne peraje su velike, katkad sa slobodnim šipčicama (Miller, 1986; Sanzo, 1911; Jardas, 1996; Hajji, 2010). Zanimljiva je osobitost glavoča da ponekad žive u simbiozi s drugim morskim organizmima. Tako gotovo 130 vrsta glavoča iz 20 različitih rodova živi u simbiozi s kozicom iz roda *Alpheus* (Wirtz, 2008). Drugi poznati primjeri simbioze glavoča su sa spužvama, koraljima, a neki od glavoča iz roda *Elacatinus* imaju ulogu čistača parazita s drugih riba, gdje im veća riba donosi hranu, a zauzvrat ih oni čiste od nametnika (Berra, 2001; Moyle & Cech 2000; Thresher, 1984; Patzner i sur. 2011). Također, kod nekih vrsta glavoča iz roda *Paragobiodon* poznat je hermafroditizam, premda ovo nije tipično za glavoče (Hoese, 1998; Thresher, 1984).

Glavoči su jedna od najbrojnijih porodica među jadranskim ribama (Jardas, 1996). Pokušaji opisa srodstvenih odnosa nižih rodova unutar tako brojne obitelji Gobiidae i podreda Gobioidi malobrojni su i daleko od zadovoljavajućeg rješenja (Miller, 1973; Birdsong, 1975; Hoese & Gill 1993; Johnson & Brothers 1993; Pezold, 1993; Winterbottom, 1993). Visoka taksonomska diferencijacija ukazuje na činjenicu da je Sredozemno more vrlo bitan centar same evolucije obitelji Gobiidae (Tortonese, 1985). Upravo zbog te svoje brojnosti u staništu i položaja u trofičkim lancima važan su dio priobalnih ekoloških sustava u Jadranskom moru, ali i u tropskim i umjerenim morima općenito (Miller, 1979) Većina se ihtiologa, međutim, slaže s činjenicom da obitelj glavoča ima iznimnu važnost za bioraznolikost Jadranskog mora i predstavlja veliki interes za problematiku determinacije pojedinih vrsta (Kovačić, 2008). Bočna linija na tijelu kod glavoča dosta je modificirana i predstavlja vrlo značajan kriterij za klasifikaciju vrsta. Miller (1986) navodi kako već postoji gospodarski ribolov za velike jedinke vrsta iz obitelji glavoča na područjima sjeverozapadnog Crnog mora te pogotovo za Azovsko more. Glede navedenog, nameće se potreba za detaljnijim istraživanjem pojedinih vrsta, koja bi u budućnosti mogla predstavljati osnovu za iskorištavanje u gospodarske svrhe na sredozemnom tržištu.

**Tablica 1.1.** Vrste iz obitelji glavoča (Gobiidae) zabilježene u Jadranskom moru (Kovačić 2008).

| ROD                    | ZNANSTVENI<br>NAZIV                  | HRVATSKI NAZIV                                  | AUTOR                    |
|------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|
| <b>Aphia</b>           | <i>Aphia minuta mediterranea</i>     | Mliječ ružični                                  | De Buen, 1931.           |
| <b>Buenia</b>          | <i>Buenia affinis</i>                | Glavočić mrežkan                                | Iljin, 1930.             |
| <b>Chromogobius</b>    | <i>Chromogobius quadrivittatus</i>   | Glavoč plošac, maćani glavoč                    | Steindachner, 1863.      |
|                        | <i>Chromogobius zebratus</i>         | Glavočić sedlan, glavoč /glamac kamenjarić      | Kolombatović, 1891.      |
| <b>Corcyrogobius</b>   | <i>Corcyrogobius liechtensteini</i>  | Glavočić korčulanski                            | Kolombatović, 1891.      |
| <b>Crystallogobius</b> | <i>Crystallogobius linearis</i>      | Glavoč kristalni mliječić                       | Von Duben, 1845.         |
| <b>Deltentosteus</b>   | <i>Deltentosteus collonianus</i>     | Glavočić zuban                                  | Risso, 1826.             |
|                        | <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> | Glavoč četveropjegi                             | Valenciennes, 1837       |
| <b>Didogobius</b>      | <i>Didogobius schlieveni</i>         | Glavoč crnac                                    | Miller, 1992.            |
|                        | <i>Didogobius splechnai</i>          | Glavoč istarski                                 | Ahnelt & Patzner, 1995.  |
| <b>Gammogobius</b>     | <i>Gammogobius steinitzi</i>         | Glavoč Steinitzov, Glavoč Bellotijev, balearski | Bath, 1971.              |
| <b>Gobius</b>          | <i>Gobius ater</i>                   | Glavoč/glamac                                   | Bellotti, 1810.          |
|                        | <i>Gobius auratus</i>                | Glavoč žutac                                    | Risso, 1810.             |
|                        | <i>Gobius bucchichi</i>              | Glavočbjelčić, Glavoč/glamac Bučićev            | Steindachner, 1870.      |
|                        | <i>Gobius cobitis</i>                | Glavoč pločar                                   | Pallas, 1811.            |
|                        | <i>Gobius couchi</i>                 | Glavoč uvijeni                                  | Miller & El-Tawil, 1974. |
|                        | <i>Gobius cruentatus</i>             | Glavoč krvoust, lavič blijedac                  | Gmelin, 1789.            |
|                        | <i>Gobius fallax</i>                 | Glavoč/glamac bijelac                           | Sarato, 1889.            |
|                        | <i>Gobius geniporus</i>              | Glavoč bjelaš, glavoč/glamac bilac              | Valenciennes, 1837.      |
|                        | <i>Gobius kolombatovici</i>          | Glavoč kolombatovićevo                          | Kovačić & Miller, 2000.  |
|                        | <i>Gobius luteus</i>                 | Glavoč zlatac                                   | Kolombatović, 1891.      |
|                        | <i>Gobius niger</i>                  | Glavoč blatar, crni glavoč/glamac               | Linnaeus, 1758.          |
|                        | <i>Gobius paganellus</i>             | Glavoč mrkulj, kamenjar, noćar, noćnjaš         | Linnaeus, 1758.          |
|                        | <i>Gobius roulei</i>                 | Glavoč pješčani, glamac                         | De Buen, 1928.           |
|                        | <i>Gobius strictus</i>               | Glavoč vitkan, Schmidtov glavoč/glamac          | Fage, 1907.              |
| <i>Gobius vittatus</i> | Glavočić crnobok                     | Vinciguerra, 1883.                              |                          |

|                       |                                    |   |                         |
|-----------------------|------------------------------------|---|-------------------------|
| <b>Knipowitschia</b>  | <i>Knipowitschia panizzae</i>      | Glavočić vodenjak                               | Verga, 1841.            |
| <b>Lebetus</b>        | <i>Lebetus guilleti</i>            | Glavoč Guilletijev                              | Le Danois, 1913.        |
| <b>Lesueurigobius</b> | <i>Lesueurigobius friesii</i>      | Glavočić veleljuskaš                            | Malm, 1874.             |
|                       | <i>Lesueurigobius suerii</i>       | Glavočić repaš                                  | Risso, 1810.            |
| <b>Millerigobius</b>  | <i>Millerigobius macrocephalus</i> | Glavočić crveni, batoglavčić                    | Kolombatović, 1891.     |
| <b>Odondebuenia</b>   | <i>Odondebuenia balearica</i>      | Glavočić balearski                              | Pellegrin & Fage, 1907. |
| <b>Pomatoschistus</b> | <i>Pomatoschistus bathi</i>        | Glavočić Bathov                                 | Miller, 1982.           |
|                       | <i>Pomatoschistus canestrini</i>   | Glavočić crnotrus                               | Ninni, 1883.            |
|                       | <i>Pomatoschistus knerii</i>       | Glavočić rašljorepić                            | Steindachner, 1861.     |
|                       | <i>Pomatoschistus marmoratus</i>   | Glavočić kaljužar                               | Risso, 1810.            |
|                       | <i>Pomatoschistus minutus</i>      | Glavočić pjeskuljaš                             | Pallas, 1770.           |
|                       | <i>Pomatoschistus novergicus</i>   | Glavoč norveški                                 | Collett, 1903.          |
|                       | <i>Pomatoschistus pictus</i>       | Glavočić dvotočkaš                              | Malm, 1865.             |
|                       | <i>Pomatoschistus quagga</i>       | Glavočić šiljoglav                              | Heckel, 1840.           |
| <b>Pseudaphya</b>     | <i>Pseudaphya ferreri</i>          | Glavočić pelagični                              | De Buen & Fage, 1908.   |
| <b>Speleogobius</b>   | <i>Speleogobius trigloides</i>     | Glavočić pećinski                               | Zander & Jelinek, 1976. |
| <b>Thorogobius</b>    | <i>Thorogobius ephippiatus</i>     | Glavoč leopard                                  | Lowe, 1839.             |
|                       | <i>Thorogobius macrolepis</i>      | Glavočić veleljuskaš, trećeperac                | Kolombatović, 1891.     |
| <b>Vanneaugobius</b>  | <i>Vanneaugobius dollfus</i>       | Glavoč Dollfusijev, glavočić zebrašti, glavočić | Brownell, 1978.         |
| <b>Zebrus</b>         | <i>Zebrus zebrus</i>               | Šargan, kamenjarić                              | Risso, 1826.            |
| <b>Zosterisessor</b>  | <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | Glavoč travaš                                   | Pallas, 1811.           |

Glavoč travaš, *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) vrsta je iz obitelji Gobiidae. (Slika 1.1.). Mediteranski je endem. Pridnena je i priobalna vrsta, široko rasprostranjena na području Jadrana, s najvećom brojnosti u Venecijanskim lagunama. Na istočnoj obali Jadranskog mora osobito je brojan u Novigradskom i Karinskom moru (Jardas, 1996). Također, zabilježen je kod otoka Lošinja i Kornatskog otočja (Kraljević & Pallaoro 1991; Zavodnik & Crnković 1992; Jardas i sur. 1996). Pripada među najveće glavoče u Jadranskom moru, po veličini je

drugi, odmah iza glavoča pločara, *Gobius cobitis*. Može narasti i do 25 cm u duljinu, te do 450 g mase. Živi na malim dubinama, do nekih 30 m, na staništu obraslom travom i algama ili na muljevitom dnu. Hrani se račićima, školjkašima i manjim ribama. Također nastanjuje bočatu i slatku vodu pa je čest na ušćima rijeka i u zatvorenim uvalama s izvorima. Živi oko 5 godina, spolno sazrijeva nakon dvije (Jardas, 1996). Mrijesti se u proljeće, od veljače do svibnja (Patzner, 2000). Glavoč travaš jedna je od vrsta kod koje je uočen spolni dimorfizam zasnovan na obliku urogenitalne papile (kod ženke je kratka i zaobljena, kod mužjaka izdužena i zaoštrena, Slika 1.2.) (Miller, 1984; Hajji, 2011). Kao jedan od velikih predatora s izvrsno razvijenom mrežnicom, sakriva se na način da kopa rupe na muljevitim pličinama obraslim algama i morskim travama gdje čeka plijen (Akyol, 2003).

Taksonomska pripadnost glavoča travaša:

Koljeno: Chordata

Podkoljeno: Vertebrata

Nadrazred: Osteichthyes

Razred: Actinopterygii

Podrazred: Neopterygii

Infrarazred: Telostei

Nadred: Acanthopterygii

Red: Perciformes

Podred: Gobioidi

Porodica: Gobiidae

Rod: *Zosterisessor* (Whitley, 1935)

Vrsta: *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814)

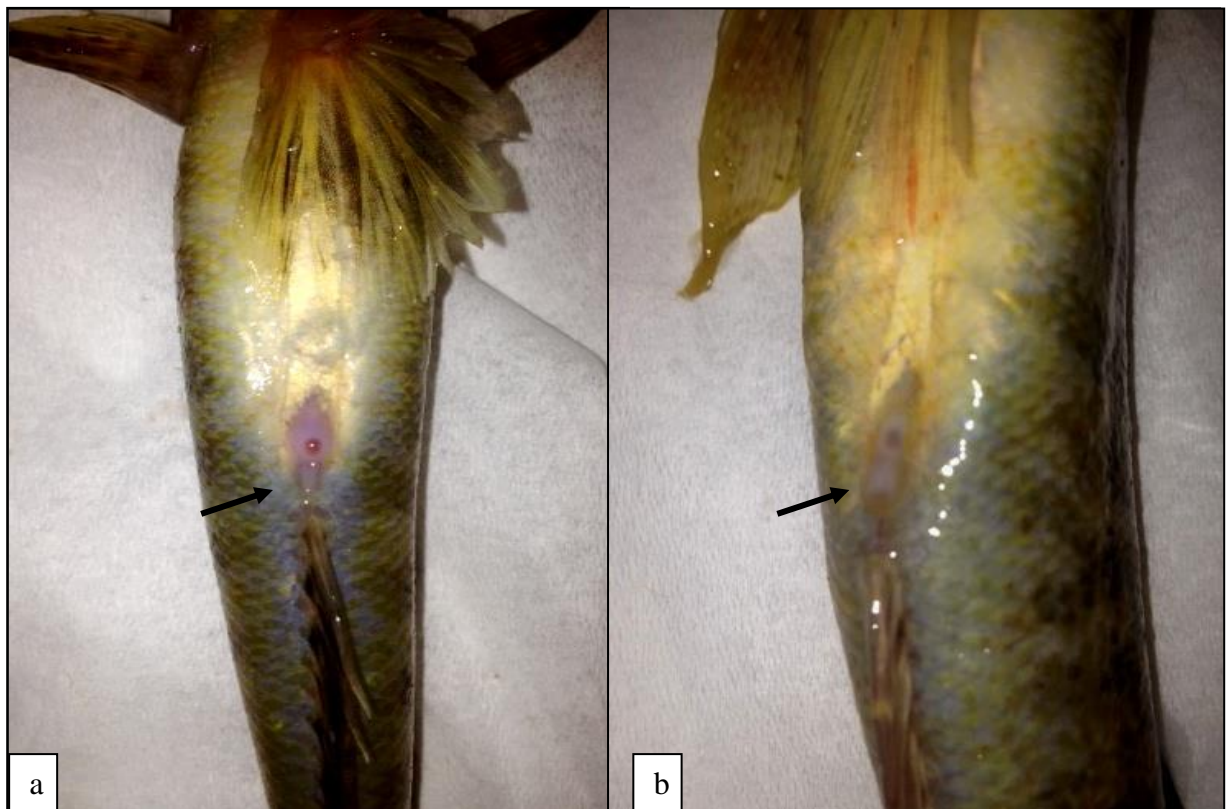
Sinonimi: *Gobius ophiocephalus* (Pallas, 1814) (www.itis.gov)



**Slika 1.1.** Glavoč travaš, (*Zosterisessor ophiocephalus*, Pallas 1814)

Glavne osobine ove vrste (Miller, 1986; Jardas, 1996):

- izduženo, valjkasto tijelo prema repu bočno blago spljošteno;
- glava velika, bočno blago spljoštena, viša nego šira;
- usne velike i mesnate, sa zubima poput očnjaka;
- oči smještene visoko na glavi i izbočene;
- tijelo žuto-maslinasto prekriveno uglavnom ktenoidnim ljuskama, po leđima i boku sa smeđim mrljama, trbuh žut, a na kraju repnog drška postoji specifična crna mrlja;
- dvije leđne peraje – u prvoj (V-VII) bodljastih, a u drugoj (I) bodljasta i 13-16 mekanih šipčica, zatim u podrepnoj peraji (I) bodljasta i 12-16 mekanih šipčica, a u prsnoj peraji 18-20 mekanih šipčica;
- 30-65 (25-85) ljusaka u bočnom nizu.



**Slika 1.2.** Prikaz spolnog dimorfizma glavoča travaša (*Zosterisessor ophiocephalus*, Pallas 1814.) iz Novigradskog mora - (a) mužjak, (b) ženka).

Glavoč travaš nalazi se na IUCN Crvenom popisu ugroženih vrsta u Jadranu, gdje je svrstan u kategoriju nedovoljno poznate (DD) ([www.iucn.com](http://www.iucn.com)), kao i trenutno najmanje zabrinjavajuće svoje (LC). Međunarodno je zaštićen Konvencijom o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bern, 1979; Dodatak III) (Jardas i sur. 2008). Ugrožen je usputnim

izlovljavanjem, alatima priobalnog ribolova gdje se pojavljuje najčešće kao prilov, a pogotovo degradacijom i (ili) nestajanjem životnog prostora zbog različitih antropogenih aktivnosti na obali (urbanizacija i industrijalizacija, hidrogradnja) i u priobalnom moru (onečišćenje, ribolov povlačnim alatima). Prema Matić-Skoko i sur. (2007), *Z. ophiocephalus* vrsta je prisutna u infralitoralnoj zajednici riba na području Novigradskog mora. Premda ima značajnu ulogu unutar ekološke niše priobalnih pridonjenih zajednica, ipak je razmjerno slabije poznata vrsta za navedeno područje. Stoga će ovo istraživanje pridonijeti boljem poznavanju bioloških-ekoloških osobina ove vrste.

Saznanja o biološko-ekološkim značajkama kao i dinamici populacije glavoča travaša općenito su vrlo malo zastupljena u znanstvenoj literaturi, posebice za područje Jadranskog mora (Kovačić, 2004). Većina je dosadašnjih istraživanja bila usmjerena prema genetičkim ispitivanjima te histološkoj obradi gonada (Patzner i sur. 1991). Budući da glavoč travaš ima neobično ponašanje tijekom mrijesta, znanstvena istraživanja također su bila usmjerena prema etogramu ove vrste (Ota i sur. 1997/1998). Prema dostupnoj literaturi (Dulčić, 2004), na području Karinskog mora koje graniči s Novigradskim morem, utvrđene su spinalne deformacije u populaciji glavoča travaša. Na području Novigradskog mora biocenoze morskih cvjetnica rodova *Cymodocea* i *Zostera* predstavljaju važna staništa mnogim vrstama riba gdje upravo glavoč travaš ima poseban značaj u istraživanjima (Shultz i sur. 2009, 2010, 2011). Kruschel i sur. (2009, 2010, 2011) također objavljuju istraživanja o bioraznolikosti Novigradskog i Karinskog mora te naglašavaju potrebu za većom zaštitom ovog područja. Međutim, u znanstvenoj literaturi ne nalazimo niti jedan podatak o sastavu populacije, dužinsko-masenom odnosu, kondiciji, razmnožavanju, starosti i rastu, te smrtnosti istraživane vrste na ovom području, iako su u posljednje vrijeme objavljeni neki podaci o biologiji i ekologiji glavoča travaša u Egejskom moru (Akyol, 2003) te tuniskim vodama u središnjem Mediteranu (Hajji i sur. 2010, 2011, 2013).

## **1.2. Svrha i ciljevi istraživanja**

Temeljni je cilj ove doktorske disertacije sveobuhvatno istraživanje biološke-ekološke značajke glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* na području Novigradskog mora. Glavoč travaš široko je rasprostranjena vrsta i unatoč njegovom značaju u ekološkoj niši priobalnih pridonjenih zajednica, ne postoje podaci o sastavu njegove populacije, dužinsko-masenom odnosu, kondiciji, starosti, rastu, reprodukciji kao i smrtnosti za područje Novigradskog mora.

U literaturi za područje Sredozemnog mora nalazimo podatke glede bioloških-ekoloških karakteristika istraživane vrste (Hajji 2010, 2013), što pomaže prilikom ovih istraživanja. Svrha

ovog istraživanja je utvrditi biološke-ekološke značajke i dinamiku populacije glavoča travaša na području Novigradskog mora. Ovo istraživanje će doprinijeti obogaćenju fonda bioloških spoznaja o ovoj vrsti kao i podizanju svijesti o potrebi zaštite njenih priobalnih staništa. Uz doprinos općem poznavanju biologije navedene vrste, dobiveni podaci će se u budućnosti primijeniti u svrhu boljeg gospodarenja ovom vrstom koja bi mogla pronaći svoje ribolovno lokalno značenje na mediteranskom tržištu. Istraživanje će također doprinijeti i povećanju saznanja o vrstama porodice Gobiidae općenito, kao jedne od najbrojnijih u Jadranu i Sredozemnom moru, ali i poznavanju jadranske ihtiofaune u cijelosti.

Stoga, koristeći se standardnim biološko-ihtiološkim metodama i analizama, ciljevi su ovog istraživanja sljedeći:

- *Hipoteza 1:* postoje razlike u fenotipskim osobinama između ženki i mužjaka glavoča travaša. Cilj je bio biometrijskim istraživanjima analizirati morfometrijske i merističke značajke na temelju kojih je moguće utvrditi sličnosti ili različitosti Novigradske populacije prema populacijama ove vrste na drugim dijelovima areala, kao i utvrditi morfološke razlike između spolova navedene vrste.
- *Hipoteza 2:* spol i rast glavoča travaša ne utječu na njegovu ishranu. Cilj je bio odrediti sezonsku ishranu glavoča travaša prema kvalitativnom-kvantitativnom sastavu u probavilu te ispitati promjene u sastavu hrane kod nedoraslih i odraslih stadija.
- *Hipoteza 3:* postoje razlike u rastu i starosti između ženki i mužjaka glavoča travaša. Analizirana je populacija glavoča travaša u Novigradskom moru s obzirom na dužinsku raspodjelu jedinki, starosni sastav te odnos spolova te su utvrđene osobitosti rasta, dužinsko-masenog odnosa i indeksa kondicije.
- *Hipoteza 4:* glavoč travaš u Novigradskom se moru mrijesti višekratno između veljače i svibnja. Hipoteza je testirana određivanjem gonadosomatskog indeksa za ženke i mužjake te praćenjem razvoja gonada obaju spolova preko histoloških preparata tijekom jedne sezone mrijesta, utvrđena je i povezanost fekunditeta s dužinom i starosti analiziranih ženki, kao i ukupna dužina pri sazrijevanju mužjaka i ženki.
- *Hipoteza 5:* ne postoje razlike u vrijednostima prirodne, ribolovne i ukupne smrtnosti između ženki i mužjaka glavoča travaša. Cilj je bio analizirati vrijednosti prirodne, ribolovne i ukupne smrtnosti, kao i omjer iskorištavanja ženki, mužjaka, ukupnog uzorka te testirati navedenu hipotezu za populaciju glavoča travaša u Novigradskom moru.

### 1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja

Najstariji navod za neku vrstu glavoča za Jadran nalazi se u radu Brännicha (1765), prema Morović (1965), a radi se o *Gobius nigeru*. Morović (1966) u svojim radovima o popisu jadranskih riba u 19. stoljeću, navodi 41 popis dok Ninni (1938) navode pregled bibliografije popisa glavoča za Italiju, a Štević (1977) pregled bibliografije popisa glavoča za Jadran. Kako autori u 19. stoljeću nisu bili odgovarajući specijalisti za obitelj Gobiidae, iz navedenog se može pretpostaviti da su popisi poprilično nepouzdana. Ovi su pregledni radovi poslužili za praćenje ondašnjeg pretpostavljenog broja poznatih vrsta glavoča za Jadran i (ili) neke njegove dijelove.

U dostupnoj literaturi postoje brojni podaci o biologiji i ekologiji pripadnika ove porodice na području Jadrana, tako da radovi o prehrani, rastu, razmnožavanju, obuhvaćaju niz autora (Mancini & Cavinato 1969; Gandolfi, 1972; Gandolfi i sur. 1982; Fabi & Froglija 1983, 1984; Fabi & Gianetti 1985; Patzner i sur. 1991; Sasal i sur. 1996; La Mesa 1999, 2001; Kovačić 1999, 2001; Scaggiante i sur. 1999; Mazzoldi & Rasotto 2001; Franco i sur. 2002; Caputo i sur. 2003.). Nadalje, radovi o glavočima na jadranskim uzorcima obuhvaćaju razvojnu biologiju (Privileggi i sur. 1997), autekologiju (Atkinson i sur. 1998), anatomiju (Ota & Lahnsteiner 1996), morfologiju (Torricelli i sur. 2000), histologiju (Seiwald & Patzner 1989; Lahnsteiner i sur. 1992) te fiziologiju (Scaggiante i sur. 1999).

Vrstu *Zosterisessor ophiocephalus* pod različitim sinonimijom (glavoč travnjak, glavoč puričaš, glavoč batalaš itd.) za neke dijelove Jadrana (Venecija, Trst, Boka Kotorska, Vis, Lastovo, Šolta, Brač, Korčula) navode autori već u 19. stoljeću (Nardo, 1860; Peruggia 1866, 1881; Canestrini, 1872; Trois, 1875; Stossich, 1880; Giglioli, 1880; Ninni, 1882, prema E. Ninni 1938; Kolombatović 1881, 1886, 1888, 1891; Vinciguerra, 1883; Faber, 1883; Graeffe, 1888, Brusina, 1891; Carus, 1893; Sucker, 1895; Damiani, 1896) te autori popisa riba Jadrana u 20. stoljeću (Griffini, 1903; Ninni 1912, 1938; Šoljan 1948, 1963, 1965, 1975; Cavinato, 1950; Zei 1963; Bini, 1969; Zei & Abel 1970; Tortonese, 1975; Štević, 1977; Jardas 1985, 1996; Kovačić, 1994).

**Dužinsko-maseni odnos.** U dostupnoj literaturi, unatoč brojnosti vrsta porodice Gobiidae ne nalazimo dovoljno podataka koji se odnose na istraživanja dužinsko – masenog odnosa. Među dosadašnjim literaturnim izvorima, Koutrakis & Tsikliras (2003), Gurkan i sur. (2010), te Özaydin & Taskavak (2006) navode podatke dužinsko-masenog odnosa za 22 vrste riba sjevernog i istočnog dijela Egejskog mora spominjući i glavoča travaša. Nasuprot tome, za područje Jadrana ne nailazimo na ovakve podatke.



**Biometrija.** Neki osnovni podaci o biometriji ove vrste vrlo malo su zastupljeni, kako u domaćoj, tako i u međunarodnoj literaturi. Tako Miller (1986) u svome radu opisuje osnovne morfološke, anatomske i ekološke osobine navedene vrste. Opće podatke o biometriji ove vrste za Jadransko more navodi tek Jardas (1996). Usporedimo li glavoča travaša s drugim vrstama iz porodice Gobiidae, moglo bi se reći da spada u skupinu većih vrsta. Opise druge ledne peraje dali su Torricelli i sur. (2000), razlike u drugoj leđnoj peraji opisali su i Malavasi i sur. (2003). Nadalje, postoje podaci o različitim deformacijama kralješaka kod glavoča travaša, i to za područje zaljeva Gabés u Tunisu (Messaoudi, 2009), dok za područje Karinskoga mora ovu problematiku opisuje Dulčić (2004). Iz navedenih se literaturnih navoda može uočiti mali doprinos istraživanja biološko-ekološkim značajkama, kao i dinamici populacije ove vrste u Jadranskom moru.

**Ishrana.** Glavoč travaš je pridnena, priobalna, sedentarna, morska i brakična vrsta. Tipični je predator koji se oportunistički hrani malim ribama i beskralježnjacima (Pagotto & Campesan, 1980; Malavasi i sur. 2005; Bouchereau i sur. 2006; Ribeiro i sur. 2006; Jackson i sur. 1992). Već se u radovima Casabianca i sur. (1969, 1998) spominje istraživanje o hranidbenim navikama i ishrani glavoča travaša koje je Franco (2004) upotpunio za Venecijansku lagunu gdje se uglavnom hrani mekušcima, rakovima i malim ribama. Bell & Harmelin-Vivien (1983) analizirali su ishranu na 49 vrsta glavoča iz obitelji Gobiidae u Sredozemnom moru, gdje se samo spominje pripadnost glavoča travaša mezofagnim karnivorima. U analizi ishrane 6 vrsta glavoča na istom području prema Franco i sur. (2006) glavni plijen u ishrani *Z. ophiocephalusa* predstavljaju rakovi reda Amphipoda. Zanimljiva su istraživanja rađena na ishrani glavoča travaša pod utjecajem različitog intenziteta svjetlosti (Ota i sur. 1994). S obzirom na morfologiju mrežnice oka Ota i sur. (1999) i Hajji i sur. (2010) objavili su iscrpne rezultate istraživanja ishrane za područje Tunisa. U dostupnoj literaturi cjelovita analiza ishrane glavoča travaša, na razini masene zastupljenosti plijena, inteziteta ishrane kao i sezonske razlike u ishrani, bila je poznata samo iz rada Hajjija i sur. (2010). Iz gore navedenih literaturnih navoda uočava se nedovoljno istraženi ontogenetski pomak u ishrani ove predatorske vrste, a time i njegova trofička uloga unutar ekološki proučavanih zajednica.

**Starost, rast i smrtnost.** Starost, rast kao i razdoblje razmnožavanja glavoča travaša nalazimo u literaturnim radovima skupine autora (Franco i sur. 2002; Franco i sur. 2012) za područje Venecijanske lagune. Akyol (2003) u svome radu objavljuje rezultate istraživanja za područje Izmirske lagune u Turskoj. Nadalje, rezultate o starosti i rastu glavoča travaša objavljuje Hajji (2013). Podatke o smrtnosti, kao jednom od vrlo važnih čimbenika u

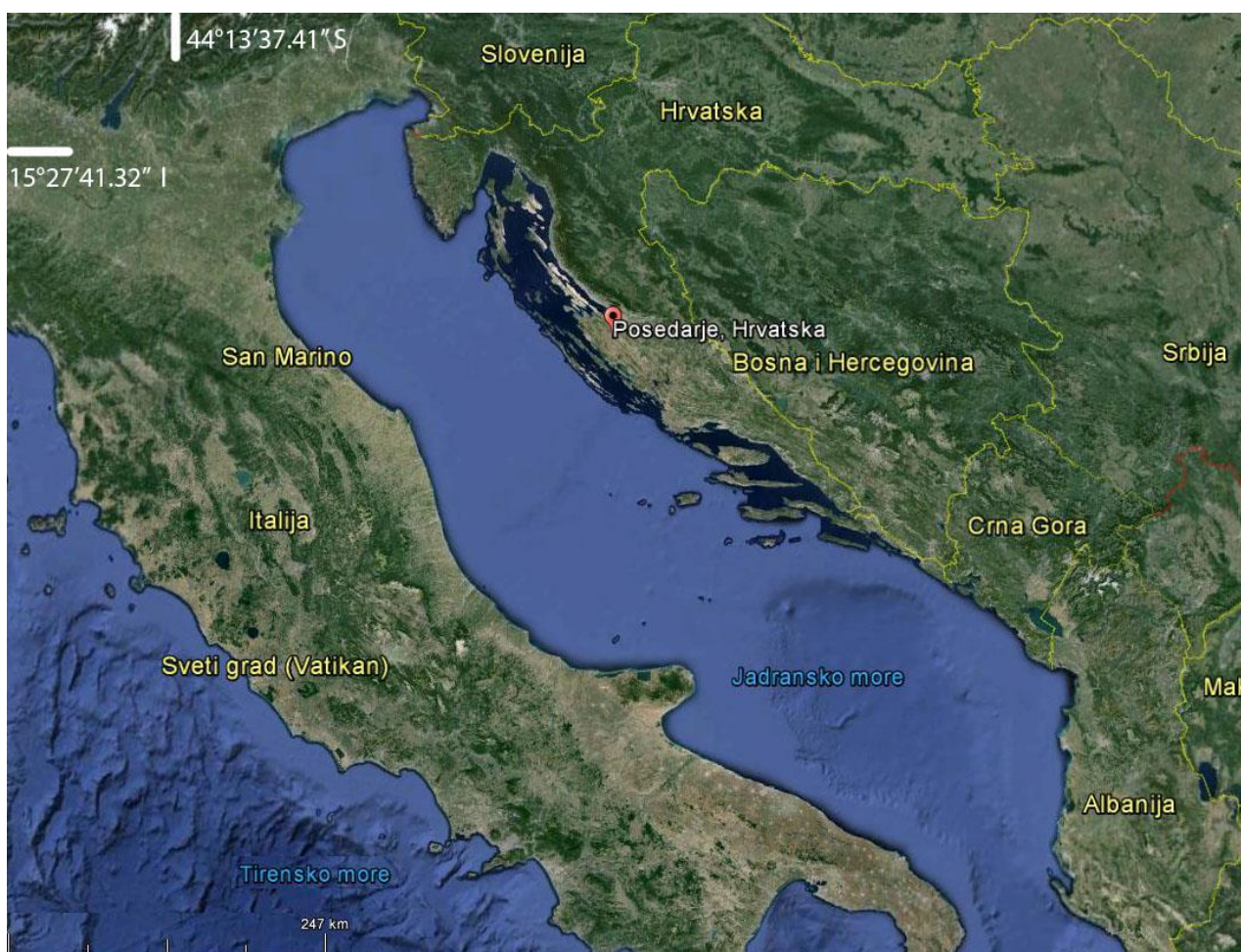
istraživanju dinamike populacije, za navedenu vrstu ne nalazimo u literaturnim navodima, što nije iznenađujuće s obzirom da je riječ o gospodarski relativno nezanimljivoj vrsti.

**Razmnožavanje.** Pregledom dosadašnjih istraživanja o glavoču travašu, dostupnih u domaćoj i međunarodnoj literaturi, može se zaključiti kako prevladavaju istraživanja genetičke strukture (Sorice i sur. 1999; Venier, 2005; Barhoumi i sur. 2009; Pascoli i sur. 2011; Zucchetta i sur. 2012; Nasri i sur. 2013), te značajan broj radova o životnom ciklusu navedene vrste, posebice agresivnom te netipičnom ponašanju mužjaka tijekom iskapanja gnijezda na muljevitom dnu (Grossman, 1980; Pagotto i sur. 1980; Casarretto, 1987, 1988; Seiwald i sur. 1988; Cassaretto i sur. 1988; Giulianini i sur. 1989; Casaretto i sur. 1990; Patzner i sur. 1991; Francese, 1992; Giulianini i sur. 1992 a i b; Ota, 1992; Giulianini, 1994; Marchesan, 1995; Ota i sur. 1996; Privileggi i sur. 1997; Ota i sur. 1997/1998; Ota i sur. 1999; Ambrosin, 1999; Scaggiante i sur. 1999; Sorice i sur. 1999; Marchesan i sur. 2000; Mazzoldi i sur. 2000; Torricelli i sur. 2000; Mandrioli i sur. 2001; Scaggiante i sur. 2004; Malavasi i sur. 2003; Malavasi i sur. 2008). Razlog ovako velikog broja eksperimentalnih istraživanja tijekom mrijesta upravo je to agresivno i vrlo netipično ponašanje glavoča travaša, koje se može usporediti s ostalim morskim i slatkovodnim vrstama iz obitelji Gobiidae (Nyman, 1953; Tavalga, 1954; Kinzer, 1960; Rice & Johnstone 1972; Vestergaard, 1976; Hudson, 1977; Cole, 1982; Heymer & Zander 1993). Na području istraživanja morfoloških (Ota i sur. 1999; Dulčić, 2004; Özaydin, 2006; Kovačić, 2008; Gurkan, 2010), te reproduktivnih osobina (Cole, 1982; Giulianini, 1994; Ota i sur. 1997/1998 ; Scaggiante 1999, 2004; Marchesan, 2000; Malavasi, 2003; Hajji i sur. 2011. Franco, 2000, Franco i sur. 2003) vrste porodice Gobiidae odavnina je postojao veliki interes (Cinquetti & Rinaldi 1987; De Vlaming, 1972; Saksena, 1976). Istaknuti su autori na području središnjeg Sredozemnog mora Hajji i sur. (2011), dok su Patzner i sur. (1991) istraživali na području sjevernog Jadranskog mora.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Područje istraživanja

Prikupljene i analizirane jedinke glavoča travaša za potrebe ovog istraživanja potječu s područja Novigradskog mora (Jadransko more) (Slika 2.1.1.). Uzorci su prikupljeni na mjesečnoj osnovi, u razdoblju od rujna 2010. do kolovoza 2011. s područja nedaleko od mjesta Posedarje. U prikupljanju uzoraka od ribolovnih je alata korištena isključivo mreža potegača, s obzirom da se lovilo na dubini između 3-4 metra. Osnovni fizičko-kemijski parametri (temperatura, slanost) kao i dubina uzorkovanja, te karakteristike morskog dna također su analizirani.



**Slika 2.1.1.** Jadransko more s označenim lokalitetom uzorkovanja glavoča travaša, *Zoosterisessor ophiocephalus* (Pallas 1814) (izvor fotografije: Google Maps).

### 2.1.2. Opis istraživane postaje

Uzorkovanje je obavljeno na području Novigradskog mora kod mjesta Posedarje (44°12' S, 15°28' E) (Slika 2.1.2.1.). Novigradsko more zapravo predstavlja zaljev Jadranskog mora, povezan uskim tjesnacem Masleničkog kanala, na sjevernom dijelu s Velebitskim kanalom. Rijeka Zrmanja ( $\varphi 44^{\circ} 11' N$ ,  $\chi 15^{\circ} 34' E$ ) ulijeva se u Novigradsko more (dubina 28 m, duljina 11 km, širina 5 km) koje je povezano s Jadranskim i susjednim Karinskim morem (duljina 3,8 km, širina 2,4 km) pomoću uskih kanala (Matić-Skoko i sur. 2007). Slatkovodni donosi rijeke Zrmanje, njezinih podzemnih izvora te nekoliko malih sezonskih potoka i kanala na zapadnom dijelu blizu mjesta Posedarje, imaju vrlo važan utjecaj na fizikalno-kemijska svojstva spomenutog područja (Sinovčić i sur. 2004; Matić-Skoko i sur. 2007; Schultz i sur. 2009).

S obzirom na činjenicu da vode rijeke Zrmanje na njezinom ušću zbog strukture korita skreću prema Karinskom te središnjem dijelu Novigradskog mora, a ne prema otvorenom dijelu Jadranskog mora, utjecaj ove rijeke u površinskome sloju navedenih mora posebice je uočljiv, moglo bi se reći presudan za fizička, kemijska, biološka te opća geografska svojstva. Plitka bentonska staništa (ispod 5m dubine) uključuju gusta naselja makroalgi na stijenama, nekonsolidarni recentni sediment, te gusto rasprostranjene morske cvjetnice na mekšem sedimentu, pogotovo na zapadnom dijelu blizu mjesta Posedarje (Schultz i sur. 2009). Dno je uglavnom muljevito-pjeskovito na ušćima rijeke Zrmanje, šljunčano u pojedinim dijelovima uvala, te uz obalu hridinasto. Ujedno je spomenuto stanište poznato po velikoj rasprostranjenosti morskih cvjetnica iz rodova *Cymodocea* (*Cymodocea nodosa*) i *Zostera* (*Zostera noltii*, *Zostera marina*). Zimi se ne bilježe znatne temperaturne razlike kao u ljetnim razdobljima, upravo zbog miješanja vode, potaknute velikim udarima bure koja je na ovom podvelebitskom području iznimno jaka. U 1990. godini srednja je površinska temperatura kolebala od 8,1°C u ožujku do 21,3°C u kolovozu (Vukadin, 1991). Slanoća Novigradskog mora na istraživanom području kolebala je između 25 -39‰, površinska temperatura između 9 - 26°C, s temperaturom ispod 2m uobičajeno 2 - 3°C hladnije (Schultz i sur. 2009). Za ovo je područje svojstveno znatno zasićenje kisikom čije vrijednosti ukazuju na mogućnost brzog odvijanja bioloških procesa, kao i potrošnje hranjivih soli, procesa oksidacije organskih tvari koje dolaze s kopna. Vrijednosti P –PO<sub>4</sub> (0,0 µg-at/dm – 0.254 µg-at/dm) u granicama su onih za obalna područja, ali su razmjerno niske i mogu biti rezultat niskog sadržaja P- ukupnog, upravo zbog vapnenaste podloge porječja uslijed koje se morska voda ne može obogatiti fosfatima (Buljan, 1969).

Istraživana lokacija u Novigradskom moru poznata je kao stanište za brojne pridnene vrste riba kao i mnoge beskralješnjake (Matić-Skoko, 2007) i pripada u posebna staništa gdje se

propisuju posebne regulacije ribolova (NN\_148/2009.). Novigradsko je more zbog svojeg geografskog položaja vrlo dragocjeni izvor hrane, kao i stanište različitih vrsta, ali zbog negativnih antropogenih utjecaja naglašena je prijetnja, kako u biološkoj ravnoteži, tako i u samoj devastaciji ovog akvatorija (Buljan, 1969).



**Slika 2.1.2.1.** Novigradsko more s označenim područjem uzorkovanja glavoča travaša *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas 1814) (izvor fotografije: Google Maps)

## 2.2. Konstrukcijske osobine upotrebljivanih ribolovnih alata i način ribolova

Prikupljene jedinke glavoča travaša analizirane u ovom istraživanju potječu jednim dijelom iz gospodarskih te manjim dijelom iz eksperimentalnih lovina. Iz ostvarenih se lovina obrađivao cjelokupan uzorak glavoča travaša, i to isključivo obalnim pridnenim potegačama.

**Obalne pridnene potegače.** Potegače su ribolovni alati koji se povlače po morskome dnu iz dubine prema pličini, ka obali ili ribarskom čamcu, mehaničkom snagom vinčeva ili fizičkom snagom čovjeka (Lorini, 1903; Cetinić & Swiniarski 1985). Navedene se mreže sastoje od vreće (sake) i krila (konopima spojena za brod ili obalu), gdje se mreža izvlači. U jadranskom priobalnom ribolovu nekada su u upotrebi bili različiti tipovi ovakvih mreža (ljetne trate-srdelare, šabakuni, polandare, ciplarice, lokardare), a do danas su se uglavnom očuvale zimske trate (girarice), migavice te šabakun.

**Mala obalna mreža potegača** ribolovni je alat korišten tijekom ovih istraživanja (Slika 2.2.1.), posebno je načinjena za sakupljanje nezrelih jedinki ribljih vrsta (Dulčić i sur. 1999) te se povlači po morskome dnu iz dubljeg prema plitkom dijelu uvale. Po konstrukcijskim značajkama ove su mreže potpuno odgovarale konstrukciji mreže potegače-girarice, ali su ipak bile znatno manje dimenzije, kraće te manjih veličina oka. Ona koja je korištena za ulov glavoča travaša u Novigradskom moru imala je promjer oka 8 mm, 100 m dužine i 100 m širine. Mreža se uvijek u jutarnjim satima vukla od otvora (ulaza) prema dnu (kraju) istraživane uvale. Radna dubina je bila u rasponu od 4 do 0 m .



**Slika 2.2.1.** Uzorkovanje malom priobalnom mrežom potegačom (izvor fotografije: Pero Tutman)

### 2.3. Prikupljanje i obrada biološkog materijala

Uzorci su isključivo prikupljeni na području Novigradskog mora jednom mjesečno od rujna 2010. do kolovoza 2011. za mirnijih i sunčanijih jutara. Ovisno o mogućnostima, jedinke prikupljene za ovo istraživanje bile su obrađene već na samome terenu ili su, kada to nije bilo moguće, neposredno nakon ulova zaleđene te naknadno obrađene u laboratoriju. Uz pomoć ihtimetra, ulovljenim jedinkama izmjerena je ukupna dužina tijela ( $L_t$ ) s točnošću od 0,1 cm i mase ( $W$ ) digitalnom vagom, s točnošću od 0,01 g. Prilikom mjesečnih uzorkovanja tijekom sezone mrijesta (veljača – svibanj), nasumično je odabranom poduzorku makroskopski određen spol i stupanj zrelosti gonada. Izmjerena je i masa gonada (s točnošću od 0,01g), a nakon vaganja jedan dio gonada konzerviran je u 4% otopini formaldehida zbog određivanja fekunditeta u

laboratoriju, kao i za daljnju histološku analizu. Za potrebu analize starosti, istima su odstranjeni sagitalni otoliti te dio ljuski ispod prsne peraje. Kako se očitavanje starosti iz otolita pokazalo puno učinkovitijom metodom, ljuske nisu korištene u daljnjoj obradi. Izvađeni su otoliti spremeni u prethodno označene papirnate vrećice. Za potrebe daljnje analize ishrane, nasumično odabranim svježim jedinkama u odabranom poduzorku izvagani su želuci i potom konzervirani u 4% otopini formaldehida, čime se zaustavlja proces razgradnje hrane. U laboratoriju je na svim jedinkama urađena daljnja biometrijska analiza (mjerenje ukupne dužine i mase tijela, određivanje spola, stupnja zrelosti, masa gonada), kao i otolita. Dobiveni podaci pohranjivali su se u Excel datoteke gdje su se u kasnijem radu statistički obradili ili u samome Excelu (Microsoft) ili u programskom paketu (Statistica 7, Primer 5).

#### 2.4. Dužinsko – maseni odnos

Za analizu dužinsko-masenog odnosa glavoča travaša prikupljeni su podaci o ukupnoj dužini i masi na cjelokupnom uzorku, ispitani pomoću funkcionalne regresije (Ricker,1975.):

$$\log W = \log a + b * \log L_t$$

odnosno pomoću eksponencijalne jednadžbe:

$$W = a * L_t^b$$

gdje su:  $L_t$  = ukupna dužina tijela ribe ,  $W$  = masa ribe ,  $a$  i  $b$  konstante.

Eksponent  $b$  omjer je logaritma rasta u odnosu dužine i mase. Unutar iste vrste vrijednosti  $a$  i  $b$  razlikuju se između različitih vrsta, a promjena dužinskog-masenog odnosa očituje se tijekom kritičnih trenutaka u biologiji vrste, kao što su sazrijevanje, mrijest, preobrazba. U alometrijskom odnosu  $W/L$ , vrijednost varijable  $b$  veće od 3 upućuje na pozitivnu, a one manje od 3 na negativnu alometriju, a ako je varijabla  $b$  jednak 3 odnos je izometrijski.

Negativna alometrija pokazuje brži dužinski nego maseni rast ribe, a pozitivna alometrija brži maseni nego dužinski rast. Kod izometrijskog odnosa riba raste razmjerno jednako i u dužinu i u masu, uz konstantno zadržavanje svog uobičajenog oblika.

Dobivene vrijednosti varijable  $b$  za ženke i mužjake uspoređene su t-testom ( $P \leq 0,05$ ), kao i statistička značajnost razlike konstante  $b$  za ukupni uzorak, ženke i mužjaka.

## 2.5. Indeks kondicije

Indeks kondicije je parametar kod riba koji ukazuje na određena fiziološka stanja i utjecaj različitih abiotičkih i biotičkih čimbenika, a posljedica je dužinsko-masenog odnosa. Indeks kondicije glavoča travaša je izračunat za cjelokupni uzorak uporabom kubičnog ili Fultonovog koeficijenta (Rickera, 1975):

$$IK = 100 W Lt^{-3}$$

gdje su IK-vrijednost indeksa kondicije, W-masa ribe, Lt-dužina ribe. Vrijednost indeksa kondicije pokazuje razlike u masi pri istim dužinama tijela ribe gdje su dobivene vrijednosti IK za ženke i mužjake međusobno uspoređene t- testom ( $P \leq 0,05$ ).

## 2.6. Biometrija i relativni rast

Biometrijska analiza i relativni rast populacije glavoča u Novigradskom moru određena je na nasumično odabranom poduzorku prikupljenih jedinki, vodeći računa da obrađene jedinke pripadaju što većem broju dužinskih skupina. Ukupno je analizirano 20 morfometrijskih i 9 merističkih osobina, a sve u svrhu temeljitijeg opisa istraživane vrste (Slika 2.6.1.).

Od morfometrijskih osobina su analizirani:

- ukupna dužina tijela ( Lt)- dužina od vrha gubice do natrag savijene repne peraje;
- standardna dužina tijela (Ls)- dužina od vrha gubice do kraja tijela;
- dužina glave (C)- dužina od vrha gubice do kraja škržnoga poklopca;
- predleđna (predorzalna) udaljenost (Lpd1;Lpd2)- udaljenost od vrha gubice do početka prve zatim druge leđne (dorzalne) peraje;
- predpodrepna (preanalna) udaljenost (Lpa)- udaljenost od vrha gubice do početka podrepne (analne) peraje;
- predprsna (prepektoralna) udaljenost (Lpp) –udaljenost od vrha gubice do početka osnovica prsnih (pektoralnih) peraja;
- predtrbušna (preventralna) udaljenost (Lpv) – udaljenost od vrha gubice do početka osnovica trbušnih (ventralnih) peraja;
- dužina osnovice prve zatim druge leđne (dorzalne) peraje (Ld1; Ld2);
- dužina osnovice podrepne peraje (La);
- dužina prsnih (pektoralnih) peraja (Lp);

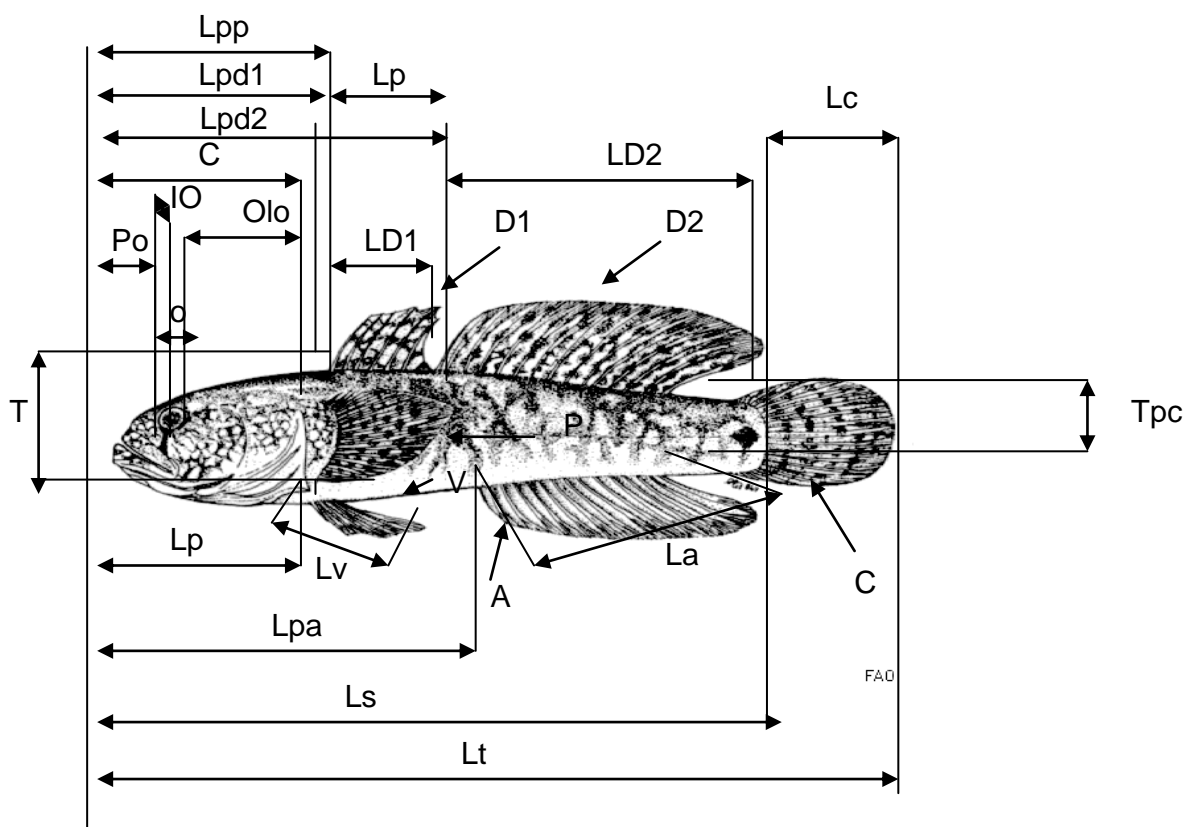


- dužina trbušnih (ventralnih) peraja (Lv);
- dužina repne (kaudalne) peraje (Lc);
- najveća visina tijela (T);
- najmanja visina tijela (Tpc) – visina repnog drška;
- promjer oka (O);
- širina međuočnog (interorbitalnog) prostora (Io);
- predočna (preorbitalna) udaljenost (Po) – udaljenost od vrha gubice do prednjeg ruba oka;
- zaočna (postorbitalna) udaljenost (Olo) – udaljenost od stražnjeg ruba oka do stražnjeg ruba škrznoga poklopca.

Sva su biometrijska mjerenja obavljena na poduzorku od (N=300) jedinki. Iznimku predstavlja analiza broja kralješaka, koja je obavljena na 50 primjeraka (13 mužjaka i 37 ženki). Uz pomoć ihtiometra (ukupna i standardna dužina tijela, predleđna i predpodrepna udaljenost) uzimane su s preciznošću od 0,1 cm, dok su sve ostale biometrijske mjere uzimane pomičnom mjerkom s istom preciznošću. Broj kralješaka analiziran je na jedinkama koje su prethodno skuhane zbog lakšeg odvajanja mesa od kralježnice. Za brojanje škržnih nastavaka, škržni luk je odstranjen i osušen, nakon čega se pristupilo brojanju nastavaka uz pomoć lupe. Sve morfometrijske tjelesne osobine mjerene su i uspoređivane s odgovarajućom većom tjelesnom osobinom radi dobivanja relativnih odnosa (u %). Tjelesne osobine koje su mjerene na glavi, izražene su u odnosu na dužinu glave (C), dok su sve ostale tjelesne veličine izražene u odnosu na standardnu dužinu tijela (Ls). Posebno je izražen odnos standardne i ukupne tjelesne dužine (Ls/Lt), te najmanje i najveće visine tijela (Tpc/T).

