

2021

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

MAGISTRSKO DELO

MAGISTRSKO DELO

PREHRANJEVALNE NAVADE PISANICE  
(*Serranus scriba*) IN VOLČIČA (*Serranus hepatus*)  
V SLOVENSKEM MORJU

ANA LOKOVŠEK

ANA LOKOVŠEK



UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN  
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Magistrsko delo

**Prehranjevalne navade pisanice (*Serranus scriba*) in volčiča  
(*Serranus hepatus*) v slovenskem morju**

(Feeding habits of painted comber (*Serranus scriba*) and brown comber  
(*Serranus hepatus*) in the slovenian sea)

Ime in priimek: Ana Lokovšek

Študijski program: Varstvo narave, 2. stopnja

Mentor: prof. dr. Lovrenc Lipej

Delovni mentor: dr. Domen Trkov

Koper, september 2021

## Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Ana LOKOVŠEK

Naslov magistrskega dela: Prehranjevalne navade pisanice (*Serranus scriba*) in volčiča (*Serranus hepatus*) v slovenskem morju

Kraj: Koper

Leto: 2021

Število listov: 94      Število slik: 27

Število tabel: 14

Število prilog: 2      Št. strani prilog: 9

Število referenc: 164

Mentor: prof. dr. Lovrenc Lipej

Delovni mentor: dr. Domen Trkov

UDK: 597.556.331.14(262.3)(043.2)

Ključne besede: zobčasti ostriži, Serranidae, pisanica, *Serranus scriba*, volčič, *Serranus hepatus*, prehranjevalna ekologija, nedestruktivne metode, Jadransko morje

Izvleček:

Pisanica (*Serranus scriba*) in volčič (*Serranus hepatus*) sta ribi iz družine kirnj (Serranidae), razširjeni po celotnem Sredozemskem morju in pogosta predstavnika ribje združbe v Jadranu. Namen tega magistrskega dela je bil spoznati prehranjevalne navade pisanice in volčiča v slovenskem morju ter ugotoviti, kakšno vlogo imata v prehranjevalnem spletu Tržaškega zaliva. Ugotovili smo, da sta pisanica in volčič plenilca pridnenih nevretenčarjev, od katerih plenita predvsem rake. Največji delež v prehrani pisanice predstavljajo raki deseteronožci, volčič pa pleni manjši plen, kot so roječe kozice in postrance. Izračunan trofični nivo znaša  $3,43 \pm 0,53$  za pisanico in  $3,35 \pm 0,52$  za volčiča. Vrsti se prehranjujeta s širokim naborom različnega plena. Njuno oportunistično prehranjevanje potrjuje tudi indeks trofične diverzitete (ITD), ki za pisanico znaša 0,89 za volčiča pa 0,81. V Tržaškem zalivu obe vrsti predstavljata pomemben člen v prehranjevalnem spletu in pomembno vplivata na gostote manjših epibentoških nevretenčarjev.

### Key document information

Name and SURNAME: Ana LOKOVŠEK

Title of the thesis: Feeding habits of painted comber (*Serranus scriba*) and brown comber (*Serranus hepatus*) in the Slovenian sea

Place: Koper

Year: 2021

Number of pages: 94

Number of figures: 27

Number of tables: 14

Number of appendix: 2

Number of appendix pages: 9

Number of references: 164

Mentor: prof. Lovrenc Lipej, PhD

Working mentor: Domen Trkov, PhD

UDC: 597.556.331.14(262.3)(043.2)

Keywords: Serranidae, combers, painted comber, *Serranus scriba*, brown comber, *Serranus hepatus*, feeding ecology, Adriatic, non-destructive methods

Abstract:

The painted comber and the brown comber are fish of the family Serranidae, distributed throughout the Mediterranean sea. Both species are common members of fish assemblages in the Adriatic sea. The aim of this master thesis was to study the feeding habits of the painted and brown combers in the Slovenian sea and to determine their role in the food web of the Gulf of Trieste. Results showed that both species are demersal predators of benthic invertebrates, among which they preyed mainly on crustaceans. Decapods represented the main prey category of painted combers, while brown combers showed preference for smaller prey such as mysids and amphipods. We calculated trophic level of  $3,43 \pm 0,53$  for the painted comber and  $3,35 \pm 0,52$  for the brown comber. They feed on a wide range of different prey. Calculated ITD values are 0,89 for the painted comber and 0,81 for the brown comber, which confirmed both species are opportunistic feeders. They are an important part of the Gulf of Trieste trophic web as they regulate densities of small epibenthic invertebrates.

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	1
1.1	Zobčasti ostriži ( <i>Serranidae</i> ) .....	1
1.2	Pisanica ( <i>Serranus scriba</i> ) .....	1
1.3	Volčič ( <i>Serranus hepatus</i> ).....	2
1.4	Prehranjevalna ekologija rib in neletalne metode vzorčenja.....	3
1.5	Pregled dosedanjih objav .....	5
1.5.1	Prehrana pisanice.....	5
1.5.2	Prehrana volčiča .....	7
1.6	Cilji magistrske naloge.....	7
2	MATERIALI IN METODE .....	8
2.1	Opis obravnavanega območja .....	8
2.1.1	Tržaški zaliv .....	8
2.1.2	Slovensko morje.....	8
2.2	Materiali .....	10
2.3	Metode zbiranja podatkov .....	10
2.3.1	Terensko delo .....	10
2.3.2	Laboratorijsko delo .....	11
2.3.3	Analiza podatkov.....	12
3	REZULTATI.....	14
3.1	Lokacije vzorčenja .....	14
3.2	Gostote pisanic .....	15
3.3	Biometrični podatki o pisanici in volčiču .....	16
3.4	Prehranjevalne navade pisanice .....	20
3.4.2	Primerjava po prehrane po velikosti oz. starostnih skupinah.....	24
3.4.3	Primerjava po lokalitetah .....	26
3.5	Prehranjevalne navade volčiča .....	27
3.5.1	Numerični indeks (%PN) in frekvenca pojavljanja (%PF) .....	27
3.5.2	Primerjava po starostih (velikostnih skupinah).....	29
3.6	PRIMERJAVA PREHRANE OBEH VRST.....	31
4	DISKUSIJA.....	34
4.1	Prednosti in slabosti izbranih metod .....	34
4.1.1	Pridobivanje vzorcev in nedestruktivna metoda analize prehrane .....	34
4.1.2	Analiza vzorcev v laboratoriju in izračuni deležev plena v prehrani .....	36
4.2	Prehranjevalne navade pisanice in volčiča.....	39
4.2.1	Prehranjevalne navade pisanice v slovenskem morju .....	39
4.2.2	Prehranjevalne navade volčiča v slovenskem morju.....	42

4.3 Primerjava z drugimi raziskavami .....	44
4.3.1 Pisanica .....	44
4.3.2 Volčič .....	47
4.3.3 Trofični nivoji pisanice in volčiča .....	49
4.4. Vloga pisanice in volčiča v prehranjevalnem spletu Tržaškega zaliva .....	53
4.5 Naravovarstvene implikacije .....	54
5 ZAKLJUČEK .....	56
6 LITERATURA IN VIRI.....	57

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razdelitev plena v kategorije glede na numerični indeks (%PN) in frekvenco pojavljanja (%PF) (Hureau 1970) .....	13
Preglednica 2: Gostote pisanic na treh vzorčevanih lokacijah .....	15
Preglednica 3: Povprečne, minimalne in maksimalne velikosti (TL, FL, SL) in teže pisanice in volčiča .....	16
Preglednica 4: Telesne dolžine (TL) in starostni razredi pisanic in volčičev .....	16
Preglednica 5: Numerični indeksi in frekvence pojavljanja posameznih taksonomskih enot plena pri pisanici .....	21
Preglednica 6: Deleži plena v prehrani volčiča; frekvenca pojavljanja (%PF) in abundanca (%PN).....	28
Preglednica 7: Prehrana volčiča po starostnih skupinah (%PN) .....	30
Preglednica 8: Primerjava plena pri pisanici in volčiču .....	32
Preglednica 9: Indeksi in trofični nivoji pisanice in volčiča .....	32
Preglednica 10: Trofični nivoji različnih starostnih skupin pisanice in volčiča .....	33
Preglednica 11: Primerjava deležev plena (%PN) v prehrani pisanice med različnimi študijami .....	45
Preglednica 12: Primerjava prehrane volčiča v slovenskem morju z drugimi študijami ....	48
Preglednica 13: Trofični nivoji pisanice v Sredozemlju .....	51
Preglednica 14: Trofični nivoji volčiča v Sredozemlju.....	52



## KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

Slika 1: Lokacije vzorčenja pisanic, na zemljevidu označene z rdečimi točkami.....	15
Slika 2: Porazdelitev starostnih skupin pri pisanici.....	17
Slika 3: Porazdelitev pisanic glede na dolžino telesa (TL). Številke pod x osjo predstavljajo meje posameznega velikostnega razreda. ....	17
Slika 4: Porazdelitev starostnih skupin pri volčiču .....	18
Slika 5: Porazdelitev volčičev glede na dolžino (TL). Številke pod x osjo predstavljajo meje posameznega velikostnega razreda.....	18
Slika 6: Razmerje med velikostjo (TL) in težo pri volčiču .....	19
Slika 7: Razmerje med velikostjo (TL) in težo pri pisanici.....	19
Slika 8: Primerjava razmerij med dolžino (TL) in težo (W) pri obeh vrstah .....	20
Slika 9: Deleži rib v prehrani pisanice.....	23
Slika 10: Deleži plena v prehrani pisanice (višje taksonomske skupine).....	24
Slika 11: Primerjava deležev plena (%PN) v prehrani 4 starostnih skupin (višje taksonomske skupine) .....	25
Slika 12: Primerjava deležev plena (%PN) v prehrani pisanic (nižje taksonomske enote) .....	25
Slika 13: Primerjava deležev plena (%PN) v prehrani pisanice glede na lokacijo.....	26
Slika 14: Starostni razredi pisanice po lokacijah.....	27
Slika 15: Deleži plena v prehrani (višji taksoni) .....	29
Slika 16: Deleži plena v prehrani podrobno .....	29
Slika 17: Prehrana volčiča (%PN) po starostnih skupinah .....	30
Slika 18: Prehrana volčiča (%PN) po starostnih skupinah podrobno.....	30
Slika 19: Pisanica (levo) in terensko delo pred MBP (desno).....	34
Slika 20: Pisanica na kamnitem dnu v Fiesi .....	35
Slika 21: Merjenje pisanice (levo) in pisanica v vedru (desno) .....	36
Slika 22: Primeri najdenih ostankov plena v prehrani pisanice; A - del rakovice, B - klešče rakov deseteronožcev, C - glava mnogoščetinca, D - cel primerek <i>Tanais dulongii</i> .....	37
Slika 23: Deli plena v prehrani pisanice; A - posamezni deli brezrepca <i>Pisidia</i> sp., B - karapaks in klešče <i>Pisidia</i> sp., C - cela mokrica iz družine Sphaeromatidae, D – jajčeca..	39
Slika 24: Otoliti in neprebavljen <i>Gobius</i> sp. najdeni v iztrebkih pisanice; A - otolit <i>Gobius cruentatus</i> , B - <i>Gobius</i> sp., C - otolit <i>Atherina hepsetus</i> , D - <i>Gobius fallax</i> .....	40
Slika 25: Volčič, ki je ravnokar uplenil raka <i>Alpheus</i> sp. ....	42
Slika 26: Plen v želodcih volčiča; A – ostanki postranice, B - otolit, C - kozica, D - <i>Alpheus</i> sp.....	43
Slika 27: Primerjava prehrane pisanice (%PN) glede na letni čas .....	51

## **KAZALO PRILOG**

PRILOGA A Podatki o vseh pisanicah, uporabljenih v raziskavi

PRILOGA B Podatki o vseh volčičih, uporabljenih v raziskavi

## SEZNAM KRATIC

MBP – Morska biološka postaja

NIB – Nacionalni inštitut za biologijo

TL – celotna dolžina telesa ribe

SD – standardna dolžina telesa

FL – dolžina telesa do zajede repne plavuti

HL – dolžina glave do škržnega poklopca

BH – višina telesa

## ZAHVALA

Najprej bi se želela najlepše zahvaliti svojemu mentorju, prof. dr. Lovrencu Lipeju, ki je v meni prepoznal veliko zanimanje za ihtiologijo in mi omogočil izdelavo magistrskega dela na tem področju. Zahvaljujem se za predano znanje, nasvete in vzpodbudo pri delu, ter za priložnost raziskovalnega dela na Morski biološki postaji.

Prav tako se najlepše zahvaljujem delovnemu somentorju, dr. Domnu Trkovu, ki mi je bil tekom celotne izdelave magistrskega dela vedno na voljo in z menoj brez zadržkov delil svoje znanje in nasvete. Zahvaljujem se mu za pomoč pri terenskem delu, in nasploh pri izvedbi celotnega praktičnega dela.

Zelo lepo se zahvaljujem tudi dr. Martini Orlando Bonaca za pomoč pri terenskem delu, pa tudi za močno podporo in motivacijo pri izdelavi magistrskega dela.

Najlepše se zahvaljujem dr. Valentini Pitacco za statistično analizo in pomoč pri interpretaciji rezultatov ter vzpodbudo med izdelavo magistrskega dela.

Za neomajno podporo in prijetno delovno vzdušje se zahvaljujem tudi ostalim sodelavcem MBP, še posebej Petri Slavinec, Jeni Jamšek, Ani Fortič, dr. Mateji Grego, Živi Muhič, Leonu Lojzetu Zamuda in tudi vsem ostalim, ki tu niso poimensko navedeni.

Za pomoč pri terenskem delu se najlepše zahvaljujem svojim prijateljem in sošolcem, še posebej Luki Preložniku, Juretu Zamanu, Gaji Jenko, Urški Bizjak, Marjanci Tomažič in Mojci Pungerčar.

Za pomoč pri merjenju in tehtanju rib se zahvaljujem Romini Bonaca.

Zahvaljujem se svojim najbližjim za vso moralno podporo, še posebej staršem, ki so me vedno podpirali in mi nudili vse, kar bi lahko koristilo moji karieri, ter moji partnerki Doroteji Erhatic za razumevanje, vzpodbudo in motivacijo pri pisanju magistrskega dela ter za vso pomoč pri terenskem delu.

## 1 UVOD

### 1.1 Zobčasti ostriži (*Serranidae*)

Družina zobčastih ostrižev (*Serranidae*) vključuje 538 vrst rib iz tropskih morij in morij zmernega pasu, ki jih delimo v 3 poddružine – *Serraninae*, *Anthiinae* (kirnjice) in *Epinephelinae* (kirnje) – in 75 rodov (Nelson 2006). Za predstavnike iz družine *Serranidae* je značilen škržni poklopec s tremi trni, ktenoidne (pri nekaterih vrstah cikloidne) luske, pobočnica brez prekinitiv, ki se konča pred začetkom repne plavuti, neprekinjena hrbtna plavut s 7–13 trdnimi plavutnicami (večinoma 10 ali manj), zaobljena repna plavut in izpostavljen konec spodnje čeljustnice (maksile). Največji predstavniki zrastejo do 3 metrov in tehtajo do 400 kg, vendar pa je večina predstavnikov navadno manjših od 30 cm (Heemstra in sod. 2004).

Za vrste iz družine *Serranidae* je značilen pester nabor razmnoževalnih strategij, od gonohorizma, simultanega hermafroditizma in različnih oblik protoginije (Sadovy in Domeier 2005).

Simultani funkcionalni hermafroditizem je oblika hermafroditizma, pri kateri ima osebek hkrati zrelo testikularno in ovarijsko tkivo in se lahko istočasno ali v kratkem časovnem obdobju razmnožuje kot samec in kot samica (Sadovy in Suharti 2008). To je pogosto za vrste iz rodu *Serranus*, katerega predstavnika sta tudi pri nas živeča *Serranus scriba* (Linnaeus 1758) in *Serranus hepatus* (Linnaeus 1758).

### 1.2 Pisanica (*Serranus scriba*)

Pirka ali pisanica, (*Serranus scriba*) je subtropska vrsta, razširjena po celotnem Sredozemlju, Črnem morju (Bauchot 1987) in vzhodnem Atlantiku, od Biskajskega zaliva do Mavretanije (Maigret in sod. 1986), vključno s Kanarskimi otoki, Azori in Madeiro. Vrsta je komercialno zanimiva v vzhodnem centralnem Atlantiku, Črnem morju in Sredozemlju. Na Kanarskih otokih je zaradi majhnih otoških populacij in negativnega vpliva ribištva uvrščena na seznam ogroženih vrst (Bonnet in Rodriguez 1992). Glavne grožnje ji predstavlja ribolov, ki ga izvaja majhno priobalno ribištvo s kočarjenjem in parangali, pa tudi rekreativno lovljenje na trnek (Heemstra in Anderson 2013). V Sloveniji vrsta nima komercialne vrednosti.

Pisanica se pojavlja ob kontinentalnih policah na globini od 0,5 do 150 m, navadno se zadržuje na globini do 30 m. V Sredozemlju je pogosta (Moreno-Lopes in sod. 2002).

Naseljuje pridnene habitate na kamnitem, peščeno-muljastem dnu in na dnu, ki ga preraščajo alge ali morske cvetnice (najpogosteje morski travi *Posidonia oceanica* ali *Cymodocea nodosa*) (Maigret in sod. 1986, Bauchot 1987).

Za pisanico je značilno, da se stalno zadržuje v bližini večjih rogov ali votlin med skalami, kamor se ob nevarnosti skrije. Takšno vedenje je značilno za nepravne kriptobentoške vrste (Lipej in sod. 2016). Navadno ne preseže velikosti 200 mm, največji do sedaj ujet primerek je meril 323 mm in tehtal 456,7 g (Zorica in sod. 2010). Pisanica ima počasno rast in je dolgoživa vrsta (Tuset in sod. 2005). Za vrsto je značilna sočasna prisotnost ovarijskega in testikularnega tkiva v isti gonadi, saj gre za funkcionalnega simultanelega hermafrodita. Ovariji in testisi so prisotni in zreli hkrati ter skupaj tvorijo ovotestis. Osebkni spolno dozori, ko dosežejo velikost približno 17 cm (Tuset in sod. 2005). Pisanica se drsti v parih in lahko v obdobju drstitvene sezone večkrat izmenja vlogo samca in samice. Partnerja načeloma menjata spolne vloge z vsakim drstom; izmenjaje odlagata jajčeca in jih oplojuje (Fischer 1980). Oploditev je zunanja; ko en primerek odlaga jajčeca, jih drugi oplojuje in obratno. Partnerja navadno ostaneta skupaj skozi vso drstitveno sezono. Drst poteka od januarja do septembra z viškom v juniju (Tuset in sod. 2005). Razmnoževalni uspeh samca je odvisen od njegove zmožnosti, da se razmnožuje kot samica.

Pisanica je plenilec, ki pleni manjše nekto-bentoške in kriptobentoške vrste rib, najbolj priljubljen plen pa so raki deseteronožci (Decapoda) (Thiriet in sod. 2014, Ates in sod. 2016).

### 1.3 Volčič (*Serranus hepatus*)

Volčič je ena izmed najpogostejših vrst obrežnih rib v Jadranskem morju. Pojavlja se v celotnem Sredozemlju in ob obalah vzhodnega Atlantika od Portugalske do Kanarskih otokov in Senegala (Tortonese in sod. 1986, Bilecenoglu in sod. 2002). V nasprotju s pisanico *S. hepatus* ne poseljuje Črnega morja. Volčič prebiva v morskih travnikih pozejdonke (*Posidonia oceanica*) in drugih habitatih s peščenim in muljastim dnom v globinskem razponu od 5 do 200 metrov (Smith 1981). Hrani se pretežno z raki deseteronožci (Labropoulou in sod. 1998).

Na ostanke volčiča so naleteli v želodcih nekaterih komercialno zanimivih vrst rib, kot so oslič (*Merluccius merluccius*), kirnja (*Epinephelus marginatus*) in tabinja (*Phycis phycis*) (Dulčić in sod. 2007), predstavlja pa tudi pomemben plen sredozemskega vranjeka (*Phalacrocorax aristotelis desmaresti*) v severnem Jadranu (Cosolo in sod. 2011, Lipej in sod. 2016).

O biologiji in ekologiji volčiča ni veliko razpoložljivih podatkov. Tisti iz Sredozemlja kažejo, da doseže dolžino med 10 in 12 cm, izjemoma do 15 cm (Tortonese in sod. 1986). Najmanjša do sedaj zabeležena velikost je bila 2,4 cm, največja pa 18,9 cm. Na hitrost rasti

lahko vplivajo geografska lokacija in dejavniki, kot so temperatura, količina organskih snovi, kakovost razpoložljive hrane, čas ulova, polnost želodca ob ulovu, prisotnost zajedavcev (Bagenal in Tesch 1978) ter parametri vode, v kateri riba živi (Wotton 1992). Velikostna in starostna sestava se med populacijami v Sredozemlju razlikuje. Vrsta je razmeroma dolgoživa, čeprav podatki za srednji Jadran kažejo, da najstarejši osebki dosežejo sedem let (Dulčić in sod. 2007), v Tuniziji štiri leta (Bouain in Siau 1983), do pet let pa v Turčiji (Bilecenoglu 2009) in na kretske kontinentalni polici (Labropoulou in sod. 1998). Do razlik v starostni razporeditvi populacij lahko pride zaradi uporabe različnih ribolovnih orodij in drugačnega ribolovnega napora, različnih prehranjevalnih navadah in ekoloških značilnosti območja (Nikolsky 1980).

