

# Ishrana arbuna, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) (Sparidae), na području sjevernog Jadrana

---

**Stinga Perusco, Victor**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:926130>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Sveučilišni preddiplomski studij  
Znanost o moru

VICTOR STINGA PERUSCO

**ISHRANA ARBUNA, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758)  
(Sparidae), NA PODRUČJU SJEVERNOG JADRANA**

Završni rad

Pula, 2015.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Sveučilišni preddiplomski studij  
Znanost o moru

VICTOR STINGA PERUSCO

**ISHRANA ARBUNA, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758)  
(Sparidae), NA PODRUČJU SJEVERNOG JADRANA**

Završni rad

JMBAG: 0303024319

Status: redovan student

Kolegij: Kralješnjaci mora

Mentor: dr.sc. Marcelo Kovačić

Pula, 2015.

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Victor Stinga Perusco, kandidat za prvostupnika (*baccalaureus*) znanosti o moru ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mog vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima, te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da ni jedan dio rada nije iskorišten za neki drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

U Puli, 30.09.2015.

Student: Victor Stinga Perusco

---

Ovaj rad, izrađen u Centru za istraživanje mora Instituta Ruđer Bošković u Rovinju i u Prirodoslovnom Muzeju u Rijeci pod vodstvom dr.sc. Marcela Kovačića, predan je na ocjenu Sveučilišnom preddiplomskom studiju Znanost o moru Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli radi stjecanja zvanja prvostupnika (*baccalaureus*) znanosti o moru.

Voditelj Sveučilišnog preddiplomskog studija Znanost o moru je za mentora završnog rada imenovao dr. sc. Marcela Kovačić.

Mentor: dr. sc. Marcelo Kovačić

Povjerenstvo za ocjenjivanje i obranu:

Predsjednik: dr. sc. Renato Batel

Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj

Mentor: dr. sc. Marcelo Kovačić

Prirodoslovni Muzej u Rijeci

Član: dr. sc. Mirta Smodlaka Tanković

Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj

Datum i mjesto obrane završnog rada: 30. rujna 2015., u 11 sati u Centru za istraživanje mora Instituta Ruđer Bošković u Rovinju.

Rad je rezultat samostalnog istraživačkog rada.

Victor Stinga Perusco

---

## ZAHVALA

Zahvaljujem mentoru dr.sc. Marcelo Kovačiću na pomoći tijekom izrade i pisanja završnog rada.

Također, zahvaljujem Laboratoriju za ekologiju i sistematiku bentosa i Laboratoriju za morsku ekotoksikologiju Centra za istraživanje mora Instituta Ruđer Bošković u Rovinju i laboratoriju Prirodoslovnog muzeja u Rijeci na ustupljenom prostoru i laboratorijskoj opremi.

Zahvaljujem dr. sc. Ani Travizi, dr. sc. Ljiljani Iveši za determinaciju algi, dr. sc. Vedrani Nerlović za determinaciju beskralješnjaka razreda Bivalvia, dr. sc. Barbari Mikac za determinaciju razreda Polychaeta, dr. sc. Andrej Jaklinu za determinaciju nekoliko svojiti beskralješnjaka pogotovo razreda Gastropoda, višem kustosu Marinu Kiričiću za determinaciju potkoljena Crustacea pogotovo reda Decapoda, te zahvaljujem dipl. biologu Ugu Ušiću na stručnoj pomoći prilikom granulometrijske analize i dr.sc. Mirti Smodlaka Tanković na savjetima pri pisanju ovog završnog rada.

Iskreno zahvaljujem svojim roditeljima za financijsku pomoć pogotovo ocu Gian Luigiju Stinga Perusco za tehničku pomoć pri terenskom radu kod uzorkovanja.

# SADRŽAJ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. UVOD.....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1. Sistematika .....  | 1         |
| 1.2. Morfologija .....  | 2         |
| 1.3. Biologija .....  | 3         |
| 1.4. Ekologija.....   | 5         |
| 1.5. Zoogeografija .....  | 6         |
| 1.6. Gospodarska važnost, ribarstvena važnost i ulov vrste <i>P. erythrinus</i> ..... | 6         |
| 1.7. Dosadašnja istraživanja o ishrani arbuna.....                                    | 7         |
| 1.7.1. Sastav ishrane.....  | 7         |
| 1.7.2. Sezonska varijacija u sastavu ishrane.....                                     | 8         |
| 1.7.3. Odnos veličine ribe i sastava ishrane .....                                    | 8         |
| 1.7.4. Intenzitet ishrane .....   | 9         |
| <b>2. CILJ .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>3. MATERIJALI I METODE .....</b>   | <b>11</b> |
| 3.1. Istraživano područje .....   | 11        |
| 3.2. Uzorkovanje arbuna .....   | 12        |
| 3.3. Morfometrija, sekcija arbuna i izdvajanje probavnog trakta .....                 | 16        |
| 3.4. Analiza sadržaja probavnog trakta.....   | 17        |
| 3.5. Analiza sedimenta sa područja uzorkovanja.....                                   | 19        |
| 3.6. Statističke metode .....   | 19        |
| <b>4. REZULTATI.....</b>  | <b>24</b> |
| 4.1. Analiza stukture populacije .....  | 25        |
| 4.2. Frekvencija spolova.....   | 26        |
| 4.3. Morfologija zubala i probavila.....  | 27        |
| 4.4. Korelacija između dužine probavnog trakta i ukupne dužine ribe.....              | 30        |
| 4.5. Ishrana .....  | 31        |
| 4.5.1. Sastav ishrane.....  | 31        |
| 4.5.2. Sezonske varijacije u sastavu ishrane.....                                     | 39        |
| 4.5.3. Sastav ishrane po dužini .....   | 41        |
| 4.5.4. Sastav ishrane po spolu .....  | 43        |
| 4.6. Intezitet ishrane .....  | 50        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.6.1.    | Odnos intenziteta ishrane i dužine jedinke .....      | 51        |
| 4.6.2.    | Odnos intenziteta ishrane i spola .....               | 52        |
| 4.7.      | Somatski indeks kondicije .....                       | 53        |
| 4.8.      | Hepatosomatski indeks .....                           | 54        |
| 4.9.      | Dužinsko-maseni odnosi.....                           | 55        |
| 4.10.     | Analiza sedimenta.....                                | 56        |
| 4.11.     | Paraziti u jetri, probavnom traktu i gonadama .....   | 57        |
| 4.12.     | Plastika u probavnom traktu-plastika u sedimentu..... | 57        |
| <b>5.</b> | <b>RASPRAVA .....</b>                                 | <b>58</b> |
| <b>6.</b> | <b>ZAKLJUČAK .....</b>                                | <b>63</b> |
| <b>7.</b> | <b>LITERATURA.....</b>                                | <b>65</b> |



## 1. UVOD

### 1.1. Sistematika

Arbun, *Pagellus erythrinus* (Tablica 1.) pripada porodici Sparidae u kojoj spadaju 150 vrsta podijeljene u 37 roda. U Jadranu obitava 18 vrsta ljuskavki., u rodu *Pagellus* ima 6 vrsta a samo 3 žive u Jadranu. Zajednička obilježja pripadnika ove porodice je: bočno spljošteno i visoko tijelo, mala usta udaljena od očiju, jedna leđna peraja s tvrdim i mekim šipčicama, kratka analna peraja, duge i šiljaste prsne peraje, prilično velike ljuske koje su čvrsto pričvršćene (fishbase.org). Ribe iz porodice ljuskavki su važne komercijalne ribe, zajedno s arbunom to su komarča, šarag, fratar i zubatac.

**TABLICA 1.** Klasifikacija arbuna *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758).

|                    |                  |                            |
|--------------------|------------------|----------------------------|
| <b>Carstvo</b>     | Životinje        | Animalia                   |
| <b>Podcarstvo</b>  |                  | Bilateria                  |
| <b>Međucarstvo</b> |                  | Deuterostomia              |
| <b>Koljeno</b>     | Svitkovci        | Chordata                   |
| <b>Podkoljeno</b>  | Kralješnjaci     | Vertebrata                 |
| <b>Međukoljeno</b> | Čeljustouste     | Gnathostomata              |
| <b>Nadrazred</b>   | Koštunjače       | Osteichthyes               |
| <b>Razred</b>      | Zrakoperke       | Actinopterygii             |
| <b>Podrazred</b>   |                  | Neopterygii                |
| <b>Međurazred</b>  | Prave koštunjače | Teleostei                  |
| <b>Nadred</b>      | Tvrdoperke       | Acanthopterygii            |
| <b>Red</b>         | Grgečke          | Perciformes                |
| <b>Podred</b>      |                  | Percoidei                  |
| <b>Porodica</b>    | Ljuskavke        | Sparidae                   |
| <b>Rod</b>         |                  | <i>Pagellus</i>            |
| <b>Vrsta</b>       | Arbun            | <i>Pagellus erythrinus</i> |

## 1.2. Morfologija

Arbun ima vretenasto tijelo s uzdignutom leđnom stranom, profil glave nije jako strm i ima špicastu njušku. Prsne su peraje duge i sežu do početka predrepne peraje. Repna peraja je iznimno rascijepljena. Mlađi primjerci imaju malo duže peraje, a repna peraja im je zaobljenija (Turk, 2011.). Arbun je ružičasto-crvene boje, ventralna i bočne strane su bjelkaste boje, u nekim primjercima vide se žarko crvene crte po leđima, sve jedinke imaju srebrnkaste odraze i plavkaste točkice, koje su izraženije kod nekih primjeraka. Stražnji rub škržnog poklopca, baza prsnih peraja i rub repne peraje su crveni (Slika 1.) (Mojetta i Ghisotti, 2005.).



**Slika 1.** Arbun *Pagellus erythrinus*.

Ovu vrstu je teško zamijeniti s ostalim pripadnicima roda *Pagellus*, međutim često se zamjenjuje s pagarom (*Pagrus pagrus*) (Slika 2.). Arbuni mogu narasti i do 60 cm dužine (cca. 3 kg), a prosječna dužina je od 10 do 30 cm ([www.faoadriamed.org](http://www.faoadriamed.org)). Najveći zabilježeni arbun težio je 3.2 kg (IGFA, 2001.).



**Slika 2.** Pagar (gore) i arbun (dole).

### 1.3. Biologija

Arbun je protoginična hermafroditska vrsta, koja se u Jadranu mrijesti jedanput godišnje u proljetno-ljetnim mjesecima. Spolnu zrelost u Jadranu dostiže pri dužini od 11 do 12 cm, mijenja spol kad dostigne veličinu od 16 do 17 cm. U tablici 2. prikazani su podaci o dužini i mrijestu arbuna u Jadranskom, Sredozemnom moru i Atlantskom oceanu.

**Tablica 2.** Literaturni pregled dužina, spola i mrijesta arbuna u Jadranskom moru.

| Mjesto                    | Dužina pri prvoj zrelosti (cm) |       | Dužina pri promjeni spola (cm) | Period mrijesta                              | Autor  |
|---------------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|--|--|
|                           | M                              | Ž     |                                |  |  |
| Tršćanski zaljev          |                                |       |                                | srpanj-kolovoz                               | Syrski, 1876.; Graeffe, 1888.                          |
| Sjeverni Jadran           |                                |       | 17,00 - 17,50                  | ljetno jesenski mjeseci                      | D'Ancona, 1949.  |
| Sjeverni i srednji Jadran | 12,50                          |       | 16,00                          |  | Vrgoč, 2000.   |
| Srednji Jadran            | 11,00                          | 12,00 | 16,00 - 17,00                  |  | Rijavec i Županović, 1965.; Županović i Rijavec, 1980. |
|                           |                                |       |                                | proljeće                                     | Jukić i Županović, 1965.                               |
|                           |                                |       | 17,00                          | svibanj-lipanj                               | Zei i Županović, 1961.                                 |
|                           |                                |       |                                | lipanj-kolovoz                               | Tsikliras i sur., 2010.                                |
| Jadran općenito           |                                |       |                                | srpanj-kolovoz                               | Grubišić, 1980.  |
| Albanija                  |                                |       |                                | ožujak                                       | Xhuvellaj, 1959.                                       |
| Zapadna obala Grčke       |                                |       |                                | travanj-listopad                             | Papaconstantinou i sur., 1988.                         |
| Zaljev Saronicos (Grčka)  |                                |       |                                | rano proljeće (mogući drugi mrijest u jesen) | Vassilopoulou i Papaconstantino, 1990.                 |
| Kreta                     | 16,42                          | 15,47 |                                | proljeće i ljeto                             | Somarakis i Machias, 2002.                             |
| Zaljev Izmir (Turska)     | 15,08                          | 11,30 | 15,26                          | lipanj-rujan                                 | Metin, 2011.   |
| Cipar                     |                                |       |                                | svibanj-rujan                                | Livadas, 1989.   |
| Gabes zaljev              | 14,59                          | 13,55 |                                | svibanj-srpanj                               | Ghorbel, 1996.   |

**Nastavak tablice 2.** Literaturni pregled dužina, spola i mrijesta arbuna u Jadranskom moru.

| Mjesto                     | Dužina pri prvoj zrelosti (cm) |       | Dužina pri promjeni spola (cm) | Period mrijesta                                  | Autor                                |
|----------------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
|                            | M                              | Ž     |                                |  |                                      |
| Zaljev Monastir (Tunis)    | 16,75                          | 15,32 |                                | travanj-kolovoz                                  | Ben Smida i sur., 2014.              |
| Tuniški zaljev             | 15,80                          | 14,60 | 17,00 - 18,00                  | travanj-listopad<br>maks svibanj-lipanj          | Zarrad i sur., 2010.                 |
| Tuniske vode               | 14,50                          | 14,00 |                                | travanj-srpanj                                   | Ghorbel i Ktari, 1982.               |
| Alžir                      |                                |       |                                | srpanj-rujan                                     | Ranzi, 1933.                         |
|                            |                                |       |                                | rano proljeće<br>( mogući drugi mrijest u jesen) | Fage, 1918.; Dieuzeide i sur., 1955. |
| Castelon Španjolska        |                                |       |                                | 15.svibnja. -<br>15.lipnja                       | Larraneta, 1953.                     |
| Lionski zaljev (Francuska) |                                |       |                                | lipanj-kolovoz                                   | Girardin i Quignard, 1985.           |
|                            | 14 -<br>17                     | 14-17 |                                | lipanja-kolovoz                                  | Girardin, 1978.; Girardin, 1981.     |
| Ligurijsko more            |                                |       | 17,00 - 18,00                  |  | Relini i sur.; 1999.                 |
| Toskanski arhipelag        |                                |       |                                | travanj-svibanj                                  | Matta, 1959.                         |
| Južno Tirensko more        | 17,00                          | 15,70 |                                |  | Busalacchi i sur., 2014.             |
| Napuljski zaljev           |                                |       |                                | travanj-svibanj                                  | Lo Bianco, 1908. -1910.              |
| Portugal                   | 17,58                          | 17,28 |                                | ožujak-srpanj                                    | Coehlo i sur., 2010.                 |
|                            | 18,03                          | 17,35 |                                | svibanj-kolovoz                                  | Santos i sur., 1995.                 |
| Kanarski otoci             | 23,30                          | 17,40 |                                | travanj-rujan maks<br>lipanj- srpanj             | Pajuelo i Lorenzo, 1998.             |

Dužinsko-maseni odnos arbuna u srednjem Jadranu je blago negativno alometrijski, gdje arbun raste više u dužinu nego što dobiva na težini. U tablici 3. prikazani su dužinsko-maseni odnosi iz Jadranskog i Sredozemnog mora.

**Tablica 3.** Literaturni pregled dužinsko-masenog odnosa arbuna, *Pagellus erythrinus*.

| Lokacija                  | a     | b     | Autor(i)                    |
|---------------------------|-------|-------|-----------------------------|
| Srednji Jadran            | 0,134 | 2,981 | Rijavec i Županović, 1965.  |
| Bokokotorski zaljev       | 0,022 | 2,787 | Rijavec, 1965.              |
| Tršćanski zaljev          | 0,011 | 3,080 | Bolje, 1992.                |
| Bokokotorski zaljev       | 0,014 | 2,907 | Joksimović, 1999.           |
| Crna gora (otvoreno more) | 0,021 | 2,758 | Joksimović, 1999.           |
| Tunis                     | 0,030 | 2,720 | Ali Ben Smida i sur., 2014. |
| Kanarski otoci            | 0,012 | 3,013 | Pajuelo i Lorenzo, 1998.    |
| Južno Tirensko more       | 0,016 | 2,905 | Busalacchi i sur., 2014.    |
| Centralno Egejsko more    | 0,014 | 2,95  | Metin, 2011.                |

#### 1.4. Ekologija

Koncentracija juvenilnih arbuna raste na malim dubinama od srpnja do rujna (Larraneta, 1964.; Lo Bianco, 1908.-1910.), te u kasnim jesenskim mjesecima adultni i juvenilni migriraju u dubljim predjelima (Xhuvelaj, 1959.; Larraneta, 1964.; Županović, 1961.). Larraneta (1964.) je konstatirao da u prosincu postoji migracija adultnih primjeraka ka obalnom hridinastom dnu. U otočnom području srednjeg Jadrana Županović i Rijavec (1980.) primijetili su da arbun migrira u pliće vode, sličan fenomen sezonske migracije je primijetio Rijavec u zaljevu Boke Kotorske 1975. godine. Županović i Jardas (1989.) opazili su dvije sezonske migracije arbuna, jednu iz plićih u dublje predjele od listopada do travnja i u suprotnom smjeru od svibnja do listopada (uvijek unutar izobate od 100 m). Takve migracije razlikuju se iz godine u godinu. Populacije arbuna se kreću ka dubljim predjelima u razdoblju zima - proljeće iz reproduktivnih razloga, a suprotnom smjeru u razdoblju ljeto-jesen iz trofičkih razloga. Županović (1961.b) navodi kao dodatne razloge migracije promjenu temperature i kloriniteta, temperatura i klorinitet u kopnenom predjelu zimi opadaju te s njima i broj arbuna koji migriraju prema udaljenim i dubljim predjelima gdje su vrijednosti temperature i kloriniteta ostale nepromijenjene.

### 1.5. Zoogeografija

Arbun je rasprostranjen u istočnom Atlantiku, od Skandinavije do Senegala i u cijelom Sredozemnom moru, ali je rijedak u Crnom moru. (Fisher i sur., 1987.; Jardas, 1996.; Relini i sur., 1999.). Bentopelagična je vrsta, možemo ga naći na kamenitim, šljunčanim, pješčanim i muljevitim dnima, a u najvećem broju je prisutan na pomičnim sedimentima (Županović, 1961.b), obitava na dubinama od nekoliko i do 150 metara u Jadranskom moru (Jukić i Arneri, 1984.; Ben-Tuvia, 1953.), do 200 u Sredozemnom te do 300 metara u Atlantskom oceanu. (Bauchot i Hureau, 1990.) Mladi primjerci često žive u skupinama na plićim predjelima, međutim veći primjerci žive pretežno pojedinačno ili u malim skupinama na dubljim predjelima.

### 1.6. Gospodarska važnost, ribarstvena važnost i ulov vrste *P. erythrinus*

Arbun je komercijalno važna riba u Jadranskom moru, ribolovom pridnenom kočom potegačom aktivno se izlovljava ova vrsta. Statistike ukazuju da su u Hrvatskom dijelu Jadrana 2012. godine iskrcajne količine 80 tona arbuna, međutim prijašnjih godina 2011. istovarilo se 103 tone, 2010. godine 204 tone, a 2009. godine 80 tona. (FAO - Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service). Takvu pojavu možemo objasniti s povećanjem flote gdje je kasniji smanjeni ulov posljedica prelova unatoč povećanom ribolovnom naporu, ili posljedica ne prijavljenog ulova. Jardas i suradnici (1998.) utvrdili su da je arbun najviše bio prisutan u ulovu "tartanom" (eng. *small coastal otter trawl*), te mreže poponice i potegačom. Soldo i suradnici (2007.) su 2005. godine pratili nekoliko natjecanja u sportskom ribolovu štapom iz brodice i štapom iz obale, te su iz toga zaključili da su najčešća lovina ribe porodice Sparidae a unutar te porodice najčešća lovina je arbun, koji prevladava brojem primjeraka i ukupnom masom.

Danas u Republici Hrvatskoj minimalna mjera za ulov je 15 cm (Zakon o morskom ribarstvu NN 81/13, Uredba Vijeća EZ 1967/2006 Prilog III), no prije ulaska u Europsku Uniju bila je 12 cm, no u oba slučaja minimalna mjera nije adekvatna, zato što se za minimalnu mjeru podrazumijeva mjera u kojoj je jedinka promijenila spol i jedanput se mrijestila, po Županović i Rijavec (1980.) to je 17 cm.

Većina biomase arbuna nalazi se u hrvatskom teritorijalnom moru dok je u ostalom dijelu Jadrana manja. Trenutno stanje ukupne biomase populacije arbuna nije ugroženo ali se očekuje pad biomase odraslih primjeraka zbog slabog novačenja u zadnjem periodu (Vrgoč, 2012.).

## 1.7. Dosadašnja istraživanja o ishrani arbuna

### 1.7.1. Sastav ishrane

Arbun je pretežito karnivor i hrani se danju (Benli i sur., 2001.), njegov plijen su malo aktivni epibiontski i endobiontski organizmi (Rijavec, 1975.). Xhuvellaj (1959.) uz obalu Albanije pronalazio je u ishrani arbuna najviše vrste *Carcinus maenas* i *Palaemon serratus*, a rjeđe riblju mlad i primjerke iz skupina jednakonožnih rakova (Isopoda), mekušaca (Mollusca), rakova porodice Gammaridae i alge (Algae). Uz obale Castellona, Larraneta (1964.) je najviše u ishrani nalazio male jedinke skupine deseteronožnih rakova (Decapoda) i jedinke mnogočetinaša (Polychaeta). Rijavec i Županović (1965.) provodili su istraživanje u kanalima srednjeg Jadrana gdje su utvrdili da su skupine riba (Pisces), rakova (Crustacea), mnogočetinaša i glavonožaca (Cephalopoda) bile najčešće u želucima arbuna. U Kaštelanskom zaljevu Jukić i Rijavec (1967.) zaključili su da se arbun najviše hrani jedinkama iz skupina mnogočetinaša, deseteronožnih rakova i školjkaša (Bivalvia); dok su skupine jednakonožnih rakova, zmijskača (Ophiuroidea), riba, amfipodnih rakova (Amphipoda) i trpova (Holothuroidea) bile manje prisutne. Jukić, 1972. istražuje opet područje Kaštelanskog zaljeva i potvrđuje da se arbun pretežito hrani jedinkama iz skupina mnogočetinaša, deseteronožnih rakova i školjkaša, a u manjem broju bile su prisutne skupine jednakonožnih rakova, zmijskača, riba i glavonožaca. U Bokokotorskom zaljevu Rijavec (1975.) utvrđuje da glavni plijen ove vrste jesu rakovi reda Decapoda i to podreda Natantia, te mnogočetinaša a zatim rjeđe zmijskače, glavonošci, ribe, školjkaši i alge. U Sicilijanskom kanalu Anadoloro i Giarritta (1985.) zaključili su da najvažnije skupine u ishrani arbuna su ribe, deseteronožni rakovi i puževi (Gastropoda), te zaključili da varijacije u ishrani arbuna proizlaze iz mogućnosti susreta predatora i plijena. Caragitsou i Papaconstantinou (1988.) su opazili da u ishrani arbuna prevladavaju (po masi) deseteronožni rakovi, za njima mnogočetinaši, te mizidi (Mysidacea) a sporadično ribe i školjkaši, međutim po broju jedinke mnogočetinaša. U Castellammarskom zaljevu Fanelli i suradnici (2011.) u želucima arbuna nalaze najviše mnogočetinaša, deseteronožnih rakova i riba. Šantić i sur. (2011.) su u želucima arbuna utvrdili najveću prisutnost deseteronožnih rakova a zatim školjkaša, mnogočetinaša, rakovi reda Euphausiacea i puževi.

### **1.7.2. Sezonska varijacija u sastavu ishrane**

Caragitsou i Papaconstantinou (1988.) opisuju smanjenje broja deseteronožnih rakova i mnogočetinaša zimi, a obratno u jeseni. Opazili su progresivno smanjenje deseteronožnih rakova od ljeta do proljeća. Po Šantiću i suradnicima (2011.) deseteronožni rakovi osobito prevladavaju tijekom ljeta i jeseni, međutim školjkaši i ribe više su zastupljeni zimi.

### **1.7.3. Odnos veličine ribe i sastava ishrane**

Andaloro i Giarritta (1985.) su odredili ishranu arbuna u 7 dužinskih raspona. U dužinskom rasponu 70 - 100 mm najprisutnije su ribe, deseteronožni rakovi, alge i kolutičavci (Anellida) (od prisutnijeg do rjeđeg), arbuni od 110 do 130 mm najviše se hrane ribama, deseteronožni rakovima, kolutičavcima i školjkašima; u rasponu od 140 do 160 mm najviše su prisutni deseteronožni rakovi, ribe, školjkaši, amfipodi i jednakonožni rakovi. U dužinskom rasponu 170 - 190 mm najbrojnija skupina u ishrani su ribe, deseteronožni rakovi, glavonošci i školjkaši; u želucima arbuna od 200 do 220 mm najčešći plijen su deseteronožni rakovi, ribe, bodljikaši (Echinodermata) i štrcaljci (Sipuncula). Arbuni u dužinskom rasponu od 230 do 250 mm najviše se hrane deseteronožnim rakovima, ribama, glavonošcima, bodljikašima, kolutičavcima, a u zadnjem dužinskom rasponu od 260 do 300 mm najprisutniji su puževi, puževi gološkržnjaci (Nudibranchia) i deseteronožni rakovi u istom postotku a najmanje ima riba. Caragitsou i Papaconstantinou (1988.) su raspodijelili uzorkovane jedinice u dva dužinska raspona, od 0 do 125 mm i veće od 125 mm. Vidljivo je da je u drugom rasponu količina deseteronožnih rakova veća nego u prvom. Šantić i sur. (2011.) su rangirali arbune u 4 dužinska raspona i utvrdili razliku u ishrani. Deseteronožni rakovi i školjkaši bili su prisutni u svim dužinskim rasponima, prvi raspon je sastavljen od arbuna manjih od 130 mm, kod njih su bili najvažniji mnogočetinaši te deseteronožni rakovi i rakovi reda Euphasiacea. Prisutnost mnogočetinaša i rakova reda Euphasiacea se smanjivala porastom dužine arbuna, a prisutnost deseteronožnih rakova se povećavala. Deseteronožni rakovi su značajno dominirali u dužinskom rasponu od 130 do 210 mm, slijedili su školjkaši. U grupi arbuna dužih od 210 mm, deseteronožni rakovi su bili najprisutniji, za njima prave koštunjače (Teleostei). Glavonošci su bili prisutni samo u većim primjercima.