Od merističkih su osobina analizirani:

- broj nečlankovitih i člankovitih šipčica prve zatim druge leđne peraje (D1;D2);
- broj nečlankovitih i člankovitih šipčica podrepne peraje (A);
- broj člankovitih šipčica prsnih peraja (P);
- broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja (V);
- broj člankovitih šipčica repne peraje (C);
- broj kralješaka (Vert) – trupnih (abdominalnih) i repnih (kaudalnih);
- broj škržnih nastavaka (branhiospina) (Brsp.);
- broj ljusaka u bočnoj pruzi (linea lateralis) (L.lat.);



**Slika 2.6.1.** Shematski prikaz tijela glavoča travaša s naznačenim tjelesnim veličinama (izvor crteža: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) )

Od varijacijsko-statističkih su metoda pri obradi brojčanih podataka upotrebljavane sljedeće mjere: aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija ( $\pm SD$ ) i koeficijent varijabilnost ( $V$ ). Koeficijent varijabilnosti izračunat je prema izrazu:

$$V = 100 * SD / \bar{x}.$$

Kako bi se utvrdilo moguće postojanje spolnog dimorfizma u tjelesnim osobitostima kod mužjaka i ženki, koristio se test značajnosti razlike između dvije aritmetičke sredine  $t$  ( $t$ -test). Podaci su obrađeni u programu Statistica 7 (Statsoft), a statistički značajnima smatrane su razlike kod kojih je  $p$  vrijednost bila manja od 0,05.

Za analizu relativnog rasta uzeti su u obzir svi obrađeni morfometrijski tjelesni odnosi, i to njih ukupno četrnaest ( $C/Ls$ ;  $Ld1/Ls$ ;  $Ld2/Ls$ ,  $Lpd1/Ls$ ;  $Lpd2/Ls$ ;  $La/Ls$ ;  $Lpa/Ls$ ;  $Lp/Ls$ ;  $Lpp/Ls$ ;  $Lv/Ls$ ;  $Lpv/Ls$ ;  $Lc/Ls$ ;  $T/Ls$ ;  $Tpc/Ls$ ) u usporedbi sa standardnom dužinom tijela ( $Ls$ ), odnos standardne i ukupne dužine tijela ( $Ls/Lt$ ), četiri odnosa ( $O/C$ ;  $Io/C$ ;  $Po/C$ ;  $Olo/C$ ) povezana s dužinom glave ( $C$ ) te odnos najmanje i najveće visine tijela ( $Tpc/T$ ).

## 2.7. Ishrana

Za utvrđivanje mogućih sezonskih promjena u ishrani glavoča travaša, odstranjivanje želudaca obrađivalo se na tek ulovljenim jedinkama, te su one odmah konzervirane u 4% otopini formaldehida. Na taj se način učinkovitije zaustavio proces razgradnje sadržaja probavila te se kvalitativnom-kvantitativnom analizom u laboratoriju odredio sastav hrane. Kada to nije bilo moguće, jedinke su se prije obrade čuvale u ledu kako bi se usporio proces razgradnje, a zatim se naknadno obradile u laboratoriju.

U laboratoriju je nakon otvaranja želudaca svaki dio pronađene vrste (skupine) plijena pincetom ili mikropipetom prenesen sa suhog satnoga stakalca na prethodno izvagani filter papir i zatim ostavljen da se suši 48 sati na sobnoj temperaturi. Nakon toga su pronađeni ostaci organizama u probavilu analiziranih jedinki, prebrojavani i vagani (s točnošću od 0,01 g). Obzirom na stanje pronađenih ostataka, određivanje plijena je određeno do najniže taksonomske kategorije koje je to bilo moguće u danim uvjetima.

S obzirom na prikupljene podatke određena je pojedinačna zastupljenost pojedinih vrsta, rodova ili skupina plijena, broj jedinki i njihova biomasa. Niže skupine plijena združene su u veće taksonomske skupine za koje su izračunati sljedeći hranidbeni indeksi (Hureau, 1970; Berg, 1979; Rossechi & Nouaze 1987):

- a) postotak učestalosti pojavljivanja (% F): omjer broja onih probavila koja su sadržavala određeni plijen (n) i broja ukupno analiziranih probavila (N):

$$\% F = n / N * 100;$$

- b) postotak brojnosti (% N): odnos broja jedinki određene taksonomske skupine plijena (np) i ukupnog broja jedinki svih pronađenih skupina plijena (Np):

$$\% N = np / Np * 100;$$

- c) postotak mase (% W): odnos ukupne mase jedinki određene taksonomske skupine (pw) i ukupne mase jedinki svih pronađenih skupina (Pw):

$$\% W = pw / Pw * 100.$$

Za analizu selektivnosti ishrane i lakše usporedbe razlika u sastavu hrane uzimajući u obzir različita sezonska razdoblja uzorkovanja, u ovim istraživanjima korišteni su sljedeći hranidbeni koeficijenti :

- a) koeficijent relativnog značaja (IRI) (Pinkas i sur., 1971.):

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

- b) koeficijent osnovnih tipova hrane (MFI) (Zander, 1982.):

$$MFI = [(\% N + \% F) / 2] * \% W,$$

prema kojem postoje 4 različita tipa hrane:

neophodna (esencijalna hrana)  $MFI > 75$

glavna (preferentna hrana)  $MFI = 52 - 75$

dodatna (sekundarna) hrana  $MFI = 26 - 51$

slučajna (sporedna) hrana  $MFI < 26$

c) koeficijent hranjivosti (Q) (Hureau, 1970.):

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

pronađena hrana u analiziranim probavilima može se svrstati u 3 razreda:

glavna hrana ( $Q > 200$ , teoretski najviše 1000),

dodatna (sekundarna) hrana ( $Q = 20 - 200$ ),

slučajna (sporedna) hrana ( $Q < 20$ , obično između 0 i 10);

Za analizu hranidbene aktivnosti tijekom različitih godišnjih razdoblja upotrebljeni su sljedeći koeficijenti:

d) koeficijent punoće probavila (% Jr) (Hureau, 1970.):

$$Jr = (\text{masa probavljene hrane} / \text{masa ribe}) * 100;$$

e) koeficijent praznosti probavila (% V) (Hureau, 1970.):

$$\% V = Er / (N * 100),$$

gdje je Er – broj praznih probavila, a N – ukupan broj svih analiziranih probavila.

Nadalje, podaci o ishrani usporedili su se i obzirom na spol i veličinu jedinki pomoću statističkog paketa PRIMER 5 (Bray & Curtis 1957). Pomoću Bray-Curtisova koeficijenta sličnosti, analizirana je sličnost u ishrani između ženki i mužjaka, a svi su rezultati prikazani putem MDS ordinacijskog sustava. Pomoću ANOSIM rutine izračunata je statistička značajnost rezultata gdje se R- vrijednosti kreću od 0 do 1, tj. manji R ukazuje na manju razliku.

## 2.8. Starost i rast

Prikupljeni otoliti i ljuske bili su pohranjeni u papirnatim vrećicama. U svrhu određivanja starosti, korištena je metoda izravnog očitavanja otolita. Jedinkama čiji su otoliti korišteni u svrhu određivanja starosti, bila je određena masa, dužina, spol kao i vrijeme ulova. Izbrušeni otoliti polegnuti su na crnu podlogu u nekoliko kapi vode te se tako očitavali pod lupom. Uslijed različitih fizioloških stanja ribe kroz različita godišnja doba, dolazi do neujednačenog nakupljanja kalcijevog karbonata u otolitu. Navedena promjena očituje se u vidu neprozirnih i prozirnih priraštajnih prstenova. Primjeri neoštećenih otolita zabilježeni su s Olympus DP- 25 digitalnom kamerom te su prikazani na (Slika 2.8.1.). Otolite su očitavale istovremeno 3 osobe

gdje su se relevantni podaci uzimali u suglasnosti svih čitača, a u slučaju neusuglašenosti otoliti su se odbacivali. Naime, ako je poznato razdoblje mrijesta glavoča travaša, temeljem prvog ulova najmanjih jedinki i njihove ukupne dužine, može se donijeti zaključak o njihovoj mjesečnoj starosti.

Parametri rasta glavoča travaša su se odredili uz pomoć von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta (Beverton & Holt 1957):

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

koja uvrštava slijedeće parametre:  $L_t$  – ukupna dužina u trenutku  $t$ ,  $L_{\infty}$  – asimptotska vrijednost ukupne dužine  $L_t$ ,  $K$  – koeficijent rasta,  $t_0$  – teoretska starost pri dužini  $L_0$ . Vrijednost  $t_0$  dobivena je pomoću sljedećeg izraza:

$$t_0 = t + 1/k * \ln(L_{\infty} - L_t / L_{\infty}),$$

gdje je vrijednost  $t_0$  je presjecište pravca regresije s apcisolom.

Starost glavoča travaša pri kojoj dostiže 95% asimptotske vrijednosti dužine  $L_t$  ( $A_{0,95}$ ) određena je putem formule (Taylor 1958) koja glasi:

$$A_{0,95} = t_0 + 2,996 / K,$$

svi parametri rasta za ženke i mužjake uspoređeni su Hotelling  $T^2$  testom (Bernard, 1981).

## 2.9. Razmnožavanje

Reproduktivni ciklus glavoča travaša analiziran je na temelju prikupljenih podataka o spolu jedinki, stupnju zrelosti, masi gonada, te analizi njihovih histoloških preparata tijekom jednog zatvorenog godišnjeg razdoblja mrijesta. Za određivanje stupnja zrelosti gonada, odnosno prepoznavanje spermatogeneze te pojedinačnih razvojnih stupnjeva vitelogeneze, koristi se kriterij predložen prema Laevastu (1965):

### Stadij I

- Ovariji imaju izgled prozirnih traka žute ili roze boje, a nalazimo ih u trbušnoj šupljini ispod kralježnice. Jaja nisu vidljiva golim okom.
- Testisi su nepotpuno razvijeni te izgledaju kao tanke niti ili trake sa slabo razvijenim krvotokom.

### Stadij II

- Ovariji su još uvijek prozirni, no vidi se njihova prokrvljenost. Često su u ovoj fazi prekriveni masnim tkivom (zimsko razdoblje).
- Testisi su tanki i gube prozirnost te postaju mutni.

### **Stadij III**

- Ovariji su žućkasto-narančaste boje te prekriveni mrežom kapilara. Jaja više nisu neprozirna te se vide golim okom unutar ovarija.
- Testisi su povećani i s završetkom ovog stadija boja im se mijenja od rozo-sive prema žućkastoj.

### **Stadij IV**

- Ovariji su žućkasto-narančaste boje te su postigli svoju najveću veličinu, zauzimaju veliki dio trbušne šupljine. Jaja su potpuno vidljiva ispod ovojnice ovarija.
- Testisi su žuto-bijele boje, a ako ih razrežemo, iz njih curi mliječ.

### **Stadij V**

- Laganim pritiskom ribe iz trbušne šupljine izlaze zrela jaja koja su potpuno prozirna
- Testisi su u fazi spermacije, odnosno laganim pritiskom trbušne šupljine mužjaka istiskuju se zrela, bijela mliječ.

### **Stadij VI**

- Ovariji su mlohavi i smanjeni te njihova crvena boja je posljedica pucanja folikula koji oštećuju kapilare
- Testisi su dostatno smanjeni, izgledaju poput bijelih traka.

### **Stadij VII**

- Završetak mrijesta: gonade su djelomično ispražnjene, mlohave, ali još sadrže zrela jaja i mliječ koja curi prilikom jačeg pritiska na trbušnu stranu tijela.

Za jedan zatvoreni godišnji ciklus razdoblja mrijesta, iz odnosa mase glavoča travaša (W) i mase gonada (Wg), izračunale su se vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI):

$$GSI = (Wg / W) * 100.$$

Za analizu fekunditeta uzete su gonade ženki kroz cijelo mrijesno razdoblje (od veljače do lipnja). Glede određivanja fekunditeta, uzimana su tri jednaka poduzorka (svaki mase 0.01g iz prednjeg, srednjeg i stražnjeg dijela gonada) u kojima su se brojali oociti pomoću lupe. Isti su oociti tijekom brojanja slikani kako bi se naknadno u programu OLYMPUS cell^A Imaging Software izmjerili njihovi promjeri. Fekunditet (F) određen je prema formuli:

$$F = (Wov / Wu) * N,$$

gdje su :

Wov – masa ovarija,

Wu – masa odabranog uzorka ovarija (0,01g),

N – broj jaja u odabranom uzorku ovarija.

Analizirana je i veza između fekunditeta i ukupne dužine i mase tijela, mase gonada i starosti.

### 2.9.1. Histološka analiza gonada

Nakon makroskopske analize gonada gdje je obrađen spol i stupanj zrelosti iste su fiksirane u 4%-tnoj otopini formaldehida zbog očuvanja morfoloških i molekularnih karakteristika, te su naknadno iskorišteni za izradu histoloških preparata i određivanje fekunditeta. Svi dobiveni podaci pohranjivali su se Excel datotekama gdje su i statistički obrađeni u Excelu (Microsoft) i/ili programskom paketu za obradu podataka Statistica 7 (StatSoft).

Histološki preparati ovarija fotografirani su digitalnim fotoaparatom smještenim na okular mikroskopa te su dodatno obrađeni u kompjuterskom programu OLYMPUS cell<sup>A</sup> Imaging Software, kako bi se naknadno mogli izmjeriti promjeri oocita za svaki opisani stadij. Također, histološki preparati gonada omogućili su praćenje razvojnih stadija tijekom oogeneze i spermatogeneze.

### 2.10. Smrtnost

Procjene prirodne (M) smrtnosti glavoča travaša određene su formulom (Taylor, 1958.) koja se obično zasniva na empirijski procijenjenoj linearnoj vezi između parametara:

M (prirodna smrtnost),

K (koeficijent rasta),

$t_0$  (srednja godišnja temperatura u °C).

Formula glasi:

$$M = (2,996 K) / (2,996 + K t_0),$$

gdje su K i  $t_0$  – parametri dobiveni iz von Bertalanffyjeve jednadžbe.

Ribolovna (F) smrtnost (za ukupni uzorak, ženke i mužjaka) se izračunala iz ukupne (Z) i prirodne (M) smrtnosti:

$$F=Z-M,$$

a omjer iskorištavanja po formuli :

$$E=F/Z.$$

Vrijednosti ukupne smrtnosti (Z) za cjelokupni uzorak određen je modelom „linearized length-converted catch curve“ koji se zasniva na direktnom očitavanju starosti, dakle očitavanju otolita ili ljustaka te primjeni von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta za pretvaranje dužine u starost. Ukupnu smrtnost predstavlja nagib tako dobivenog regresijskog pravca koji glasi :

$$\log (N / dt) = a + b*t,$$

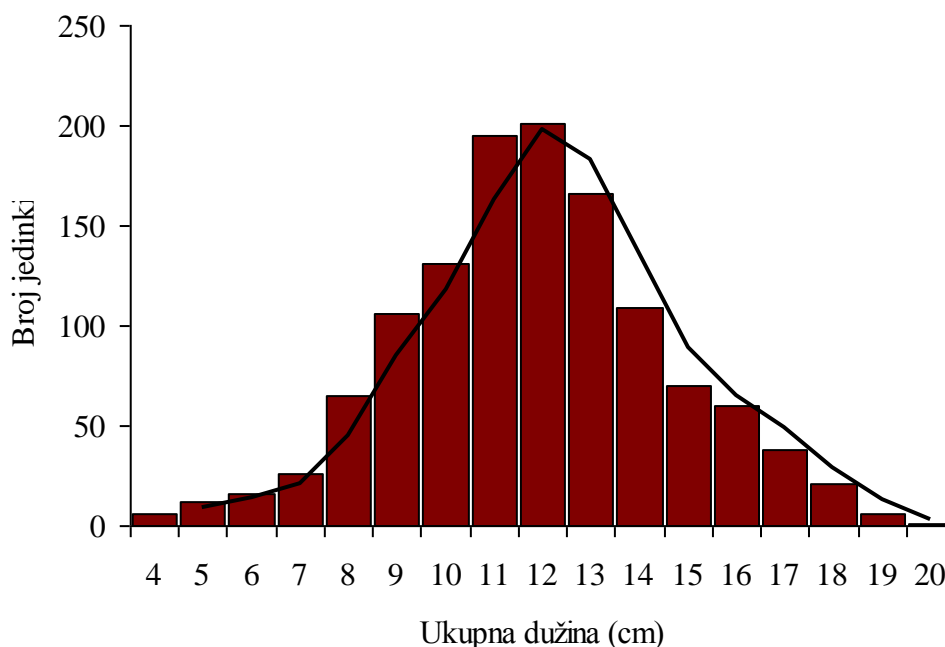
gdje je  $dt$ - vrijeme potrebno da riba naraste od donje do gornje granice dužinskoga intervala, a  $t$  – relativna starost kod srednje dužine zadane dužinske klase. Dobiveni nagib regresijskog pravca predstavlja ukupnu smrtnost, gdje je za analizu podataka korišten softverski paket FISAT II.



### 3. REZULTATI

#### 3.1. Analiza sastava populacije glavoča travaša iz Novigradskog mora

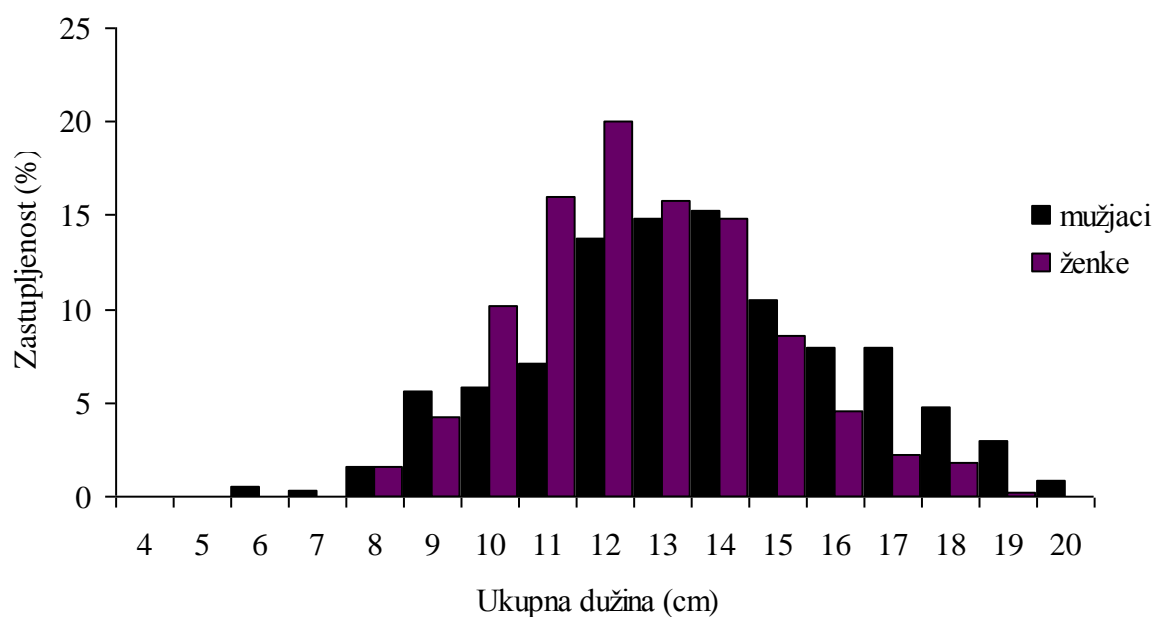
Tijekom jednogodišnjih istraživanja na području Novigradskog mora ulovljeno je 1229 jedinki glavoča travaša, od čega je bilo 565 (45,97%) mužjaka, 500 (40,68%) ženki i 164 (13,36%) nedoraslih jedinki, kao i onima kojima se makroskopski nije uspio odrediti spol. Ukupna dužina tijela bila je u rasponu od 4,3cm do 20 cm ( $12,30 \pm 2,70$ ) s modalnom vrijednosti od 12 cm (16,35%) (Slika 3.1.1.). Raspon mase analiziranih glavoča travaša bio je od 0,80 do 76,96g ( $20,11 \pm 12,79$  g).



**Slika 3.1.1.** Prikaz zastupljenosti ukupnih dužina tijela glavoča travaša prema dužinskim razredima, *Zosterisessor ophiocephalus* (N=1229) u Novigradskom moru

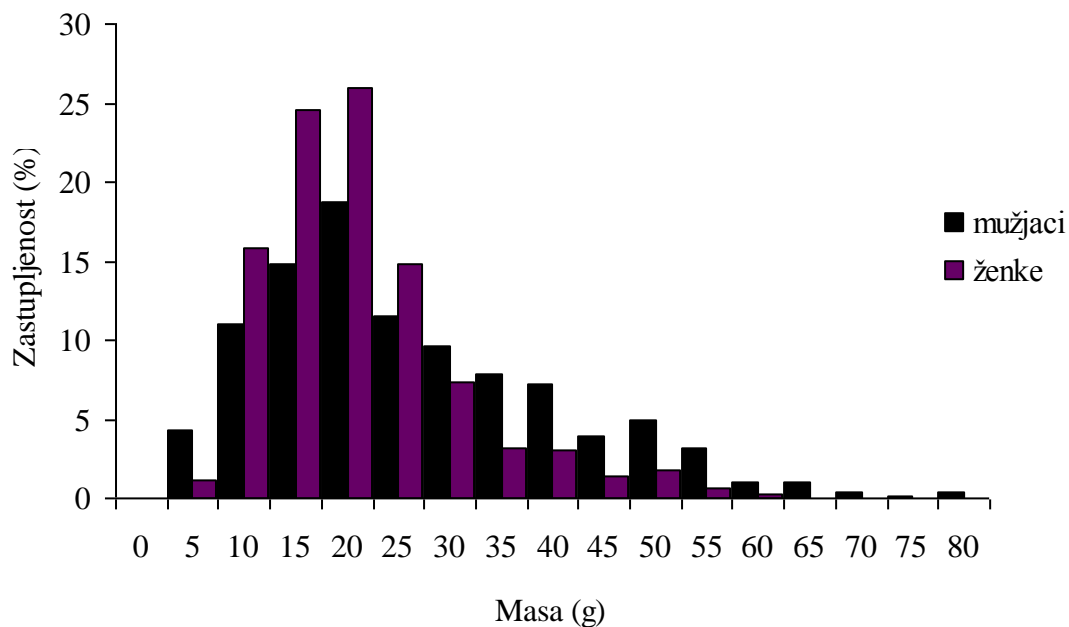
Unutar populacije glavoča travaša iz Novigradskog mora omjer mužjaka i ženki iznosio je 1,13:1 ( $\chi^2=3,96$ ;  $P>0,05$ ) i nije se statistički značajno razlikovao od očekivanog omjera (1:1). Raspon ukupne dužine tijela mužjaka iznosio je od 5,41 do 20 cm, a modalna je vrijednost bila 12 cm (7,16%) (Slika 3.1.2.). Raspon ukupnih dužina tijela kod ženki iznosio je od 7,7 do 18,2 cm s modalnom vrijednosti od 11 cm (8,21%), što je bilo neznatno veće od istih vrijednosti kod mužjaka (Slika 3.1.2.). Jedinkama manjim od 5,41 cm makroskopski nije bilo moguće odrediti spol.

Iz dijagrama zastupljenosti ukupnih dužina jedinki mužjaka i ženki, vidljiva je veća zastupljenost mužjaka pri najmanjim, kao pri najvećim dužinama tijela.



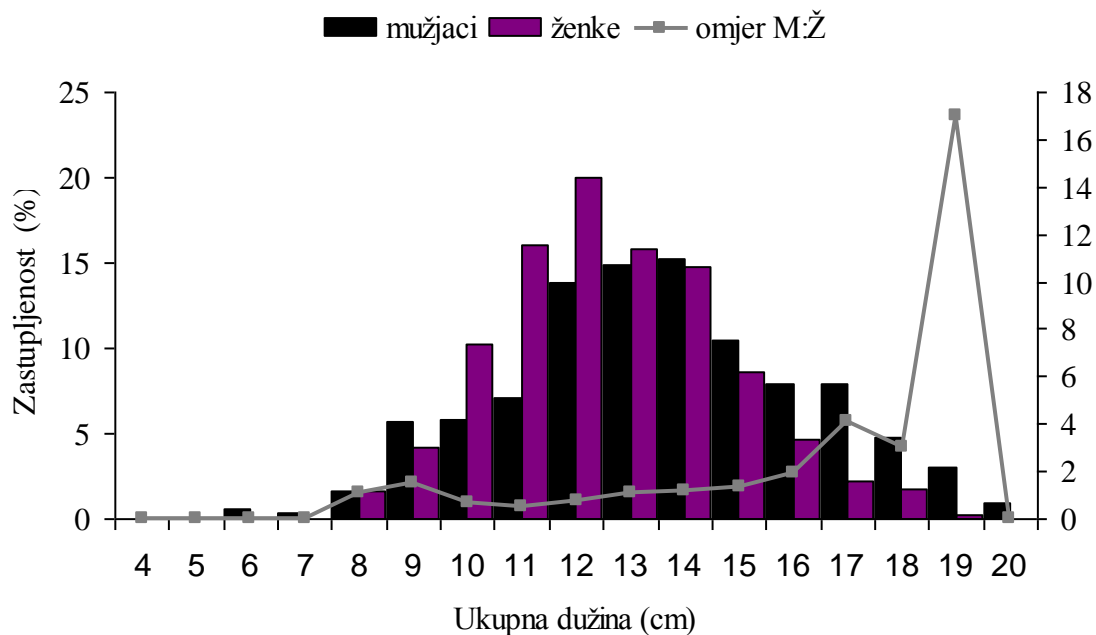
**Slika 3.1.2.** Zastupljenost ukupnih dužina tijela ženki (N=500) i mužjaka (N=565) glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru

U Novigradskom moru prevladavaju jedinke srednjih dužinskih skupina (10-15cm), gdje zastupljenost ukupnih dužina tijela kod oba spola nije bila značajno različita (Kolmogorov – Smirnov test,  $n_1=565$ ,  $n_2=500$ ;  $P<0,01$ ). Srednja vrijednost ukupne dužine tijela mužjaka ( $13,11 \pm 2,76$  cm) bila je statistički značajno veća od srednje vrijednosti ukupne dužine ženki ( $12,11 \pm 2,07$ ) (t-test,  $P< 0,001$ ). Masa mužjaka glavoča travaša kolebala je u rasponu od 1,2 do 76,96 g, a ženki od 2,1 do 57,78 g (Slika 3.1.3.). Zastupljenost mase ženki i mužjaka se statistički značajno razlikovala (Kolmogorov-Smirnov test,  $n_1=565$ ,  $n_2=500$ ;  $P<0,01$ ); srednja vrijednost mase mužjaka ( $24,11 \pm 1 4,49$ ) bila je značajno veća od ženki ( $18,2 \pm 9,35$ ), (t-test,  $P<0,001$ ).



**Slika 3.1.3.** Zastupljenost mase ženki (N=500) i mužjaka (N=565) glavoča travaša u Novigradskom moru

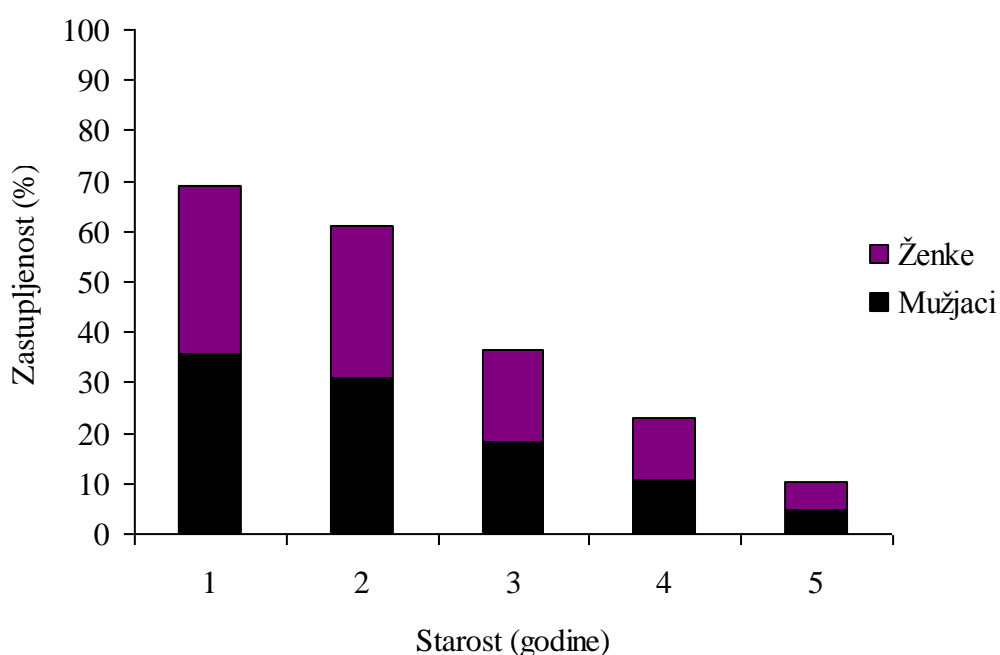
Dijagram zastupljenosti ženki i mužjaka obzirom na njihovu ukupnu dužinu tijela pokazuje približno unimodalnu raspodjelu s vrlo malom prevagom većih jedinki kod mužjaka (17 – 20 cm) (Slika 3.1.4.). Kod raspona od 9 do 16 cm omjer spolova je bio 1:1, dok je pri duljinama od 18 do 20 cm neznatno veća zastupljenost većih mužjaka.



**Slika 3.1.4.** Udio ženki (N=500) i mužjaka (N= 565 ) glavoča travaša u Novigradskom moru s obzirom na njihovu ukupnu dužinu tijela

### 3.1.1. Starosni sastav populacije

Starosni sastav populacije glavoča travaša u Novigradskom moru određen je na temelju raspodjele dužinskih frekvencija poduzorka od 383 jedinke (149 mužjaka i 173 ženki), dok je 67 jedinki odbačeno zbog nesuglasnosti u očitovanju otolita. Analizom starosnog sastava ukupne populacije utvrđeno je prevladavanje jedinki mužjaka prvog starosnog razreda (35,57%) dužinskog raspona 4,9 – 8,2 cm sa srednjom vrijednošću od  $6,94 \pm 1,22$  cm. Iza ovog starosnog razreda po zastupljenosti slijedi skupina ženki prvog starosnog razreda (33,52%) s vidljivim malim odstupanjima. Nadalje, ženke drugog starosnog razreda (30,05%) su zastupljene gotovo podjednako kao i mužjaci (30,87%). Ista osobitost se pokazala kod trećeg starosnog razreda ženki (18,49%), kao i mužjaka (18,12%). U četvrtom starosnom razredu prevladavaju ženke (12,49%) nad mužjacima (10,73%), jednako kao i u petom (ženke 5,78%; mužjaci 4,69%), ali sa znatno nižim postocima (Slika 3.1.1.1).

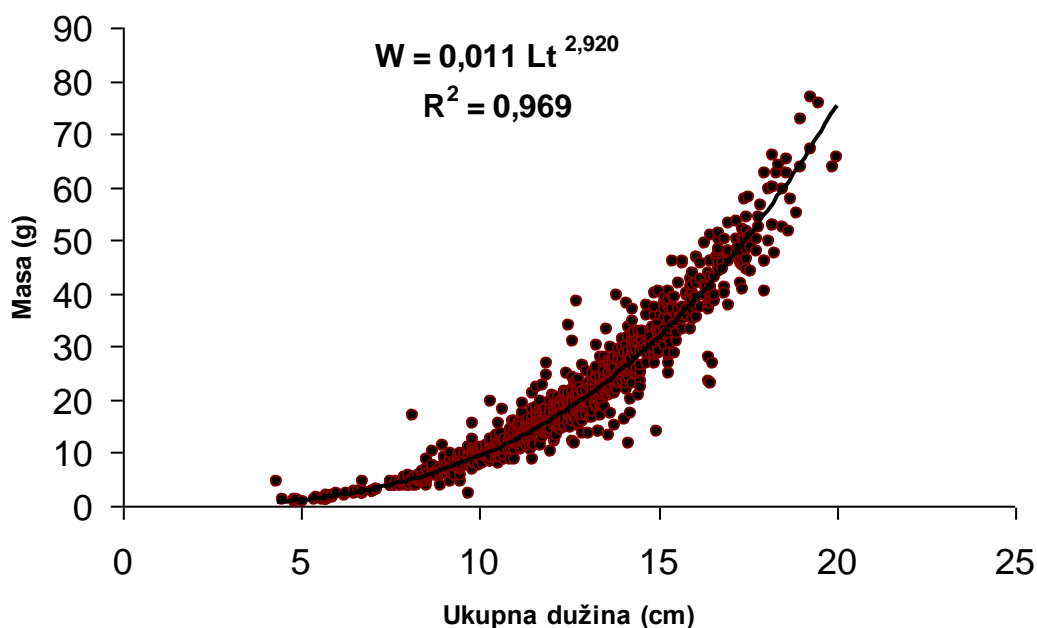


**Slika 3.1.1.1.** Usporedba starosnog sastava populacije glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* (mužjaka i ženki) na području Novigradskog mora metodom raspodjele dužinskih frekvencija

### 3.2. Dužinsko-maseni odnos

Dužinsko – maseni odnos glavoča travaša je određen na 1229 ulovljenih jedinki. Ukupne dužine tijela kolebale su u rasponu od 4,3 do 20 cm ( $12,3 \pm 2,7$  cm). Dužinsko-maseni odnos glavoča travaša može se izraziti sljedećom jednadžbom (Slika.3.2.1.).

$$\text{Ukupno: } W = 0,011 \text{ Lt}^{2,920}; R^2 = 0,969$$



**Slika 3.2.1.** Dužinsko maseni odnos glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* s područja Novigradskog mora (N=1229)

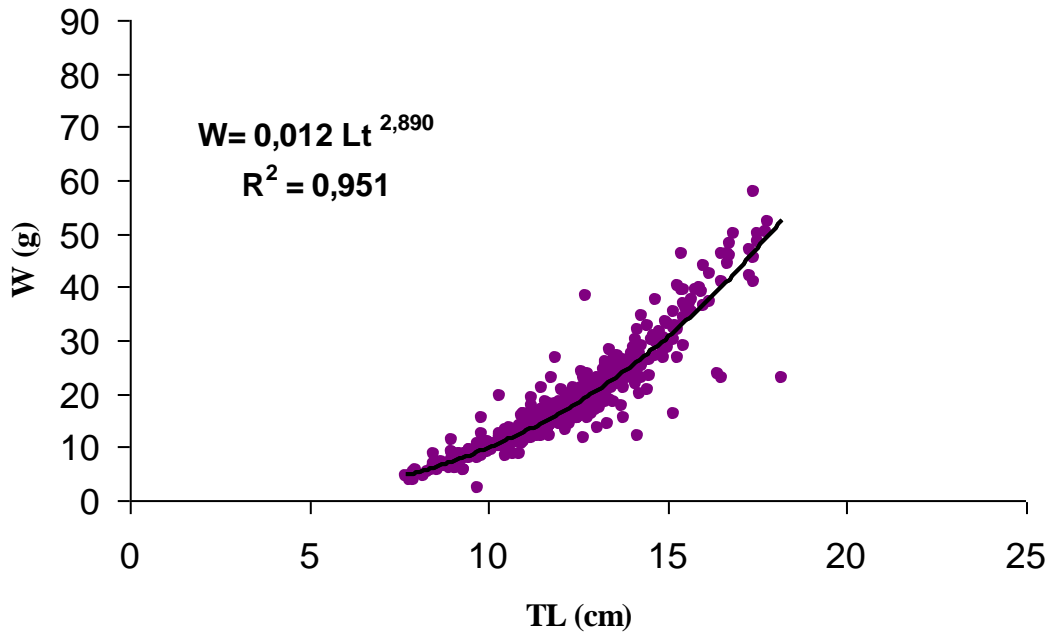
Iz dobivene varijable  $b$  koja je bila statistički značajno manja od 3, kako za ukupni uzorak, tako i za ženke ( $t$  test,  $P < 0,005$ ) i za mužjake ( $t$  test,  $P < 0,005$ ), proizlazi da je dužinsko maseni rast glavoča travaša za cjelokupni uzorak bio negativno alometrijski. Ovaj odnos ukazuje da glavoč travaš raste nešto brže dužinski nego maseno.

Dužinsko – maseni odnos određen je odvojeno za mužjake (N=565) i ženke (N=500) i može se prikazati sljedećim jednadžbama:

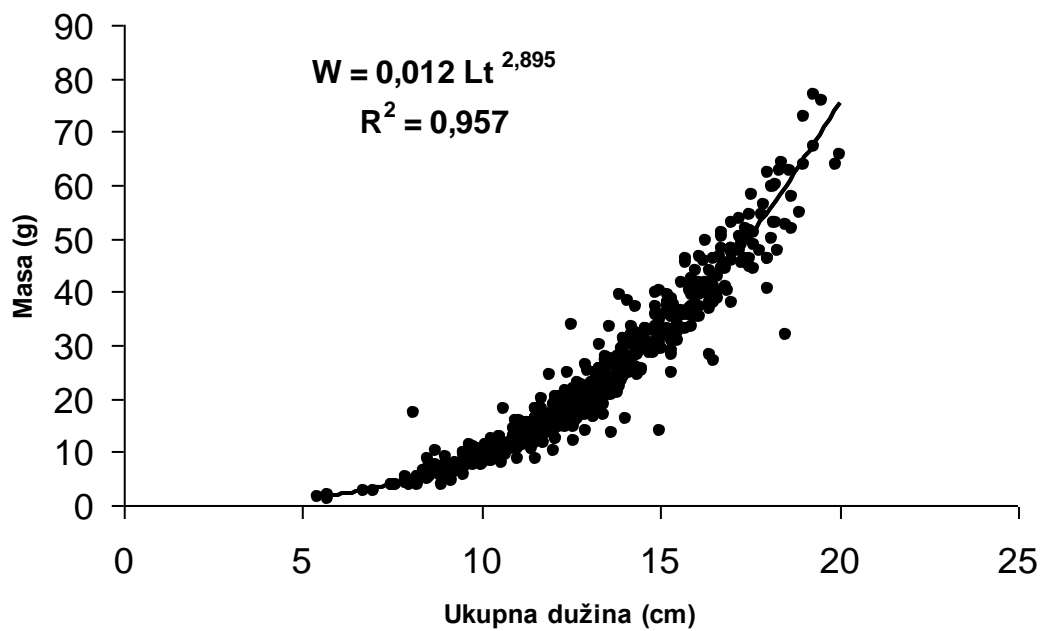
$$\text{Mužjaci: } W = 0,012 \text{ Lt}^{2,895}; R^2 = 0,957 \text{ (Slika 3.2.2.)}$$

$$\text{Ženke: } W = 0,012 \text{ Lt}^{2,890}; R^2 = 0,951 \text{ (Slika 3.2.3.)}$$

Razlika u vrijednostima eksponenta  $b$  nije bila statistički značajno različita između mužjaka i ženki ( $t$ -test,  $P < 0,005$ ).



**Slika 3.2.2.** Dužinsko - maseni odnos ženka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* s područja Novigradskog mora (N=500)



**Slika 3.2.3.** Dužinsko - maseni odnos mužjaka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* s područja Novigradskog mora (N=565)

Kod obaju spolova u uzorku su bile najzastupljenije jedinke dužinskih razreda od 11 i 14 cm, dok su znatno slabije bile zastupljene jedinke u dužinskim razredima < 9 cm i > 18 cm. Kolebljivost mase postaje sve izraženija s porastom ukupne dužine, odnosno rastom ribe. Tako jedinke s najvećim srednjim vrijednostima mase pripadaju i najvećim dužinskim razredima, što je uočeno jednako kod ženki i mužjaka, kao i u ukupnom uzorku. U dužinskom se rasponu od 7 do 12 cm uočavaju više srednje vrijednosti mase pojedinih dužinskih razreda kod ženki, za razliku od mužjaka čije su veće srednje vrijednosti bile u dužinskom razredu od 14 do 20 cm.

Odnos ukupne dužine tijela i mase glavoča travaša prikazan je u Tablici 3.2.1., gdje je vidljiva zastupljenost ukupnih dužina tijela, kao i srednje vrijednosti te standardno odstupanje mase za svaki dužinski razred kod ženki, mužjaka i ukupnog uzorka. Linearnom regresijom logaritamskih vrijednosti ukupne dužine mase i tijela za svaku pojedinu dužinsku skupinu kod mužjaka, ženki te ukupnog uzorka glavoča travaša, nije dobiven neprekidan niz točaka koje leže na jednom pravcu već je utvrđen diskontinuitet. Točke infleksije (lomova) kod mužjaka i ženki nalaze se između dužinskih razreda od 9 do 10 cm, dok su za ukupni uzorak utvrđena dva loma. Prvi se lom nalazi između jedinki dužinskog razreda 9-10 cm, a drugi za jedinke između 15-16 cm.

**Tablica 3.2.1.** Odnos ukupne dužine i mase tijela kod ukupnog analiziranog uzorka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* po dužinskim razredima

| Dužinski razredi Lt (cm) | Ukupni uzorak |                     | Mužjaci (♂) |                     | Ženke (♀) |                     |
|--------------------------|---------------|---------------------|-------------|---------------------|-----------|---------------------|
|                          | N             | $\bar{x}W$ (g) ± SD | N           | $\bar{x}W$ (g) ± SD | N         | $\bar{x}W$ (g) ± SD |
| 4,0                      | 6             | 1,54 ± 1,45         | -           | -                   | -         | -                   |
| 5,0                      | 12            | 1,37 ± 0,26         | 3           | 1,42 ± 0,26         | -         | -                   |
| 6,0                      | 16            | 2,56 ± 0,55         | 2           | 2,66 ± 0,06         | -         | -                   |
| 7,0                      | 26            | 3,84 ± 0,69         | 7           | 4,13 ± 0,60         | 5         | 4,34 ± 0,49         |
| 8,0                      | 65            | 5,83 ± 2,01         | 30          | 5,99 ± 2,54         | 20        | 6,36 ± 1,44         |
| 9,0                      | 106           | 8,23 ± 1,72         | 36          | 8,09 ± 1,71         | 51        | 8,31 ± 1,86         |
| 10,0                     | 131           | 11,26 ± 2,95        | 37          | 10,96 ± 2,18        | 72        | 11,24 ± 1,72        |
| 11,0                     | 195           | 14,74 ± 2,46        | 75          | 14,36 ± 2,53        | 101       | 15,02 ± 2,32        |
| 12,0                     | 201           | 18,33 ± 3,17        | 88          | 17,98 ± 3,22        | 90        | 18,58 ± 3,04        |
| 13,0                     | 166           | 22,87 ± 3,63        | 84          | 23,58 ± 3,85        | 71        | 21,95 ± 3,04        |
| 14,0                     | 109           | 28,30 ± 4,62        | 59          | 29,39 ± 4,43        | 44        | 27,12 ± 4,35        |

|        |      |               |     |               |     |              |
|--------|------|---------------|-----|---------------|-----|--------------|
| 15,0   | 70   | 35,05 ± 4,93  | 46  | 35,34 ± 4,39  | 23  | 34,55 ± 6,03 |
| 16,0   | 60   | 41,37 ± 5,91  | 43  | 41,32 ± 4,99  | 13  | 40,59 ± 8,61 |
| 17,0   | 38   | 49,12 ± 4,02  | 29  | 49,42 ± 3,63  | 9   | 48,15 ± 5,25 |
| 18,0   | 21   | 52,23 ± 10,57 | 19  | 53,40 ± 8,48  | 1   | -            |
| 19,0   | 6    | 69,94 ± 5,91  | 6   | 69,94 ± 5,91  | -   | -            |
| 20,0   | 1    | -             | 1   | -             | -   | -            |
| Ukupno | 1229 | 20,11 ± 12,79 | 565 | 24,11 ± 14,49 | 500 | 18,20 ± 9,36 |

Naglašene točke infleksije predstavljaju osnovne životne stadije kao što su:

- prijelaz iz poslijeličinačkog stadija u nedorasli organizam (razdoblje nezrelosti, prva točka infleksije);
- dostizanje prve spolne zrelosti (razdoblje sazrijevanja, druga točka infleksije);
- razdoblje zrelosti (treća točka infleksije);
- početak razdoblja senilnosti (uginuće organizma, četvrta točka infleksije).

Dobivene faze diskontinuiteta za mužjake opisane su sljedećim jednadžbama (Slika 3.2.4.):

- $\log W = 3,2713 \log Lt - 2,2997; R^2=0,9996$  (razdoblje sazrijevanja);
- $\log W = 2,9619 \log Lt - 1,9895; R^2 = 0,9972$  (razdoblje zrelosti).

Izračunate vrijednosti pokazuju da je rast mužjaka u razdoblju sazrijevanja pozitivno alometrijski, a tijekom razdoblja zrelosti negativno alometrijski.

Dobivene faze diskontinuiteta za ženke opisane su sljedećim jednadžbama (Slika 3.2.5.):

- $\log W = 3,3751 \log Lt - 2,3588; R^2 = 0,9959$  (razdoblje sazrijevanja);
- $\log W = 2,7859 \log Lt - 1,79; R^2 = 0,9969$  (razdoblje zrelosti).

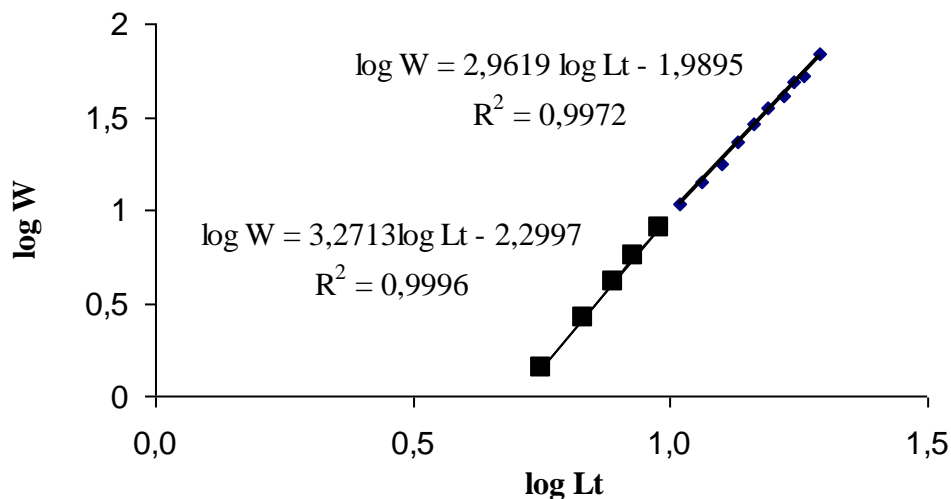
Izračunate vrijednosti pokazuju da je rast ženki u razdoblju sazrijevanja pozitivno alometrijski, a tijekom razdoblja zrelosti negativno alometrijski.

Dobivene faze diskontinuiteta za ukupni uzorak glavoča travaša opisane su sljedećim jednadžbama (Slika 3.2.6.):

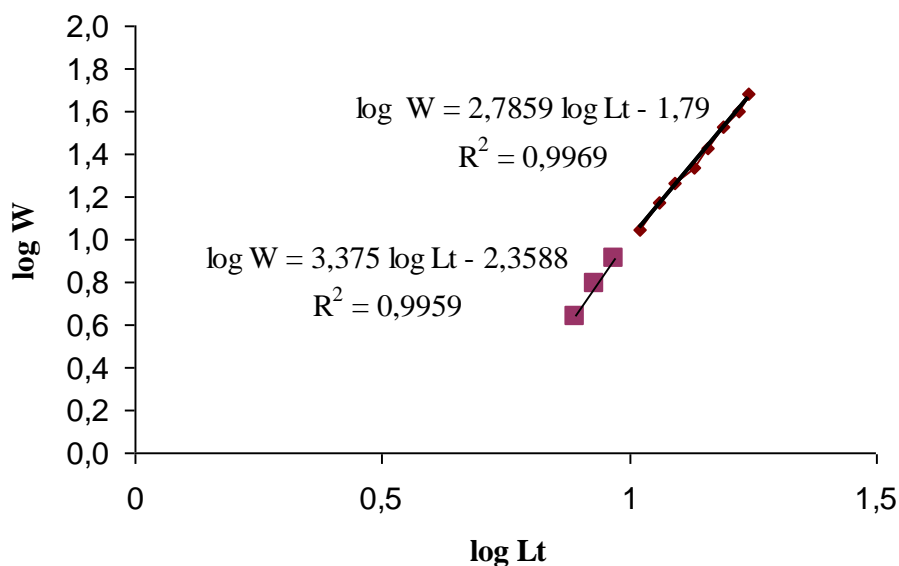
- $\log W = 0,5393 \log Lt - 0,2224; R^2 = 0,8904$  (razdoblje nezrelosti);
- $\log W = 3,1737 \log Lt - 2,1643; R^2 = 0,9981$  (razdoblje sazrijevanja);
- $\log W = 2,7172 \log Lt - 1,6893; R^2 = 0,9993$  (razdoblje zrelosti).



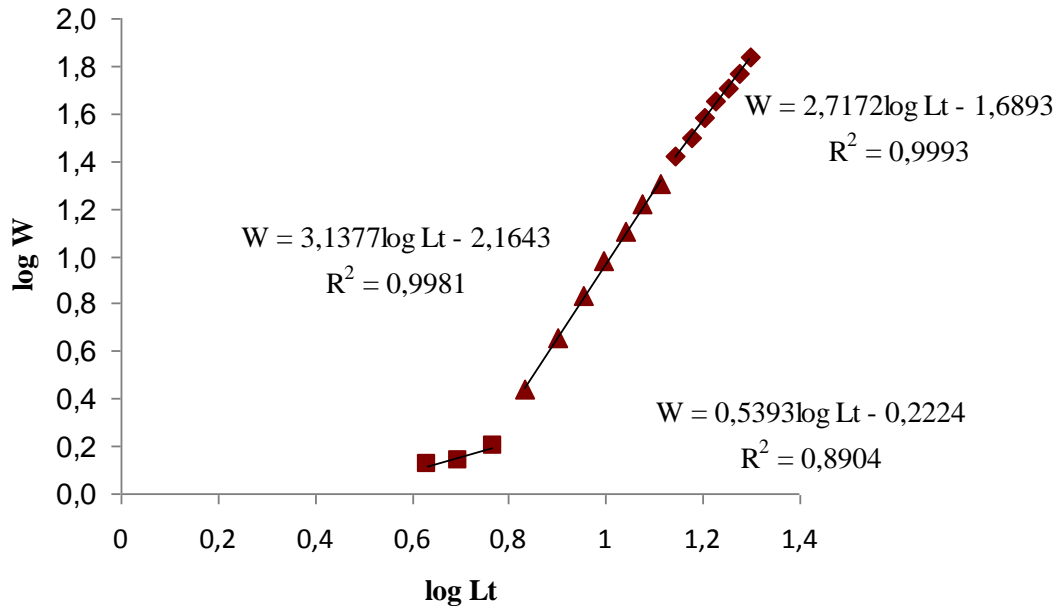
Za ukupni uzorak utvrđen je i treći pravac koji zapravo opisuje razdoblje nezrelosti glavoča travaša. Iz grafa 3.2.6. vidljivo je da je rast jedinke u tom razdoblju negativno alometrijski, odnosno brži u dužinu nego u masu, s obzirom da nema proizvodnje spolnih stanica sva se energija troši za rast jedinki.



**Slika 3.2.4.** Faze disharmonije u dužinsko – masenom odnosu mužjaka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* dobivene linearnom regresijom



**Slika 3.2.5.** Faze disharmonije u dužinsko – masenom odnosu ženke glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* dobivene linearnom regresijom



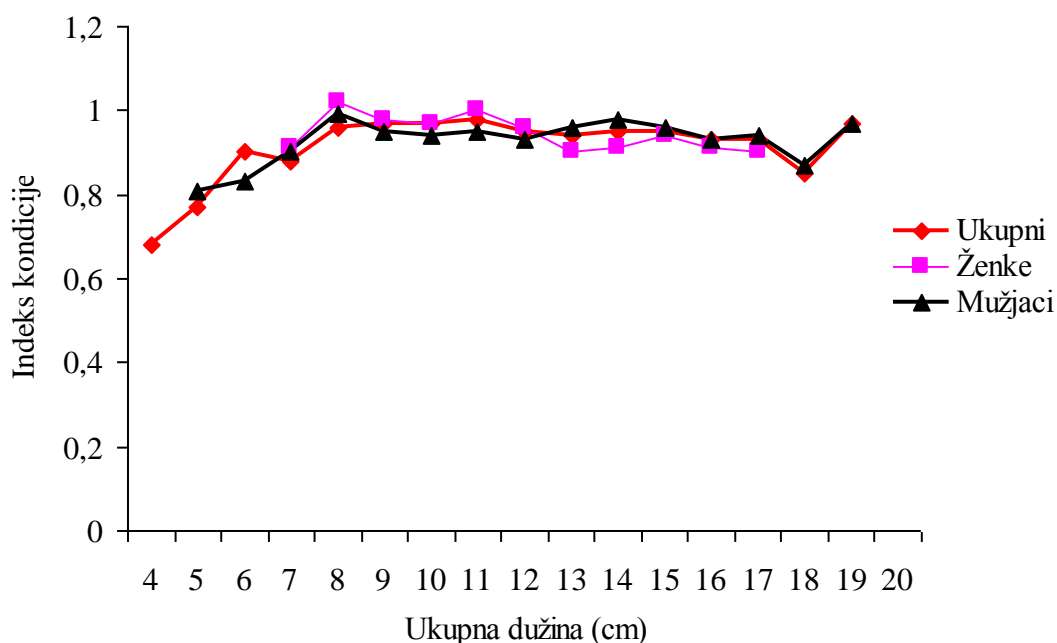
**Slika 3.2.6.** Faze disharmonije u dužinsko-masenom odnosu ukupnog uzorka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* dobivene linearnom regresijom

### 3.3. Indeks kondicije

Indeks kondicije glavoča travaša izračunat je na ukupno analiziranom materijalu (N=1229). Indeks kondicije posebno je određen, kako za mužjake (565), tako i za ženke (500). Rezultati vrijednosti navedenog indeksa dobiveni su iz srednjih vrijednosti mase jednocentimetarskih razreda ukupne dužine tijela (Lt). (Tablica 3.3.1.; Slika 3.3.1.). Dobivene su vrijednosti indeksa kondicije uspoređene, te nije pronađena značajna razlika u indeksu kondicije između mužjaka i ženke (t-test,  $p < 0,05$ ).