Volčič je simultani funkcionalni hermafrodit, pri katerem najprej pride do diferenciacije ovarijskega tkiva. Osebek torej prične življenje kot samica in šele nato postane hermafrodit. Ovariji in testisi so združeni v ovotestis. Testikularno tkivo se razvije 2–3 mesece po razvoju ovarijskega tkiva (Brusle 1983). Hitrejši razvoj ovarijev v primerjavi z razvojem testisov je značilen tudi za gonohoristične ribe, torej je spolni razvoj hitrejši pri samicah kot pri samcih (Ashby 1957, Nakamura in Takashi 1973). Spolna diferenciacija se pri volčiču začne pri osebkih, velikih najmanj 2 cm, kar sovпада s približno 2 mesecema starosti. Pri proučevanju razmnoževanja volčiča v Egejskem morju so Soykan in sod. (2013) ugotovili, da spolna zrelost nastopi pri starosti 3 let, ko osebki merijo vsaj 7,76 cm. Drst tam poteka med majem in oktobrom, za Jadran pa točni podatki niso znani.

Kljub temu, da je volčič v Sredozemlju pogost, so v Turčiji zaradi naključnega ulova, izgube habitata in onesnaževanja gostote populacij že drastično upadle (Fricke in sod. 2007). Pri takšnih upadih številčnosti populacije je za njeno ohranitev zelo pomembno poznavanje biologije in ekologije vrste.

#### **1.4 Prehranjevalna ekologija rib in neletalne metode vzorčenja**

Ribe so izredno raznolika skupina vretenčarjev, saj predstavljajo več kot polovico vseh vrst. Poznamo približno 32.000 različnih vrst, ki se hranijo na vseh trofičnih nivojih, od herbivorov do terciarnih plenilcev in mrhovinarjev (Gerking 1994, Wootton 1998). Nekatere vrste so specialisti, na primer ribe, ki so specializirane za prehranjevanje z luskami in plavutmi, druge pa se hranijo s širokim naborom hrane in jim pravimo generalisti (Nelson 2006, Winemiller in sod. 2008). Prehranjevanje je pri ribah povezano z zunanjo in notranjo morfologijo, kot je oblika telesa, oblika in postavitev ust, oblika in namestitvev zob, plavuti, dolžina prebavil in škržnih lokov (Ferry in Cailliet 1996, Wootton 1998).

Raziskave prehranjevalnih navad v ihtiologiji pogosto temeljijo na pregledu vsebine želodca (Hynes 1950, Hyslop 1980, Cortes 1997), v novejšem času pa pogosto tudi na analizi

stabilnih izotopov. Študije, pri kateri se uporablja metoda izolacije želodca, pogosto terjajo veliko število žrtvovanih primerkov, zato je uporaba te metode vprašljiva, kadar gre za raziskovanje ogroženih in redkih vrst rib, vrst z nizko gostoto populacij in za raziskave na zaščitenih območjih (Baker in Fraser 1976, Crossman in Hamilton 1978, Light in sod. 1983, Haley 1998). Izven zaščitenih območij je neletalne metode smiselno uporabljati vedno, kadar usmrtitev osebkov za raziskavo ni nujna in ko uporaba letalnih metod ne daje bistveno boljših rezultatov. Letalne metode lahko opazno spremenijo populacijsko strukturo rib v nekaterih območjih (Light in sod. 1983, Hartleb in Moring 1995). Zato se za študije prehranjevalnih navad v zadnjem času uporabljajo tudi številne druge metodologije.

V zadnjih sedemdesetih letih so bile razvite številne nove metode za analizo prehrane rib, vključno z neletalnimi metodami ekstrakcije vsebine želodca (npr. Quist in sod. 2002, Waters in sod. 2004), analizo stabilnih izotopov (npr. Graham 2007, Fanelli in sod. 2009, Wells in Rooker 2009), neposrednimi opazovanji (npr. Lukoschek in McCormick 2001, Morton in sod. 2008, Cole 2010) in analizo maščobnih kislin (npr. Logan in sod. 2000, Young in sod. 2010).

Vsaka metoda ima svoje prednosti in pomanjkljivosti in večinoma posamezna metoda ni primerna za vse vrste rib; pogosto sta omejevalna faktorja velikost ribe in oblika prebavnega trakta. Ne glede na uporabljeno metodo, ki mora biti izbrana glede na cilje in omejitve raziskave, pa morajo rezultati kazati relativno pomembnost zaužitega plena (Braga in Bornatowski 2012). Kamler in Pope (2001) sta neletalne metode ekstrakcije vsebine želodca, ki zajemajo uporabo gastroskopa, steklenih ali akrilnih cevi, črpanje želodčne vsebine, spiranje želodca in uporabo emetikov oz. bljuval (sredstev, ki povzročajo bruhanje), primerjala po učinkovitosti in ugotavljala prednosti in slabosti vsake metode. Ugotovila sta, da je najbolj učinkovita metoda spiranje želodca. Pri tem se uporablja več tehnik, za najbolj učinkovito za večino vrst pa se je izkazalo spiranje želodca z mehanskim pritiskom. Pri nekaterih, predvsem manjših vrstah rib, se je ta metoda sicer izkazala za neprimerno, saj z njo raziskovalcem ni uspelo izločiti vsebine želodca. Kot navajata Hartleb in Moring (1995) je razlog za to najverjetneje oblika in velikost prebavil. V svoji študiji sta pri uporabi metode mehanskega spiranja na najmanjši obravnavani vrsti (*Notemigonus crysoleucas*) zabeležila 60-% smrtnost.

Danes je za raziskovanje prehrane rib na voljo tudi alternativna metoda, pri kateri ostanke plena izoliramo iz iztrebkov (Trkov in Lipej 2019). Prednost te metode je krajši čas rokovanja z ribo in manj invaziven proces odvzema vzorca, kar pomeni manj stresa za žival. Gre za nedestruktivno metodo, pri kateri primerke po ujetju takoj prenesemo v ločene posode s prezračevalnikom. Pomembno je, da vsako ribo namestimo v svojo posodo. V posodah ribe pustimo toliko časa, da prebavijo in izločijo ves zaužit plen, nato pa iztrebke pobereмо in fiksiramo v 70-% etanolu.



Za pikaste prisesnike (*Lepadogaster lepadogaster*) sta Trkov in Lipej (2019) ugotovila, da je dovolj, če jih v posodi pustita 24 ur, saj gre za vrsto s hitro prebavo, ki v tem času izloči celotno vsebino prebavil. Iztrebke sta previdno prenesla iz posod z ribami v 70-% alkohol, jih pregledala pod stereomikroskopom ter iz njih izolirala različne ostanke plena, jih preštela ter identificirala. Metodo sta nato testirala tudi tako, da sta velikemu prisesniku (*Lepadogaster candollei*) ponudila živ plen, ki ga pleni v naravi, in spremljala, ali je mogoče ves zaužit plen najti tudi v iztrebkih. Ves zaužit plen je bilo mogoče identificirati in prešteti tudi v iztrebkih, kar je potrdilo primernost metode za študijo prehrane teh rib. Metoda pobiranja iztrebkov takoj po defekaciji se je celo izkazala za bolj učinkovito od drugih neletalnih metod. Vsi osebk, uporabljeni v raziskavi, so preživeli, kar pomeni, da je metoda primerna tudi za študijo prehrane pri redkih in ogroženih vrstah ter pri ribjih združbah na zavarovanih območjih, kjer tradicionalne destruktivne metode vzorčenja niso primerne ali dovoljene.

Pisanica je zaradi svoje velikosti, razširjenosti in naseljevanja plitvejših, priobalnih delov morja primerna vrsta za uporabo te metode. Ujeti jo je možno tudi s potapljanjem na vdih, kar delo precej olajša, saj je za verodostojne podatke potrebno pregledati iztrebke kar največjega možnega števila osebkov.

## 1.5 Pregled dosedanjih objav

Prehranjevalne navade pisanice in volčiča so bile doslej objavljene le na podlagi destruktivnih metod vzorčenja. Največkrat so raziskovalci preiskali vsebino želodca, za kar je potrebno preiskovan osebek žrtvovati. Podrobnejše raziskave prehranjevalne ekologije pisanice in volčiča v Jadranskem morju do sedaj še niso bile izvedene, uporaba metode s pregledom iztrebkov pa je povsem nova in je bila do sedaj uporabljena le pri ribah prisesnicah (Trkov in Lipej, 2019).

### 1.5.1 Prehrana pisanice

Raziskave vsebine želodca so pokazale, da pisanica pleni predvsem gibljiv plen (Robins in Starck 1961). Pleni tako, da plen zasleduje s krajše razdalje, ko pa se mu dovolj približa, široko razpre iztegljiva usta in ga posea (Viladiu in sod. 1999). Viladiu in sodelavci (1999) so na pisanici in sorodnem kanjcu (*Serranus cabrilla*) raziskovali strategije hranjenja s sesanjem. Hranjenje obeh vrst so posneli in preračunali kinetiko gibov pri vsesavanju plena in dinamične parametre, kot so povečanje volumna in čas. S simulacijskim modelom hidrodinamike hranjenja so izračunali tudi hitrosti, pospeške in pritisk. Rezultati so pokazali, da so strategije hranjenja pri *S. scriba* in *S. cabrilla* različne. Kanjec preži na plen iz zasede in v trenutku močno razpre usta, medtem ko je pri pisanici odpiranje ust bolj postopno in ga

kombinira s plavanjem za plenom. To avtorji povezujejo s habitati, v katerih vrsti živita. Kanjec večino časa preživi na skalnatem dnu in se skriva med skalami in kamni, pisanica pa živi v bolj odprtih habitatih s pozejdonko ali v bližini kamnov. Te ekološke preference nudijo pisanici več prostora za lov na plen, kot ga ima sorodna vrsta v skalnatem okolju, kjer je gibanje bolj omejeno (Viladiu in sod. 1999)

V študiji na Kanarskih otokih so odkrili, da predstavljajo primarni plen v prehrani pisanice rakovice (*Brachyura*), raki brezrepki (*Anomura*) in kozice (*Caridea*), ribe kostnice pa predstavljajo sekundarni plen (Moreno-Lopes in sod. 2002). Študije prehrane so bile narejene tudi v Sredozemskem morju. Ugotovljeno je bilo, da se v Tirenskem morju mlajše pisanice v velikostnem razponu med 5 in 15 cm hranijo predvsem z manjšimi svetlečimi kozicami (*Euphasiidea*) in raki deseteronožci (*Decapoda*), starejše in večje ribe pa plenijo tudi ribe kostnice (*Teleostei*), svetleče kozice pa plenijo le občasno (Stergiou in Karpouzi 2002).

Deudero in sodelavci (2004) so raziskovali prehranjevalne navade pri pisanici in nekaterih drugih vrstah rib na treh lokacijah na Balearskih otokih. Uporabili so metodo stabilnih izotopov ogljika in dušika. Dušik se nahaja v dveh izotopnih oblikah  $^{14}\text{N}$  in  $^{15}\text{N}$ . Ko žival hrano zaužije, postane obogatena s težjim izotopom (Pinnegar in Polunin 1999). Izotopi dušika omogočajo določanje trofičnega nivoja (Zanden in sod. 1997). Analiza stabilnih izotopov je pokazala, da se količina  $\delta^{15}\text{N}$  pri pisanicah zvišuje sorazmerno glede na velikost telesa in da pisanica spada v skupino makrokarnivorov (Pinnegar in Polunin 1999). Večji osebkci torej plenijo večji delež rib in večjih deseteronožcev.

Na prehranjevalne navade vplivajo tudi dejavniki, kot sta habitat in velikost domačega okoliša. March in sodelavci (2010) so v morskem rezervatu Palma Bay v severozahodnem Sredozemskem morju raziskovali območja domovanja pisanice in spremljali njene dnevne premike z uporabo pasivne akustične telemetrije. Odkrili so, da imajo ribe dve različni vedenji; medtem ko so bile nekatere ribe močno navezane na območje, so se druge premikale v in izven območja opazovanja. Ugotovili so, da so domači okoliši pisanic veliki med 0,175 in 0,294 km<sup>2</sup> in da se vsak dan minimalno premaknejo. Ponoči pisanice mirujejo.

Guidetti in Cattaneo-Vietti (2002) sta raziskovala gostoto in velikost populacij *S. scriba* in *S. cabrilla* na kamnitih grebenih različnih geoloških podlag (graniti, karbonati) v Tirenskem morju ob severovzhodni Sardiniji. Odkrila sta, da je pisanica občutno pogostejša v habitatih z granitnimi kamni. Na taki podlagi so bili tudi pogostejše prisotni večji primerki vrste kot na karbonatnih podlagah. Za kanjca se je izkazalo ravno obratno.

### 1.5.2 Prehrana volčiča

V študiji prehrane volčiča na kretske kontinentalni polici (Labropoulou in sod. 1998) so s preiskavo vsebine želodca ugotovili, da se hrani pretežno z raki deseteronožci, sestava in velikost plena pa sta se razlikovali med različnimi starostnimi in velikostnimi razredi. Ugotovili so tudi, da ima volčič pomembno prehranjevalno vlogo kot makrofagni karnivorni predator. Nekaj študij prehrane volčičev je bilo narejenih v Egejskem morju. Bilecenoglu (2009) je z analizo vsebine želodca volčičev ugotovil, da je volčič karnivor, ki se hrani pretežno s pridnenimi kozicami, rakovicami in postranicami.

Yapici in sodelavci (2012) so prav tako pregledovali vsebine želodcev v Egejskem morju in ugotovili, da glavni del plena predstavljajo rakovice, kozice in ribe.

Tirasin in Ozgen (2016) sta pregledovala vsebino želodcev volčičev, ki so bili ujeti kot prilov v Izmirskem zalivu. Raziskava je pokazala, da predstavljajo prehrano volčiča predvsem pridneni raki, od tega so glavnino (65,38 %) tvorili dekapodni raki, sledile so roječe kozice (30,96 %) in postranice (1,66 %). Poleg rakov so v plenu zaznali tudi kačjerepe, mnogoščetince, ribe kostnice in mehkužce, vendar so ti predstavljali manjši del plena. Avtorja sta ugotovila, da se sestava plena ni spreminjala glede na sezono, se je pa spreminjala glede na velikost ribe. Večji volčiči so imeli v prehrani občutno več rib kostnic.

## 1.6 Cilji magistrske naloge

Poglavitni cilj študije je bil ugotoviti, kakšne so prehranjevalne navade pisanice in volčiča v slovenskem morju in kaj predstavlja njun glavni plen.

Ugotoviti smo želeli razlike v prehranjevalni niši med sorodnima vrstama pisanico in volčičem, določiti širino njune prehranjevalne niše in trofični nivo. Zanimala nas je vloga pisanice in volčiča v prehranjevalnem spletu Tržaškega zaliva.

Ugotoviti smo želeli razlike v prehrani med primerki različnih velikostnih skupin pri volčiču in pisanici. Predpostavljali smo, da se z ribami kostnicami hranijo le večji osebki.

Prehrano pisanice smo želeli preučiti s pomočjo nedestruktivne metode za analizo prehrane, ki temelji na preučevanju vsebine iztrebkov, in ugotoviti primernost in učinkovitost te metode.

Zanimalo nas je, kako se sestava plena pisanice razlikuje glede na lokacijo. Pisanice smo lovili na različnih lokacijah, kjer tip dna ustreza njihovim habitatnim preferencam.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Opis obravnavanega območja

#### 2.1.1 Tržaški zaliv

Tržaški zaliv predstavlja najsevernejši del Jadranskega morja in se razteza preko obale Italije, Slovenije in Hrvaške. Pokriva 551 km<sup>2</sup> površine (Radinja, 1990) in se na morski strani končuje v navidezni, 21 km dolgi liniji, ki povezuje Gradež (Grado) v Italiji in rt Savudrija na Hrvaškem. Na južni strani ga delno zapira polotok Istra. Prostornina vode v zalivu je 9,5 km<sup>3</sup> (Boicourt in Kuzmić 1999)

Tržaški zaliv je plitev, s povprečno globino le 18,7 m in maksimalno globino 37 m. Območje je znano po največjih amplitudah med plimo in oseko in najnižjimi zimskimi temperaturami (Boicourt in Kuzmić 1999). Pozimi se lahko temperatura vode spusti tudi do 6 °C, poleti pa se na površini segreje do 26 °C. Slanost na površini se giblje med 28 in 38,5, v pridnem sloju pa med 36,5 in 39. Povprečna slanost v Tržaškem zalivu znaša med 37 in 38 in je večja od slanosti oceanov (35; Bailey 1998, Bićanić 1998). Slanost se spreminja glede na dotok sladke vode in letni čas (Kolbezen 1998). Na temperaturo in slanost imajo velik vpliv izlivi rek. Povprečni letni rečni vodni tok s severozahodne obale je približno 150 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, z najvišjimi vrednostmi okoli 1000 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (Olivotti in sod. 1986, Naudin in sod. 1996). V obdobjih močnega deževja se reke okrepijo in tako povzročijo hiter padec slanosti v površinskem vodnem sloju (Malačič in sod. 1994). Med aprilom in septembrom v vodnem stolpcu pride do temperaturnega razslojevanja. Zaradi povišane temperature na površju pride spomladi do sezonske termokline (Boicourt in Kuzmić 1999).

#### 2.1.2 Slovensko morje

Slovensko morje leži v južnem delu Tržaškega zaliva. Sestavljata ga dva večja zaliva, Koprski in Piranski in dva manjša, Izolski in Strunjanski. V Koprski zaliv se izlivata reki Rižana in Badaševica, v Piranski potoka Fazan in Jernejski potok ter reki Drnica in Dragonja, v Strunjanski zaliv pa se izliva potok Roja. Te vode zaradi svojega hudourniškega značaja prinašajo v morje velike količine ilovnatega materiala in glinastih muljev (Ogrin, 2012).

Dno Tržaškega zaliva se ob slovenski obali hitro, neenakomerno spušča, podvodno pobočje pa je razčlenjeno s pregibi, strmimi stopnjami in abrazijskimi terasami, ki so nastale ob postopnem dvigu morske gladine v holocenu (Ogrin 2012). Najgloblja točka slovenskega morja se nahaja pri Piranski panti, kjer so izmerili globino 37,2 m. Povprečna globina je 18,7 m (Ogrin 2012).

V globinah med 20 in 25 m je dno ravno, sestavljeno iz mulja in drobnozrnatih sedimentov. Skalna osnova, večinoma flišna, sega do največ 100 m od obale. Posamezne kotanje, katerih

globina ne preseže 25 m, prekinjajo sicer ravno dno. V notranjosti Koprškega in Piranskega zaliva je sedimentno dno sestavljeno iz približno 60 % gline in mulja. Vsi glineni minerali izvirajo iz fliša v zaledju (Ogorelec in sod. 1991). V osrednjem, globljem delu slovenskega morja prevladuje peščeno dno, ki je povečini sestavljeno iz sipca biotskega izvora in ima visoko vsebnost karbonata (Ogorelec in sod. 1991).

Obala slovenskega morja meri 46,6 km (Rejec Brancelj 2003) in skupaj z morskim ozemljem predstavlja tretjino celotnega Tržaškega zaliva. Celotna slovenska obala, še posebej pa njeni nižji deli, je zaradi obalnega razvoja in urbanizacije že močno spremenjena s strani človeka. Kjer je še ohranjena naravna obala, je ta večinoma flišnata (Turk 1999). Danes je v naravnem stanju ohranjene le še petina obale (Turk 1999, Ogrin 2012).

Fitalni sistem obalnega morja lahko po Bellan-Santini in sod. (UNEP 1998) razdelimo v štiri tipične pasove:

Pršni pas ali supralitoral – v tem pasu vladajo ekstremne življenjske razmere, saj so organizmi izpostavljeni visokim temperaturam in niso nikoli potopljeni. Visoko vlago, ki jo potrebujejo za preživetje, zagotavlja pršenje, ki nastaja med lomljenjem valov. Ta pas naseljujejo predvsem lišaji in modrozeleni bakterije.

Bibavični pas ali mediolitoral – pas, ki ga omejujeta najvišja plima in najnižja oseka. Življenjske razmere v tem pasu se zaradi vpliva valov ves čas spreminjajo, organizmi pa so podvrženi periodičnemu izmenjavanju emerzije in imerzije (Lipej in sod. 2004). Poleg plimovanja na nivo vode vplivajo tudi vetrovi in zračni tlak.