#### **1.7.4. Intenzitet ishrane**

Intenzitet ishrane opada zimi i u razdoblju od svibnja do lipnja što je vezano za reprodukcijski ciklus. U srpnju nakon mrijesta, količina hrane u želucima je najveća. Utvrđena je jaka korelacija između temperature i intenziteta ishrane (Jukić i Županović, 1965.; Jukić, 1972.). Caragitsou i Papaconstantinou (1988.) te Šantić i sur. (2011.) su dobili iste rezultate kao Jukić i Županović (1965.), u jesen je nađena najveća količina hrane u želucima arbuna, a u proljetnom periodu najmanja. Rijavec (1975.) je zaključio da se primjećuje pad u količini punih želudaca u periodu mrijesta. Jukić i Županović (1965.) su opisali korelaciju između intenziteta ishrane i temperature mora. U jesen (rujan, listopad) temperatura mora se povećava ( sa 17,5°C na 20°C) i paralelno raste intenzitet ishrane, zimi temperatura pada te se intenzitet ishrane smanjuje i dostiže najnižu vrijednost u veljači. U proljeću rast temperature dovodi do velikog rasta u intenzitetu ishrane, ali od travnja do lipnja (i lipanj) ukazuje se stagnacija iako temperatura raste. Autori povezuju ovaj fenomen sa biološkim faktorom reprodukcije, kada se vjerojatno zaustavi rast i smanjuje hranjenje. U srpnju nakon mrijesta intenzitet se povećava i dostiže maksimum iako je temperatura samo od 14,9°C. U kolovozu intenzitet ishrane opada vjerojatno zbog pada temperature (14,9°C do 22,8°C). U Bokokotorskom zaljevu Rijavec (1975.) zaključuje da postoji korelacija između intenziteta ishrane i temperature sredine, međutim postoje dva moguća razloga, prvi je da smanjenje temperature utječe na brojnost Cuscuta i Polychaeta odnosno količinu hrane, a drugi razlog je da temperatura utječe toliko na metabolizam da je teško naići na primjerke s punim želucima neprobavljene hrane.

## 2. CILJ

1. Ustanoviti prehrambene navike arbuna *Pagellus erythrinus* u sjevernom Jadranu kako bi pružili opsežnu sliku o trofičkoj ekologiji ove vrste. Ispitati sastav ishrane kroz kvalitativni i kvantitativni sadržaj probavnog trakta (količina i masa plijena). Ispitati intenzitet ishrane. Odrediti promjene i razlike u ishrani uslijed razlike u veličini ribe, spolu, sezoni i temperaturi vode.
2. Opisati strukturu populacije (dužinsku strukturu populacije, spolnu strukturu) i još neke biološke osobine (somatski indeks kondicije, hepatosomatski indeks i dužinsko-maseni odnos).
3. Utvrditi da li metoda uzorkovanja ribolovom štapom iz usidrene brodice može biti alat za prikupljanje jedinka za istraživanje ishrane i morfometrije.

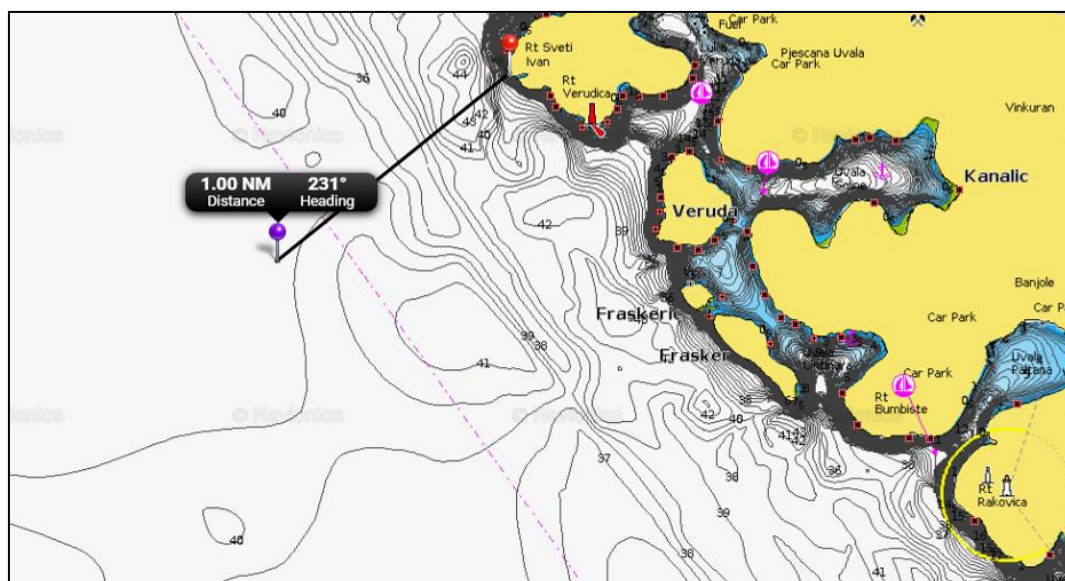
### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Istraživano područje

Istraživano područje nalazi se u pulskom akvatoriju i proteže se od Rt. Sv. Ivana (Sveta stijena, Kanjon) na Verudeli do otoka Fraškera unutar 1 NM od obale (Slika 3.). Raspon dubine na kojoj se vršilo uzorkovanje proteže se od 27 do 43m (Slika 4.).



**Slika 3.** Satelitska snimka istraživanog područja ("Pula", 44°49,335'N i 13°50,064'E. GOOGLE EARTH. 15.08.2013. 24.02.2015.).



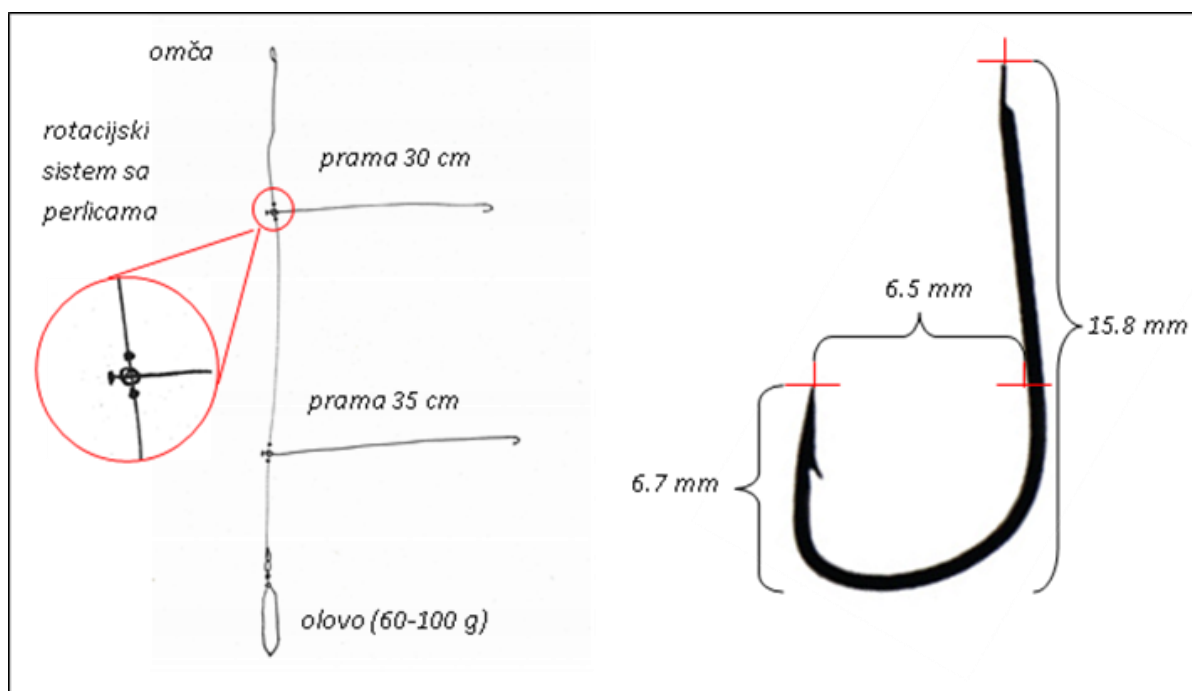
**Slika 4.** Pomorska karta istraživanog područja (Navionics 2015.

<http://webapp.navionics.com/?lang=en#@44.824082,13.834087,11z>).

### 3.2. Uzorkovanje arbuna

Jedinke su prikupljene tehnikom ribolova štapom iz usidrene brodice, uzorkovalo se 30 jedinka jedanput mjesečno od svibnja 2013. do svibnja 2014., pecalo se uvijek ujutro.

Upotrijebljeni su štapovi od 4 do 5 metara dužine sa tankim vrhovima. Na štapovima bile su montirane role koje imaju spori prijenos (3.9:1 ili 4.1:1) kako bi se što sporije a bez napora izvukao primjerak, u rolama su bile namotane upredenice (eng. *braided fishing line* ili NanoFil®) debljine 0,17 mm. Upotrijebljene su upredenice zato što nisu elastične kao obična najlonska struna i zato što upredenica iste debljine najlonske strune ima veću nosivost, te mogu se upotrebljavati tanje upredenice kako bi otpor upredenice u vodi (zbog morskih struja) bio manji. Koristio se odmet sastavljen od osnovnog najlona dužine 1.5 m debljine 0.25 mm na kojeg su pomoću perlica (STONFOBEADS Deep, veličine 3.3 mm) spojene prame. Prame dužine 30 - 35 cm debljine 0.20 mm, na čijem kraju su vezane udice Tubertini® modela Serie 4 bronzato n. 6 (veličina): 6.5 mm širina, visina 15.8 mm, visina kontrakuke 6.7 mm (Slika 5.)



Slika 5. Skica odmeta i upotrijebljena udica.

Mamac koji je korišten bile su smrznute lignje kojima je oguljena koža te ih se izrezalo na tanke uzdužne trake (Slika 6.). One su izabrane za mamac jer ih je najlakše prepoznati u sadržaju probavnog trakta.



**Slika 6.** Mamac (traka lignje) na udici.

Gore navedena oprema upotrijebljena je kako bi se što bolje i ranije vidio ugriz arbuna kako primjerak ne bi progutao udicu. Udica se smjela zakačiti samo za usnu šupljinu a ne za jednjak ili želudac, jer prilikom skidanja udice zakačene u jednjaku ili želudcu došlo bi do prevelikog oštećenja, odnosno bilo bi nemoguće izmjeriti točnu duljinu probavnog trakta i analizirati njegov sadržaj. Prilikom lova arbuna također se moralo paziti i na brzinu izvlačenja jer se znalo dogoditi da se kod prenoglog podizanja da primjerak doživi barotraumu, riba je doživila barotraumu ako se desio prolaps kloake kombiniran s proširenjem unutarnje šupljine i/ili herniacijom želuca u usnoj šupljini (Butcher, 2012.). Tokom barotraume plivajući mjehur se napuše i na taj način kompromitira unutarnju morfologiju te jedinka može "povratiti" sadržaj želuca. Ulovljeni primjerci stavljeni su u frižider s morskom vodom i ledom (zaleđena plastična boca), te kasnije injektirani 65% alkoholom. Alkohol je injektiran pomoću šprice u trbušnoj šupljini do vidljivog napuhnuća. Fiksirane jedinice pohranjene su u zamrzivač na  $-18^{\circ}\text{C}$  do seciranja.

Na terenu je prikupljeno nekoliko parametara: vrijeme koje je potrebno da se ulovi 30 upotrebljivih (arbuni bez barotraume ili drugog oštećenja) primjeraka arbuna, temperatura zraka, dubina, temperatura mora na površini i na dnu, oblačnost, smjer i jačina vjetra, tlak zraka, stanje plime ili oseke, stanje mora, prozirnost i tip dna. Temperatura mora izmjerena je termometrom u boci (Slika 7.) boca se puštala na dno te bi se povuklo užo vezano za čep, voda sa dna bi ušla u bocu, tijekom izvlačenja boce nije moglo doći do izmijene vode, te se očitavala temperatura.



**Slika 7.** Termometar (sastavljen od košare s olovom, boce i akvarijskog termometra).

Jačina vjetra određena je Beaufortovom skalom, a stanje mora Douglasovom skalom. Echosonderom je određena dubina i tip dna (pomoću boje na sonderu, jačina signala). Tip dna je određen i osjetom jer olovo tone u mulju a na kraju istraživanja sediment je uzorkovan malom dredžom i analiziran.



**Slika 8.** Dredža za sediment (uteg i uže, željezna konstrukcija i mreža "vrećica" za prodaju školjkaša).

### 3.3. Morfometrija, sekcija arbuna i izdvajanje probavnog trakta

Arbune se obrađivalo naknadno u laboratoriju i utvrđivale su se sljedeće varijable:

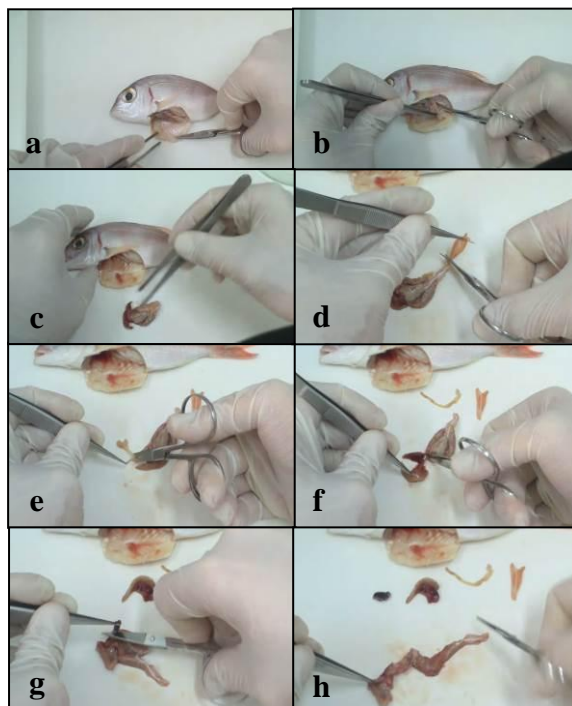
- ukupna dužina (TL) u milimetrima, mjereno ihtimetrom od početka glave do kraja repa u prirodnom položaju
- standardna dužina (SL) u milimetrima, s jednom decimalom, mjereno pomičnom mjerkom od početka glave do *urostil*-a,
- masa jedinke u gramima,
- dužina probavne šupljine u milimetrima, s jednom decimalom, pomičnom mjerkom od anusa do srca (srčana šupljina),
- dužina probavnog trakta u milimetrima, s jednom decimalom, pomičnom mjerkom od jednjaka do anusa,
- masa jetre u miligramima,
- stadij ribe (adultni ili juvenilni),
- spol (muško, žensko ili hermafrodit) je određen po Rijavec (1975.)

Postupak obrade jedinke započinje mjerenjem njene ukupne dužine (TL) u milimetrima pomoću ihtimetra, zatim standardne dužine (SL) koja se mjeri pomičnom mjerkom u milimetrima s jednom decimalom, od početka glave do *urostil*-a i mase u gramima.

Nakon mjerenja vanjskih karakteristika započinje seciranje. Škaricama se uradi incizija koja kreće od anusa i prati lateralnu liniju do visine baze prsnih peraja, odnosno srčane šupljine i spušta se do baze prsnih peraja. Incizijom su porezane ljuske i koža, škaricama se režu meso i kosti i obraća se pažnja da se ne oštete unutarnji organi. Otvara se prerezani dio i pomičnom mjerkom utvrđuje dužina probavne šupljine u milimetrima, s jednom decimalom, od anusa do srca (srčana šupljina). Potom se prereže *cleithrum* (grlenjača, od probavne šupljine prema škrgama) i podigne se prsni koš (Slika 8. a). Odvaja se završni dio probavnog trakta od urogenitalnog otvora, reže i odstranjuje vezivno tkivo, prereže jednjak i uklanja vezivno tkivo kako bi se izdvojio snop organa iz trbušne šupljine (Slika 8. b). Snop organa se izvadi iz trbušne šupljine (Slika 8. c). Iz snopa organa odvajaju se najprije gonade (Slika 8. d). Ako su gonade razvijene utvrđuje se da li se radi o adultnom primjerku i određuje se njegov spol. U sljedećem koraku odvaja se žučna vrećica (Slika 8. e), zatim se pažljivo odvaja i jetra (Slika 8. f), suvišna tekućina se ukloni na filter papiru i izvaže na razlučivosti od jednog miligrama. U ovom koraku se razmotava probavni trakt na način da



se vezno tkivo reže i odvaja od stijeni probavnog trakta te se izdvaja i slezena (Slika 8. g). Nakon što je probavni trakt oslobođen i razmotan oprezno se razvuče (Slika 8. h) te se pomičnom mjerkom izmjeri njegova dužina u milimetrima (dužina probavnog trakta) s jednom decimalom.

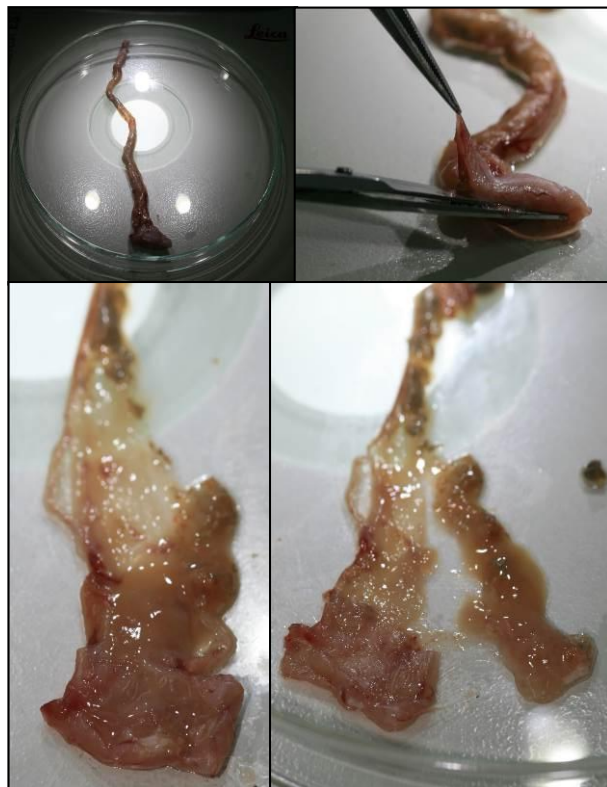


**Slika 8.** Sekcija jedinke i izdvajanje probavnog trakta: a-otvaranje probavne šupljine, b-rezanje tkiva i izdvajanje snopa organa, c-vađenje snopa organa, d odstranjivanje gonada, e-odstranjivanje žučene vrećice, f-odstranjivanje jetre, g-odstranjivanje slezene, h-odstranjivanje veznog tkiva i razmatanje probavnog trakta.

### 3.4. Analiza sadržaja probavnog trakta

Analiziran je cijeli probavni trakt zbog toga što različiti plijen ima različito vrijeme probavljanja. Probavni trakt se stavlja u jednu veliku Petrijevu zdjelicu (Slika 9. a), otvara škalicama (Slika 9. b), reže se najprije jednjak i želudac te se kreće od spoja želudca i crijeva do anusa, pažljivo se otvaraju i rastežu stijenke probavnog trakta (Slika 9. c).

Sadržaj probavnog trakta se ponajprije izolira, sastruže nožem s unutarnje stijenke (Slika 9. d) te se temeljito pregleda pod lupom pročešljavanjem pomoću histoloških iglica i po potrebi dodavanjem vode da bi se spriječilo sušenje.



**Slika 9.** Analiza sadržaja probavnog trakta: a-probavni trakt na Petrijevoj zdjelici, b-otvaranje probanog trakta, c-rastezanje stjenka, d-sastružen sadržaj probanog trakta sa stjenka.

Sadržaj želudca dijelio se na sluz i neodređeni organski ostatak, na fekalne pelete, alge i na foraminifere za koje se bilježila samo prisutnost kao slučajnog prilova, te na plijen (ostale životinje) koji se odvajao po svojatama. Plijen je identificiran na način da su se mnogočetinaši (Polychaeta) brojali samo kad se mogao identificirati *prostomium* (prostomiji). U slučaju da su pronađeni krakovi zmijsača (Ophiuroidea), dijelovi endoskeleta, *rostrum* (kljun) ili oko glavonožaca (Cephalopoda), npr. polovica tijela rakova reda Amphipoda, *pereopod* ili *pleopod* (nožice) rakova reda Decapoda, jedna ili više kosti (šipčica) ribe, brojani su kao jedan primjerak. Primjerci skupine Gastropoda i Bivalvia bili su brojani samo ako nije bilo vidljivo da su subfosilni, to jest detritus, znaci morali su imati žarke boje ili prozirnu mliječnu boju (ne mat). Ostaci školjkaša brojali su se kao jedan samo kad su *valve* (ljuštire) bile spojene ili je bilo vidljivo da nisu subfosilni. Kad je plijen bio nađen, tada se sadržaj želudca pregledavao da bi se skupili svi dijelovi te jedinke plijena, sav plijen se brojao i vagao (vlažna masa) na razlučivosti od 1 mg te pohranjivao u Eppendorf epruveticama sa 65% alkoholom. Pronađeni plijen u boljem stanju determiniran je do najniže moguće taksonomske razine.

### **3.5. Analiza sedimenta sa područja uzorkovanja**

Sediment je uzorkovan nasumično u istraživanom području sa dredžom te pohranjen u kanticama s 4% formaldehidom.

Na jednom uzorku odrađena je granulometrijska analiza, sediment je osušen i izvagan, zatim je uklonjena frakcija mulja ispiranjem mlazom vode na situ od 63 µm te ponovo osušen i izvagan. Takav sediment je prosijan pomoću tresilice kroz sita veličine oka 4 mm, 2 mm, 1 mm, 500 µm, 250 µm, 125 µm i 63 µm, te su izvagane mase pojedine veličinske frakcije.

Na drugom uzorku sedimenta odradila se separacija makrofaune. Volumen pregledanog sedimenta bio je 680 ml.

### **3.6. Statističke metode**

#### **3.6.1. Ishrana**

Istražen je kvantitativan i kvalitativan sastav ishrane odnosno pojedinačna zastupljenost pojavljivanja pojedinih vrsta plijena, broj primjeraka, njihova težina. Također je istražen intenzitet ishrane.

Pronađeni plijen u boljem stanju determiniran je do najniže moguće taksonomske razine. Zatim su zbog pojednostavljenja analize i bolje preglednosti dobivenih rezultata, niže skupine združene u veće pripadajuće taksonomske skupine koje svojom morfologijom i ekologijom predstavljaju određeni tip plijena za arbuna. Izdvojeno su zadržane pojedinačne vrste i rodovi čiji je udjel u ishrani bio istaknut. Sljedeći koeficijenti i indeksi opisuju ishranu ribe:

- a) postotna učestalost pojavljivanja plijena (%F) (Hureau, 1970.):

$$\% F = n / N \times 100$$

gdje su:

n - broja probavila koja su sadržavala određeni plijen

N - broja ukupno analiziranih probavila N

- b) brojčana zastupljenost plijena (%N) (Berg, 1979.):

$$\% N = np / Np \times 100$$

gdje su:

np - broj jedinki određene taksonomske skupine plijena

Np - ukupnog broja jedinki svih pronađenih skupina plijena

c) masena zastupljenost plijena (% W):

$$%W = p_w / P_w \times 100$$

gdje su:

p<sub>w</sub> - ukupna masa jedinki određene taksonomske skupine plijena

P<sub>w</sub> – ukupna masa jedinki svih pronađenih taksonomskih skupina plijena

Zbog nedostataka koje kod procjene važnosti pojedine svojte plijena u ishrani mogu imati hranidbeni koeficijenti (Berg, 1979.), koriste se iz njih izvedeni hranidbeni indeksi:

d) Indeks relativnog značenja (indeks of relative importance) IRI (Pinkas i sur., 1971.):

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

e) Koeficijent glavnih tipova hrane (Main food items) (MFI) (Zander, 1982.):

$$MFI = ((\%N + \%F) * \%W / 2)^{(1/2)}$$

prema kojemu postoje 4 različita tipa hrane:

MFI > 75 - neophodna (osnovna) hrana

MFI = 51-75 - glavna (preferirana) hrana

MFI = 26-51 - dodatna (sekundarna) hrana

MFI < 26 - slučajna hrana

f) Koeficijent hranjivosti (Q) (Hureau, 1970.)

$$Q = \%N \times \%W$$

prema kojem možemo hranu svrstati u 3 skupine:

Q>200 - glavna (preferirana) hrana

Q=20-200 - dodatna (sekundarna) hrana

Q<20 - slučajna hrana

g) Koeficijent punoće probavila (%Jr) (Hureau, 1970.) opisuje intenzitet ishrane:

$$\%Jr = \text{masa ustanovljene hrane} / \text{masa ribe} \times 100$$

h) Koeficijent praznosti probavila %V:

$$\% V = Er / N \times 100$$

Er - broja praznih probavila

N - ukupan broj svih analiziranih probavila N

Rezultati su izračunati, statistički obrađeni i grafički prikazani pomoću programa Microsoft Excel 2010. Podaci za granulometrijsku analizu sedimenta su kasnije obrađeni statističkim programom Gradistat V8.0.

### **3.6.2. Stanje populacije**

a) Somatski indeks kondicije

Kondicija opisuje fizičko stanje ribe koje je posljedica odnosa između težine i dužine ribe. Indeks kondicije je izračunat pomoću kubičnog ili Fultonova koeficijenta (Ricker, 1975.):

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

gdje su:

K – vrijednost indeksa kondicije,

W – masa ribe u gramima,

Lt – ukupna dužina ribe u centimetrima.

Promijene u navedenom indeksu ukazuju na kondiciju ribe koja je uzrokovana biotskim i abiotskim faktorima. Kondicija je vjerodostojni pokazatelj pohranjene rezervne energije kod riba (Lambert i Dutil, 1997.).