**Tablica 3.3.1.** Prikaz kolebanja indeksa kondicije (IK) glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u odnosu na ukupnu dužinu tijela i masu (N=1229) uključujući ženke (N=500) i mužjake (N=565)

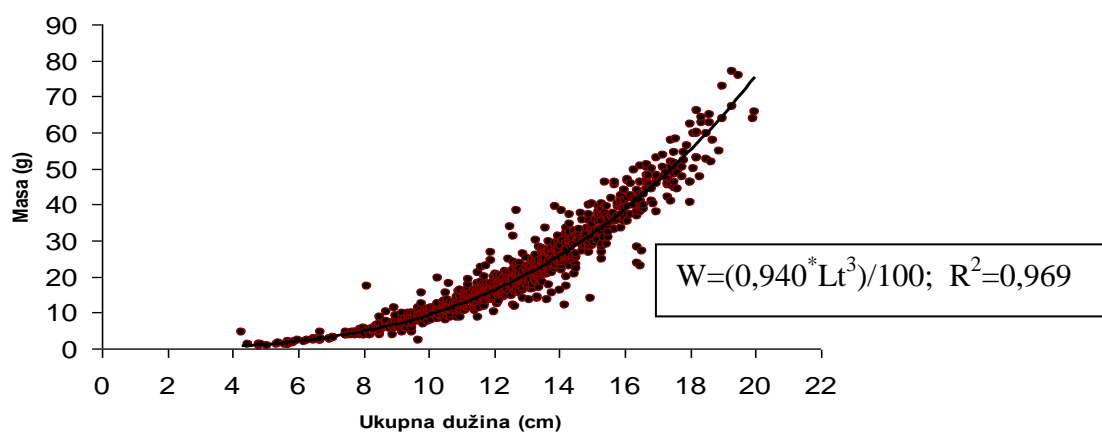
| Dužinski razredi Lt (cm) | Ukupni uzorak  |       | Mužjaci (♂)    |       | Ženke (♀)      |       |
|--------------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|                          | $\bar{x}W$ (g) | IK    | $\bar{x}W$ (g) | IK    | $\bar{x}W$ (g) | IK    |
| 4,0                      | 1,54           | 0,68  | -              | -     | -              | -     |
| 5,0                      | 1,37           | 0,77  | 1,42           | 0,81  | -              | -     |
| 6,0                      | 2,56           | 0,90  | 2,66           | 0,83  | -              | -     |
| 7,0                      | 3,84           | 0,88  | 4,13           | 0,90  | 4,34           | 0,91  |
| 8,0                      | 5,83           | 0,96  | 5,99           | 0,99  | 6,36           | 1,02  |
| 9,0                      | 8,23           | 0,97  | 8,09           | 0,95  | 8,31           | 0,98  |
| 10,0                     | 11,26          | 0,97  | 10,96          | 0,94  | 11,24          | 0,97  |
| 11,0                     | 14,74          | 0,98  | 14,36          | 0,95  | 15,02          | 1,00  |
| 12,0                     | 18,33          | 0,95  | 17,98          | 0,93  | 18,58          | 0,96  |
| 13,0                     | 22,87          | 0,94  | 23,58          | 0,96  | 21,95          | 0,90  |
| 14,0                     | 28,30          | 0,95  | 29,39          | 0,98  | 27,12          | 0,91  |
| 15,0                     | 35,05          | 0,95  | 35,34          | 0,96  | 34,55          | 0,94  |
| 16,0                     | 41,37          | 0,93  | 41,32          | 0,93  | 40,59          | 0,91  |
| 17,0                     | 49,12          | 0,93  | 49,42          | 0,94  | 48,15          | 0,90  |
| 18,0                     | 52,23          | 0,85  | 53,40          | 0,87  | -              | -     |
| 19,0                     | 69,94          | 0,97  | 69,94          | 0,97  | -              | -     |
| 20,0                     | -              | -     | -              | -     | -              | -     |
| Srednja vrijednost       | 20,17          | 0,953 | 24,11          | 0,948 | 18,20          | 0,958 |



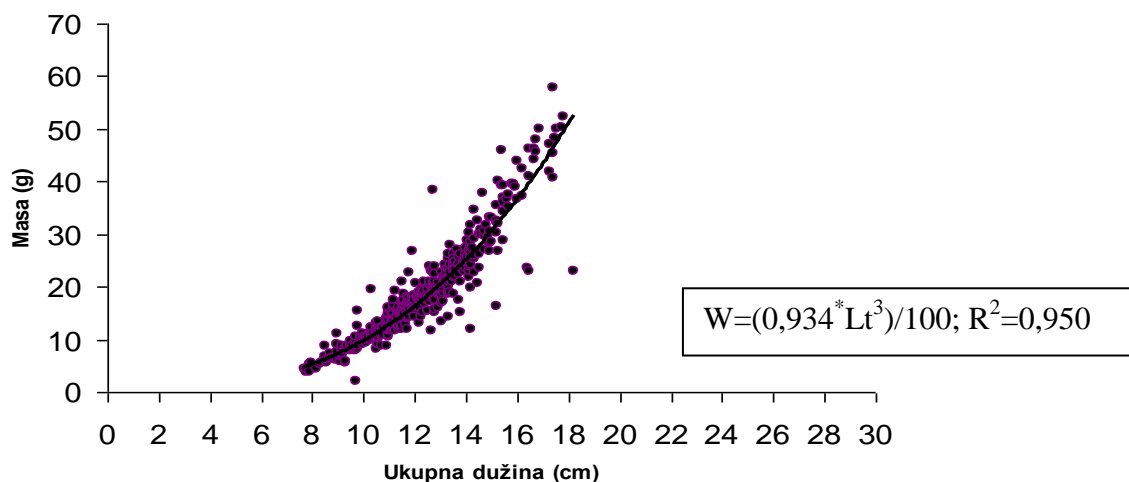
**Slika 3.3.1.** Prikaz kolebanja indeksa kondicije glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u odnosu na ukupnu dužinu tijela ukupnog uzorka N(1229), ženki (N=500) i mužjaka (N=565)

Najveći rast indeksa kondicije (IK) zabilježen je pri ukupnoj dužini tijela od 8 cm za oba spola, a pad pri dužini od 4 cm za ženke te pri 18 cm za oba spola. Srednja vrijednost indeksa kondicije za ukupni uzorak iznosila je 0,953, za mužjake 0,948, a 0,958 za ženke. Iz tablice 3.3.1. vidljivi su rasponi vrijednosti indeksa kondicije za ukupni uzorak od 0,68 (dužinski razred od 4 cm) do 0,97 (dužinski razred od 20 cm). Kod mužjaka su bili rasponi od 0,81 do 0,97 te od 0,9 do 0,91 za ženke. Statističkom metodom višestruke regresije dobivene su srednje vrijednosti indeksa kondicije za ukupni uzorak (Slika 3.3.2.A), ženke (Slika 3.3.2.B), mužjaka (Slika 3.3.2.C).

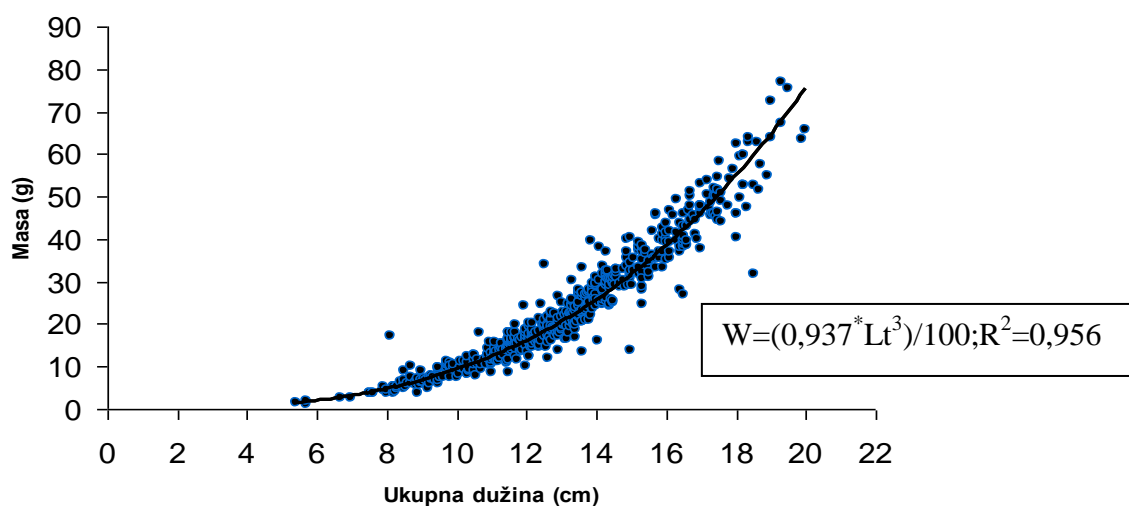
**A: Ukupni**



### B: Ženke



### C: Mužjaci



**Slika 3.3.2.** Indeks kondicije (IK) glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus*; ukupni uzorak (A), ženke (B), mužjaci (C) u Novigradskom moru

### 3.4. Biometrijske osobine

Biometrijske osobine populacije glavoča travaša iz Novigradskog mora analizirane su na nasumičnom poduzorku od 357 jedinki, raspona ukupnih dužina tijela od 4,6 do 20,2 cm ( $11,24 \pm 3,16$  cm). Poduzorak se sastojao od 142 ženke (39,77%), 158 mužjaka (44,25%), te 57 nezrelih jedinki i jedinki kojima nije bilo moguće odrediti spol (15,96%). Ukupna dužina tijela ženki bila je u rasponu od 5,61 do 18,7 cm ( $11,12 \pm 2,067$  cm), a kod mužjaka je iznosio od 5,61 – 20,2 cm ( $12,67 \pm 3,18$ ). Neodređene jedinice su kolebale u rasponu od 4,6 do 17,7 cm ( $7,59 \pm 2,22$  cm).

### 3.4.1. Morfometrijski odnosi

#### Odnos standardne i ukupne dužine tijela (Ls/Lt)

Srednja vrijednost analiziranog odnosa za mužjake iznosila je 81,29, a za ženke 81,33 dok je za ukupni uzorak iznosila 81,36. Modalna vrijednost odnosa standardne i ukupne dužine tijela glavoča travaša iznosila je za mužjake i ukupni uzorak 81%, a za ženke 82%. Nije utvrđena statistički značajna razlika između spolova za ovaj odnos (t-test  $p < 0,01$ ). Ženke su pokazivale malu varijabilnost u odnosu na mužjake (Tablica 3.4.1.1.;Slika 3.4.1.1.).

**Tablica 3.4.1.1.** Postotni odnos standardne i ukupne dužine tijela (Ls/Lt)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%) |
|---------|--------------|---------------|------------------|------|------|
| ♂       | 158          | 76,30 - 92,85 | 81,29 ± 1,86     | 0,17 | 2,29 |
| ♀       | 142          | 74,76 - 89,48 | 81,33 ± 1,91     |      | 2,35 |
| Ukupno* | 357          | 74,76 - 93,47 | 81,36 ± 1,98     |      | 2,43 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

#### Odnos dužine glave i standardne dužine tijela (C/Ls)

Srednja vrijednost odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 25,74, za ženke 25,84, te 25,85 za ukupni analizirani uzorak. Modalna vrijednost za oba spola i ukupni uzorak iznosila je 25% i nije utvrđena statistički značajna razlika između spolova za ovaj odnos (t-test  $p < 0,01$ ). Mužjaci su pokazivali veću varijabilnost u odnosu na ženke (Tablica 3.4.1.2.;Slika 3.4.1.1.).

**Tablica 3.4.1.2.** Postotni odnos dužine glave i standardne dužine tijela (C/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%) |
|---------|--------------|---------------|------------------|------|------|
| ♂       | 158          | 20,58 - 36,58 | 25,74 ± 1,93     | 0,48 | 7,52 |
| ♀       | 142          | 20,72 - 31,64 | 25,84 ± 1,57     |      | 6,10 |
| Ukupno* | 357          | 20,58 - 38,08 | 25,85 ± 2,14     |      | 8,27 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

#### Odnos prve predledne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpd1/Ls)

Srednja je vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela kod mužjaka iznosila 35,3, kod ženki 36,04 i 35,66 za ukupni analizirani uzorak.

Modalna je vrijednost je kod obaju spolova iznosila 37,8%, a za ukupni uzorak 35,3%. Varijabilnost ovog odnosa bila je statistički značajno veća za mužjake (t test, P=0,008), Tablica 3.4.1.3.A; Slika 3.4.1.1.

**Tablica 3.4.1.3.A.** Postotni odnos prve predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpd1/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t      | V(%) |
|---------|--------------|---------------|------------------|--------|------|
| ♂       | 158          | 23,95 - 41,37 | 35,30 ± 2,54     | 2,74** | 7,20 |
| ♀       | 142          | 27,84 - 40,24 | 36,04 ± 2,16     |        | 6,00 |
| Ukupno* | 357          | 23,95 - 47,42 | 35,66 ± 2,73     |        | 7,66 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

\*\* statistički značajna razlika ( $t \geq 1,96$ ;  $P \leq 0,05$ )

Srednja je vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake iznosila 50,37, a za ženke 51,53 dok je za analizirani ukupni uzorak bila 50,91. Modalna vrijednost za oba spola, kao i za ukupni analizirani uzorak iznosila je 50,0 %. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te je zabilježena i statistički značajna razlika između spolova (t test, P= 0,006). Tablica 3.4.1.3. B); Slika 3.4.1.1.

**Tablica 3.4.1.3.B.** Postotni odnos druge predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpd2/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t      | V(%) |
|---------|--------------|---------------|------------------|--------|------|
| ♂       | 158          | 26,31 - 58,62 | 50,37 ± 4,31     | 2,67** | 8,17 |
| ♀       | 142          | 30,10 - 58,38 | 51,53 ± 3,60     |        | 6,27 |
| Ukupno* | 357          | 26,31 - 65,30 | 50,91 ± 4,01     |        | 8,79 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

\*\* statistički značajna razlika ( $t \geq 1,96$ ;  $P \leq 0,05$ )

### Odnos predpodrepane udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpa/Ls)

Srednja je vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake iznosila 59,15, a za ženke 59,85 dok je za analizirani ukupni uzorak bila 59,15. Modalna vrijednost za mužjake, kao i za ukupni uzorak iznosila je 60,8%, a za ženku 62,4%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te je zabilježena mala statistički značajna razlika između spolova (t test, P= 0,050). (Tablica 3.4.1.4., Slika 3.4.1.2.).

**Tablica 3.4.1.4.** Postotni odnos predpodrepne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpa/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t      | V(%) |
|---------|--------------|---------------|------------------|--------|------|
| ♂       | 158          | 47,94 - 66,18 | 59,15 ± 3,10     | 1,97** | 5,24 |
| ♀       | 142          | 49,36 - 66,66 | 59,85 ± 2,98     |        | 4,99 |
| Ukupno* | 357          | 47,94- 67,10  | 59,15 ± 3,27     |        | 5,54 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

\*\* statistički značajna razlika ( $t \geq 1,96$ ;  $P = 0,05$ )

#### Odnos predprsne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpp/Ls)

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 28,71, za ženke 28,86, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 28,76. Modalna vrijednost za ženke kao i za ukupni uzorak iznosila je 29,00%, a nešto viša za mužjake 30,00%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te je zabilježena statistički značajna razlika između spolova (t test,  $P = 0,060$ ). (Tablica 3.4.1.5. Slika 3.4.1.2.)

**Tablica 3.4.1.5.** Postotni odnos predprsne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpp/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t      | V(%) |
|---------|--------------|---------------|------------------|--------|------|
| ♂       | 158          | 17,64 - 35,44 | 28,71 ± 2,58     | 0,51** | 8,98 |
| ♀       | 142          | 18,98 - 38,67 | 28,86 ± 2,49     |        | 8,63 |
| Ukupno* | 357          | 17,64 - 43,73 | 28,76 ± 2,74     |        | 9,52 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

#### Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpv/Ls)

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 23,30, za ženke 21,62, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 21,62. Modalna je vrijednost za mužjake te za ukupni analizirani uzorak iznosila 30 % te je bila nešto niža za ženke (27,6%). Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.6. Slika 3.4.1.2.)

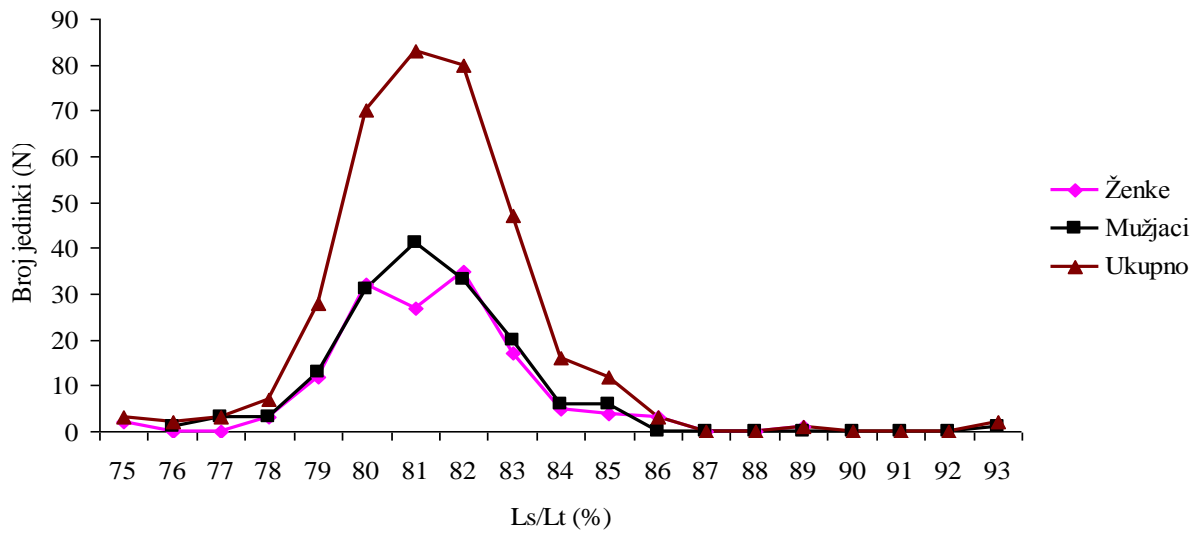
**Tablica 3.4.1.6.** Postotni odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela (Lpv/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%) |
|---------|--------------|---------------|------------------|------|------|
| ♂       | 158          | 23,30 - 34,32 | 29,05 ± 2,41     | 1,64 | 8,32 |
| ♀       | 142          | 21,62 - 32,89 | 28,60 ± 2,33     |      | 8,16 |
| Ukupno* | 357          | 21,62 - 34,52 | 28,68 ± 2,49     |      | 8,71 |

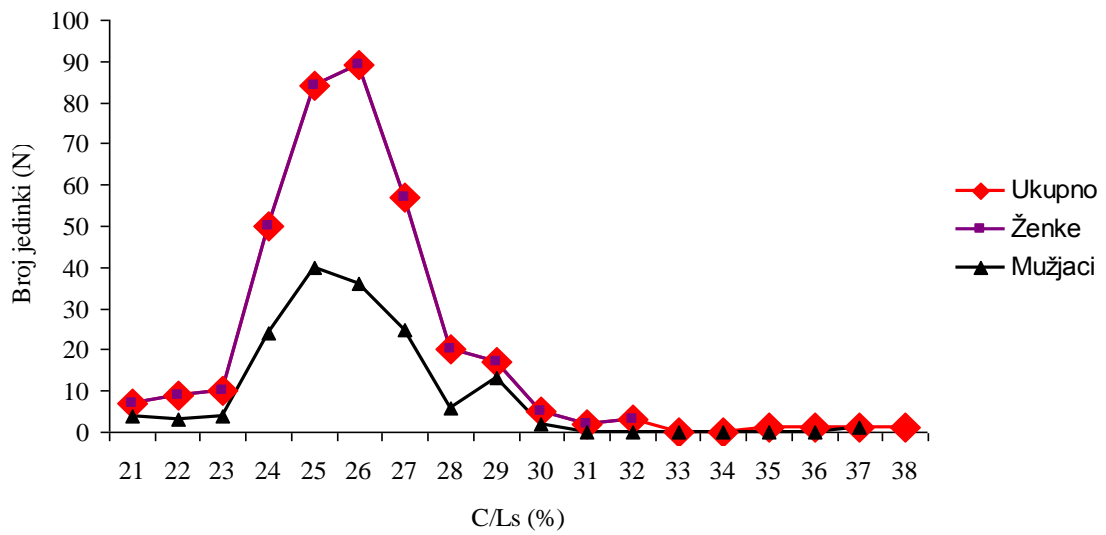
\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol



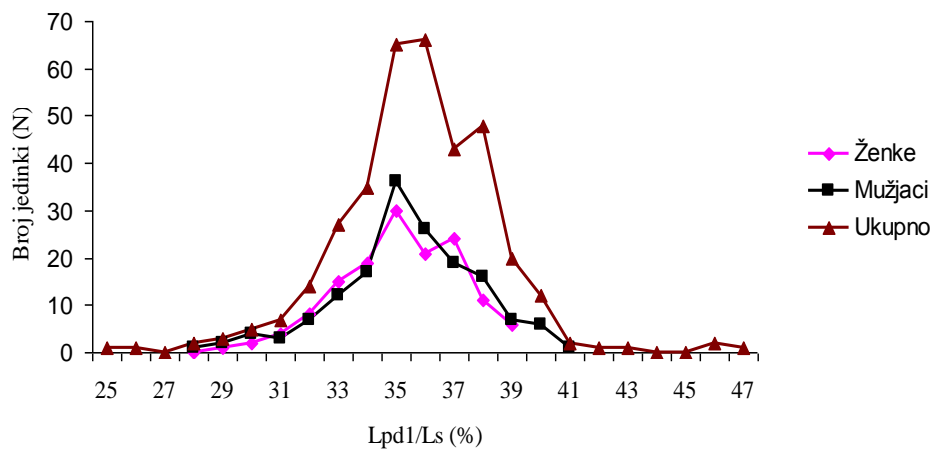
**Ls/Lt**

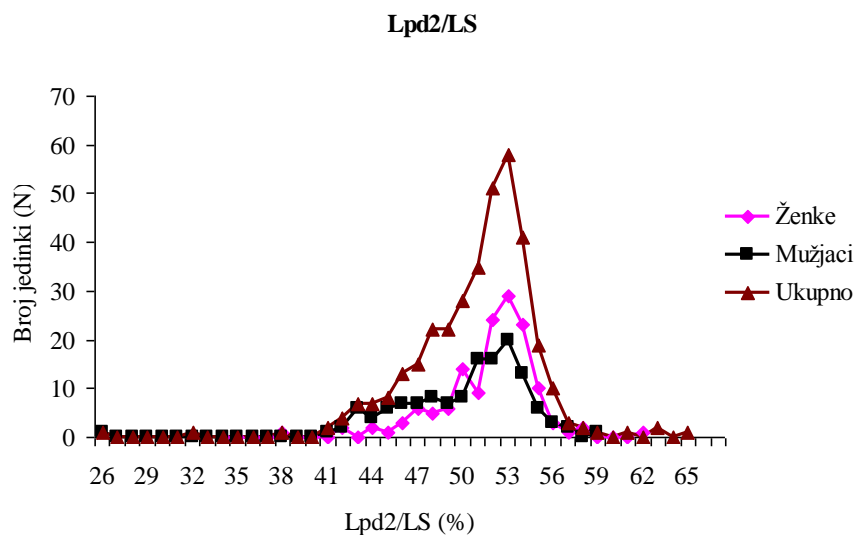


**C/Ls**

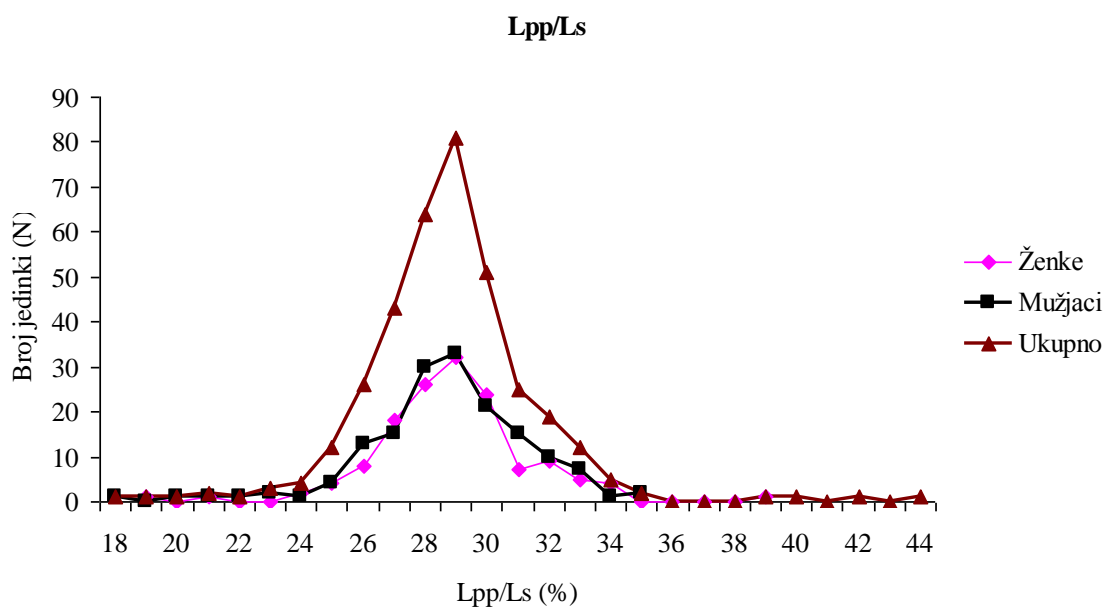


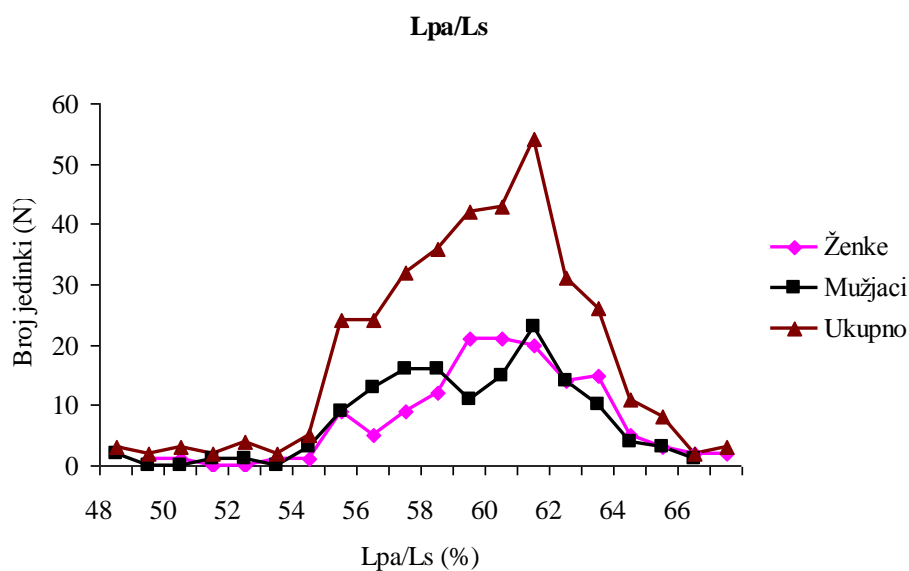
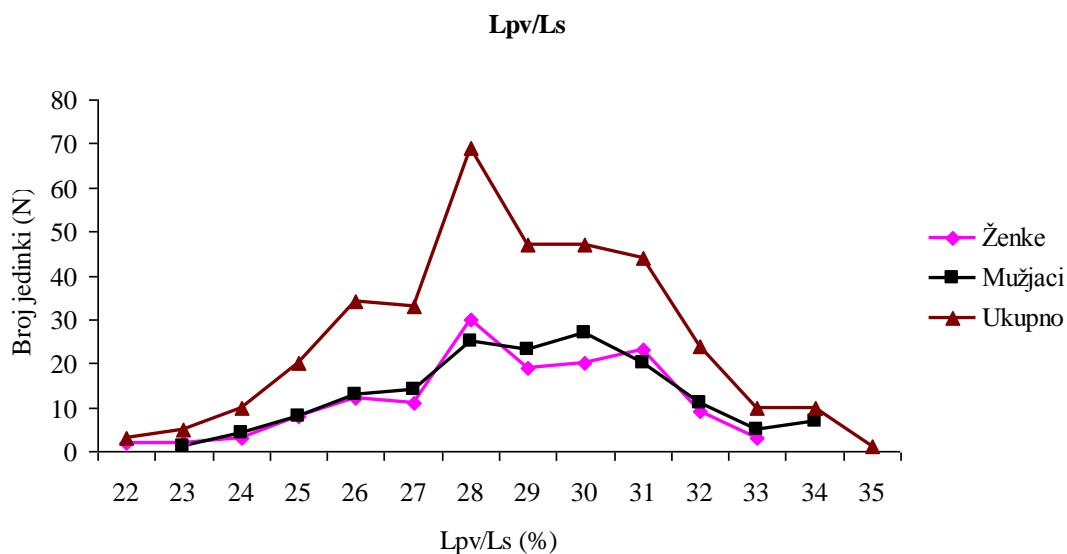
**Lpd1/LS**





**Slika 3.4.1.1.** Zastupljenost postotnih vrijednosti dužina tijela ženki, mužjaka i ukupnog uzorka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* iz Novigradskog mora





**Slika 3.4.1.2.** Zastupljenost postotnih vrijednosti dužina tijela ženki, mužjaka i ukupnog uzorka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* iz Novigradskog mora

**Odnos dužine osnovice prve i druge leđne peraje i standardne dužine tijela (Ld1/Ls), (Ld2/Ls)**

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 11,16, za ženke 11,6, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 11,85. Modalna vrijednost obaju spolova te za ukupni analizirani uzorak iznosila je 11%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za ženke, ali nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.7.A); Slika 3.4.1.3.)

**Tablica 3.4.1.7.A.** Postotni odnos osnovice prve leđne peraje i standardne dužine tijela (Ld1/Ls)

| Spol           | Broj jedinki | Raspon (%)          | $\bar{x} \pm SD$    | t    | V(%)         |
|----------------|--------------|---------------------|---------------------|------|--------------|
| ♂              | 158          | 7,69 - 15,35        | 11,16 ± 1,66        | 1,81 | 14,91        |
| ♀              | 142          | 8,43 - 23,68        | 11,60 ± 2,36        |      | 20,4         |
| <b>Ukupno*</b> | <b>357</b>   | <b>7,69 - 23,68</b> | <b>11,85 ± 2,24</b> |      | <b>19,58</b> |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 28,54, za ženke 28,63, dok je za analizirani ukupni iznos iznosila 28,37.

Modalna vrijednost za mužjake te za ukupni analizirani uzorak iznosila je 28,5 % te nešto viša za ženke, 30,4%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za ženke te nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.7.B.; Slika 3.4.1.3.)

**Tablica 3.4.1.7.B.** Postotni odnos osnovice druge leđne peraje i standardne dužine tijela (Ld2/Ls)

| Spol           | Broj jedinki | Raspon (%)           | $\bar{x} \pm SD$    | t    | V(%)        |
|----------------|--------------|----------------------|---------------------|------|-------------|
| ♂              | 158          | 21,95 - 34,63        | 28,54 ± 2,05        | 0,14 | 7,21        |
| ♀              | 142          | 23,28 - 33,33        | 28,63 ± 2,12        |      | 7,42        |
| <b>Ukupno*</b> | <b>357</b>   | <b>21,95 - 34,84</b> | <b>28,37 ± 2,22</b> |      | <b>7,82</b> |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

#### **Odnos dužine osnovice podrepne peraje i standardne dužine tijela (La/Ls)**

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 22,24, za ženke 21,12, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 21,82. Modalna vrijednost za mužjake i ženke iznosila je 21,0 % te je za ukupni analizirani uzorak bila nešto viša, a iznosila je 25,0 %. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za ženke te je zabilježena statistički značajna razlika između spolova (t-test, P= 0,00). (Tablica 3.4.1.8. Slika 3.4.1.3.)

**Tablica 3.4.1.8.** Postotni odnos dužine predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela (La/Ls)

| Spol           | Broj jedinki | Raspon (%)           | $\bar{x} \pm SD$    | t      | V(%)         |
|----------------|--------------|----------------------|---------------------|--------|--------------|
| ♂              | 158          | 13,41 - 28,78        | 22,24 ± 2,31        | 4,10** | 10,42        |
| ♀              | 142          | 13,92 - 27,17        | 21,12 ± 2,38        |        | 11,26        |
| <b>Ukupno*</b> | <b>357</b>   | <b>13,41 - 35,55</b> | <b>21,82 ± 2,61</b> |        | <b>11,96</b> |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

\*\* statistički značajna razlika ( $t \geq 1,96$ ;  $P \leq 0,05$ )

### Odnos dužine prsne peraje i standardne dužine tijela (Lp/Ls)

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela je za mužjake iznosila 21,54, za ženke 21,55, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 21,31. Modalna vrijednost za mužjake te za ukupni uzorak iznosila je 20,0% te je nešto bila viša za ženke i iznosila je 21,1%.

Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te je zabilježena niska statistički značajna razlika između spolova (t-test, P= 0,050). (Tablica 3.4.1.9. Slika 3.4.1.3.)

**Tablica 3.4.1.9.** Postotni odnos dužine prsne peraje i standardne dužine tijela (Lp/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t      | V(%)  |
|---------|--------------|---------------|------------------|--------|-------|
| ♂       | 158          | 13,51 - 28,04 | 21,54 $\pm$ 2,54 | 1,97** | 12,09 |
| ♀       | 142          | 13,41 - 27,77 | 21,55 $\pm$ 2,31 |        | 10,73 |
| Ukupno* | 357          | 13,51 - 29,39 | 21,31 $\pm$ 2,55 |        | 12,00 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

\*\*statistički značajna razlika ( $t \geq 1,96$ ; P =0,05)

### Odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela (Lv/Ls)

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela je za mužjake iznosila 17,07, za ženke 17,30, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 17,03. Modalna vrijednost za mužjake te za ukupni uzorak iznosila je 16,6% te je bila nešto viša za ženke i iznosila je 17,6%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake, ali nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.10. Slika 3.4.1.4.)

**Tablica 3.4.1.10.** Postotni odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela (Lv/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%)  |
|---------|--------------|---------------|------------------|------|-------|
| ♂       | 158          | 11,48 - 22,98 | 17,07 $\pm$ 2,03 | 1,01 | 11,94 |
| ♀       | 142          | 12,93 - 21,73 | 17,30 $\pm$ 1,93 |      | 11,19 |
| Ukupno* | 357          | 11,48 - 22,98 | 17,03 $\pm$ 2,13 |      | 12,54 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

### Odnos dužine repne peraje i standardne dužine tijela (Lc/Ls)

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 22,49, za ženke 23,76, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 22,65. Modalna je vrijednost za ženke i za ukupni uzorak bila 25 %, a za mužjake je bila nešto niža i iznosila je

22%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te je zabilježena mala, statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.11. Slika 3.4.1.4.)

**Tablica 3.4.1.11.** Postotni odnos dužine repne peraje i standardne dužine tijela (Lc/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V (%) |
|---------|--------------|---------------|------------------|------|-------|
| ♂       | 158          | 14,63 – 28,00 | 22,49 ± 2,32     | 1,95 | 10,35 |
| ♀       | 142          | 15,38 – 28,76 | 23,76 ± 2,29     |      | 9,98  |
| Ukupno* | 357          | 14,63- 28,76  | 22,65 ± 2,41     |      | 10,64 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

#### **Odnos najveće visine tijela i standardne dužine tijela (T/Ls)**

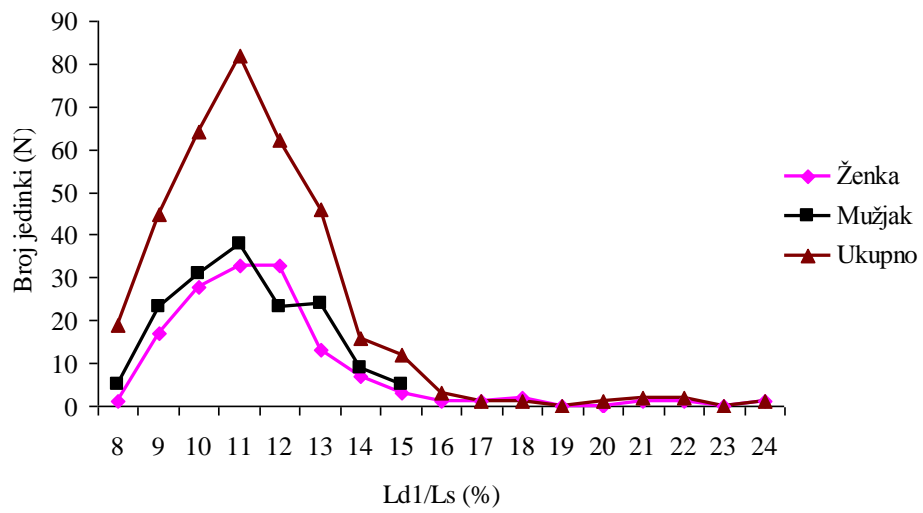
Srednja je vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake iznosila 17,27, za ženke 17,42 dok je za analizirani ukupni uzorak bila 17,15. Modalna je vrijednost za mužjake te za ukupni uzorak bila 16,6% te je bila nešto b viša za ženke i iznosila je 17,6%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za ženke te nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.12. Slika 3.4.1.4.)

**Tablica 3.4.1.12.** Postotni odnos najveće visine tijela i standardne dužine tijela (T/Ls)

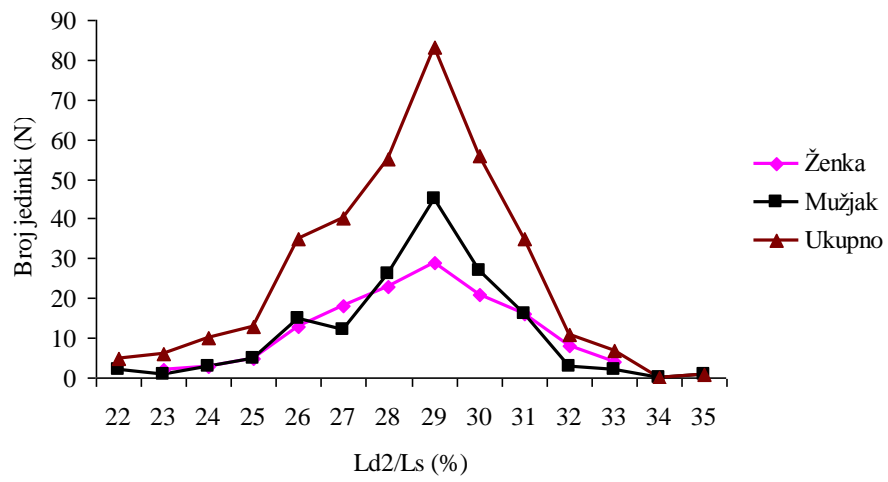
| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%)  |
|---------|--------------|---------------|------------------|------|-------|
| ♂       | 158          | 12,94 -23,37  | 17,27 ± 1,80     | 0,71 | 10,47 |
| ♀       | 142          | 12,94 - 23,07 | 17,42 ± 1,86     |      | 10,70 |
| Ukupno* | 357          | 12,94 - 24,24 | 17,15 ± 1,89     |      | 11,03 |

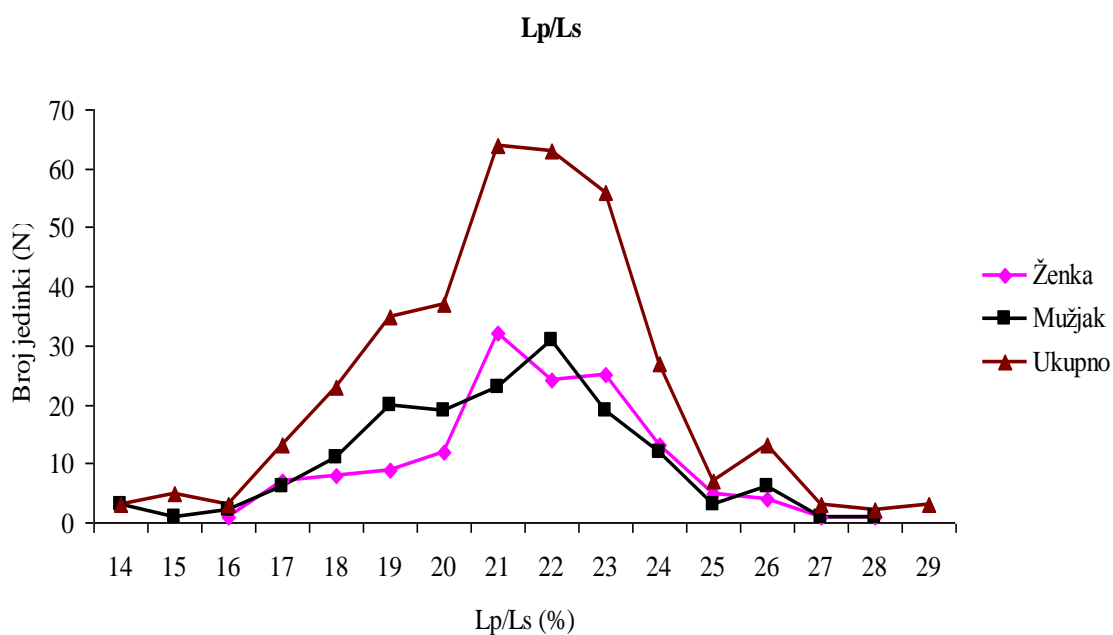
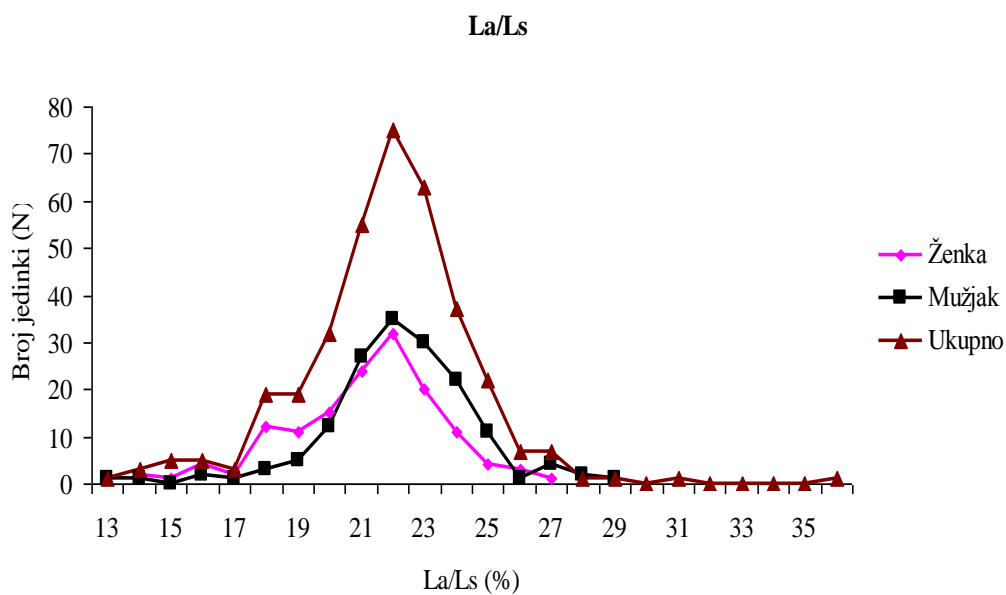
\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

Ld1/Ls



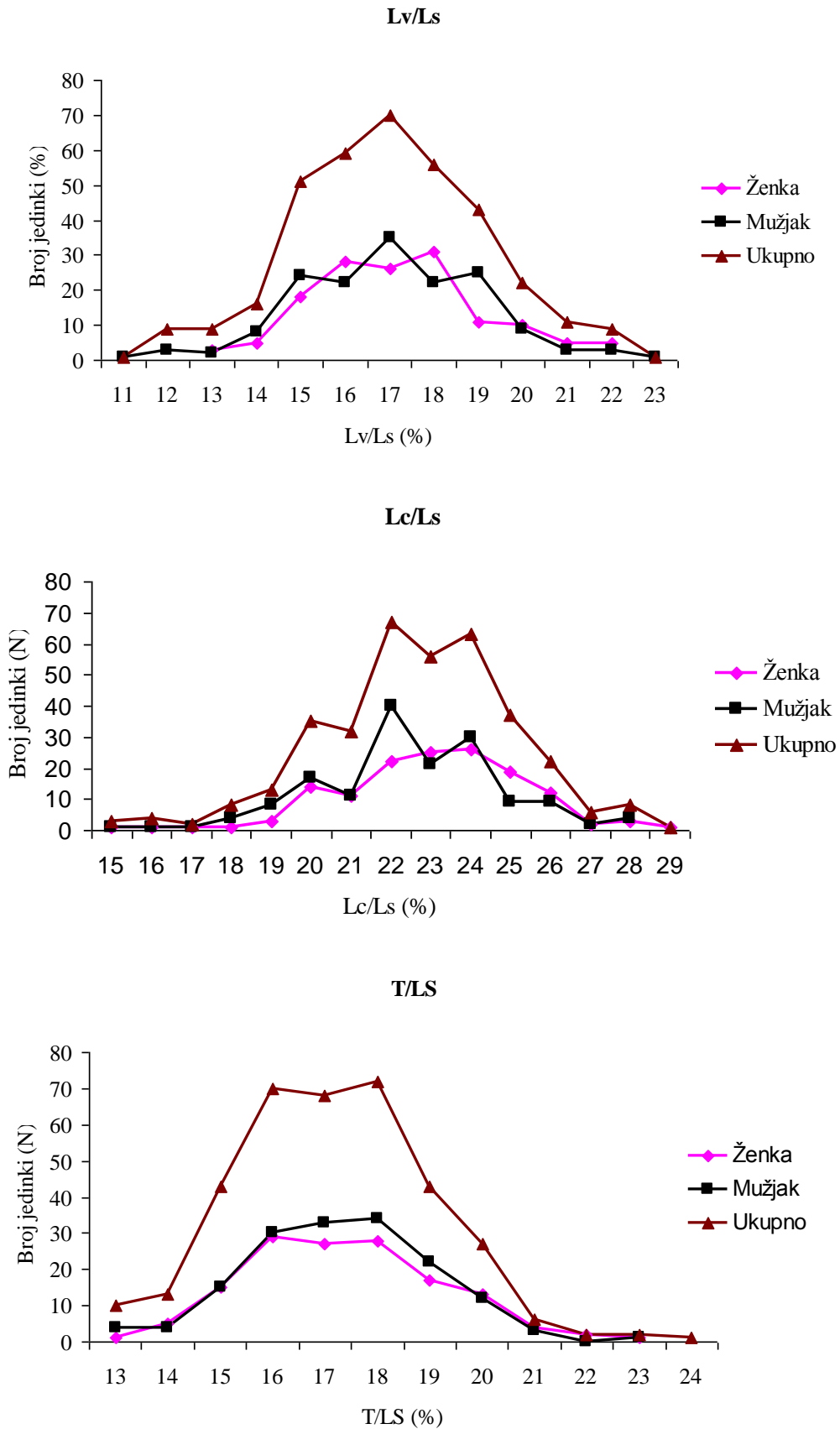
Ld2/Ls





**Slika 3.4.1.3.** Zastupljenost postotnih vrijednosti dužina tijela ženki, mužjaka i ukupnog uzorka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* iz Novigradskog mora





**Slika 3.4.1.4.** Zastupljenost postotnih vrijednosti dužina tijela ženki, mušjaka i ukupnog uzorka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* iz Novigradskog mora

### Odnos najmanje visine tijela i standardne dužine tijela (Tpc/Ls)

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 9,78, za ženke 9,61, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 9,71. Modalna vrijednost za ženke te za ukupni uzorak iznosila je 10% te je bila nešto niža za mužjake i iznosila je 9,5 %. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.13.Slika 3.4.1.5.)

**Tablica 3.4.1.13.** Postotni odnos najmanje visine tijela i standardne dužine tijela (Tpc/Ls)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)   | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%)  |
|---------|--------------|--------------|------------------|------|-------|
| ♂       | 158          | 7,29 - 15,15 | 9,78 $\pm$ 1,35  | 1,13 | 13,64 |
| ♀       | 142          | 7,20 - 13,63 | 9,61 $\pm$ 1,15  |      | 12,03 |
| Ukupno* | 357          | 7,31 - 15,68 | 9,71 $\pm$ 1,31  |      | 13,49 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

### Odnos promjera oka i dužine glave (O/C)

Srednja je vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake iznosila 23,07, za ženke 24,73, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 23,76. Modalna vrijednost ovog morfometrijskog odnosa bila je jednaka za mužjake, ženke i ukupni uzorak 25 %. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te je zabilježena statistički značajna razlika između spolova (t-test, P= 0,00).(Tablica 3.4.1.13. Slika 3.4.1.5.).

**Tablica 3.4.1.14.** Postotni odnos promjera oka i dužine glave (O/C)

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t      | V(%)  |
|---------|--------------|---------------|------------------|--------|-------|
| ♂       | 158          | 13,15 - 36,84 | 23,07 $\pm$ 4,53 | 3,48** | 19,65 |
| ♀       | 142          | 15,00 - 35,71 | 24,73 $\pm$ 3,75 |        | 15,16 |
| Ukupno* | 357          | 13,15 - 36,84 | 23,76 $\pm$ 4,45 |        | 18,73 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

\*\* statistički značajna razlika ( $t \geq 1,96$ ;  $P \leq 0,05$ )

### Odnos širine međuočnog prostora i dužine glave (I<sub>0</sub>/C)

Srednja je vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake iznosila 9,70, za ženke 10,67, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 9,54. Modalna vrijednost za mužjake te za ukupni uzorak iznosila je 9 % te je nešto bila niža za ženke i iznosila je 8,0 %. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za ženke te nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.15. Slika 3.4.1.5.).

**Tablica 3.4.1.15.** Postotni odnos širine međuočnog prostora i dužine glave ( $I_0/C$ )

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)   | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%) |
|---------|--------------|--------------|------------------|------|------|
| ♂       | 158          | 7,69 - 13,79 | 9,70 ± 1,37      | 1,23 | 8,78 |
| ♀       | 142          | 9,52 - 12,69 | 10,67 ± 1,05     |      | 9,86 |
| Ukupno* | 357          | 7,69 - 14,00 | 9,54 ± 1,48      |      | 9,50 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

#### Odnos predočne udaljenosti i dužine glave ( $P_0/C$ )

Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake je iznosila 23,86, za ženke 25,57, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 24,41. Modalna vrijednost za mužjake te za ukupni uzorak iznosila je 25% te je bila nešto viša za ženke i iznosila je 26%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za mužjake te je zabilježena statistički značajna razlika između spolova (t-test,  $P = 0,00$ ) (Tablica 3.4.1.16. Slika 3.4.1.5.)

**Tablica 3.4.1.16.** Postotni odnos predočne udaljenosti i dužine glave ( $P_0/C$ )

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t      | V(%)  |
|---------|--------------|---------------|------------------|--------|-------|
| ♂       | 158          | 13,06 - 33,33 | 23,86 ± 3,79     | 4,27** | 15,89 |
| ♀       | 142          | 14,28 - 31,57 | 25,57 ± 3,18     |        | 12,43 |
| Ukupno* | 357          | 13,63 - 35,71 | 24,41 ± 3,98     |        | 16,27 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

\*\* statistički značajna razlika ( $t \geq 1,96$ ;  $P \leq 0,05$ )

#### Odnos zaočne udaljenosti i dužine glave ( $O_0/C$ )

Srednja je vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela za mužjake iznosila 44,93, za ženke 44,57, dok je za analizirani ukupni uzorak bila 43,59. Modalna vrijednost za mužjake te za ukupni uzorak iznosila je 50% te je nešto bila niža za ženke i iznosila je 47,8%. Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za ženke te nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.17. Slika 3.4.1.5.).