Pravi obalni pas ali infralitoral – pravi potopljeni pas, ki sega do meje uspevanja morskih cvetnic in zelenih alg oz. tam, kjer je še prisoten 1 % vpadne svetlobe. Organizmi v tem pasu na kopnem ne morejo preživeti niti krajših obdobj. V slovenskem morju ta meja variira med 8 in 12 m globine. Najbolj značilna za ta pas je biocenoza fotofilnih alg; to so gosta rastišča alg, ki služijo kot skrivališča in pritrđišča za mnoge živali. V območjih s čisto vodo so pogosti gozdički alg iz rodu *Cystoseira* (Turk in sod. 2007).

Cirkalitoral – sega do globine, kjer še uspevajo avtotrofne večcelične alge, in kjer je vsaj še 0,01 % vpadne svetlobe.

## 2.2 Materiali

- palica za lovljenje,
- laks,
- trnek brez zalusti,
- vaba (rak samotarec),
- plastična vrečka,
- 125 µm sito za filtracijo morske vode,
- vedra s pokrovom,
- mokra potapljaška obleka,
- potapljaška maska,
- plavutke,
- prezračevalnik,
- digitalni meter,
- tehtnica
- 70-% alkohol,
- fiole za shranjevanje vzorcev,
- stereomikroskop Olympus SZx16,
- petrijevke,
- precizna pinceta,
- igla,
- škarje za seciranje

## 2.3 Metode zbiranja podatkov

### 2.3.1 Terensko delo

Med avgustom 2020 in junijem 2021 smo v slovenskem delu Tržaškega zaliva ujeli 150 primerkov pisanice. Lovili smo jih na osmih različnih lokacijah. Največ primerkov smo ujeli pred Morsko biološko postajo na Fornačah, kjer smo skupno ujeli 44 pisanic, od tega 22 v jesenskem obdobju med koncem septembra in oktobrom 2020 in 22 v spomladanskem obdobju, med koncem aprila in junijem 2021 (glej prilogo A).

Na Piranski panti smo ujeli 5 pisanic, na Rtu Ronek 11, v Žusterni 4, v Bernandinu 27, v Fiesi 28, pod Belvederjem v Izoli 13 in v Pacugu 18. Lokacije smo izbrali glede na tip dna, ki nudi pisanici najprimernejši habitat, to je kamnito-skalnato dno, ki lahko meji na območja algalne zarasti in morske travnike cimodoceje ali pozejdonke.

Ribe smo lovili s potapljanjem na vdih. Uporabljali smo trnek brez zalusti, na katerega smo nastavili vabo. Tekom terenskega dela smo testirali različne vabe, sprva smo za vabo uporabljali koščke lignja, polže iz rodu *Gibbula sp.* in kose sardonov, kasneje pa rake samotarce, za katere so pisanice pokazale največ zanimanja in so se izkazali za najboljšo vabo. Trnek smo navezali na laks v dolžini 3 metrov, tega pa na 1 meter dolgo leseno palico. Pisanice smo lovili tako, da smo plavali na površju in opazovali dogajanje pod vodno gladino. Ko smo zagledali primerek pisanice, smo trnek z vabo spustili na dno, približno 30 cm stran od ribe. Vabo smo počasi premikali po dnu in čakali, da začne pisanica oprezati za plenom, kar je nakazala s premiki oči, nagibanjem trupa, trzanjem hrbtna plavuti in sledenjem plenu. Ko se je plenu dovolj približala, smo ga prenehali premikati in počakali, da pisanica hlastne po njem. To se je navadno zgodilo v času ene minute. Ko riba zagradi plen, moramo počakati še nekaj sekund, da se ujame na trnek. Nato smo jo čim hitreje izvlekli nad vodno gladino ter sneli s trnka. Za preprečevanje poškodb je ključno, da se ribo karseda hitro sname s trnka, sicer lahko trnek pogoltne, kar povzroči notranje poškodbe in posledično smrt. Na enem potopu na vdih smo ujeli več pisanic in jih sproti spravljali v vedra s prefiltrirano morskovo vodo. Vsako ribo smo namestili v svoje vedro. Vodo smo prefiltrirali skozi 125 µm sito z namenom, da odstranimo morebitne nečistoče, ki bi lahko vplivale na rezultate.

Na Piranski panti, Rtu Ronek in v Pacugu smo z metodo paralelnih transektov popisali tudi gostote pisanic. Merilni trak (dolžine 50 m) smo položili na dno vzdolž danega habitata na globinskem razponu, na katerem smo izlavljali pisanice za preiskavo prehranjevalnih navad. Po preteku nekaj minut, ko so se ribe navadile na našo prisotnost (Labrosse in sod. 2002), smo pričeli s popisom pisanic vzdolž transektov. Prešteli smo vse primerke rib, ki se pojavljajo znotraj oddaljenosti do enega metra od merilnega traku.

### **2.3.2 Laboratorijsko delo**

Po končanem terenskem delu smo vedra z ribami čim hitreje prenesli v laboratorij na Morski biološki postaji. Vsako vedro smo označili z zaporedno številko ribe, da se vzorci ne bi zamešali. V vedro smo namestili prezračevalnik za dovod zraka. Namestili smo ga dovolj nad dnom vedra, da bi preprečili fragmentacijo iztrebkov zaradi izhajanja mehurčkov.

Ulovljene primerke rib smo natančno stehtali in izmerili na stotinko milimetra natančno. Izmerili smo celotno dolžino telesa (TL = total length), standardno dolžino telesa (SD = standard length), dolžino do zajede repne plavuti (FL = fork length), dolžino glave do škržnega poklopca (HL) in višino telesa (BH).

Vedra smo nato pokrili in pustili stati najmanj 24 ur. Po tem času ribe plen navadno prebavijo in izločijo iztrebke. Le-te smo sproti previdno odstranjevali z modificirano pipeto in jih shranjevali v 70-% etanolu. Iztrebke vsake ribe smo shranili v ločeni fioli in na njej označili zaporedno številko ribe. Nekateri iztrebki so se v vedru razdrobili, zato smo na koncu vodo

v vsakem vedru prefiltrirali skozi 125  $\mu\text{m}$  sito, da bi zajeli morebitne preostale dele plena. Po 24 urah smo ribe izpustili nazaj v morje.

Vsebino iztrebkov smo nato pregledovali pod stereomikroskopom Olympus SZx16 z Olympus DP74 kamero. Vsak iztrebek obdaja zunanja periotična membrana, notranji del iztrebka pa vsebuje nerazgrajene dele plena. Vsakemu iztrebku smo zato najprej previdno odstranili periotično membrano in pregledali vsebino. Nerazgrajene dele plena smo identificirali do najnižjega možnega taksona in določili najnižje možno število vsakega plena v vzorcu. Kadar smo denimo našli par klešč ali karapaks rakovice iz rodu *Pisidia*, smo domnevali, da je riba ulovila in prebavila 1 primerek rakovice iz tega rodu. Plen smo določevali s pomočjo določevalnih ključev za morsko favno Sredozemskega morja in severozahodne Evrope ( Riedl 1991, Falciai in Minervini 1992, Hayward in Ryland 2017) Vsako vrsto plena smo pod lupo izmerili in fotografirali. S pomočjo Atlasa otolitov za zahodno Sredozemlje (Tuset in sod. 2008) in spletne baze AFORO smo identificirali, kateri vrsti ribe pripadajo najdeni otoliti.

Pri volčičih nismo pregledovali iztrebkov, temveč smo se odločili za analizo vsebine želodca. Od ribičev smo dobili 65 mrtvih primerkov, ki so predstavljali prilov pri komercialnem kočarjenju. Vse primerke smo natančno izmerili in stehali, tako kot je zgoraj opisano za pisanice, nato pa smo jih secirali in izolirali želodec. Volčiče smo glede na velikost razdelili v starostne razrede, kot jih razvrščajo Yapici in sod. (2012), Bilenoceglu (2009) ter Dulčić in sod. (2007).

Izolirane želodce smo shranili v 70-% etanolu in jih pregledali pod stereomikroskopom Olympus SZx16. Plen, najden v želodcih, smo prešteli, določili najmanjše možno število posameznega plena, plen identificirali, cel, nerazgrajen plen pa tudi izmerili in fotografirali.

### 2.3.3 Analiza podatkov

Podatke smo večinoma obdelali in analizirali v programu Microsoft Excel.

Izračunali smo frekvenco pojavljanja (%PF; Hynes 1950):

$$\%PF = ns/NS$$

kjer *ns* predstavlja št. želodcev ali iztrebkov s plenom *s* in *NS* število vseh želodcev/iztrebkov.

Izračunali smo numerični indeks (%PN; Macdonald in Green 1983):

$$\%PN = ni/NI * 100$$

kjer *ni* predstavlja skupno št. plena, ki pripada *i* taksonu, *NI* pa skupno št. vsega plena v vseh taksonomskih enotah.



Plen smo razdelili v kategorije glavni plen, sekundarni plen, komplementarni plen in naključni plen, kot jih navaja Hureau (1970):

**Preglednica 1:** Razdelitev plena v kategorije glede na numerični indeks (%PN ) in frekvenco pojavljanja (%PF) (Hureau 1970)

%PN	%PF	Kategorija plena
> 50	> 30	Glavni preferenčni plen
	< 30	Glavni občasni plen
10 < %PN < 50	>10	Sekundarni pogosti plen
	<10	Sekundarni dodatni plen
1 < %PN < 10	> 10	Komplementarni plen 1. reda
	< 10	Komplementarni plen 2. reda
< 1		Naključni plen

Raznolikost plena v prehrani smo izrazili z indeksom trofične diverzitete (ITD), ki je modificiran Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ; Shannon in Weaver 1963):

$$ITD = 1 - H'$$

Vrednost ITD se lahko giblje med 0 in 1, kjer 0 pomeni, da raznolikosti ni, 1 pa pomeni največjo raznolikost.

Za ugotavljanje trofičnih nivojev pisanice in volčiča je bila vrednost TROPH izračunana za obe vrsti. Trofični nivo organizma nam pove, kakšen položaj organizem zaseda v prehranjevalnem spletu. Višja kot je vrednost trofičnega nivoja, višje v prehranjevalnem spletu se organizem nahaja. Trofični nivo (Pauly in Froese 2000, Pauly in sod. 2000) smo izračunali kot:

$$TROPH_i = 1 + \sum DC_{ij} * TROPH_j$$

kjer  $DC_{ij}$  predstavlja delež plena  $j$  v prehrani vrste  $i$ ,  $TROPH_j$  pa predstavlja delni trofični nivo plena  $j$ . Program TrophLab, samostojen Microsoftov dostop za ocenjevanje trofičnih nivojev, je bil naložen s spletne strani [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (Pauly in Froese 2000) in uporabljen za računanje TROPH indeksa raziskovanih vrst.

Za primerjavo prehrane obeh vrst smo uporabili Bray-Curtisov indeks različnosti, ki nam podaja informacijo o prekrivanju ekološke in prehranjevalne niše (Bray in Curtis 1957, Ricotta in Podani 2017). Bray-Curtisov indeks za volčiča in pisanico smo izračunali v programu R s statistično analizo SIMPER. Vrednost Bray-Curtisovega indeksa 0 pomeni, da ni razlik v prehrani (prisotni isti taksoni), torej je prekrivanje niše popolno, če pa je vrednost Bray-Curtisovega indeksa 1, pomeni, da se prehrana med vrstama precej razlikuje in se njuni niši ne prekrivata.

Da bi pokazali pomembnost vsakega taksona v prehrani obeh vrst, smo uporabili SIMPER funkcijo v programskem okolju R (Clarke 1993):

$$d[ijk] = \text{abs}(x[ij]-x[ik])/\text{sum}(x[ij]+x[ik])$$

kjer  $x$  predstavlja abundanco taksona plena  $i$  v vzorcih  $j$  in  $k$ . Indeks je vsota posameznih doprinosov vseh taksonov plena vrste  $S$ :

$$d[jk] = \text{sum}(i=1..S) d[ijk]$$

SIMPER funkcija izvede primerjavo skupin plena po parih in vrne povprečne doprinose vsakega taksona k celotnemu Bray-Curtisovemu indeksu različnosti (<https://www.rdocumentation.org/packages/vegan/versions/2.4-2/topics/SIMPER>; dostop 23 julij 2021).

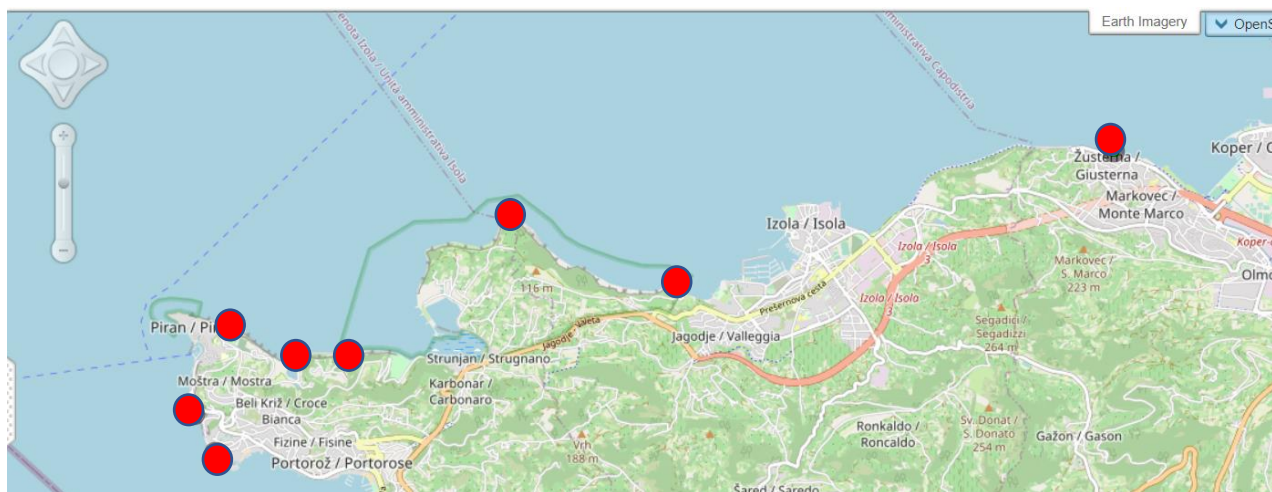
Spearmanova korelacija je bila izvedena v programu R (R 4.0.2 software package; R Development Core Team 2008), multivariatna statistika pa je bila izvedena s PRIMER v7 + PERMANOVA software paketom (Clarke in Gorley 2006, Anderson in sod. 2008). Za ugotavljanje statistične značilnosti trenda je bila izbrana  $p$  vrednost  $< 0,05$ .

## 3 REZULTATI

### 3.1 Lokacije vzorčenja

Pisanice so bile ulovljene na skupno 8 lokacijah med Žusterno in Bernandinom. Točna lokacija ulova volčičev ni znana. Ujeti so bili z vlečno mrežo, plovilo pa je plulo po odprtih vodah vsaj 1,5 milj od obale. Plovilo je plulo s hitrostjo 5,5–7,5 km/h od Kopra v smeri italijanske boje. Volčiči so bili ujeti na globini 20–25 metrov. Največ pisanic je bilo ujetih pred MBP na Fornačah in v Fiesi. Dno na lokaciji v Fiesi in pred MBP je kamnito-skalnato, s prevladujočim večjim kamenjem in posameznimi skalami. Takšno dno nudi pisanicam mnogo skrivališč in obilo plena. Pisanice so bile najpogostejše na globini med 1 in 5 m, saj

v večjih globinah dno prehaja v muljasto-sedimentno, kar bolj ustreza volčiču, pisanici pa nudi premalo skrivališč.



Slika 1: Lokacije vzorčenja pisanic, na zemljevidu označene z rdečimi točkami

### 3.2 Gostote pisanic

Preglednica 2 prikazuje gostote pisanic na različnih globinah v Piranu, na Rtu Ronek in v Pacugu. Gostota pisanic je bila med 6 in 12 primerkov na 100 m<sup>2</sup>. Najvišje gostote pisanic smo opazili na Rtu Ronek, kjer smo na globini 1,5 metra opazili 11 do 12 primerkov rib na 100 m<sup>2</sup>.

Preglednica 2: Gostote pisanic na treh vzorčenih lokacijah

n	lokacija	Datum	metoda	dolžina	globina	gostota
				(m)	(m)	(n/100m <sup>2</sup> )
1	POD ŠTADIONOM (Piran)	20. 5. 2021	PT	50	1,5	6–8
2	POD ŠTADIONOM (Piran)	20. 5. 2021	PT	50	3,0–3,5	7–9
3	rt RONEK (KPS)	25. 5. 2021	PT	50	1,5	11–12
4	rt RONEK (KPS)	25. 5. 2021	PT	50	3,8	9–11
5	PACUG	23. 6. 2021	PT	50	3,5	6–7
6	PACUG	23. 6. 2021	PT	50	1,5	6–8

### 3.3 Biometrični podatki o pisanici in volčiču

Dolžine celotnega telesa (TL) izmerjenih pisanic se gibajo med 108,30 mm in 216,98 mm, dolžina do repne zajede je med 107,40 in 213,62 mm, povprečna standardna dolžina pa je 117,23 mm. Povprečna dolžina pisanice (TL) znaša 140,38 mm. Teže pisanic so se gibale med 17,00 g in 163,80 g, povprečna teža pa je znašala 42,68 g.

**Preglednica 3:** Povprečne, minimalne in maksimalne velikosti (TL, FL, SL) in teže pisanice in volčiča

	<i>Serranus scriba</i>			<i>Serranus hepatus</i>		
Število primerkov	150			65		
	TL	FL	SL	TL	FL	SL
Povprečna velikost (mm)	140,38	137,31	117,23	90,33	86,89	74,83
Največja velikost (mm)	216,98	213,62	180,02	105,40	102,15	88,3
Najmanjša velikost (mm)	108,30	107,40	68,88	65,70	26,36	62,76
Povprečna teža (g)	42,68			14,08		
Najmanjša teža (g)	17,00			8,02		
Največja teža (g)	163,80			22,78		

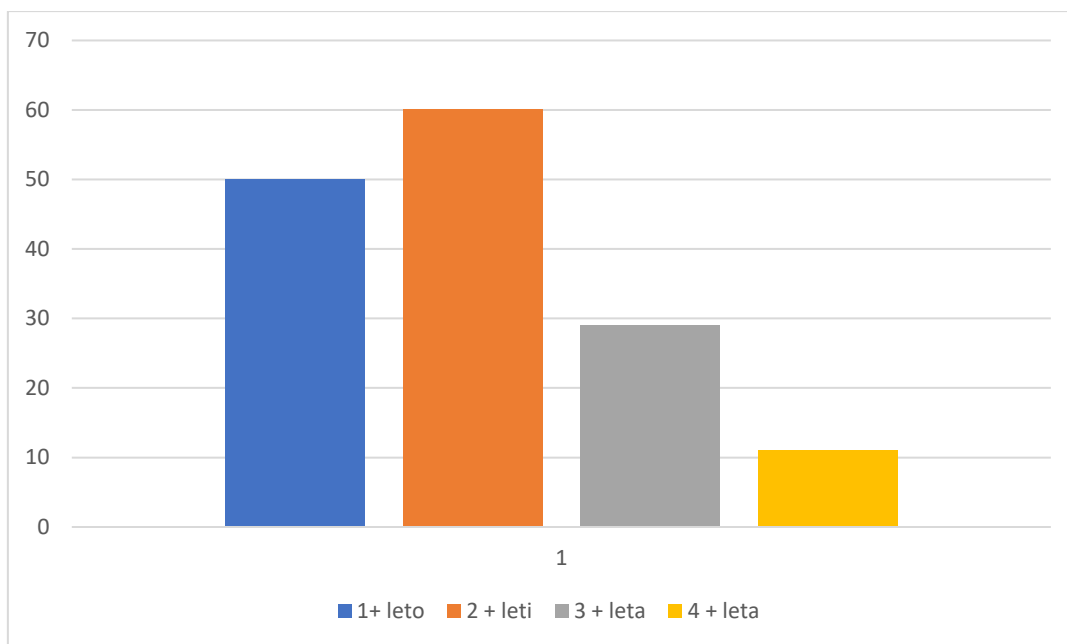
Izmerili in stehali smo tudi 65 primerkov *S. hepatus*. Dolžine celotnega telesa (TL) izmerjenih osebkov se gibajo med 65,7 mm in 105,4 mm, povprečna TL pa znaša 105,4 mm. Najmanjša dolžina do repne zajede (FL) meri 86,89, največja pa 102,15. Povprečna standardna dolžina je 74,83 mm. Teža stehanih volčičev se giblje med 8,02 g in 22,78 g, povprečna teža pa znaša 14,08 g.