### b) Hepatosomatski indeks

Hepatosomatski indeks je odnos mase jetre i ukupne mase ribe:

$$HI = \text{masa jetre (g)} \times 100 / \text{masa ribe (g)}$$

Ovaj indeks ukazuje na količinu skladištene energije obzirom da se u jetri energija pohranjuje u obliku glikogena. Pohrana energije je otežana u stanju stresa, zato se hepatosomatski indeks kod riba često koristi kao indikator zagađenosti voda (Lenhardt, 1997.).

### c) Dužinsko-maseni odnos

Dužinsko - maseni odnos analizirane populacije izračunao se na osnovu funkcionalne regresije:

$$\log W = \log a + b \log Lt$$

odnosno pomoću eksponencijalne jednadžbe:

$$W = a Lt^b \text{ (Bagenal, 1978.)}$$

gdje su:

W – masa ribe u gramima,

Lt - ukupna dužina ribe u milimetrima,

a, b - regresijski parametri

EkspONENT b je omjer logaritma rasta u odnosu dužine i mase. U alometrijskom odnosu W/Lt vrijednosti konstante  $b > 3$  označavaju pozitivnu alometriju,  $b < 3$  negativnu alometriju, a ako je  $b = 3$ , odnos W/Lt je izometrijski. Pri negativnoj alometriji riba raste brže dužinski nego maseno, kod pozitivne je suprotno. Ako je odnos izometrijski riba raste jednako u dužinu i masu, zadržavajući svoj uobičajeni oblik. Rijedak je primjer da je masa ribe točno jednaka trećoj potenciji njezine dužine (Allen i sur., 1983.), raspon odstupanja uglavnom se kreće od 1,4 do 4,0 (Brown, 1957.; Ricker, 1958.), ili između 2,5 i 4,0 (Hille, 1936.; Martin, 1949.).

Razlike u ovom faktoru mogu postojati između populacija iste vrste, u okviru jedne populacije, zavisno od sezone ili spola (Kolarević, 2004.), iz tih razloga koeficijent alometrije je pogodan za diferencijaciju grupa ili subpopulacija u okviru jedne populacije.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Analiza metode i tehnike uzorkovanja

Vrijeme potrebno za ulov 30 upotrebljivih (bez barotraume i drugih oštećenja koja utječu na probavni trakt) arbuna je u prosjeku bilo 3 sata i 23 minute, najmanje vrijeme bilo je 1 sat i 30 minuta u lipnju, najduže je trebalo u prosincu 5 sati i 30 minuta. Pri uzorkovanju bilo je i prilova, ukupno je ulovljeno 13 vrsta riba: *Merluccius merluccius*, *Pagellus acarne*, *Pagellus bogaraveo*, *Scorpaena scrofa*, *Diplodus anularis*, *Merlangius merlangus*, *Trachinus draco*, *Trachurus trachurus*, *Spicara flexuosa*, *Trisopterus minutus*, *Pagrus pagrus*, *Scyliorhinus canicula*, *Serranus hepatus*, i 2 vrste beskralješnjaka: *Holothuria tubolosa* i *Martasterias glacialis*. Međutim, prilov drugih vrsta nije nikad bio veći od ulova arbuna. Iz terenskih opažanja zaključuje se, što je bilo više prilova to je vrijeme potrebno za ulov 30 upotrebljivih arbuna bilo veće.

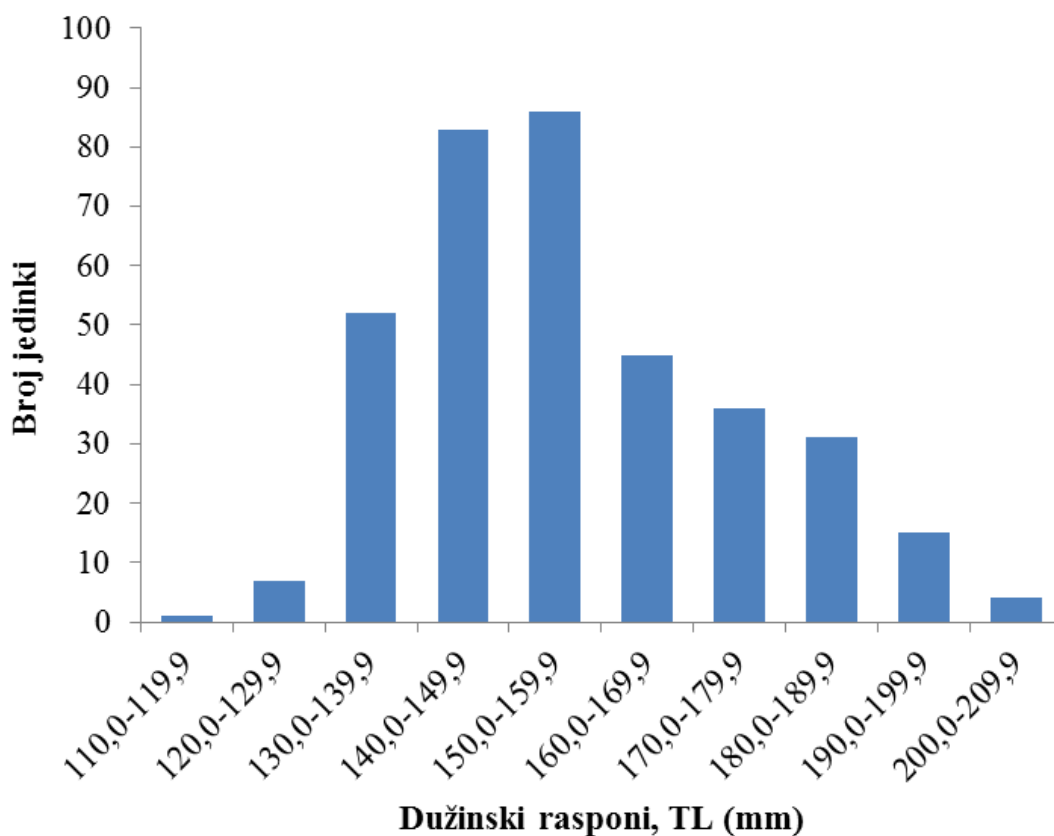
Tokom lova arbuna opaženo je da lakše dolazi do gutanja udice to jest oštećenja jednjaka i probavnog trakta kod većih primjeraka nego što je to kod manjih, arbuni koji su imali takva oštećenja nisu bili analizirani.

Bez obzira što se pazilo da se uzimaju samo jedinke koje nisu doživjele barotraumu ipak je naknadno pronađeno u uzorku 35 jedinki s barotraumom.



#### 4.2. Analiza strukture populacije

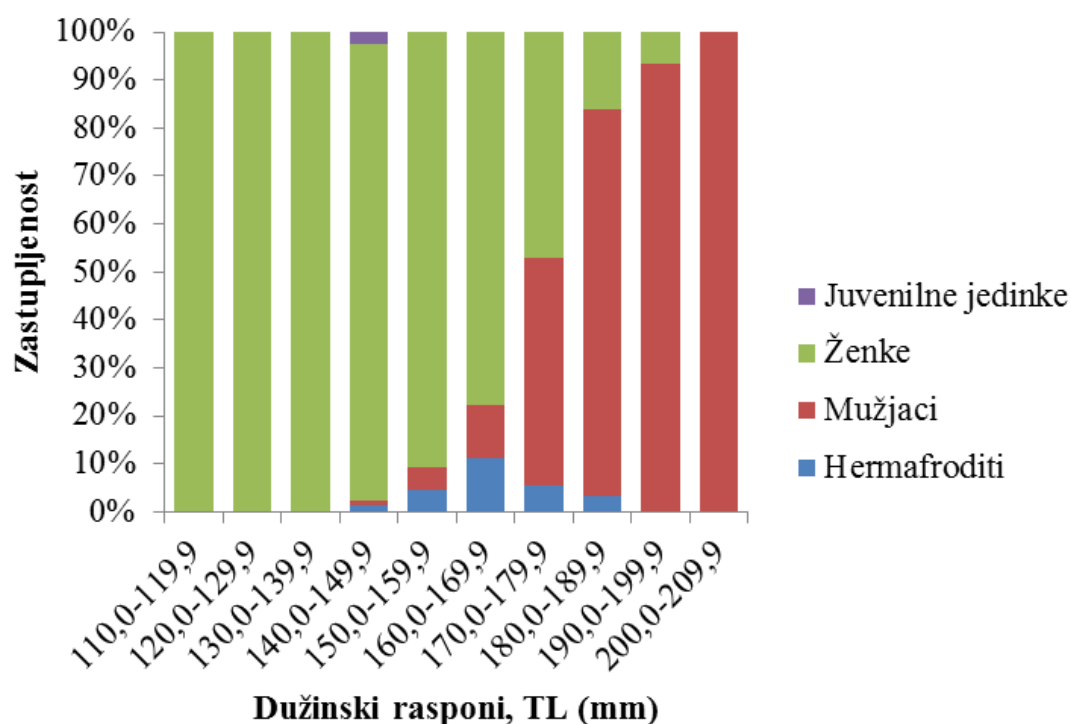
Ukupno je analizirano 360 jedinka, 30 arbuna mjesečno. Analizirane jedinke su podijeljene u 10 dužinskih raspona, najmanja jedinka imala je 119,0 mm, a najveća 207,0 mm, najveći udio pripadao je dužinskom rasponu od 150,0 do 159,9 mm, a najmanje jedinka bilo je u dužinskom raspon od 110,0 do 119,0 mm (Slika 10.)



**Slika 10.** Dužinska struktura populacije arbuna, *Pagellus erythrinus* na području sjevernog Jadrana.

### 4.3. Frekvencija spolova

Uzorak je bio sastavljen od 13 hermafrodita (H), 70 mužjaka (M), 275 ženki (Ž) i 2 juvenilne jedinke. Omjer spolova H:M:Ž je 1:5,38:21,15 (M:Ž =1:3,9) ženke su prevladavale u manjim dužinskim rasponima, a mužjaci u većim. Hermafroditi su činili 3,6 % ukupno analiziranih jedinka i bili su zastupljeni u srednjim dužinskim rasponima između ženki i mužjaka. Juvenilni primjerci činili su 0,5% i nalazili su se u dužinskom rasponu od 140,0 do 149,9 mm. Arbuni mijenjaju spol od 148 mm do 195 mm, a nakon 195 mm prisutni su samo mužjaci (Slika 11.).



**Slika 11.** Dužinska struktura populacije arbuna, *Pagellus erythrinus* na području sjevernog Jadrana, po spolovima.

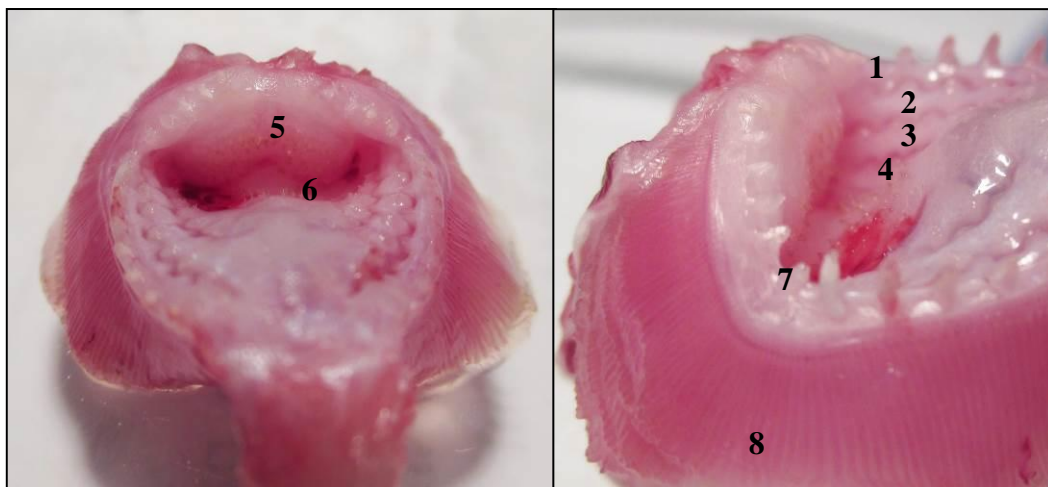
#### 4.4. Morfologija zubala i probavila

Usta su lagano zakrivljena, s čeljustima jednake dužine. Obje čeljusti imaju na prednjom djelu nekoliko reda konusnih zubiju, naprijed su veći te manji prema unutarnoj strani, a stražnji su nalik kutnjacima u 2 do 3 reda, od manjih ka većima (Slika 12.). Unutarnja strana usta je sivkasto bijele boje.



**Slika 12.** Čeljusti arbuna (gornja slika), gornja čeljust (dole lijevo), donja čeljust (dole desno).

Arbun ima četiri prepoznatljiva škržna luka, a peti je modificiran (srastao je) u ždrijelnu ploču sa ždrijelnim zubima. Prvi škržni luk ima izražene procjedne nastavke, ostali imaju sve manje izraženije do petog koji ima bolje izražene nastavke, odnosno ima ždrijelne zube. Škržni lukovi se smanjuju prema jednjaku te gornje margine su sve uže. Donji dio petog luka ima jedan red bodlji (ždrijelnih zubiju) koji su orijentirani obratno od prednjih zuba. Dorzalna ploča ima manje i tanje bodlje (Slika 13.)



**Slika 13.** Škrge: škržni lukovi (1, 2, 3, 4), ždrijelna ploča (5), ždrijelni zubi (6), procjedni nastavci (7), škržni listići (8).

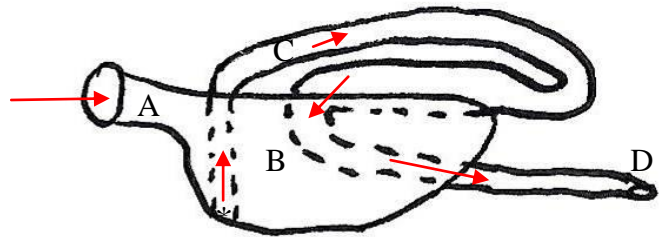
Želudac se nalazi s lijeve strane tijela, s desne strane želudca, između želudca i crijeva se nalazi slezena. Jetra se nalazi iznad jednjaka i želudca, veći režanj jetre se nalazi na lijevoj strani, a manji na desnoj strani. Žučna vrećica je duguljasta i prostire se iznad crijeva od jetre ka stražnjem djelu tijela. Gonade su smještene između crijeva i plivajućeg mjehura (gornja stjenka probavne šupljine) (Slika 14.).

Unutarnja stjenka želudca i piloričkih nastavka je uzdužno naborana, a u crijevima stjenka je obložena sitnim papilama. Namatanje probavnog trakta može se vidjeti na slici (Slika 15.), opis unutarnje morfologije rađen je po Bryanu (1975.).

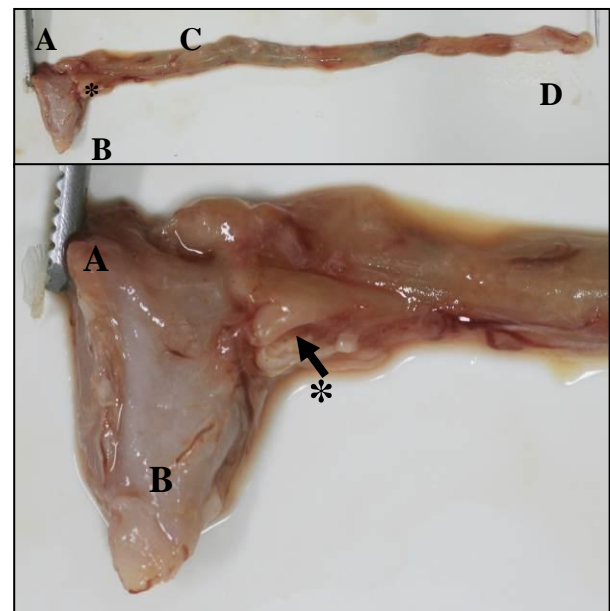
Debljina stjenke probanog trakta varira, od jednjaka ka želudcu je deblja te se stanjuje u crijevima, pilorički nastavci nisu uvijek jasno vidljivi (Slika 16.)



**Slika 14.** Organi iz trbušne šupljine: gonade (1), žuč (2), raspored organa (3), jetra (4), slezena (5).



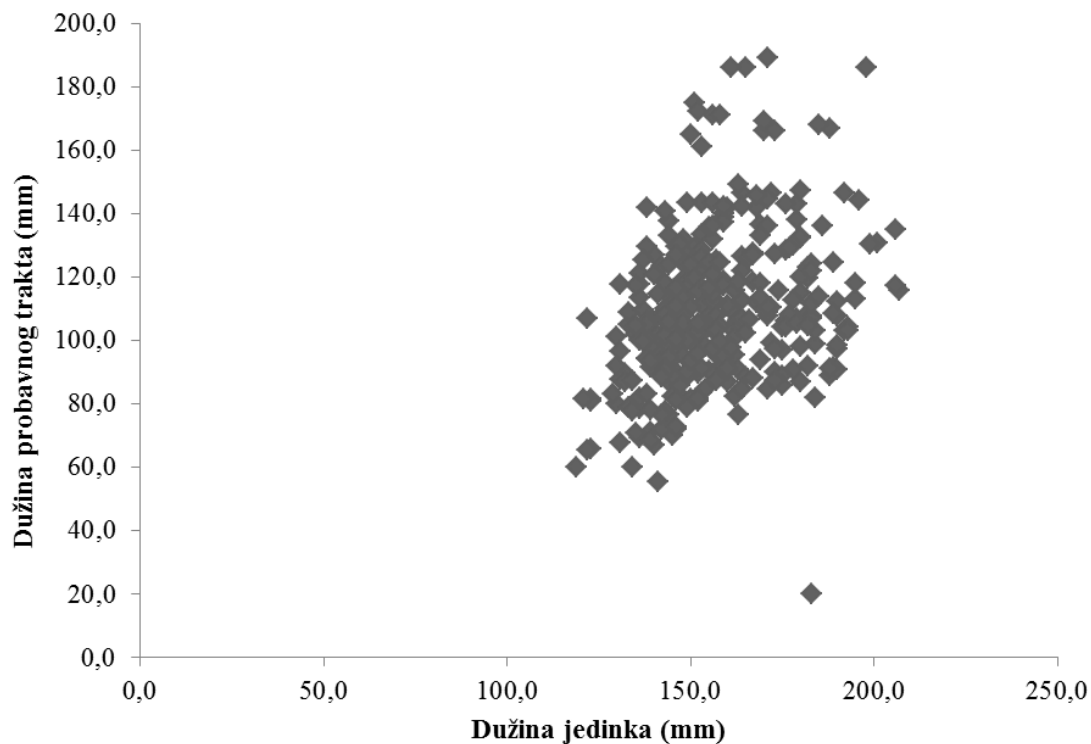
**Slika 15.** Skica probavnog trakta. Jednjak (A), želudac (B), pilorički nastavci (\*), crijevo (C), anus (D).



**Slika 16.** Odmotani probavni trakt: jednjak (A), želudac (B), pilorički nastavci (\*), crijevo (C), anus (D).

**4.5. Korelacija između dužine probavnog trakta i ukupne dužine ribe**

Dužina probavnog trakta je varirala, statistički je dokazano da postoji značajna korelacija između duljine jedinke i duljine probavnog trakta, Pearsonov koeficijent korelacije  $r=0,33$ ,  $P<0.01$  (Slika 17.).



**Slika 17.** Korelacija između dužine probavnog trakta (mm) i ukupne dužine jedinke (mm).

## 4.6. Ishrana

### 4.6.1. Sastav ishrane

Analiziran je sadržaj probavnog trakta 360 jedinki, od kojih je 31 probavilo bilo prazno, probavila su sadržavala preko 70 svojti plijena koje su grupirane u 30 nižih svojti (rod i vrsta) koji se ističu brojnošću, ili viših svojti koje su jasno međusobno različite svojom morfologijom i ekologijom te zato čine jasno poseban plijen (Tablica 4.) (Slika 18.).

**Tablica 4.** Sastav ishrane arbuna, *P. erythrinus* i kvantitativni doprinos svojti : %N: brojčana zastupljenost, %W: masena zastupljenost, %F: postotna učestalost pojavljivanja, IRI: indeks relativnog značenja, MFI: koeficijent glavnih tipova hrane, Q: koeficijent hranjivosti.

| Svojta plijena                              | %N    | %F   | %W    | IRI    | MFI   | Q     |
|---|-------|------|-------|--------|-------|-------|
| Gastropoda                                  | 4,4   | 18,1 | 0,6   | 91,0   | 2,6   | 2,7   |
| <i>Calyptrea chinensis</i> (Linnaeus, 1758) | 2,0   | 10,0 | 0,3   | 22,3   | 1,3   | 0,5   |
| Bivalvia                                    | 22,1  | 59,2 | 8,1   | 1789,6 | 18,2  | 179,7 |
| <i>Musculus subpictus</i> (Cantraine, 1835) | 0,5   | 1,4  | 0,4   | 1,2    | 0,6   | 0,2   |
| Cephalopoda                                 | 0,4   | 2,2  | 2,5   | 6,5    | 1,8   | 1,0   |
| Polylachophora                              | 0,1   | 0,6  | < 0,1 | 0,1    | 0,1   | < 0,1 |
| Scaphopoda                                  | < 0,1 | 0,3  | < 0,1 | < 0,1  | < 0,1 | < 0,1 |
| Polychaeta indet.                           | 13,7  | 54,2 | 7,1   | 1129,0 | 15,6  | 97,7  |
| Polychaeta Errantia                         | 1,6   | 8,1  | 3,8   | 43,2   | 4,3   | 6,0   |
| Polychaeta Sedentaria                       | 0,7   | 5,0  | 1,1   | 9,0    | 1,8   | 0,8   |
| Sipuncula                                   | 1,9   | 8,9  | 2,4   | 37,9   | 3,6   | 4,5   |
| Crustacea indet.                            | 11,0  | 39,7 | 13,3  | 967,4  | 18,4  | 147,0 |
| Copepoda                                    | < 0,1 | 0,3  | < 0,1 | < 0,1  | < 0,1 | < 0,1 |
| Cumacea                                     | 0,1   | 0,6  | < 0,1 | < 0,1  | < 0,1 | < 0,1 |
| Mysidacea                                   | 4,5   | 13,6 | 0,7   | 71,1   | 2,6   | 3,3   |
| Isopoda                                     | 0,6   | 4,4  | 3,4   | 18,1   | 3,0   | 2,1   |
| Amphipoda                                   | 17,0  | 45,8 | 2,5   | 891,6  | 8,9   | 42,3  |
| Decapoda                                    | 2,8   | 15,3 | 21,6  | 373,2  | 14,0  | 60,6  |
| <i>Upogebia</i> spp.                        | 0,4   | 2,5  | 13,6  | 34,9   | 4,4   | 4,9   |
| Paguroidea                                  | 8,1   | 23,9 | 6,0   | 335,4  | 9,8   | 48,2  |
| Natantia                                    | 0,3   | 1,9  | 1,0   | 2,4    | 1,0   | 0,3   |
| Bachyura                                    | 1,0   | 6,7  | 3,0   | 26,4   | 3,4   | 2,9   |
| Euphausiacea                                | 0,1   | 0,6  | < 0,1 | < 0,1  | 0,1   | < 0,1 |
| Ophiuroidea                                 | 3,4   | 20,6 | 3,4   | 140,4  | 6,4   | 11,7  |
| Holothuroidea                               | 0,1   | 0,8  | 1,1   | 1,0    | 0,7   | 0,1   |
| Echinoidea                                  | 0,0   | 0,3  | < 0,1 | < 0,1  | 0,1   | < 0,1 |
| Tunicata                                    | 2,0   | 9,7  | 2,3   | 42,0   | 3,7   | 4,6   |
| Pisces                                      | 0,3   | 1,9  | 1,5   | 3,3    | 1,3   | 0,4   |
| Bryozoa                                     | 0,8   | 5,6  | 0,1   | 4,8    | 0,6   | 0,1   |
| Cnidaria                                    | 0,3   | 1,9  | < 0,1 | 0,6    | 0,2   | < 0,1 |

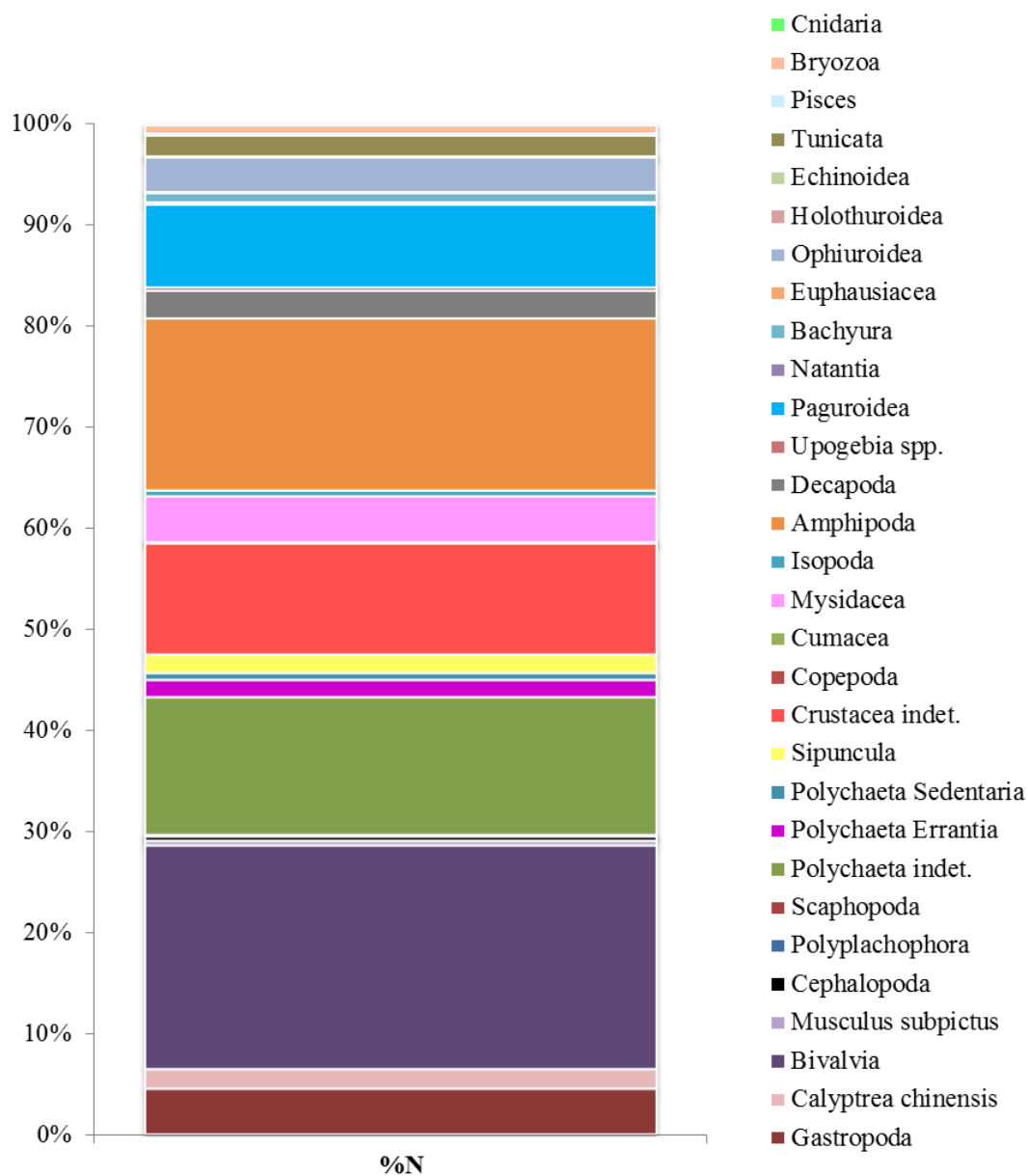
Opaženo je da se arbun uglavnom hrani pokretnim i sesilnim bentoskim beskralješnjacima. U sadržaju probavila nađeni su i ostaci alga (*Polysiphonia* sp.), sediment, razne ljušture i komadići mrtvih organizama. Samo u 3 primjerka je mamac nađen u želudcu.