**Tablica 3.4.1.17.** Postotni odnos zaočne udaljenosti i dužine glave ( $O_0/C$ )

| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%)  |
|---------|--------------|---------------|------------------|------|-------|
| ♂       | 158          | 28,57 - 57,14 | 44,93 ± 5,71     | 0,56 | 12,72 |
| ♀       | 142          | 31,57 - 63,49 | 44,57 ± 5,68     |      | 12,74 |
| Ukupno* | 357          | 28,57 - 57,89 | 43,59 ± 6,10     |      | 14,00 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

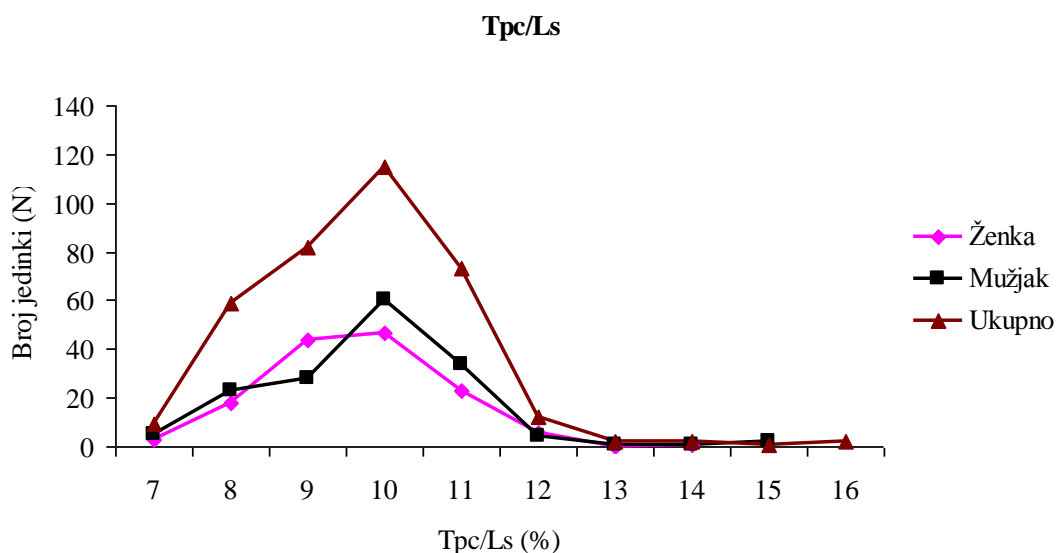
### Odnos najmanje i najveće visine tijela (Tpc/T)

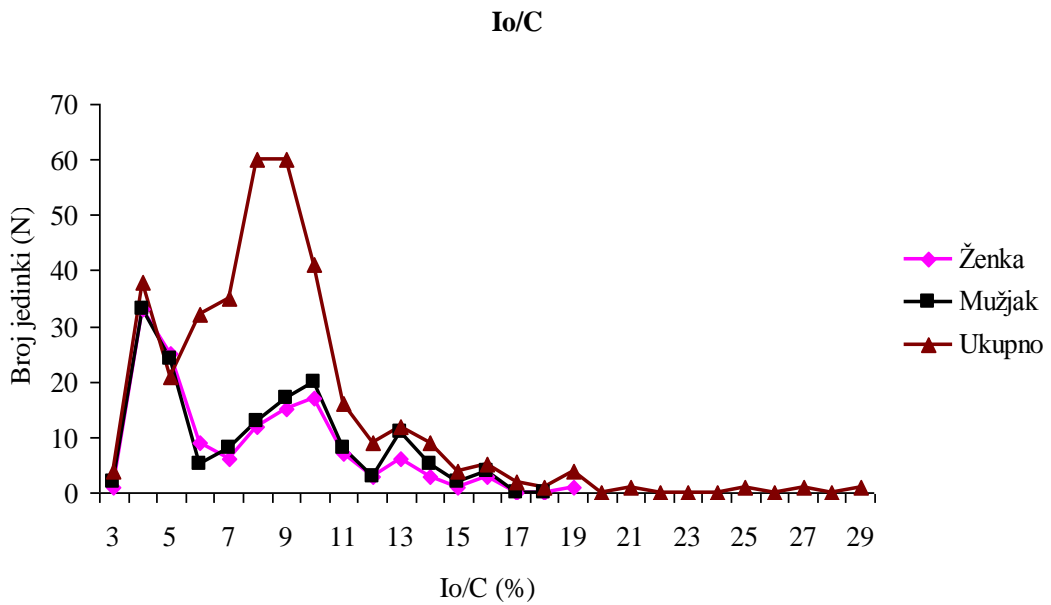
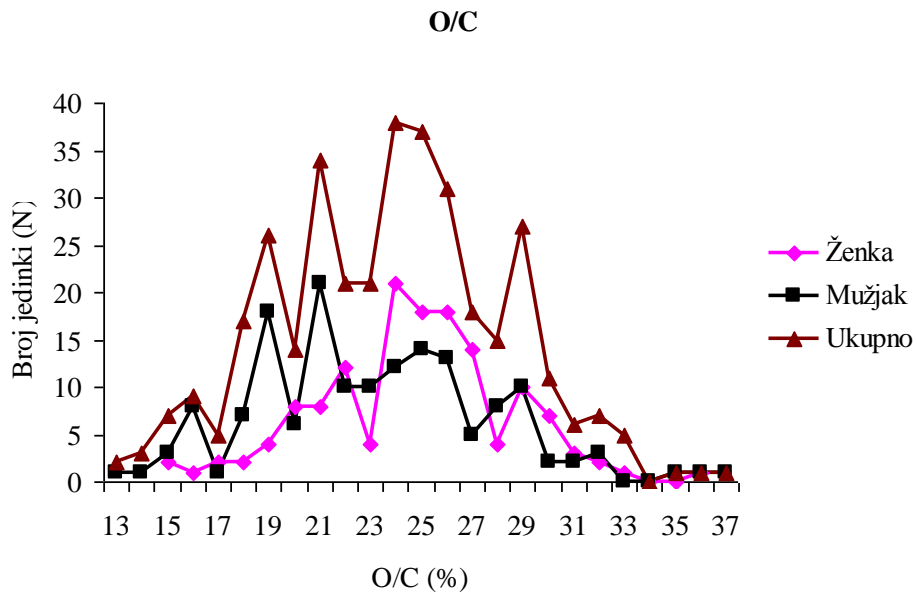
Srednja vrijednost analiziranog odnosa dužine glave i standardne dužine tijela je za mužjake iznosila 55,58, a za ženke 54,61 dok je za analizirani ukupni uzorak bila 56,37. Modalna vrijednost ovog morfometrijskog odnosa bila je jednaka za mužjake, ženke i ukupni uzorak (50%). Varijabilnost ovog odnosa bila je veća za ženke te nije zabilježena statistički značajna razlika između spolova (Tablica 3.4.1.18. Slika 3.4.1.5.)

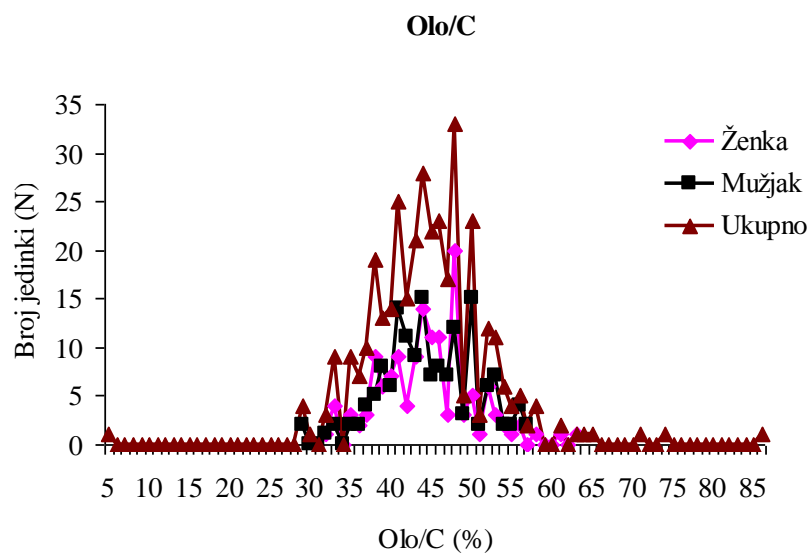
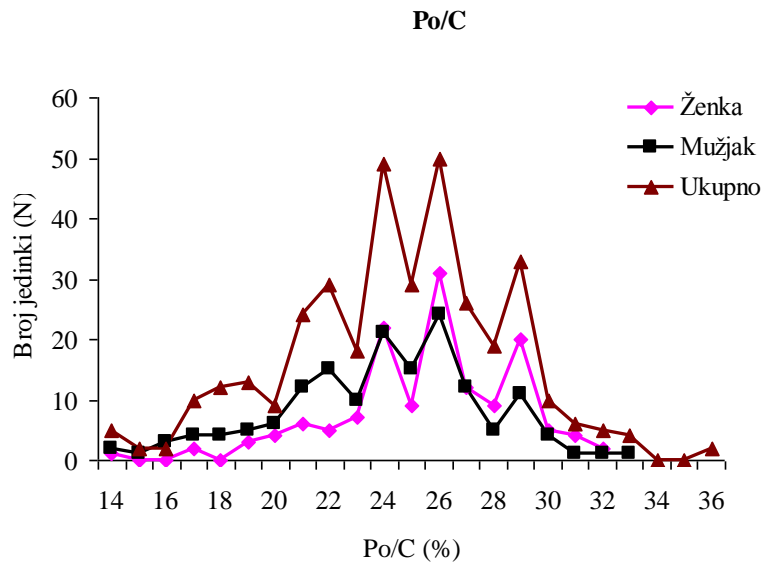
**Tablica 3.4.1.18.** Postotni odnos najmanje i najveće visine tijela (Tpc/T)

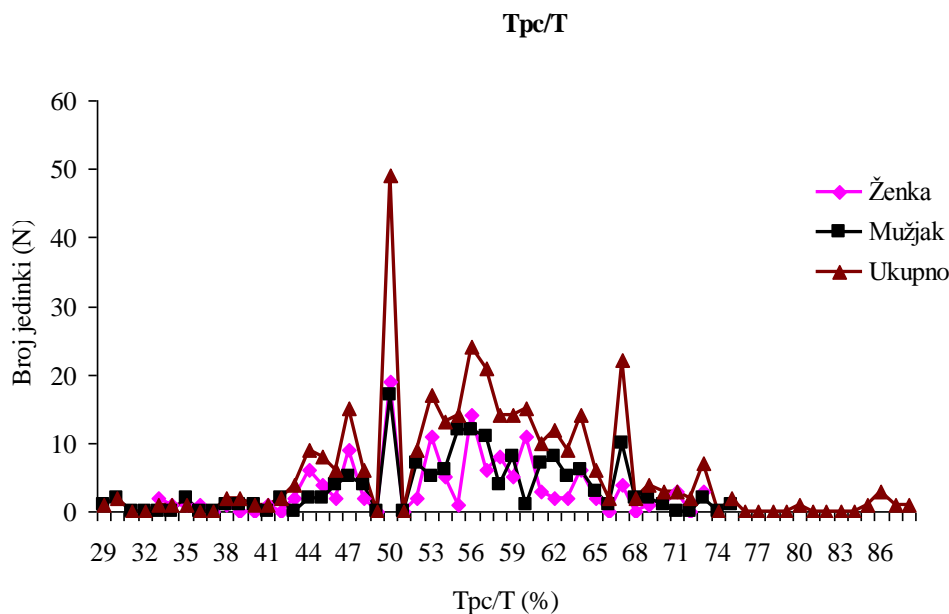
| Spol    | Broj jedinki | Raspon (%)    | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V(%)  |
|---------|--------------|---------------|------------------|------|-------|
| ♂       | 158          | 28,94 - 75,00 | 55,58 ± 8,36     | 1,01 | 15,05 |
| ♀       | 142          | 33,33 - 73,33 | 54,61 ± 8,31     |      | 15,22 |
| Ukupno* | 357          | 28,94 - 87,50 | 56,37 ± 9,15     |      | 16,23 |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol









**Slika 3.4.1.5.** Zastupljenost postotnih vrijednosti dužina tijela ženki, mušjaka i ukupnog uzorka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* iz Novigradskog mora

### 3.4.2. Merističke osobine

#### Broj nečlankovitih šipčica prve leđne peraje (D1)

U ukupnome uzorku glavoča travaša broj nečlankovitih šipčica prve leđne peraje bio je stalan (VI) (Tablica 3.4.2.1. A).

**Tablica 3.4.2.1. A)** Broj nečlankovitih šipčica prve leđne peraje (D1)

| Broj šipčica | ♀          | ♂          | Ukupni uzorak* |
|--------------|------------|------------|----------------|
| VI           | 142        | 158        | 357            |
| Ukupno       | 142 (100%) | 158 (100%) | 357 (100%)     |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

#### Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica druge leđne peraje (D2)

U ukupnome uzorku glavoča travaša broj nečlankovitih šipčica druge leđne peraje bio je (I), dok je broj člankovitih šipčica bio u rasponu od 14 do 17. Srednja vrijednost ukupnog broja šipčica iznosila je 15,56, za ženke 15,61 te za mušjake 15,6. Modalna vrijednost broja nečlankovitih i člankovitih šipčica druge leđne peraje bila je I+16 za ukupni uzorak. Varijabilnost broja šipčica bila je veća kod mušjaka, dok statistički značajne razlike između mušjaka i ženki nije bilo (Tablica 3.4.2.1. B).

**Tablica 3.4.2.1. B) Broj nečlankovitih šipčica druge leđne peraje (D2)**

| Broj šipčica     | ♀                | ♂                | Ukupni uzorak*   |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| I/14             | 22 (15,49%)      | 31 (19,63%)      | 62 (17,37 %)     |
| I/15             | 17 (11,97%)      | 8 (5,06%)        | 36 (10,08%)      |
| I/16             | 97 (68,31%)      | 111 (70,25%)     | 24,4 (68,35 %)   |
| I/17             | 6 (4,23%)        | 8 (5,06%)        | 15 (4,20 %)      |
| Ukupno           | 142 (10%)        | 158 (100%)       | 357 (100%)       |
| $\bar{x} \pm SD$ | 15,61 $\pm$ 0,79 | 15,60 $\pm$ 0,85 | 15,56 $\pm$ 0,98 |
| t                |                  | 0,05             |                  |
| V(%)             | 5,10             | 5,49             | 6,31             |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

**Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica podrepne peraje (A)**

U ukupnome uzorku broj nečlankovitih šipčica podrepne peraje bio je (I), dok je broj člankovitih šipčica bio u rasponu od 10 do 17. Srednja vrijednost ukupnog broja šipčica iznosila je 14,65 za ženke, za mužjake je iznosila 14,67. Modalna vrijednost broja nečlankovitih i člankovitih šipčica druge leđne peraje bila je I +15 za ukupni uzorak. Varijabilnost broja šipčica bila je veća kod mužjaka, dok statistički značajne razlike između mužjaka i ženki nije bilo (Tablica 3.4.2.2.).

**Tablica 3.4.2.2. Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica podrepne peraje (A)**

| Broj šipčica     | ♀                | ♂                | Ukupni uzorak*   |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| I/10             | 0                | 1 (0,63%)        | 2 (0,56%)        |
| I/12             | 0                | 3 (1,91%)        | 58(1,40%)        |
| I/13             | 6(4,22%)         | 8 (5,06%)        | 16 (4,48 %)      |
| I/14             | 51 (35,91%)      | 47 (29,75%)      | 127 (35,57%)     |
| I/15             | 56 (39,44%)      | 73 (46,20%)      | 149 (41,74 %)    |
| I/16             | 28 (19,72%)      | 26 (16,45%)      | 56 (15,69%)      |
| I/17             | 1 (0,71%)        | 0                | 2 (0,56%)        |
| Ukupno           | 142 (100%)       | 158 (100%)       | 357 (100%)       |
| $\bar{x} \pm SD$ | 14,67 $\pm$ 0,84 | 14,67 $\pm$ 0,94 | 14,65 $\pm$ 0,92 |
| t                |                  | 0,88             |                  |
| V(%)             | 5,68             | 6,44             | 6,33             |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol



### Broj člankovitih šipčica prsnih peraja (P)

U ukupnome uzorku glavoča travaša broj člankovitih šipčica prsnih peraja bio je u rasponu od 14 do 19. Srednja vrijednost ukupnog broja šipčica iznosila je 16,82 za ukupni uzorak, za ženke 16,95 te je za mužjake bila 16,86. Modalna vrijednost broja člankovitih šipčica prsnih peraja bila je 18 za ukupni uzorak. Varijabilnost broja šipčica bila je veća kod ženki dok statistički značajne razlike između mužjaka i ženki nije bilo (Tablica 3.4.2.3.).

**Tablica 3.4.2.3.** Broj člankovitih šipčica prsnih peraja (P)

| Broj šipčica     | ♀            | ♂            | Ukupni uzorak* |
|------------------|--------------|--------------|----------------|
| 14               | 5 (3,53%)    | 9 (5,69%)    | 21 (5,88%)     |
| 15               | 10 (7,05 %)  | 5 (3,16 %)   | 19 (5,32%)     |
| 16               | 33 (23,23 %) | 43 (27,22%)  | 97 (27,17%)    |
| 17               | 36 (25,35 %) | 45 (28,49%)  | 91 (25,49%)    |
| 18               | 54 (38,02%)  | 54 (34,18 %) | 122 (34,17%)   |
| 19               | 4 (2,82 %)   | 2 (1,26%)    | 7 (1,97%)      |
| Ukupno           | 142          | 158          | 357            |
| $\bar{x} \pm SD$ | 16,95 ± 1,15 | 16,86 ± 1,13 | 16,82 ± 1,18   |
| t                |              | 0,73         |                |
| V(%)             | 6,80         | 6,74         | 7,05           |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

### Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja (V)

U ukupnome uzorku glavoča travaša broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja bio je stalan za ukupni uzorak (I+5). Varijabilnost broja šipčica između spolova nije zabilježena. Tablica 3.4.2.4.

**Tablica 3.4.2.4.** Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih (ventralnih) peraja (V)

| Broj šipčica | ♀          | ♂          | Ukupni uzorak* |
|--------------|------------|------------|----------------|
| I/5          | 142        | 158        | 357            |
| Ukupno       | 142 (100%) | 158 (100%) | 357 (100%)     |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

### Broj člankovitih šipčica repne peraje (C)

U ukupnome je uzorku glavoča travaša broj člankovitih šipčica repne peraje bio u rasponu od 14 do 20. Srednja vrijednost ukupnog broja šipčica iznosila je 16,23 za ukupni uzorak, za mužjake 16,37 te kod ženki 16,36. Modalna vrijednost broja člankovitih šipčica repne peraje bila je 16 za ukupni uzorak. Varijabilnost je broja šipčica bila veća kod mužjaka, dok statistički značajne razlike između mužjaka i ženki nije bilo. (Tablica 3.4.2.5.).

**Tablica 3.4.2.5.** Broj člankovitih šipčica repne (kaudalne) peraje (C)

| Broj šipčica     | ♀                | ♂                | Ukupni uzorak*   |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 14               | 14 (9,86 %)      | 19 (12,02 %)     | 48 (13,44 %)     |
| 15               | 9 (6,33 %)       | 8 (5,07 %)       | 25 (7,00%)       |
| 16               | 66 (46,48 %)     | 71 (44,94 %)     | 164 (45,94 %)    |
| 17               | 24 (16,91 %)     | 23 (14,56 %)     | 49 (13,73 %)     |
| 18               | 26 (18,31 %)     | 32 (14,56 %)     | 49 (13,73 %)     |
| 19               | 0                | 2 (1,26 %)       | 2 (0,57 %)       |
| 20               | 3 (2,11 %)       | 3 (1,89 %)       | 6 (1,68%)        |
| Ukupno           | 142 (100%)       | 158 (100%)       | 357 (100%)       |
| $\bar{x} \pm SD$ | 16,36 $\pm$ 1,25 | 16,37 $\pm$ 1,33 | 16,23 $\pm$ 1,31 |
| t                |                  | 0,10             |                  |
| V(%)             | 7,68             | 8,14             | 8,07             |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

### Broj škržnih nastavaka (branhiospina - Brsp) prvog škržnog luka

U ukupnom uzorku glavoča travaša broj škržnih nastavaka bio je u rasponu od 15 do 18. Srednja vrijednost ukupnog broja škržnih nastavaka iznosila je 16,95 za ukupni uzorak, za mužjake 16,97 te za ženke 16,81. Modalna vrijednost branhiospina bila je 17 za ukupni uzorak. Varijabilnost broja branhiospina bila je veća kod ženki, dok statistički značajne razlike između mužjaka i ženki nije bilo (Tablica 3.4.2.6.).

**Tablica 3.4.2.6.** Broj škržnih nastavaka (Brsp) prvog škržnog luka

| Broj škržnih nastavaka | ♀                | ♂                | Ukupni uzorak*   |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| 15                     | 5 (9,26%)        | 2 (4,34%)        | 7 (7,00%)        |
| 16                     | 13 (24,07 %)     | 11 (23,91%)      | 21 (21,00%)      |
| 17                     | 23 (42,59%)      | 19 (41,31%)      | 42 (42,00%)      |
| 18                     | 13 (24,08%)      | 14 (30,44%)      | 30 (30,00%)      |
| Ukupno                 | 54 (100%)        | 46 (100%)        | 100 (100%)       |
| $\bar{x} \pm SD$       | 16,81 $\pm$ 0,91 | 16,97 $\pm$ 0,85 | 16,95 $\pm$ 0,89 |
| t                      |                  | 0,92             |                  |
| V(%)                   | 5,42             | 5,04             | 5,26             |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

### Broj ljusaka u bočnoj pruzi (L. lat)

U ukupnome uzorku glavoča travaša broj ljusaka u bočnoj pruzi bio je u rasponu od 55 do 62. Srednja vrijednost ukupnog broja šipčica iznosila je 57,97 za ukupni uzorak, za mužjake 57,93, dok je za ženke iznosila 57,87. Modalna vrijednost za ženke, mužjake i ukupni uzorak iznosila je 57. Varijabilnost broja šipčica bila je veća kod mužjaka, dok statistički značajne razlike između mužjaka i ženki nije bilo. Tablica 3.4.2.7.

**Tablica 3.4.2.7.** Broj ljusaka duž bočne pruge (L.lat.)

| Spol           | Broj jedinki | Raspon  | $\bar{x} \pm SD$ | t    | V (%) |
|----------------|--------------|---------|------------------|------|-------|
| ♀              | 142          | 55 -62  | 57,87 $\pm$ 0,64 | 0,36 | 1,24  |
| ♂              | 158          | 55 - 62 | 57,93 $\pm$ 0,62 |      | 1,30  |
| Ukupni uzorak* | 357          | 55 - 62 | 57,97 $\pm$ 0,65 |      | 1,30  |

\* ukupni uzorak sačinjava nezrele jedinke, kao i one kojima nije bilo moguće odrediti spol

### Broj trupnih i repnih kralješaka (Vert)

U analiziranom poduzorku broj kralješaka kod ženki i mužjaka bio je konstantan i iznosio je 27 (11 trupnih i 16 repnih uključujući urostil).

### **3.4.3. Osvrt na morfometrijske odnose i merističke značajke populacije glavoča travaša u Novigradskom moru**

#### **A) Raspon analiziranih tjelesnih odnosa**

Vrijednosti analiziranih morfometrijskih odnosa kolebali su u rasponu od 7,2 do 93,47, s najmanjom vrijednosti kod odnosa visine tijela i standardne dužine (Tpc/Ls), s iznosom (7,2) za mužjake. Kod ženki je najveća vrijednost bila izražena za odnos standardne i ukupne dužine tijela (Ls/Lt) sa 89,48., U istom tjelesnom odnosu, a za mužjake je ova vrijednost iznosila 92,85. Najmanja vrijednost nekog odnosa za ženke zabilježena je kod odnosa visina tijela i standardna dužina tijela (Tpc/Ls=7,29), dok je za mužjake iznosila 7,2. Širi rasponi analiziranih vrijednosti prevladavali su kod mužjaka za 16 morfometrijskih odnosa (Ls/Lt, C/Ls, Lpd1/Ls, Lpd2/Ls, Lpa/Ls, Ld2/Ls, La/Ls, Lp/Ls, Lv/Ls, Lc/Ls, Tpc/Ls, O/C, Io/C, Po/C, Olo/C, Tpc/T).

Vrijednosti analiziranih merističkih osobina broj šipčica trbušne peraje i broj kralježaka pokazivale su jednakost.

Najmanji je raspon zabilježen kod broja šipčica podrepne peraje (10-17), a najveći kod broja šipčica repne peraje (14-20), kao i kod broja ljusaka u bočnoj pruzi (55-62).

#### **B) Razlike između srednjih vrijednosti tjelesnih veličina (t)**

Razlike između srednjih vrijednosti morfometrijskih odnosa između mužjaka i ženki bile su relativno male. Najmanja razlika (0,01) bila je kod odnosa dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela (Lp/Ls), a najveća razlika (1,71) kod odnosa predočne udaljenosti i dužine glave (Po/C). Ako uspoređujemo srednje vrijednosti, one su ipak bile veće kod ženki, nego kod mužjaka, i to za 16 morfometrijskih odnosa: Ls/Lt, C/Ls, Lpd1/Ls, Lpd2/Ls, Lpa/Ls, Lpp/Ls, Lpv/Ls, Ld1/Ls, Ld2/Ls, La/Ls, La/Ls, Lp/Ls, Lv/Ls, Lc/Ls, T/Ls, Tpc/Ls, O/C, Io/C, Po/C, Olo/C, Tpc/T. Razlike između srednjih merističkih vrijednosti bile su u rasponu od 0 za broj šipčica u trbušnoj peraji, broju kralježaka, kao i broju nečlankovitih šipčica prve leđne peraje do 0,16 za broj škržnih nastavaka, gdje je veća srednja vrijednost zabilježena kod mužjaka. Nadalje, nije utvrđena statistički značajna razlika u odnosima merističkih vrijednosti između mužjaka i ženki.

### **C) Varijabilnosti tjelesnih veličina (V)**

Varijabilnosti analiziranih morfometrijskih osobina kolebale su u rasponu od 2,35% do 20,4% za ženke, 2,29% do 19,65% za mužjake, te 2,43% do 19,58% za ukupni uzorak. Najmanja varijabilnost zabilježena je za odnos standardne i ukupne dužine tijela (Ls/Lt), a najveća za odnos dužine osnovice prve leđne peraje i standardne dužine tijela (Ld1/Ls). Varijabilnost analiziranih merističkih osobina bila je u rasponu od 0% za broj šipčica trbušne peraje, broj kralježaka te broj nečlankovitih šipčica prve leđne peraje do 8,07% za broj člankovitih šipčica repne peraje (C).

### **D) Modalne vrijednosti tjelesnih veličina**

Kod dviju analiziranih morfometrijska tjelesnih veličina (C/Ls, O/C) dobivene modalne vrijednosti za mužjake, ženke te ukupni uzorak imale su isti iznos (25,0%), a za druga dva morfometrijska odnosa (Lpd2/Ls, Tpc/T) modalne vrijednosti također su bile iste za mužjake, ženke te ukupni uzorak (50,0%). Najveće razlike modalnih vrijednosti između ženki i mužjaka pokazivale su se u odnosu La/Ls (4,0%). Modalne vrijednosti niti za jednu analiziranu merističku osobinu ne pokazuju razlike između spolova i/ili ukupnog uzorka.

#### **3.4.4. Dijagnoza populacije**

Dužina glave sadržana je u standardnoj dužini tijela i kreće se od 2,6 do 4,9 puta; dužina predleđne prve udaljenosti od 2,1 do 4,2 puta; dužina druge predleđne udaljenosti od 1,5 do 3,8 puta; dužina predpodrepne udaljenosti od 1,5 do 2,1 puta; predprsne udaljenosti od 2,3 do 5,6 puta; predtrbušne udaljenosti od 2,9 do 4,6 puta; dužina osnovice prve leđne peraje od 4,2 do 13,0 puta; dužina osnovice druge leđne peraje od 2,8 do 4,5 puta; dužina osnovice podrepne peraje od 2,8 do 7,4 puta; dužina prsne peraje od 3,4 do 7,4 puta; dužina trbušne peraje od 4,4 do 8,7 puta; dužina repne peraje od 3,5 do 6,8 puta; najveće visine tijela od 4,1 do 7,7 puta te najmanje visine tijela od 6,4 do 13,6 puta. Standardna dužina tijela uključena je od 1,1 do 1,3 puta u ukupnoj tjelesnoj dužini. Promjer oka sadržan je od 2,7 do 7,6 puta; međuočni prostor od 7,1 do 13 puta; predočna udaljenost od 2,8 do 7,3 puta i izaočna udaljenost od 1,7 do 3,5 puta dok je najmanja visina sadržana u najvećoj visini tijela od 1,2 do 3,2 puta.

Za merističke osobitosti:

formula peraja  $D1=VI$  ;  $D2 = I + (14 - 17)$  ;  $A = I + (10 -17)$  ;  $P = 14 -19$ ;

$V = I + 5$  ;  $C = 14 - 20$  ;

broj kralješaka (Vert.) = 27;

broj škržnih nastavaka (Br. Sp.) = 15 -18 ;

broj ljustaka u bočnoj pruzi (L. lat.) = 55 – 62.

### 3.4.5. Relativni rast glavoča travaša

Morfometrijski odnosi naspram ukupne dužine tijela za uzorak (N=357) glavoča travaša prikazani su na sljedećim slikama (Slika. 3.4.5.1., 3.4.5.2., 3.4.5.3.). U tablici 3.4.5.1. pregledno su prikazani parametri za 20 tjelesnih odnosa.

**Tablica 3.4.5.1.** Pregled parametara relativnog rasta glavoča travaša

| Morfometrijski odnos | b        | R <sup>2</sup> |
|----------------------|----------|----------------|
| Ls/Lt                | + 0,0816 | 0,146          |
| C/Ls                 | + 0,0261 | 0,0027         |
| Lpd1/Ls              | - 0,1438 | 0,477          |
| Lpd2/Ls              | - 0,1818 | 0,1499         |
| Lpa/Ls               | - 0,1115 | 0,0402         |
| Lpp/Ls               | + 0,0569 | 0,1228         |
| Lpv/Ls               | + 0,115  | 0,1807         |
| Ld1/Ls               | + 0,0964 | 0,1292         |
| Ld2/Ls               | + 0,1432 | 0,3403         |
| La/Ls                | - 0,1115 | 0,0402         |
| Lp/Ls                | - 0,1796 | 0,5455         |
| Lv/Ls                | - 0,136  | 0,2872         |
| Lc/Ls                | - 0,1474 | 0,2711         |
| T/Ls                 | + 0,056  | 0,0599         |
| Tpc/Ls               | + 0,0494 | 0,1182         |
| O/C                  | - 0,4627 | 0,3192         |
| Io/C                 | - 0,1054 | 0,2037         |
| Po/C                 | - 0,4038 | 0,1521         |
| Olo/C                | + 0,287  | 0,1969         |
| Tpc/T                | - 0,0925 | 0,0194         |

Iz navedenih tjelesnih odnosa vidi se da su promjene u funkciji porasta ukupne dužine tijela imale negativno i pozitivno odstupanje. U tablici 3.4.5.1. prikazani su parametri relativnog rasta za 20 tjelesnih odnosa gdje se može vidjeti da za svaki jednocentimetarski porast ukupne dužine tijela glavoča travaša odnos:

Lpd1/Ls zaostaje za 0,14 %;

Lpd2/Ls zaostaje za 0,18 %;

Lpa/Ls zaostaje za 0,11%;

La/Ls zaostaje za 0,11 %;

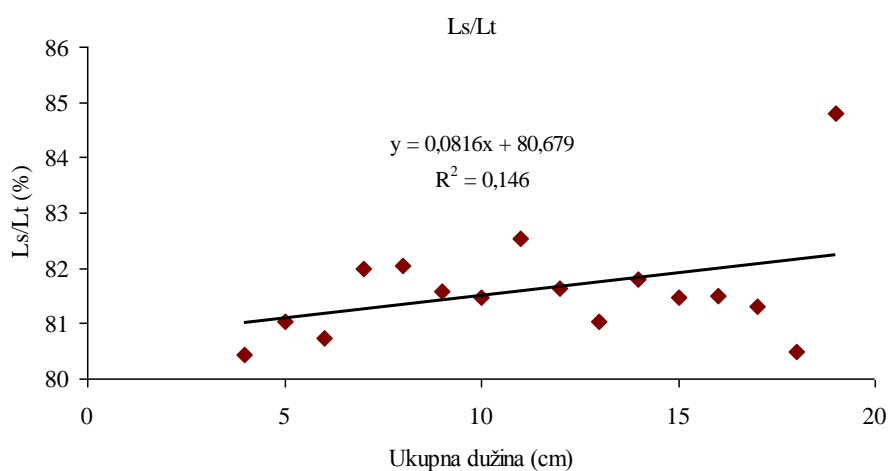
Lp/Ls zaostaje za 0,18 %;

Lv/Ls zaostaje za 0,14 %;

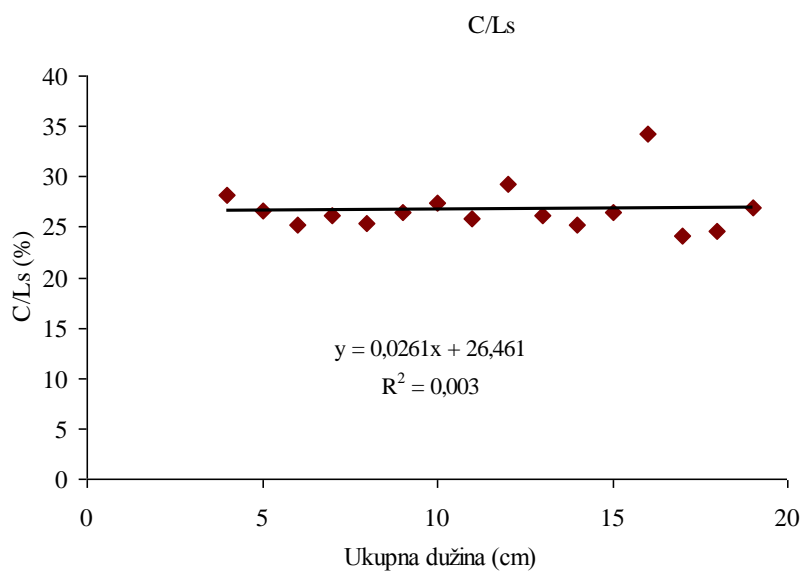
Lc/Ls zaostaje za 0,15 %.

Također, s povećanjem ukupne dužine tijela glavoča travaša porast su pokazali sljedeći odnosi: Ls/Lt za 0,08%, C/Ls za 0,02%, Lpp/Ls za 0,05%, Lpv/Ls za 0,11%, Ld1/Ls za 0,1%, Ld2/Ls za 0,14%. Možemo zaključiti da veći glavoč travaš ima kraću prvu i drugu predleđnu udaljenost, predpodrepnu udaljenost, kraću dužinu podrepne peraje, repne peraje te prsnih i trbušnih peraja, a veću standardnu dužinu tijela, glavu, predprsne i predtrbušne udaljenosti, kao i dužinu osnovice prve i druge leđne peraje (Slika 3.4.5.1.). Nadalje, pozitivnu korelaciju s porastom ukupne dužine tijela glavoča travaša pokazao je samo jedan odnos Olo/C (0,28%), dok su negativnu korelaciju pokazali odnosi O/C (0,46%), Io/C (0,11%) te Po/C (0,28%) (Slika 3.4.5.2.).

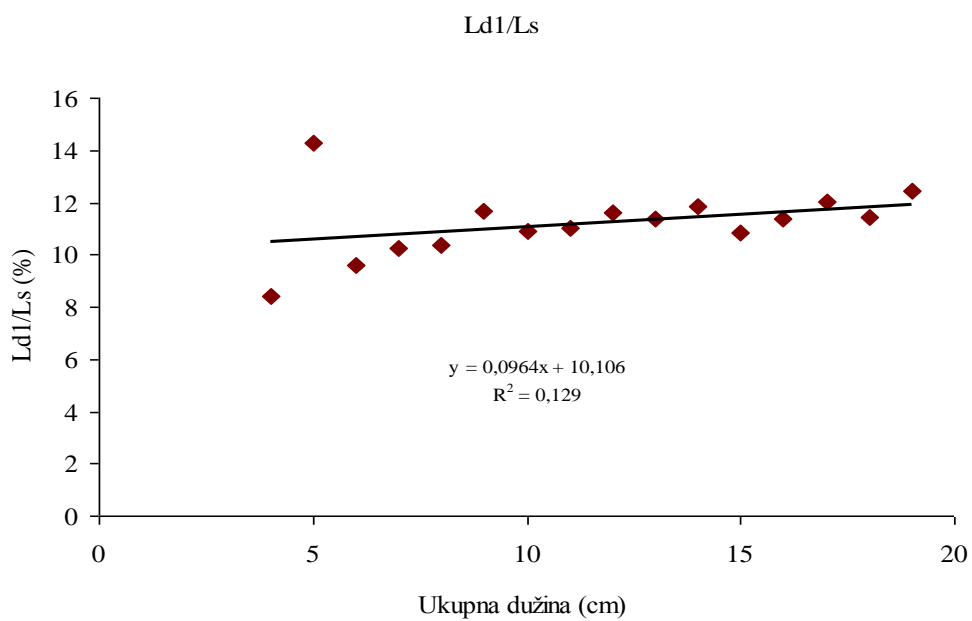
a)



b)

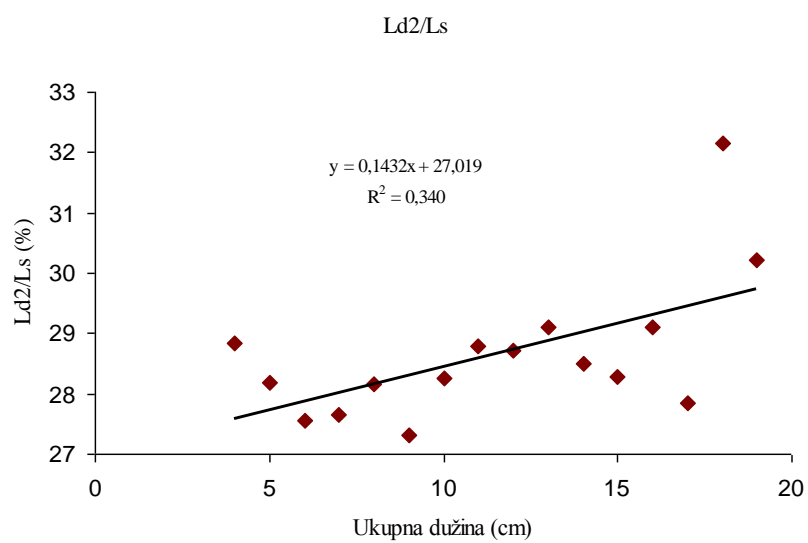


c)

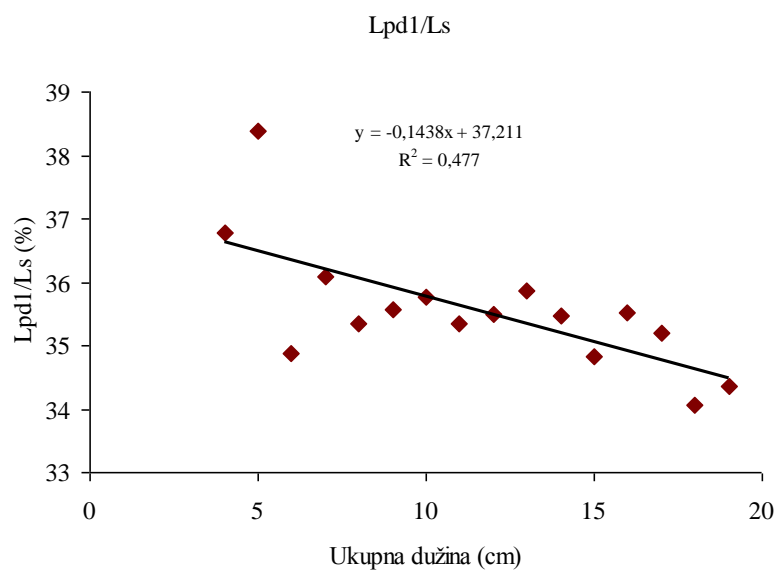




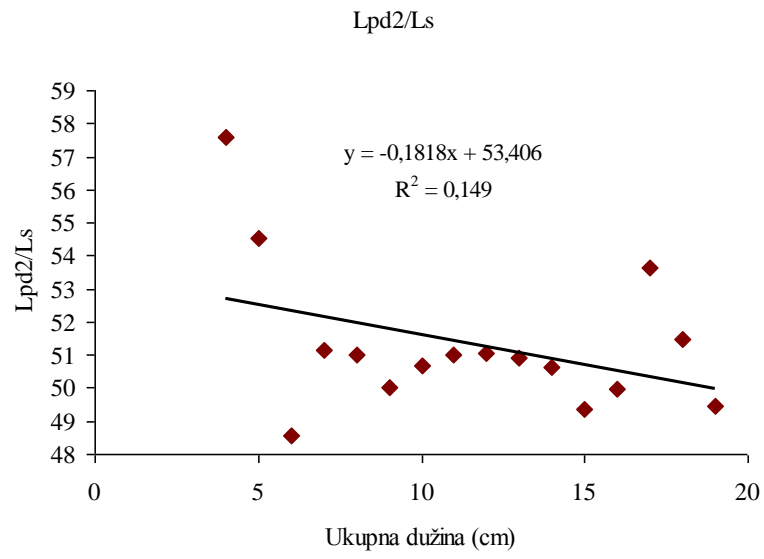
d)



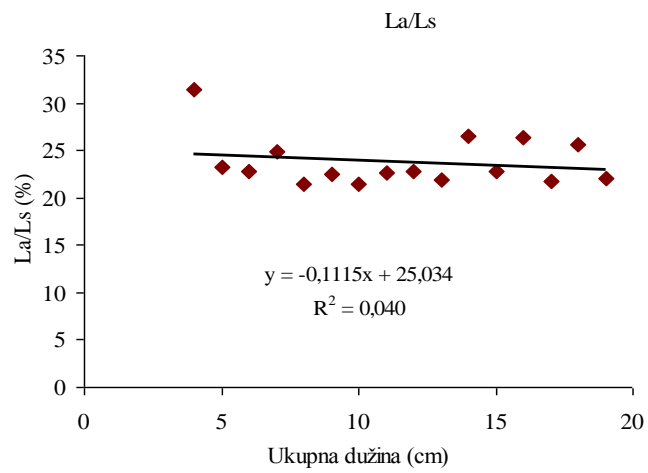
e)



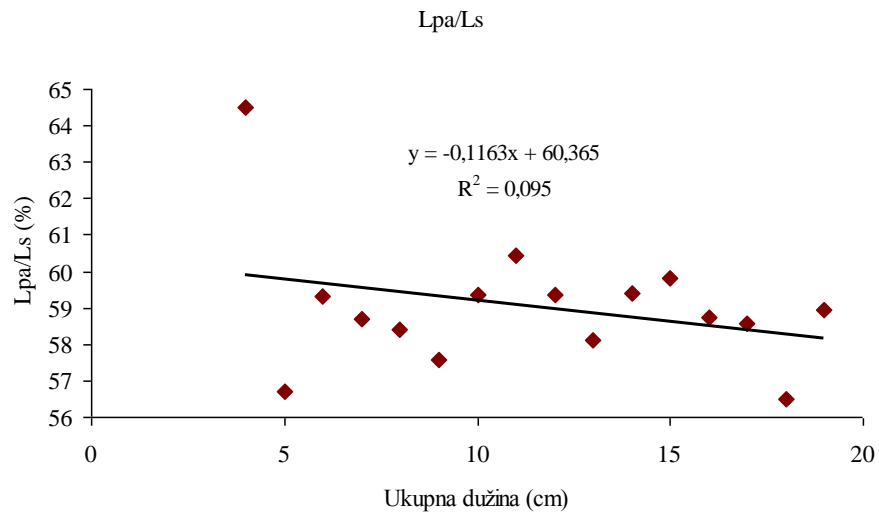
f)



g)

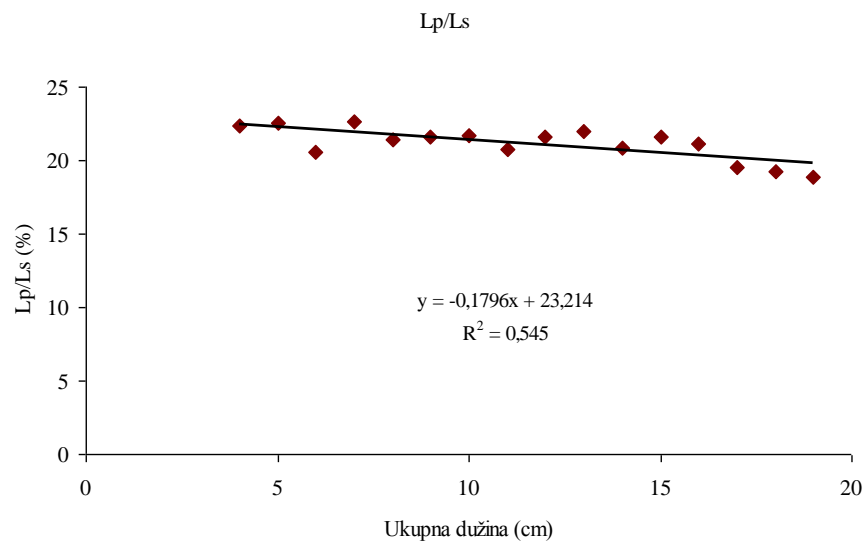


h)

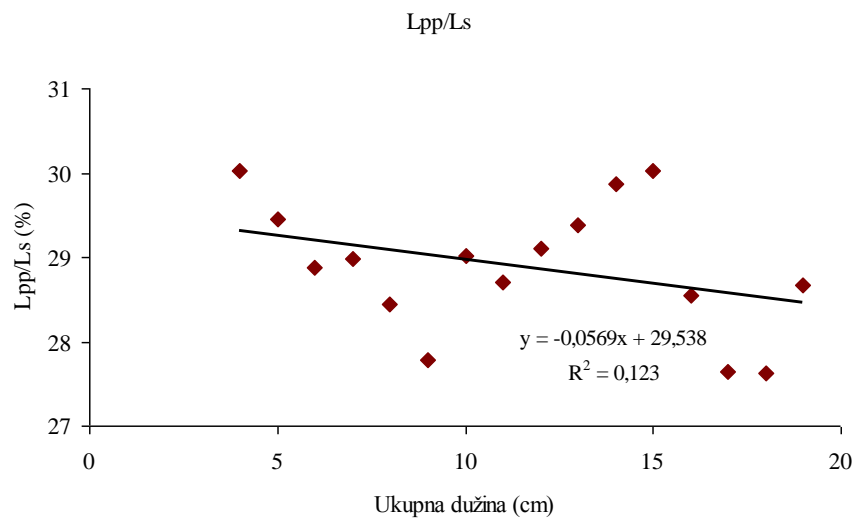


**Slika 3.4.5.1.** Ukupne dužine tijela glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u odnosu na morfometrijske odnose (a) Ls/Lt, b) C/Ls, c) Ld1/Ls, d) Ld2/Ls, e) Lpd1/Ls, f) Lpd2/Ls, g) La/Ls, h) Lpa/Ls)

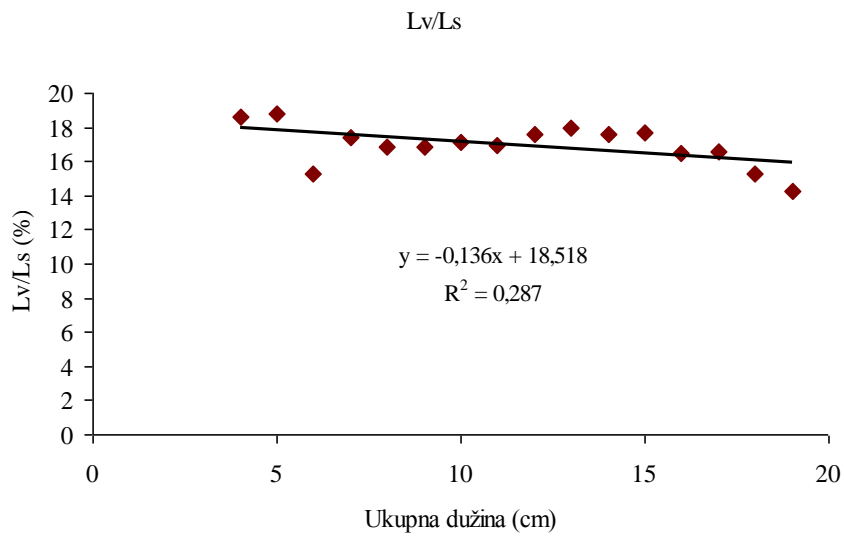
i)



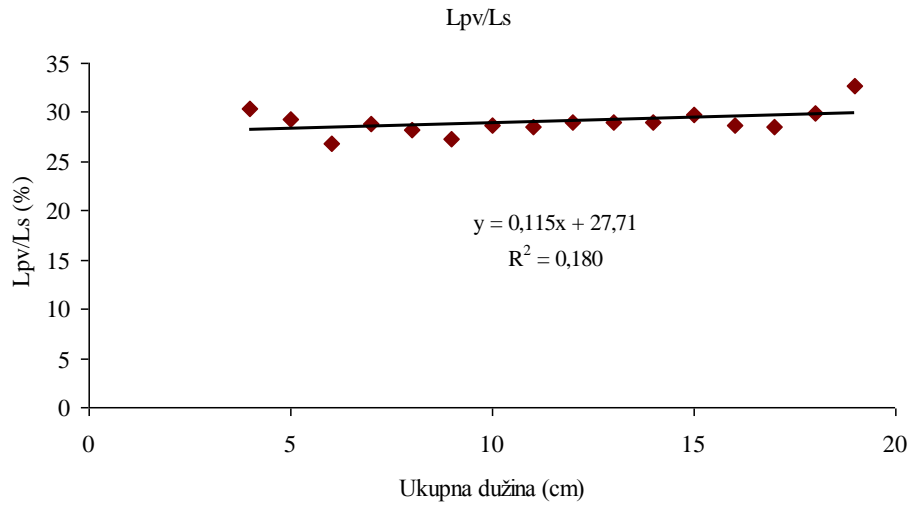
j)



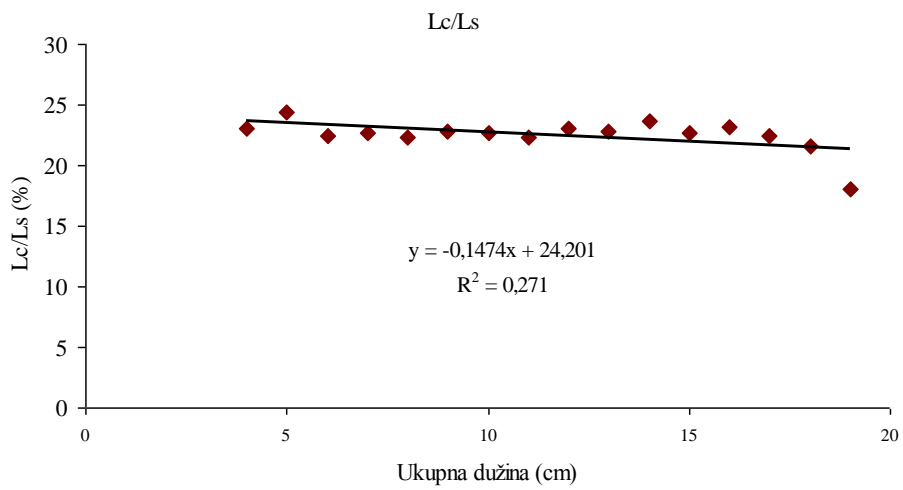
k)



l)

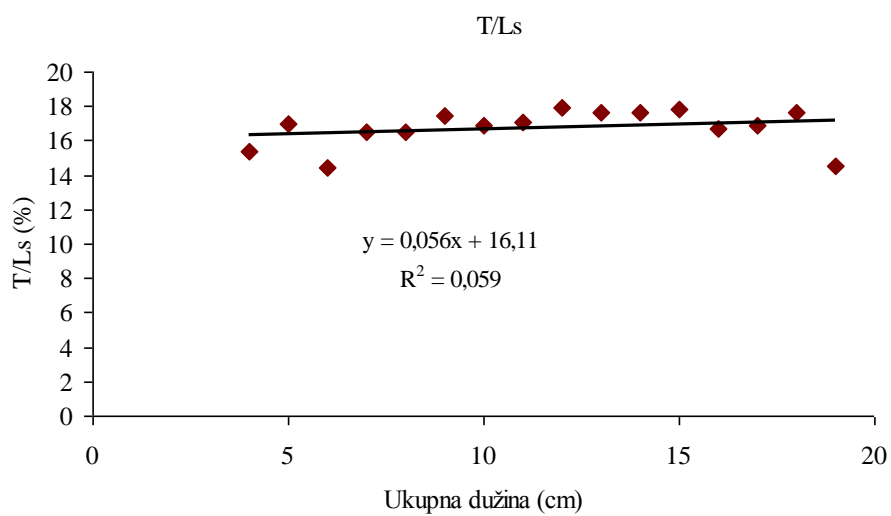


lj)