**Preglednica 4:** Telesne dolžine (TL) in starostni razredi pisanic in volčičev

Starost	<i>Serranus scriba</i>			<i>Serranus hepatus</i>		
	TL (mm)	N= 150	% osebkov	TL (mm)	N= 65	% osebkov
1+	108–130	50	33,3	83	12	18,5
2+	130–152	60	40,0	83 - 98	43	66,2
3+	152–170	29	19,3	98 - 107	10	15,4
4+	170–200	11	7,3	107 +	0	0,00

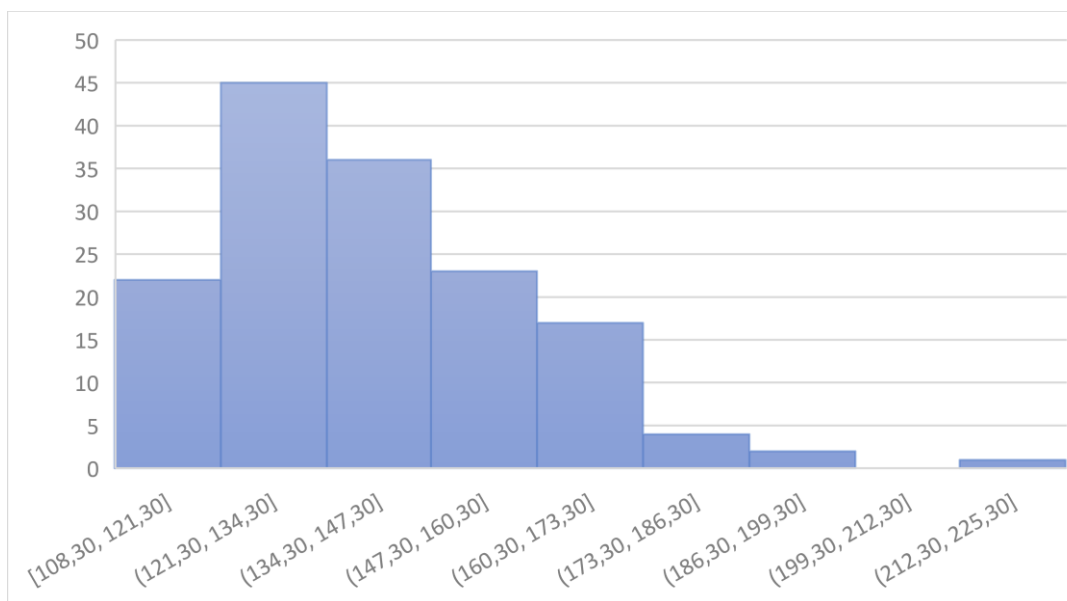
Pisanice smo razdelili v starostne razrede glede na študijo Tuset in sod. (2005). Največji delež osebkov predstavlja starostni razred osebkov, ki so stari dve leti ali več. Ti osebki merijo od 130 do 152 mm (Preglednica 4, Slika 2). Takšnih je bilo 60 pisanic, kar predstavlja

40 % vseh primerkov. Tretjina osebkov pripada prvemu starostnemu razredu, najmanjši delež pa starostnemu razredu štirih let ali več.

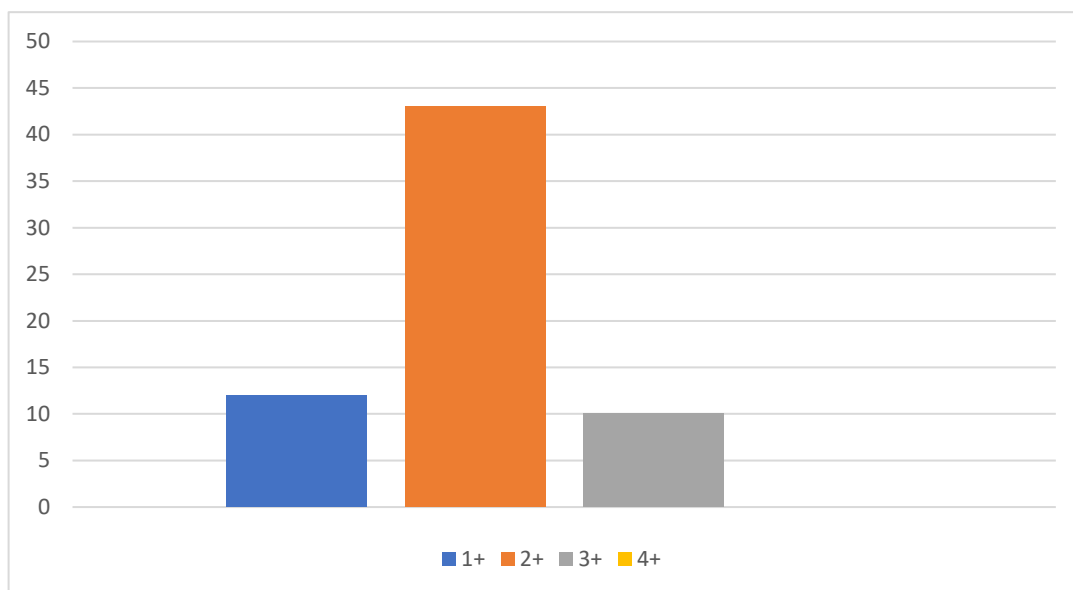


**Slika 2:** Porazdelitev starostnih skupin pri pisanici

Na sliki 3 vidimo porazdelitev pisanic v 9 velikostnih razredov, pri katerih širina posameznega razreda znaša 13 mm. Vidimo, da je največ pisanic merilo med 121,3 mm in 147,3 mm, sledijo pa jim pisanice velike med 134,3 in 147,3 mm. Le ena od izmerjenih pisanic je bila večja od 212,3 mm. Večinoma so bile pisanice juvenilni in subadultni osebki.

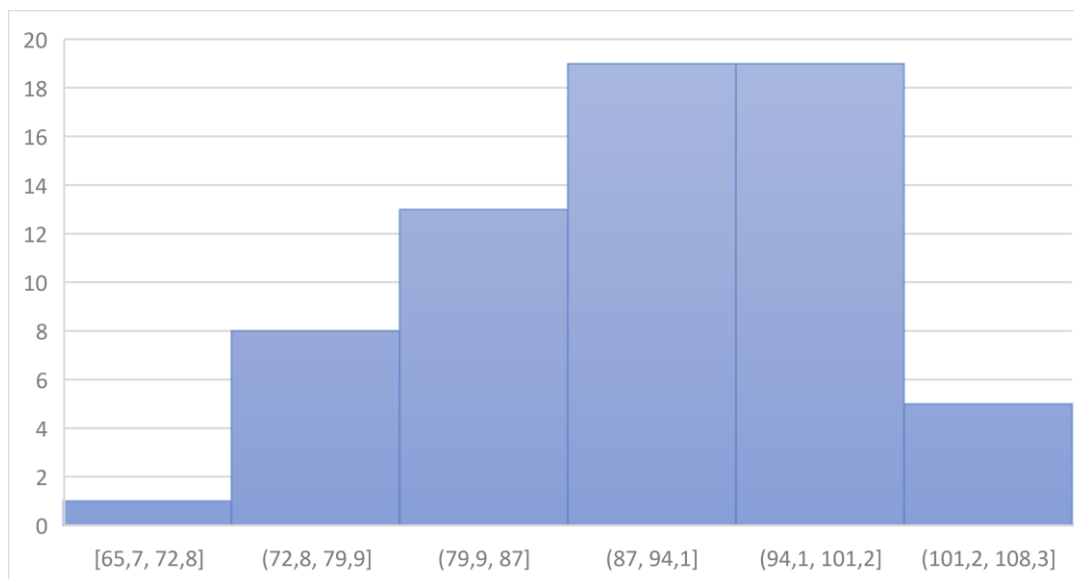


**Slika 3:** Porazdelitev pisanic glede na dolžino telesa (TL). Številke pod x osjo predstavljajo meje posameznega velikostnega razreda.



**Slika 4:** Porazdelitev starostnih skupin pri volčiču

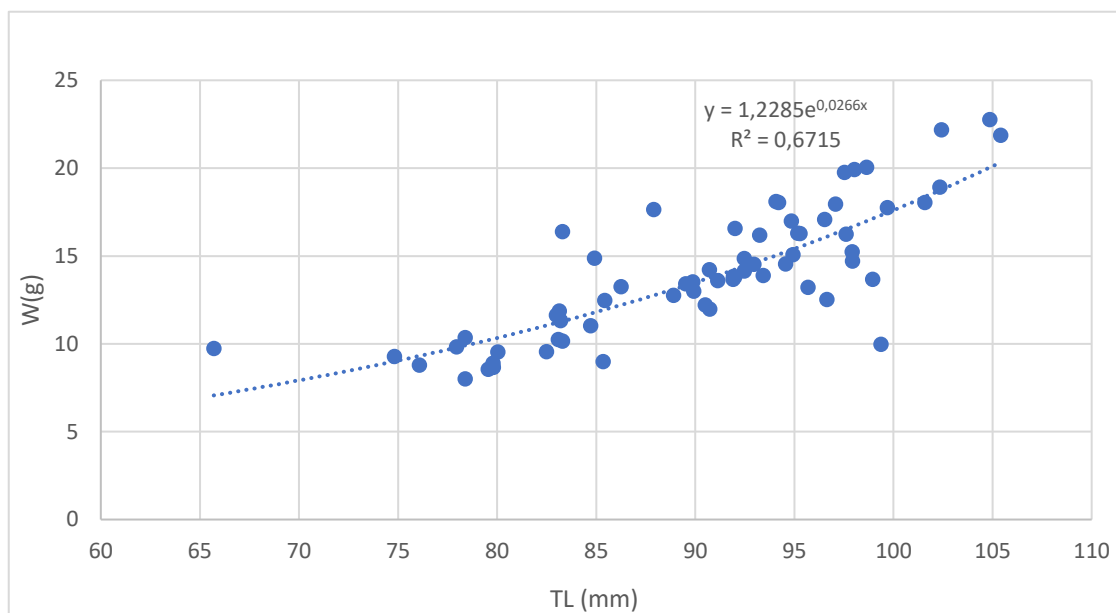
Večina volčičev (66,15 %) pripada starostnemu razredu 2 leti ali več, kar ustreza telesni dolžini 83–98 mm (Preglednica 4, Slika 4). Večina ulovljenih primerkov je torej že spolno zrelih.



**Slika 5:** Porazdelitev volčičev glede na dolžino (TL). Številke pod x osjo predstavljajo meje posameznega velikostnega razreda.

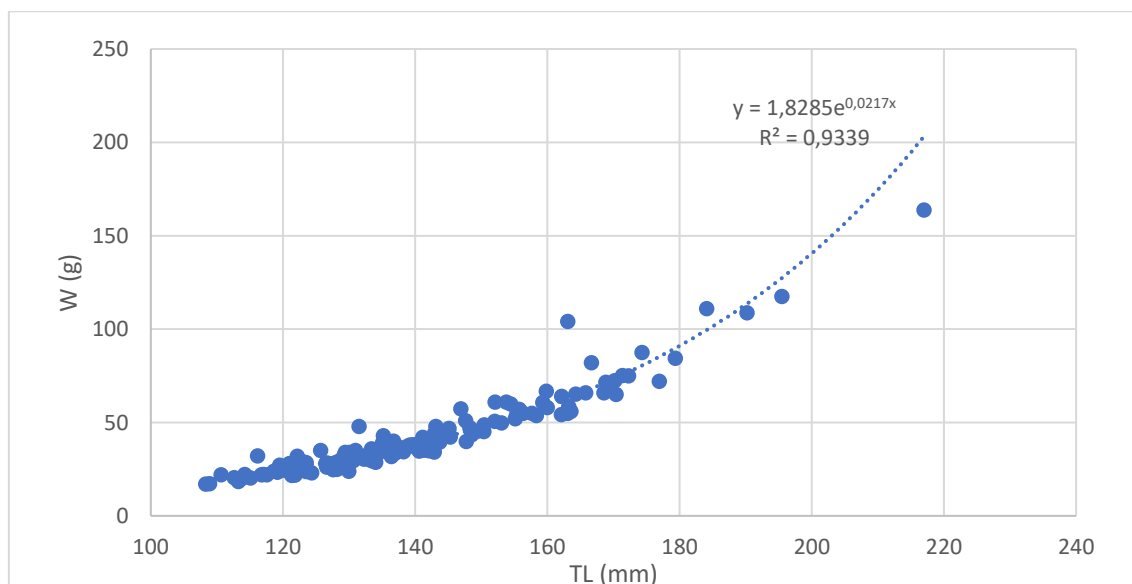
Na sliki 5 vidimo porazdelitev volčičev v 6 velikostnih razredov, pri katerih širina posameznega razreda znaša 7,1 mm.. Največ volčičev (38 od 65) je merilo med 87 in

101,2mm. Najmanj volčičev je bilo manjših od 72,8 mm, in sicer samo eden. Večjih od 101,2 mm je bilo le 5 volčičev.



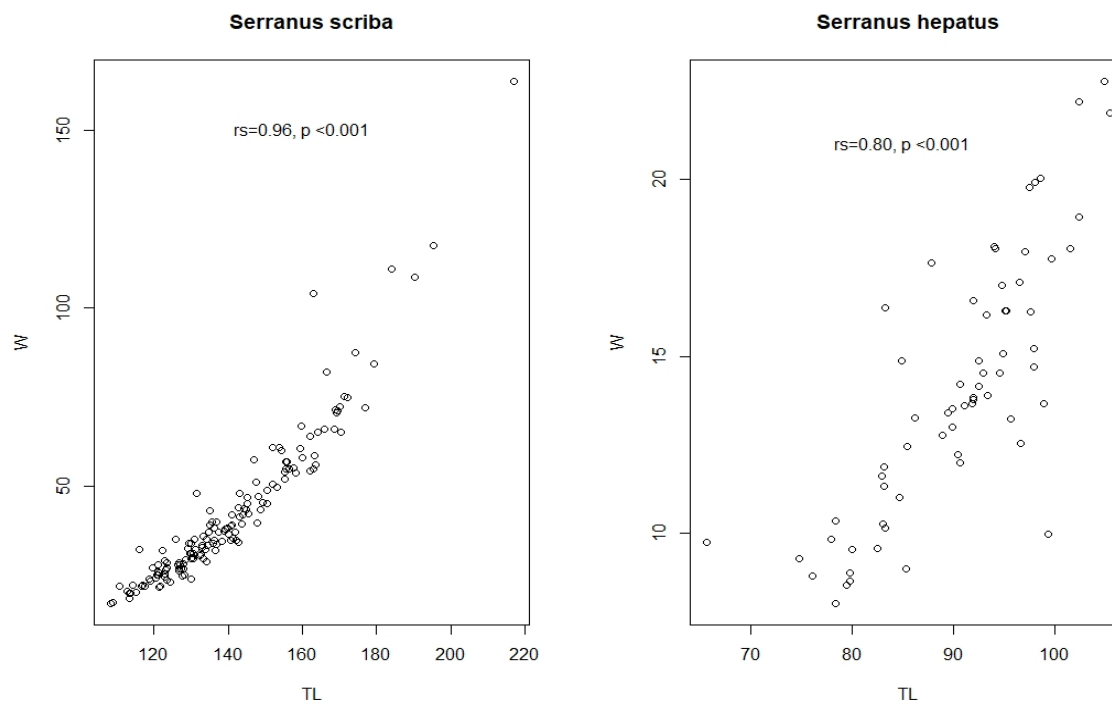
**Slika 6:** Razmerje med velikostjo (TL) in težo pri volčiču

Slika 6 prikazuje razmerje med velikostjo in težo pri volčiču. Podatki so sicer precej razpršeni, na kar nakazuje vrednost  $R^2$ , ki je dosti manjša od 1. Podoben rezultat prikaže tudi slika 8.



**Slika 7:** Razmerje med velikostjo (TL) in težo pri pisanici

Slika 7 prikazuje razmerje med dolžino telesa v mm (TL) in težo v g (W). Podoben rezultat prikaže tudi slika 8, kar nakazuje na obstoj trenda, to pa potrjuje vrednost  $r_s$  oz.  $R^2$ , ki je zelo blizu 1.



Slika 8: Primerjava razmerij med dolžino (TL) in težo (W) pri obeh vrstah

### 3.4 Prehranjevalne navade pisanice

#### 3.4.1 Numerični indeks (%PN) in frekvenca pojavljanja (%PF)

Skupaj smo v iztrebkih pisanice prepoznali 33 različnih taksonov, največ teh spada v višji takson Crustacea (raki). Grafično so podatki numeričnih indeksov plena v prehrani predstavljeni na slikah 9 in 10. Raki predstavljajo glede na numerični indeks 65,89 % in predstavljajo glavni preferenčni plen pisanice. Med raki največji delež, 43,43 %, predstavljajo raki deseteronožci, od tega raki brezrepci (*Anomura*) 25,45 %, rakovice (*Brachyura*) 7,65 %, in kozice (*Caridea*) 3,33 %. Deleža rakov deseteronožcev v velikosti 10,32 % ni bilo mogoče določiti, saj so bili v iztrebkih prisotni le posamezni deli organizmov, denimo končni del klešč, del karapaksa ali oči. Najpogosteje najden plen v iztrebkih pisanice je vrsta raka *Pisidia sp.* Velik del rakov predstavljajo tudi raki enakonožci (*Isopoda*) in sicer 13,64 % v prehrani pisanice. Raki enakonožci predstavljajo sekundarni pogosti plen. Med njimi so bili najpogostejši predstavniki iz družine Sphaeromatidae (7,32 %), občasno pa so se v prehrani pojavljali tudi predstavniki iz družin Anthuridae in Idoteidae.



**Preglednica 5:** Numerični indeksi (%PN) in frekvence pojavljanja (%PF) posameznih taksonomskih enot plena pri pisanici

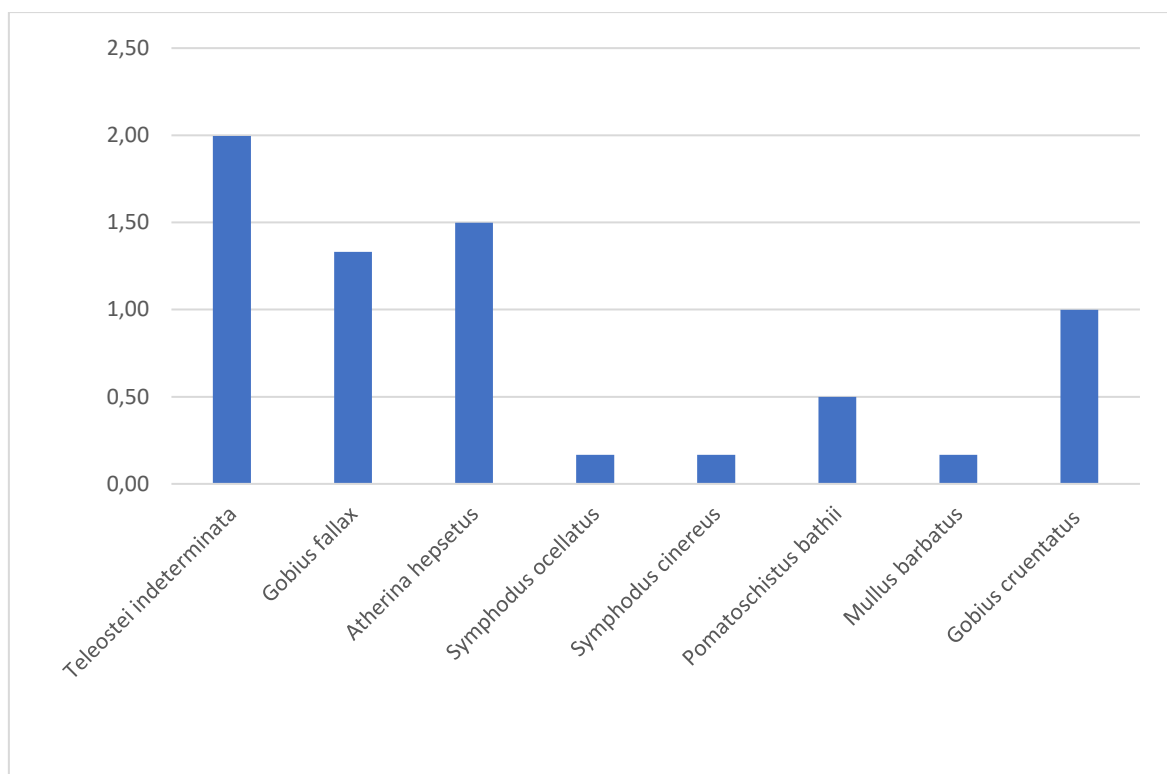
<i>Taxa</i>	%PF (N=150)	%PN	Kategorija plena (Hureau 1970)
CRUSTACEA (skupaj)	98,67	65,89	Glavni preferenčni plen
Crustacea ideterminata	1,33	0,33	
DECAPODA (skupaj)	96,67	43,43	Sekundarni pogosti plen
Decapoda ideterminata	38,00	10,32	
BRACHYURA (skupaj)	30,67	7,65	Komplementarni plen 1. reda
Brachyura ideterminata	16,67	4,16	
<i>Pilumnus hirtellus</i>	12,67	3,16	
Majidae	1,33	0,33	
ANOMURA	79,33	25,45	Sekundarni pogosti plen
Anomura ideterminata	5,33	1,66	
<i>Pisidia sp.</i>	56,67	18,80	
<i>Porcellana platycheles</i>	6,00	1,66	
CARIDEA (skupaj)	11,33	3,33	Komplementarni plen 1. reda
Caridea	8,67	2,66	
<i>Athanas nitescens</i>	2,67	0,67	
Mysidacea	15,33	3,99	Komplementarni plen 1. reda
ISOPODA	37,33	13,64	Sekundarni pogosti plen
Isopoda ideterminata	18,67	5,32	
Sphaeromatidae	20,67	7,32	
Idoteidae	0,67	0,17	
Anthuridae	2,67	0,83	
TANAIDACEA ( <i>Tanais dulongii</i> )	8,67	2,50	Komplementarni plen 2. reda
AMPHIPODA	2,67	0,83	Naključni plen
Caprellidae	2,67	0,83	
OSTRACODA	2,67	0,67	Naključni plen
CIRRIPEDIA	2,00	0,50	Naključni plen
POLYCHAETA (skupaj)	40,67	12,65	Sekundarni pogosti plen
Polychaeta - Errantia	39,33	11,81	
Polynoidae	0,67	0,17	
<i>Spirorbis</i>	2,67	0,67	
GASTROPODA	17,33	4,66	Komplementarni plen 1. reda
BIVALVIA	2,67	0,67	Naključni plen
TELEOSTEI	20,67	6,82	Komplementarni plen 1. reda
<i>Osteichytes ideterminata</i>	8,00	2,00	
<i>Gobius fallax</i>	3,33	1,33	
<i>Atherina sp.</i>	5,33	1,50	
<i>Symphodus ocellatus</i>	0,67	0,17	

<i>Symphodus cinereus</i>	0,67	0,17	
<i>Pomatoschistus bathii</i>	2,00	0,50	
<i>Mullus surmuletus</i>	0,67	0,17	
<i>Gobius cruentatus</i>	2,67	1,00	
JAJČECA	11,33	9,32	Komplementarni plen 1. reda

Pogosto je bilo rake enakonožce nemogoče določiti do družine, saj so bili v iztrebkih prisotni le posamezni segmenti pereona ali glava. Komplementarni plen 1. reda predstavljajo roječe kozice (Mysidacea), teh je v prehrani pisanice 3,99 %. V iztrebkih smo zasledili tudi primerke škarjev (Tanaidaceae), natančneje vrsto *Tanais dulongii*, ki z 2,5 % predstavlja komplementarni plen 2. reda. Taksoni Amphipoda, Cirripedia in Ostracoda se pojavljajo v manjših deležih in predstavljajo naključni plen. Poleg rakov se v plenu pisanic pojavljajo tudi skupine mnogoščetincev (Polychaeta), polžev (Gastropoda), školjk (Bivalvia) in pravih rib kostnic (Teleostei).