**Slika 18.** Razne svojte plijena: *Calyptrea chinensis* (Gastropoda), Cephalopoda, *Upogebia pusilla* (Decapoda), Sipuncula, Cymothoidae (Isopoda), Ascidiae (Tunicata), *Aphrodita aculeata* (Polychaeta), Caprellidae (Amphipoda) *Musculus subpictus* (Bivalvia), Pisces.

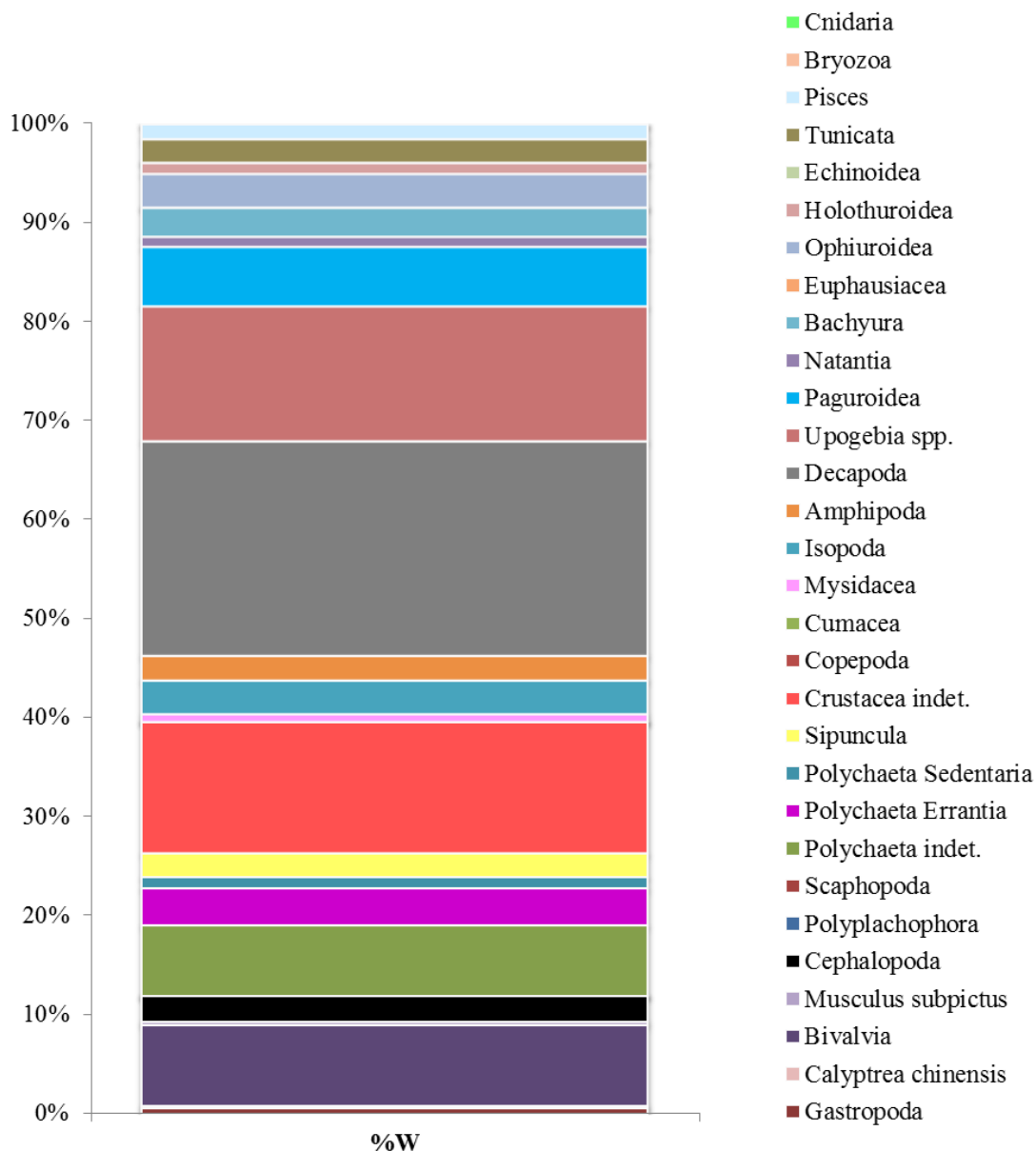


Najbrojniji plijen (%N) u probavilima arbuna bili su školjkaši (Bivalvia), te za njima amfipodni rakovi (Amphipoda), nedeterminirani mnogočetinaši (Polychaeta indet.) i nedeterminirani rakovi (Crustacea indet.) (Slika 19.).



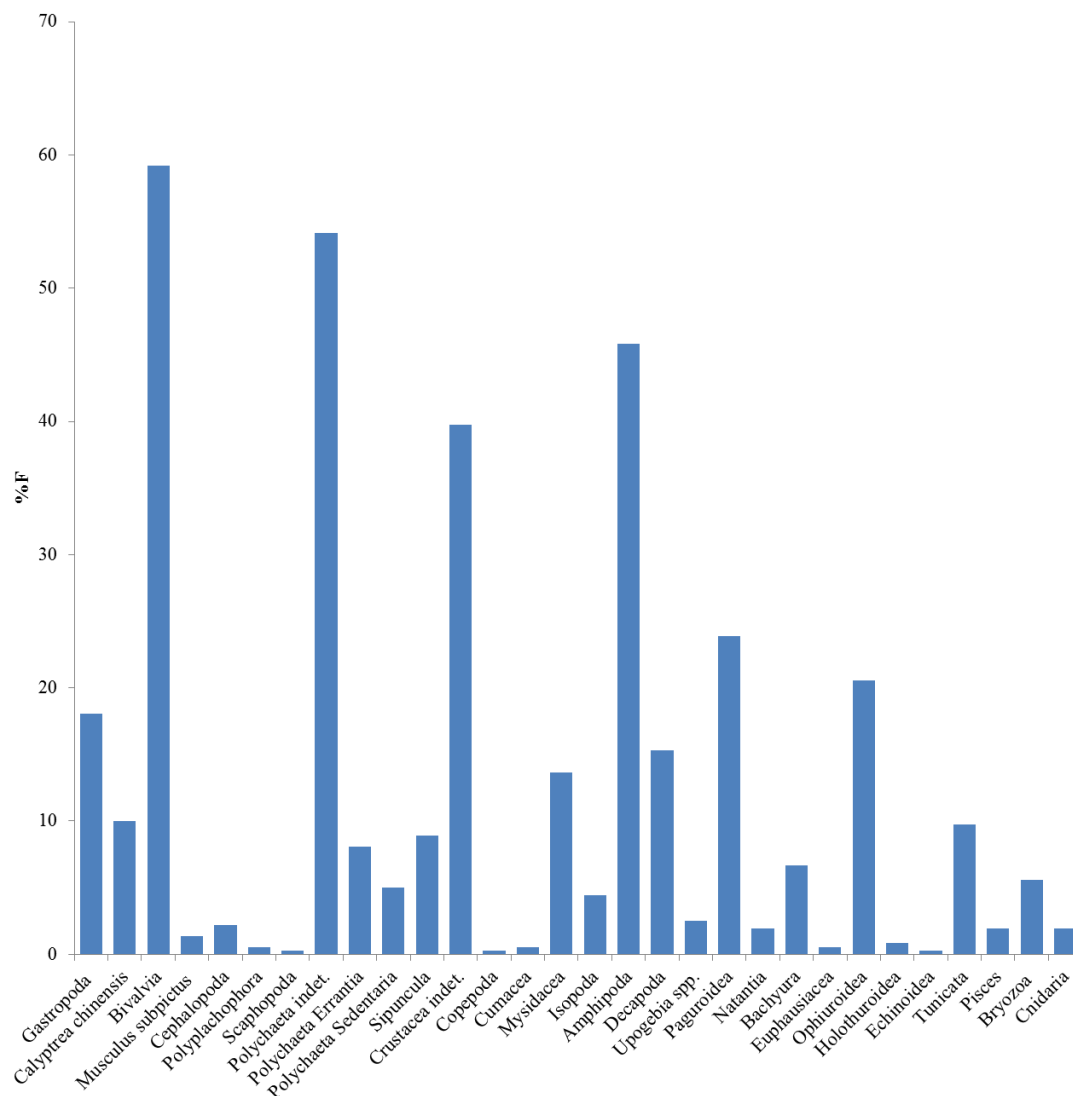
Slika 19. Brojčana zastupljenost (%N) pojedine skupine plijena u ishrani.

Najveći maseni udio (%W) zauzimali su rakovi, prvi su deseteronožni rakovi (Decapoda), te za njima rakovi roda *Upogebia* spp. koje su izdvojeni od deseteronožnih rakova zbog njihove značajnosti u masenom udjelu, za njima nedeterminirani rakovi i školjkaši (Slika 20.).



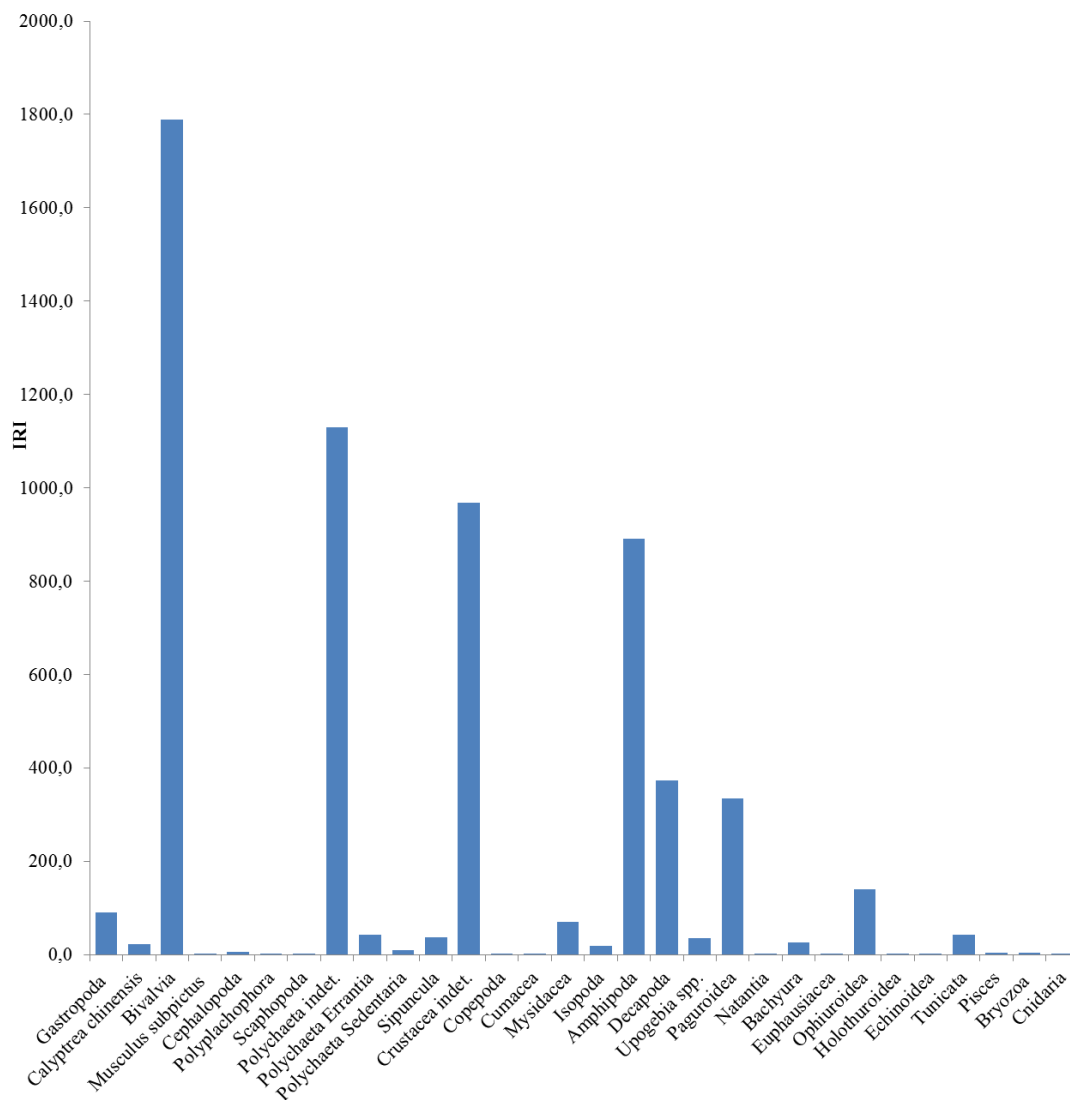
**Slika 20.** Masena zastupljenost (%W) pojedine skupine plijena u ishrani. Najčešći plijen (%F) u ishrani arbuna su školjkaši, nedeterminirani mnogočetašči (Polycheata indet.), amfipodi i nedeterminirani rakovi (Slika 21.).

Najčešći plijen (%F) u ishrani arbuna su školjkaši, nedeterminirani mnogočetinaši (Polychaeta indet.), amfipodi i nedeterminirani rakovi (Crustacea indet.) (Slika 21.)



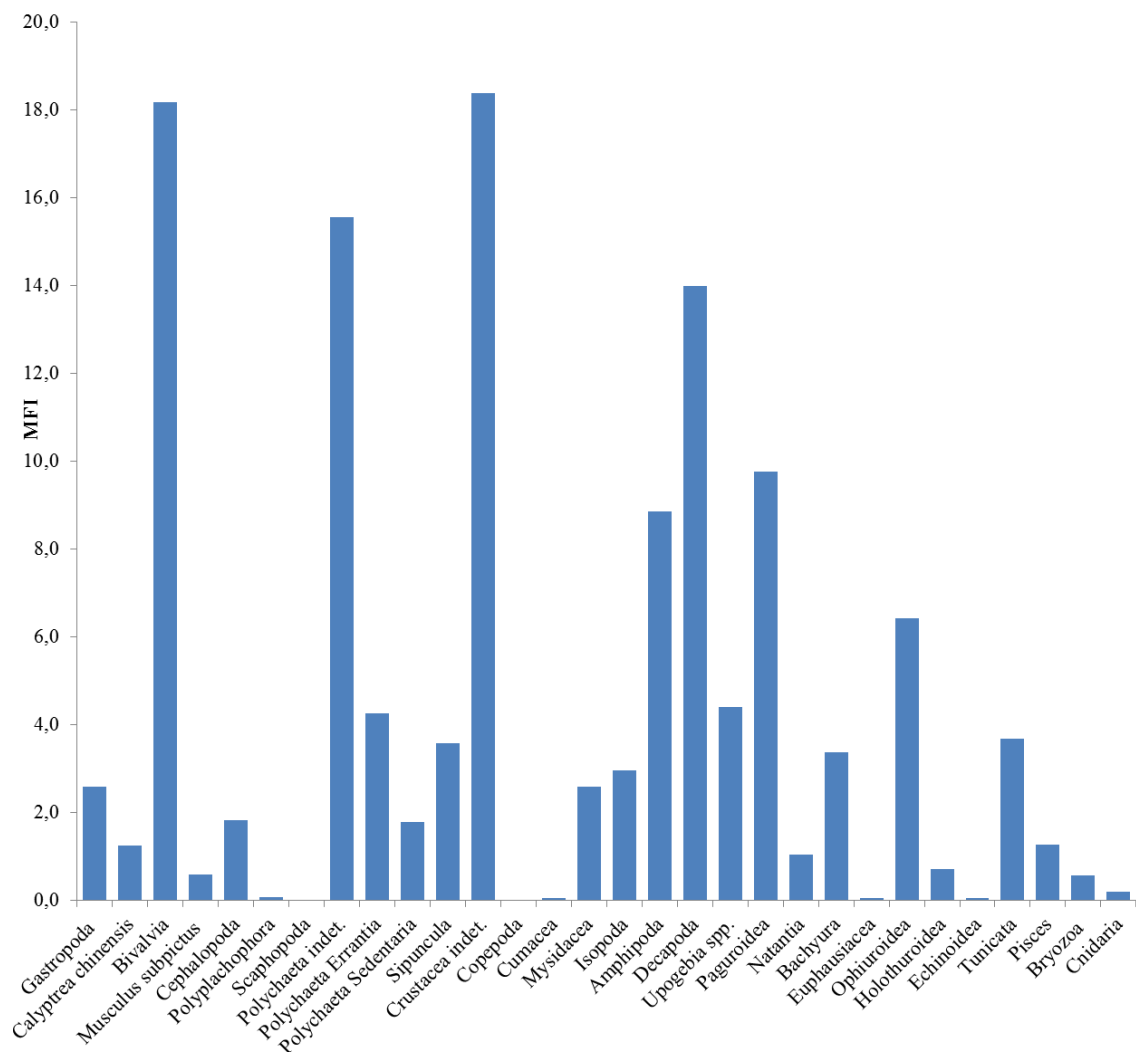
**Slika 21.** Postotna učestalost pojavljivanja (%F) pojedine skupine plijena u ishrani.

Indeks relativne važnosti (IRI) nam ukazuje na školjkaše, mnogočestinaše, rakove i amfipode kao najvažnije svojte u ishrani arbuna (Slika 22.).



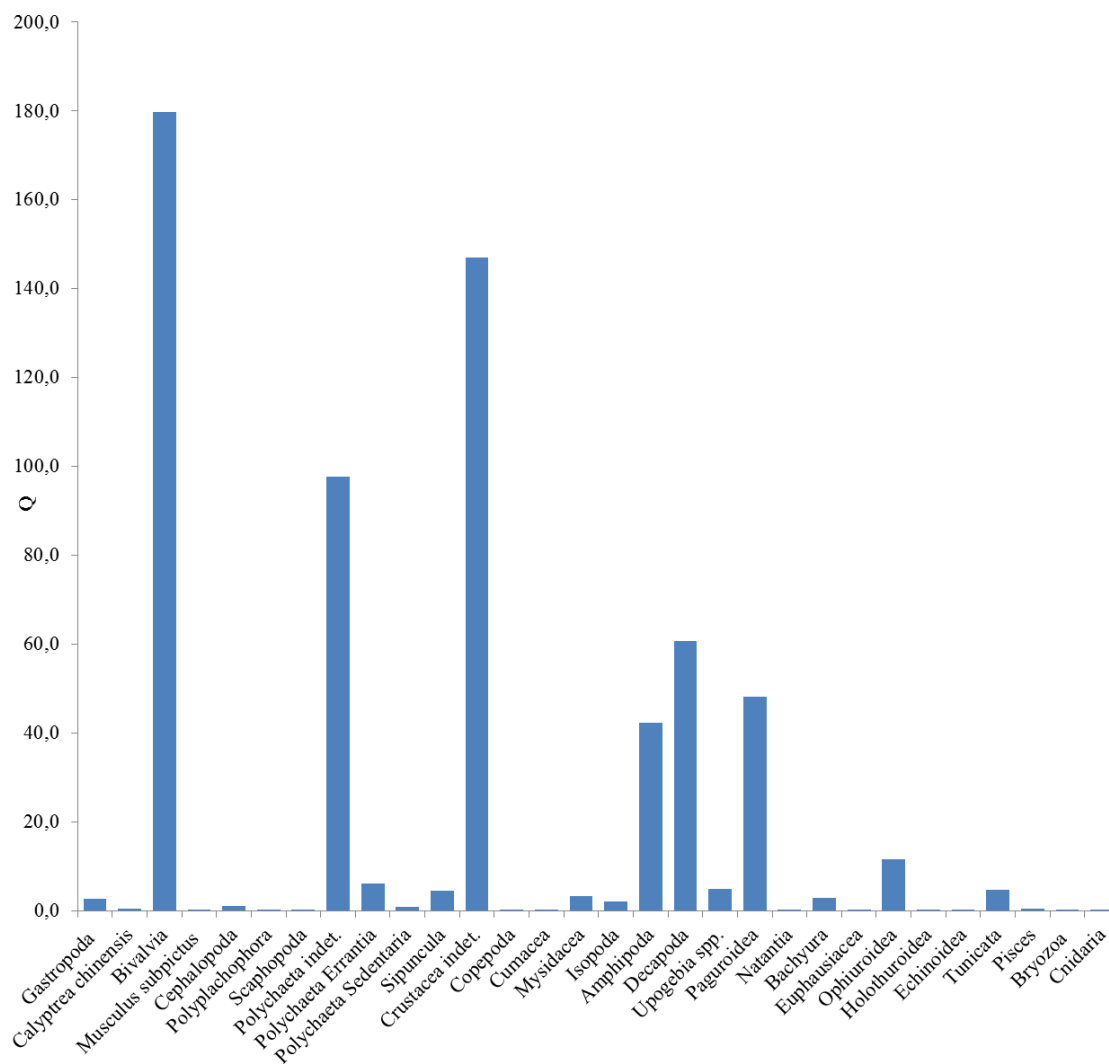
**Slika 22.** Hranidbeni indeks IRI za pojedine svojte u plijenu.

Glavni predmet ishrane (MFI) nam ukazuje na to da su sve svojte povremeni pljenovi (MFI<26) (Slika 23.).



Slika 23. Hranidbeni indeks MFI za pojedine svojte u plijenu.

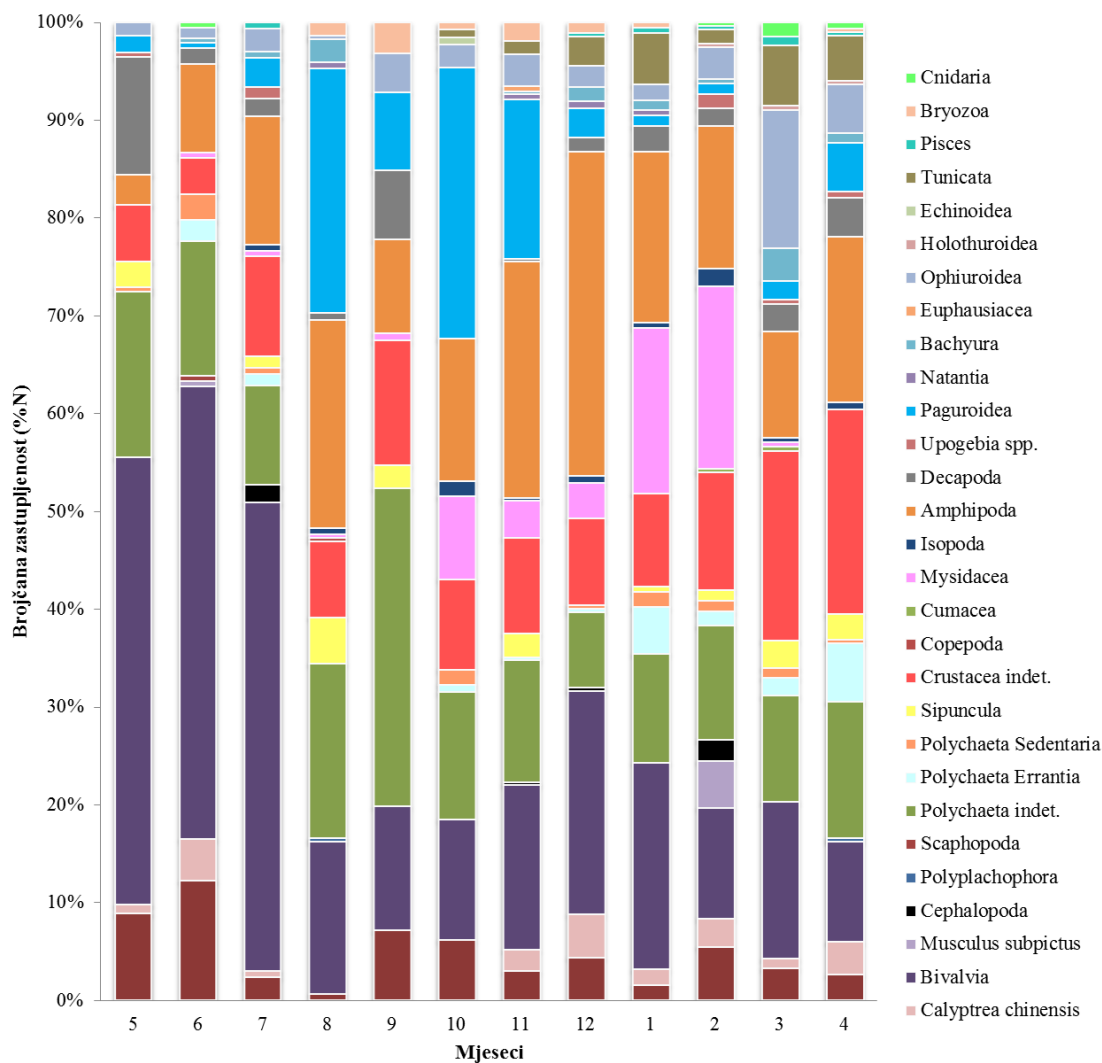
Koeficijent ishrane (Q) ističe školjkaše, rakove, mnogočetinaše i deseteronožne rakove kao sekundarnu (sporednu) hranu, a ostale svojte kao povremenu hranu (Slika 24.).