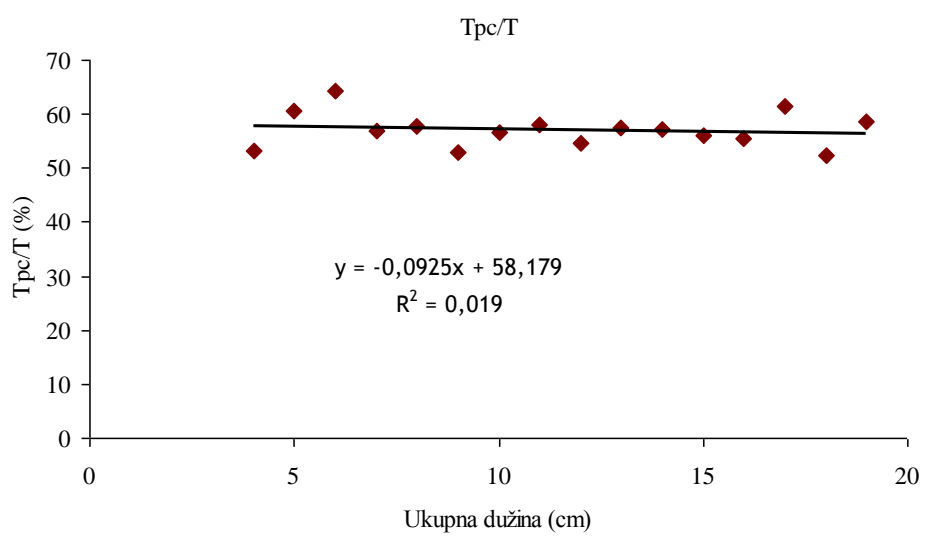


**Slika 3.4.5.1.** (nastavak) Ukupne dužine tijela glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u odnosu na morfometrijske odnose ( i) Lp/Ls, j) Lpp/Ls, k) Lv/Ls, l) Lpv/Ls, lj) Lc/Ls)

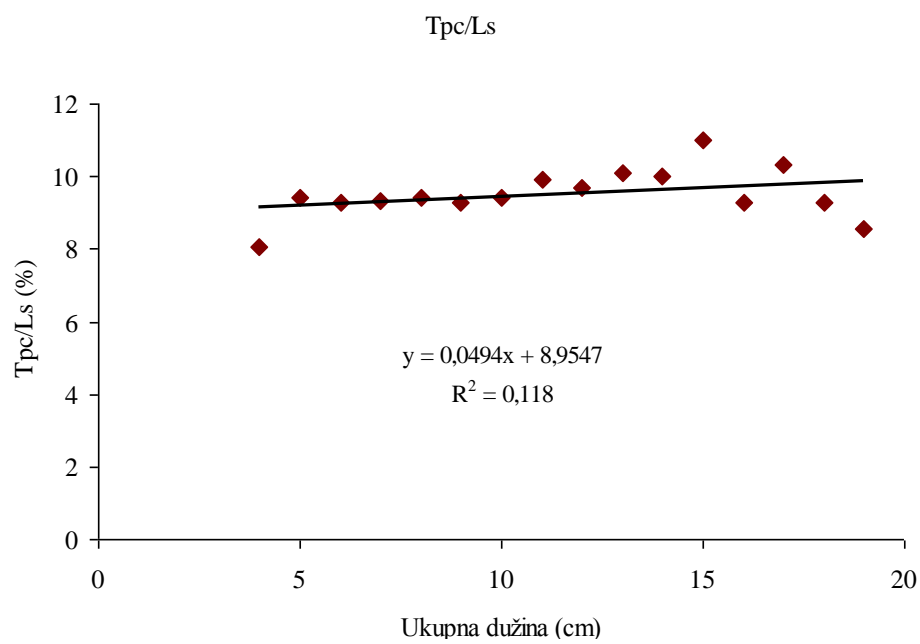
a)



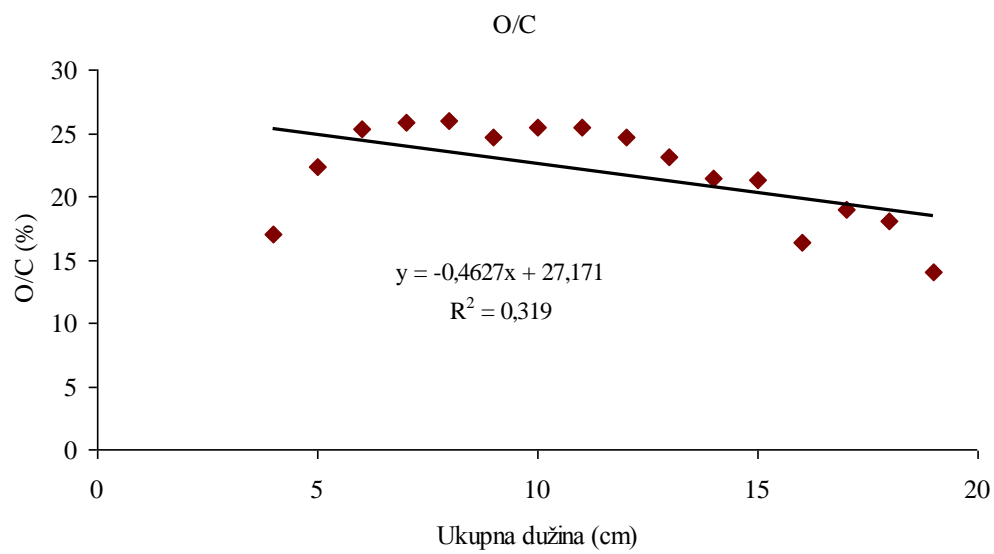
b)



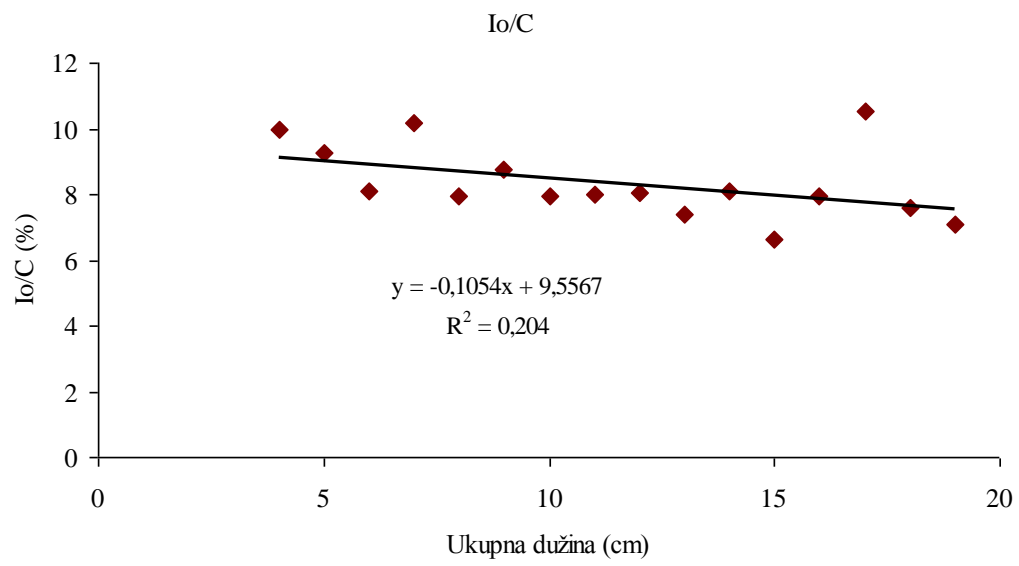
c)



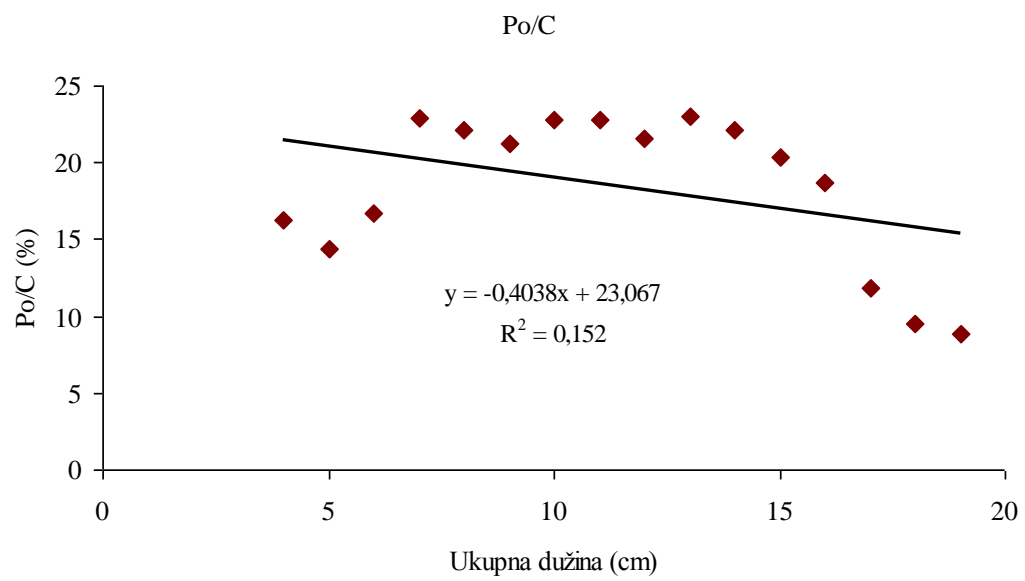
d)



e)

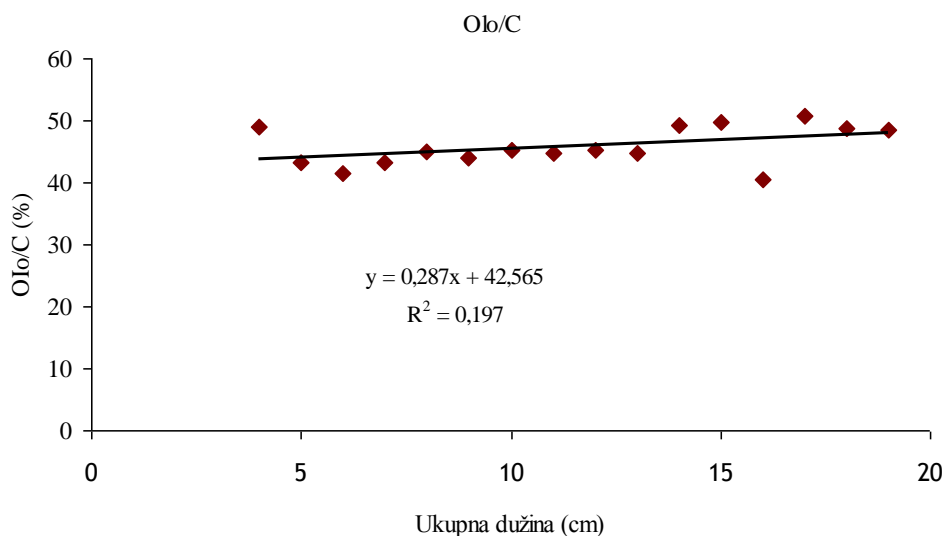


f)





g)

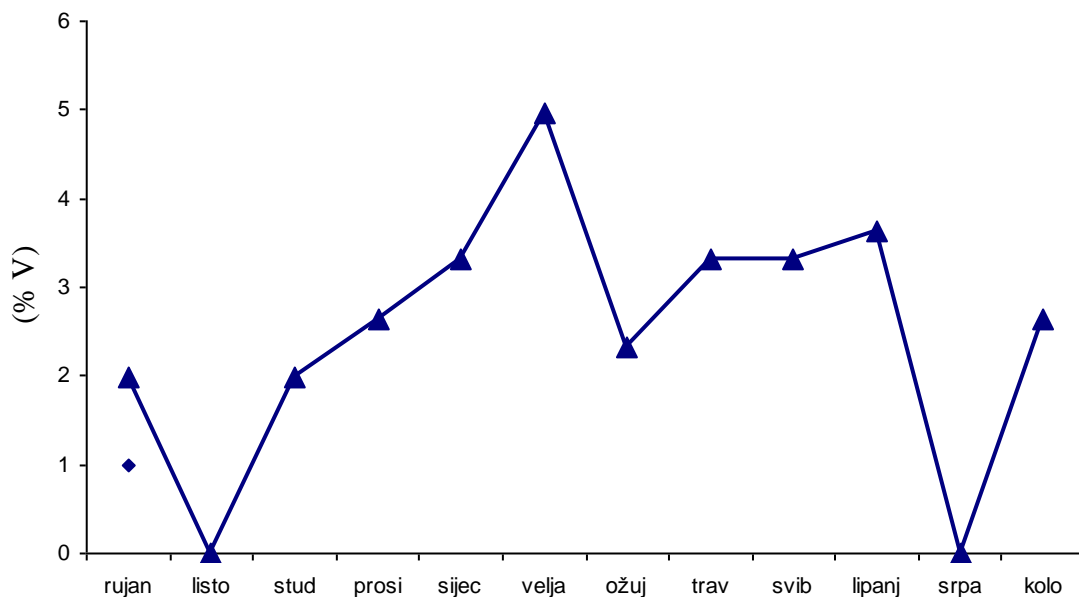


**Slika 3.4.5.2.** Ukupne dužine tijela glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u odnosu na morfometrijske odnose ( a) T/Ls, b) Tpc/T, c) Tpc/Ls, d) O/C, e) Io/C, f) Po/C, g) Olo/C)

### 3.5. Ishrana

Ishrana glavoča travaša analizirana je na poduzorku od 302 jedinke raspona ukupnih dužina od 5,7 do 20,2 cm ( $13,63 \pm 2,74$  cm). Poduzorak se sastojao od 136 ženki (45,03%), raspona od 6,8 do 19,3 cm ( $13,30 \pm 2,24$  cm), 156 mužjaka (51,65%), raspona od 6,1 do 20,2 cm ( $14,14 \pm 2,91$ ) te 10 jedinki neodređenog spola (3,31%), raspona dužina od 5,6 do 16 cm ( $10,07 \pm 2,91$ ). Od ukupnog broja analiziranih želudaca, 91 je bio potpuno prazan koeficijenta praznoće probavila (%V) 30,13%. Analizom godišnjih promjena navedenog koeficijenta, uočava se da je najveća vrijednost istog zabilježena u zimskom (4,96%), a najmanja u jesenskom razdoblju (1,98 %) (Slika 3.5.1.).

U 29 želudaca pronađeni su u potpunosti probavljeni ostaci hrane koje nije bilo moguće odrediti, dok je 181 želudac sadržavao barem malu količinu hrane koju je bilo moguće odrediti. Nadalje, koeficijent punoće probavila (% Jr) za ukupni uzorak iznosio je relativno visokih 4,42%.



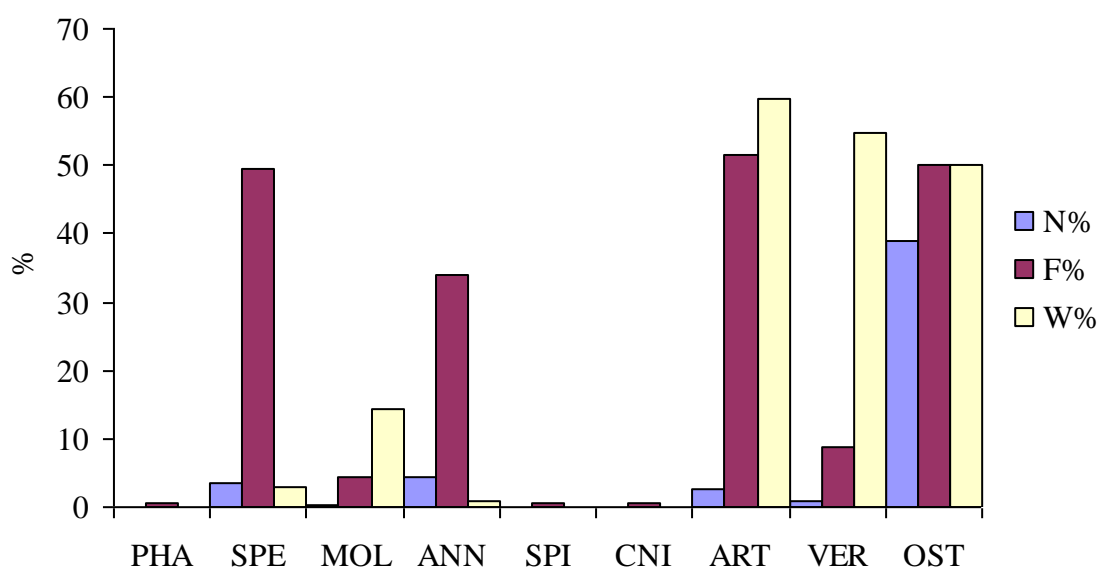
**Slika 3.5.1.** Prikaz mjesečnog kolebanja koeficijenta praznoće probavila (%V) kod glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru (rujan 2010. – kolovoz 2011.)

U tablici 3.5.1. prikazan je popis različitih skupina plijena s vrijednostima postotka mase (%W), postotka brojnosti (%N) i postotka učestalosti pojavljivanja (%F), koji ukazuju na šaroliku ishranu glavoča travaša u Novigradskom moru. U analiziranim želucima pronađeni su ostaci beskralješnjaka, i to mekušaca (Mollusca), žarnjaka (Cnidaria), kolutićavaca (Annelida), mnogo kolutićavaca (Spinculida), člankonožaca (Arthropoda), te kralježnjaci (Vertebrata), ostaci dijelova riba koštunjača (Osteichthyes), kao i dijelovi smeđih algi (Phaeophyta) i morskih cvjetnica (Spermatophyta). Na slici 3.5.2. vidljivo je prevladavanje 4 kategorije plijena, i to Arthropoda, a zatim ih slijede Vertebrata, Osteichthyes i Spermatophyta, te s manjim postotkom zastupljenosti, mekušci (Mollusca). Člankonošci su po masenoj zastupljenosti i po učestalosti pojavljivanja na prvom mjestu.

**Tablica 3.5.1** Vrijednosti postotka mase (%W), brojnosti (%N) i postotka učestalosti pojavljivanja (% F) plijena za analizirani uzorak glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru (N= 302)

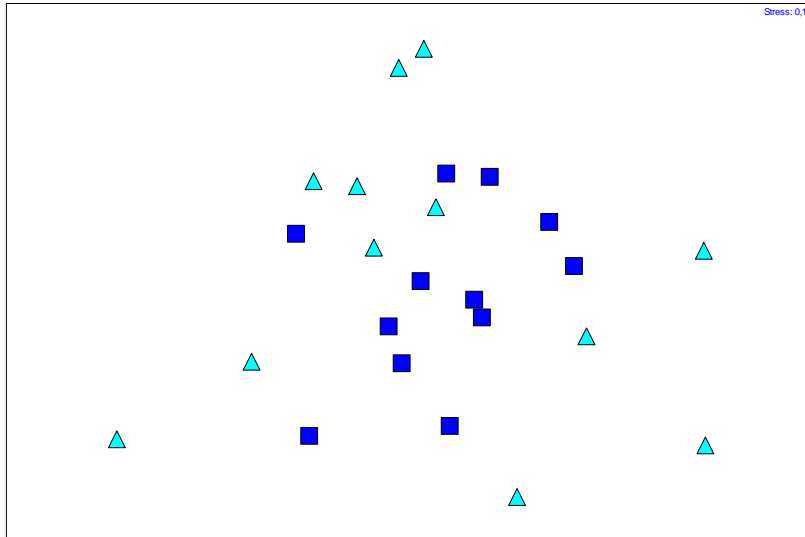
| Vrsta plijena                          | W (% W)              | N (% N)           | F (% F)           |
|--|----------------------|-------------------|-------------------|
| PHAEOPHYTA                             |                      |                   |                   |
| <b>Ukupno PHAEOPHYTA</b>               | <b>0,003 (0,01)</b>  | <b>1 (0,02)</b>   | <b>1 (0,55)</b>   |
| SPERMATOPHYTA                          |                      |                   |                   |
| <i>Zostera noltii</i> (dijelovi)       | 1,03 (2,09)          | 151 (3,31)        | 85 (46,70)        |
| <i>Zostera</i> sp.                     | 0,37 (0,76)          | 7 (0,15)          | 5 (2,74)          |
| <b>Ukupno SPERMATOPHYTA</b>            | <b>1,39 (2,85)</b>   | <b>158 (3,46)</b> | <b>90 (49,45)</b> |
| MOLLUSCA                               |                      |                   |                   |
| Cephalopoda                            | 2,38 (4,87)          | 2 (0,04)          | 2 (1,09)          |
| Ukupno Cephalopoda                     | 2,38 (4,87)          | 2 (0,04)          | 2 (1,09)          |
| Gastropoda                             |                      |                   |                   |
| <i>Bittium reticulatum</i>             | 0,07 (0,15)          | 1 (0,02)          | 1 (0,54)          |
| <i>Retusa truncatula</i>               | 0,91 (1,85)          | 2 (0,04)          | 2 (1,09)          |
| Gastropoda (neidentificirano)          | 0,58 (1,19)          | 1 (0,02)          | 1 (0,54)          |
| Ukupno Gastropoda                      | 1,63 (3,19)          | 4 (0,08)          | 4 (2,17)          |
| Bivalvia                               | 3,02 (6,16)          | 2 (0,04)          | 2 (1,09)          |
| Ukupno Bivalvia                        | 3,02 (6,16)          | 2 (0,04)          | 2 (1,09)          |
| <b>Ukupno MOLLUSCA</b>                 | <b>6,97 (14,24)</b>  | <b>8 (0,17)</b>   | <b>8 (4,39)</b>   |
| ANNELIDA                               |                      |                   |                   |
| <i>Polychaeta</i> sp.                  | 0,03 (0,06)          | 31 (0,68)         | 2 (1,09)          |
| <i>Oligochaeta</i> sp.                 | 0,34 (0,70)          | 172 (3,77)        | 59 (32,4)         |
| Annelida (neidentificirano)            | 0,03 (0,05)          | 2 (0,04)          | 1 (0,55)          |
| <b>Ukupno ANNELIDA</b>                 | <b>0,39 (0,81)</b>   | <b>205 (4,50)</b> | <b>62 (34,06)</b> |
| SIPUNCULIDA                            |                      |                   |                   |
| Sipunculida (neidentificirano)         | 0,01 (0,03)          | 1 (0,02)          | 1 (0,54)          |
| <b>Ukupno SIPUNCULIDA</b>              | <b>0,01 (0,03)</b>   | <b>1 (0,02)</b>   | <b>1 (0,54)</b>   |
| CNIDARIA                               |                      |                   |                   |
| Hydrozoa                               | 0                    | 1 (0,02)          | 1 (0,54)          |
| <b>Ukupno CNIDARIA</b>                 | <b>0</b>             | <b>1 (0,02)</b>   | <b>1 (0,54)</b>   |
| ARTHROPODA                             |                      |                   |                   |
| Crustacea                              |                      |                   |                   |
| Decapoda - Brachyura                   |                      |                   |                   |
| <i>Liocarcinus</i> sp.                 | 0,04 (0,09)          | 1 (0,02)          | 1 (0,55)          |
| <i>Pachygrapsus marmoratus</i>         | 1,27 (2,60)          | 3 (0,06)          | 3 (1,64)          |
| Ukupno BRACHYURA                       | 1,32 (2,70)          | 4 (0,08)          | 4 (2,19)          |
| Decapoda - Penaeidae                   |                      |                   |                   |
| <i>Penaeus kerathurus</i>              | 1,33 (2,72)          | 3 (0,06)          | 3 (1,64)          |
| Penaeidea (neidentificirano)           | 5,52 (11,29)         | 17 (0,37)         | 15 (8,24)         |
| Ukupno PENAEIDAE                       |                      |                   |                   |
| Decapoda-Caridea                       |                      |                   |                   |
| Caridea (neidentificirano)             | 0,24 (0,49)          | 4 (0,08)          | 2 (1,09)          |
| <i>Hippolytae inermis</i>              | 1,29 (2,65)          | 3 (0,06)          | 3 (1,64)          |
| Ukupno CARIDEA                         | 1,54 (3,14)          | 7 (0,15)          | 5 (2,74)          |
| Ukupno CRUSTACEA<br>(neidentificirano) | 9,72 (19,87)         | 54 (1,18)         | 40 (21,97)        |
| <b>Ukupno ARTHROPODA</b>               | <b>29,18 (59,61)</b> | <b>114 (2,50)</b> | <b>94 (51,64)</b> |

|                                    |                      |                     |                  |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------|
| <b>VERTEBRATA</b>                  |                      |                     |                  |
| <b>OSTEICHTHYES</b>                |                      |                     |                  |
| <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | 7,40 (15,12)         | 4 (0,08)            | 4 (2,19)         |
| <i>Symphodus ocellatus</i>         | 2,19 (4,48)          | 1 (0,02)            | 1 (0,55)         |
| <i>Gobius sp.</i>                  | 1,02 (2,09)          | 1 (0,02)            | 1 (0,55)         |
| <b>OSTEICHTHYES</b>                | <b>2,81 (5,75)</b>   | <b>13 (0,28)</b>    | <b>16 (8,79)</b> |
| (neidentificirano)                 |                      |                     |                  |
| <b>Ukupno OSTEICHTHYES</b>         | <b>13,44 (27,45)</b> | <b>19 (0,42)</b>    | <b>8 (4,39)</b>  |
| <b>Ukupno VERTEBRATA</b>           | <b>26,88 (54,91)</b> | <b>38 (0,82)</b>    | <b>16 (8,79)</b> |
| <b>OSTALO</b>                      |                      |                     |                  |
| <b>LJUSKE</b>                      | 0,21 (0,42)          | 1568 (34,41)        | 18 (9,89)        |
| TELOSTEI (ostaci koščica ribe)     | 0,01 (0,02)          | 4 (0,08)            | 2 (1,09)         |
| TELOSTEI (jaja)                    | 0,003 (0,007)        | 130 (2,85)          | 2 (1,09)         |
| AMORFNA TVAR                       | 24,25 (49,55)        | 69 (1,51)           | 69 (37,91)       |
| <b>Ukupno OSTALO</b>               | <b>24,47 (50,0)</b>  | <b>1771 (38,87)</b> | <b>91 (50,0)</b> |



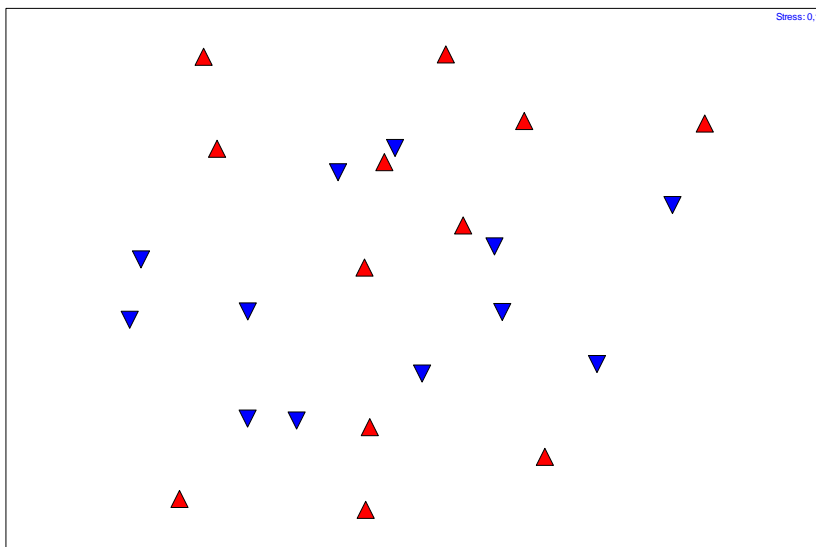
**Slika 3.5.2.** Prikaz vrijednosti analiziranih postotaka brojnost (% N), postotaka mase (% W) i postotaka učestalosti pojavljivanja plijena (% F) kod glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* iz Novigradskog mora (PHA – Phaeophyta, SPE- Spermatophyta, MOL – Mollusca, ANN – Annelida, SPI – Spiculida, CNI – Cnidaria, ART – Arthropoda, VER – Vertebrata, OST – Osteichthyes)

Usporedba sličnosti sastava hrane u želucima glavoča travaša obzirom na veličinu jedinki, prikazana je višedimenzionalno na temelju Bray-Curtisovih koeficijenata sličnosti (Slika3.5.3.). Nije uočeno postojanje dviju homogenih skupina, niti je statističkom analizom utvrđena značajna razlika u ishrani jedinki manjih od 12 cm i onih većih od 12 cm (ANOSIM:  $R = -0,396$ ).



**Slika 3.5.3.** MDS ordinacijski prikaz usporedbe sastava ishrane glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru obzirom na veličinu jedinki (▲ <12,0 cm, ■ > 12,0 cm; stres: 0,14)

Analiza sastava hrane u želucima glavoča travaša, obzirom na spol, također nije pokazala postojanje homogenih skupina (Slika 3.5.4.). Analiza sličnosti uzoraka također nije pokazala značajnu razliku u sastavu prehrane među jedinkama različitog spola (ANOSIM:  $R = -0,484$ ).



**Slika 3.5.4.** MDS ordinacijski prikaz usporedbe sastava ishrane glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru obzirom na spol jedinki (▲ ženke, ▼ mužjaci; stres: 0,16)

**Tablica 3.5.2.** Vrijednost koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru

| Kategorija plijena                   | IRI     | MFI     | Q      |
|--------------------------------------|---------|---------|--------|
| Phaeophyta                           | 0,01    | *       | *      |
| Spermatophyta                        | 312,76  | 75,59   | 9,90   |
| Mollusca                             |         |         |        |
| Cephalopoda                          | 5,40    | 2,78    | 0,21   |
| Gastropoda                           | 3,41    | 1,72    | 0,13   |
| Bivalvia                             | 6,82    | 3,52    | 0,27   |
| Ukupno Mollusca                      | 63,37   | 32,54   | 2,50   |
| Annelida                             | 181,01  | 15,69   | 3,66   |
| Spinculida                           | 0,02    | *       | *      |
| Cnidaria                             | 0,01    | 0       | 0      |
| Arthropoda                           |         |         |        |
| Decapoda - Penaeidae                 | 142,61  | 72,12   | 5,54   |
| Decapoda - Caridea                   | 9,06    | 4,56    | 0,48   |
| Decapoda - Brachyura                 | 6,13    | 3,08    | 0,23   |
| Crustacea (neidentificirano)         | 462,82  | 230,16  | 23,55  |
| Ukupno Arthropoda                    | 3208,49 | 1614,21 | 149,17 |
| Vertebrata                           |         |         |        |
| Osteichthyes                         |         |         |        |
| <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> . | 33,43   | 17,28   | 1,32   |
| <i>Symphodus ocellatus</i>           | 2,47    | 1,28    | 0,09   |
| <i>Gobius sp.</i>                    | 1,16    | 0,59    | 0,04   |
| Ukupno Vertebrata                    | 490,03  | 264,09  | 45,42  |

\* vrijednosti manje od 0,01

Prema vrijednostima prikazanim u tablici 3.5.2., može se zaključiti da kategorije plijena Arthropoda (MFI=1614,21, Q=149,17) predstavljaju glavnu hranu, a Vertebrata (MFI=264,09, Q=45,42) prema koeficijentu Q predstavljaju dodatnu hranu. Mekušci (MFI=32,54, Q=2,50) također predstavljaju neophodnu hranu, ali po vrijednostima koeficijenta Q tek slučajnu. Nadalje, visoke vrijednosti (MFI=75,59, Q=9,90) očitavaju se za Spermatophyta koji predstavljaju tek dodatnu ili slučajnu hranu za glavoča travaša u Novigradskom moru.

Analizom kvantitativnih promjena u ishrani glavoča travaša kroz različite sezone, uspoređeni su koeficijenti IRI, MFI i Q. Može se uočiti da kategorije Arthropoda i Spermatophyta prevladavaju u svim godišnjim dobima. Nadalje, u cjelokupnom sezonskom rasponu također je zastupljena kategorija plijena Annelida. Ljeti je uz rakove vidljiva i zastupljenost Osteichthyesa ( Tablica 3.5.3).

**Tablica 3.5.3.** Sezonske vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), plijena glavoča travaša, *Zosterisessor opiocephalus* u Novigradskom moru

| Kategorija plijena                 | Jesen   | Zima    | Proljeće | Ljeto   |
|------------------------------------|---------|---------|----------|---------|
| Phaeophyta                         | -       | -       | -        | 0,48    |
| Spermatophyta                      | 4048,90 | 1030,93 | 341,44   | 1158,01 |
| Mollusca                           | -       | -       | -        | -       |
| Cephalopoda                        | 20,81   | -       | -        | -       |
| Gastropoda                         | 2,10    | 40,65   | 48,75    | -       |
| Bivalvia                           | -       | 38,64   | -        | 4,02    |
| Annelida                           | 378,92  | 976,06  | 4398,75  | 1273,33 |
| Spiculida                          | -       | 2,36    | -        | -       |
| Cnidaria                           | -       | -       | -        | -       |
| Arthropoda                         | -       | -       | -        | -       |
| Decapoda- Caridea                  | -       | -       | -        | 7,12    |
| Decapoda - Penaeidae               | 71,96   | 51,92   | 97,41    | 15,83   |
| Decapoda - Brachyura               | 1,98    | -       | 9,32     | 10,00   |
| Decapoda - Caridea                 | 420,03  | -       | -        | -       |
| Crustacea (neidentificirano)       | 48,85   | 2702,23 | 99,32    | 1397,02 |
| Vertebrata                         | -       | -       | -        | -       |
| Osteichthyes                       | -       | -       | 34,98    | 3,88    |
| <i>Zosterisessor opiocephalus.</i> | -       | -       | 93,64    | 81,04   |
| <i>Symphodus ocellatus</i>         | -       | -       | -        | 8,64    |
| <i>Gobius sp.</i>                  | -       | -       | -        | 3,77    |

Vrijednosti koeficijenta osnovnih tipova hrane (Tablica 3.5.4.) u zimskom razdoblju pokazuju da neophodnu hranu čine rakovi, mekušci te morske cvjetnice. U proljetnom razdoblju zastupljeni su rakovi, kolutićavci, ali značajnije i ribe. Već u ljetnome razdoblju zastupljenost rakova kao i već spomenutih značajnijih vrsta riba naglo raste.

**Tablica 3.5.4.** Sezonske vrijednosti koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI), plijena glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru

| Kategorija plijena                  | Jesen   | Zima    | Proljeće | Ljeto  |
|-------------------------------------|---------|---------|----------|--------|
| Phaeophyta                          | -       | -       | -        | 0,004  |
| Spermatophyta                       | 2497,75 | 21,65   | 1705,04  | 98,71  |
| Mollusca                            | -       | -       | -        | -      |
| Cephalopoda                         | 1,94    | -       | -        | -      |
| Gastropoda                          | 0,08    | 24,60   | 166,30   | -      |
| Bivalvia                            | -       | 27,88   | -        | 2,45   |
| Annelida                            | 0,13    | 21,95   | 6798,24  | 23,31  |
| Spinulida                           | -       | 0,19    | -        | -      |
| Cnidaria                            | -       | -       | -        | -      |
| Arthropoda                          | -       | -       | -        | -      |
| Decapoda- Brachyura                 | 0,007   | -       | 166,30   | 5,60   |
| Decapoda - Penaeidae                | 2,00    | 35,16   | 332,60   | 8,01   |
| Decapoda - Caridea                  | 255,46  | -       | -        | 3,62   |
| Crustacea (neidentificirano)        | 1,29    | 1686,44 | 498,90   | 849,65 |
| Vertebrata                          | -       | -       | -        | -      |
| Osteichthyes (neidentificirani)     | -       | -       | 156,30   | 2,35   |
| <i>Zosterisessor ophiocephalus.</i> | -       | -       | 166,30   | 52,99  |
| <i>Symphodus ocellatus</i>          | -       | -       | -        | 5,63   |
| <i>Gobius sp.</i>                   | -       | -       | -        | 2,28   |



Vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) (Tablica 3.5.5) prikazuju kako u razdoblju od ljeta do jeseni glavnu hranu i dalje čine rakovi, kolutićavci, te morske cvjetnice. U proljetnom razdoblju naglasak je na desetonožnim rakovima, dok se u ljetnom razdoblju značajnije pojavljuju ribe.

**Tablica 3.5.5.** Sezonske vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q), plijena glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru

| Kategorija plijena                 | Jesen   | Zima    | Proljeće | Ljeto  |
|------------------------------------|---------|---------|----------|--------|
| Phaeophyta                         | -       | -       | -        | 0,004  |
| Spermatophyta                      | 3254,75 | 22,91   | 41,66    | 89,58  |
| Mollusca                           | -       | -       | -        | -      |
| Cephalopoda                        | 0,82    | -       | -        | -      |
| Gastropoda                         | 0,03    | 16,96   | 12,38    | -      |
| Bivalvia                           | -       | 19,23   | -        | 1,34   |
| Annelida                           | 0,12    | 25,74   | 20,25    | 31,61  |
| Spiculida                          | -       | 0,13    | -        | -      |
| Cnidaria                           | -       | -       | -        | -      |
| Arthropoda                         | -       | -       | -        | -      |
| Decapoda- Caridea                  | 108,64  | -       | -        | 1,99   |
| Decapoda - Penaeidae               | 1,101   | 31,02   | 23,77    | 4,41   |
| Decapoda - Brachyura               | 0,002   | -       | 1,97     | 3,08   |
| Crustacea (neidentificirano)       | 1,08    | 1378,03 | 21,80    | 597,64 |
| Vertebrata                         | -       | -       | -        | -      |
| Osteichthyes (neidentificirani)    | -       | -       | 8,75     | 1,29   |
| <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | -       | -       | 24,22    | 29,17  |
| <i>Symphodus ocellatus</i>         | -       | -       | -        | 3,10   |
| <i>Gobius sp.</i>                  | -       | -       | -        | 1,25   |

### 3.6. Starost i rast

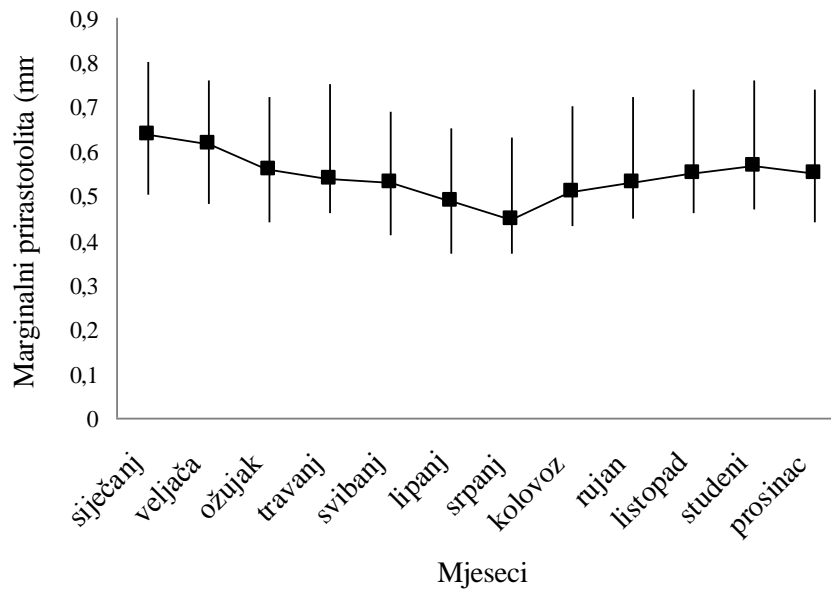
Starost i rast glavoča analizirani su metodom očitavanja priraštajnih prstena na otolitima. Starost je očitana na ukupno 382 otolita; na 157 mužjaka (39,34%), 165 ženki (41,35%), dok je 60 otolita (15,7%) odbačeno zbog nečitkosti (Tablica 3.6.1.). Raspon ukupnih dužina tijela kod

analiziranih jedinki iznosio je od 4,9 do 20,1 cm ( $11,96 \pm 3,47$  cm); kod mužjaka od 4,9 do 20,1 cm ( $11 \pm 3$  cm), a kod ženki od 5,2 do 19,1 cm ( $11,8 \pm 3,31$  cm). U tablici 3.6.2. prikazana je dužinsko – starosna matrica populacije glavoča travaša iz Novigradskog mora iz koje je vidljivo prevladavanje jednogodišnjih (N=128) i dvogodišnjih jedinki (N =117). Od 1. do 3. starosnog razreda prevladavaju ženke (N=142), dok u 4. i 5. mužjaci (N=31).

**Tablica 3.6.1.** Broj jedinki (N), srednje vrijednosti ( $\pm$  SD) te ukupne dužine tijela mužjaka, ženki i ukupnog uzorka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalu* prema starosnim razredima

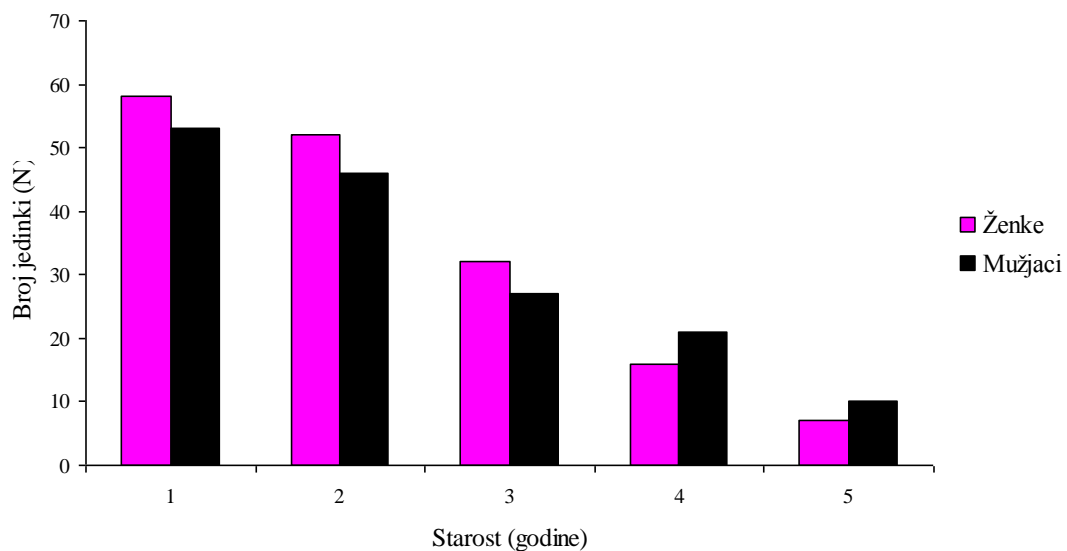
| Starosni razred | Mužjaci |                  | Ženke |                  | Ukupni uzorak |                  | Raspon ukupne dužine tijela (cm) |
|-----------------|---------|------------------|-------|------------------|---------------|------------------|----------------------------------|
|                 | N       | $\bar{x} \pm SD$ | N     | $\bar{x} \pm SD$ | N             | $\bar{x} \pm SD$ | $\bar{x} \pm SD$                 |
| 1°              | 53      | $6,9 \pm 1,2$    | 58    | $7,7 \pm 1,7$    | 126           | $7,87 \pm 1,72$  | 4,9 – 11,7                       |
| 2°              | 46      | $11,7 \pm 1,7$   | 52    | $12,2 \pm 1,7$   | 115           | $12,35 \pm 1,40$ | 9,5 -14,8                        |
| 3°              | 27      | $13,5 \pm 2,1$   | 32    | $13,8 \pm 2,0$   | 70            | $14,12 \pm 1,72$ | 11,5 – 16,7                      |
| 4°              | 21      | $15,2 \pm 2,7$   | 16    | $15,6 \pm 2,5$   | 48            | $15,83 \pm 1,79$ | 14,8 -17,1                       |
| 5°              | 10      | $17,5 \pm 4,5$   | 7     | $17,8 \pm 4,0$   | 23            | $17,99 \pm 2,84$ | 16,5 -20,1                       |

Stvaranje neprozirnih i prozirnih prstenova zabilježeno je kod svakog makroskopskog očitavanja otolita. U razdoblju od rujna do siječnja dolazi do stvaranja prozirnih prstenova. Najmanja mjesečna srednja vrijednost marginalnog prirasta zabilježena je tijekom srpnja (Slika 3.6.1.). Tijekom ljetnog razdoblja uočava se najveća zastupljenost neprozirnih prstenova na rubovima otolita (svibanj-kolovoz). Analizom marginalnog prirasta potvrđeno je stvaranje jednog godišnjeg prstena i to tijekom kasnog proljeća (jedan neprozirni i jedan prozirni) na otolitima glavoča travaša.



**Slika 3.6.1.** Prikaz ukupnih mjesečnih srednjih vrijednosti marginalnog prirasta, analiziranog uz pomoć makroskopskog očitavanja prozirnih i neprozirnih prstenova glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* iz Novigradskog mora (rujan 2010. – kolovoz 2011.)

Na slici 3.6.2. uočljiva je veća brojnost ženki u prva tri starosna razreda, dok su mužjaci bili brojniji pri većim starosnim razredima.

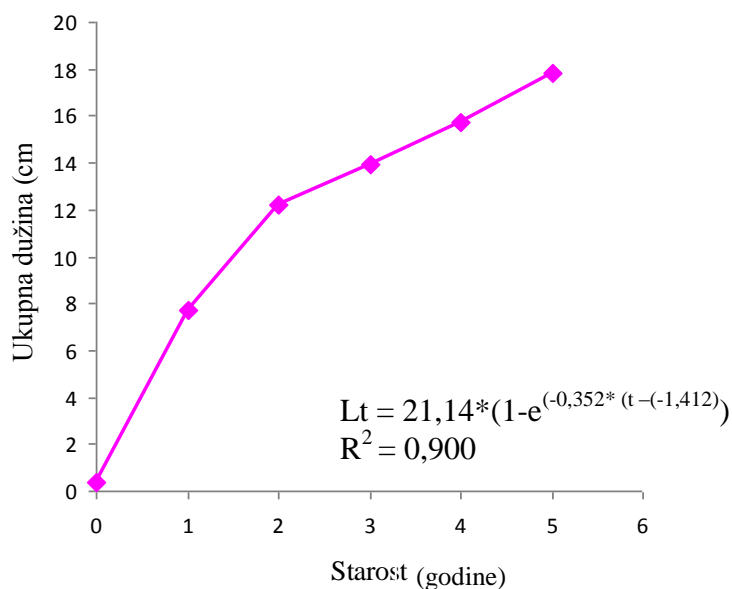


**Slika 3.6.2.** Zastupljenost starosnih razreda ženki i mužjaka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru

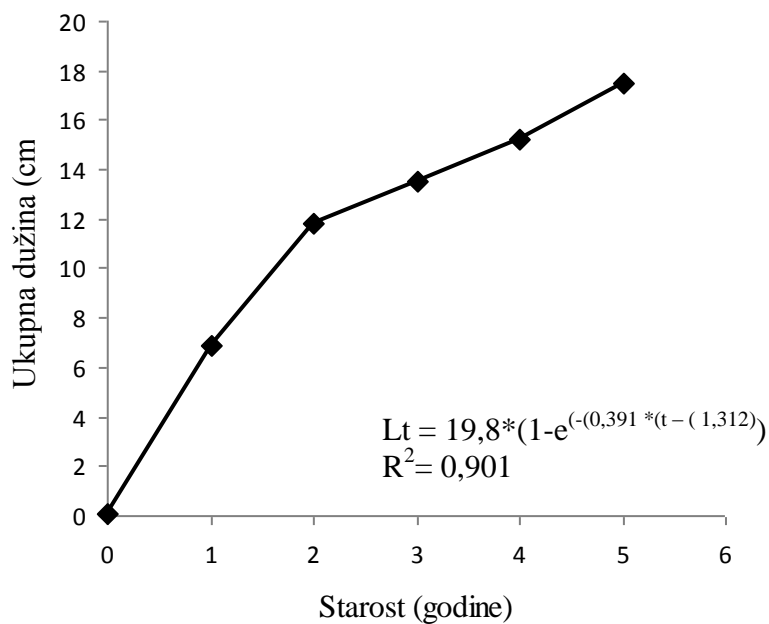
Rast glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* opisan je prema von Bertalanffyevu modelu rasta, a dobivene su sljedeće vrijednosti traženih parametara:

- ženke:  $L_{\infty} = 21,14$  cm;  $K = 0,352$ ;  $t_0 = -1,412$ ;  $R^2 = 0,900$  (Slika 3.6.3)
- mužjaci:  $L_{\infty} = 19,8$  cm;  $K = 0,391$ ;  $t_0 = -1,312$ ;  $R^2 = 0,901$  (Slika 3.6.4)
- ukupno:  $L_{\infty} = 21,14$  cm;  $K = 0,351$ ;  $t_0 = -1,321$ ;  $R^2 = 0,890$  (Slika 3.6.5.)

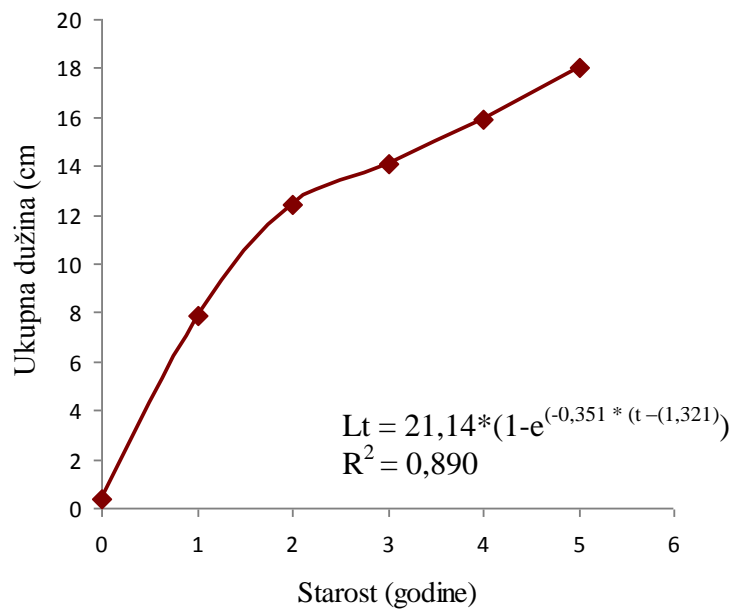
Rezultati Hotteling testa  $T^2$  pokazali su značajnu razliku u parametrima rasta između ženki i mužjaka ( $T^2 = 169,04 > T_{0; 0,05; 3; 305} = 14,57$ ) što ukazuje na brži rast mužjaka, a ženke dostižu veću dužinu. Dobivene vrijednosti starosti, pri kojoj ova vrsta dostiže 95%, asimptotske vrijednosti dužine  $L_t$  su 7,09 za ženke, 6,35 za mužjake te 7,21 za ukupni uzorak glavoča travaša.



**Slika 3.6.3.** Krivulja rasta ženki glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru



**Slika 3.6.4.** Krivulja rasta mužjaka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru



**Slika 3.6.3.** Krivulja ukupnoga rasta glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru

**Tablica 3.6.2.** Dužinsko-starosna matrica glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* iz Novigradskog mora

| Dužnske skupine (cm) | Starosne skupine |       |       |       |      | Ukupno |
|----------------------|------------------|-------|-------|-------|------|--------|
|                      | I                | II    | III   | IV    | V    |        |
| 4,0                  | 1                |       |       |       |      | 1      |
| 5,0                  | 15               |       |       |       |      | 15     |
| 6,0                  | 16               |       |       |       |      | 16     |
| 7,0                  | 45               |       |       |       |      | 45     |
| 8,0                  | 14               |       |       |       |      | 14     |
| 9,0                  | 22               | 6     |       |       |      | 28     |
| 10,0                 | 9                | 4     |       |       |      | 13     |
| 11,0                 | 4                | 23    | 3     |       |      | 30     |
| 12,0                 |                  | 62    | 10    |       |      | 72     |
| 13,0                 |                  | 14    | 17    |       |      | 31     |
| 14,0                 |                  | 6     | 27    | 3     |      | 36     |
| 15,0                 |                  |       | 11    | 28    |      | 39     |
| 16,0                 |                  |       | 2     | 16    | 3    | 21     |
| 17,0                 |                  |       |       | 1     | 9    | 10     |
| 18,0                 |                  |       |       |       | 4    | 4      |
| 19,0                 |                  |       |       |       | 6    | 6      |
| 20,0                 |                  |       |       |       | 1    | 1      |
| Broj jedinki         | 126              | 115   | 70    | 48    | 23   | 382    |
| %                    | 33,16            | 30,02 | 18,28 | 12,54 | 6,00 |        |
| $\bar{x}$            | 7,8              | 12,3  | 14,1  | 15,8  | 17,9 |        |
| SD                   | 1,72             | 1,40  | 1,72  | 1,79  | 2,84 |        |

### 3.7. Razmnožavanje

Na temelju analiziranih jedinki glavoča travaša tijekom jednogodišnjeg ciklusa (rujan 2010 – kolovoz 2011) (N=1065), određena je dužina prvog spolnog sazrijevanja ženki i mužjaka, te vrijeme mrijesta ove vrste. Odabrani poduzorak sastojao se od 565 mužjaka (45,97%) i 500

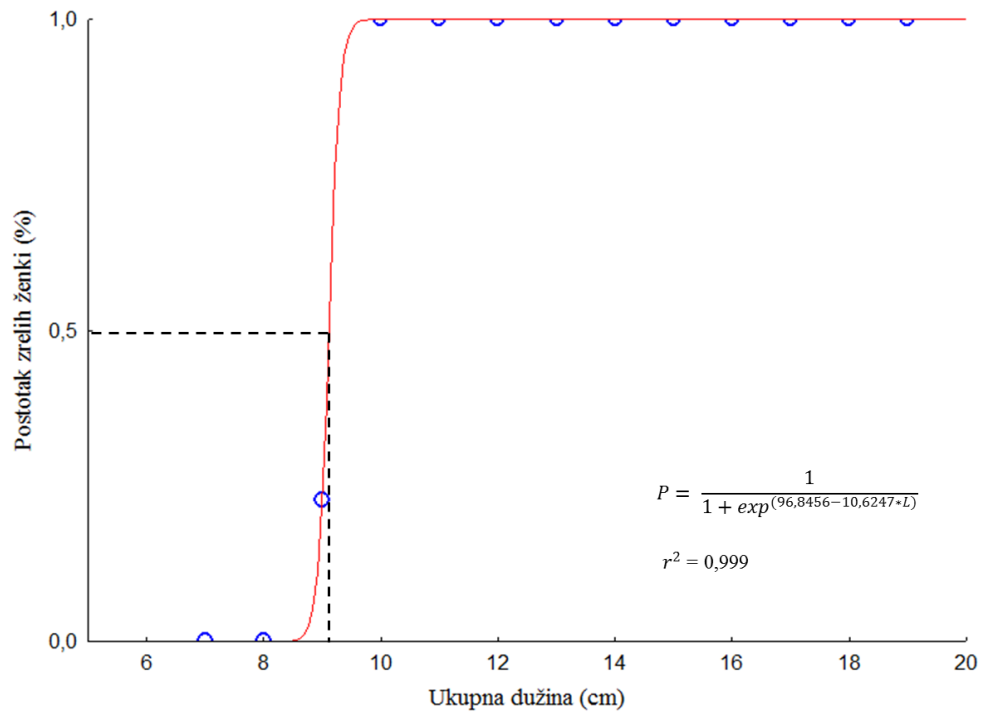
ženki (40,68%). Ukupna dužina tijela ženki bila je u rasponu od 6,5 do 18,20 cm ( $12,03 \pm 2,15$  cm), a mužjaka od 5,4 do 20 cm ( $13,11 \pm 2,77$  cm). Navedeni podaci neophodni su za procjenu kapaciteta biozaliha ove vrste, a pogotovo za donošenje prikladnih mjera zaštite glavoča travaša u Novigradskom moru.