Skupina mnogoščetincev predstavlja sekundarni pogosti plen in zavzema 12,65-% delež prehrane. Med mnogoščetinci so prevladovali prostoživeči mnogoščetinci iz podrazreda Errantia (11,98 %), manj kot 1% (0,67 %) pa so predstavljali pritrjeni mnogoščetinci iz rodu *Spirorbis*, ki spadajo v podrazred Sedentaria. V podrazredu Errantia večine najdenih ostankov mnogoščetincev ni bilo mogoče določiti, ker so se v iztrebkih večinoma pojavljale le čeljusti in ščetine ter v nekaterih primerih delno razgrajeni deli telesa, smo pa uspeli na podlagi najdenih lusk identificirati družino Polynoidae, ki je predstavljala 0,1 % plena.

V prehrani smo našli tudi jajčeca neznanih vrst, delež teh jajčec pa je znašal 9,32 %. Skupini polžev (4,66 %) in rib (6,82 %) predstavljata komplementarni plen 1. reda, školjke (0,67 %) pa predstavljajo le naključni plen. Od rib so v iztrebkih navadno ostali le otoliti in/ali vretenca. Otolite smo uspeli identificirati do vrst in prepoznali pojavljanje vrst glavačev, gavunov, ustnač in bradačev v prehrani.

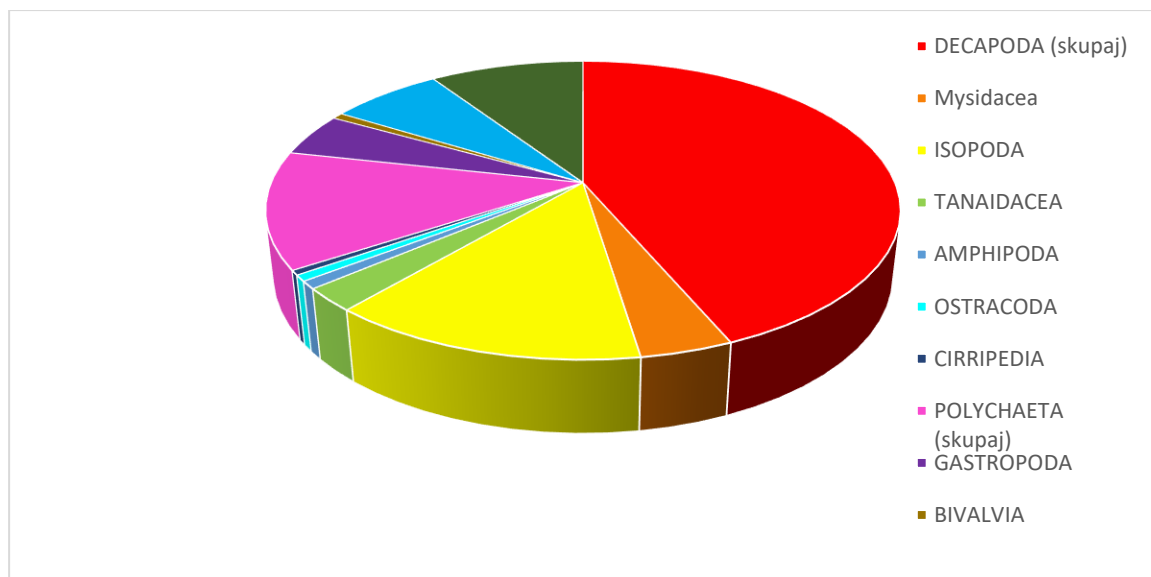


**Slika 9:** Deleži rib v prehrani pisanice

Med ribami so največji delež predstavljale ribe, katerih nismo uspeli določiti do nižje taksonomske enote, saj so bili otoliti premajhni (najverjetneje so pripadali juvenilnim osebkom in še niso imeli za vrsto značilne oblike) ali pa smo v iztrebkih našli le vretenca rib.

Od rib, ki smo jih uspeli identificirati, so bili najpogostejši veliki gavuni (*Atherina hepsetus*) z 1,5 %, sledili pa so jim blede glavači (*Gobius fallax*) z 1,33 %, rdečesti glavači (*Gobius cruentatus*) z 1 %, Bathijevi glavački (*Pomatoschistus bathii*) z 0,5 %, progasti bradači (*Mullus surmuletus*) z 0,17 %, gnezdivke (*Symphodus cinereus*) z 0,17 % in pavlinke (*Symphodus ocellatus*) z 0,17 %.

Iz slike 10 je razvidno, da največji del prehrane pisanice predstavljajo raki deseteronožci. V preglednici 5 vidimo, da so med njimi najbolj pogosti raki iz rodu *Pisidia* (Anomura). Ti predstavljajo skoraj petino vsega plena v prehrani. Deseteronožcem sledijo raki enakonožci, prostoživeči mnogoščetinci, jajčeca in ribe.

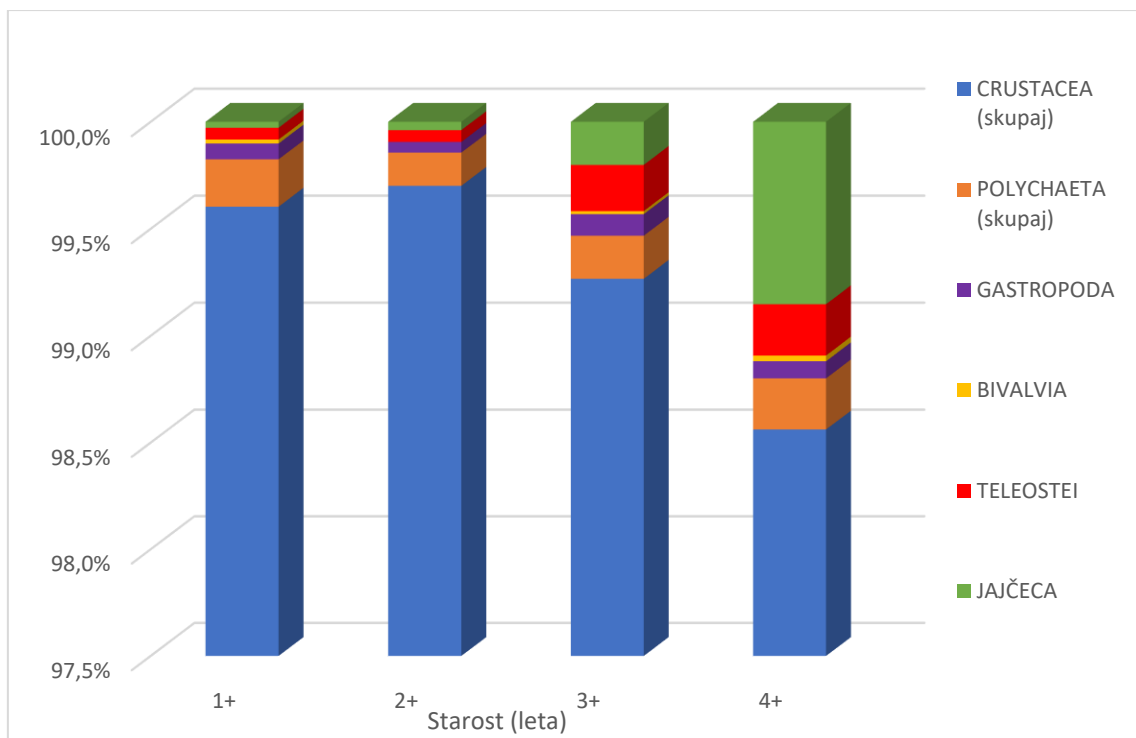


Slika 10: Deleži plena v prehrani pisanice

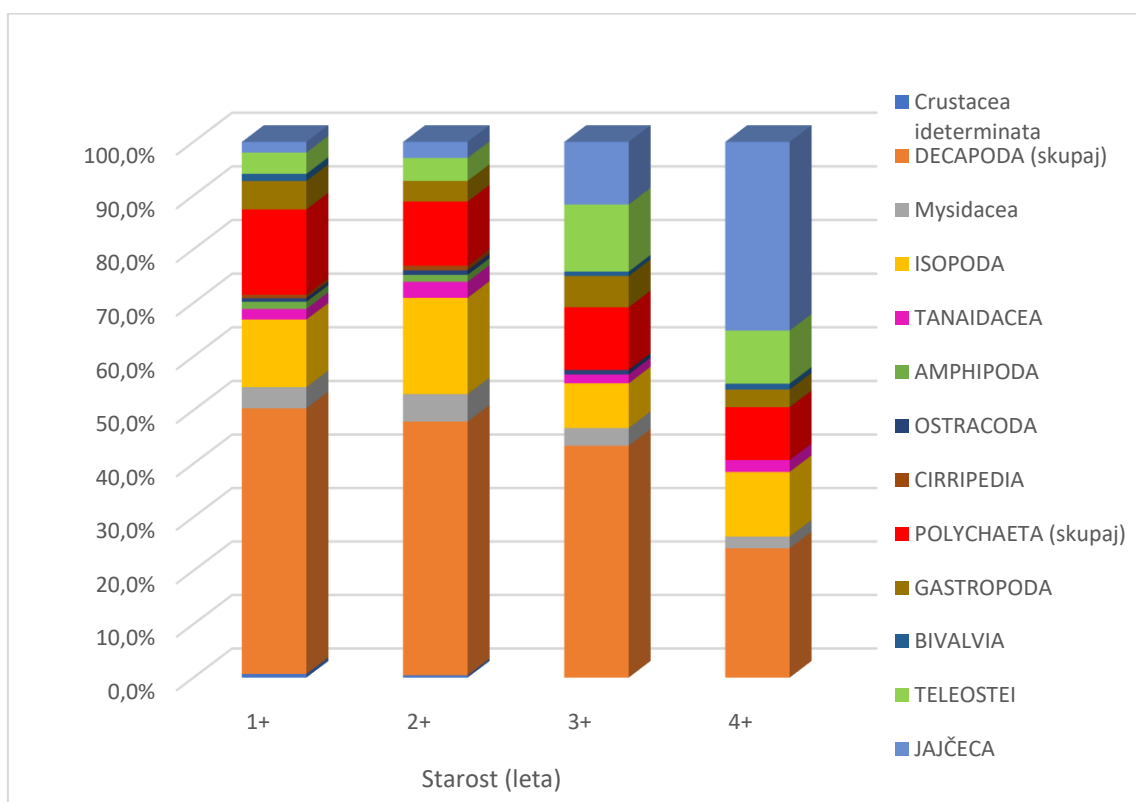
### 3.4.2 Primerjava po prehrane po velikosti oz. starostnih skupinah

Prehrano pisanic smo primerjali med seboj po starostnih skupinah. Ugotovili smo, da se v prehrani starejših osebkov zmanjšuje delež rakov, polžev in mnogoščetincev, povečuje pa se delež rib in jajčec. Delež rakov se od 1. do 4. leta pisanice zmanjša z 71,52 % na 40,66 %, kar predstavlja zmanjšanje za slabo tretjino. Delež rib v prehrani se s starostjo (velikostjo) povečuje, z začetnih 3,97 % se do 4. starostnega razreda poveča na okoli 10 %, kar pomeni več kot dvakratno povečanje (Slika 11). S povečanjem velikosti pisanice je opazen trend plenjenja večjega plena.

Slika 12 prikazuje spreminjanje deležev plena v prehrani pisanic nekoliko podrobneje. Na sliki je vidno spreminjanje deležev nižjih taksonov znotraj poddebla rakov (Crustacea) v prehrani pisanice. Najbolj zastopani v vseh starostnih skupinah so raki deseteronožci, vendar pa se delež teh od 1. do 4. leta starosti spremeni z 49,67 % na 24,18 % (znižanje za eno četrtno). Delež rakov enakonožcev v prehrani niha, v vseh starostnih skupinah pa predstavljajo sekundarni ali komplementarni plen. Delež roječih kozic (Mysidacea) se v prehrani zmanjšuje, z 3,97 % v 1. starostni skupini na 2,20 % v 4. starostni skupini.



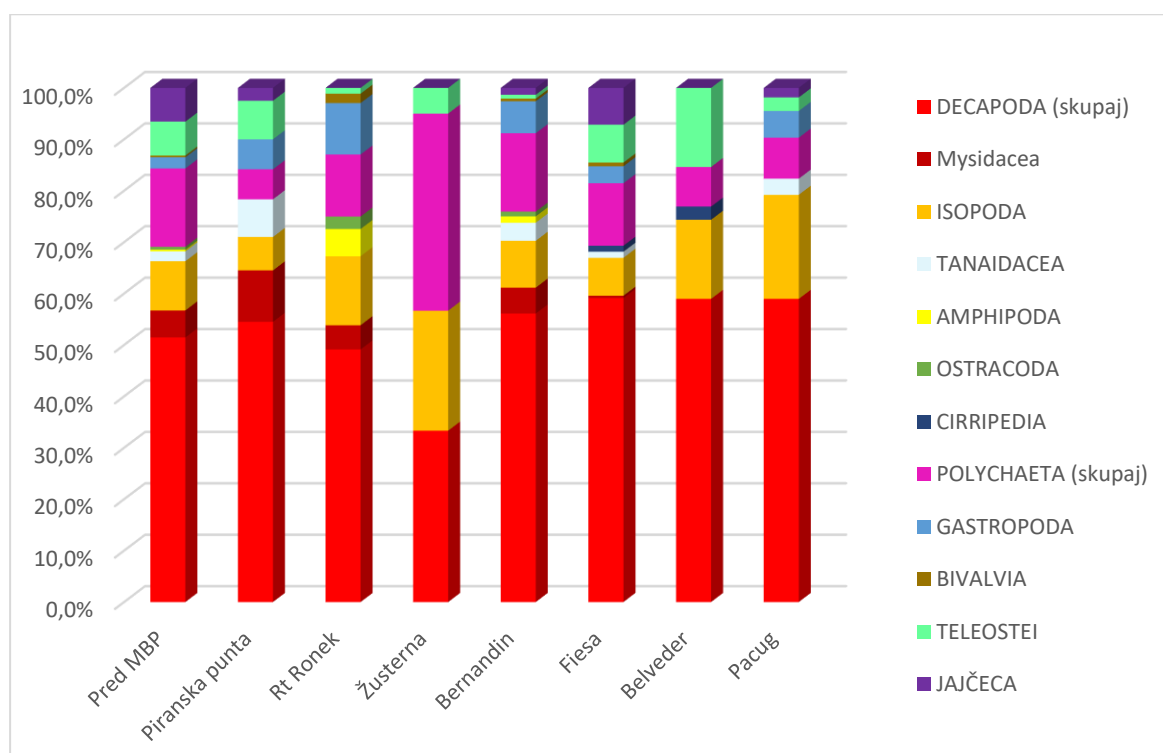
Slika 11: Primerjava deležev plena (%PN) v prehrani 4 starostnih skupin (višji taksoni)



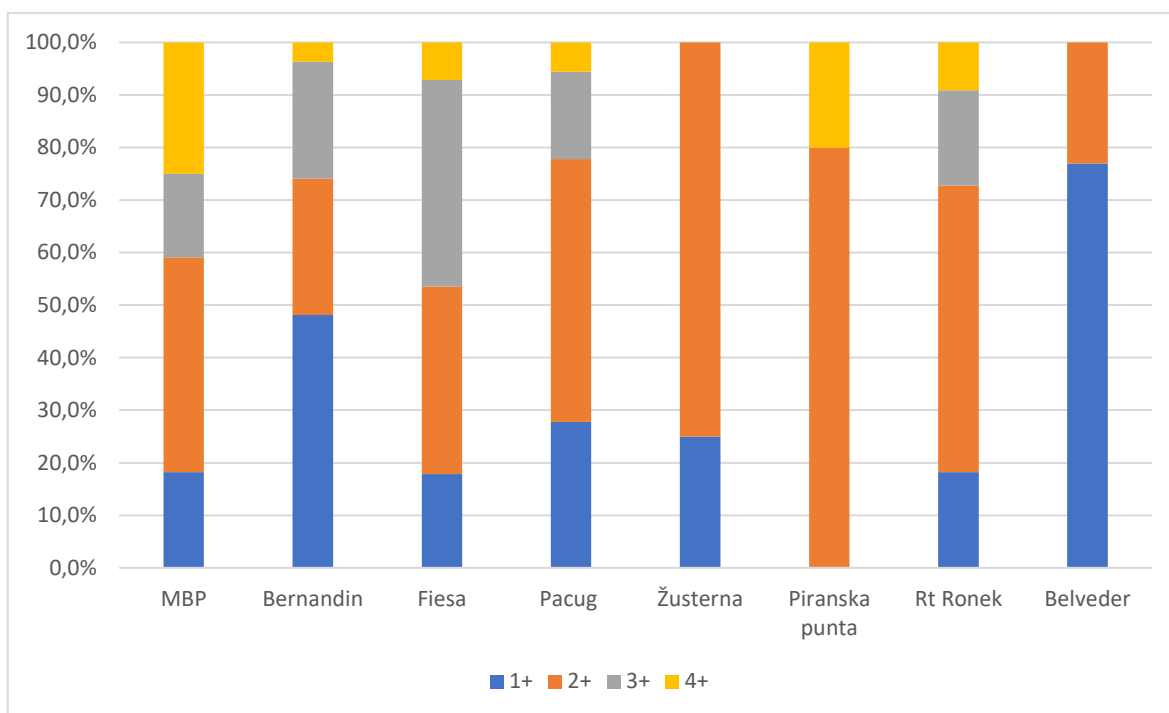
Slika 12: Primerjava deležev plena (%PN) v prehrani pisanic (nižji taksoni)

### 3.4.3 Primerjava po lokalitetah

Pisanice smo primerjali med seboj tudi po lokaciji. Vidno je nihanje deleža rakov in rib v prehrani, največji delež rakov smo opazili v prehrani pisanic, ujetih v Pacugu, vendar pa je na tej lokaciji velik delež ujetih osebkov, ki pripada kohorti enoletnih rib (Slika 14). Poleg Pacuga ima največji delež enoletnih rib Bernardin, ki ima podobno visoke deleže rakov v prehrani (Slika 13; 77,45 %). Žusterno in Piransko punto moramo zaradi zelo majhnega vzorca pisanic (manj kot 10 ujetih pisanic) izvzeti. Zanimiv podatek je, da čeprav pod Belvederjem prevladujejo ribe, mlajše od 3 let, je delež rib v prehrani tam največji in znaša 19,35 %. To kaže, da se z ribami prehranjujejo že juvenilni osebki. Druga starostna skupina zajema ribe, velike do 152 mm, kar je manj od velikosti 173 mm, pri kateri je 50 % spolno zrelih. Največ enoletnih pisanic je bilo ujetih v Bernardinu in pod Belvederjem, največ dvoletnih pa na Rtu Ronek in v Pacugu (Slika 14).