Slika 24. Hranidbeni indeks Q za pojedine svojte u plijenu.

#### 4.6.2. Sezonske varijacije u sastavu ishrane

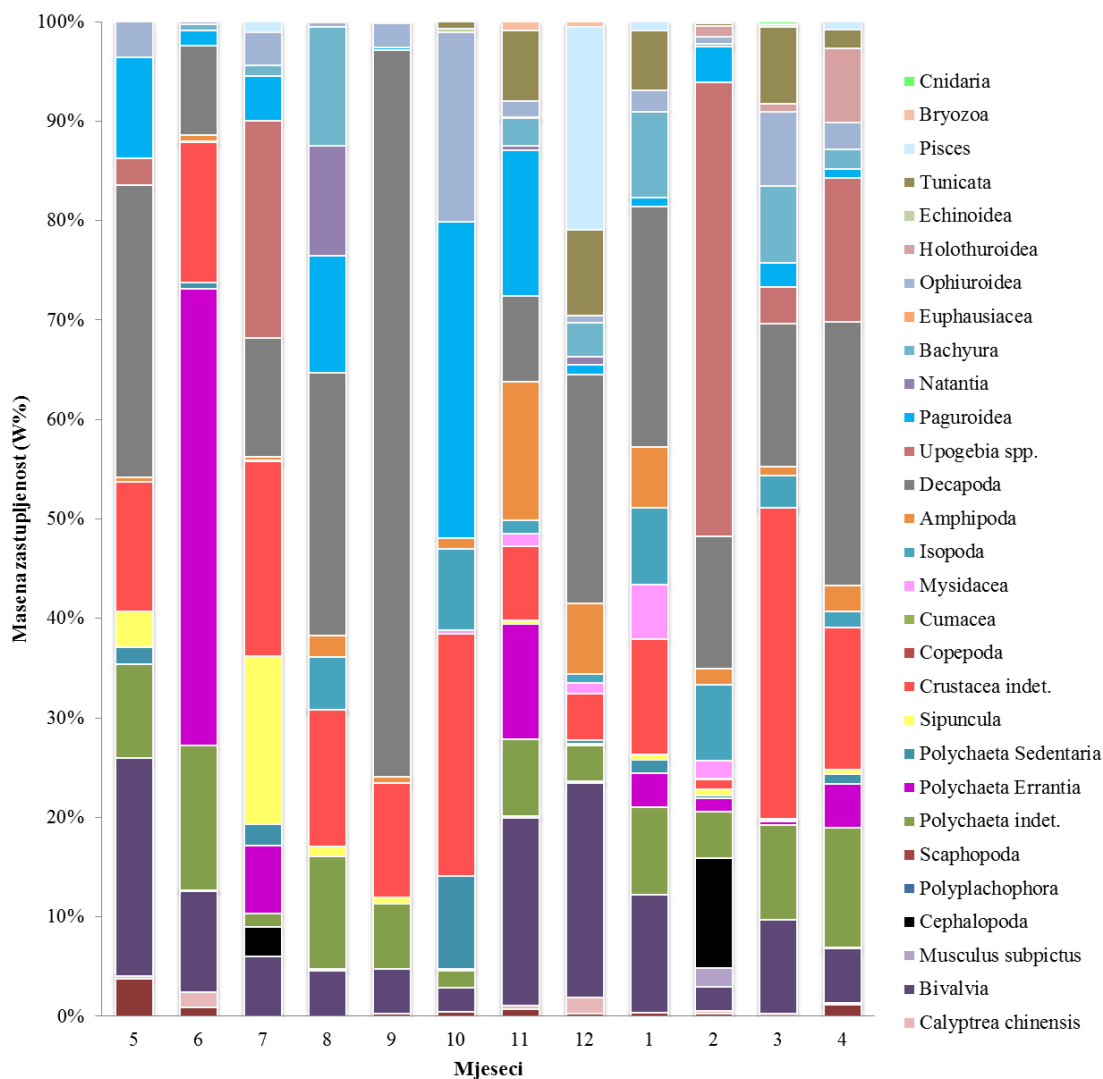
U ishrani su prisutne sezonske varijacije u brojčanoj zastupljenosti (%N), od svibnja do srpnja najbrojnija svojta u ishrani su školjkaši. Tokom jeseni brojnost mnogočetinaša, rakova samaca i amfipodnih račića raste a brojnost školjkaša opada. U zimskim mjesecima najbrojniji su amfipodni račići, te školjkaši, mizidi i mnogočetinaši (Slika 25.).



**Slika 25.** Brojčana zastupljenost (%N) pojedine skupine plijena po mjesecima.

Razne svojte rakova su dominirale tokom godine masenim udjelom (%W). Tokom zimskih, proljetnih i jesenskih prevladavali su deseteronožni rakovi, međutim u lipnju pokretni mnogočetinaši bili su važniji u pogledu mase. Zimi maseni udio vrste *Upogebia* spp. je porastao, za njima su bili školjkaši i ribe. U proljetnim mjesecima poslije deseteronožnih rakova po masi najvažniji su bili nedeterminirani rakovi, školjkaši i nedeterminirani

mногоčetinaši. Ljeti, maseni udio pokretnih mnogočetinaša je najviši, a za njima nedeterminirani i deseteronožni rakovi. U jesenjim mjesecima deseteronožni rakovi povećavaju udio mase i dostižu maksimum, a prate ih rakovi samci, nedeterminirani rakovi i školjkaši (Slika 26.).



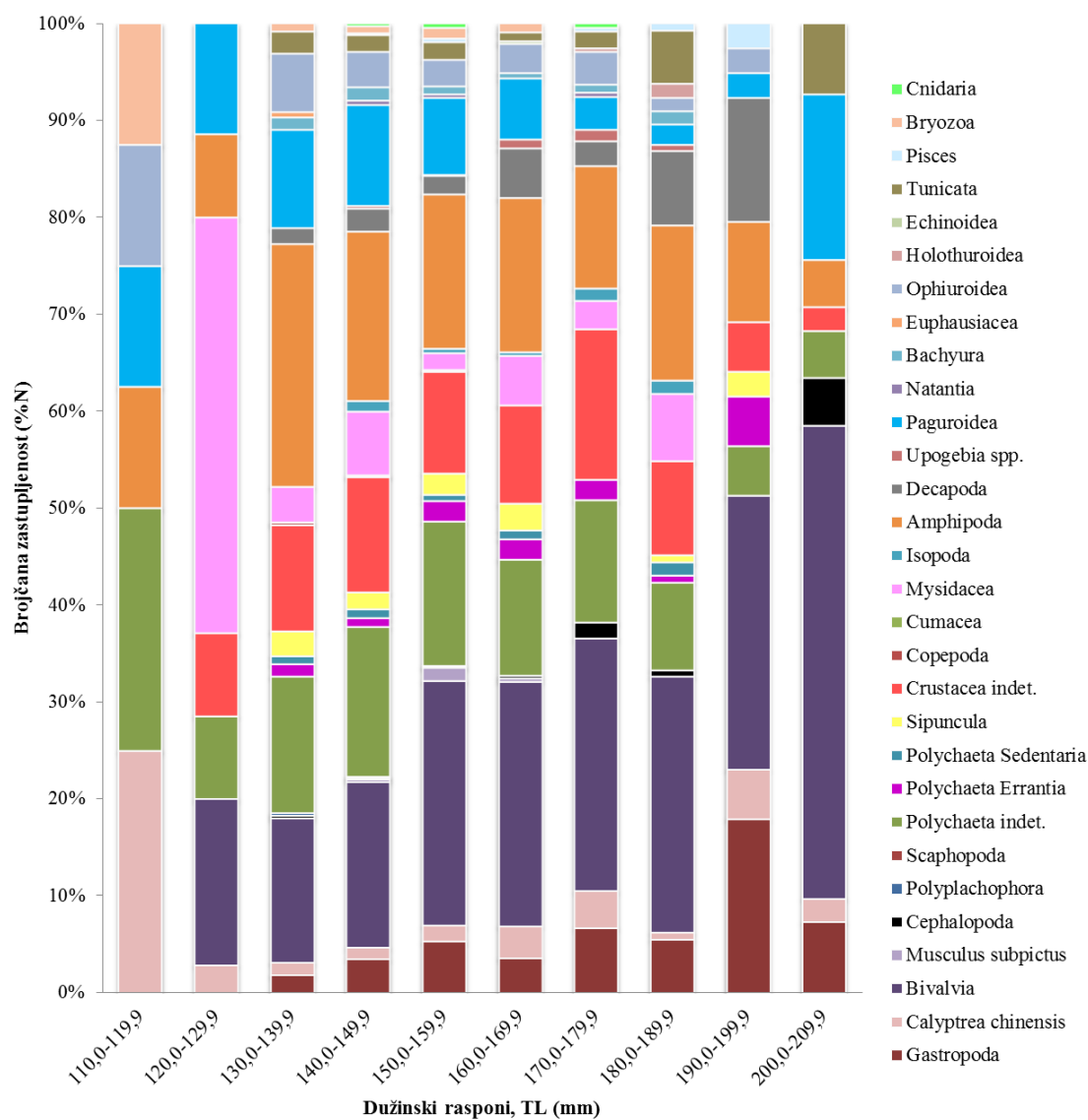
**Slika 26.** Masena zastupljenost (% W) pojedine skupine plijena po mjesecima.

Arbuni su u zimskim mjesecima imali najraznovrsniju ishranu s prosječno 20 svojti, a u jeseni najsiromašniju s prosječno 14 svojti u ishrani.



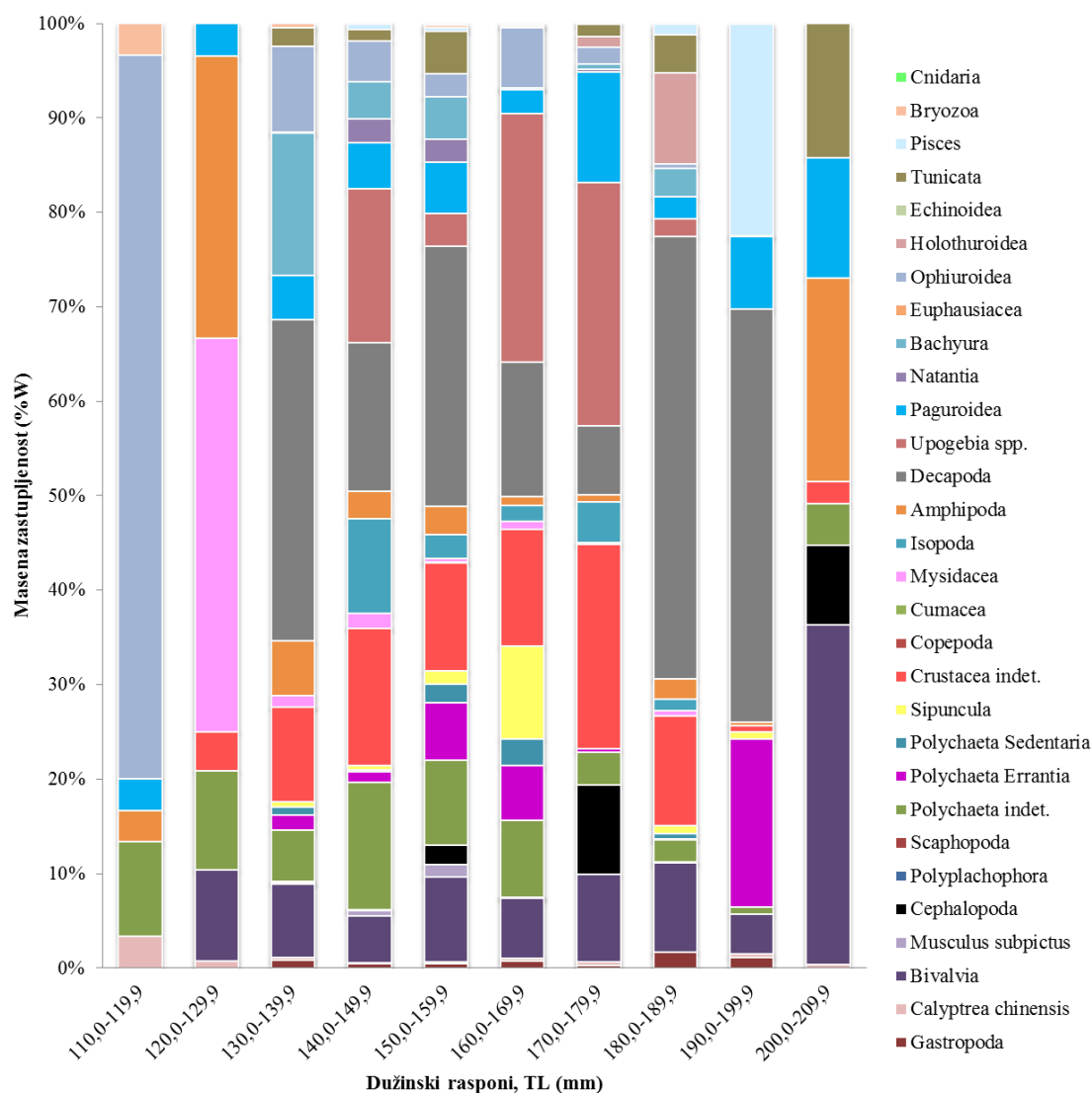
### 4.6.3. Sastav ishrane po dužini

Među dužinskim razredima sastav ishrane po brojnosti (%N) je varirao, u prvom dužinskom rasponu dominirala je vrsta puža (Gastropoda) *Calyptrea chinensis*, nedeterminirani mnogočetašaši i amfipodni račići. U drugom rasponu dominirali su mizidi (Mysidacea), školjkaši i rakovi samci, a u trećem amfipodni račići, školjkaši i nedeterminirani mnogočetašaši. Školjkaši su prevladavali u svim drugim dužinskim rasponima (Slika 27.).



**Slika 27.** Brojčana zastupljenost (%W) pojedine skupine plijena po dužinskim rasponima.

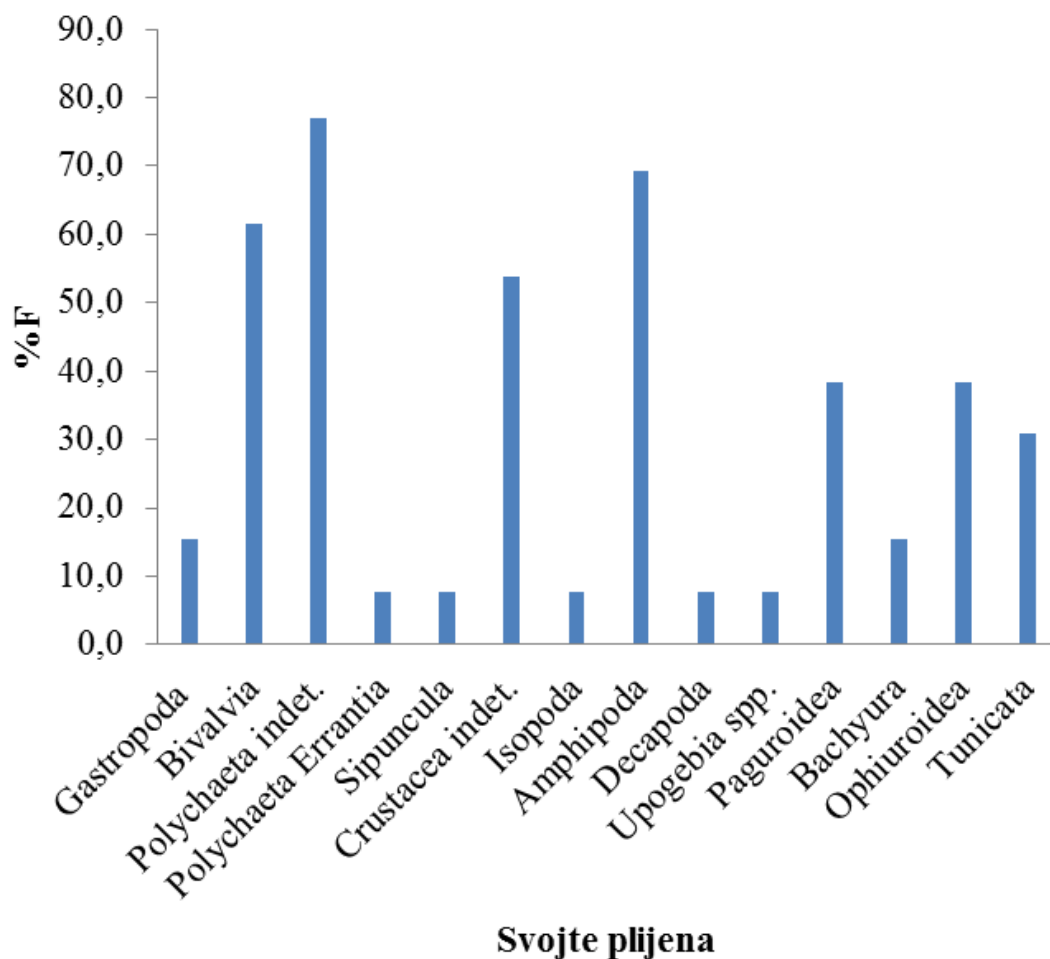
U svim dužinskim rasponima većina masenog udjela (%W) pripadala je različitim svojstama rakova osim najmanjeg gdje su zmijače (Ophiuroidea) i nedeterminirani mnogočetinaši izrazito dominirali. U većim dužinskim rasponima pojavljuju se svojte plijena koje u manjim dužinskim rasponima nisu imale značajni maseni udio kao što su: štrcaljci (dužinski raspon 160,0-169,9 mm), glavonošci (dužinski raspon 170,0-179,9 mm), trpovi (dužinski raspon 180,0-189,9 mm), ribe (dužinski raspon 190,0-199,9 mm) i plaštenjaci (dužinski raspon 200,0-209,9 mm) (Slika 28.).



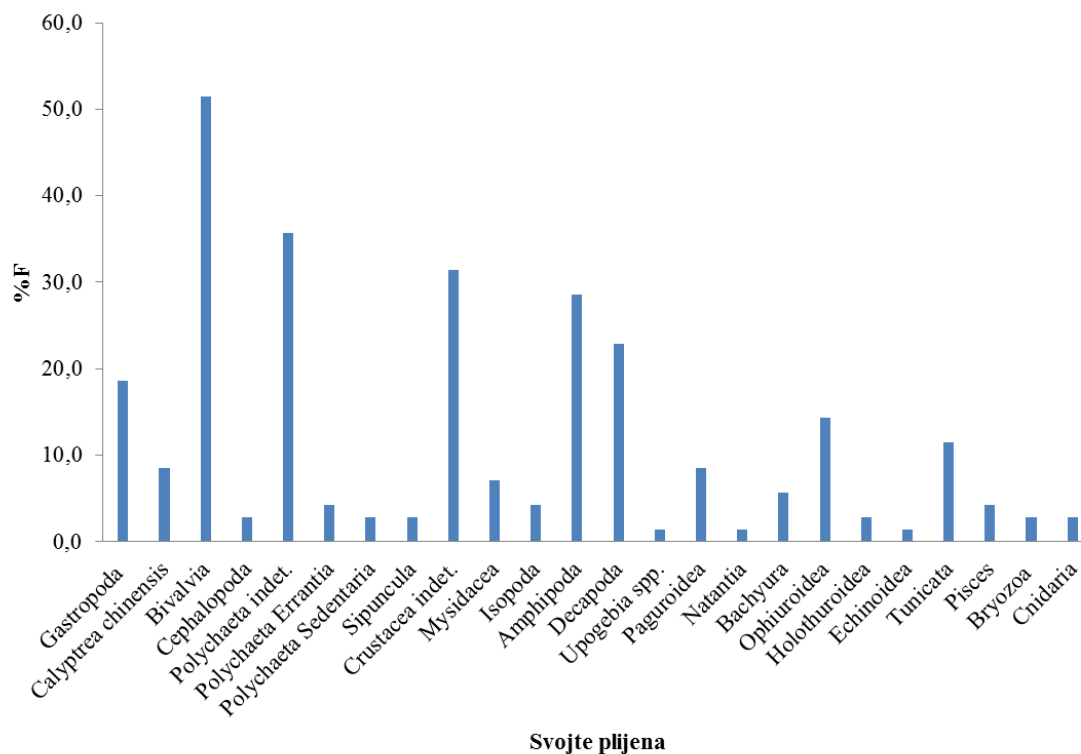
Slika 28. Masena zastupljenost (%W) pojedine skupine plijena po dužinskim rasponima.

4.6.4. Sastav ishrane po spolu

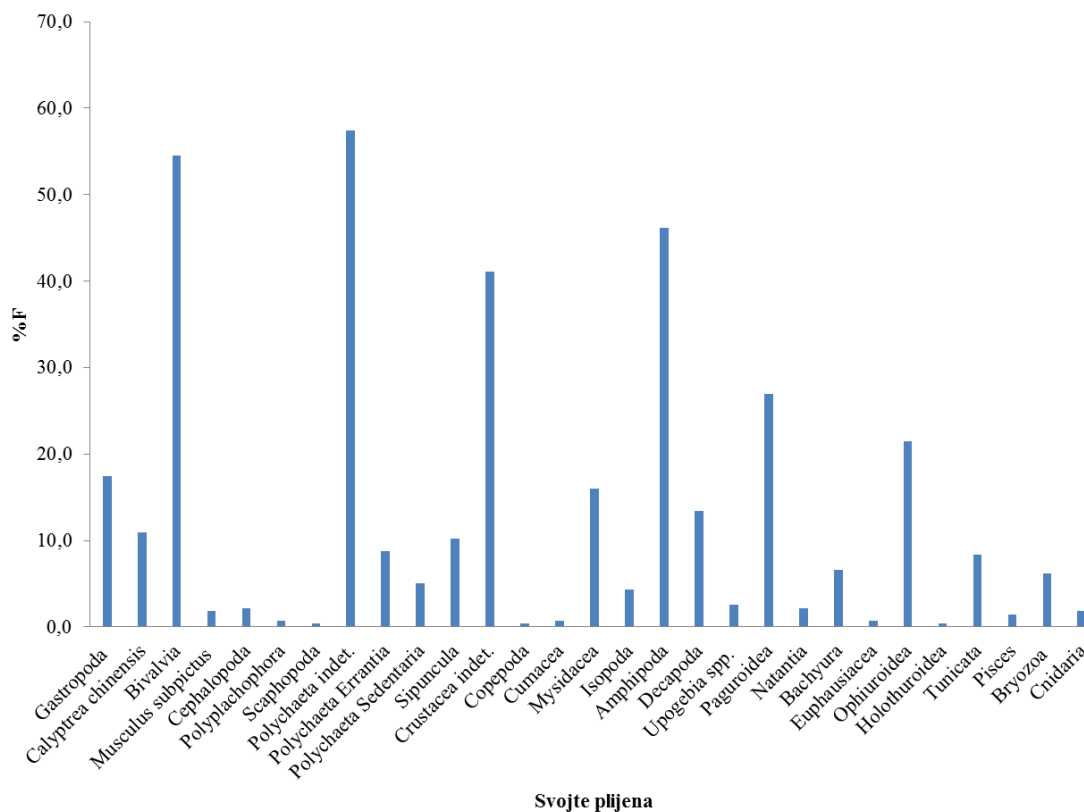
Nedeterminirani mnogočetinaši su bili najčešći plijen prema %F kod hermafrodita, ženka i juvenilnih jedinka, a kod mužjaka najčešći su bili školjkaši (Slike 29., 30., 31., 32.).



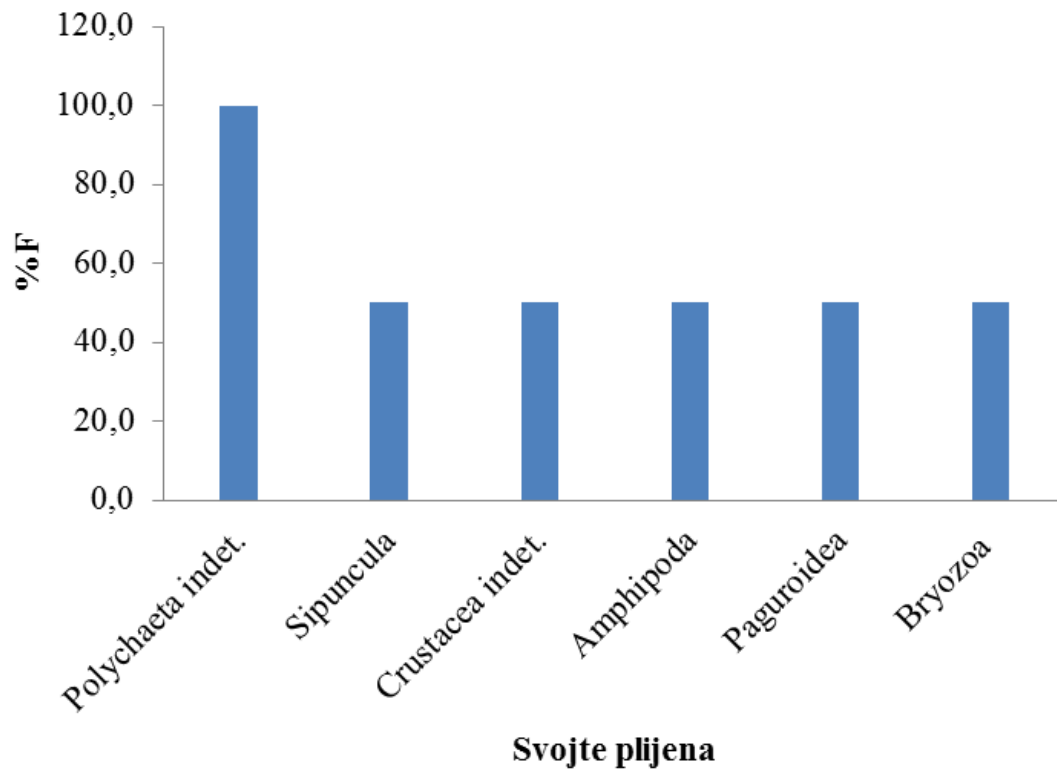
**Slika 29.** Postotna učestalost pojavljivanja (%F) pojedine skupine plijena u ishrani za hermafrodite.