### 3.7.1. Sazrijevanje

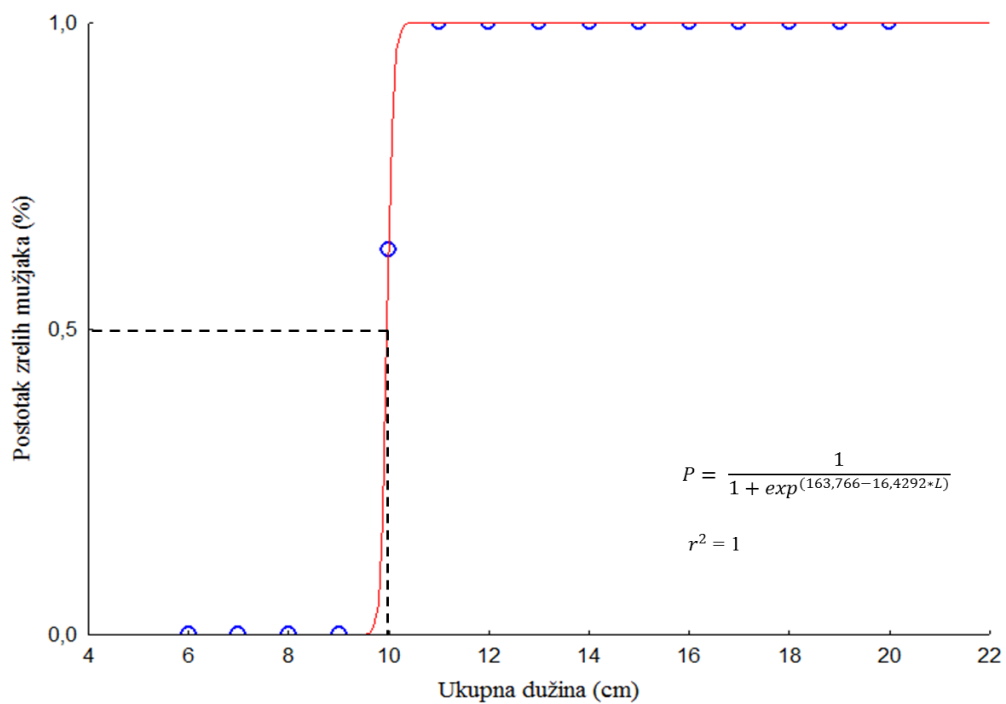
Analiziranjem udjela nezrelih i zrelih jedinki u jednocentimetarskim dužinskim skupinama određena je prva spolna zrelost. Za određivanje prve spolne zrelosti, tj. Dužine, pri kojoj je 50% jedinki bilo spolno zrelo, utvrđeno je korištenjem logističke funkcije. Analizirane jedinke ulovljene su isključivo u razdoblju mrijesta. Prijelaz populacije ženki glavoča travaša iz nezrelog u stadij sazrijevanja uočava se u dužinskom razredu između 8 i 9 cm. Kod 9,11 cm ukupne dužine, 50% populacije ženki bilo je spolno zrelo. Već u sljedećem dužinskom razredu kod 10,6 cm ukupne dužine, sve su ženke bile spolno zrele (Slika 3.7.1.2.). Analizirajući starosni sastav ženki i njihovo sazrijevanje, može se utvrditi da u prvoj godini života 50% ženki dostiže prvu spolnu zrelost, dok je 100% populacije ženki zrelo u drugoj godini života.

Kod populacije mužjaka prve se zrele jedinke uočavaju u dužinskom razredu između 9 i 10 cm. Kod 9,96 cm ukupne dužine, 50% populacije mužjaka bilo je spolno zrelo. Već u sljedećem dužinskom razredu od 11 cm i iznad, svi su mužjaci bili spolno zreli (Slika 3.7.1.2.). Analizirajući starosni sastav mužjaka i njihovo sazrijevanje, proizlazi da u prvoj godini života 50% mužjaka dostiže prvu spolnu zrelost, dok je 100% populacije mužjaka zrelo u drugoj godini života.

Empirijske vrijednosti dužina spolnog sazrijevanja podudaraju se s dobivenim rezultatima dobivenim linearnom regresijom prikaza dužinsko-masenog odnosa (poglavlje 3.2.). Nadalje, navedene vrijednosti dužina spolnog sazrijevanja ženki (50% i 100% populacije) odgovaraju razdoblju sazrijevanja od 7,0 do 8,0 cm, te razdoblju zrelosti od 9,0 cm (poglavlje 3.2., Slika 3.2.5.). Dužina spolnog sazrijevanja mužjaka (50% i 100% populacije) odgovara razdoblju sazrijevanja od 6,0 do 9,0 cm te razdoblje zrelosti od 10,0 cm (poglavlje 3.2., Slika 3.2.4.).



**Slika 3.7.1.1.** Krivulja spolnog sazrijevanja ženki glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru

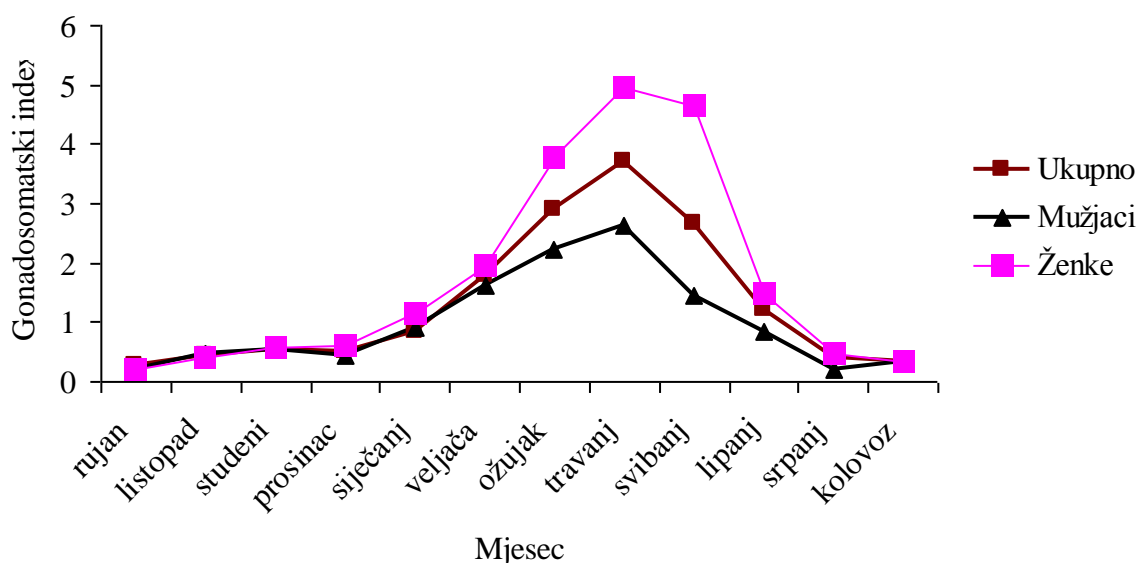


**Slika 3.7.1.2** Krivulja spolnog sazrijevanja mužjaka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru



### 3.7.2. Mrijest

Analiza vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) pokazala je da razdoblje mrijesta glavoča travaša u Novigradskom moru traje od veljače do svibnja (Slika 3.7.2.1.). Najveći porast vrijednosti ovog indeksa uočen je tijekom travnja. U svibnju je zabilježen polagani pad gonadosomatskog indeksa kod obaju spolova, da bi u srpnju te vrijednosti bile minimalne.



**Slika 3.7.2.1.** Prikaz srednjih vrijednosti gonadosomatskog indeksa glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru (rujan 2010. – kolovoz 2011.)

Tijekom cijele godine vrijednosti ovog indeksa bile su nešto veće kod ženki. U lipnju je zabilježen pad vrijednosti kod oba spola. Najviše vrijednosti gonadosomatskog indeksa kod obaju spolova zabilježene su u travnju (mužjaci  $L_t = 18,5$ ,  $GSI = 11,60$ , ženke dužini od 11 cm,  $GSI = 14,79$  (Tablica 3.7.2.1). U travnju je zabilježena i najveća srednja vrijednost gonadosomatskog indeksa za mužjake (2,64), te za ženke (4,96).

**Tablica 3.7.2.1.** Raspon i srednje vrijednosti ( $\pm$  SD) gonadosomatskog indeksa mužjaka i ženki glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru u razdoblju od rujan 2010.- kolovoz 2011

| Mjeseci  | N  | Mužjaci<br>(raspon) | $\bar{x} \pm SD$ | N  | Ženke<br>(raspon) | $\bar{x} \pm SD$ |
|----------|----|---------------------|------------------|----|-------------------|------------------|
| Rujan    | 46 | 0,01 - 1,25         | 0,19 $\pm$ 0,23  | 45 | 0,03–1,38         | 0,21 $\pm$ 0,24  |
| Listopad | 64 | 0,05 - 4,06         | 0,48 $\pm$ 0,65  | 24 | 0,06–2,07         | 0,39 $\pm$ 0,45  |
| Studeni  | 58 | 0,03 - 1,56         | 0,53 $\pm$ 0,34  | 33 | 0,07–1,13         | 0,56 $\pm$ 0,34  |
| Prosinac | 40 | 0,05 - 1,03         | 0,44 $\pm$ 0,27  | 32 | 0,22–1,58         | 0,60 $\pm$ 0,35  |
| Siječanj | 36 | 0,10 - 4,11         | 0,90 $\pm$ 0,73  | 21 | 0,15–2,39         | 1,16 $\pm$ 0,67  |
| Veljača  | 40 | 0,11 - 6,11         | 1,36 $\pm$ 1,26  | 39 | 0,02-10,74        | 1,96 $\pm$ 0,67  |
| Ožujak   | 47 | 0,17 - 8,83         | 2,04 $\pm$ 1,91  | 40 | 0,14-7,84         | 3,78 $\pm$ 2,40  |
| Travanj  | 52 | 0,5 - 11,60         | 2,64 $\pm$ 2,45  | 60 | 0,38-14,79        | 4,96 $\pm$ 3,34  |
| Svibanj  | 52 | 0,03 - 3,52         | 1,45 $\pm$ 1,19  | 28 | 0,35-10,62        | 4,65 $\pm$ 2,60  |
| Lipanj   | 38 | 0,06 - 2,11         | 0,85 $\pm$ 0,52  | 51 | 0,06-8,61         | 1,48 $\pm$ 1,53  |
| Srpanj   | 45 | 0,05 - 1,12         | 0,20 $\pm$ 0,18  | 89 | 0,02-2,27         | 0,45 $\pm$ 0,41  |
| Kolovoz  | 47 | 0,03 - 1,69         | 0,32 $\pm$ 0,34  | 38 | 0,02-6,15         | 0,34 $\pm$ 0,98  |

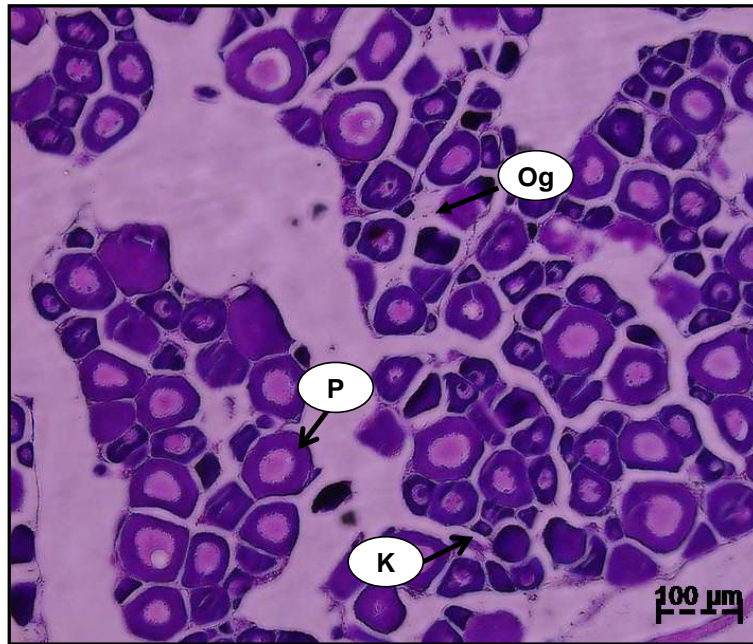
Razvoj gonada glavoča travaša također je i makroskopski analiziran (Tablica 3.7.2.2.). U razdoblju od rujna do studenog gonade mužjaka i ženki nalazile su se u stadiju I (nezrele gonade). Manji broj mužjaka i ženki u ovome je stadiju bio prisutan i u prosincu. Jedinke u stadiju II (početak sazrijevanja/mirovanje) zabilježen je u razdoblju od studenog do siječnja kod obaju spolova. Stadij III (početak intenzivnijeg razvoja gonada) zabilježen je kod mužjaka u razdoblju od prosinca do ožujka, dok je kod ženki ovaj stadij uočen tijekom dužeg razdoblja (od studenog do svibnja). Stadiji IV (zrele gonade), V (mrijest) i djelomično izmriještene gonade za mužjaka su zabilježene u razdoblju od veljače do lipnja, a najviše mrijesnih mužjaka zabilježeno je u travnju i svibnju. Mrijesne ženke (stadij V) zabilježene su u travnju i svibnju, dok se potpuno izmriještene jedinke kod obaju spolova uočavaju već u svibnju.

**Tablica 3.7.2.2.** Broj ženki i mužjaka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru po pojedinom stadiju zrelosti ( I – VII)

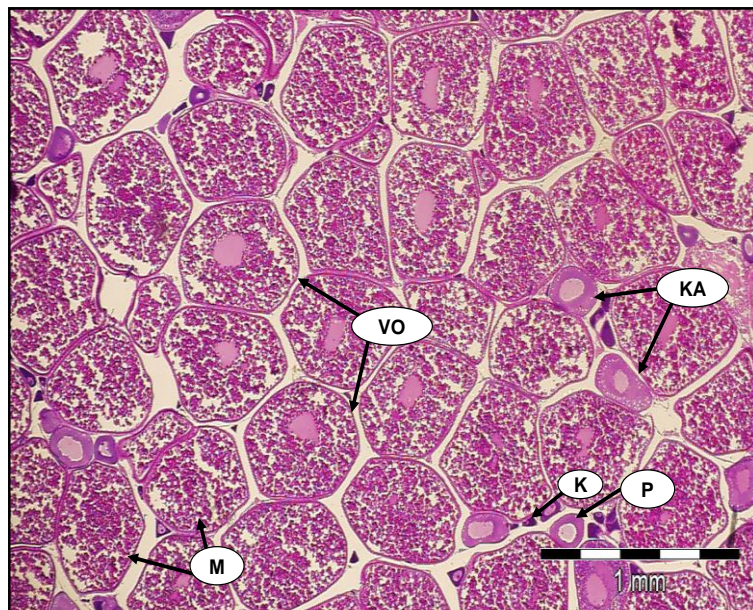
| Mjeseci        | Broj ženki u pojedinim stadijima razvoja |    |     |    |    |    |     | Broj mužjaka u pojedinim stadijima razvoja |    |     |    |    |    |    |
|----------------|--|----|-----|----|----|----|-----|--|----|-----|----|----|----|----|
|                | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | I  | II | III | IV | V  | VI | VI |
| Rujan 2010.    | 22                                       |    |     |    |    |    |     | 13   |    |     |    |    |    |    |
| Listopad 2010. | 17                                       |    |     |    |    |    |     | 18   |    |     |    |    |    |    |
| Studeni 2010.  | 8  | 17 | 4   |    |    |    |     |  | 32 |     |    |    |    |    |
| Prosinac 2010. | 4  | 34 | 13  |    |    |    |     | 2  | 27 | 7   |    |    |    |    |
| Siječanj 2011. |  | 19 | 27  |    | 10 |    |     |  | 35 | 12  |    |    |    |    |
| Veljača 2011.  |  | 7  | 27  | 2  | 12 |    |     |  |    |     | 40 | 2  |    |    |
| Ožujak 2011.   |  |    | 5   | 13 | 34 |    |     |  |    | 21  | 32 | 2  |    |    |
| Travanj 2011.  |  |    | 7   | 6  | 30 |    |     |  |    |     | 7  | 32 |    |    |
| Svibanj 2011.  |  |    | 1   | 4  | 19 | 8  |     |  |    |     |    |    | 36 | 5  |
| Lipanj 2011.   |  |    |     |    |    | 27 | 9   |  |    |     |    |    | 14 | 6  |
| Srpanj 2011.   |  |    |     |    |    | 2  | 35  |  |    |     |    |    |    | 20 |
| Kolovoz 2011.  |  |    |     |    |    |    | 52  |  |    |     |    |    |    | 24 |

### 3.8. Histološka analiza preparata gonada

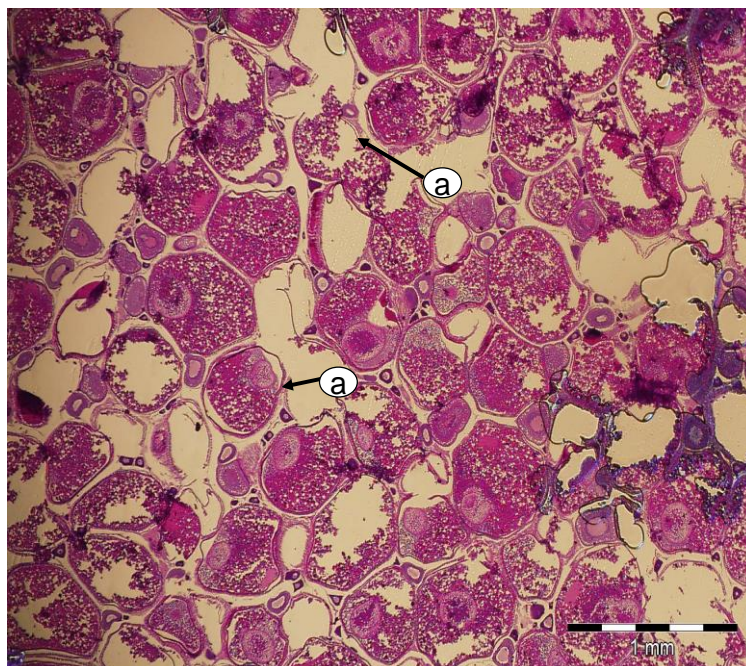
Histološkom analizom gonada glavoča travaša (N=48) utvrđen je reproduktivni ciklus ženki koji započinje tijekom veljače kada su ovariji u fazi previtalogeneze, gdje se povećavao broj oocita u kromatin nukleolus stadiju, perinuklearnom stadiju i stadiju kortikalnih alveola (Slika 3.8.1.). Nakon ovoga stadija započinje intenzivniji razvoj gonada, kao i stadij vitelogeneze kada su uočene prve velike vitelogenske oocite pune žumanjčanih i uljnih kapi. Već u ovome stadiju vide se zrele oocite gdje dolazi do polaganog migriranja jezgre prema animalnom polu (Slika 3.8.2.). Nadalje, u razdoblju nakon mrijesta vidljive su atretičke ili degenerativne oocite koje nisu izbačene tokom mrijesta (Slika 3.8.3.). U fazi prije i poslije mrijesta također su uočene i oocite u različitim stadijima (previtelogenske, vitelogenske, hidratizirane jajne stanice), što upućuje na relativno dugo razdoblje mrijesta.



**Slika 3.8.1.** Presjek ovarija glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u previtelogenskom stadiju s označenim oogonijama (Og) te oocitama u kromatin nukleolus stadiju (K) i perinukleranom stadiju (P)

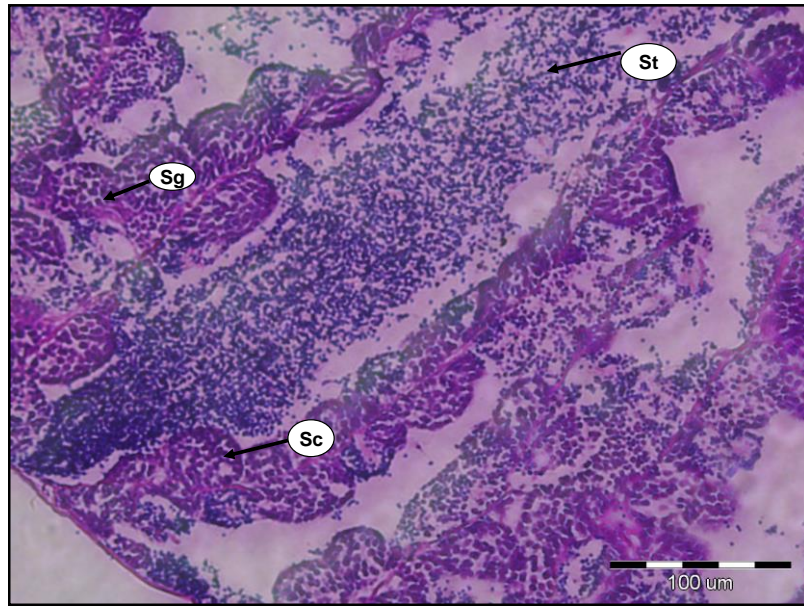


**Slika 3.8.2.** Presjek ovarija glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u stadiju vitelogeneze s vidljivim vitelogenim oocitama (Vo), oocitama u perinuklearnom stadiju te oocite u stadiju migracije (M). Također su vidljive i oocite u stadiju kortikalnih alveola (KA), oocite u kromatin nukleolus stadij (K), kao i oocite u kasnom perinuklearnom stadiju

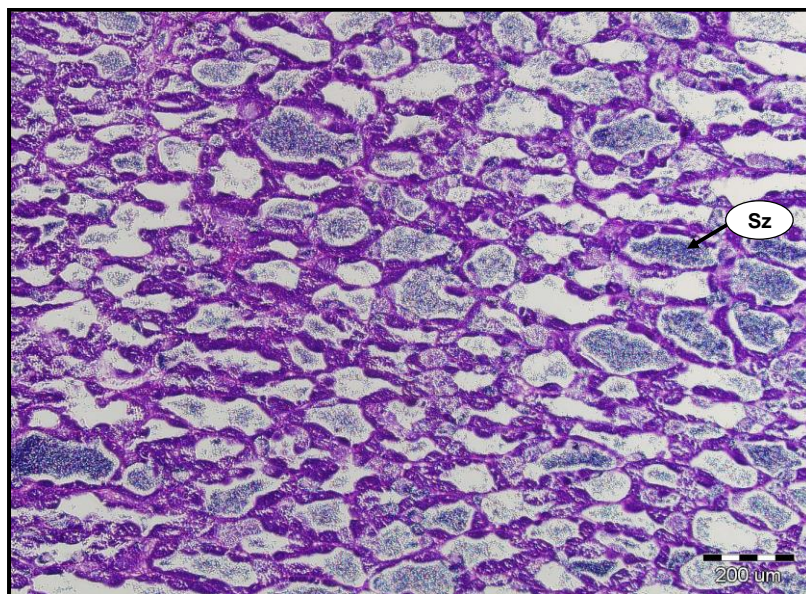


**Slika 3.8.3.** Presjek ovarija glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* nakon mrijesta s vidljivim atretičkim oocitama (a)

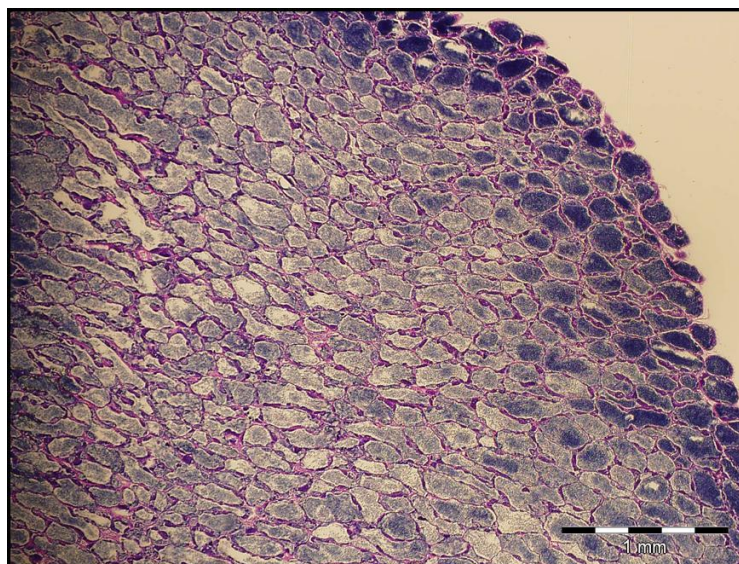
Histološkom analizom testisa glavoča travaša uočeno je da su oni podijeljeni u režnjeve u kojima je tijekom analize uočeno više tipova stanica u različitim stadijima, od spermatogonija do spermatocita i spermatida. Spermatogonije su najveće i smještene su na periferiji uzduž seminifernih tubula, te spermatocite koje su smještene u unutrašnjosti. Vrijeme intenzivnijeg razvoja testisa (predmrijesno razdoblje) započinje tijekom zimskih mjeseci i traje sve do svibnja, kada su unutar spermatogenih cisti već uočljive spermatocite, spermatide i spermatozoe (Slika 3.8.4.). Tijekom mrijesta u režnjevima su prisutni svi navedeni stadiji, ali je uočljiv porast broja spermatozoida, posebice tijekom travnja i svibnja (Slika 3.8.5.). U razdoblju od kolovoza do studenog testisi su se nalazili u stadiju mirovanja (Slika 3.8.6.).



**Slika 3.8.4.** Presjek testisa glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* (spermatogoniji –Sg, spermatocite- Sc i spermatozoidi – Sz)



**Slika 3.8.5.** Presjek testisa glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* za vrijeme mrijesta (na slici vidljivi spermatozoidi – Sz)



**Slika 3.8.6.** Poprečni presjek testisa glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u stadiju mirovanja

### 3.8.1. Fekunditet

Fekunditet je kao i veličina zrelih oocita analiziran na poduzorku (0,01g) kod 115 zrelih ženki. Jedinke su sakupljene od ožujka do lipnja 2011., u stadiju IV spolnog sazrijevanja. Raspon ukupnih dužina tijela ovih jedinki je bio od 9 do 15,6 cm ( $12,22 \pm 1,43$  cm), a njihova masa bila je od 7,8 do 31,5 g ( $17,10 \pm 5,39$  g). Vrijednosti relativnog fekunditeta nalazile su se u rasponu od 68,33 do 127,52 ( $95,81 \pm 51,82$ ), dok su vrijednosti apsolutnog fekunditeta bile u rasponu od 1510,4 do 33546,66 ( $6759,55 \pm 4958,63$ ) (Tablica 3.8.1.1). Veličina zrelih jaja (N=3367) kolebala je u rasponu od 0,02 do 1,07 mm ( $0,57 \pm 0,13$  mm) (Slika 3.8.1.1).

**Tablica 3.8.1.1.** Srednje vrijednosti relativnog i apsolutnog fekunditeta glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru, u odnosu na ukupnu dužinu tijela i masu gonada jedinki

| Ukupna dužina (cm) | N  | Masa gonada (g) | Relativni fekunditet | Apsolutni fekunditet |
|--------------------|----|-----------------|----------------------|----------------------|
| 9,0                | 9  | 0,46            | 68,33                | 2385,58              |
| 10,0               | 12 | 0,54            | 90,33                | 4111,15              |
| 11,0               | 29 | 0,73            | 101,39               | 5209,49              |
| 12,0               | 29 | 0,61            | 127,52               | 6817,76              |
| 13,0               | 20 | 0,92            | 108,66               | 8153,25              |
| 14,0               | 14 | 1,41            | 97,02                | 12693,77             |
| 15,0               | 2  | 1,14            | 81,00                | 8488,00              |

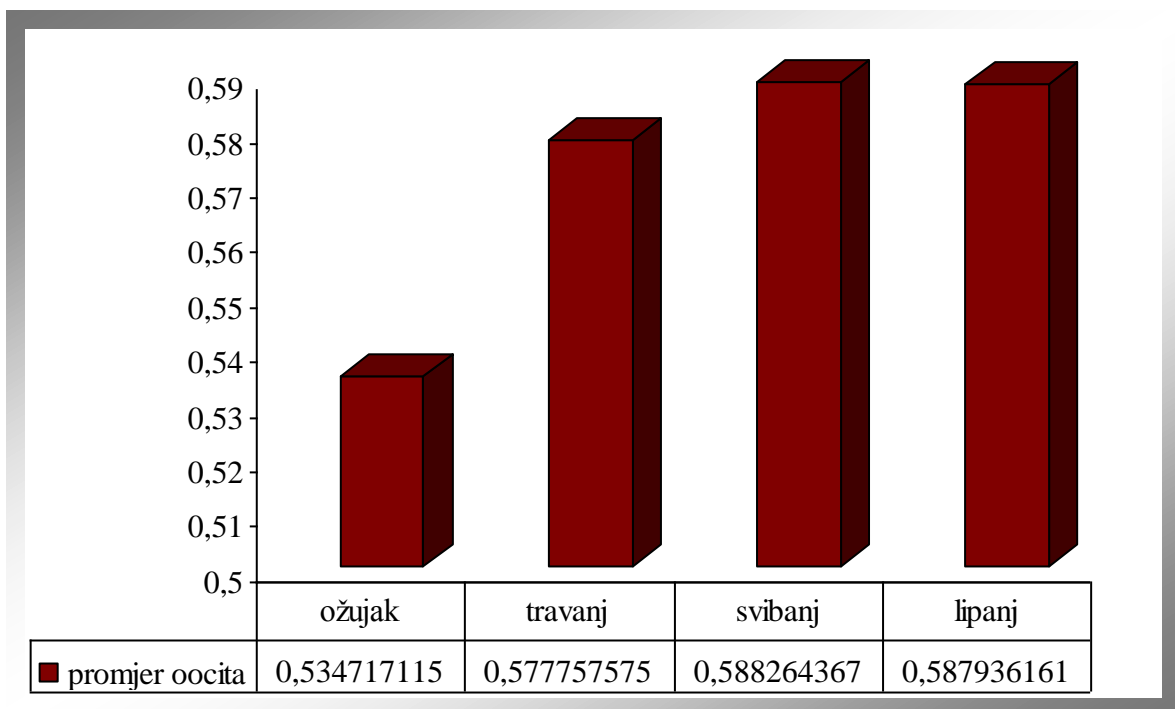
Odnos broja jaja prema ukupnoj dužini tijela (Lt) (Slika 3.8.1.2.), masi ribe (W) (Slika 3.8.1.3.) i masi gonada ženki (Wg) (Slika 3.8.1.4.) može se opisati sljedećim jednadžbama:

$$\text{Broj jaja ( fekunditet) } = 1372,0 * L_t - 9627,1, R^2 = 0,768$$

$$\text{Broj jaja ( fekunditet) } = 395,71 * W + 397,51, R^2 = 0,766$$

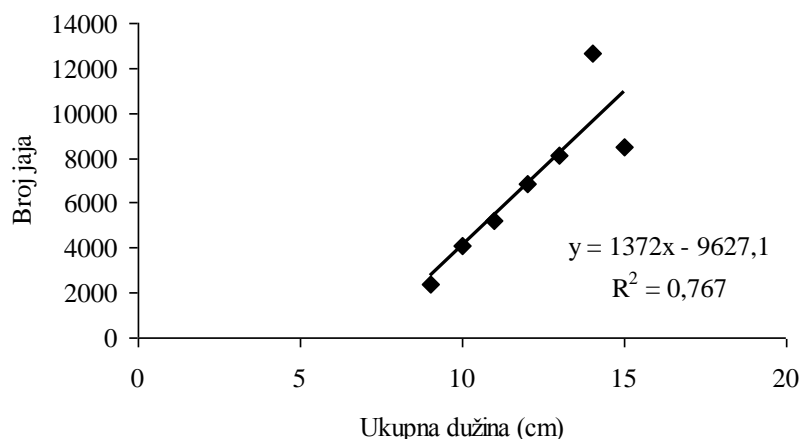
$$\text{Broj jaja (fekunditet) } = 9250,8 * W_g - 885,92, R^2 = 0,892.$$

Rezultati pokazuju porast broja jaja u odnosu prema dužini, masi ribe, kao i masi gonada. Utvrđena je najbolja korelacija između broja jaja i mase gonada ( $R^2=0,892$ ), dok je gotovo podjednaka korelacija utvrđena između broja jaja i mase ribe ( $R^2=0,766$ ), te broja jaja i dužine ribe ( $R^2=0,768$ ).

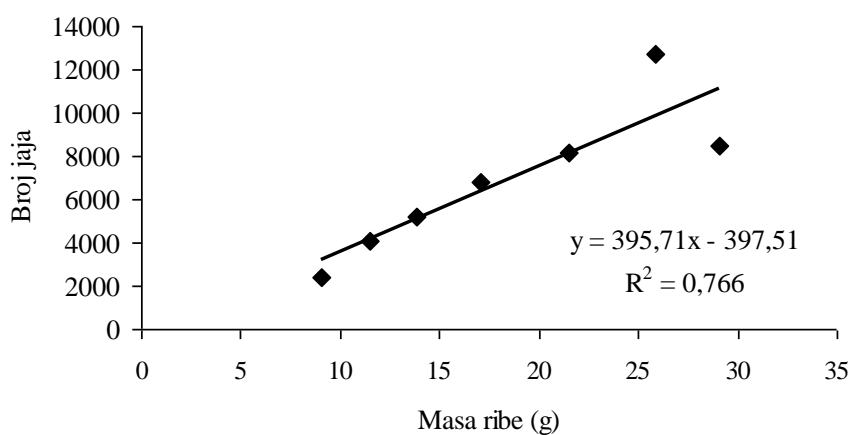


**Slika 3.8.1.1.** Prosječni promjer najvećih oocita kod ženki glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u razdoblju od ožujka 2011 do lipnja 2011. godine

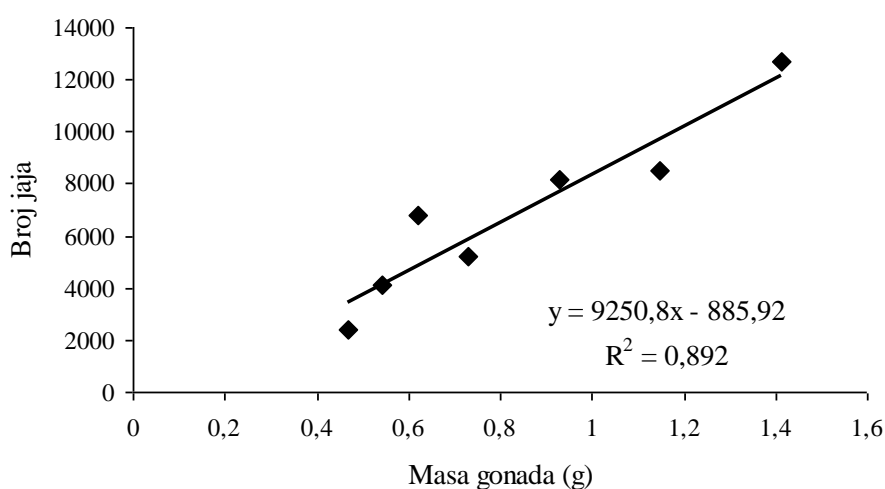




**Slika 3.8.1.2.** Kolebanje pojedinačnih vrijednosti fekunditeta i ukupne dužine glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru



**Slika 3.8.1.3.** Kolebanje pojedinačnih vrijednosti fekunditeta i mase glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru



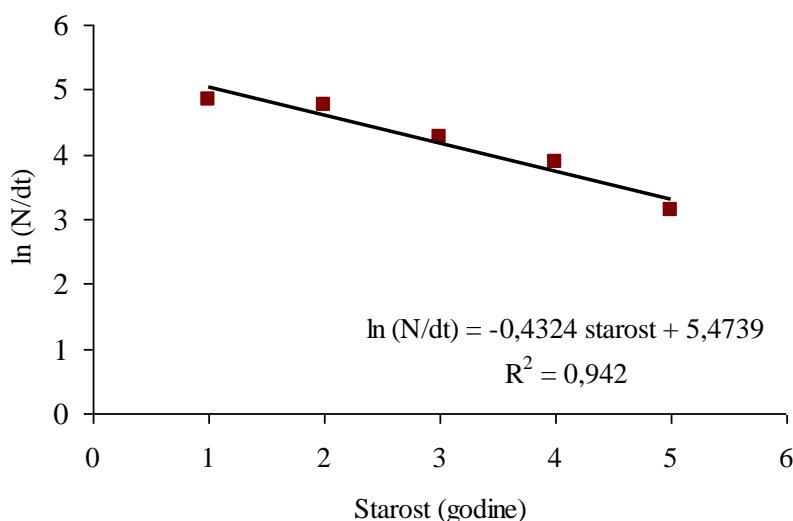
**Slika 3.8.1.4.** Kolebanje pojedinačnih vrijednosti fekunditeta i mase gonada glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u Novigradskom moru

### 3.9. Smrtnost

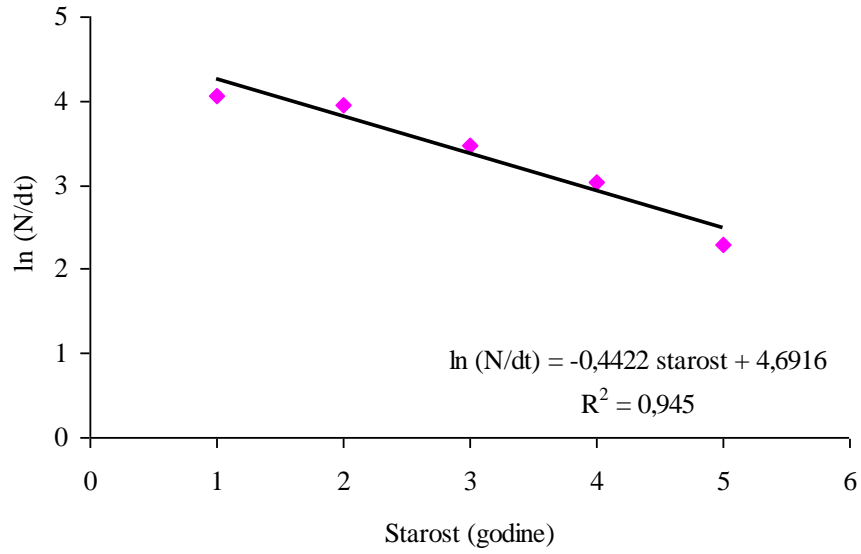
Za analizu smrtnosti glavoča travaša iz Novigradskog mora, korišten je uzorak od 383 jedinki, od čega su 149 bili mužjaci, a 173 ženke, kojima je prethodno utvrđena starost (poglavlje 3.6.). Vrijednosti ukupne smrtnosti (Z), kao i prirodne (M), ribolovne (F) te omjera iskorištavanja (E) prikazani su u Tablici 3.9.1. Veće vrijednosti prirodne i ribolovne smrtnosti zabilježene su kod mužjaka. No, vrijednosti ribolovne smrtnosti zanemarivo su niske kod glavoča travaša jer ova vrsta nije ciljana ribarstvena vrsta, već predstavlja prilov uglavnom kod ulova mreža potegača. Stoga je vrijednost ukupne smrtnosti gotovo u potpunosti vrijednost prirodne smrtnosti. Na slikama 3.9.1., 3.9.2. te 3.9.3. vidljivo je da su jedinke u ukupnom uzorku od prve godine života pod pritiskom ukupne smrtnosti. Omjer iskorištavanja ne ukazuje na veći ribolovni pritisak nad ovom vrstom.

**Tablica 3.9.1.** Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M), ribolovne (F) i omjer iskorištavanja (E) biozaliha glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* za područje Novigradskog mora

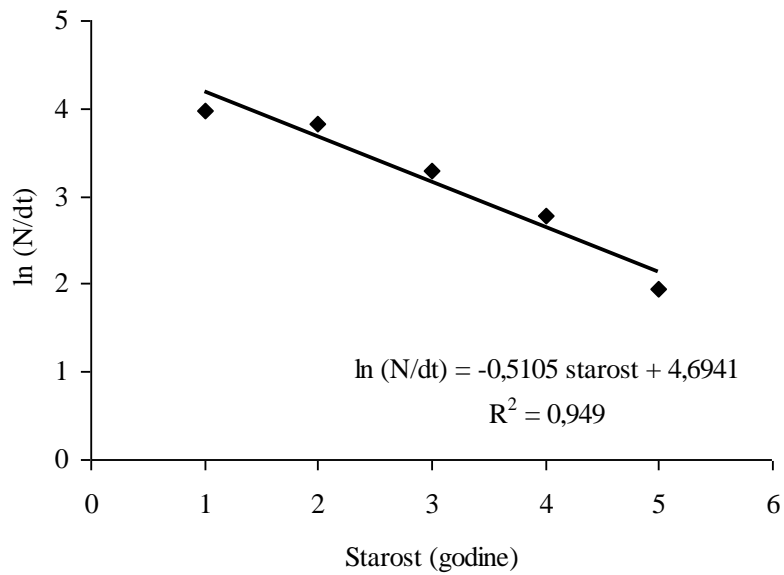
| Smrtnost      | Ženke | Mužjaci | Ukupni uzorak |
|---------------|-------|---------|---------------|
| Ukupna (Z)    | 0,442 | 0,512   | 0,432         |
| Prirodna (M)  | 0,351 | 0,388   | 0,344         |
| Ribolovna (F) | 0,092 | 0,122   | 0,088         |
| Omjer (E)     | 0,208 | 0,239   | 0,203         |



**Slika 3.9.1.** Ukupna smrtnost (Z) jedinki glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u ukupnom uzorku



**Slika 3.9.2.** Ukupna smrtnost ( $Z$ ) ženki glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u ukupnom uzorku



**Slika 3.9.3.** Ukupna smrtnost ( $Z$ ) mužjaka glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* u ukupnom uzorku

#### 4. RASPRAVA

Glavoči pripadaju ribama iz reda *Perciformes* (grgečke), jedna su od najbrojnijih obitelji među jadranskim ribama (Jardas, 1996). Upravo zbog svoje brojnosti na staništima, kao i položaja u trofičkim lancima, porodica Gobiidae u cjelosti, kao i pojedini glavoči sami za sebe, vrlo su važan dio biocenoze različitih ekosustava (Miller, 1979). Glavoč travaš jedna je od 46 vrsta iz ove obitelji koje obitavaju u Jadranskom moru (Jardas, 1996). Većina se ihtiologa slaže s činjenicom da obitelj glavoča, osim što ima iznimnu važnost za bioraznolikost Jadranskog mora, predstavlja i veliki interes za samu problematiku određivanja vrsta te opisa srodstvenih odnosa nižih svojiti unutar tako brojne obitelji (Miller, 1973 a, b; Birdsong, 1975; Tortonese, 1985; Hoese & Gill 1993; Johnson & Brothers 1993; Pezold, 1993; Winterbottom, 1993; Kovačić, 2008). Unatoč tome, kao i činjenici da je Sredozemno more vrlo značajan centar evolucije obitelji Gobiidae (Kovačić, 2008), te da ova vrsta ima značajniju ulogu u priobalnim ihtiozajednicama, dinamika populacije glavoča travaša za istočni dio Jadranskog mora do ovoga istraživanja nije bila poznata. Iscrpna istraživanja životnog ciklusa, ishrane te reprodukcije ove vrste s naglaskom na netipično ponašanje glavoča travaša tijekom mrijesta (Zucchetta i sur. 2012; Casabianca i sur. 1969; Ota i sur. 1999; Hajji i sur. 2010) pronalazimo za područja Egejskog mora (Akyol, 2003) i središnjeg Mediterana (Hajji 2010, 2013). Podrobno su obrađene svojte s Crvenog popisa gdje je njihova ugroženost procijenjena prema kriterijima Svjetske udruge za zaštitu prirode, a svoje mjesto pronalazi i glavoč travaš koji je međunarodno i zaštićen Konvencijom o zaštiti europskih divljih vrsta i staništa (Bern 1979; Dodatak III). (Jardas i sur. 2008). S druge strane, zanimljiva je činjenica da ga se uz istočnojadransku obalu ulovi godišnje oko 5 t (Jardas, 1996) i da se na domaćim ribarnicama prodaje svjež, iako se za glavoča travaša kao i za ostale vrste iz obitelji Gobiidae teško može reći da predstavljaju gospodarski važnu vrstu u Jadranu. Sve gore navedene činjenice upravo su i nametnule potrebu za detaljnijim istraživanjem ovog sredozemno morskog endema, obzirom da predstavlja vrstu koja je iznimno ugrožena usputnim izlovljavanjem alatima priobalnog ribolova. Samo cjeloviti i interdisciplinarni pristup može polučiti zadovoljavajuće rezultate u poznavanju biologije glavoča travaša, a podaci iz ovog istraživanja dat će bolji uvid u osnovno stanje i promjene priobalnih ekosustava, kao i ove vrste unutar priobalnih ihtiozajednica. Ponajviše se to odnosi na prostor Novigradskog mora, prepoznatog kao rastilište i hranilište brojnih vrsta riba zbog visokih koncentracija hranjivih soli koje donosi rijeka Zrmanja (Buljan, 1969).

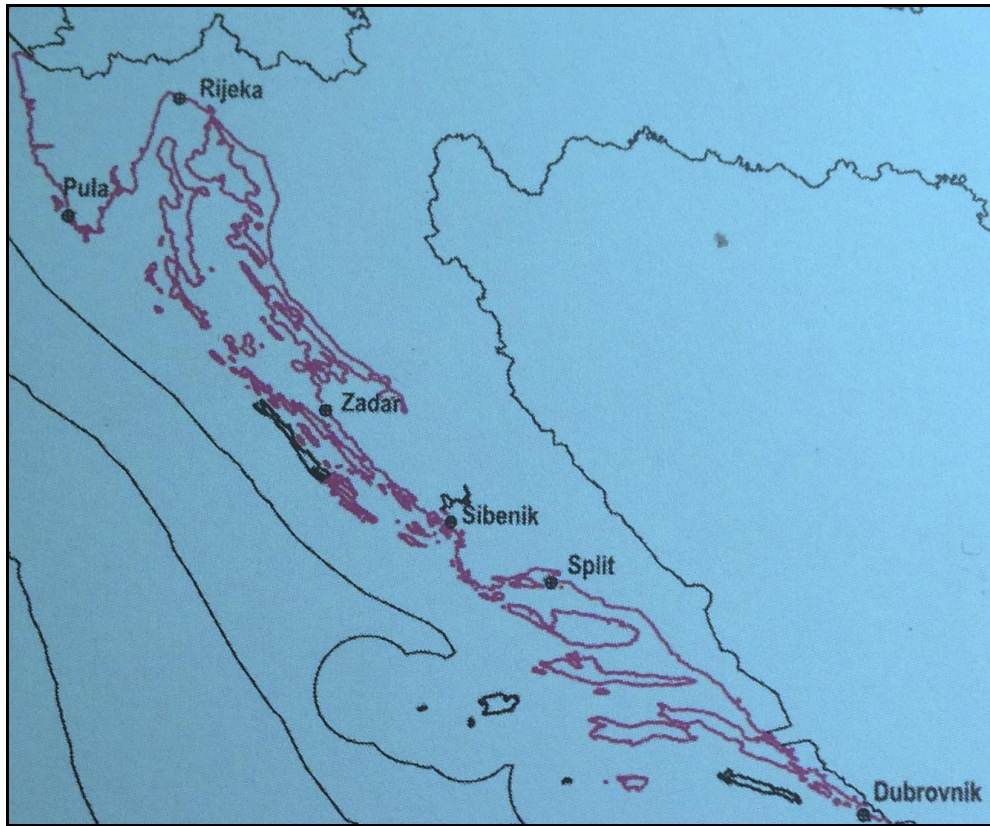
Nadalje, ne može se isključiti činjenica da ovo istraživanje vjerojatno ipak nije dostatno za potpuniju sliku bioloških i ekoloških karakteristika glavoča travaša, uzmemo li u obzir da se

istraživanju pristupilo na ograničenoj lokaciji (luka Posedarje) te korištenje uglavnom jednog ribolovnog alata (male obalne pridnene potegače). Unatoč tome, ovo su prvi cjeloviti podaci o biologiji i ekologiji ove vrste.

### **Rasprostranjenost i sastav populacije glavoča travaša**

Glavoč travaš je mediteransko-crnomorski endem, u Jadranskom moru posvuda rasprostranjen, uglavnom uz sjeverne obale te uz priobalne dijelove istočnog Jadrana. Najbrojniji je u venecijanskim lagunama (Jardas, 1996), uz istočnu obalu Jadranskog mora osobito je brojan u Novigradskom i Karinskom moru (Jardas i sur. 2008). Nadalje, zabilježen je i kod otoka Lošinja i Kornatskog otočja (Kraljević & Pallaoro 1991; Zavodnik & Crnković 1992; Jardas i sur. 1996) (Slika 4.1.).

Na sedimentnom dnu gornjeg infralitorala Novigradskog mora rasprostranjena je biocenoza livada morskih cvjetnica rodova *Cymodocea* i *Zostera*, koje su poželjno stanište glavoča travaša (Kruschel i sur. 2009), rjeđe obitava na livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (Jardas i sur. 2008). Zabilježena je dubinska rasprostranjenost ove vrste u Novigradskom moru od 3 do 4 m. Jardas (1996) navodi da ova vrsta u Jadranskom moru naseljava vrlo plitka područja, do nekoliko metara dubine, što je ustanovio i Akyol (2003) za područje Egejskog mora (između 0,5 i 1 m dubine). Nasuprot tome, Hajji i sur. (2010) navode ga na znatno većim dubinama (50 m) za područje središnjeg dijela Sredozemnog mora.



**Slika 4.1.** Crvena linija označava područje rasprostranjenosti glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus*, u priobalnim dijelovima Jadranskog mora (izvor: Jardas i sur. 2008)

Rasprostranjenost *Z. ophiocephalus* u priobalnim dijelovima Jadranskog mora navode Jardas i sur. (2008) (Slika 4.1.). U ovom su se radu postaje uzorkovanja nalazile nedaleko od mjesta Posedarje na sjeveroistočnom dijelu Novigradskog mora. Stoga, za uvid u cjelovitu sliku rasprostranjenosti glavoča travaša na cjelokupnom području samog Novigradskog mora, ipak treba obaviti dodatna istraživanja.

**Tablica 4.1.** Prikaz ukupnih dužina tijela Lt (cm) glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus*, na različitim područjima istraživanja (Egejsko, Sredozemno, Jadransko Karinsko i Novigradsko more)

| Područje                             | Autor                        | Najveća ukupna dužina Lt (cm) | N    |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------|
| Egejsko more                         | Akyol i sur. (2004)          | 19                            | 141  |
| Središnji Sredozemno more (Tunis)    | Hajji i sur. (2011)          | 21                            | 824  |
| Jadransko more (Venecijanska laguna) | Pujolar i sur. (2012)        | 25                            | 126  |
| Jadransko more                       | Ota i sur. (1999)            | 23                            | 136  |
| Egejsko more                         | Koutrakis & Tsikliras (2003) | 16,5                          | 15   |
| Egejsko more                         | Özaydin & Taskavak (2006)    | 20,5                          | 168  |
| Egejsko more                         | Gurkan i sur. (2010)         | 7                             | 4    |
| Karinsko more                        | Dulčić (2004)                | 17                            | 2618 |
| Novigradsko more (Jadransko more)    | ovaj rad                     | 20                            | 1229 |

U ovome je radu najveća jedinka bila ukupne dužine od 20,0 cm, stoga treba naglasiti da su ipak u prethodnim istraživanjima nađene veće jedinke ove vrste (Tablica 4.1.). Za populaciju u Venecijanskoj laguni najveća utvrđena ukupna dužina tijela ove vrste je 23,0 cm (Pujolar i sur. 2012). Neznatne razlike uočavaju se za područja Egejskog mora, kao i središnjeg Sredozemnog mora (Tunis) (Hajji i sur. 2011) gdje je raspon najveće ukupne dužine tijela bio od 16,5 i 20,5 cm. Nadalje, za sjeverni dio Egejskog mora Gurkan i sur. (2010) navode najveću ukupnu dužinu tijela glavoča travaša od samo 7,0 cm. S obzirom da se radi o vrlo malom analiziranom uzorku od ukupno samo četiri jedinke, navedena najveća ukupna dužina tijela ne se može uzeti kao značajan podatak. U Karinskom moru, koje je s jugoistočne strane povezano s Novigradskim morem, zabilježena je neznatno manja dužina tijela glavoča travaša (Dulčić, 2004), ali u obzir se mora uzeti činjenica da je riječ o jedinkama s deformiranom kralježnicom kao mogućom posljedicom promjene bioloških i ekoloških čimbenika na analiziranom lokalitetu.