Slika 13: Primerjava deležev plena (%PN) v prehrani pisanice glede na lokacijo



Slika 14: Starostni razredi pisanice po lokacijah

### 3.5 Prehranjevalne navade volčiča

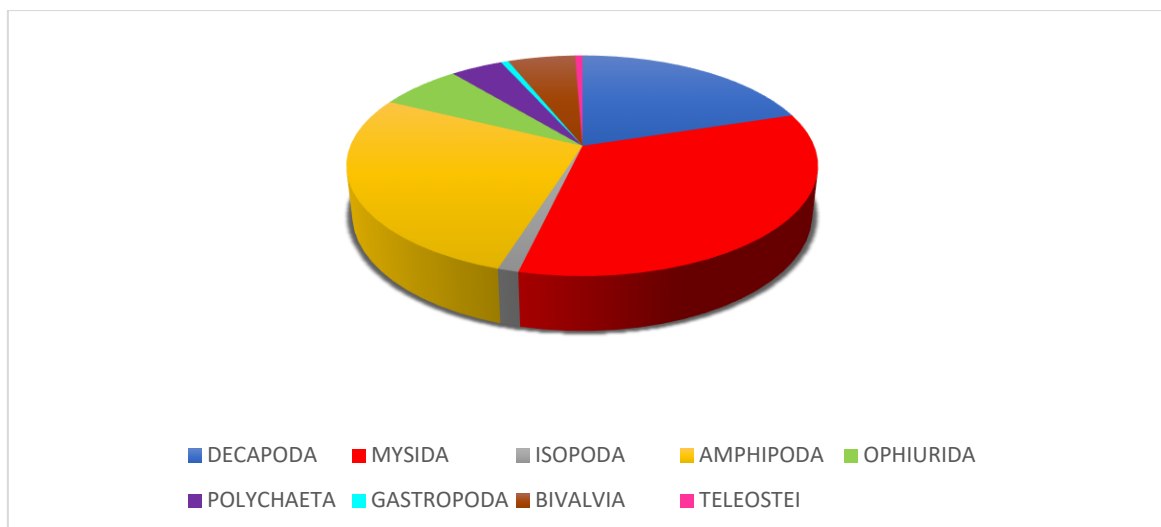
#### 3.5.1 Numerični indeks (%PN) in frekvenca pojavljanja (%PF)

Skupno smo pregledali želodce 65 volčičev, od katerih je bilo polnih 58 želodcev, 7 pa jih je bilo popolnoma praznih. Preglednica 6 prikazuje frekvence pojavljanja različnih taksonomskih skupin plena v želodcih volčičev in deleže, ki jih te skupine predstavljajo. Glavni preferenčni plen volčiča predstavljajo raki (Crustacea) z 82,32 % deležem. Med raki največji delež zavzemajo roječe kozice (33,54 %), sledijo postranice (27,44 %) in raki deseteronožci (20,12 %). Med raki deseteronožci so najbolj pogosta skupina kozice s 7,93 %, sledijo rakovice s 3,66 %. Raki samotarci se v prehrani ne pojavljajo. Med postranicami prevladujejo vrste iz družine Gammaridae (25,61 %), prisotne pa so bile tudi vrste iz družine Caprellidae (1,83 %). Poleg rakov se v prehrani pojavljajo kačjerepi (Ophiurida) z 6,71 %, mnogoščetinci (Polychaeta) z 4,27 %, školjke (Bivalvia) z 5,49 % ter polži (Gastropoda) in ribe (Teleostei) z 0,61 %. Ribe in polži predstavljajo zgolj naključni plen. Kačjerepi, mnogoščetinci in školjke predstavljajo komplementarni plen 2. reda.

**Preglednica 6:** Deleži plena v prehrani volčiča; frekvenca pojavljanja (%PF) in abundanca (%PN)

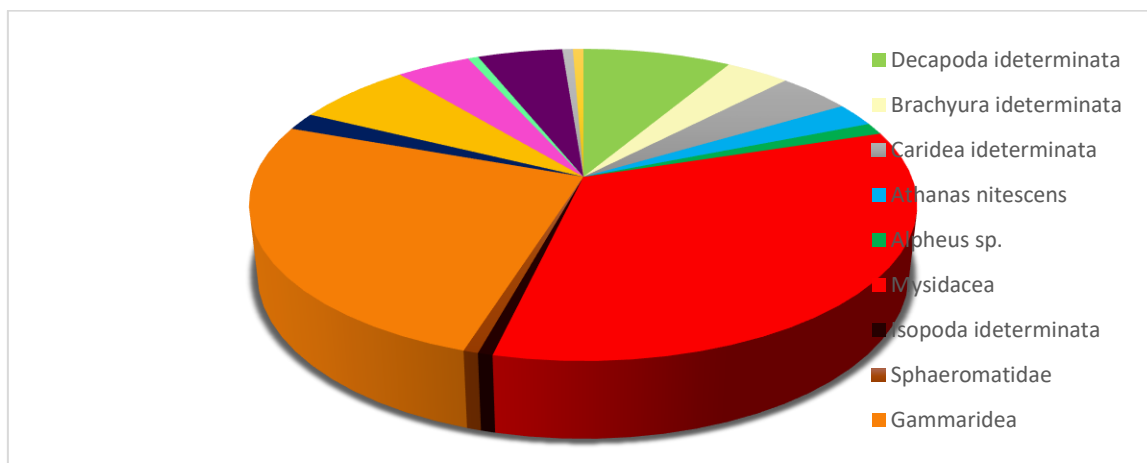
Taxa	%PF	%PN	Kategorija plena (Hureau 1970)
CRUSTACEA	96,55	82,32 %	Glavni preferenčni plen
DECAPODA skupaj	48,28	20,12 %	Sekundarni pogosti plen
Decapoda drugo	24,14	8,54 %	
BRACHYURA skupaj	10,34	3,66 %	Komplementarni plen 1. reda
Brachyura	10,34	3,66 %	
CARIDEA skupaj	22,41	7,93 %	Sekundarni pogosti plen
Caridea drugo	12,07	4,27 %	
<i>Athanas nitescens</i>	6,90	2,44 %	
<i>Alpheus sp.</i>	3,45	1,22 %	
MYSIDA	43,10	33,54 %	Sekundarni pogosti plen
ISOPODA skupaj	3,45	1,22 %	Komplementarni plen 2. reda
Isopoda drugo	1,72	0,61 %	
Sphaeromatidae	1,72	0,61 %	
AMPHIPODA skupaj	43,10	27,44 %	Sekundarni pogosti plen
Gammaridea	41,38	25,61 %	
Caprellidae	5,17	1,83 %	
OPHIURIDA	18,97	6,71 %	Komplementarni plen 1. reda
POLYCHAETA	10,34	4,27 %	Komplementarni plen 1. reda
GASTROPODA	1,72	0,61 %	Naključni plen
BIVALVIA (skupaj)	10,34	5,49 %	Komplementarni plen 1. reda
Bivalvia	8,62	4,88 %	
<i>Mytillus galloprovincialis</i>	1,72	0,61 %	





Slika 15: Deleži plena v prehrani (višji taksoni)

Največji delež plena v prehrani predstavljajo roječe kozice (Mysida), ki tvorijo več kot tretjino celotnega plena (Slika 15, Slika 16). Sledijo postranice s 27 % deležem, raki deseteronožci pa so po pomembnosti na tretjem mestu. Komplementarni plen predstavljajo kačjerepi (7 %), mnogoščetinci (4 %) in školjke (5 %). Med raki deseteronožci je največ tistih, ki jih zaradi visoke stopnje razgrajenosti nismo uspeli določiti, sledijo jim kozice (Caridea), med katerimi smo prepoznali belohrbto (*Athanas nitescens*) in revolveraško kozico (*Alpheus sp.*). Delež rakov enakonožcev je pri volčiču bistveno manjši kot pri pisanici.

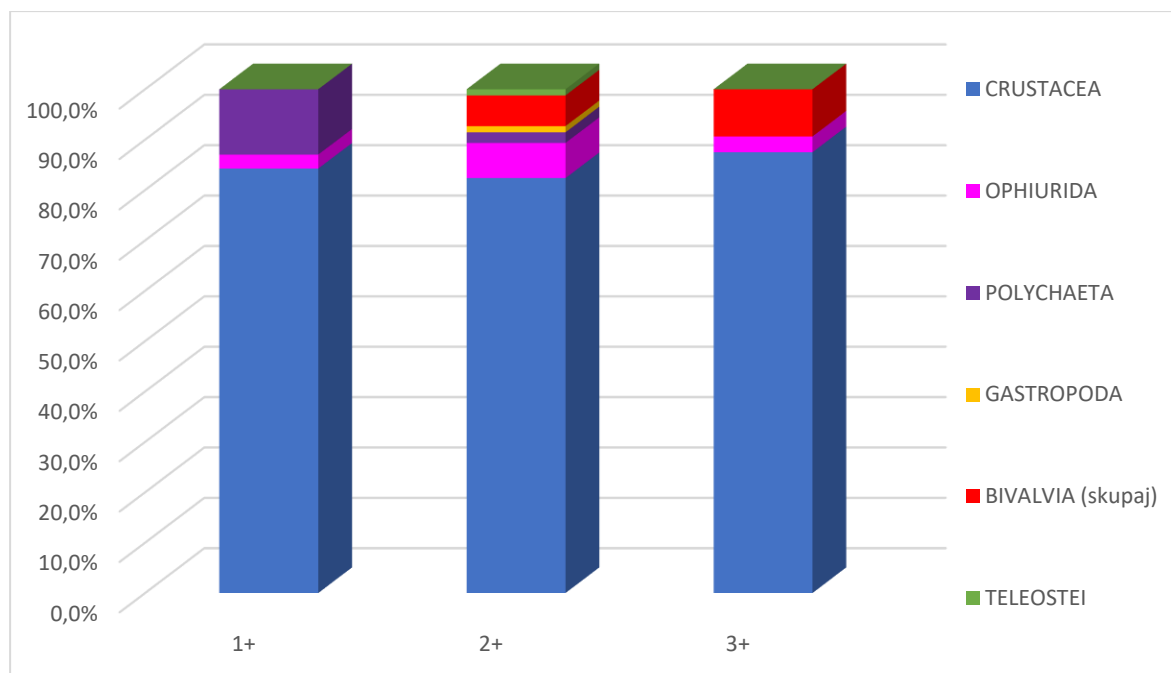


Slika 16: Deleži plena v prehrani (nižji taksoni)

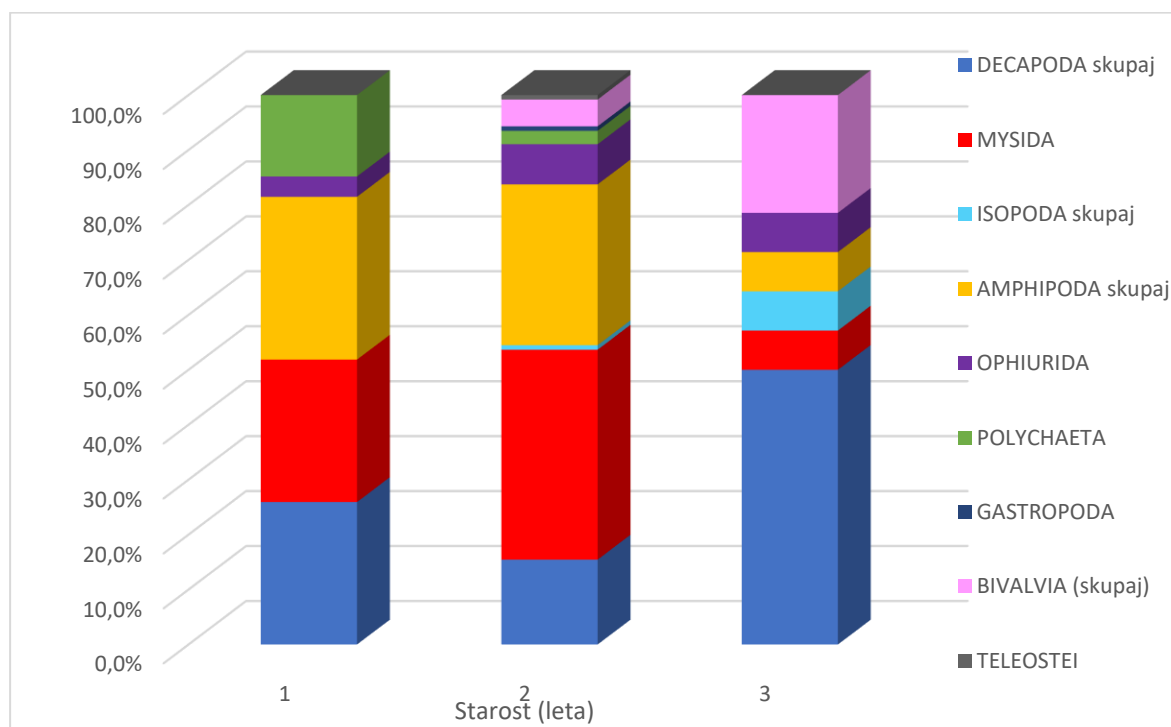
### 3.5.2 Primerjava po starostih (velikostnih skupinah)

Sliki 17 in 18 prikazujeta deleže posameznih skupin plena v prehrani. Primerjava prehrane volčičev po starostnih skupinah pokaže, da se delež rakov v prehrani s starostjo zmanjšuje. S prvotnih 81,48 % se v 1. skupini zniža na 71,43 % v skupini 3-letnih in starejših volčičev. Bistveno se spremeni predvsem delež rakov deseteronožcev, ki se iz začetnih 25,93 %

poveča na 50 % (Slika 18), delež roječih kozic pa upade s prvotnih 25,93 % na 7,14 %. V prehrani se povečuje delež školjk, zmanjšuje pa delež mnogoščetincev.



**Slika 17:** Prehrana volčiča (%PN) po starostnih skupinah



**Slika 18:** Prehrana volčiča (%PN) po starostnih skupinah podrobno (nižji taksoni)

**Preglednica 7:** Prehrana volčiča po starostnih skupinah (%PN)

	1+	2+	3+
CRUSTACEA	81,48 %	83,74 %	71,43 %
DECAPODA skupaj	25,93 %	15,45 %	50,00 %
<i>Decapoda</i>	7,41 %	5,69 %	35,71 %
BRACHYURA	7,41 %	3,25 %	0,00 %
<i>Brachyura indeterminata</i>	7,41 %	3,25 %	0,00 %
CARIDEA	11,11 %	6,50 %	14,29 %
Caridea indeterminata	7,41 %	3,25 %	0,00 %
<i>Athanas nitescens</i>	3,70 %	1,63 %	0,00 %
<i>Alpheus sp.</i>	0,00 %	1,63 %	0,00 %
MYSIDA	25,93 %	38,21 %	7,14 %
ISOPODA skupaj	0,00 %	0,81 %	7,14 %
Isopoda indeterminata	0,00 %	0,00 %	7,14 %
Sphaeromatidae	0,00 %	0,81 %	0,00 %
AMPHIPODA skupaj	29,63 %	29,27 %	7,14 %
Gammaridea	25,93 %	27,64 %	7,14 %
Caprellidae	3,70 %	1,63 %	0,00 %
OPHIURIDA	3,70 %	7,32 %	7,14 %
POLYCHAETA	14,81 %	2,44 %	0,00 %
GASTROPODA	0,00 %	0,81 %	0,00 %
BIVALVIA (skupaj)	0,00 %	4,88 %	21,43 %
Bivalvia	0,00 %	4,07 %	21,43 %
<i>Mytillus galloprovincialis</i>	0,00 %	0,81 %	0,00 %
TELEOSTEI	0,00 %	0,81 %	0,00 %

### 3.6 Primerjava prehrane obeh vrst

Če primerjamo prehrano pisanice in volčiča, vidimo, da pri obeh vrstah glavni plen predstavljajo raki, vendar pa je delež rakov v prehrani volčiča (82,32 %) nekoliko večji kot pri pisanici (65,89 %). Znotraj skupine rakov pri pisanici prevladujejo deseteronožci, pri volčiču pa pomembnejši del plena predstavljajo roječe kozice, deseteronožci pa so na drugem mestu. Pomemben plen pisanici predstavljajo raki enakonožci in mnogoščetinci,

medtem ko volčiči raje plenijo postranice. Pri pisanici smo skupno ugotovili 33 vrst (skupin) različnega plena, pri volčiču pa 16. Skupno smo pri pisanici v vseh 150 iztrebkih našli 601 primerkov plena, pri volčiču pa smo v 58 polnih želodcih našli 164 primerkov plena. Povprečno število plena na osebek znaša pri pisanici 4, pri volčiču pa 2,5. Največje število plena znaša pri pisanici 24, pri volčiču pa 9.

**Preglednica 8:** Primerjava plena pri pisanici in volčiču

	<i>Serranus scriba</i>		<i>Serranus hepatus</i>	
	Število	Delež (%)	Število	Delež (%)
Število rib	150	100	65	100
Število polnih iztrebkov/želodcev	346		58	89,23
Število različnega plena	33		16	
Skupno število plena pri vseh osebkih	601		164	
Povprečno število plena/osebek	4		2,5	
Minimalno število plena/osebek	1		1	
Maksimalno število plena/osebek	24		9	
Glavni preferenčni plen	Crustacea (65,89 %)		Crustacea (82,32 %)	
Plen z največjim deležem v prehrani	Decapoda	43,43 %	Mysida	33,54 %
	Isopoda	13,64 %	Decapoda	20,12 %
	Polychaeta	12,65 %	Amphipoda	27,44 %

**Preglednica 9:** Indeksi in trofični nivoji pisanice in volčiča

	<i>Serranus scriba</i>	<i>Serranus hepatus</i>	Obe vrsti
Bray-Curtisov indeks različnosti	Povprečna podobnost = 22,50 %	Povprečna podobnost = 18,60 %	93,94 %
ITD indeks (Indeks trofične diverzitete)	0,89	0,81	
H' (Shannon-Wienerjev indeks diverzitete)	0,11	0,19	
TROPHi	3,43 +/- 0,54	3,35 +/- 0,52	

Bray-Curtisov indeks različnosti nam pove, v kolikšni meri se prehranjevalni niši volčiča in pisanice prekrivata. Dobljena vrednost Bray-Curtisovega indeksa različnosti za volčiča in

pisanico je 93,94 %, kar pomeni da sta si prehranjevalni niši teh dveh vrst precej različni in je prekrivanje niše majhno.

ITD indeks trofične diverzitete nam pove, kakšna je diverziteteta plena v prehrani.

Dobljene vrednosti ITD za volčiča in pisanico nam povejo, da imata oba precej raznoliko prehrano, vendar pa je raznolikost plena v prehrani pisanice še nekoliko večja (0,89) v primerjavi z volčičem (0,81).

S pomočjo programa TROPHlab smo izračunali trofične nivoje pisanice in volčiča.

Rezultati kažejo, da se vrsti hranita na približno enakem trofičnem nivoju, trofični nivo pisanice je 3,43 +/-0,54, volčiča pa 3,35 +/-0,52. Trofične nivoje smo izračunali tudi za posamezne starostne skupine pisanic in volčičev (Preglednica 10) in opazili višanje trofičnega nivoja s starostjo pri pisanici. Četrty starostni razred sicer prikazuje nižji trofični nivo, vendar pa domnevamo, da je to posledica (pre)majhnega vzorca rib v tem velikostnem razredu.

Pri volčiču smo v želodcih pogosto našli le 1 ali 2 primerka plena. Po izračunih se trofični nivo s starostjo sicer znižuje, a zaradi majhnega števila plena v želodcu (pogosto le 1 ali 2 primerka plena) ni nujno, da ta podatek drži.