**Slika 30.** Postotna učestalost pojavljivanja (%F) pojedine skupine plijena u ishrani za mužjake.

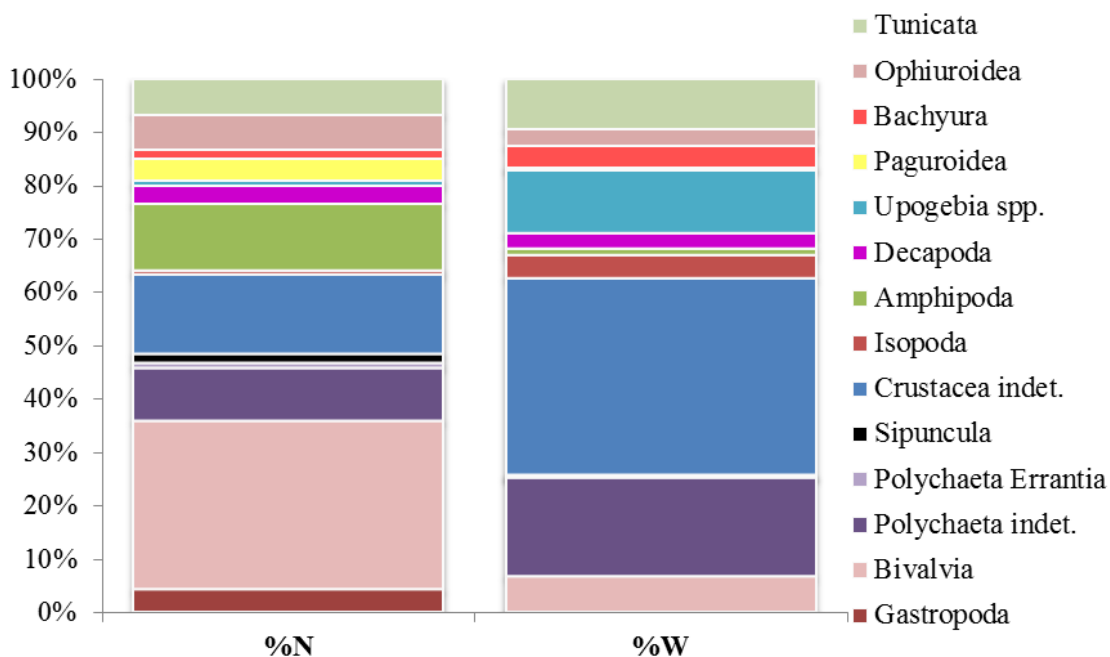


**Slika 31.** Postotna učestalost pojavljivanja (%F) pojedine skupine plijena u ishrani za ženke.

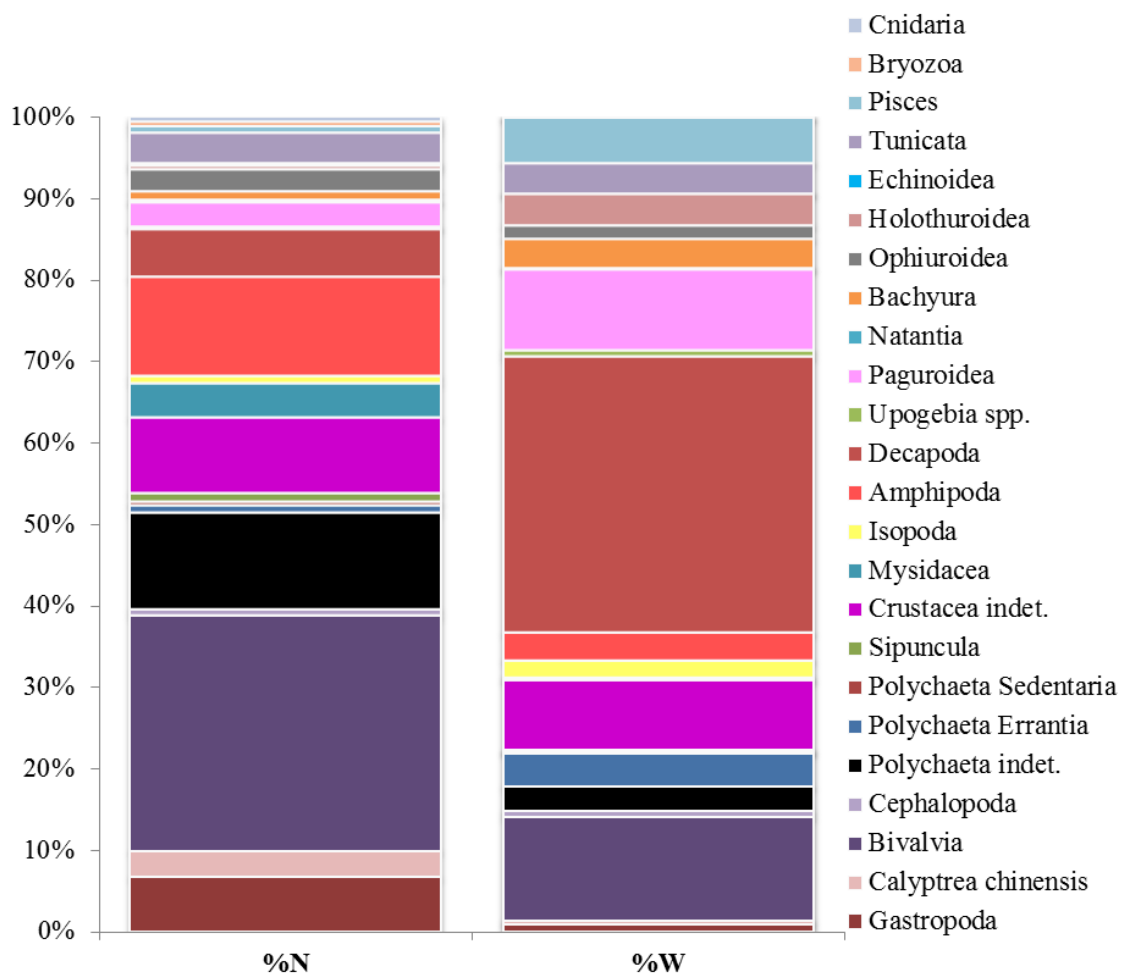


**Slika 32.** Postotna učestalost pojavljivanja (%F) pojedine skupine plijena u ishrani za juvenilne jedinke.

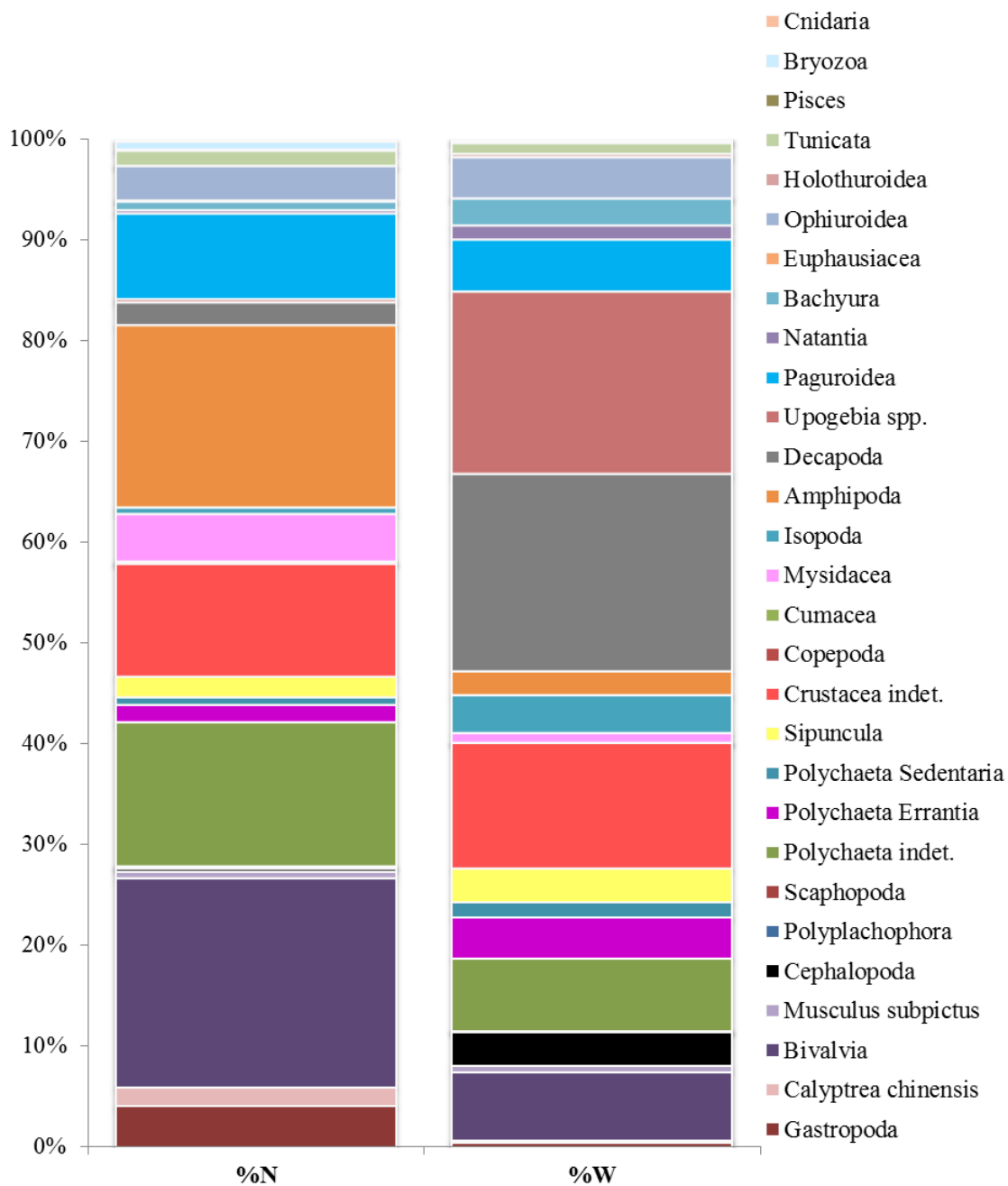
Najbrojnija skupina prema %N kod hermafrodita, mužjaka i ženki bili su školjkaši, a rakovi samci kod juvenilnih jedinki. Različite svojte rakova su imale najveći ukupni maseni udio (%W) kod svih spolova, točnije rečeno kod mužjaka i ženki deseteronožni rakovi su prevladavali, kod hermafrodita nedeterminirani rakovi, a kod juvenilnih primjerka rakovi samci (Slika 33., 34., 35., 36.).



**Slika 33.** Brojčana (%N) i masena zastupljenost (%W) pojedine skupine plijena po dužisnim rasponima za hermafrodite.

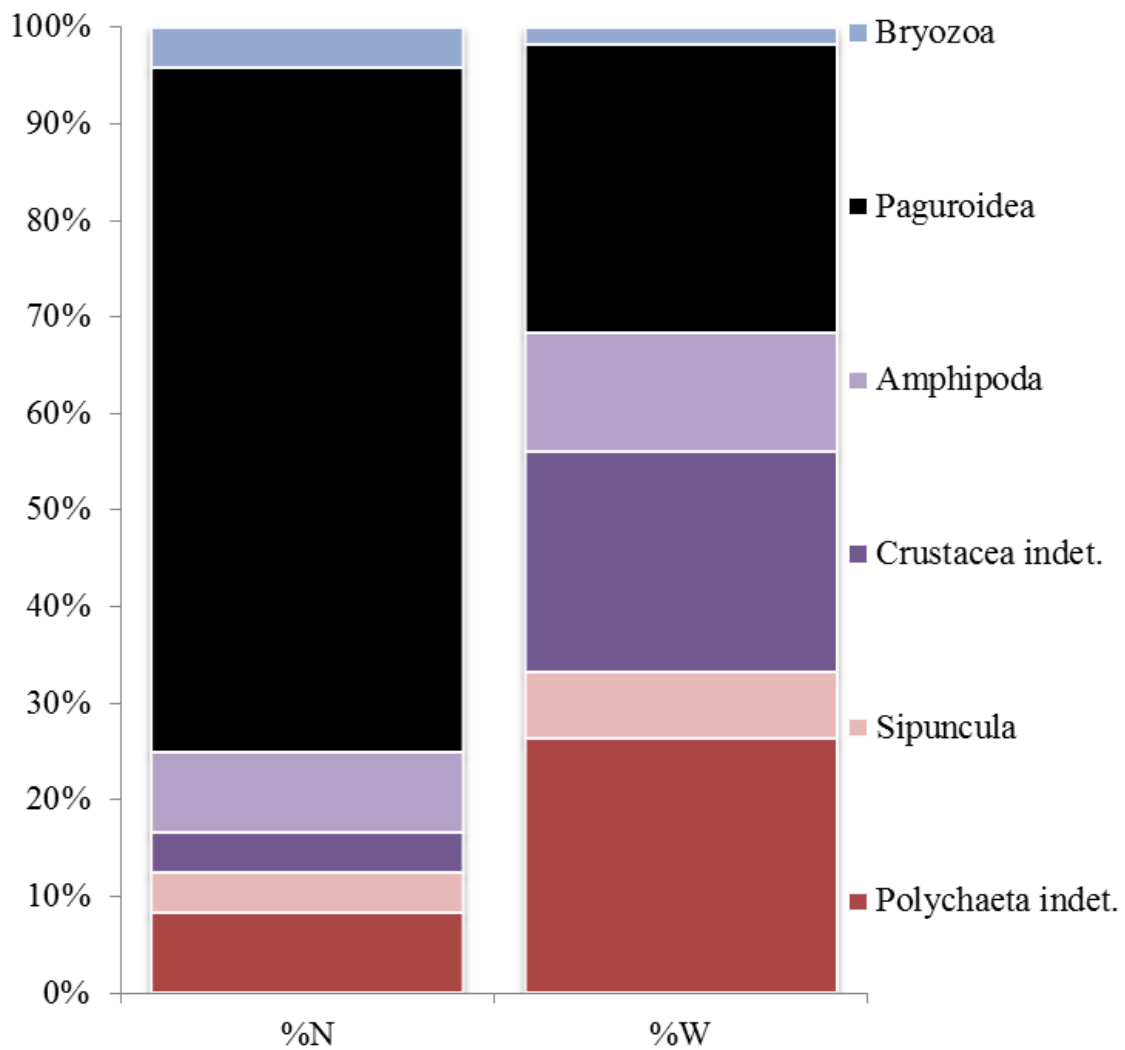


**Slika 34.** Brojčana (%N) i masena zastupljenost (%W) pojedine skupine plijena po dužinskim rasponima za mužjake.



Slika 35 . Brojčana (%N) i masena zastupljenost (%W) pojedine skupine plijena po dužinskim rasponima za ženke.

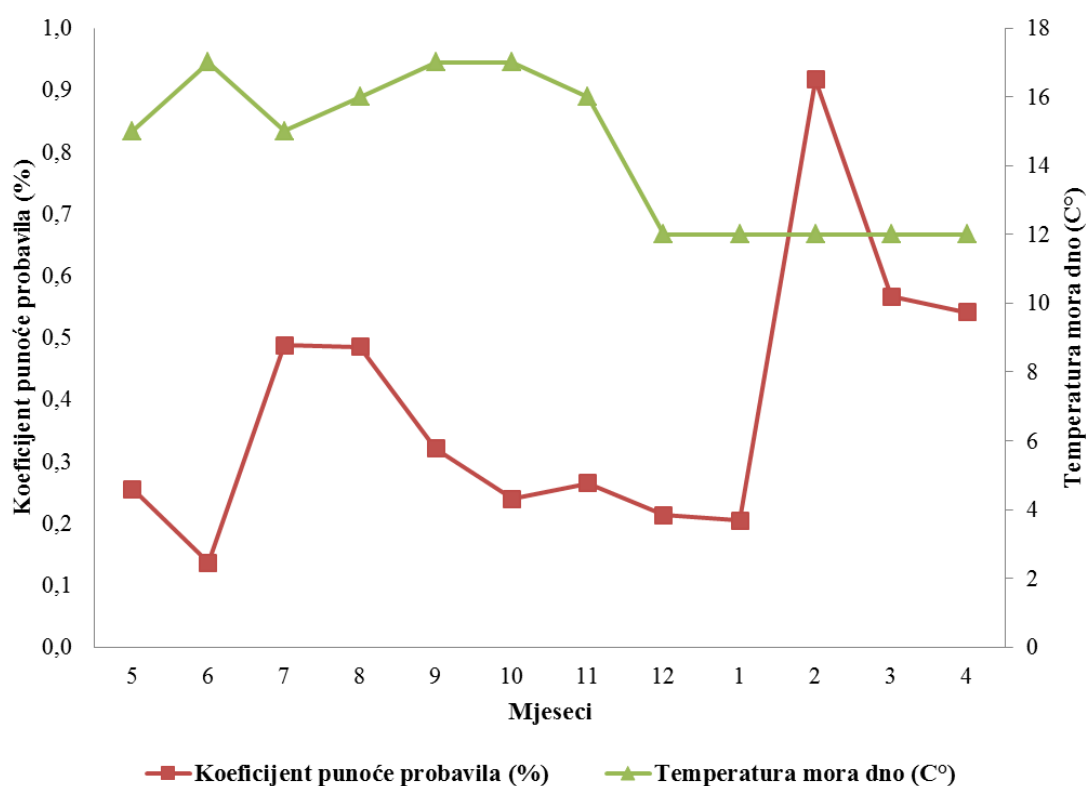




**Slika 36.** Brojčana (%N) i masena zastupljenost (%W) pojedine skupine plijena po dužinskim rasponima za juvenilne jedinke.

#### 4.7. Intenzitet ishrane

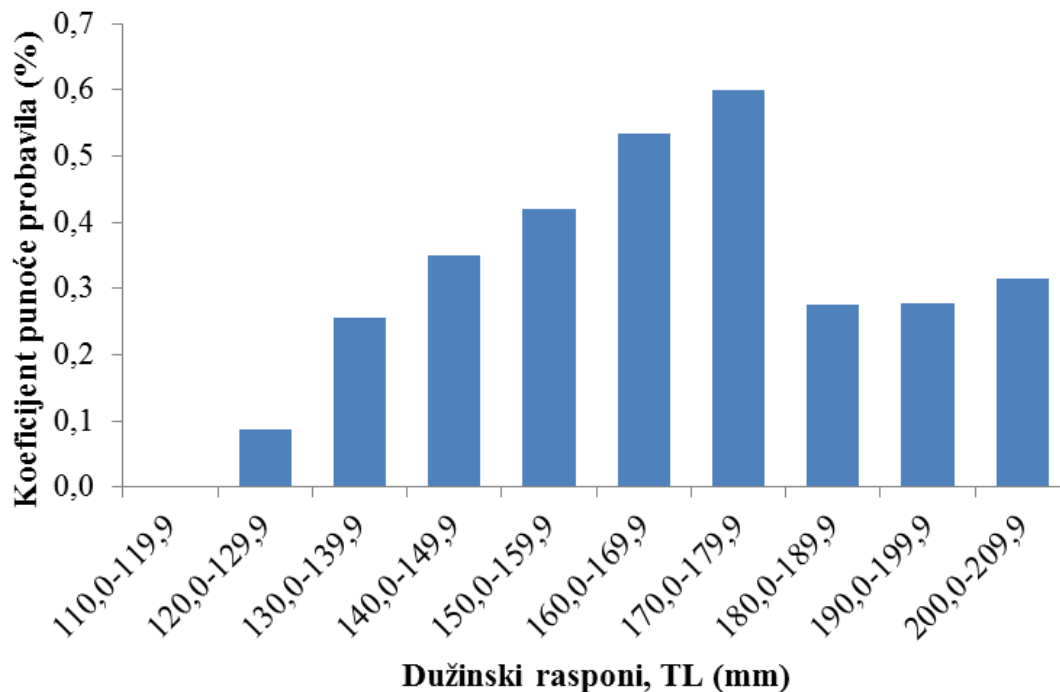
Intenzitet ishrane se vidljivo mijenjao po sezonama. Jaki intenzitet ishrane zabilježen je početkom proljeća te nešto slabiji sredinom ljeta. Ishrana je najslabija zimi i na prijelazu proljeća u ljeto. Temperatura od prosinca do travnja stagnira, međutim u veljači prisutno je naglo povećanje intenziteta ishrane. Intenzitet ishrane opada od ožujka do lipnja gdje doseže minimalne vrijednosti u godini, a temperatura maksimalne. U srpnju temperatura se smanjuje te intenzitet ishrane povećava, međutim u kolovozu temperatura počinje opet rasti do rujna i listopada, a intenzitet ishrane opada (Slika 37.).



**Slika 37.** Sezonska varijacija temperature i koeficijenta punoće probavila arbuna, *Pagellus erythrius* na području sjevernog Jadrana.

**4.7.1. Odnos intenziteta ishrane i dužine jedinke**

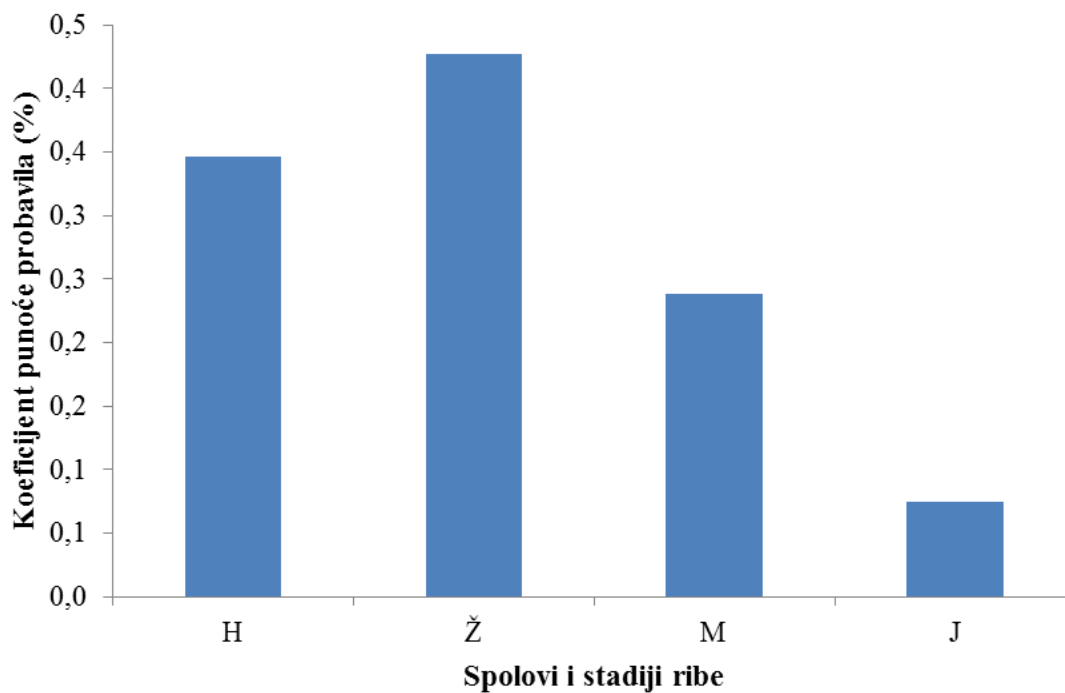
Intenzitet ishrane raste s porastom dužine do dužinskog razreda 170,0-179,9 mm gdje dosiže maksimum, u sljedećem dužinskom razredu 180,0-189,9 mm intenzitet ishrane vidljivo pada te zatim malo varira do zadnjeg dužinskog raspona 200,0-209,9 mm (Slika 38.).



**Slika 38.** Koeficijent punoće probavila arbuna, *Pagellus erythrius* na području sjevernog Jadrana, po dužinskim rasponima.

**4.7.2. Odnos intenziteta ishrane i spola**

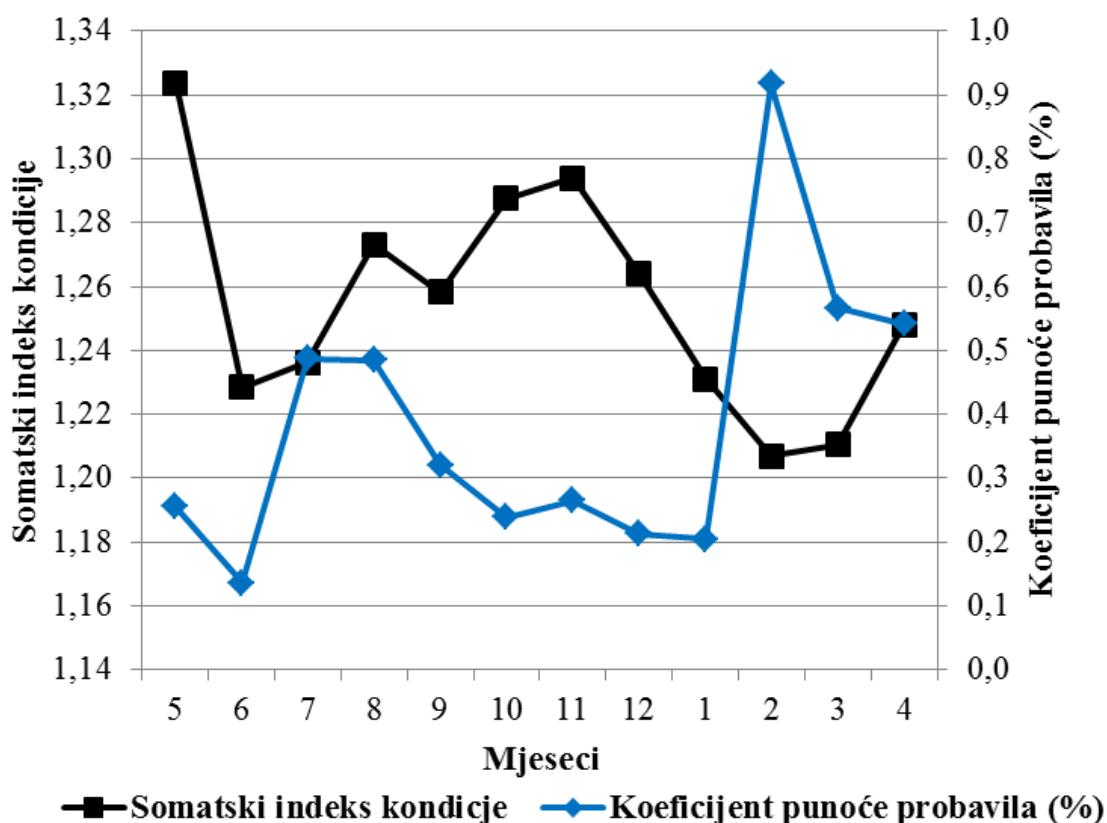
Intenzitet ishrane je najveći kod ženskih jedinki, dok je sve niži gledano od hermafrodita, preko mužjaka do juvenilnih primjeraka (Slika 39.).