Za područje Novigradskog mora ovo su prvi zabilježeni podaci najveće dužine tijela glavoča travaša (20,0 cm), koji se podudaraju s podacima iz Egejskog mora (Özaydin & Taskavak 2006), te postoje i slični podaci za područje zapadne obale Jadranskog mora (Ota i sur. 1999). Raspon ukupne dužine tijela glavoča travaša za područje Novigradskog mora bio je od

4,3 do 20,0 cm ( $12,30 \pm 2,70$ ), dok u ostalim istraživanjima nisu navedene srednje vrijednosti ukupne dužine tijela. Nadalje, raspon ukupne dužine tijela ženki u ovom je radu od 5,4 do 20,0, cm ( $12,11 \pm 2,07$ ), a za mužjake od 7,7 do 18,2 cm ( $13,11 \pm 2,76$ ).

Na području Novigradskog mora više od 50% ulovljenih jedinki nalazilo se u rasponu od 11,0 do 14,0 cm, dakle unutar srednjih dužinskih skupina. Ako usporedimo dužine tijela ženki i mužjaka glavoča travaša (od 9,0 do 21,0 cm) iz središnjeg dijela Sredozemnog mora (zaljev Gabes, Tunis) (Hajji i sur. 2011) s našim istraživanjem, u ovom su istraživanju zabilježene manje dužine tijela ženki i mužjaka, što može biti posljedica različite dubine kao i vremena uzorkovanja te selektivnosti upotrebljavanih ribolovnih alata.

Ako usporedimo glavoča travaša s ostalim vrstama iz obitelji Gobiidae, vidljivo je da on ipak dostiže najveću ukupnu dužinu tijela, te ga stoga svrstavamo u skupinu najvećih vrsta ove obitelji. Zastupljenost ženki i mužjaka obzirom na ukupnu dužinu tijela na području Novigradskog mora pokazuje unimodalne vrijednosti, dok je pri većim dužinama uočena neznatno veća zastupljenost mužjaka. Slične rezultate zabilježili su Hajji i sur. (2011), što moguće ukazuje na činjenicu da mužjaci potencijalno brže rastu i duže žive od ženki (Tsikliras & Stergiou 2013) (Tablica 4.2.).



**Tablica 4.2.** Prikaz ukupne dužine tijela (cm) za ženke i mužjake i njihov analizirani broj (N) u različitim istraživanjima drugih vrsta iz obitelji Gobiidae (Tsikliras & Stergiou 2013)

| Vrsta                                | Država     | Lokacija        | Spol    | Broj jedinki (N) | Lt <sub>(min)</sub> -Lt <sub>(max)</sub> | Autori                        |
|--------------------------------------|------------|-----------------|---------|------------------|--|-------------------------------|
| <i>Aphia minuta</i>                  | Španjolska | Balearsko more  | ženke   | 168              | 2,5-4,4                                  | Iglesias & Morales-Nin (2001) |
|                                      |            |                 | mužjaci | 182              | 2,5-4,0                                  |                               |
| <i>Buenia affinis</i>                | Hrvatska   | Jadransko more  | ženke   | 112              | 1,4-3,8                                  | Kovačić & La Mesa (2010)      |
|                                      |            |                 | mužjaci | 128              | 1,3-3,7                                  |                               |
| <i>Crystallogobius lineraris</i>     | Italija    | Jadransko more  | ženke   | 199              | 1,5-3,5                                  | Caputo i sur. (2003)          |
| <i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> | Turska     | Crno more       | ženke   | 527              | 5,0-9,1                                  | Metin i sur. (2011)           |
|                                      |            |                 | mužjaci | 470              | 5,5-9,2                                  |                               |
| <i>Gobius paganellus</i>             | Turska     | Crno more       | ženke   | 97               | 5,1-12,2                                 | Engin & Seyhan (2009)         |
|                                      |            |                 | mužjaci | 78               | 5,0-14,1                                 |                               |
| <i>Gobius roulei</i>                 | Hrvatska   | Jadransko more  | ženke   | 298              | 2,0-7,5                                  | Kovačić (2001)                |
|                                      |            |                 | mužjaci | 270              | 3,0-8,8                                  |                               |
| <i>Gobius vittatus</i>               | Hrvatska   | Jadransko more  | ženke   | 402              | 2,0-5,4                                  | Kovačić (2007)                |
|                                      |            |                 | mužjaci | 302              | 1,9-5,3                                  |                               |
| <i>Pomatoschistus marmoratus</i>     | Egipat     | Sueski kanal    | ženke   | 311              | 1,2-5,6                                  | Fouda i sur. (1993)           |
|                                      |            |                 | mužjaci | 115              | 1,2-5,6                                  |                               |
| <i>Pomatoschistus microps</i>        | Francuska  | Vaccares laguna | ženke   | 29               | 2,5-4,5                                  | Pampoulie i sur. (2000)       |
|                                      |            |                 | mužjaci | 26               | 2,5-4,5                                  |                               |
| <i>Silhouettea aegyptia</i>          | Egipat     | Sueski kanal    | ženke   | 300              | 1,1-4,7                                  | Fouda i sur. (1993.)          |
|                                      |            |                 | mužjaci | 178              | 1,1-4,7                                  |                               |

## Dužinsko-maseni odnos i indeks kondicije glavoča travaša

Dužinsko-maseni odnos prvenstveno ovisi o ekološkim uvjetima u kojima jedinke žive, a promjene alometrijskog eksponenta ukazuju na promjenu oblika tijela, fiziološke promjene, te povećanje ili smanjenje stope rasta (Frost, 1945.). Nadalje, alometrijski odnos mijenja se ovisno o dužini, starosti, spolu i lokalitetu kojega nastanjuje istraživana vrsta. Prema dobivenim podacima za populaciju glavoča travaša u Novigradskom moru, utvrđena je negativna alometrija. Ako usporedimo vrijednosti varijable  $b$  dobivene u prethodnim istraživanjima ove vrste (sjeveroistočni dio Egejskog mora u Turskoj (Gurkan i sur. 2010), te sjeverni dio egejskih estuarija u Grčkoj (Koutrakis & Tsikliras 2003), s podacima iz ovog rada, isti ukazuju na postojanje određenih razlika (Tablica 4.3.).

U navedenim istraživanjima za područje Egejskog mora (Turska) utvrđena je pozitivna alometrija, dok se za Novigradsko more te Egejski estuarij (Porto–Lagos) vrijednosti gotovo podudaraju. Temeljem prethodno navedenog, utvrđena razlika u istraživanjima može biti uzrokovana različitim ekološkim i fizikalnim čimbenicima istraživanih područja, a koje se u najvećem opsegu pripisuju selektivnosti upotrebljivanih ribolovnih alata, dubini rada te temperaturi i salinitetu vodene sredine (Dulčić & Kraljević 1996). Nadalje, dužinsko-maseni odnos može dobro poslužiti u svrhu istraživanja ribljih populacija koje su pod visokim ribolovnim pritiskom (Pauly 1984) ili obuhvaćene nekim konzervacijskim mjerama (Gurkan i sur. 2010).

**Tablica 4.3.** Prikaz vrijednosti varijabli  $a$  i  $b$  te raspon ukupne dužine tijela (Lt u cm) za različita područja istraživanja ove vrste u Egejskom, Sredozemnom i Novigradskom moru

| Područje                             | Autor                        | Raspon ukupne dužine tijela (cm) | $a$   | $b$   |
|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------|-------|
| Egejski estuarij (Porto-Lagos Grčka) | Koutrakis & Tsikliras (2003) | 10,20-16,50                      | 0,011 | 2,998 |
| Egejsko more (istočni dio, Turska)   | Özaydin & Taskavak (2006)    | 9,30-20,50                       | 0,004 | 3,306 |
| Egejsko more (sjeverni dio, Turska)  | Gurkan i sur. (2010)         | 6,50-7,00                        | 0,004 | 3,339 |
| Sredozemno more (središnji)          | Hajji i sur. (2013)          | 10,50-20,20                      | 0,020 | 2,811 |
| Egejsko more (Izmirski zaljev)       | Akyol (2003)                 | 8,0-23,3                         | 0,008 | 3,060 |
| Novigradsko more                     | ovaj rad                     | 4,3-20,0                         | 0,011 | 2,920 |

Prema ovim istraživanjima, varijabla  $b$  za ženke (2,890) i mužjake (2,895) također ukazuju na negativnu alometriju, a slične vrijednosti kod ženki (2,810) i mužjaka (2,730) ustanovili su i Hajji i sur. (2013) za područje središnjeg dijela Sredozemnog mora. Navedene varijable, iako dosta slične, statistički su značajno različite te pokazuju različitu kondiciju ove vrste obzirom na spol. Dužinsko-maseni odnos ostalih glavoča kao npr. vrsta *G. vittatus* (Kovačić, 2004), *A. minuta* (La Mesa, 1999), *C. linearis* (La Mesa, 2001), *G. niger* (Vaas i sur. 1975; Nash, 1984; Fabi & Froglija 1984; Fabi & Gianetti 1985; Vasey & Langford 1985), *L. friesii* (Nash, 1982) ukazuju na pozitivnu alometriju.

Prema Dulčić & Kraljević (1996) parametri dužinsko-masenog odnosa mogu sezonski kolebati, ovisno o biološkim-ekološkim čimbenicima nekog područja, te ovisno o spolu i zrelosti pojedine vrste. Uspoređujući vrijednosti varijable  $b$  kod *Z. ophiocephalus* s ostalim vrstama iz obitelji Gobiidae kao npr. *G. vittatus* (Kovačić, 2004) nisu zabilježene statistički značajne razlike među spolovima, jednako kao i kod *A. minuta* (La Mesa, 1999). Kod vrste *C. linearis* (La Mesa, 2001) varijabla  $b$  statistički je značajno veća kod ženki nego kod mužjaka. Dužinsko-maseni odnos srodne vrste *G. niger* kolebao je po spolovima od pozitivne (mužjaci  $b = 3,12$ ) do negativne alometrije (ženke  $b = 2,73$ ) (Fabi & Froglija 1984), također sezonski i tijekom godine (kolovoz 1981  $b = 3,50$ ; kolovoz 1982  $b = 2,88$ ) (Nash, 1984). Ovakva varijabilnost u dužinsko-masenom odnosu može biti dokaz unikatnosti ove vrste ili slabe istraženosti drugih područja s obzirom da ovakve rezultate nalazimo samo na jednom području i to od istog autora. Nadalje, razlike u dužinsko-masenom odnosu između mužjaka i ženki, mogu biti pokazatelj različitih ekoloških ili fizioloških promjena obzirom da na kolebanja alometrijskih vrijednosti utječe čitav niz čimbenika kao npr. opće fiziološko stanje ribe, stupanj spolne zrelosti, dostupnost hrane, hidrografske prilike staništa (Biswas, 1993; Ricker, 1978). Čini se da ovo posljednje ima poseban značaj jer u estuarijskim područjima, poput Novigradskog mora, mogu postojati znatne međugodišnje razlike u hidrografskim parametrima uslijed precipitacije i evaporacije (broj kišnih dana, visina snijega, donos rijeke). Dodatno, temperatura i slanost te dostupnost hrane čimbenici su koji će uvelike utjecati na dužinsko-maseni rast, kondiciju, a time i na rast u cjelini (Ramos i sur. 2012).

Indeks kondicije podrazumijeva fizičko stanje ribe koje je posljedica dužinsko-masenog odnosa, a izražava se koeficijentom kondicije ili ponderalnim indeksom (Thompson, 1942). Analizirajući promjene ovog indeksa, moguće je utvrditi određena fiziološka stanja ribe uvjetovana čimbenicima okoliša, dostupnošću hrane, stupnjem invadiranosti parazitima kao i odrediti vrijeme mrijesta. Također indeks kondicije je pokazatelj rezervne energije kod riba (Lambert & Dutill 1997). U ovom istraživanju utvrđen je indeks kondicije za ukupni uzorak

(0,953), a nije utvrđena statistički značajna razlika u vrijednostima ovog indeksa između spolova. Vrijednosti ovog indeksa rastle su s povećanjem dužinskih razreda. Tako je raspon ovog indeksa bio od 0,68 za dužinski razred od 4,0 cm do 0,97 za dužinski razred od 19,0 cm. Obzirom da vrijednosti ovog koeficijenta padaju i rastu kroz različite dužinske razrede, najvjerojatnije su posljedica i bioloških i ekoloških čimbenika. Također, kako je ovaj indeks izračunat preko kubičnog koeficijenta, on je osjetljiv na različite vanjske promjene (Pallaoro 1996). Naime, u dostupnoj literaturi pronađen je samo jedan rad koji pokazuje vrijednost indeksa kondicije od 1,360 za vrstu glavočić okrugljak, *Neogobius melanostomus* s područja Dunava (Brandner i sur. 2013). U usporedbi s ovim istraživanjem dobivene su manje vrijednosti indeksa kondicije, što najvjerojatnije ukazuje na slabu prehranu i/ili nepovoljne uvjete u okolišu (Marteinsdottir & Steinarsson 1998).

### **Biometrijske osobine i relativni rast glavoča travaša**

Kao što je poznato, do ovog istraživanja nije bilo temeljitijih biometrijskih podataka o glavoču travašu, pa dobiveni rezultati predstavljaju prve za područje istočnog Jadrana. Za ostala područja biometrijski podaci ove vrste prema dostupnoj literaturi malobrojni su i nepotpuni. Prema nekim autorima (Miller, 1984; Hajji, 2011) utvrđeni spolni dimorfizam temelji se na različitom obliku urogenitalne papile kod ženki i mužjaka, što je za populaciju glavoča travaša potvrđeno i u ovom istraživanju (vidi Slika 1.2.). U usporedbi s mužjacima, ženke pokazuju veću standardnu dužinu tijela u odnosu na ukupnu dužinu tijela, veću dužinu glave, prve i druge predleđne dužine, predpodrepnu dužinu, predprsnu dužinu zatim veću prvu i drugu leđnu, prsnu, trbušnu, te repnu peraju. S druge strane, mužjaci u usporedbi sa ženkama imaju samo veću predtrbušnu dužinu i podrepnu peraju u odnosu na standardnu dužinu tijela. Razlog ovih razlika, u kojima je zabilježena veća vrijednost morfometrijskih odnosa za ženke nego za mužjake, nije poznat, a uzroci mogu biti različiti od prirodnih do genetski uvjetovanih morfoloških razlika. Utvrđene vrijednosti morfometrijskih odnosa nije bilo moguće usporediti s rezultatima drugih autora za istu vrstu jer u dostupnoj literaturi takvi nisu pronađeni. Ključ za determinaciju 46 vrsta iz obitelji Gobiidae, među kojima se spominje i glavoč travaš (Kovačić, 2008), nažalost navodi samo osnovne osobine (broj ljustaka uzduž boka, broj pora na izdvojenom ogranku anteriorno okuloskopularnog kanala ispod oka i iza oka). Do sada su u samo jednom pronađenom radu zabilježene razlike u biometrijskim osobinama nekih drugih vrsta iz obitelji glavoča. Prema Kovačiću (2004), koji opisuje razlike između ženki i mužjaka vrste glavočić crnobok, *G. vitatus* za područje Jadrana, zabilježena je razlika između nedoraslih i odraslih ženki

te nedoraslih i odraslih mužjaka. Utvrđene su značajne morfometrijske razlike, a odnose se na kraću dužinu druge leđne peraje kod ženki, te veću dužinu baze podrepne peraje kod mužjaka u odnosu na nedorasle jedinke. S druge strane, razlike između odraslih ženki i mužjaka statistički su manje značajne. U ovom istraživanju, morfometrijske mjere (prve i druge leđne, podrepne, prsne, trbušne dužine peraje; mjere na glavi: odnos promjera oka i dužine predočne udaljenosti; odnos najmanje visine i standardne dužine tijela kao i odnos najmanje i najveće visine tijela) glavoča travaša pokazuju visoki koeficijent varijabilnosti ( $> 10\%$ ), a razlog tome nije jasan i zahtjeva dodatna istraživanja.

Merističke značajke populacije glavoča travaša za Novigradsko more uglavnom su slične dostupnim podacima za ovu vrstu na različitim područjima (Tablica 4.3.). Broj šipčica u trbušnoj peraji isti je za ostale dijelove Jadranskog mora. Rezultati istraživanja pokazuju da je broj nečlankovitih šipčica u prvoj leđnoj peraji za područje Jadrana bio u rasponu od (V-VII) (Šoljan 1963), dok je za istraživano područje bio stalan (VI). Broj nečlankovitih šipčica druge leđne peraje (I) bio je isti za sva istraživana područja. Raspon je člankovitih šipčica u drugoj leđnoj peraji za ovo istraživanje bio u rasponu od 14 do 17. Prema Šoljanu (1963), zabilježen je veći broj ljustaka u bočnoj pruzi, nego što su zabilježene u ovom istraživanju. Broj škržnih nastavaka kao i broj šipčica u repnoj peraji nisu navedeni kod ostalih istraživanja. Nadalje, razlike između spolova nisu zabilježene ni za jednu merističku osobinu. Analiza relativnoga rasta ukazuje na to da veći glavoči travaši imaju kraću prvu i drugu predleđnu dužinu peraje, predpodrepnu udaljenost zatim dužinu osnovice podrepne, prsne, trbušne, repne peraje kao i kraći promjer oka, zaočne, predočne udaljenosti te visinu repnog drška. Obzirom da u dostupnoj literaturi nema podataka o relativnom rastu glavoča travaša kao i ni o drugim vrstama iz ove obitelji, dobivene rezultate nije moguće usporediti niti utvrditi li postoji li sličan način rasta na različitim područjima.

**Tablica 4.4.** Broj šipčica u prvoj leđnoj peraji (D1), drugoj leđnoj peraji (D2), podrepnoj (A), prsnim (P), trbušnim (V) i repnoj (C) peraji. Broj ljuski u bočnoj pruzi (L.lat), broj kralježaka (Vert) i broj škržnih nastavaka (Brsp) glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* za različita istraživanja Jadranskog i Novigradskog mora

| Područje         | Autor         | D1            | D2      | A                  | P                | V   | C     | L.lat. | Vert          | Brsp. |
|------------------|---------------|---------------|---------|--------------------|------------------|-----|-------|--------|---------------|-------|
| Jadransko more   | Šoljan (1963) | VI<br>(V-VII) | I+14-15 | I-14-15<br>(12-16) | 18-19<br>(17-20) | -   | -     | 59-64  | 28<br>(27-29) | -     |
| Jadransko more   | Jardas (1996) | V-VII         | I+13-16 | I+12-16            | 18-20            | I+5 | -     | 53-68  | -             | -     |
| Novigradsko more | ovaj rad      | VI            | I+14-17 | I+ 10-17           | 14-19            | I+5 | 14-20 | 55-62  | 27            | 15-18 |

## Ishrana

Analiza rezultata istraživanja potvrđuje široki raspon ishrane (8 osnovnih analiziranih kategorija plijena) što upućuje da je glavoč travaš oportunistički grabežljivac koji se hrani širokim spektrom plijena. Vrlo sličan sastav plijena daju Hajji i sur. (2010) za Sredozemno morsku populaciju ove vrste. Franco i sur. (2006) navode da glavnu kategoriju plijena glavoča travaša u Venecijanskoj laguni predstavljaju Arthropoda (reda Amphipoda). Daljnja analiza populacije iz Novigradskog mora ukazuje da su rakovi i bentički organizmi najviše zastupljeni. U prvom redu, to su bili deseteronožni rakovi (red Decapoda iz porodice Peneidae) kao najvažnija skupina plijena, zatim ribe koštunjače (Osteichthyes), kao i kolutićavci (Annelida). Vrste roda *Symphodus* (Rafinesque 1810), *Gobius* (Linnaeus, 1758) te *Zosterisessor* (Whitley, 1935) uz deseteronožne rakove, predstavljaju neophodan plijen najviše zastupljen tijekom zimskog razdoblja, odnosno pred mrijest. Suprotno, prema Hajji i sur. (2010) ribe su na drugom mjestu neophodnih kategorija plijena. Pojava mlađi u probavilu većih jedinki glavoča travaša ukazuje na mogući kanibalizam. U dostupnoj je literaturi kanibalizam unutar ove vrste zabilježen, i to kod *Knipowitschia panizzae* (Nonnis & Gandolfi 2001). Premda se radilo o preliminarnim opažanjima u uvjetima zatočeništva, istraživanje je potvrdilo hipotezu da su ženke ove vrste agresivnije u predmrijesno razdoblje (Nonnis & Gandolfi 2001), što se potencijalno može odnositi i na prirodne populacije. Kako se pokazalo da je agresivnije ponašanje ženki uoči mrijesta (Malavasi i sur. 2008) potencijalno uzrokovano nekim ekološkim promjenama (npr. temperature, slanosti, degradacijom staništa, nedostatkom hrane ili nerazlikovanja plijena), na ovaj je način moguće objasniti povremeni kanibalizam u populaciji iz Novigradskog mora.

Rezultati također ukazuju na visoku zastupljenost morskih cvjetnica vrste *Z. noltii* u želucima istraživane vrste, iako ista vjerojatno nema hranidbene vrijednosti za ovu vrstu. Naime, poznato je da su livade morskih cvjetnica stanište ove vrste, pa zastupljenost istih u želucu treba promatrati u tom svijetlu. Naime, obzirom da je glavoč travaš predator, koji se uglavnom hrani u sumrak, jer su mu tada vizualne sposobnosti najbolje (Ota i sur. 1994), on vjerojatno slučajno proguta komade *Z. noltii* s ciljanim plijenom (Kruschel & Schultz 2011) te je to vrlo moguće razlog njezine visoke zastupljenosti u probavilu. Ostale kategorije, kao što su mekušci (Mollusca), smeđe alge (Phaeophyta), žarnjaci (Cnidaria) i mnogokolutićavci (Spinulida) predstavljaju povremeni plijen. U ovom je istraživanju potvrđena hipoteza da u ishrani glavoča travaša na području Novigradskog mora nema razlike među različitim veličinskim i spolnim kategorijama. No, Hajji i sur. (2010) zabilježili su da zastupljenost rakova opada, a mekušaca i malih riba raste s rastom jedinki. Ontogenetske promjene u ishrani ove vrste mogu biti posljedica

boljih lovnih sposobnosti starijih jedinki pri lovu većeg plijena (Riccatò i sur. 2004). Franco i sur. (2006) uspoređujući dva najveća glavoča *G. niger* i *Z. Ophiocephalus*, zabilježili su da se glavoč travaš hrani većim plijenom. Za obje se vrste može reći da su karnivori s prevladavanjem Amphipoda kao glavnom hranom, kao i da su tzv. „predatori iz zasjede“ s posebno razvijenom tehnikom lova pokretnog plijena. Prema Hajji i sur. (2010) glavnu hranu predstavljaju izopodni rakovi *Idotea baltica* (Pallas, 1772), te dekapodni *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson, 1860) i *Processa edulis* (Risso, 1816). Također, važne komponente plijena čine i mekušci *Bittium reticulatum* (Da Costa, 1778), koju pronalazimo i u ishrani glavoča travaša iz Novigradskog mora, te *Cerithium vulgatum* (Bruguère, 1792), kao i ribe *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) te *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) kao sekundarna hrana.

Rakovi su glavna hranidbena komponenta većine sredozemno morskih glavoča, npr. *Gobius auratus* (Zander, 1982), *Gobius cobitus* (Gibson, 1968; Casabianca & Kiener 1969.) i *Deltentosteus quadrimaculatus* (Bodiou & Villiers 1978; Villiers 1979, 1980). Ovo istraživanje potvrđuje hranidbene navike glavoča travaša u kojima rakovi, mekušci i male ribe čine glavne skupine plijena, što se navodi u radovima nekolicine autora za Sredozemno more (Casabianca & Kiener 1969; Fischer i sur. 1987; Ota i sur. 1999), za sjeveroistočni Atlantik (Whitehead i sur. 1986) i za Crno more (Dolgii, 1962). Slični sastav hrane kao i zastupljenost plijena pronađena je i kod glavoča blatara, te glavoča mrkulja *Gobius paganellus* (Linnaeus, 1758) s područja Crnog mora (Miller, 1986), sjeveroistočnog Atlantika (Costa, 1988) i Sredozemno mora (Joyeux i sur. 1991). Intezitet ishrane u ovom istraživanju kolebao je tijekom godine od maksimuma, u vrijeme sezone mrijesta (veljača-svibanj), do minimuma (rujan-prosinac). Nadalje, intezitet ishrane kolebao je sezonski, obrnuto proporcionalno koeficijentu praznoće probavila (Bowman & Bowman 1980). Postotak praznih želudaca je opadao, odnosno hranjenje se povećavalo prije i poslije razdoblja mrijesta. Potreba za skladištenjem energije tijekom kao i obnavljanje energije nakon mrijesta, pruža objašnjenje za promatrano sezonsko kolebanje u intenzitetu ishrane (Hajji i sur. 2010). Rakovi su bili najvažniji plijen tijekom cijele godine, a zastupljenost mekušaca najveća zimi i u proljeće, vrlo slično rezultatima istraživanja dobivenim za sredozemno morsku populaciju ove vrste (Hajji i sur. 2010).



## Starost i rast

Metoda određivanja starosti riba zasniva se na brojanju priraštajnih prstenova iz tvrdih tjelesnih struktura poput koštanih dijelova, otolita ili ljustica (Chilton & Beamish 1982; Beamish & McFarlane 1987). Stopa rasta, stopa mortaliteta i starost tri su najbitnija životna obilježja koja kontroliraju produktivnost ribljih populacija. Otoliti su strukture locirane u šupljini unutarnjeg uha svih riba iz nadreda *Teleostei*. Tradicionalno se koriste u svrhu dobivanja informacija o klasifikaciji, starosti i veličini ribe (Mendoza, 2006). Općenito, otoliti glavoča travaša relativno su veliki, rastu proporcionalno s ukupnom dužinom tijela ribe, broj godišnjih prstenova se povećava s porastom dužine te kombinacijom stvaranja jedne prozirne zone (hijalina) i neprozirne zone (opaka) koje predstavljaju stvaranje jednog cjelovitog prstena na otolitu, odnosno jednu godinu u životu ribe (Hajji i sur. 2013). Nadalje, starost se kod obitelji glavoča već dugi niz godina određuje direktnim očitavanjem otolita (Miller, 1961; Campana & Nelson 1985; Jepsen i sur. 1999; Campana, 2001, Filiz & Toğugla 2009). Određivanje starosti uz pomoć ljustica nije utvrđeno u dostupnoj literaturi za istraživanu vrstu, a najvjerojatniji je razlog tome otežana metoda čitljivosti prstenova na istima. Također, rubni prirast uspješno se koristi kao poluizravna metoda provjere stvaranja godišnjih prstenova na otolitima (provjera valjanosti metode očitavanja), zbog niske cijene i jednostavnog uzorkovanja (Campana, 2001.).

Određivanje vremena stvaranja prstenova na otolitima riba usko je povezano s biološkim i ekološkim karakteristikama neke vrste (Granzotto i sur., 2003). Ovo su prvi podaci starosti rasta glavoča travaša za područje istočnog Jadrana (Novigradsko more). Analizom periodičnog godišnjeg prirasta potvrđeno je stvaranje jednog godišnjeg prstena, tijekom kasnog proljeća (hijalini) na otolitima glavoča travaša, te je ustanovljeno stvaranje neprozirnog prstena u ljetnom razdoblju (opaki), kada je rast usporen (vrijeme mrijesta), a s time povećan intenzitet hranjenja glavoča travaša (Begg & Sellin 1998). Slične rezultate zabilježio je Granzotto i sur. (2003) za populaciju glavoča travaša u Venecijanskoj laguni. Povećanje rubnog prirasta ove vrste očituje se u jesen i zimu. S druge strane, Hajji i sur. (2013) zabilježili su dosezanje najvećeg rubnog prirasta za sredozemno morsku populaciju ove vrste u rujnu, kada opada temperatura mora, što se objašnjava činjenicom da na periodičnost stvaranja prstenova mogu utjecati i drugi čimbenici kao što su sezonske promjene u okolišu, misleći pritom uglavnom na temperature mora (Beckman & Wilson 1995). U tablici 4.5. prikazani su podaci o parametrima rasta glavoča travaša za dva navedena područja (Egejsko more i istočni Jadran).

**Tablica 4.5.** Parametri von Bertalanffyevog modela rasta, sa naznačenim rasponom dužina, najveće utvrđene starosti glavoča travaša za područje Novigradskog i Egejskog mora

| Područje         | Vrsta                              | Autor             | Raspon (cm) | Spol   | K (godine <sup>-1</sup> ) | L <sub>∞</sub> | T <sub>0</sub> | Max. starost (god) |
|------------------|------------------------------------|-------------------|-------------|--------|---------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| Egejsko more     | <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | Hajji i sur. 2013 | 10,50-20,20 | M      | 0,19                      | 24,83          | -0,91          | 6                  |
|                  |                                    |                   |             | Ž      | 0,2                       | 24,13          | -0,8           |                    |
|                  |                                    |                   |             | Ukupno | 0,2                       | 24,49          | -0,81          |                    |
| Novigradsko more | <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | ovaj rad          | 4,9-20,10   | M      | 0,39                      | 19,8           | -0,06          | 5                  |
|                  |                                    |                   |             | Ž      | 0,35                      | 21,14          | -0,1           |                    |
|                  |                                    |                   |             | Ukupno | 0,35                      | 21,14          | -0,32          |                    |

Iz rezultata je vidljivo da su vrijednosti stope rasta  $k$ , izračunate za egejsku populaciju glavoča travaša, relativno niske u usporedbi sa stopom rasta izračunatom za novigradsku populaciju. Razlog tome mogu biti različiti biološki i ekološki čimbenici (genetski ustroj, dostupnost hrane, prisustvo predatora) (King, 2007). No, ipak vrlo često do ovakvih razlika mogu dovesti i razlike u samom načinu uzorkovanja (odabir ribolovnog alata i njegova selektivnost) kao i veličina i dužinsko-starosna struktura jedinki u analiziranom uzorku. Naime, ove razlike često vode precjenjivanju ili podcjenjivanju procjenjenih vrijednosti parametara rasta iz Von Bertalanffyjeve jednadžbe (King, 2007).

Kod novigradskog glavoča travaša zabilježen je brži rast mužjaka nego ženki, dok je za egejsku populaciju glavoča travaša obrnuto. Razlozi mogu biti biološki opravdani, ali mogu biti i rezultat same veličine i strukture uzorka s kojim se ušlo u analize rasta (King, 2007; Sparre & Venema 1992). Vrijednosti asimptotske dužine veće su za populaciju ženki s istraživanog područja, dok je kod egejske populacije ta dužina bila veća za mužjake. U usporedbi s ostalim vrstama iz obitelji Gobiidae, rast glavoča travaša u Novigradskom moru spada u skupinu brže rastućih vrsta (Tablica 4.6.), gdje su ženke u prosjeku imale veću starost. Ipak, u ovom istraživanju najstarija ženka dužine imala je 18,2 cm i bila je manja od najvećeg utvrđenog mužjaka (20,0 cm), iako su obje jedinke imale 5 godina. No, treba naglasiti da je u najvećim dužinskim razredima bilo zastupljeno tek nekoliko jedinki što otežava donošenje relevantnijih zaključaka.

**Tablica 4.6.** Prikaz vrijednosti parametra stope rasta  $k$  von Bertalanffyevog modela rasta vrsta iz obitelji Gobiidae, za različita područja Jadransko, Sredozemno more, Egejsko, Novigradsko more i Atlanski ocean

| Područje         | Vrsta                              | Autor                  | Spol   | $K$ (godine <sup>-1</sup> ) | Max. starost (god) |
|------------------|------------------------------------|------------------------|--------|-----------------------------|--------------------|
| Jadransko more   | <i>Gobius Vittatus</i>             | Kovačić (2006)         | M      | 1,18                        | 4-3                |
|                  |                                    |                        | Ž      | 1,02                        |                    |
| Jadransko more   | <i>Gobius roulei</i>               | Kovačić (2001)         | M      | 0,21                        | 7                  |
|                  |                                    |                        | Ž      | 0,22                        |                    |
| Atlanski ocean   | <i>Gobius paganelus</i>            | Azevedo & Simas (2000) | Ukupno | 0,89                        | 10                 |
| Sredozemno more  | <i>Gobius bucchichi</i>            | Sasal i sur.(1996)     | M      | 0,35                        | 10                 |
|                  |                                    |                        | Ž      | 0,40                        |                    |
| Egejsko more     | <i>Gobius niger</i>                | Fabi & Gianetti (1985) | M      | 0,30                        | 4                  |
|                  |                                    |                        | Ž      | 0,19                        |                    |
| Novigradsko more | <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | ovaj rad               | Ž      | 0,35                        | 5                  |
|                  |                                    |                        | M      | 0,39                        |                    |
|                  |                                    |                        | Ukupno | 0,35                        |                    |

## Razmnožavanje

U dostupnoj literaturi postoje podaci o obliku i veličini zrelih jaja, embriogenezi te o razdoblju mrijesta za glavoča travaša. Rezultati kolebanja vrijednosti gonadosomatskog indeksa uz praćenje stadija zrelosti kod mužjaka i ženki potvrdili su razdoblje mrijesta ove vrste. Glavoč travaš u Novigradskom se moru mrijesti od veljače do svibnja, gdje rast gonadosomatskog indeksa započinje tijekom siječnja, a svoju najveću vrijednost dostiže u travnju. Nakon toga razdoblja slijedi lagani pad, da bi u srpnju poprimio iznimno niske vrijednosti. Istraživanja koja su proveli Malavasi i sur. (2002) potvrđuju ove rezultate. Nadalje, isti autori navode da u lagunama sjevernog Jadrana mrijest započinje krajem siječnja i početkom veljače s završetkom u svibnju (Balestra i sur. 1989; Patzner i sur. 1991). Prema Hajji i sur. (2011) te Franco i sur. (2012) mužjaci i ženke pokazuju različito vrijeme mrijesta, tj. starije i veće ženke počinju mrijest relativno rano (sami početak razdoblja mrijesta), za razliku od manjih ženki čiji mrijest započinje pri sredini samog ciklusa. Ova je hipoteza potvrđena i za područje Venecijanske lagune (Malavasi i sur. 2002), što je najvjerojatnije zajedničko obilježje svim vrstama koje imaju relativno dugo razdoblje mrijesta. Ekološka opravdanost ovakvih životnih strategija najčešće se objašnjava povećanim reproduktivnim izlazom jer kvalitetnije potomstvo starijih i većih jedinki

dodatno će iskoristiti prednosti okoliša za brži rast i razvoj (temperatura u toplijem dijelu godine i dostupnost hrane) (King, 2007). Prema dobivenim rezultatima ovog istraživanja, travanj se statistički može smatrati vrhuncem mrijesta glavoča travaša iako je veliki broj mrijesnih jedinki zabilježen i u svibnju. Tablica 4.7. prikazuje razdoblja mrijesta glavoča travaša na različitim područjima rasprostranjenosti.

**Tablica 4.7.** Prikaz razdoblja mrijesta za glavoča travaša s obzirom na različitu rasprostranjenost

| Autor   | Područje                       | Razdoblje mrijesta |
|---|--------------------------------|--------------------|
| Hajji i sur. (2011)   | Sredozemno more (središnji)    | siječanj-svibanj   |
| Akyol (2003)  | Egejsko more (Izmirski zaljev) | veljača-svibanj    |
| Patzner i sur. (1991)<br>Ninni (1938, 1941)<br>Giulianini i sur. (1994)<br>Franco i sur. (2012) | Jadransko more (sjeverni dio)  | ožujak-svibanj     |
| Ota i sur. (1997/1998)<br>Marchesan i sur. (2000)<br>Franco i sur. (2002)                       | Jadransko more (sjeverni dio)  | ožujak-lipanj      |
| Lahnsteiner i sur. (1992)   | Jadransko more (sjeverni dio)  | veljača-travanj    |
| ovaj rad  | Novigradsko more               | veljača-svibanj    |

Hajji i sur. (2011) za područje Sredozemnog mora utvrđuju mjesečna kolebanja gonadosomatskog indeksa koja ukazuju na sinkronizirani spolni ciklus između ženki i mužjaka. Razmnožavanje u Crnome moru se odvija od travnja do svibnja, dok je za neka područja ograničeno isključivo na lipanj (Dolgii, 1962). Prema Hajji i sur. (2011) te Patzner i sur. (1991) mehanizmi razmnožavanja kod glavoča travaša potaknuti su niskim temperaturama mora u zimskome razdoblju, a vrijeme mrijesta započinje s povećanjem temperature, dakle u proljeće, što potvrđuje i histološka analiza gonada u ovom istraživanju. U Crnome moru početak razmnožavanja je dosta kasnije (krajem proljeća) najvjerojatnije zbog različitih okolnih čimbenika tog područja (Hajji i sur. 2011).

Vrijednosti gonadosomatskog indeksa u ovome radu bile su veće za ženke nego za mužjake, dok suprotne rezultate utvrđuju Hajji i sur. (2011), najvjerojatnije zbog netipičnog ponašanja mužjaka tijekom mrijesta (Miller, 1984). Na području Sredozemnog mora, kod malih mužjaka (>10 cm) pronađene su visoke vrijednosti gonadosomatskog indeksa, a razlog tome je

najvjerojatnije povezan s prethodno spomenutim ponašanjem, odnosno postojanjem manjih i mlađih glavoča travaša, uljeza (Joyeux, 1991; Quingard, 1994) koji još nisu sposobni iskopati svoje rupe, nego se ušuljaju u tuđe, oplode nešto jaja te si tako osiguravaju potomstvo. Kod ženki vrijednosti gonadosomatskog indeksa ne ovise o veličini jedinki (Hajji i sur. 2011). Ako usporedimo podatke gonadogeneze s drugim vrstama u obitelji Gobiidae, prema Dolgiji (1962), pretpostavlja se da niske temperature mora imaju utjecaj na sazrijevanje gonada, prvo kod mužjaka, pa kod ženki, dok mrijest traje tijekom naglog zagrijavanja vode u proljeće i rano ljeto (Tablica 4.8.).

Prema podacima starosnog sastava može se utvrditi da 50% mužjaka i ženki dostiže prvu spolnu zrelost već u prvoj godini života, dok je 100% populacije zrelo u drugoj godini. Prema Franco i sur. (2012) jedinke glavoča travaša prvu spolnu zrelost također dostižu u prvoj godini pri 7,5 cm, dok je za područja Sredozemnog mora, bugarskih voda i Venecijanske lagune zabilježeno dostizanje prve spolne zrelosti u drugoj i trećoj godini života (Dolgii, 1962; Gandolfi i sur. 1991; Georghievi, 1966). Razlozi se mogu tražiti u biološko ekološkim razlikama pojedinih populacija ove vrste na različitim geografskim lokacijama istraživanja te samim hidrografskim razlikama tih područja.

Vrijednosti apsolutnog fekunditeta u populaciji iz Novigradskog mora bile su u rasponu od 1510,4 do 33546,66. Ove vrijednosti su dosta visoke s obzirom na uobičajene vrijednosti ovog parametra kod različitih vrsta riba (King, 2007). Uobičajeno, visoki fekunditet podrazumjeva visoku stopu smrtnosti ranih razvojnih stadija (Zeldis, 1993). Niže su vrijednosti zabilježene za istu vrstu na području Venecijanske lagune (u rasponu od 5000 do 26000), no ne navodi se raspon dužina na kojima je određen fekunditet (Franco i sur. 2002). Procjenjene su vrijednosti fekunditeta kod drugih vrsta iz obitelji Gobiidae; kod *G. cobitis* od 2000 do 12000 (Gibson, 1970), *G. paganellus* 1054 - 8978 (Miller, 1961), *G. roulei* 1230 - 8035 (Kovačić 1999, 2001). Razmjerno nizak fekunditet, kao kod nekih gore navedenih vrsta, može biti pokazatelj niske prirodne smrtnosti ranijih razvojnih stadija (Zeldis, 1993).

**Tablica 4.9.** Prikaz razdoblja mrijesta za jadranskog glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus*

|          | Rani predmrijest      | Kasni predmrijest | Mrijest         | Poslijemrijest | Međumrijest     |
|----------|-----------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Mjeseci  | rujan - prosinac      | siječanj- veljača | ožujak- svibanj | lipanj         | lipanj- kolovoz |
| GSI      | polako raste          | ubrzano raste     | visok           | brzo opada     | nizak           |
| Područje | Jadransko more        |                   |                 |                |                 |
| Autor    | Patzner i sur. (1991) |                   |                 |                |                 |

### Smrtnost

Mali glavoči, koji nastanjuju stjenovita područja, spadaju u jednu od rijetkih skupina riba čija je ukupna smrtnost jednaka prirodnoj smrtnosti obzirom da su izvan dosega ribolovnih mreža (Kovačić, 2006). Nadalje, smrtnost može imati vrlo značajnu ulogu u životnom ciklusu pridnenih vrsta, gdje brzi rast ribe kao i sazrijevanje često uzrokuje i povećanu smrtnost (Reznick & Endler 1982; Depczynski & Bellwood 2005). U dostupnoj literaturi podatake o ukupnoj i prirodnoj smrtnosti nalazimo samo u radovima Kovačića (2006) za *Gobius vittatus* u Jadranu, *Istiogobius decoratus* (Kritzer 2002), te *Trimmma benjamini* i *Trimmma nasa* za područje Tihog oceana (Winterbottom & Alofs 2011). Prema rezultatima ovog istraživanja vrijednosti ribolovne smrtnosti za glavoča travaša zanemarivo su niske. Stoga, ukupna i prirodna smrtnost gotovo u potpunosti imaju iste vrijednosti, što se objašnjava činjenicom da glavoč travaš nije ciljane ribarstvena vrsta, već se pojavljuje tek kao prilov. Do istog je zaključka došao Kovačić (2006) za *Gobius vittatus* kao i Kritzer (2002) za *Istiogobius decoratus*. Uspoređujući dobivene vrijednosti parametara smrtnosti s onima kod drugih predstavnika obitelji Gobiidae, vrijednosti prirodne smrtnosti iz ovog rada neznatno su manje od onih u radu Kovačić (2006). Razlog tome može biti primjena različitih metoda prilikom izračunavanja ukupne smrtnosti (Z) i prirodne smrtnosti (M) (Sparre & Venema 1992). Modelom „length-converted linearized catch curve“ određena je za istraživano područje ukupna smrtnost glavoča travaša vrijednosti 0,43 te je ista vrijednost bila manja i od one za mužjake (0,51) i za ženke (0,44). Najvjerojatniji razlog tome je veća zastupljenost mužjaka u lovinama. Nadalje, za glavoča *Istiogobius decoratus* iz Tihog oceana, zabilježeno je da kraće živi te da ima visoku stopu prirodne smrtnosti, za razliku od glavoča travaša s istraživanog područja. Razloge tome treba tražiti u primjeni različitih metoda za izračunavanje parametra smrtnosti ili u različitim biološko-ekološkim čimbenicima

staništa kao i ribolovnom pritisku za različita područja, te selektivnosti ribolovnog alata (Sparre & Venema 1992).

### **Ribarstveni značaj i zaštita**

Kada govorimo o obalnim vodama, možemo reći da su najproduktivnija zona uslijed blizine kopna i dotoka slatkih voda (Buljan, 1969). Iako ne spada u vrste od znatnije gospodarske važnosti, ipak se glavoča travaša može pronaći na domaćim ribarnicama. Lovi se svim alatima koji se koriste u priobalju, a najviše obalnim mrežama potegačama i malim vršama. Športski ribolovci iz zabave ga love povrazom tijekom cijele godine (Milišić, 1994) i to na plitkim područjima gdje je dno obraslo livadama morskih cvjetnica. Dodatno, ova se vrsta na istraživanom području lovi kao mamac za sportski ribolov većih predatornih vrsta poput lubina, *Dicentrarchus labrax* (Matić-Skoko, usmeno priopćenje). Obzirom da ne postoje pouzdani podaci o njegovu ulovu, nije moguće dati procjenu o stanju njegove populacije u Novigradskom moru, ali i duž cijele Jadranske obale. Novigradsko more prema Kruschel i sur. (2011) predstavlja područje bogate bioraznolikosti, koje je zadnjih godina ugroženo prekomjernom izgradnjom obalnog područja. Navedeni autori predlažu ovo područje kao izvrsnog kandidata za dobivanje statusa visoke zaštite zbog razmjerno visokih stopa endemskih i zaštićenih vrsta, a jedan od njih je i glavoč travaš. Ovo je područje već svrstano u „Pravilnik o osjetljiva područja za ribarstvo“. Kao jedan od predatora možemo reći da ima vrlo važnu ulogu u ekološkoj niši jer je riječ o karnivornom i piscivornom grabežljivcu troficki status 3,1 ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)). U Venecijanskim lagunama korišten je kao jedan od indikatora ekoloških promjena tog područja. Iz navedenih podataka ovog istraživanja može se zaključiti da stanje populacije glavoča travaša nije zabrinjavajuće, iako se s oprezom treba uzeti u obzir ovakvo tumačenje s obzirom na nepoznavanje ukupnog ulova ove vrste i točnog ribolovnog napora na istočnoj jadranskoj obali, kao i manjkavost ovog istraživanja u smislu uzorkovanja samo jednog lokaliteta .

## 5. ZAKLJUČCI

- Glavoč travaš, *Zosterisessor ophiocephalus* široko je uzobalno rasprostranjen duž cijele obale Jadrana. Visoko je zastupljen u sjevernojadranskim lagunama, osobito u Novigradskom i Karinskom moru. U ovome istraživanju na području Novigradskog mora ulovljeno je ukupno 1229 jedinki koje su analizirane standardnim biološkim metodama.
- Raspon ukupnih dužina tijela glavoča travaša bio je od 4,3 cm do 20,0 cm ( $12,30 \pm 2,70$ ), mase od 0,80 do 76,96 g ( $20,11 \pm 12,79$ ). Za populaciju iz Novigradskog mora omjer spolova statistički značajno odstupa od idealnog u korist mužjaka (1,1:1). Razlike srednjih vrijednosti ukupnih dužina tijela kod mužjaka (13,11 cm) bile su statistički značajno veće od srednje vrijednosti ukupne dužine kod ženki (12,11 cm).
- Dužinsko-maseni rast glavoča travaša bio je negativno alometrijski (vrijednost  $b = 2,920$ ) te vrijednosti parametra  $b$  između mužjaka ( $b = 2,895$ ) i ženki ( $b = 2,890$ ) nisu bile statistički značajno različite.
- Srednja vrijednost indeksa kondicije za ukupni uzorak iznosila je 0,953, dok je za mužjake (0,948), bila nešto niža nego za ženke (0,958). Najveći je pad i rast indeksa kondicije zabilježen pri najmanjim ukupnim dužinama tijela glavoča travaša. Nije pronađena značajna razlika u indeksu kondicije između mužjaka i ženke.
- Kod ženki i mužjaka glavoča travaša uočen je spolni dimorfizam, zasnovan na obliku urogenitalne papile (kod ženke kratka zaobljena, a kod mužjaka izdužena, zaoštrena genitalna papila).
- Razlike između srednjih vrijednosti morfometrijskih odnosa između mužjaka i ženki bile su relativno male. U usporedbi s mužjacima, ženke pokazuju veću standardnu dužinu tijela u odnosu na ukupnu dužinu tijela, veću dužinu glave, prve i druge predleđne dužine, predpodrepnu dužinu, predprsnu dužinu zatim veću prvu i drugu leđnu, prsnu, trbušnu, repnu peraju, dok mužjaci u usporedbi sa ženkama imaju samo veću predtrbušnu dužinu i podrepnu peraju u odnosu na standardnu dužinu tijela.



Nije utvrđena statistički značajna razlika između merističkih vrijednosti za mužjake i ženke. Analiza relativnoga rasta ovog istraživanja ukazuje na činjenicu da veći glavoči travaši imaju kraću prvu i drugu predleđnu, predpodrepnu udaljenost zatim dužinu osnovice podrepne, prsne, trbušne, repne peraje kao i kraći promjer oka, zaočne, predočne udaljenosti te visinu repnog drška.

- Merističke osobitosti glavoča travaša iz Novigradskog mora se mogu prikazati na sljedeći način:  $D1 = VI$  ;  $D2 = I + (14 - 17)$  ;  $A = I + (10 - 17)$  ;  $P = 14 - 19$  ;  $V = I + 5$  ;  $C = 14 - 20$  ;  $Vert = 27$  ;  $Brsp = 15 - 18$  ;  $L.lat. = 55 - 62$ .
- U analiziranim želudcima glavoča travaša pronađeni su ostaci 8 kategorija plijena (Mollusca, Cnidaria, Annelida, Spiculida, Arthropoda, Osteichthyes, Phaeophyta, Spermatophyta). Rakovi i bentički organizmi najviše su zastupljeni u ishrani. Kategorije plijena Arthropoda (MFI = 1614,21, Q = 149,17) predstavljaju glavnu hranu, a Vertebrata (MFI = 264,09, Q = 45,42) prema koeficijentu Q predstavljaju dodatnu hranu. Mekušci (MFI = 32,54, Q = 2,50) također predstavljaju neophodnu hranu, ali po vrijednostima koeficijenta Q tek slučajnu. Nadalje, visoke se vrijednosti (MFI = 75,59, Q = 9,90) očitavaju za Spermatophyta koja predstavljaju tek dodatnu ili slučajnu hranu za glavoča travaša u Novigradskom moru. Intezitet ishrane bio je najveći u vrijeme sezone mrijesta (veljača-svibanja), a nije zabilježena razlika u ishrani između spolova.
- Analizom periodičnog godišnjeg priraštaja potvrđeno je stvaranje jednog godišnjeg prstena, tijekom kasnog proljeća .
- U ukupnome analiziranome uzorku najzastupljenije su po starosti bile jednogodišnje i dvogodišnje jedinke. Najduža ženka dužine tijela 18,2 cm, kao i najduži mužjak (20,0 cm) imali su 5 godina starosti. Od prvog do trećeg starosnog razreda dominiraju ženke, a u četvrtom i petom starosnom razredu dominiraju mužjaci.
- Rast glavoča travaša, *Zosterisessor ophiocephalus* opisan je prema von Bertalanffyevom modelu rasta, a dobivene su sljedeće vrijednosti parametara:  $L_{\infty} = 21,14$  cm;  $K = 0,351$ ;  $t_0 = -1,321$ ;  $R^2 = 0,890$ . Ženke *Z.ophiocephalus* u ovom istraživanju imaju veći  $L_{\infty}$ , a manji koeficijent K od mužjaka odnosno ženke narastu veće od mužjaka. Veći koeficijent K kod mužjaka znači da on svoju dužinu, manju od ženki, dostižu prije.

- Dužina prve spolne zrelosti glavoča travaša, pri kojoj je 50% mužjaka bilo spolno zrelo, iznosila je 9,96 cm, dok su pri 11 cm svi mužjaci bili spolno zreli. Za ženke - 50% ih je bilo spolno zrelo pri dužini od 9cm, a iznad 10cm sve su ženke bile spolno zrele. Prema podacima starosnog sastava može se utvrditi da 50% mužjaka i ženki dostiže prvu spolnu zrelost već u prvoj godini života, dok 100% populacije je zrelo u drugoj životnoj dobi.
- Glavoč travaš u Novigradskom se moru razmnožava od veljače do svibnja, a najveće vrijednosti gonadosomatskog indeksa zabilježene su u travnju. Nakon, kolovoza ovariji i testisi glavoča travaša su se nalazili na početku reproduktivnog ciklusa.
- Vrijednosti relativnog fekunditeta glavoča travaša bile su u rasponu od 68,33 – 127,52 ( $95,81 \pm 51,82$ ), dok su vrijednosti apsolutnog fekunditeta bile u rasponu od 1510,4 – 33546,66 ( $6759,55 \pm 4958,63$ ).
- Ukupna smrtnost (0,432) i prirodna smrtnosti (0,344) kod glavoča travaša iz Novigradskog mora gotovo imaju slične vrijednosti. Vrijednosti ribolovne smrtnosti za glavoča travaša zanemarivo su niske, jer on nije ciljane ribarstvena vrsta, već predstavlja prilov, i to uglavnom kod ulova mrežama stajaćicama, te zahtjeva veću pažnju kod regulacije ribolova.