**Preglednica 10:** Trofični nivoji različnih starostnih skupin pisanice in volčiča

STAROST	<i>Serranus scriba</i>		<i>Serranus hepatus</i>	
	TROPH	SD	TROPH	SD
1+	3,42	± 0,53	3,36	± 0,51
2+	3,46	± 0,56	3,34	± 0,51
3+	3,48	± 0,57	3,29	± 0,51
4+	3,36	± 0,56		± 0,51

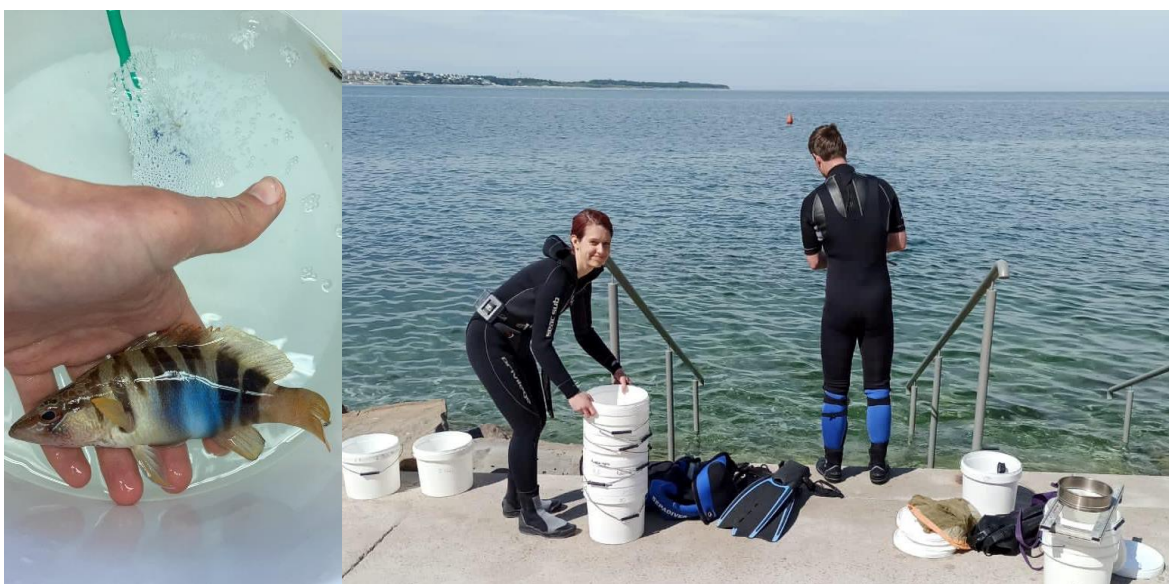
## 4 DISKUSIJA

### 4.1 Prednosti in slabosti izbranih metod

#### 4.1.1 Pridobivanje vzorcev in nedestruktivna metoda analize prehrane

Študije prehranjevalne ekologije rib so pomembne za ugotavljanje povezav med vrstami v prehranjevalnem spletu in za raziskovanje dinamike združb v vodnih ekosistemih (Amundsen in Hernandez 2019). Ribe imajo v vodnih ekosistemih ključno vlogo kot plenilci in potrošniki v prehranjevalnem spletu, njihova prehranjevalna ekologija pa predstavlja pomemben del opisa vrste (Froese in sod. 2017). Uveljavljena metoda za raziskovanje prehrane v ihtiologiji je analiza vsebine želodca, pri kateri je potrebno večje število rib usmrtiti, izolirati njihove želodce ter opraviti pregled vsebine (Amundsen in Hernandez 2019).

V naši raziskavi smo se odločili, da za pridobivanje vzorcev uporabimo alternativno, nedestruktivno metodo. Namesto vsebin želodca smo pri pisanici pregledovali njihove iztrebke. Predvideli smo, da glede na potrebe raziskave za pridobitev željenih rezultatov ni potrebna uporaba destruktivne metode. Nedavna raziskava prehrane rib prisescnic z uporabo nedestruktivne metode (Trkov in Lipej 2019) je dala vzpodbudne rezultate in pokazala, da je nedestruktivna metoda ugotavljanja plena v iztrebkih primerna za uporabo na kriptobentoških vrstah rib. To metodo smo uporabili za raziskavo prehrane pisanice, ki je neprava kriptobentoška vrsta (Lipej in sod. 2016). Pri volčičih smo sicer uporabili metodo analize vsebine želodca, a smo v raziskavi uporabili osebkke, ki so predstavljali prilov pri komercialnem ribolovu z vlečno mrežo in smo jih dobili od lokalnega ribiča.



**Slika 19:** Pisanica (levo) in terensko delo pred MBP (desno)  
(Foto: Ana Lokovšek (levo), Martina Orlando Bonaca (desno))

Ugotovili smo, da je plen v iztrebkih pisanice razgrajen podobno kot plen v želodcih volčiča. Od rekreativnih ribičev smo dobili tudi 5 mrtvih primerkov pisanice, ki so predstavljali nenamerni ulov. Pisanica je med ribiči znana kot »požrešna« vrsta, ki se pogosto nenamerno ujame na trnek, velikokrat tako, da je več ni mogoče rešiti (trnek pogoltnejo v želodec). Mrtve primerke pisanice smo secirali in primerjali, kako se razlikuje stopnja razgrajenosti plena v želodcu in v iztrebkih pisanice. Ugotovili smo, da je tudi v želodcu plen že precej razgrajen in identifikacija plena iz želodca pisanice ni dosti lažja kot identifikacija plena v iztrebkih. Uporaba nedestruktivne metode je, kot kaže, primerna izbira in ne daje bistveno slabših rezultatov.



**Slika 20:** Pisanica na kamnitem dnu v Fiesi (Foto: Ana Lokovšek)

V primerjavi z destruktivno metodo pregleda vsebine želodca, je glavna prednost nedestruktivne metode z uporabo iztrebkov, da nam osebkov za namene raziskave tu ni potrebno žrtvovati. Zaradi tega je metoda primerna tudi za uporabo pri zaščitnih vrstah, vrstah z nizkimi gostotami primerkov in pri raziskavah na zavarovanih območjih (Kamler in Pope 2001). Slabost te metode je, da prinaša kar nekaj dodatnega dela, saj delamo z živimi osebki in je potrebno poskrbeti, da jim tekom raziskave nudimo ustrezne življenjske pogoje. Ribe smo sicer v laboratoriju zadrževali le 24 ur, a smo morali v tem času vsem ribam vsaj enkrat zamenjati vodo, sproti pobirati iztrebke in skrbeti za primerno temperaturo in raven kisika v vodi. Veliko truda in časa pa tudi spretnosti je zahtevalo tudi samo lovljenje rib. Tarčno lovljenje vsakega osebka posebej se je izkazalo za zahtevno nalogo, saj sem za 10 pisanic v vodi porabila od 4 do 6 ur. Lovljenje pisanic je vzelo pri celotni raziskavi največ časa. Z večjo ekipo izkušenih pomočnikov bi sicer lahko tudi z našo metodo ujeli večje število osebkov, za eno ali dve osebi pa je ta naloga precej zahtevna in zamudna.

Drugi avtorji (Moreno-Lopes in sod. 2002, Tuset 2005, Alos in sod. 2010, March 2010, Vasilki 2016, Zitouni in sod. 2020) navajajo lovljenje pisanic s stoječimi ali plavajočimi mrežami in parangali. Glede na teren (plitva, kamnito-skalnata območja) in biologijo vrste (neprava kriptobentoška vrsta) smo predvideli, da bo metoda tarčnega lovljenja s trnkom brez zalusti najbolj učinkovita in najmanj destruktivna. Lov s trnkom se je sicer izkazal za selektivno metodo lovljenja, saj smo ujeli večinoma juvenilne in subadultne primerke. Mladi primerki rib so manj previdni in bolj zvedavi kot starejše, izkušene ribe in jih je zato precej lažje ujeti. Zaradi prevladujočih mladih pisanic v vzorcu so podatki o trofičnem nivoju in deležih plenov verjetno nekoliko drugačni, kot če bi delali raziskavo le na odraslih ribah. Pri tem je potrebno poudariti, da smo morali način lova pisanic prilagoditi nedestruktivni metodi raziskovanja prehrane, kjer za raziskavo potrebujemo žive in nepoškodovane osebkke.



**Slika 21:** Merjenje pisanice (levo) in pisanica v vedru (desno) (Foto: Ana Lokovšek)

Od 150 ujetih pisanic sta tekom raziskave poginili 2 ribi, ki sta zaradi prepočasnega odziva ob prijettu vabe trnek pogoltnili in smo jih bili primorani humano evtanazirati, ostale ribe pa smo po 24 urah nepoškodovane spustili nazaj v morje. Ribe so bile ob izpustu v dobrem stanju in so takoj odplavale stran. Najmanjši primerek pisanice smo namestili v akvarij na MBP in je živ še danes, po več mesecih od uporabe v raziskavi. Metodo ocenjujemo kot primerno za uporabo na redkih in ogroženih vrstah rib in na zavarovanih območjih.

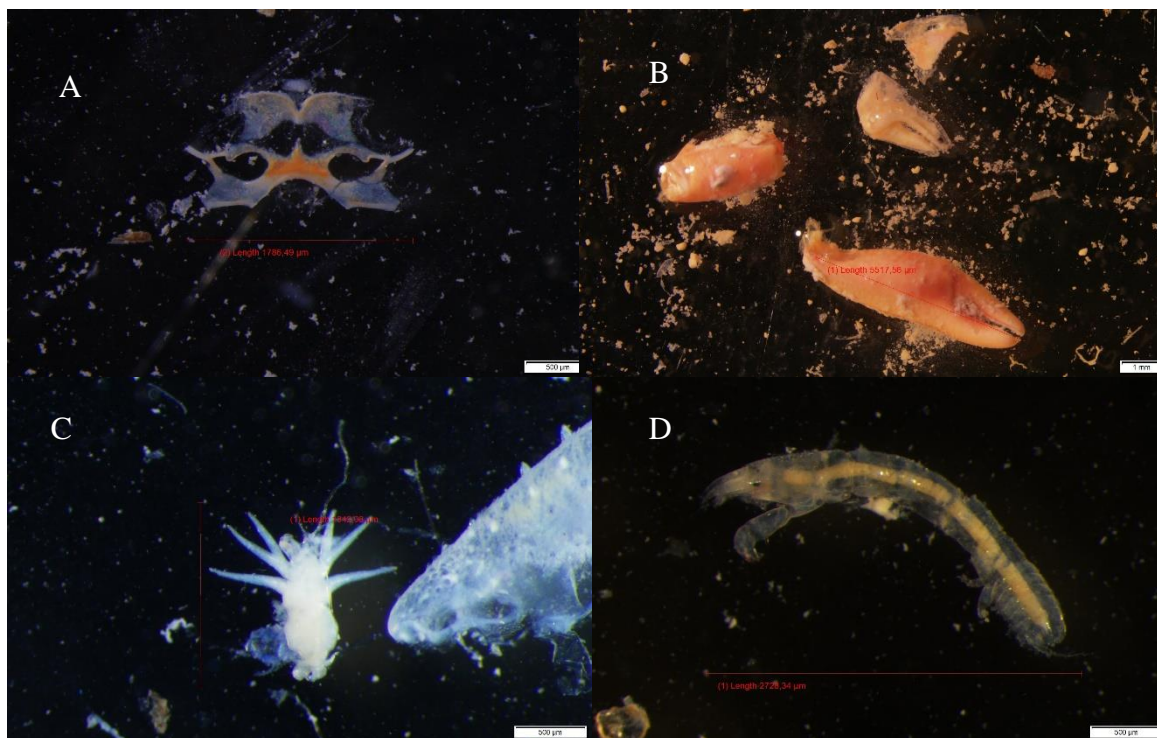
#### **4.1.2 Analiza vzorcev v laboratoriju in izračuni deležev plena v prehrani**

Pri pregledovanju vzorcev iztrebkov v laboratoriju smo ugotovili, da imajo pisanice višjo stopnjo prebave kot prisensniki, ki sta jih raziskovala Trkov in Lipej (2019), in so ostanki plena v iztrebkih precej bolj razgrajeni. Identifikacija do nižjih taksonomskih enot je bila zato pogosto nemogoča.

Metoda se je sicer na primeru pisanice izkazala za ustrezno, vendar pa morda ni primerna za uporabo na vseh vrstah rib, še posebej pri tistih z zelo visoko stopnjo prebave.



Pri pisanici smo identificirali posamezen plen in določili minimalno število plena v prehrani na podlagi nerazgrajenih delov plena v iztrebkih, podobno pa smo pri volčiču plen določali po ostankih plena v vsebini želodca.



**Slika 22:** Primeri najdenih ostankov plena v prehrani pisanice; A – del rakovice, B – klešče rakov deseternožcev, C – glava mnogoščetinca, D – cel primerak *Tanais dulongii* (Foto: Ana Lokovšek)

Nerazgrajeni deli plena, ki smo jih našli v iztrebkih, so bili predvsem trši deli rakov (klešče, karapaksi), oči, posamezni segmenti rakov enakonožcev, ščetine in čeljusti mnogoščetincev. Te podatke smo nato uporabili za izračun numeričnega indeksa in frekvence pojavljanja posameznega plena. Pri tem je zagotovo prišlo tudi do nekaj napak, saj je velik del plena v iztrebkih pisanice razgrajen do te mere, da ga ni več mogoče prepoznati ali pa ga lahko uvrstimo le v višje taksonomske ravni (npr. *Crustacea indeterminata*). Enako velja za plen iz vsebine želodca volčičev. Abundanco nekaterih vrst plena smo zato verjetno podcenili, nekatere taksone plena pa smo zaradi visoke stopnje razgrajenosti in/ali majhne telesne velikosti v iztrebkih/želodcih lahko celo spregledali. Ta problem izpostavljata v kritičnem pregledu metod za analizo vsebine želodca tudi Amundsen in Hernandez (2019) in opozarjata na precenitev deležev plena, ki se razgrajuje počasneje, saj ta ostaja v želodcu dlje časa, lahko tudi več tednov (Hyslop 1980, Baker in sod. 2014). Poleg tega je trše, nerazgradljive dele plena precej lažje prepoznati in identificirati kot plen z mehkejšimi deli.

S temi težavami se soočajo tudi drugi raziskovalci, zato lahko v rezultatih zmeraj pričakujemo neko stopnjo napake. Standardizirana metodologija za raziskovanje

prehranjevalne ekologije v ihtiologiji ne obstaja. Glavne metode, ki se uporabljajo pri analizi vsebine želodca in jih lahko uporabimo tudi pri pregledu iztrebkov, so metoda frekvence pojavljanja, metoda numeričnega indeksa, gravimetrična metoda, metoda rekonstrukcije, volumetrična metoda, metoda relativne polnosti želodca, točkovna metoda in metoda DNA analize (Amundsen in Hernandez 2019). Vsak raziskovalec se odloča za uporabo metod glede na cilje raziskave in raziskovalna vprašanja, na katera želi odgovoriti, najboljše rezultate pa nam da običajno kombinacija več metod.

Prvotni cilj naše raziskave je bila tudi uporaba gravimetričnega indeksa in izračun indeksa relativne pomembnosti, vendar pa je bilo zaradi visoke stopnje razgrajenosti in fragmentacije fizično ločevanje delov plena in merjenje mase posameznega plena preveč težavno in časovno potratno (Baker in sod. 2014, Buckland in sod. 2017). Z uporabo te metode tudi ne bi dobili natančnih podatkov o raznovrstnosti plena v prehrani, saj je omenjena metoda bolj primerna, kadar nas bolj kot raznovrstnost plena zanima stopnja porabe hrane (Amundsen in Hernandez 2019). Iz teh razlogov zgoraj omenjenih indeksov nismo računali in smo se raje posvetili kvantifikaciji relativne sestave prehrane na podlagi frekvence pojavljanja (%PF) in relativne abundance plena (%PN). Frekvenca pojavljanja in relativna abundanca plena ali kombinacija obeh sta pogosto uporabljeni za kvantitavni opis in grafični prikaz prehrane (Hyslop 1980, Amundsen in Klemetsen 1998, Greenwell in sod. 2018, Lek in sod. 2018) in dajeta odgovor na številna raziskovalna vprašanja. Med drugim je iz teh podatkov možen tudi izračun širine prehranjevalne niše. Glavni problem metode frekvence pojavljanja je, da precenjuje vlogo plena, ki se v prehrani pojavlja zgolj naključno. Ta problem rešujemo s kombiniranjem te metode z metodo numeričnega indeksa. Tudi pri numeričnem indeksu obstaja nevarnost, da precenimo pomembnost določenih taksonov v prehrani, predvsem kadar gre za manjši plen, ki se pojavlja v velikem številu (Hyslop 1980). To moramo upoštevati pri interpretaciji rezultatov. Kljub omenjenim težavam je metoda numeričnega indeksa običajno najboljša izbira, kadar nas zanima predvsem izbira plena («ang. Prey-selectivity studies»). Za jasno sliko o prehranjevalnih navadah in plenu, ki ga ribe preferenčno izbirajo, je podatke numerične sestave plena v želodcu/iztrebkih smiselno primerjati s podatki o gostotah plena v okolju, ki pa jih v sklopu te raziskave žal nismo pridobili.

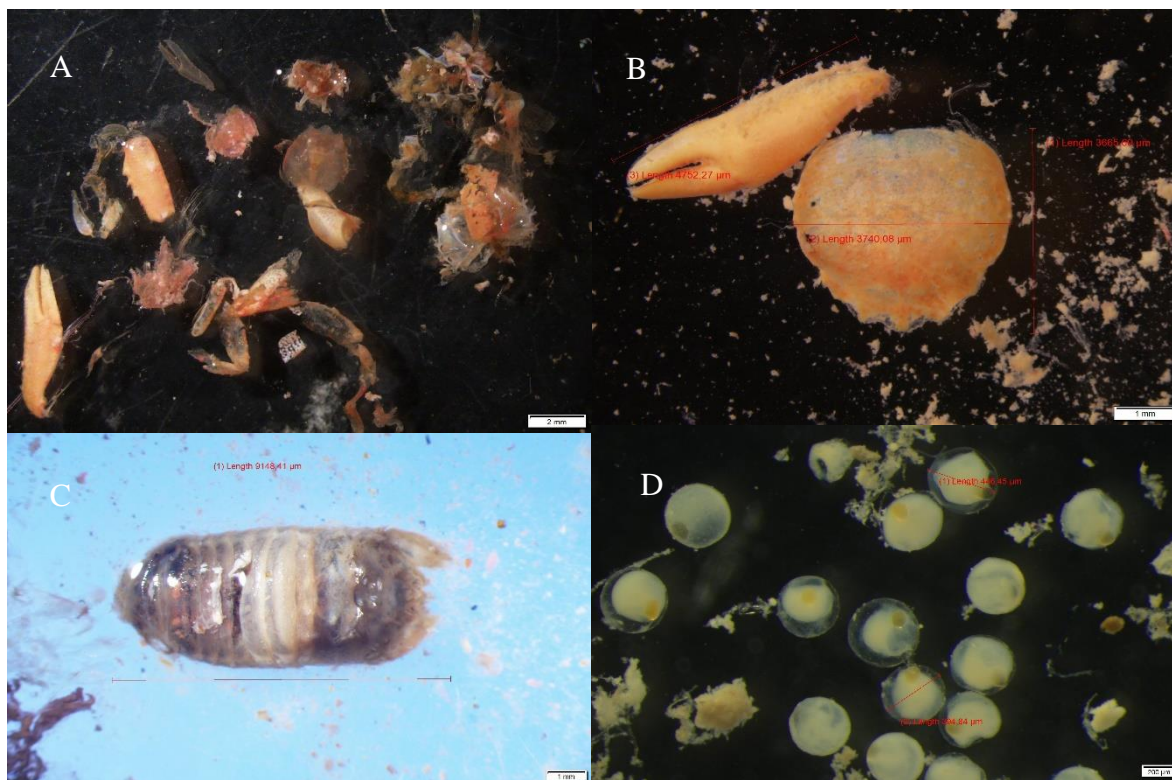
Za potrditev dobljenih rezultatov bi bilo raziskavo smiselno ponoviti na večjem številu rib, vključiti več odraslih osebkov, vzorčenja izvesti v različnih letnih časih ter podatke primerjati s podatki o gostotah plena v okolju. V naši raziskavi smo opazili velik delež mladih osebkov. Pri obeh vrstah je bila najbolj zastopana starostna skupina osebkov, starih 2 leti ali več. Pri pisanici (66,15 %) je bil ta delež večji kot pri volčiču (40 %). Primerljiv delež osebkov (med 15 in 20 %) se pri obeh vrstah nahaja v starostni skupini osebkov, starih 3 leta ali več, prav tako pa je pri obeh najslabše zastopana starostna skupina osebkov,

starejših od 4 let. Ta raziskava predstavlja izhodišče za nadaljnje raziskave prehranjevalnega spleta v našem morju.