**Slika 39.** Koefficient punoće probavila arbuna, *Pagellus erythrinus* na području sjevernog Jadrana, po spolu.

#### 4.8. Somatski indeks kondicije

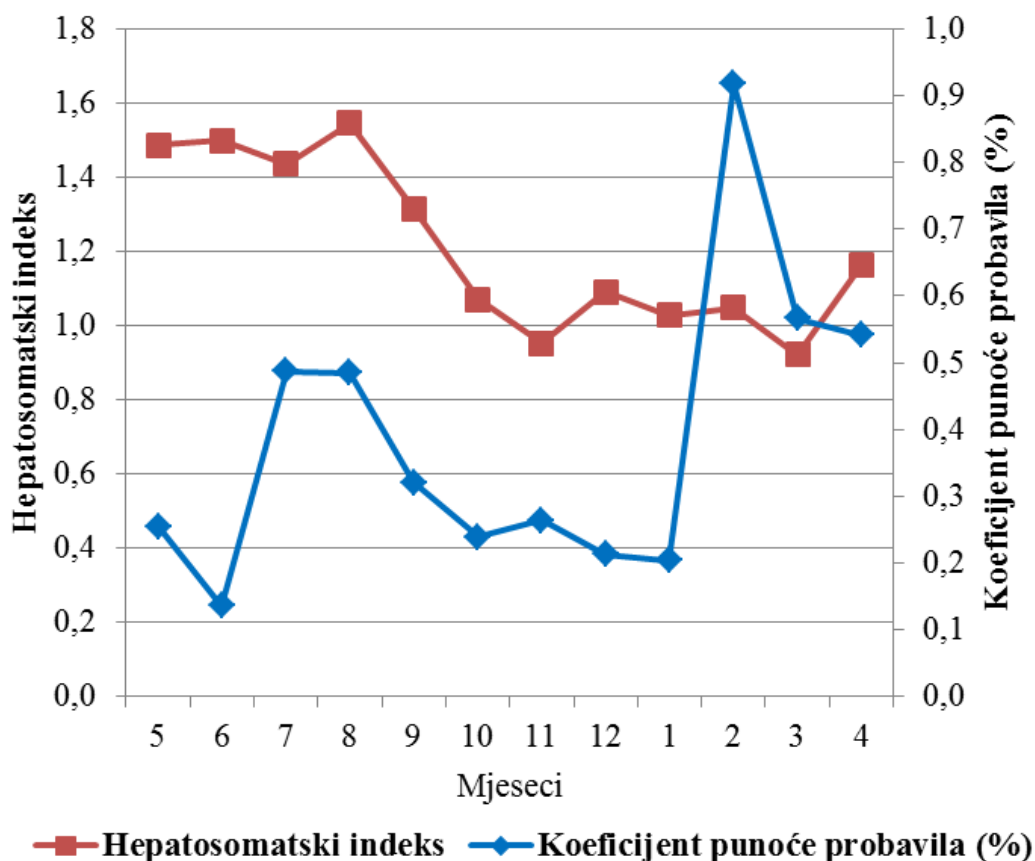
Somatski indeks kondicije je izračunat na ukupno 360 jedinki. U veljači dostiže najmanju vrijednost te raste tokom proljeća i dostiže najveću vrijednost u svibnju, te naglo pada u lipnju i raste sve do studenog uz manji pad u rujnu. Od studenog do veljače pada. Somatski indeks kondicije i koeficijent punoće probavila su povezani, oboje s dva sezonska vrha i dva sezonska dna kroz godinu, pri čemu trend somatskog indeksa kondicije gledano po mjesecima zaostaje za trendom koeficijenta punoće probavila. U lipnju intenzitet ishrane dostiže dno a somatski indeks kondicije tek počinje pad. U srpnju i kolovozu intenzitet ishrane se povećava, te se u zakašnjenju povećava i somatski indeks kondicije. Od rujna do studenog koeficijent punoće probavila opada a somatski indeks kondicije se još neko vrijeme povećava te njegov pad kasni za intenzitetom ishrane. U veljači imamo nagli porast u intenzitetu ishrane koji poslije opada do lipnja, ali uz još uvijek visoku vrijednost do travnja, a somatski indeks se polako povećava do svibnja (Slika 40.).



Slika 40. Usporedba indeksa kondicije i koeficijenta punoće probavila (%).

#### 4.9. Hepatosomatski indeks

Hepatosomatski indeks je izračunat na ukupno 360 jedinki. Hepatosomatski indeks također blago zaostaje u trendu po mjesecima za koeficijentom punoće probavila. Za razliku od koeficijenta punoće probavila koji ima dva sezonska vrha i dva sezonska dna kroz godinu, hepatosomatski indeks varira sporije, uočljivo je da ima generalnu tendenciju ka povećanju ljeti i smanjenju zimi. U jesensko-zimskom periodu hepatosomatski indeks je mali te njegov rast kasni za rastom intenziteta ishrane u rano proljeće i zadržava se na većim vrijednostima (udvostručene vrijednosti) tokom proljeća i ranog ljeta kada intenzitet ishrane jako padne (Slika 41.).



Slika 41. Usporedba hepatosomatskog indeksa i koeficijenta punoće probavila (%).

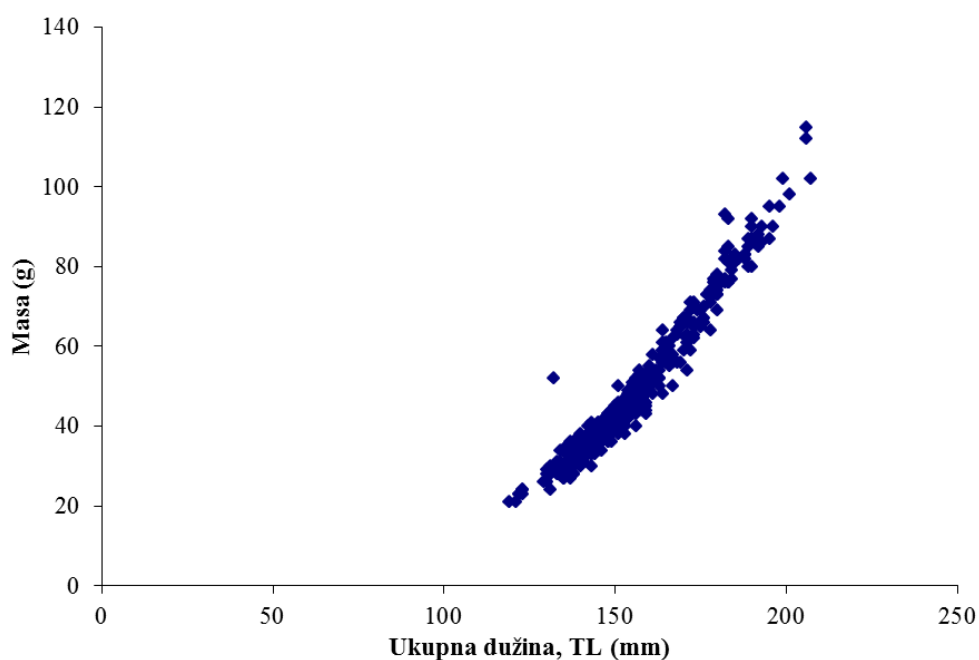
#### 4.10. Dužinsko-maseni odnosi

Dužinsko-maseni odnos dobiven je na cijelom uzorku od 360 ulovljena primjerka. Odnos dužine i mase za ukupni uzorak najbolje opisuje sljedeća funkcija:

$$W = 0,0000089 \text{ Lt}^{3,067}, \text{ odnosno logaritmirano:}$$

$$\log W = -5,052 + 3,067 \log \text{Lt, uz koeficijent determinacije } r^2 = 0,957;$$

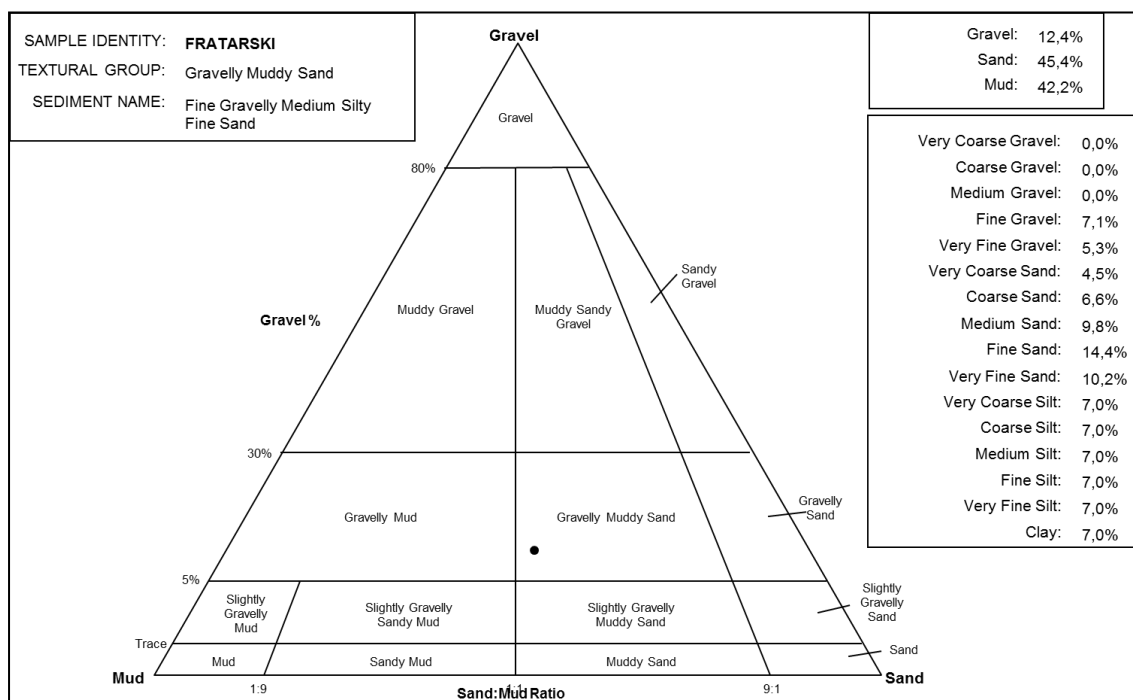
Prema dobivenoj vrijednosti konstante b proizlazi da je rast ukupnog uzorka blago alometrijski pozitivan, to jest arbuni blago mijenjaju oblik ubrzanim rastom u masi prema dužini (Slika 42.).



**Slika 42.** Dužinsko-maseni odnos za ukupni uzorak.

4.11. Analiza sedimenta

Granulometrijskom analizom ustanovilo se da je sediment na mjestu uzorkovanja sastavljen od krupnih pijesaka i šljunka sa velikom primjesom silta (Slika 43).



Slika 43. Granulometrijski dijagram šljunak-pijesak-mulj po (Folk, 1954.; Folk, 1974.).

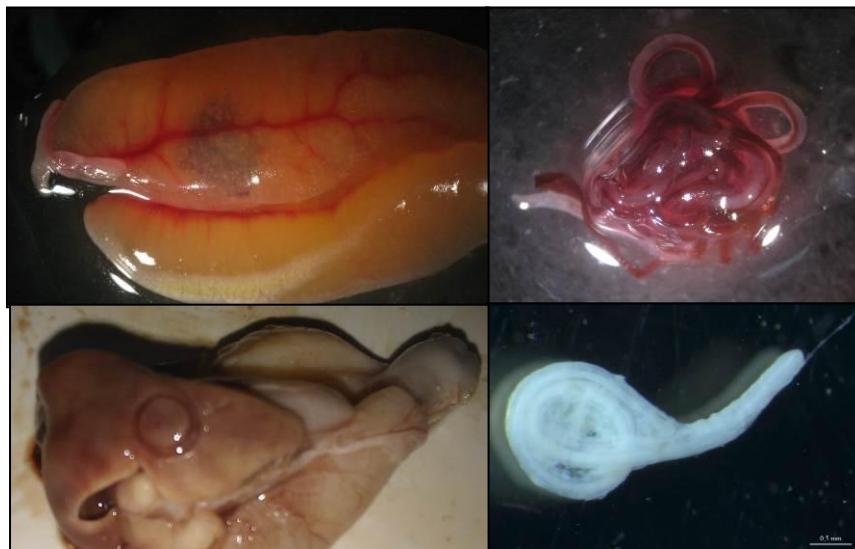
Separacijom makrofaune iz sedimenta nađeno je 35 Polychaeta, 3 Scaphopoda, 1 Gastropoda, 13 Sipuncula, 5 Bivalvia i utvrđena je prisutnost foraminifera. Iz tih rezultata možemo zaključiti da se radi o biocenozi muljevitih pijesaka.

Tijekom separacije makrofaune iz uzoraka sedimenta nađena je i plastika, busen (čuperak) plastičnih niti zamotanih za algu i u njoj je bio zamotan jedan mnogočetinaš.



#### 4.12. Paraziti u jetri, probavnom traktu i gonadama

U nekim analiziranim jedinkama pronađeni su paraziti, svi paraziti pripadaju koljenu oblića (Nematoda), i nalazili su se na jetri, na probavnom traktu i u gonadama (Slika 44.). Paraziti nađeni na jetri i probavnom traktu su ličinke porodice Anisakidae.



**Slika 44.** Paraziti u gonadama (gore, lijevo i desno), parazit na jetri (dole, lijevo i desno).

#### 4.13. Plastika u probavnom traktu

Tijekom analize sadržaja probavnog trakta nađena je plastika u arbutima, te je detaljno pregledano 98 jedinki. Osamnaest jedinka je imalo plastiku u probavnom traktu, u većini jedinka plastika se nalazila u želudcu, pogotovo u piloričkim nastavcima. Plastika je bila u obliku niti različitih boja i dužine. U jednoj jedinki nađen je komad udice, koji se nalazio u jednjaku i bio je pokriven sa tkivom (Slika 45.)



**Slika 45.** Niti plastike i udica.

## 5. RASPRAVA

Istraživanja ishrane riba i drugih životinja koja se temelje na analizi sadržaja želudca postala su standardna praksa (Hyslop, 1980.) Sadržaj želudca ukazuje na hranu kojom se riba želi hraniti (Lagler, 1949.). Ishrana riba predstavlja skup ekoloških komponenta, među kojima su uključene ponašanje, kondicija, iskorištavanje staništa (npr. kao skrovište ili za napad iz zasjede), unos energije, inter i intraspecifične interakcije. Analiza sadržaja želudca daje uvid u kvantitativni i kvalitativni sastav ishrane koji su važni aspekti u: upravljanju ribarstvom (Zacharia, 2004.), u marikulturi (zbog bolje ishrane), te pruža informacije o ekologiji vrste to jest razumijevanje trofičkih interakcija u morskoj hranidbenoj mreži.

Spoznaje o arbunu u sjevernom Jadranu su oskudne, samo D'Ancona (1949.) i Vrgoč, (2000.) daju informacije o dužini pri prvoj zrelosti i dužini pri promjeni spola te starosti pri promijeni spola, dok ishrana arbuna u sjevernom Jadranu do sada nije istražena. Iako je arbun važna komercijalna vrsta i prisutna u cijelom Jadranu, dosada objavljena istraživanja pretežito su napravljena u srednjem Jadranu ( Jardas, 1989.; Jukić, 1972.; Jukić i Arneri, 1984.; Jukić i Županović, 1967.; Rijavec i Županović, 1965.; Šantić i sur. 2011a; Šantić i sur. 2011b; Županović, 1961.; Županović i Rijavec, 1980.). Svrha ovog rada je ustanoviti ishranu arbuna u sjevernom Jadranu, njegov sastav i intenzitet, te promjene ishrane kroz rast, sezone i prema spolu te utvrditi sličnosti i razlike u ishrani prema populacijama arbuna iz drugih područja.

U literaturi metoda uzorkovanja ribolovom štapom i udicom za istraživanja ishrane rijetko se spominje, samo French i sur. (2012.) upotrebljavaju ovu metodu u kombinaciji sa vršama i parangalima. Ovakvim načinom uzorkovanja možemo zahvatiti i priobalno područje (unutar 1 NM), jer je ribolov pridnom mrežom potegačom (koća) zabranjen unutar pojasa od tri nautičke milje od obale kopna ili otoka do položaja plovila u ribolovu, ukoliko nakon jedne milje nije postignuta dubina od 50 metara (članak 13. točka 1. Uredbe (EZ) br. 1967/2006, nastupio na snagu 1.srpnja 2014. godine). U prijašnjem zakonu najmanja udaljenost je bila 1 NM od obale. Uzorkovanje arbuna ovom metodom pokazalo je da svakako manje utječe na pridnene zajednice nego što to radi pridnena mreža potegača (koća). Ova metoda iziskuje više vremena ali je ekološki prihvatljivija jer se ulovljeni prilov može vratiti u more živ. Alos i sur. (2009.) testirali su metodu ribolova štapom i udicom iz usidrene brodice koji oni nazivaju rekreacijskim ribolovom, ispitivali su utjecaj prirodnog mamca na sastav ulova i mjesto kaćenja udice (hooking position), u tom istraživanju korišteni materijali vrlo su slični onima korištenima u ovom radu.

S ovom metodom uzorkovanje je više selektivno u pogledu broja vrsta, no naime i unutar željene vrste jer je nemoguće uloviti arbune svih dužina. Najmanji arbuni, juvenilni primjerci ne hrane se istim svojstama kao i odrasli, pa je njih vjerojatno zato teže uloviti udicom (najmanji primjerak 119 mm) kako se vidi iz rezultata, ulovljeno je samo 2 juvenilna primjerka. Naime, nedostaje i dio populacije koja je veća od 210 mm (najveći primjerak), pretpostavka je da se zbog metode ribolova štapom, uzorkovalo na malom djelu istraživanog područja, te je veće primjerke, koji su rjeđi zbog mortaliteta u populaciji, k tome bilo ih je bilo i teže uloviti jer žive u dubljim predjelima te rjeđe dođu u područje sakupljanja u ovoj radnji. U literaturi se spominju uzorkovanja arbuna pridnenom mrežom potegačom te njihovi rezultati ukazuju da u uzorku ovog istraživanja, nedostaju jedinke u rasponu dužine od 40 do 110 mm te od 220 do 260 mm iz tih istraživanja (Županović i Rijavec, 1980.; Šantić i sur., 2011.). U ovom radu arbuni su bili najbrojniji u srednjim rasponima dužine 140,0-149,9 i 150,0-159,9 mm, što podudara s podacima iz literature za Jadransko i Egejsko more (Županović i Rijavec, 1980.; Metin i sur., 2011.; Papacostaniou i sur., 1988.), no u kontrastu su s podacima iz Tunisa (Zarrad i sur., 2010., Ali Ben Smida i sur., 2014.) i južnog Portugala (Coehlo i sur., 2010.) gdje su arbuni bili najbrojniji u većim dužinama. Dva su moguća razloga za to, rast je brži u tim populacijama te ribe iste dobi imaju veće dužine ili je ribolovna smrtnost manja u tim područjima u odnosu na Jadran pa arbun do veće dužine i dobi bolje preživi.

Odnos spolova u analiziranom uzorku populacije je 1:3,9 (M:Ž) ili 79% ženki, slično onom koji se spominje u literaturi za Jadran (Rijavec i Županović, 1965., Županović i Rijavec, 1980., Vrgoč, 2000.) i onom u ostatku Mediterana i Atlantika (Zarrad, 2010., Busalacchi, 2014., Pajuelo, 1998.).

Morfologija zubala i probavila sugerira karnivorsku prehranu i to je potvrđeno analizom sadržaja probavila, dobiveni podaci potpuno se podudaraju s literaturom (Mojetta A., Ghisotti A., 2005.; Turk T., 2011.; Tortonese, 1975.; Fisher i sur., 1987.; Jardas, 1996.; Relini i sur., 1999.).

Dužina probavnog trakta je varirala no statistički je dokazano da postoji značajna korelacija između duljine jedinke i duljine probavnog trakta. Kod onih jedinka u kojima to nije, taj fenomen možemo objasniti tako što je došlo do pogreške tokom fiksacije. Postoje dvije mogućnosti: probavni trakt je bio prazan pa zbog fiksacije alkoholom se kontrahirao i postao kraći nego što bi trebao biti. A druga mogućnost jest da je probavni trakt bio u potpunosti ispunjen i nije se uspio dobro fiksirati, pa se probavni trakt opustio i postao duži

nego što bi trebao biti. Važno je naglasiti da pojedine svojte plijena imaju različitu brzinu probavljanja, te se neke uspiju probaviti u želudcu djelomično a neke u potpunosti te zato neke djelomično ostaju i budu izbačene fecesom. Neki tvrde dijelovi kao ljuštore, spikule i pločice raznih beskralješnjaka, egzoskelet rakova i ježinaca, plašt od tunicina u plaštenjaka se razgrađuju sporije.

Ishrana arbuna u ovom istraživanju na sjevernom Jadranu generalno gledano podudara se sa spoznajama drugih autora u preostalom dijelu Jadrana (Jardas, 1989.; Jukić, 1972.; Jukić i Arneri, 1984.; Jukić i Županović, 1967.; Rijavec i Županović, 1965.; Šantić i sur., 2011a; Šantić i sur., 2011b; Županović, 1961.; Županović i Rijavec, 1980.; Rijavec, 1975.) i Mediterana (Andaloro i Giarritta, 1985.; Ardizzone i Messina, 1983.; Benli i sur., 2001.; Caragitsou i Papaconstantinou, 1988.; Rizzkala i sur., 1999.; Fanelli i sur., 2011.; Rosecchi, 1983.). Razlike u ishrani su moguće zbog: 1) metoda uzorkovanja, 2) dnevnog i sezonskog vremena uzorkovanja jer se ishrana može mijenjati dnevno i sezonski, 3) mogućnosti susreta plijena i predatora koja ovisi o raznolikost i abundanciji organizama u zajednici gdje žive uzorkovani arbuni dakle o tipu zajednice, 4) dužinskoj strukturi uzorka jer se ishrana mijenja s rastom pa će rezultat ukupne ishrane biti pod jačim utjecajem najbrojnijih ulovljenih arbuna.

Iako ima razlika između pojedinih istraživanja ključne značajke su zajedničke, to jest glavna ishrane bazira se na deseteronožnim rakovima (pogotovo gledano po masi), školjkašima, mnogočetinašima i drugim rakovima. Arbuni na području sjevernog Jadrana u pogledu masenog udjela hrane se rakovima tokom cijele godine, no ljeti je vidljivo smanjenje u masenom udjelu rakova a povećanje mnogočetinaša, sličan fenomen su opazili Ardizzone i Messina (1983.) u središnjem Tirenskom moru. Suprotan fenomen, to jest porast udjela mnogočetinaša ljeti te porast udjela rakova zimi, opisali su Rizzkala i sur. (1999.), Fanelli i sur. (2011.), Šantić i sur. (2011.) i Caragitsou i Papaconstantinou (1988). U zimskim mjesecima ishrana je bila najraznovrsnija u pogledu različitih broja svojti, a u jeseni najsiromašnija.

Sastav ishrane u odnosu na dužinu i spol arbuna je povezan, zato što su manje jedinke ženke, a veće mužjaci. Ta se promjena ishrane bolje opisuje kroz dužinske raspone nego kroz različite spolove što ukazuje da je varijabla koja utječe upravo dužina ribe a ne spol. U ovom istraživanju, s obzirom na brojnost, manje se jedinke hrane pretežito puževima i mizidima, a veće školjkašima. Promatrajući maseni udio manji arbuni se hrane više zmijačama i mizidima, a veći deseteronožnim rakovima. U literaturi se spominje veliki udio riba i glavonožaca u

ishrani, no u ovom istraživanju to nije tako jer nedostaju veliki primjerci arbuna koji žive u dubljim predjelima.

Iz rezultata ovog istraživanja i podacima iz literature može se zaključiti da se arbun hrani danju, da je mesojed i neselektivan (trophic generalist), prebirač (picker), te se hrani pretežito epibentičkim i infaunalnim vrstama.

Odnos temperature mora na dnu i intenziteta ishrane su povezani. U veljači intenzitet ishrane naglo raste, pretpostavlja se da se arbuni intenzivno hrane prije mrijesta (suprotno od Jukića, 1972.), u ožujku i travnju arbuni se mrijeste (Zei i Županović, 1961.), tada intenzitet ishrane opada isto kao kod Jukića (1972.). U Kaštelanskom zaljevu (Jukić, 1972.) od travnja do lipnja temperatura mora se povećava a intenzitet ishrane stagnira, i autor to pripisuje ubrzanom metabolizmu zbog povećanja temperature, odnosno da arbuni ne uspijevaju jesti dovoljno da stvore novu zalihu hrane u želudcu. U ovom istraživanju u lipnju se pojavljuje najveća temperatura, te analogno istraživanju u Kaštelanskom zaljevu intenzitet ishrane se dodatno smanjuje. Minimalnim sniženjem temperature u srpnju, intenzitet ishrane se povećava. Ista pojava registrirana je u kolovozu. Može se zaključiti da temperatura može utjecati lokalno i momentalno. U ovom istraživanju 8,6% (31) probavila bilo je prazno, u literaturi podaci su vrlo različiti, vrijednosti variraju od 5,4% (Caragitsou i Papacostantino, 1988) do 68,5% (Rizkalla i sur., 1999.). Andaloro i Giarrita (1985) varijaciju u koeficijentu praznosti pripisuju vjerojatnošću (mogućnost/possibility of encounter) susreta predatora i plijena, to jest prisutnošću dovoljne količine hrane.

Intenzitet ishrane raste s porastom dužine do dužinskog raspona od 180,0 do 189,9 mm, gdje naglo opada. Taj fenomen vidimo i u odnosu intenziteta ishrane i spola, gdje ženke, manji primjerci, imaju veći intenzitet ishrane nego mužjaci, veći primjerci. Porast intenziteta ishrane sa rastom kod manjim dužinskih razreda može biti uzrokovan većim energetskim potrebama uslijed spolnog sazrijevanja. Kod najvećih dužinskih raspona intenzitet ishrane opada vjerojatno zbog usporavanja metabolizma.