## 6. LITERATURA

- Akyol, O. 2003. Age, growth and reproduction period of grass goby (*Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1811) in the Bay of Izmir (Aegean Sea). Arch. Fish. Mar. Res., 50 (2): 220-224.
- Akyol, O., T. Coker & A. Kara. 2004. Preliminary determination of batch fecundity of Grass goby (*Zosterisessor ophiocephalus*, 1811) in Izmir Bay (Aegean Sea). Acta Adriat., 45: 27-33.
- Ambrosin, E. 1999. Tattiche riproduttive in *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei: Gobiidae). Doctoral thesis, Faculty of Science, University of Padova, Italy 142 pp.
- Atkinson, R.J.A., C. Frogli, E. Arneri & B. Antolini. 1998. Observations on the burrows and burrowing behaviour of *Brachynotus gemmellari* and on the burrows of several other species occurring on *Squilla* groundsoff Ancona, Central Adriatic. Sci. Mar., 62 (1-2): 91-100.
- Azevedo, J.M.N. & A.M.V. Simas. 2000. Age and growth, reproduction and diet of sublittoral population of the rock goby *Gobius paganellus* (Teleostei, Gobiidae). Hydrobiologia, 440: 129-135.
- Balestra, M., E.A. Ferrero, P.G. Giulianini, R. Marzari, D. Ota & R. Patzner. 1989. Preliminary identification of yolk proteins as molecular markers of ovarian maturation in *Zosterisessor ophiocephalus* (Pisces: Gobiidae). Eur. Aqua. Soc. Sp. Publication., 10: 19-20.
- Barhoumi, S., I. Messaoudi, T. Deli, K. Saïd & A. Kerkeni. 2009. Cadmium bioaccumulation in three benthic fish species, *Salaria basilisca*, *Zosterisessor ophiocephalus* and *Solea vulgaris* collected from the Gulf of Gabes in Tunisia. J. Environ. Sci., 21 (7): 980-984.
- Beamish, R.J. & G.A. McFarlane. 1987. Current trends in age determination methodology. In: R.C. Summerfelt & G.E. Hall (eds.), The Age and growth of Fish. The Iowa State University Press, Ames, IA. pp 15-42.
- Beckman, D.W. & C.A. Wilson. 1995. Seasonal timing of opaque zone formation in fish otoliths. In: Secor D.H., J.M. Dean, S.E. Campana(eds). Recent Developmenets in Fish otoliths Reasrch, South Carolina, pp 735.

- Begg, G.A., M.J. Sellin. 1998. Age and growth of school mackerel (*S. munroi*) in Queensland east-coast waters with implications for stock structure. *Mar. Fresh. Res.*, 49:109-120.
- Bell, J.D. & M.L. Harmelin-Vivien. 1983. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 2. Feeding habits. *Théthys*, 11 (1): 1-14.
- Berg, J. 1979. Discussion of the Methods of Investigating the Food of Fishes, with Reference to Preliminary Study of the Prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidea). *Mar. Biol.*, 50: 263-273.
- Bernard, D.R. 1981. Multivariate analysis as a means of comparing growth in fish. *Can. Fish. Aq. Sc.*, 38: 233-236.
- Berra, T. 2001. *Freshwater Fish Distribution*. Academic Press, 1171-1173 pp.
- Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Investigations*, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Great Britain, 533 pp.
- Bini, G. 1969. *Atlante dei Pesci delle Coste Italiane*, Vol. 7. Ed. Mondo Sommerso, Milano, 169 pp.
- Birdsong, R.S. 1975. The osteology of *Microgobius signatus* Poey (Pisces: Gobiidae), with the comments on gobioid relationship. *Bull. Fla. State. Mus. Biol. Sci.*, 19: 135-187.
- Biswas, S.P. 1993. *Manual of Methods in Fish Biology*, South Asian Publication Pvt.Ltd., New Delhi, 157pp.
- Bodiou J.Y. & L. Villiers. 1978. La prédation de la méiofaune par les formes juvéniles de *Deltentosteus quadrimaculatus*. (Teleostei, Gobiidae). *Vie et M.*, 28-29: 143-156.
- Bouchereau, J.L., C. Marques, P. Pereira, O. Guelorget & Y. Vergne. 2006. Trophic characterization of the Prevost lagoon (Mediterranean Sea) by the feeding habits of the European eel *Anguilla anguilla*. *Cah. Biol. Mar.*, 47: 133-142.
- Bowman, R.E. & E.W. Bowman. 1980. Diurnal variation in the feeding intensity and catchability of silver hake (*Merluccius bilinearis*). *Can. J. Fisheries Aq. Sci.*, 37: 1565-1572.
- Brandner, J., A.F. Cerwenka., U.K. Schliewen & J. Geist. 2013. Bigger Is Better: Characteristics of Round Gobies Forming an Invasion Front in the Danube River. *PloS One.*, 8 (9): e73036.
- Bray, J.R. & J.T. Curtis. 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Mongr.*, 27: 325-349.

- Bruno, S. & S. Maugeri. 1992. Pesci d' acqua dolce. Atlante d' Europa. Le Guide di Airone, Editoriale Giorgio Mondadori, Milano, 207p.
- Brusina, S. 1891. Dva popisa dalmatinskih riba od M.Botteri-a a s dodacima Hacckel-a, Bellottia, Stalio-a i dr. i s uvodom od S.Brusine. Glasnik Hrv. Narvsol. Dr., 6: 110-151.
- Buljan, M. 1969. Some hydrographic properties of the estuarial areas of the Krka and Zrmanja rivers. Krš Jugoslavije, 6: 303-331.
- Campana, S.E. & J.D. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. Can. J. Fish Aquat. Sci., 42:1014-1032.
- Campana, S.E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. J. Fish Biol., 59:197-242.
- Canestrini, G. 1872. Pesci: fauna d'Italia Parte Terza. Francesco Vallardi Editore, Milano. 208 pp.
- Caputo, V., M. La Mesa, G. Candi & P.N. Cerioni. 2003. The reproductive biology of the crystal goby with a comparison to that of the transparent goby. J. Fish Biol., 62: 375-385.
- Carus, J.V. 1893. Prodrumus faunae Mediterraneae. II. E. Schweitzerbart (E. Koch), Stuttgart, 854pp.
- Casabianca, M.L. & A. Kiener. 1969. Gobiidès des étangs corses: systématique, écologie, régime alimentaire et position dans les chaînes trophiques. Vie et M., 20: 611-634.
- Casabianca, M.L. & O.K. Ben Hassine. 1998. The status of fish biodiversity in Ichkeul lagoon, Tunisia. Ital. J. Zool., 65:303-304.
- Casarretto, L. 1987. Analisi del comportamento di *Zosterisessor ophiocephalus* Pisces: Gobiidae (Behaviorul analysis of *Z.ophiocephalus* Pisces: Gobiidea). M.Sc.Thesis. University of Trieste, 101 pp.
- Casarretto, L. 1988. Analisi del comportamento di *Zosterisessor ophiocephalus* (Pisces: Gobiidae). Doctoral tesi di Laurea, Università degli Studi di Trieste 163pp.
- Casarretto, L., D. Ota, G. Pavan, P. Torricelli & E.A. Ferrero. 1988. Prime osservazioni sul comportamento aggressivo di *Zosterisessor ophiocephalus* (Pisces, Gobiidae). Boll. Zool. Suppl., 55: 50 pp.

- Casarretto, L., D. Ota, R. Patzner, M. Seiwald & E. A. Ferrero. 1990. Osservazioni preliminari sul comportamento riproduttivo di *Zosterisessor ophiocephalus* (Gobiidae, Perciformes). *Oebalia*, 16 (2): 619-622.
- Cavinato, G. 1950. Revisione del *Gobius* della Laguna Veneta. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 7: 1-56.
- Cervigón, F. 1994. Los peces marinos de Venezuela. Fundación Científica Los Roques, Caracas Venezuela, 295pp.
- Cetinić, P. & J. Swiniarski. 1985. Alati i tehnike ribolova. Logos, Split, 655 pp.
- Chilton, D.E. & R.J. Beamish. 1982. Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific biological station. *Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci.*, 60:102 pp.
- Cinquetti, R. & L. Rinaldi. 1987. Changes in gonadal histology of *Padogobius martensi* (Pisces: Gobiidae) during reproductive cycle. *Boll. Zool.*, 54: 233-241.
- Cole, K.S. 1982. Male reproductive behaviour and spawning success in a temperate zone goby (*Coryphopterus nicholsi*). *Can. J. Zool.*, 60: 2309 – 2316.
- Costa, M.J. 1988. Écologie alimentaire des poissons de l'estuarie du Tage. *Cybiurn* 12: 301-320 pp.
- Damiani, G. 1896. I *Gobius* italici a proposito di un raro *Gobius* del Mediterraneo (*Gobius colonianus* Risso). *Rivista Italiana di Scienze Naturali, Boll. del Naturalista, Siena.*, 16: 58-62.
- De Vlaming, V.L. 1972. Reproductive cycling in the estuarine gobiid fish, *Gillichthys mirabilis*. *Copeia*, 2: 278 – 291.
- Depczynski, M. & D.R. Bellwood. 2005. Shortest recorded vertebrate lifespan found in a coral reef fish. *Curr. Biol. R.*, 288-289 .
- Dolgi, V.N. 1962. Data on biology of the Gobiid *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas) in the conditions of the Tuzlov group of estuaries. *Uch. Zap. Kishinevks. Gosuniv.*, 62: 129 -135.
- Dulčić, J. & M. Kraljević. 1996. Weight-length relationship for fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). *Fish. Res.*, 28: 243-251.

- Dulčić, J., P. Cetinić, M. Kraljević & A. Soldo. 1999. Small beach seine for fish fry catching- preliminary data about catch efficiency, Proceedings of the International Symposium on Responsible Fisheries & Fishing Techniques (J. Swiniarski, E.Ceronik, Eds), Insko-Poland, 183-190.
- Dulčić, J. 2004. Incidence of spinal deformities in natural populations of grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* from the Karan Sea, Eastern middle Adriatic. *Cybium*, 28 (1): 7-11.
- Engin, S. & K. Seyhan. 2009. Age, growth, sexual maturity and food composition of *Sciaenops ocellatus* in the south-eastern Black Sea, Turkey. *J. Appl. Ichthyol.*, 25: 96-99.
- Faber, G.L. 1883. The fisheries of Adriatic and the fish thereof. B. Quaritch, London, 292 pp.
- Fabi, G. & C. Frogliani. 1983. Food and feeding of *Gobius niger* L. in the Central adriatic Sea (Osteichthyes: Gobiidae). *Rapp.Comm. Int. Mer. Médit.*, 28 (5): 99-102.
- Fabi, G. & C. Frogliani. 1984. A note on the biology and fishery of the black goby (*Gobius niger*) in the Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.*, 290: 167-170.
- Fabi, G. & G. Gianetti. 1985. Growth parameters of the black goby (*Gobius niger* L.) in the Adriatic Sea, based on otoliths reading. *Rapp.Comm. Int. Mer. Médit.*, 29: 87-90.
- Filiz, H. & M. Toğulga. 2009. Age and growth, reproduction and diet of the black goby, (*Gobius niger*) from Aegean Sea, Turkey, *J. Fish. Sci.*, 3 (3): 243-265.
- Fischer, W., M-L. Bauchot & M. Schneider. 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire (zone de pêche 37). Révision 1, FAO, Rome, Vol. I-II, 1530 p.
- Fouda, M.M., M.Y. Hanna & F.M. Fouda. 1993. Reproductive biology of a Red Sea goby, *Silhouettea aegyptia*, and a Mediterranean goby, *Pomatoschistus marmoratus*, in the lake Timsah, Suez Canal. *J. Fish. Biol.*, 43: 139-151.
- Francese, M. 1992. Eco-etologia della visione in *Zosterisessor ophiocephalus* (Osteichthyes, Gobiidae). Tesi di Laurea, Università degli studi di Trieste 54pp.
- Franco, A. 2000. Stress ambientale ed ecologia riproduttiva di *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei, Gobiidae) in laguna di Venezia. Doctoral thesis, University of Venezia, 97 pp.
- Franco, A., S. Malavasi, F. Pranovi, P. Franzoi & P. Torricelli. 2002. Preliminary data on gonadal development and fecundity in the grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1811) from the Venice lagoon (northern Italy). *Acta Adriat.*, 43: 43-48.

- Franco, A., R. Fiorini, S. Malavasi, P. Franzoi & P. Torricelli. 2003. Spatial and temporal variation in reproductive and somatic investment of *Zosterisessor ophiocephalus* (Pisces, Gobiidae) in the Venice lagoon. *Biol. Mar. Medit.*, 10:152-158.
- Franco, A. 2004. La comunità ittica della laguna di Venezia :struttura e dinamiche spazio temporali- Doctoral thesis, Department of Environmental Sciences, University of Venezia:107 pp.
- Franco, A., S. Malavasi, M. Zucchetta, P. Franzoi & P. Torricelli. 2006. Environmental influences on fish assemblage in the Venice lagoon, Italy. *Chemistry Ecol.*, 22: 105-118.
- Franco, A., S. Malavasi, P. Fabio, F. Piero & T. Patrizia. 2012. Age and reproductive investment in grass goby females in the Venice lagoon. *Environ. Biol. Fish.*, 93: 419 - 425.
- Froese, R. & D. Pauly. 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication.
- Frost, W.E. 1945. Age and growth of eels (*Anguilla anguilla*) from the Windemere catchment area. *J. Anim. Ecol.*, 14: 106-124.
- Gandolfi, G. 1972. Osservazioni sul comportamento riproduttivo di *Knipowitschia panizzae* (Osteichthyes, Gobiidae). *Boll. Zool.*, 45: 215.
- Gandolfi, G. 1982. Osservazioni sulla biologia del ghiozzeto cenerino, *Pomatoschistus canestrinii* (Ninni) (Osteichthyes, Gobiidae). *Nova Thalassia*, 5 97-123.
- Gandolfi, G., S. Zerunian, P. Torricelli & A. Marconta. 1991. I pesci delle acque interne italiane, parte 3. Riconoscimento, biologia, distribuzione e status delle specie. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma. 43pp.
- Gheorghiev, J.M. 1966. Composition d'espèce et caractéristique des Gobiides (Pisces) en Bulgarie (Composition of species and characteristic of the Gobiidae (Pisces) in Bulgaria. *Izv.nauchno-issled.Inst. Rib. Stop. Okeanogr. Varna.*, 7:159-228.
- Gibson, R.N. 1968. Food and feeding relationship of littoral fish in the Banylus region. *Vie M.*, 19 (2): 447-456.
- Gibson, R.N. 1970. Observations on the biology of the giant goby *Gobius cobitis* Pallas. *J. Fish Biol.*, 2: 281-288.
- Giglioli, E.H. 1880. Elenco dei mammiferi, degli Uccelli e dei Rettili ittiofagi appartenenti alla Fauna italiana, e Catalogo degli Anfibi e Pesci italiani. Catalogo Sezione italiana, Esposizione internazionale della Pesca, Berlino, 1880 Stamperia Reale, Firenze, 55 pp.



- Giulianini, P.G., M. Balestra, A. Di Marcotullio, E.A. Ferrero, D. Ota & R. A. Patzner. 1989. Le secrezione delle vesicole seminali di *Zosterisessor ophiocephalus* (Pisces: Gobiidae): ciclo stagionale e caratterizzazione del secreto. Congr. Soc. Ital. Biol. Marina, 21pp.
- Giulianini, P.G., A. Di Marcotullio, R. Patzner & E.A. Ferrero. 1992a. Morphology of oocytes and corpora atretica in *Zosterisessor ophiocephalus* (Osteichthyes, Gobiidae). Oebalia, XVII suppl: 139-140.
- Giulianini, P. G., A. Di Marcotullio & E. A. Ferrero. 1992b. Some ultrastructural aspects of the attaching filaments in the eggs of the fish *Zosterisessor ophiocephalus*. Proc. of EUREM 92, Granada, Spain, 3: 333-334.
- Giulianini, P.G., A. Di Marcotullio, E.A. Ferrero & R.A. Patzner. 1994. Light microscopical and ultrastructural cytology of the ovaries in the sea-grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* (Osteichthyes, Gobiidae). Boll. Zool., 61:135-144.
- Google Earth 5.0 (2013) <http://earth.google.com>.
- Graeffe, E. 1888. Uebersicht der Seetiere des Golfes von Triest. IV. Pisces (Fische). *Arbeiten des Zoolog. Institutes zu Wiene u. Zool. Stat. Triest.*, 7: 445-470.
- Granzotto, A., G. Franceschini, S. Malavasi, G. Molin, F. Pranovi & P. Torricelli. 2003. Marginal increments analysis and Sr/Ca ratio in otoliths of the grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus*. *Ital. J. Zool*, 70:5-11.
- Griffini, A. 1903. *Ittiologia Italiana*. Ulrico Hoepli, Milano, xii + 475 pp.
- Grossman, G. D., R.Coffin. & P. B. Moyle. 1980. Feeding ecology of the bay goby (Pisces: Gobiidae). Effectes of Behavioural, Ontogenetic, and temporal variation on diet. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 44: 47-59.
- Gurkan, S., B. Bayhan, S. C. Akcinar & E. Taskavak. 2010. Length – Weight relationship of fish shallow waters of Candarli Bay (North Aegean Sea, Turkey). *J. Zool.*,42 (4): 495- 498.
- Hajji, F., A. Ouannes-Ghorbel, M. Ghorbel & O. Jarboui. 2010. Feeding habits of the grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Gobiidae), from the Gulf of Gabes (Tunisia). *Cah. Biol. Mar.*, 51: 29-35.
- Hajji, F., A. Ouannes-Ghorbel, M. Ghorbel & O. Jarboui. 2011. Reproductive cycle and life history traits of the grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Gobiidae), in the Gulf of Gabes (Central Mediterranean). *Cah. Biol. Mar.*, 52: 79-88.

- Hajji, F., A. Ouannes-Ghorbel, M. Ghorbel & O. Jarboui. 2013. Age and growth of the Grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* Pallas, 1811 in the Gulf of Gabes (Tunisia, Central Mediterranean). *Acta Adria.*, 54 (1): 27 – 40.
- Heymer, A. & C. D. Zander. 1993. La discrimination phénotypique, méristique et écoéthologique entre *Gobius auratus* Risso, 1810 et *Gobius xanthocephalus* Heymer et Zander, (Teleostei, Gobiidae). *Rev. Fr. Aquariol.*, 20: 81-92.
- Hoese, D.F. & A.C. Gill. 1993. Phylogenetic relationship of eleotrid fishes (Perciformes: Gobioidae). *Bull. Mar. Sci.*, 52 (1): 415-440.
- Hoese, D. 1998. Gobies. In: W.Eschmeyer, J. Paxton (ed.), *Encyclopedia of fishes*. second edition. San Diego, CA: Academic Press. pp.218.
- Hudson, R.C.L. 1977. Preliminary observations on the behaviour of the gobiid fish *Signigobius biocellatus* Hoese and Allen, with particular reference to its burrowing behaviour. *Z. Tierpsychol.*, 43: 214 – 220.
- Hureau, J.C. 1970. Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, 68 (139): 244 pp.
- Iglesias, M. & B. Morales-Nin. 2001. Life cycle of the pelagic goby *Aphia minuta* (Pisces:Gobiidae). *Sci. Mar.*, 65:183-192.
- Integrated Taxonomic Information System, ITIS, [www.itis.gov](http://www.itis.gov)
- IUCN, 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 1-30. <http://www.iucn.org/themes/sscred-list.htm>.
- Jackson, G.D. & J.H. Choat. 1992. Growth in tropical cephalopods an analysis based upon statolith microstructure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 218-228.
- Jardas, I. 1985. Pregled riba (sensu lato) Jadranskog mora (Cyclostomata, Selachii, Osteichthyes) s obzirom na taksonomiju i utvrdeni broj. *Biosistematika*, 11 (1): 45-74.
- Jardas, I. 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb, 553 pp.
- Jardas, I., A. Pallaoro, N. Vrgoč, S.J. Peladić & V. Dadić. 2008. Crvena knjiga morskih riba. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, 246 p.
- Jardas, I., A. Pallaoro & D. Zavodnik. 1996. Ihtiofauna područja Kornata i Murterskog mora. Simpozij Nacionalni park Kornati, priopćenje ekološke monografije, 7: 353-377.

- Jepsen, D.B., K.O. Winemiller, D.C. Taphorn & D. Rodriguez Olarte. 1999. Age structure and growth of Venezuela. *J.Fish. Biol.*, 55: 433-450.
- Johnson, G.D. & E.B. Brothers. 1993. *Schindleria*: a paedomorphic goby (Teleostei: Gobioidae). *Bull. Mar. Sci.*, 52 (1): 441-471.
- Joyeux J.C., J.A. Tomasini & J.L. Bouchereau. 1991. Le régime alimentaire de *Gobius niger* (Linné, 1758) (Teleostei, Gobiidae) dans la lagune de Mauguio-France. *Ann. Sci. Nat. (zool.)*, 13: 57-69.
- King, M. 2007. *Fisheries Biology, assessment and management*. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 382pp.
- Kinzer, J. 1960. Zur Ethologie und Biologie der Gobiiden. *Zool. Beit.*, 6, 207-290.
- Kolombatović, J. 1881. Pesci delle acque di Spalato e catalogo degli anfibi e dei rettili dei contorni di Spalato. Estratto dai programma dell' i. r. Scuola reale Superiore, 29 pp.
- Kolombatović, J. 1886. Imenik kralješaka Dalmacije II dio. dvoživci, gmazovi i ribe. Godišnje izvješće C. K. Velike realke u Splitu za školsku godinu, 1885/86:2-32.
- Kolombatović, J. 1888. *Catalogus vertebratorum dalmaticorum*. Godisnje izviješće C. K. Velike realke u Splitu za školsku godinu, 1887/88: 2-32.
- Kolombatović, J. 1891. Glamoci (Gobii) Spljetskog pomorskog okružja. Godišnje izviješće C. K. Velike realke u Splitu za školsku godinu, 1890/91: 1-29.
- Koutrakis, E.T. & A.C. Tsikliras. 2003. Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 258-260.
- Kovačić, M. 1994. Contribution to the knowledge of gobies, Gobiidae (Pisces, Perciformes) in the Rijeka Bay, Adriatic Sea. *Period. Biol.*, 96 (4): 463-465.
- Kovačić, M. 1999. Vrsta *Gobius roulei* De Buen, 1928 u Jadranskom moru. Magistarski rad, Prirodoslovno matematički fakultet, Zagreb, 109 pp.
- Kovačić, M. & P. J. Miller. 2000. A new species of *Gobius* (Teleostei: Gobiidae) from the northern Adriatic Sea. *Cybium*, 24: 231-239.
- Kovačić, M. 2001. The biology of Roule's goby in the Kvarner area, northern Adriatic Sea. *J. Fish Biol.*, 59 (4): 795-809.
- Kovačić, M. 2004. Biološka i ekološka obilježja vrste *Gobius vittatus* (Gobiidae, Pisces) u Jadranskom moru Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, 178 pp.

- Kovačić, M. 2006. Age structure, growth and mortality of the striped goby, *Gobius vittatus* (Gobiidae) in the northern Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, 70 (4): 635-641.
- Kovačić, M. 2007. Reproductive biology of the striped goby, *Gobius vittatus* (Gobiidae) in the northern Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, 71: 145-151.
- Kovačić, M. 2008. The key for identification of Gobiidae (Pisces: Perciformes) in the Adriatic Sea. *Acta Adria.*, 49 (3): 245-254.
- Kovačić, M. & M. La Mesa. 2010. First data on reproduction and growth of *Buenia affinis* Iljin, 1930 (Gobiidae) in the northern Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, 74:561-568.
- Kraljević, M. & A. Pallaoro. 1991. Ihtiocenoze plitkih uvala nacionalnog parka "Kornati". *Morsko ribarstvo*, 43 (3): 81-90.
- Kritzer, J.P. 2002. Stock structure, mortality and growth of the decorated goby, *Istiogobius decoratus* (Gobiidae), at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Environ. Biol. Fishes.*, 63: 211-216.
- Kruschel, C., S.T. Schultz & M. Bacalja. 2009. Evidence for seagrass competition in a central Croatian Adriatic lagoon. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 19 (1): 45-54.
- Kruschel, C., S.T. Schultz & J. Stiefel. 2010. High diversity and sensitivity to coastal development of fish and invertebrates of the Novigrad and Karin Seas: a metacommunity in the northern Adriatic, Croatia. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 21 (1): 11-20.
- Kruschel, C. & S.T. Schultz. 2011. Juvenile *Gobius niger* avoids seagrass in the presence and uncertain absence of seagrass-inhabiting predators. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 409: 240-246.
- La Mesa, M. 1999. Age and growth of *Aphia minuta* (Pisces, Gobiidae) from central Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, 63: 147-155.
- La Mesa, M. 2001. Age and growth of *Crystallogobius lineris* (von Düben, 1845) (Teleostei: Gobiidae) from the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, 65: 375-381.
- Laevastu, T. 1965. Manual of methods in fisheries biology. Section 4. Research on fish stocks. *FAO Man. Fisher. Scien.*, 1(9): 1-20.
- Lahnsteiner, F., M. Seiwald, R.A. Patzner & E.A. Ferrero. 1992. The seminal vesicles of the male grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei, Gobiidae). *Zoomorph.*, 111: 239 – 248.

- Lambert, Y. & J.D. Dutill. 1997. Can simple condition indices be used to monitor and quantify seasonal changes in the energy reserves of Atlantic cod (*Gadus morhua*) Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54: 104-112.
- Lorini, P. 1903. Ribanje i ribarske sprave pri istočnim obalama Jadranskog mora. C. K. Nakl. Škol. knjiga, 266 pp.
- Maccagnani, R., A. Carrieri, P. Franzoi & R. Rossi. 1985. Osservazioni sulla struttura di popolazione ed il ruolo trofico di tre specie di gobiidi (*Knipowitshia panizzae*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Pomatoschistus canestrinii*) in un ambiente del delta del Po. Nova Thalassia 7, 373-378.
- Malavasi, S., J. Coppola, F. Pranovi, A. Granzotto, A. Franco & P. Torricelli. 2002. Habitat riproduttivo di *Zosterisessor ophiocephalus* Pall. (Pisces, Gobiidae) in laguna di Venezia e osservazioni sulle caratteristiche dei riproduttori. Lavori Soc. Ven. Sci Nat., 27: 47-56.
- Malavasi, S., P. Torricelli, M. Lugli, F. Pranovi & D. Mainardi. 2003. Male courtship sounds in a teleost with alternative reproductive tactics, the grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus*. Environ. Biol. Fish., 66: 231-236.
- Malavasi, S., A. Franco, R. Fiorin, P. Franzoi, P. Torricelli & D. Mainardi. 2005. The shallow water gobiid assemblage of the Venice Lagoon: abundance, seasonal variation and habitat partitioning. J. Fish. Biol., 67:146-165.
- Malavasi S., M. Lugli, P. Torricelli & D. Mainardi. 2008. The nest-holding grass goby (*Zosterisessor ophiocephalus*) male adjusts the spawning activity in relation to parasitic nest intrusions. Environ. Biol. Fish., 82:279-287.
- Mancini, L. & G. Cavinato. 1969. Osservazioni morfologiche e biometriche sul gobiidae *Aphia minuta* nell' Adriatico Centrale e alcune considerazioni in rapporto alla pesca. Boll. Pesca Piscic. Idrobiol, 24: 49-61.
- Mandrioli, M., G.C. Manicardi, N. Machella & V. Caputo. 2001. Molecular and cytogenetic analysis of the goby *Gobius niger* (Teleostei, Gobiidae). Genetica, 110:73-78.
- Marchesan, M. 1995. Comportamento riproduttivo di *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei: Gobiidae). Tesi di Laurea, Università degli Studi di Trieste. 32pp.
- Marchesan, M., D. Ota & E.A. Ferrero. 2000. The role of mechanical stimulation during breeding in the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei: Gobiidae). Ital. J. Zool., 67: 25-30.

- Marteinsdottir, G. & A. Steinarsson. 1998. Maternal influence on the size and viability of Iceland cod *Gadus morhua* eggs and larvae. 1998. J. fish. Biol., 52 (6): 12411-1258.
- Matić- Skoko, S., M. Peharda, A. Pallaoro, M. Cukrov & B. Baždarić. 2007. Infralittoral fish assemblages in the Zrmanja estuary Adriatic Sea. Acta Adria., 48 (1): 45-55.
- Matić-Skoko, S. 2007. Ribarstveno-biološke i ekološke osobine špara (*Diplodus annularis* L.) u istočnom dijelu Jadrana. Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, 165pp.
- Mazzoldi, C., M. Scaggiante, E. Ambrosin & M.B. Rasotto. 2000. Mating system and alternative male mating tactics in the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei: Gobiidae). Mar. Biol., 137: 1041-1048.
- Mazzoldi, C. & M.B. Rasotto. 2001. Extended breeding season in the marbled goby, *Pomatoschistus marmoratus* (Teleostei: Gobiidae), in the Venetian Lagoon. Environ. Biol. Fish., 61: 175-183.
- Mendoza, R.P.R. 2006. Otoliths and their applications in fishery science. Ribarstvo, 64 (3):89-10.
- Messaoudi I., T. Deli, K. Kessabi, S. Barhoumi, A. Kerkeni & K. Saïd. 2009. Association of spinal deformities with heavy metal bioaccumulation in natural populations of grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* Pallas, 1811 from the Gulf of Gabés (Tunisia). Environ. Monit. Assess., 156: 551-560.
- Metin, G., A.T. Ilkyaz, O. Soykan & H.T. Kinacigil .2011. Age, growth and reproduction of four-spotted goby, *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837), in Izmir Bay (central Aegean Sea). Turk.J.Zool., 35:711-716.
- Milišič, N. 1994. Sva riba Jadranskog mora. Niva.Split, 47 pp.
- Miller, P.J. 1961. Age, growth and reproduction of the rock goby *Gobius Paganellus* L., in the Isle of Man. J. Mar. Biol.Ass.U.K., 41: 737-769.
- Miller, P.J. 1972. Gobiid fishes of the caspina genus *Knipowitshia* from the Adriatic Sea. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 52: 145-160.
- Miller, P.J. 1973a. The osteology and adaptive features of *Rhyacichtys aspro* (Teleostei: Gobioidi) and the classification of gobioid fishes. J. Zool. Lond., 171: 397-434.
- Miller, P.J. 1973b. Gobiidae. Hureau, J. C. I Monod, T. (ed): Check- List of the Fishes of the North- Eastern Atlantic and of the Mediterranean (CLOFNAM). UNESCO, Paris, 483-515.

- Miller, P.J. 1979. Adaptivness and implications of small size in Teleosts. Symp. Zool. Soc. Lond., 44: 263-306.
- Miller, P.J. 1984. The tokology of gobioid fishes. In: Potts GW, Wootton RJ (eds) Fish reproduction: strategies and tactics. Academic, London, 119-153 pp.
- Miller, P.J. 1986. Gobiidae. In: White head et al. (eds.): Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III. Paris: UNESCO, 1019-1085 p.
- Miller, P. 1992. The sperm duct gland: a visceral synapomorphy for gobioid fishes. Copeia, 253-256.
- Morović, M. 1965. Razvoj ihtiološke klasifikacije. Pomorski zbornik 3: 995-1010.
- Morović, M. 1966. Popis jadranskih riba u 19 stoljeću. Pomorski zbornik 4: 571-587.
- Moyle, P. & J. Cech. 2000. Fishes: An Introduction to Ichthyology – fourth edition. Upper Saddle River, NJ, Prentice – Hall, 54 (2): 16-25.
- Nardo, G.D. 1860. Prospetti sistematici degli animali delle provincie Venete e del mare Adriatico e distinzione delle specie in gruppi relativi alla loro geografia fisica ed all'interesse economico-statistico che presentano. Atti del R. Istituto Veneto di scienze lettere ed arti, Tomo IV, serie III: 969-980, 1035-1076 et Tomo V, Serie III: 599-611, 785-819, 885-910.
- Narodne novine. (148/2009) Pravilnik o posebnim staništima riba i drugih morskih organizama i regulaciji ribolova u Velebitskom kanalu, Novigradskom i Karinskom moru, Prokljanskom jezeru, Marinskom zaljevu i Neretvanskom kanalu.
- Narodne novine. (153/2009) Zakon o vodama. Pravilnik o osjetljivim područjima za ribarstvo.
- Nash, R.D.M. 1982. The biology of Fries' goby, *Lesueurigobius friesii* (Malm), in the Firth of the Clyde, Scotland, and a comparison with other stocks. J. Fish. Biol., 21: 69-85.
- Nash, R.D.M. 1984. Aspects of the biology of the black goby, *Gobius niger* L. in Oslofjorden, Norway, Sarsia, 69:55-61.
- Nasri, R., G. Chataigné, A. Bougatif, M.K. Chaâbouni, P. Dhulster, M. Nasri & N.N. Arroume. 2013. Novel angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides from enzymatic hydrolysates of goby (*Zosterisessor ophiocephalus*) muscle proteins. Journal of Proteomics, 91: 444 - 452.

- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World, third edition. John Wiley and sons, Inc., New York: 600 pp.
- Ninni, E. 1912. Catalogo del pesci del mare Adriatico. C. Bertotti, Venezia: 271 pp.
- Ninni, E. 1941. L'importanza e la disciplina della pesca del ghiozzogo' (*Gobius ophiocephalus*) nelle lagune venete. Boll. Pesca. Piscic., 2: 355-369.
- Ninni, E. 1938. I *Gobius* dei mari e delle acque interne d'Italia. R. Com. Talassogr. Ital. Mem. CCXLII, 169 pp.
- Nonnis-Marzano, F. & G. Gandolfi, 2001. Active cannibalism among adults of *Knipowitschia panizzae* (Pisces Gobiidae) induced by starvation and reproduction. Ethol. Ecol. Evol. 13: 385-391.
- Nyman, K.J. 1953. Observations on the behaviour of *Gobius microps*. Acta Soc. Fauna Flora Fen. 69: 1-11.
- Ota, D. 1992. Functional adaptations in the retina of the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* Pallas 1811 (Pisces: Gobiidae). Doctoral thesis. University of Ljubljana.
- Ota, D., M. Francese & E.A. Ferrero. 1994. Feeding in the grass goby (*Zosterisessor ophiocephalus*, Teleostei, Gobiidae) under different light intensities: a behavioural and morphological study. Boll. Zool., 61 Suppl., 36.
- Ota, D. & F. Lahnsteiner. 1996. Retinal vascularization in the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus*: scanning electron- microscopic study of vascular corrosion casts. Environ. Biol. Fish., 45:319-324.
- Ota, D., M. Francese & E.A. Ferrero. 1999. Vision in the grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei: Gobiidae): a morphological and behavioural study. Ital. J. Zool. 66: 125-139.
- Ota, D., M. Marchesan, L. Casaretto, M. Francese & E.A. Ferrero. 1997/1998. Life style and ethogram of the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* (Pisces, Gobiidae). Boll. Soc. Adriat. Sci., LXXVIII 28° N.S.: 183-206.
- Özaydin, O. & E. Taskavak. 2006. Length-wight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey). Acta Adria., 47 (2): 211-216.
- Pagotto, G. & G. Campesan. 1980. Abitudini alimentari di specie ittiche della Laguna di Venezia. I° contributo: *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1811) (Pisces, Gobiidae), adulto. Atti. Mus. Civ. Stor. Nat., Trieste, 32: 1-18.



- Pallaoro, A. 1996. Dinamika populacije, ribarstveni značaj i zaštita ušate, *Oblada melanura* (Linnaeus, 1758) duž istočne obale jadranskog mora. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu. 206pp.
- Pampoulie, C., J.L. Bouchereau, E. Rosecchi, G. Poizat & A.J. Crivelli. 2000. Annual variations in the reproductive traits of *Pomatoschistus microps* in Mediterranean lagoon undergoing environmental changes: evidence of phenotypic plasticity. *J. Fish. Biol.*, 57: 1441-1452.
- Pascoli, F., E. Negrato, A. Di Giancamillo, D. Bertotto, C. Domeneghini, C. Simontacchi, F. Mutinelli & G. Radaelli. 2011. Evaluation of oxidative stress biomarkers in *Zosterisessor ophiocephalus* from the Venice Lagoon, Italy. *Aquatic Toxi.*, 101 (3-4): 512-520.
- Patzner, R.A., M. Seiwald, S. Angerer, E. Ferrero & P. G. Giulianini. 1991. Genital system and reproductive cycle of the male grass in Northern Adriatic Sea. *Zool. Anz.*, 226: 205-219.
- Patzner, R.A. 2000. Mediterranean Gobies. Institute of Zoology, University of Salzburg, Austria. [Wwwzoologie.sbg.ac.at/Patzner/Gobiidae.htm](http://www.zoologie.sbg.ac.at/Patzner/Gobiidae.htm).
- Patzner, R.A., J.L. Van Tassell, M. Kovačić & B.G. Kapoor. 2011. The Biology of gobies. Science Publisher. Jersey, 685.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev.* 8, 325pp.
- Perugia, A. 1866. Catalogo dei Pesci dell' Adriatico nei cenni intitolati: Civico Museo Ferdinando. Massimiliano in Trieste. Continuazione dei cenni storici pubblicati nell' anno 1863: 1-21.
- Perugia, A. 1881. Elenco sistematico degli animali del Mare Adriatico. Ulrico Hoepli Editore. 60 pp.
- Pezold, F. 1993. Evidence for a Monophyletic Gobiinae. *Copeia*, 634-643.
- Pinkas, L.M.S. Oliphant & I.L.K. Iversen. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, 152: 1-105.
- Privileggi, N., D. Ota & E.A. Ferrero. 1997. Embryonic and larval development of the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei, Gobiidae). *Ital. J. Zool.*, 64: 201-207.
- Pujolar, J.M., L. Locatello, L. Zane & C. Mazzoldi. 2012. Body size in correlates with fertilization success but not gonad size in Grass goby territorial males. *PloS ONE*, 7 (10): 46711

- Quignard, J.P. 1994. Poissons des lagunes. Stratégies et tactiques de survie. *Océanorama*, 23: 15-20.
- Ramos, S., E. Amorim, M. Elliott, H. Cabral & A.A. Bordalo. 2012. Early life fishes as indicators of estuarine ecosystem health. *Ecological indicators* 19: 172-183.
- Randall, J.E. & M. Goren. 1993. A review of the gobioid fishes of the Maldives. *Ichthyol. Bull. J. L. B. Smith Inst. Ichthyol.* 58: 1-37.
- Reznick, D. & J.A. Endler. 1982. The impact of predation on life history evolution in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). *Evol*, 36: 160-177.
- Ribeiro, J., L. Bentes, R. Coelho, JMS. Goncalves, PG.Lino, P. Monteiro & K. Erzini. 2006. Seasonal tidal and diurnal changes in fish assemblages in the Ria Formosa lagoon (Portugal). *Estuar Coast Shelf Sci.*, 67: 461-474.
- Riccato F., A. Franco, P. Franzoi, R. Fiorin, S. Malavasi & P. Torricelli. 2004. Influence of age and habitat type on the dietary composition of *Zosterisessor ophiocephalus* in the Venice Lagoon. *Biologia Marina Mediterranea*, 11:617-619.
- Rice, A.L. & A.D.F. Johnstone. 1972. The burrowing behaviour of the Gobiid Fish *Lesueurigobius friesii* (Collett). *Z. Tierpsychologie*, 30 (4):431-438.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada.*, 191: 382 .
- Ricker, W.E. 1978. Growth rates and models. In: W. S. Hoar, D.J.Randall, J. R. Brett (eds.), *Fish physiology*, academic Press, London, 786 pp.
- Rossechi, E. & Y. Nouaze. 1987. Comparaison de conq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue Trav. Inst. Pech. Marit.*, 49: 111-123.
- Saksena, D.N. 1976. On the reproductive organs and the reproductive cycle of male Indian fresh-water goby, *Glossogobius giuris* (HAM). *Zool. Jb. Anat.*, 95:105-108.
- Sanzo, L. 1911. Distribuzione delle papille cutanee (organi ciatiforme) e suo valore sistematico nei Gobi. *Mitt. Zool. Stn Neapel.*, 20: 249-328.
- Sasal, P., E. Felix & S. Morand. 1996. Population structure of *Gobius bucchichi* in a Mediterranean marine reserve and in unprotected area. *J. Fish. Biol.*, 49: 352-356.

- Scaggiante, M., C. Mazzoldi, C.W. Peterson & M.B. Rasotto. 1999. Sperm competition and mode of fertilization in the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei: Gobiidae). *J. Exp. Zool.*, 283: 81-90.
- Scaggiante, M., M.S. Grober, V. Lorenzi & M.B. Rasotto. 2004. Changes along the male reproductive axis in response to social context in a gonochoristic gobiid, *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei, Gobiidae) with alternative mating tactics. *Hormones and Behavior*, 46: 607-617.
- Seiwald, M. & R.A. Patzner. 1988. Two types of testis structures in the family Gobiidae. Morphological and histochemical investigations on the testis of *Zosterisessor ophiocephalus* and *Gobius joso*. 14th Conf. Europ. Comp. Endocr.
- Seiwald, M. & R.A. Patzner. 1989. Histological, fine-structural and histochemical differences in the testicular glands of gobiid and blennioid fishes. *J. Fish. Biol.*, 35: 631-640.
- Shultz, S.T., C. Kruschel & T. Bakran-Petricioli. 2009. Influence of seagrass meadows on predator-prey habitat segregation in Adriatic lagoon. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 374: 85-99.
- Shultz, S.T. & C. Kruschel. 2010. Frequency and success of ambush and chase predation in fish assemblages associated with seagrass and bare sediment in an Adriatic lagoon. *Hydrobiol.*, 649: 25-37.
- Shultz, S.T., C. Kruschel & M. Mokos. 2011. Boat-based videographic monitoring of Adriatic lagoon indicates increase in seagrass cover associated with sediment deposition. *Aquat. Bot.*, 95: 117-123.
- Sinovčić, G., M. Franičević & V. Čikeš-Keč. 2004. Unusual occurrence and some aspects of biology of juvenile gilt sardine (*Sardinella aurita Valenciennes, 1847*) in the Zrmanja river estuary (eastern Adriatic). *J. Appl. Ichthyol.*, 20: 53-57.
- Sorice, M. & V. Caputo. 1999. Genetic variation in seven goby species (Perciformes: Gobiidae) assessed by electrophoresis and taxonomic inference. *Mar. Biol.*, 134: 327-333.
- Sparre, P. & S.C. Venema. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment, part I- Manual. *FAO Fisheries Technical Paper 306/1*: 1-376.
- Stossich, M. 1880. Prospetto della fauna del Mare Adriatico. *Boll. Soc. adr. Sci. Nat. Trieste*, 5: 18-71.
- Sucker, L. 1895. Die Fische, nebst Den essenbaren Wirbellosen Thieren der Adria und ihre Zubereitung. Verlag von F. H. Schimpff, Trieste, 1-179.

- Šoljan, T. 1948. Ribe Jadrana. Flora i fauna Jadrana 1. Institut za oceanografiju i ribarstvo. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, 437pp.
- Šoljan, T. 1963. Fishes of Adriatic (Ribe Jadrana). Fauna et flora Adriatica 1 (revised and enlarged for the English edition): 428pp.
- Šoljan, T. 1965. Fishies of Adriatic (Ribe Jadrana). Fauna et Flora Adriatica I, Pisces. Nolit, Beograd, 428 pp.
- Šoljan, T. 1965. Ribe Jadrana (Pisces mari Adriatici). Treće, prerađeno i dopunjeno izdanje. Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd, 451 pp.
- Šoljan, T. 1975. I pesci dell' Adriatico. A. Mondadori, Milano.
- Štević, Z. 1977. Lista glavoča iz voda Jugoslavije, Biosistematika, 3 (1): 99-110.
- Tavolga, W.N. 1954. Reproductive behaviour in the gobiid fish *Bathygobius soporator*. Bull. Am. Mus. Nat. His., 104: 431- 459.
- Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. J. Cons. Int. Explor. Mer., 23: 366-370.
- Thompson, D.A.W. 1942. On the growth and form. New York and Cambridge: 56 pp.
- Thresher, R. 1984. Reproduction in reef fishes. Neptune City, NJ: T. F. H. Publications, 15-59 pp.
- Tiskularis, A.C. & K. I. Stergiou. 2013. Size at maturity of Mediterranean marine fishes. Rev Fish Biol Fisheries, 20: 499-538.
- Toricelli, P., S. Malvasi, N. Novarini, F. Pranovi & D. Mainardi. 2000. Elongation of fin rays in parental males of *Zosterisessor ophiocephalus* (Pisces, Gobiidae) Environ. Biol. Fish., 58: 105-108.
- Tortonese, E. 1975. Osteichthyes ( Pesci ossei), Parte seconda. Fauna d' Italia, Vol.11. Calderini, Bologna, 636 pp.
- Tortonese, E. 1985. Distribution and ecology of endemic elements in the Mediterranean fauna (fishies and echinoderms). In: Moraitou-Apostolopoulou MO. & V. Kiortsis (eds) Mediterranean marine ecosystems. Plenum Press, 57-83 pp.
- Trois, E.F. 1875. Prospetto sistematico dei Pesci dell' Adriatico e Catalogo della Collezione Ittiologica del R. Istitutio Veneto. Atti del R. Istitutio Veneto, Vol. 1, Ser., 5: 569-614.
- Vaas, K.F., A.G. Vlasblom & P. Koeijer. 1975. Studies on the black goby (*Gobius niger*, Gobiidae, Pisces) in the Veerse Meer, SW Netherlands. Neth. J. sea. Res., 9: 56-68.

- Vasey, G. & T.E. Langford. 1985. The biology of the black goby, *Gobius niger* L. in an English south-coast bay. *J. Fish. Bill.*, 27: 417-429.
- Venier, P. & C. Zampieron. 2005. Evidence of genetic damage in grass gobies and mussels from the Venice lagoon. *Environ. Intern.*, 58: 1053-1064.
- Vestergaard, K. 1976. Nest building behaviour in the common goby *Pomatoschistus microps* (Krøyer) (Pisces, Gobiidae). *Vidensk. Medd. Dansk Naturhist. For.*, 139: 91-108.
- Villiers, L. 1979. Contribution à l'étude de la nutrition et de ces aspects énergétiques chez les formes juvéniles de *Deltentosteus quadrimaculatus* (Pisces, gobiidae). Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle. Paris. 175 pp.
- Villiers, L. 1980. Changes in predation by the juvenile goby *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837). *Neth. J. Sea. Res.*, 14: 362-373.
- Vinciguerra, D. 1883. Risultati ittiologici della crociera del "Violante". *Annali Mus. Civ. Stor. nat.*, Genova, 18: 465-590.
- Vukadin, I. 1991. Biogeokemijski ciklus rastopljenih soli C, N, Si i P u vodama srednjeg Jadrana. Doktorska disertacija. Univerza V Ljubljani, 136 pp.
- Whitehead, P.J.P., M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielson & E. Tortonese. 1986. Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean. Unesco: Paris. 1479 pp.
- Winterbottom, R. 1993. Search for the gobioid sister group (Actinopterygia: Percimorpha). *Bull. Mar. Sci.*, 52 (1): 395- 414.
- Winterbottom, R. & K.M. Alofs. 2011. Life span, growth and mortality in the western Pacific goby *Trimma benjamini*, and comparisons with *T.nasa*. *Environ. Biol. Fish.*, 91: 295-301.
- Wirtz, P. 2008. The Gulf of Guinea goby-shrimp symbiosis and review of goby-thalassinidean associations. *Arquipélago. L. Mar. Biol.*, 25: 71-76.
- Zavodnik, D. & D. Crnković. 1992. Prilozi morskoj flori i fauni lošinjske otočne skupine VII. Ribe (Pisces, sensu stricto). *Otočki ljetopisi Cres – Lošinj*, 8: 265-272.
- Zander, C.D. & E.Hartwig. 1982. On the biology and food of the small-sized fish from North and Baltic Sea areas. IV. Investigation on an eulittoral mud flat at Sylt Island. *Hel. Meeresunt.*, 35: 47-63.
- Zei, M. & E. Abel. 1970. Osteichthyes (Knockenfische). In: Riedl, R. (urednik): *Fauna und Flora der Adria*, II ed. Paul Parey, Hamburg, 507-565 pp.

- Zei, M. 1963. Vertebrata ( Cyclostomata, Chondrichthyes, Osteichthyes). Riedl, R. (ed): Fauna und Flora der Adria. Paul Parey, Hamburg, 496-565.
- Zeldis, J.R. 1993. Applicability of egg surveys for spawning-stock biomass estimation of snapper, orange roughy, and hoki in New Zealand. Bull. Mar. Sci., 53: 864-890.
- Zucchetta, M., G. Cipolato, F. Pranovi, P. Antonetti, P. Torricelli, P. Franzoi & S. Malavasi. 2012. The relationships between temperature changes and reproductive investment in Mediterranean goby: Insights for the assessment of climate change effects. Estuar. Coast. Shelf Sci., 101: 15-23.

## 7. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 01. studenog 1980. godine u Dubrovniku. Osnovnu školu kao i opću gimnaziju završila sam u Dubrovniku. U akademskoj godini 1999./2000. upisala sam fakultet Prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije u Splitu, smjer biologija–kemija. Diplomirala sam 07. srpnja 2006. godine s temom „Istraživački usmjerena nastava biologije“ pod vodstvom prof. dr.sc. Vesne Kostović-Vranješ. Poslije završetka fakulteta od 2006. do 2007. godine, predavala sam u Dubrovniku kao profesor biologije i kemije u „Osnovnoj školi Cavtat“ i „Gimnaziji Dubrovnik“. Od 02. studenog 2007. godine zaposlena sam kao asistent na Sveučilištu Dubrovnik, odjelu za preddiplomski studij Akvakulture te diplomski studij Marikulture. Međusveučilišni Poslijediplomski doktorski studij „Primjenjene znanosti o moru, pri Sveučilištu u Splitu i Sveučilištu u Dubrovniku, upisala sam 2007. godine.

U okviru rada na Sveučilištu u Dubrovniku sudjelujem u izvođenju nastave održavajući vježbe i seminare na preddiplomskom sveučilišnom studijskom programu Akvakulture iz predmeta „Uvod u akvakulturu“, „Biologija i uzgoj bodljikaša i glavonožaca“, „Uzgoj ostalih akvatičnih organizama“, „Genetika u akvakulturi“ te na diplomskom studiju Marikulture iz predmeta „Uzgoj morskih organizama za biomedicinske i farmakološke svrhe“, „Primjenjena embriologija morskih organizama“, „Genetika sredozemno morskih riba i školjkaša“ .

Usavršavala sam se na Sveučilištu u Ljubljani, Biotehničke znanosti na polju „Populacijska genetika“ te u Budimpešti na Sveučilištu, Szent Istvan u Gödöllő, na polju krioprezervacija. Također, u okviru rada na Sveučilištu Dubrovnik sudjelovala sam u projektu „The impact of climate change on Mediterranean intertidal communities: losses in coastal ecosystem integrity and services“- EU CIRCLE MED (2008-2010) kao dio hrvatskog tima.

Do sada sam kao koautor objavila 4 rada te sam sudjelovala na nekoliko znanstvenih i stručnih skupova u zemlji i u inozemstvu.

## POPIS RADOVA

### Znanstveni radovi objavljeni u CC časopisima

Matić-Skoko, S., P.Tutman, J. Dulčić, I. Prusina, **Đodo Ž.**, J. Pavličević & B. Glamuzina. 2011. Growth pattern of the endemic Neretva roach, *Rutilus basak* (Heckel, 1843) in the Hutovo Blato wetland. *Journal of Applied Ichthyology* 27, 3;813-819.

### Znanstveni radovi objavljeni u drugim časopisima

Dulčić J., **Ž. Đodo**, B. Dragičević, M. Čukteraš & B.Glamuzina. 2012. Nove vrste u Jadranskoj ihtiofauni I socio-ekonomske posljedice na Hrvatsko morsko ribarstvo – *Croatian Journal of Fisheries*, S23-S34.

### Znanstveni radovi u zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom

Sindik, J., M. Pavlović, **Ž. Đodo** & J. Božić. 2008. *Students' Attitudes towards Distance Learning (E-learning)*. U: Šimović, V., (ur.). Conference proceedings of the 2nd Special Focus Symposiums on ICESKS:Information, Communication and Economic Sciences in the Knowledge Society. Zadar: učiteljski fakultet Sveučilišta U Zagrebu, 21-31.

### Drugi radovi u zbornicima skupova s recenzijom

Dulčić, J., **Ž. Đodo**, B. Dragičević, M. Čukteraš & B. Glamuzina. 2012. Potencijalni socio-ekonomski utjecaji nekih novih vrsta u jadranskoj ihtiofauni na Hrvatsko morsko ribarstvo . In :Zbornik sažetaka. 8. međunarodni gopsodarsko-znanstveni skup "Riba Hrvatske-jedi što vrijedi" 19.-20.04.2012. Vukovar, Republika Hrvatska. / Bogut, Ivan; Pintarić, Antun; Treer, Tomislav; Katavić, Ivan; Teskeredžić, Zlatica ; Glamuzina, Branko; Skaramuca, Boško; Oraić, Dražen; Gjurčević, Emil; Župan, Boris (ur.), Vukovar, 2012. str.76 – 83.

### Sažeci u zbornicima skupova

Zovko, N., I. Prusina, **Ž. Đodo** & B. Glamuzina. 2007. The effect of recent hydrological changes on quantity and spawning of commercially important fish species in Hutovo blato estuary U: Skaramuca, B., Dulčić, J., (ur.). Book review „ Endangered and endemic species of fish in the river basins Neretve, Trebišnjice i Morače“, University at Dubrovnik i EastWest Institute, 137-140.



- Đodo, Ž.,** B. Glamuzina & J. Dulčić. 2012. The vulnerability assessment of fisheries sector to climate change: the case of the wider area of the mouth of the river Neretva. Book of abstract from the XIV European *Congress of Ichthyology Liège*. 74-74 (poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).
- Đodo, Ž.,** J. Dulčić & N. Antolović. 2013. Age and growth determination of the grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814) in Novigrad Sea (Adriatic Sea), U: (ur) Zbornik radova 48. hrvatski I 8 međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, (oral presentation).