Somatski indeks kondicije i koeficijenta punoće probavila slično se ponašaju osim od rujna do studenog kada intenzitet ishrane opada a indeks kondicije se povećava, takav fenomen možemo povezati s usporavanjem metabolizma, te naknadnim debljanjem jedinka. Intenzitet ishrane stagnira u prosincu i siječnju, a indeks kondicije opada jer jedinke troše rezerve energije a ne nadoknađuju ih. Nakon naglog i kratkotrajnog porasta intenziteta ishrane, somatski indeks polako se povećava, odnosno arbuni postepeno stvaraju zalihe energije.

Isti fenomen je opazio Ben Smida (2014.), on opisuje pad u indeksu kondicije u siječnju i porast u ožujku za ženke i svibnju za mužjake.

Hepatosomatski indeks varira manje od indeksa kondicije, ali je uočljivo da ima generalnu tendenciju da se povećava ljeti a smanjuje zimi kao i intenzitet ishrane.

Hepatosomatski indeks ima manje česte oscilacije jer se u tijelu tokom gladi troši prije mast (indeks kondicije) pa glikogen iz jetre.

Iz dužinsko-masениh odnosa istražene populacije dobila se vrijednosti konstante  $b$ , iz koje se zaključuje da je rast ukupnog uzorka blago alometrijski pozitivan, to jest riba raste brže maseno nego u dužinu. U literaturi vrijednost konstante  $b$  kod arbuna varira, u Tirenskom i Egejskom moru alometrija za ukupni uzorak je bila negativna ( $b < 3$ ), a u Atlantiku je opisano da s porastom dužine jedinka konstanta  $b$  je sve više izometrična.

Prisutnost parazita u ribama normalna je pojava u prirodi, stopa invazivnosti parazitima u analiziranim arbunima je niska i ne narušava zdravlje populacije.

U analiziranim probavilima nađena je plastika, arbuni su vjerojatno progutali plastiku indirektno iz sedimenta, to jest kada su progutali plijen progutali su i sediment u kojem je bila plastika (Murray i Cowie, 2011.) ili je plijen imao plastiku na sebi kao što je uočeno u analiziranom sedimentu gdje su zmijače, mnogočetinaši i rakovi bili zamotani u niti plastike. Plastika u ribama je sve češća i nađena je u arbunu *Pagellus erythrinus* (Bajt i sur., 2015.) i u drugim srodnim vrstama (Anastasopoulou i sur. 2013.).

## 6. ZAKLJUČAK

1. Metoda uzorkovanja ribolov štapom iz usidrene brodice je selektivna, (u pogledu ulovljenih vrsta i veličine primjeraka), s minimalnim prilovom, iziskuje više vremena, ali je manje invazivna od pridnene mreže potegaće. Za daljnja istraživanja ovom metodom predlažem da se ne sidri brodica nego da se baci olujno sidro kako bi usporio hod, jer na takav način prekriva se puno veća površina istraživanog područja. Trebalo bi testirati metodu na većim vrstama riba.
2. Najbrojniji dio uzorkovane populacije spada u dužinskim rasponima od 140,0 do 149,9 i od 150,0 do 159,9 mm. Pošto je protogična vrsta normalno je da odnos spolova toliko visok u korist ženki, no tu je i metoda utjecala jer je bila selektivna u veličinama to jest spolu. Kod somatskog indeksa kondicije primijećen je veliki pad zbog ubrzanog metabolizma u lipnju, te arbuni ne uspijevaju stvoriti nove zalihe hrane u probavilima. Pad u somatskom indeksu kondicije imamo i u veljači no razlog tome jest mrijest. Dužinsko-maseni odnosi nam ukazuju na blagu pozitivnu alometriju. Možemo zaključiti da je populacija u dobrom/zdravom stanju.
3. Ishrana arbuna bazira se pretežito na deseteronožnim rakovima, školjkašima i mnogočetinašima. Postoji sezonska varijacija u ishrani, deseteronožni rakovi jako dominiraju tokom cijele godine osim ljeta kada se arbut najviše hrani mnogočetinašima. Ontogenetska promjena u ishrani nam ukazuje da se manji primjerci hrane više zmijačama i mizidima, a veći deseteronožnim rakovima, ribama i plaštenjacima. Može se zaključiti da sastav ishrane ovisi o prisutnosti i abundanciji pojedinog plijena.
4. Intenzitet ishrane varira tokom godine, u veljači prije mrijesta intenzitet ishrane raste, tokom mrijesta u ožujku i travnju opada. Tijekom ljeta uočen je pad intenziteta ishrane iako se temperatura povećavala i to se pripisuje ubrzanom metabolizmu. Može se zaključiti da temperatura može utjecati lokalno i momentalno na intenzitet ishrane i reprodukciju ove vrste. Intenzitet ishrane varira i s dužinom jedinke te samim tim, zbog promjene spola, i sa spolom, raste do dužinskog raspona od 180,0 do 189,9 mm,

gdje naglo pada. Porast intenziteta ishrane sa rastom kod manjih dužinskih razreda vjerojatno je povezan s većim energetske potrebama uslijed spolnog sazrijevanja, a kod najvećih dužinskih raspona intenzitet ishrane opada vjerojatno zbog usporavanja metabolizma.



## 7. LITERATURA

Allen, L.G., Horn, M.H.K., Edmonds, F.A., Usui, C.A. (1983). Structure and seasonal dynamics of fish assemblage in the Cabrillo Beach area of Los Angeles harbour, California. *Bulletin South California Academy of Science*, 82: 47-70.

Alós, J., Arlinghaus, R., Palmera, M., Marcha, D., Álvarez, I. (2009). The influence of type of natural bait on fish catches and hooking location in a mixed-species marine recreational fishery, with implications for management. *Fisheries Research*, 97: 270–277.

Anastasopoulou, A., Mytilineou, C., Smith, C.J., Papadopoulou, K.N. (2013). Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Deep-Sea Research*, 1 (74): 11-13.

Andaloro, F., Prestipino, S.G. Contribution to the knowledge of the age, growth and feeding of pandora, *Pagellus erythrinus* (L. 1758) in the Sicilian channel (English) (Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, Mazara del Vallo (Italy)) , In: Report ; FAO Fisheries Report (FAO) , no. 336; Technical Consultation on Stock Assessment in the Central Mediterranean, 2, Mazara del Vallo (Italy), 24 Jun 1985 Garcia, S. (ed.) Charbonnier, D. (ed.) / FAO, Rome (Italy). General Fisheries Council for the Mediterranean , 1985, p. 85-92

Ardizzone, G. D., Messina, A. (1983). Feeding habits of *Pagellus erythrinus* (L.) (Pisces, Sparidae) from the middle Tyrrhenian Sea. *Rapports Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediterranee*, 28: 39–42.

Bajt, O., Szewc, K., Horvat, P., Pengal, P., Grego, M. (2015). Microplastics in sediments and fish of the Gulf of Trieste. *Micro 2015 - Seminar on Microplastic Issues Book of abstracts*, Kržan, A., Horvat, P., Piran, 2015, 53-54.

Bauchot, M. L., Hureau, J.C. (1986). Sparidae. str. 883-907. U Whitehead, P.J.P, Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J. Tortonese, E. (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol. (2). UNESCO, Paris.

Bauchot, M.L., Hureau, J.C. (1990). Sparidae. str. 790-812. U Quero, J.C., Hureau, J.C., Karrer, C., Post, A. Saldanha, L. (eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. (2).

Ben Smida, M. A., Hadhri, N., Bolje, A., El Cafsi, M., Fehri-Bedoui, R.K. (2014). Reproductive cycle and size at first sexual maturity of common Pandora *Pagellus Erythrinus*

- (Sparidae) from The Bay of Monastir (Tunisia, Central Mediterranean). *Annales, Ser. hist. nat.*, 24 (1): 31–40.
- Benli, H. A., Kaya, M., Ünlüoğlu A., Katagan, T., Cihangir B. (2001). Summertime diel variations in the diet composition and feeding periodicity of red pandora (*Pagellus erythrinus*) in Hisarono Bay F- *Mar. Biol. Ass. U.K.* (81): 185-186.
- Ben-Tuvia, A. (1953). Mediterranean Fishes of Israel. *Bull. S. Fis. Res. St. Isreal*, (8): 1-40.
- Berg, J. (1979). Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.* (50): 263-273.
- Bolje, A. (1992). Kvantitativna i kvalitativna analiza kočarskih naselja u tršćanskom zaljevu. Master thesis. Sveučilište u Zagrebu, 64 pp.
- Brown, M.E. (1957). The growth of brown trout (*Salmo trutta*, L.) II. The growth of two year-old trout at a constant temperature of 11,5°C. *Journal of experimental biology* (22): 130-144.
- Bryan, P.G. (1975). Food habits, functional digestive morphology, and assimilation efficiency of the rabbitfish *Siganus spinus* (Pisces, Siganidae) on Guam. *Pac Sci* 29 (3): 269-277.
- Busalacchi, B., Bottari, T., Giordano, D., Profeta, A., Rinelli, P. (2014). Distribution and biological features of the common pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758), in the southern Tyrrhenian Sea (Central Mediterranean) Helgoland. *Marine Research* 68 (4): 491-501.
- Butcher, P.A., Broadhurst, M.K., Hall, K.C., Cullis, B.R., Raidal, S.R. (2012). Assessing barotrauma among angled snapper (*Pagrus auratus*) and the utility of release methods. *Fisheries Research Volumes* (127–128): 49–55.
- Caragitsou, E., Papaconstantinou, C. (1988). Feeding habits of red pandora (*Pagellus erythrinus*) off the western coast of Greece. *Journal of applied ichthyology* (4): 14–22.
- Coelho, R., Bentes, L., Correia, C., Gonçalves, J.M.S., Lino, P.G., Monteiro, P., Ribeiro, J., Erzini, K. (2010). Life history of the common pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) (actinopterygii: sparidae) from southern Portugal. *Brazilian journal of oceanography* 58 (3): 233-245.
- D'Ancona, U. (1949). Il differenziamento della gonade e l'inversione sessuale degli Sparidi. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 6 (2/3): 97-139.
- Database of IGFA angling records until 2001. IGFA, Fort Lauderdale, USA. Preuzeto 12. rujna 2014. sa: [www.fishbase.com](http://www.fishbase.com)

- Dieuzeide, R., Novella, M. (1955). Catalogue des Poissons des côtes Algériennes. Tome III. Ostéoptérygiens. Bulletin des Travaux Publiés par la Station D' Aquiculture et de Pêche de Castiglione (6): 9-384.
- Fage, L. (1918). Shore fishes. Rep. Dan. Ocean. Exp. 1908-1910. Medit Adj. Sea 4 Vol II/A3/ (1): 1-154.
- Fanelli, E., Badalamenti, F., D'Anna, G., Pipitone, C., Riginella E., Azzurro, E. (2011). Food partitioning and diet temporal variation in two coexisting sparids, *Pagellus erythrinus* and *Pagellus acarne*. Journal of Fish Biology (78), 869–900.
- FAO - Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Preuzeto 12. rujna 2014. sa:  
[http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp\\_4355487051452655562.xml&outtype=html](http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp_4355487051452655562.xml&outtype=html).
- FAO. Preuzeto 13. travnja 2013. sa:  
<http://www.faoadriamed.org/html/Species/PagellusErythrinus.html#top>.
- Fisher, W., Schneider, M., Bauchot, M.L. (1987). Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Rome, FAO. (1-2): 760.
- Folk, R.L., 1954.; The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. Journal of Geology 62 (4), 344-359.
- Folk, R.L., 1974., The petrology of sedimentary rocks: Austin, Tex., Hemphill Publishing Co., 182 p.
- French, B., Platell, M.E., Clarke, K.R., Potter, I.C. (2012). Ranking of length-class, seasonal and regional effects on dietary compositions of the co-occurring *Pagrus auratus* (Sparidae) and *Pseudocaranx georgianus* (Carangidae). Estuarine, Coastal and Shelf Science (115): 309-325.
- Ghorbel, M. (1996). Le pageot commun *Pagellus erythrinus* (Poisson, Sparidae): Ecobiologie et état d'exploitation dans le golfe de Gabès. Thèse de Doctorat de Spécialité, Faculté de Sciences de Sfax: 170.
- Ghorbel, M., Ktari, M.H. (1982). Etude préliminaire de la reproduction de *Pagellus erythrinus* des eaux tunisiennes. Bull. Inst. Natl. Sci. Tech. Oceanogr. Pêche Salammbô (9): 23–38.
- Girardin, M., Quignard, J. P. (1985). Croissance de *Pagellus erythrinus* (Pisces: T'el'eost'eens Sparidae) dans le Golfe du Lion. Cybium (9): 359–374.
- Graeffe, E. (1888). Übersicht der Seetierfauna del Golfes von Triest. Zool. Inst., Wien (3): 333-344.

- Grubišić, F. (1980). Prilozi za poznavanje sezona mriještenja nekih jadranskih riba u području srednje Dalmacije. *Morsko Ribarstvo* 32 (4): 151-152.
- Hille, R. (1936). Age and growth of the cisco, *Leuciscus artedi* (Le Suer), in the lakes of the north-eastern highlands, Wisconsin. *Bulletin of US Bureau of Fishery* (48): 211-317.
- Hureau, J.-C. (1970). Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Notothenidae). *Bull. Inst. Océanogr, Monaco* 68 (1391): 1-244.
- Hyslop, E. P. (1980). Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* (17): 411-429.
- Jardas, I. (1996). Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb, 536 pp.
- Jardas, I., Cetinic, P., Pallaoro, A., Dulcic, J., Kraljevic, M. (1998). Sparidae in catches of the coastal fishing gears in the eastern adriatic sea *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.* (35/2): 450-451.
- Jukić, S. (1972). Ishrana oslića (*Merluccius merluccius*), bukve (*Boops boops*) trlje (*Mullus barbatus*) i arbuna (*Pagellus erythrinus*) u Kaštelanskom zaljevu. *Acta Adriat.* 14 (4): 1-40.
- Jukić, S., Arneri, E. (1984). Distribution of hake (*Merluccius merluccius* L.), Red mullet (*Mullus barbatus* L.) and Pandora (*Pagellus erythrinus* L.) in the Adriatic sea. *FAO, Fish. Rep.* (290): 85-91.
- Jukić, S., Piccinetti, E.C. (1987). Biological and economic aspects of mesh size regulation in the multispecies demersal fishery of the Adriatic Sea. *Acta Adriat.* (28): 199-219.
- Jukić, S., Županović, S. (1967). Relations entre la température et l'intensité de l'alimentation chez *Mullus barbatus* et *Pagellus erythrinus* dans le baie de Kaštela. *C6PM-Prec. Tech. Rep.* 8, FAO, Rome.
- Jukić, S., Županović, Š. (1965). Relations entre la température et l'intensité de l'alimentation chez *Mullus barbatus* L. et *Pagellus erythrinus* L. dans baie de Kaštela. *FAO Proc. Gen. Fish. Coun. Medit.* (8): 173-177.
- Kolarević, J. (2004). Populaciono-ekološka studija kečige (*Acipenser ruthenus* L.) u vodama Dunava na području Beograda. Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu, Beograd. pp 126.
- Lagler, K.F. (1949). *Studies in freshwater biology*, Ann Arbor, Michigan, pp 231.
- Lambert, Y., Dutil, J.D. (1997). Can simple condition indices be used to monitor and quantify seasonal changes in the energy reserves of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* (54): 104-112.
- Larraneta, M.G. (1953). Observaciones sobre la sexualidad de *Pagellus erythrinus*, L. *Publ. Inst. Biol. Apl.* (13): 83-101.

- Larrañeta, M.G., (1964). Sobre la biología de *Pagellus erythrinus* L. especialmente del de las costas de Castellon. Inv. Pesq. (27): 121-146.
- Lenhardt, M. (1997). Ekološko-biohemijska ispitivanja populacije štuke (*Esox lucius* L.) iz Dunava kod Beograda. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Beograd, pp 156
- Livadas, R.J. (1989). A study of the biology and population dynamics of pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758), Family Sparidae, in the Seas of Cyprus. FAO Fish. Rep. (412): 58-75.
- Lo Bianco, S. (1908-1910). Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. Mith Z. ST. Neapel, Bd 19.
- Martin, W.R. (1949). The mechanics of environmental control of body form in fishes. University of Toronto, Studia Biologia (58): 91.
- Matta, F. (1959). Données préliminaires sur la biométrie de certains espèces des poissons dans l'archipel Toscan. Déb. Doc. Tech. CGPM, No. 5.
- Metin, G., İlkyaz, A.T., Soykan, O., Kinacigil, H.T. (2011). Biological characteristics of the common pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758), in the central Aegean Sea. Turk. J. Zool. 35 (3): 307-315.
- Mojetta, A., Ghisotti, A. (2005). Flora e fauna del Mediterraneo. Mondadori, 2005.
- Murray, F., Cowie, P.R., (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). Mar. Pollut. Bull. 62 (2): 1207-1217.
- Pajuelo, J.G., Lorenzo, J.M. (1998). Population biology of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) off the Canary Islands. Fisheries Research (36): 75-86.
- Papaconstantinou, C., Mytilineou, C., Panos, T. (1988). Aspects of the life history and fishery of Red Pandora, *Pagellus erythrinus* (Sparidae) off Western Greece. Cybium 12 (4): 267-280.
- Pinkas, L., Oliphant, M.S., Iverson, I.L.K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish. Bull. (152): 1-105.
- Ranzi, S. (1930). Stadii giovanili di sparidi del golfo di Napoli. Publ. Staz. Zool. Napoli, vol 10.
- Relini, G., Bertrand, J., Zamboni A. (eds.) (1999). Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). Biol. Mar. Médit. 6 (suppl. 1): 642- 648.
- Ricker, W.E. (1958). Handbook for computation for biological statistics of fish population. Bullentin of Fishery Research Board of Canada 119: str. 300.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bullentin of Fishery Research Board Canada 191: str. 382.

- Rijavec, L. (1975). Biologija i dinamika populacije *Pagellus erythrinus* (L.) u Bokokotorskom zalivu i otvorenom području južnog Jadrana. *Studia Marina* (8): 3-109.
- Rijavec, L., Županović, Š. (1965). A contribution to the knowledge of biology of *Pagellus erythrinus* L. in the middle Adriatic. *Rapp. P.-v. Reun. Comm. int. Explor. scient. Mer Medit.* 18 (2): 195-200.
- Rizzkala, S.I., Wadie, W.F., El-Zahaby, A.S., El-Serafeey, S.S. (1999). Feeding habits of Sea Breams (Genus *Pagellus*) in the Egyptian Mediterranean waters. *J. Kau: Mar. Sci.* (10): 125-140.
- Rosecchi, E. (1983). Diet of the sea bream, *Pagellus erythrinus* Linne 1758 (Pisces, Sparidae) in the Gulf of Lions. *Cybium* (7): 17–29.
- Santos, M. N., Monteiro, C.C., Erzini, K. (1995). Aspects of the biology and gillnet selectivity of the axillary Sea bream (*Pagellus acarne*, Risso) and common Pandora (*Pagellus erythrinus*, Linnaeus) from the Algarve (South Portugal). *Fisheries Research* (23): 223-236.
- Soldo, A., Brčić, J., Škeljo, F. (2007). Pole line fishing in the eastern adriatic. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 38.
- Somarakis, S., Machias, A. (2002). Age, growth and bathymetric distribution of red pandora (*Pagellus erythrinus*) on the Cretan shelf (eastern Mediterranean). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* (82): 149–160.
- Syrski, S. (1876). Riguardo al tempo della frega degli animali esistenti del mare Adriatico. Trieste, pp 165.
- Šantić, M., Paladin, A., Rađa, B. (2011). Feeding habits of common pandora *Pagellus erythrinus* (Sparidae) from eastern central Adriatic Sea. *Cybium* 35 (2): 83-90.
- Šantić, M., Rađa, B., Paladin, A. i Kovačević, A. (2011). Biometric properties and diet of common pandora, *Pagellus erythrinus* (osteichthyes: Sparidae), from the eastern Adriatic sea. *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, 63 (1), 217-224.
- Tortonese, E. (1975). Fauna d'Italia. Osteichthyes. Calderni Ed. Bologna (11): 636 p.
- Tsikliras, A.C., Antonopoulou, E., Stergiou, K.I. (2010). Spawning period of Mediterranean marine fishes. *Rev Fish Biol. Fish.* (20): 499–538.
- Turk, T. (2011). Pod površinom Mediterana. Školska knjiga, Zagreb, 2011.
- Vassilopoulou, V., Papaconstantinou, C. (1990). Growth by weight, condition factor and reproduction cycle of red pandora (*Pagellus erythrinus*) in the Saronikos Gulf. p. 584-591. In (eds.) *Proceedings of the 3rd Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries* (In Hellenic with English abstract).

- Vrgoč, N. (2000). Struktura i dinamika pridnenih zajednica riba Jadranskog mora. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, 198 pp.
- Vrgoč, N. (2012). Hrvatsko morsko ribarstvo: stanje i perspektive na pragu EU – a. Tiskara Zelina d.d., Zagreb.
- Xhuvelay, M. (1959). Données biomorfologiques et biologiques de deux espèces de Sparidés (*Sparus aurata* et *Pagellus erythrinus*). Bul. I. Punimere Shkencore Te` Ekon. Peshkinit, Rome I, Vol. I.
- Zacharia, P.U.2004.; Trophodynamics and Review of methods for Stomach content analysis of fishes.
- Zakon o morskom ribarstvu (NN 81/13) - Uredba Vijeća EZ (1967/2006) - Prilog III
- Zander, C. D. (1982). Feeding ecology of littoral gobiid and blennioid fish of the Banyuls area (Mediterranean sea). I. Main food and trophic dimension of niche and ecotope. Vie Millieu (32): 10pp.
- Zarrad, R.M., Cherif, M., Gharbi, H., Jarbou, O., Missaoui, H. (2010). Reproductive cycle and sex reversal of *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) in the gulf of Tunis (central Mediterranean). Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, Vol. (37): 13-20.
- Zei, M., Županović, Š. (1961). Contribution to the sexual cycle and sex reversal in *Pagellus erythrinus* (L.). Rapp. P.-v. Reun. Comm. int. Explor. scient. Mer Medit., 17 (2): 263-267.
- Županović, Š. (1961). Kvantitativno-kvalitativna analiza ribljih naselja kanala sednjeg Jadrana. Acta Adriat. 9 (3): 151
- Županović, Š., Jardas, I. (1989). Fauna i flora Jadrana. Logos Split. 526 pp.
- Županović, Š., Rijavec, L. (1980). Biology and population dynamics of *Pagellus erythrinus* (L) in the insular zone of the middle Adriatic. Acta Adriat. 21 (2): 203-226

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Završni rad

Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

## Ishrana arbuna, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) (Sparidae), na području sjevernog Jadrana

VICTOR STINGA PERUSCO

Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, G. Paliaga 5, 52210 Rovinj

### SAŽETAK

U ovom radu istraživana je sastav i intenzitet ishrane arbuna, *Pagellus erythrinus* na području sjevernog Jadrana, ukupno, prema sezonama i veličini ribe. Sadržaj probavnog trakta analiziran je na 360 jedinki, ukupne dužine (TL) od 119 do 207 mm, uzorkovanih metodom ribolova štapom iz usidrene brodice od svibnja 2013. do svibnja 2014. Odnos spolova, mužjaka prema ženka bio je 1:3,9. Glavne svojte plijena bile su školjkaši, mnogočetinaši i razne svojte rakova. Porast intenziteta hranjenja u veljači može biti povezan s intenzivnom ishranom prije mrijesta, dok tokom i poslije mrijesta intenzitet hranjenja opada. Intenzitet hranjenja je veći u manjim primjercima, a manji kod većih primjeraka. Može se zaključiti da je arbun mesojed i neselektivni prebirač. Somatski indeks kondicije opada ljeti zbog ubrzanog metabolizma. Dužinsko-maseni odnos ukazuje na blago pozitivno alometrijski rast ( $b=3,067$ ).

Rad je pohranjen u knjižnicama Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli i Instituta Ruđer Bošković u Rovinju. Izvornik je na hrvatskom jeziku (70 stranica, 45 slika, 4 tablice, 85 literaturnih navoda).

**Ključne riječi:** sastav ishrane, intenzitet ishrane, arbun, *Pagellus erythrinus*, ribolov štapom, sjeverni Jadran, somatski indeks kondicije, hepatosomatski indeks, dužinsko-maseni odnos

**Mentor:** Dr.sc. Marcelo Kovačić

**Ocjenjivači:** Prof. dr. sc. Renato Batel, znanstveni savjetnik, IRB

Dr.sc. Marcelo Kovačić

Dr.sc. Mirta Smoldaka Tanković, viši asistent, IRB

**Datum obrane:** 30. rujna 2015.



## BASIC DOCUMENTATION CARD

Juraj Dobrila University of Pula

Bachelor thesis

University Undergraduate Study Programme – Marine Sciences

### **Diet of the common pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) (Sparidae), in the northern Adriatic sea**

VICTOR STINGA PERUSCO

Ruđer Bošković Institute, Center for Marine Research, G. Paliaga 5, 52210 Rovinj

#### **ABSTRACT**

The diet composition and feeding intensity of Common pandora, *Pagellus erythrinus*, from the Northern Adriatic Sea was studied, including seasonal and ontogenetic shifts. The gut contents was analyzed on 360 fish with total length (TL) ranging from 119 to 207 mm. The samples were collected by recreational boat fishing from May 2013 to May 2014. The sex ratio of males to females was 1:3.9. The main food items were bivalves, polychaetes and different Crustacean taxa. The feeding intensity could be related with spawning, being intensive before it (February), and decreasing during and after spawning. The feeding intensity is larger in smaller specimens, decreasing in large specimens. The species is carnivore and non-selective picker. The somatic condition factor decreases during summer due to increase rate of metabolism. Length-weight relationship show weakly positive allometric growth ( $b=3.067$ ).

This thesis is deposited in the Library of Juraj Dobrila University of Pula and Ruđer Bošković Institute in Rovinj. Original in Croatian (70 pages, 45 figures, 4 tables, 85 references).

**Key words:** diet, feeding habits, common pandora, *Pagellus erythrinus*, rod fishing, north Adriatic, somatic index condition, hepatosomatic index, length-weight relationship

**Supervisor:** Marcelo Kovačić, PhD,

**Reviewers:** Prof. Renato Batel, IRB

Marcelo Kovačić, PhD,

Mirta Smolaka Tanković, PhD, IRB

**Thesis defense:** 30.09.2015