## 4.2. Prehranjevalne navade pisanice in volčiča

### 4.2.1 Prehranjevalne navade pisanice v slovenskem morju

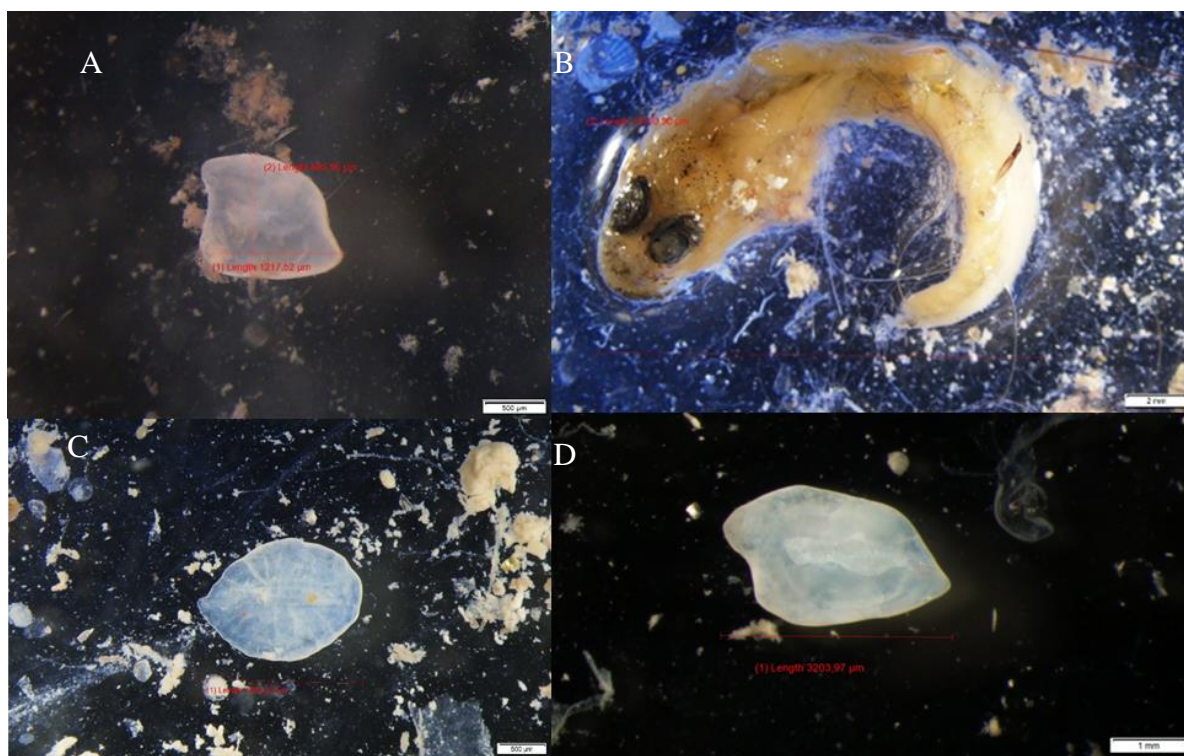
Prehranjevalne navade pisanic kažejo, da gre za plenilca, ki se v slovenskem morju prehranjuje pretežno z raki (Crustacea), mnogoščetinci (Polychaeta) in ribami (Teleostei). V prehrani mladih osebkov je visok delež rakov, sekundarni plen pa predstavljajo prostoživeči črvi mnogoščetinci.



**Slika 23:** Deli plena v prehrani pisanice; A – posamezni deli brezrepca *Pisidia* sp., B – karapaksa in klešče *Pisidia* sp., C – cela mokrica iz družine Sphaeromatidae, D – jajčeca (Foto: Ana Lokovšek)

Pisanice, starejše od enega leta, prehrano pogosteje dopolnjujejo z bentoškimi in nektobentoškimi ribami. Večina ujetih pisanic je bila mlajših od 3 let, njihova telesna dolžina pa manjša od 173 mm. Pri tej dolžini je po podatkih iz literature (Tuset in sod. 2005) 50 % osebkov spolno zrelih. Glede na opažen trend zviševanja deleža rib v prehrani lahko pričakujemo, da je pri starejših in večjih pisanicah ta delež še večji. Pisanica namreč doseže velikost do 323 mm, največja zabeležena starost v Sredozemlju pa je bila 16 let (Zorica in sod. 2010). Juvenilne ribe v vzorcu verjetno prevladujejo, ker smo ribe lovili na trnek, ta

metoda pa ne omogoča neselektivnega ulova. Starejše, bolj izkušene ribe so namreč precej bolj plašne, previdne in manj izpostavljene, zato jih je težje ujeti kot mlajše osebkke. Najpogostejše ribe, najdene v prehrani pisanic, so bili gavuni (*Atherina hepsetus*) in glavači (družina Gobiidae). Po otolithih smo prepoznali tri vrste glavačev, ki so pogoste v kamnitem infralitoralju. To so rdečeusti glavač (*Gobius cruentatus*), bleđi glavač (*Gobius fallax*) in Bathijev glavaček (*Pomatoschistus bathii*). Med glavači je bil najpogostejši bleđi glavač, ki je zaradi svoje pogostosti in primerne velikosti idealen plen pisanice. Tudi sami smo bili pri izlavljanju pisanic priča prizoru, ko je pisanica uplenila bledega glavača. V prehrani smo našli tudi otolite manjših ustnač, ki si delijo življenjsko okolje s pisanico, to sta gnezdivka (*Symphodus cinereus*) in pavlinka (*Symphodus ocellatus*). Vse našete vrste razen gavuna so značilne za spodnji del biocenoze fotofilnih alg (Lipej in sod. 2016).



**Slika 24:** Otoliti in neprebavljen *Gobius* sp. najdeni v iztrebkih pisanice; A - otolit *Gobius cruentatus*, B - *Gobius* sp., C - otolit *Atherina hepsetus*, D - *Gobius fallax* (Foto: Ana Lokovšek)

Delež rakov in mnogoščetincev v prehrani se s starostjo zmanjšuje, kar kaže na to, da večji osebki raje posegajo po večjem plenu. Bistvene razlike v prehrani pisanic na različnih lokacijah v slovenskem morju nismo opazili.

Pisanice se prehranjujejo tako s počasi premikajočim plenom, kot so rakovice, raki samotarci in mnogoščetinci, kot tudi s hitro premikajočimi plenom, denimo z ribami in kozicami (Moreno-Lopes in sod. 2002). Pri opazovanju pisanic v morju smo opazili, da pogosto plenijo izza kamna ali pa na plen prežijo izpod večjega skalnega bloka. Plen opazujejo,

dokler se jim ne približa na dovolj majhno razdaljo, nato pa ga zgrabijo in vsesajo. Večji plen večkrat izpljunejo, preden ga pogoltnejo. Dogajanje pogosto privabi več pisanic, ki za plen tekmujejo in si ga medsebojno kradejo. Večje, dominantne pisanice pogosto odženejo manjše osebkke. Aktivno iskanje plena smo opazovali predvsem zjutraj do 12. ure in zvečer, približno uro pred sončnim zahodom. Takrat so bile pisanice bolj aktivne in so prečesavale dno v iskanju plena. Opazili smo, kako pisanice pregledujejo vdolbine, luknje in špranje pod kamni in prežijo na manjše rake ter jih uspešno uplenijo. Ne preseneča, da so med raki najbolj pogost plen predstavljali raznorepci iz rodu *Pisidia*. V slovenskem morju se pojavljajo tri oz. dve vrsti iz tega rodu, *Pisidia bluteli*, *P. longicornis* in *P. longimana*. Nedavno sta bili vrsti *Pisidia bluteli* in *Pisidia longimana* prepoznani za isto vrsto (Ferreira in Tavares 2020). Vse so vezane na podoben habitat kot pisanica in jih najdemo v velikih gostotah pod kamni v zgornjem infralitoralu. Raki so bili v iztrebkih večinoma preveč razgrajeni, da bi jih določili do vrste. Raki raznorepci iz rodu *Pisidia* so se pojavili v več kot 50 % vseh pregledanih vzorcev (%PF = 56,67 %). Poleg tega rodu smo v iztrebkih uspeli identificirati tudi kožuhasto rakovico (*Pilumnus hirtellus*), ki se je pojavila v dobri desetini vzorcev (%PF = 12,67 %). Tudi ta vrsta živi skrito življenje v špranjah in razpokah kamnitega dna od infralitorala do cirkalitorala. Sekundarni pogost plen so tako pri mlajših kot starejših osebkkih predstavljali raki enakonožci. Najpogosteje so se v prehrani pojavljali predstavniki mokric iz družine Sphaeromatidae, ki so pogosti prebivalci kamnitega dna. V prehrani starejših pisanic smo poleg rib opazili tudi večji delež jajčec. Teh nismo uspeli pripisati nobeni vrsti, vendar pa domnevamo, da del jajčec pripada rakom, nekatera pa so bolj spominjala na ikre rib. Lahko da gre za plenjenje jajčec znotraj vrste ali pa med vrstami. Večino pisanic smo namreč ujeli ravno na višku njihove drstitvene sezone.

Pri pregledovanju iztrebkov smo naleteli tudi na dobro ohranjene, skoraj cele primerke škarjevok (Tanaidaceae), ki so sicer predstavljale le komplementarni plen, a je podatek o pojavljanju teh v prehrani pisanic zanimiv, saj so škarjevke v slovenskem morju maloštevilne in slabo raziskane (Fišer 2004). Zaradi dobre ohranjenosti primerkov škarjevok v plenu smo uspeli le-te določiti do vrste. Škarjevke, najdene v prehrani, smo določili kot vrsto *Tanais dulongi*, ki je razširjena ob celotni slovenski obali. Največ škarjevok smo našli v prehrani pisanic za Piransko punto (predstavljajo kar 8,7 % delež v prehrani) in v Pacugu (5,4 %), nobena škarjevka pa ni bila najdena v prehrani pisanic iz Rta Ronka, Žusterne in Belvederja.

#### 4.2.2 Prehranjevalne navade volčiča v slovenskem morju

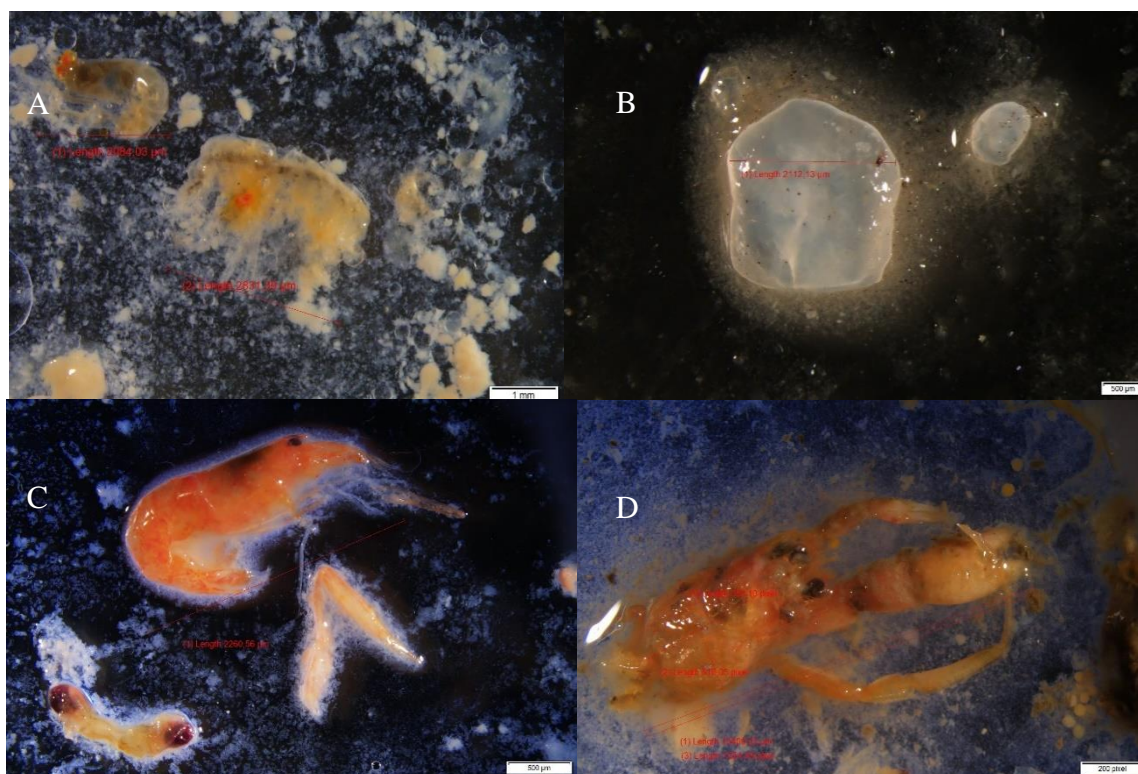
Rezultati raziskave so pokazali, da je volčič karnivor, ki se v slovenskem morju prehranjuje predvsem z različnimi skupinami epibentoških nevretenčarjev, pretežno z raki. Če pogledamo frekvence pojavljanja, vidimo, da se raki (Crustacea) pojavijo v prehrani skoraj vseh primerkov (%PF = 96,55 %), po pogostosti pojavljanja pa jim sledijo roječe kozice in postrance (%PF = 43,10 % pri obeh).



**Slika 25:** Volčič, ki je ravnokar uplenil raka *Alpheus* sp. (Foto: Domen Trkov)

V nasprotju s pisanico volčič pogosteje kot rakovice pleni kozice. Kozice zavzemajo v prehrani skoraj 8-% delež, medtem ko so rakovice z manj kot 4-% deležem zgolj občasni komplementarni plen. V slovenskem morju volčiči večinoma poseljujejo habitate s sedimentnim dnom, za katere so značilne združbe kačjerepov in manjših epibentoških rakov (kozice, postrance, roječe kozice), rakovic pa je tam zaradi pomanjkanja skrivališč manj (Fedra et al. 1976, Stachowitsch 1984).

V naši raziskavi smo ugotovili, da ribe v prehrani volčiča predstavljajo zgolj naključni plen. To je lahko povezano z majhnim vzorcem preiskovanih osebkov, pa tudi z lokacijo ulova. Volčiči so bili namreč ujeti z vlečno mrežo, vsaj 1,5–3 milje od slovenske obale na globini med 20 in 25 metrov. Na takšni globini pričakujemo muljasto-sedimentno dno, na katerem prevladujejo bentoški nevretenčarji (Lipej in sod. 2018). Prav tako pa večina teh osebkov pripada nižjim starostnim razredom (volčiči, stari do 3 let in veliki do 10 cm).



**Slika 26:** Plen v želodcih volčiča; A – ostanki postranice, B – otolit, C – kozica, D – *Alpheus* sp. (Foto: Ana Lokovšek)

Če primerjamo prehrano volčiča v različnih starostnih razredih (preglednica 7) vidimo, da se v vseh starostnih razredih pojavljajo isti taksoni, vendar pa se s starostjo spreminjajo njihovi deleži. Najpomembnejši plen vseh starostnih skupin predstavljajo raki deseteronožci in roječe kozice. Delež deseteronožcev se v prehrani povečuje, nasprotno pa se delež roječih kozic in postranic v prehrani znižuje, kar kaže na to, da večji in starejši volčiči izbirajo večji plen. Labropoulou (1995) je ugotovil, da mladi osebki prebivajo in se hranijo v istih habitatih kot odrasli, zato spremembe deležev plena ne moremo pripisati ontogenetski menjavi habitata. Vendar pa je možno ta prehod na večji plen razložiti z morfologijo volčiča. Ugotovili so, da se pri volčiču širina in višina ust v odprtem položaju linearno povečujeta s povečevanjem telesne velikosti (Ross 1978, Stoner 1980, Gibson in Ezzi 1987). Večja usta volčiču omogočajo plenjenje večjega plena. Večji plen pomeni, da se lahko hranijo manj pogosto in tako za plenjenje porabijo manj energije (Labropoulou 1997). Rezultati naše raziskave kažejo, da volčič ni ozko specializiran za plenjenje določenega plena in se prehranjuje oportunistično, z vrstami plena, ki so v okolju pogoste. V želodcih volčiča smo prepoznali 16 različnih taksonov plena, vendar pa nekaterih nismo uspeli določiti do nižjih taksonov, tako da je realno število različnih vrst, s katerimi se volčič prehranjuje, verjetno še večje.

## 4.3 Primerjava z drugimi raziskavami

### 4.3.1 Pisanica

Prehrano pisanice v slovenskem morju predstavljajo predvsem raki, med katerimi prevladujejo raki deseteronožci. Podobne rezultate kažejo tudi druge raziskave avtorjev v Sredozemskem morju in v Atlantskem oceanu. Raki deseteronožci po navedbah različnih avtorjev predstavljajo med 54,5- in 60-% delež prehrane (Arculeo in sod. 1993, Moreno-Lopes in sod. 2002). Največje razlike med različnimi območji se pojavljajo znotraj skupine deseteronožcev. V naši raziskavi smo ugotovili, da so najpogostejši deseteronožci rakovice, med katerimi prevladuje vrsta iz rodu *Pisidia*, v študiji v morskem rezervatu Lanzarote na Kanarskih otokih (Moreno-Lopes in sod. 2002) in v zalivu Palermo v Tirenskem morju (Arculeo in sod. 1993) pa se v prehrani pogosteje pojavljajo kozice (*Caridea*). Po tem lahko sklepamo, da je pisanica generalist in ni vezana na specifičen plen. Prehranjuje se s plenom, ki je v okolju najlažje dostopen in je v pravem velikostnem rangu, da ga lahko upleni in zaužije. Predvidevamo, da so v zgornjem infralitoralno Kanarskih otokov in zaliva Palermo kozice pogostejše od rakovic in jih zato pisanica pogosteje pleni.

Tako v naši raziskavi kot v raziskavi na Kanarskih otokih, v Tirenskem morju in Egejskem morju se v prehrani pisanice pojavljajo tudi ribe, vendar predstavljajo na različnih lokacijah različno velik delež. Največji delež rib pisanice uplenijo na Kanarskih otokih (22,64 %; Moreno-Lopes in sod. 2002), najmanjši delež (7 %) pa smo ugotovili v naši raziskavi. Verjetno lahko razliko pojasnimo s povprečno velikostjo raziskovanih primerkov, saj so pisanice v raziskavi na Kanarskih otokih merile med 150 in 289 mm (TL), s povprečno velikostjo 218,30 mm, pisanice, preiskane v naši raziskavi, pa so bile znatno manjše in so merile med 108 in 216 mm (TL). Povprečna velikost pisanice v naši raziskavi je 140 mm. Velika odstopanja se kažejo tudi pri deležih mnogoščetincev v prehrani. V naši raziskavi smo ugotovili, da se delež mnogoščetincev v prehrani s starostjo zmanjšuje, tako da lahko te razlike spet pojasnimo z velikostnimi razlikami raziskovanih osebkov med različnimi študijami in verjetno tudi z različnimi gostotami mnogoščetincev v 4 različnih območjih raziskovanja.



**Preglednica 11:** Primerjava deležev plena (%PN) v prehrani pisanice med različnimi študijami

	Naša raziskava	Moreno-Lopes in sod. 2002	Arculeo in sod. 1993	Vasilki, 2016
	slovensko morje	Lanzarote, Atlantski ocean	Tirensko morje, zaliv Palermo	Južno zahodni Lesbos, Egejsko morje
N =	150	351	244 (51 praznih želodcev)	
	%PN	%PN	%PN	%PN
	65,89	75,08	60,9	65
Crustacea indeterminata	0,33	13,44		
<b>DECAPODA (skupaj)</b>	<b>43,43</b>	<b>60</b>	<b>55,6</b>	
Decapoda indeterminata	10,32		3,9	
<b>BRACHYURA (skupaj)</b>	<b>7,65</b>	<b>21,64</b>	<b>0,4</b>	
Brachyura indeterminata	4,16	2,62		
<i>Pilumnus hirtellus</i>	3,16	0,33	0,4	
<i>Xantho incisus</i>				
<i>Xantho poressa</i>				
<i>Xantho sp.</i>				
Majidae	0,33	7,87		
<i>Dromia sp.</i>		0,33		
Portunidae		2,95		
<b>ANOMURA</b>	<b>25,45</b>	<b>13,44</b>	<b>25,4</b>	
Paguridea indeterminata	1,66		0,1	
Galatheidae			18,6	
<i>Pisidia sp.</i>	18,80		3,3	
<i>Porcellana sp.</i>	1,66		3,4	
<b>CARIDEA (skupaj)</b>	<b>3,33</b>	<b>24,92</b>	<b>49,8</b>	
Caridea	2,66	13,77	3	
<i>Athanas nitescens</i>	0,67		5,1	
<i>Alpheus sp.</i>		6,89	18,1	
Crangonidae indeterminata		0,33		
<i>Philocheras fasciatus</i>		0,33		
<i>Lysmata seticaudata</i>		0,33		
<i>Paleomon sp.</i>			1,3	
<i>Paleomon xiphias</i>		2,62		
<b>STOMATOPODA</b>		<b>0,33</b>		
<b>MYSIDA</b>	<b>3,99</b>		<b>1,5</b>	
<b>ISOPODA</b>	<b>13,64</b>	<b>0,33</b>	<b>3,1</b>	
Isopoda indeterminata	5,32			
Sphaeromatidae	7,32			
Idoteidae	0,17			
Anthuridae	0,83			
<b>TANAIDACEA</b>	<b>2,50</b>			
<b>AMPHIPODA</b>	<b>0,83</b>	<b>0,98</b>	<b>0,7</b>	<b>8</b>
Caprellidae	0,83			

<b>OSTRACODA</b>	<b>0,67</b>			
<b>CIRRIPEDIA</b>	<b>0,50</b>			
<b>POLYCHAETA (skupaj)</b>	<b>12,65</b>	<b>0,33</b>	<b>0,8</b>	
Polychaeta – Errantia	11,81			
Polynoidae	0,17			
<i>Spirorbis</i>	0,67			
<b>MOLLUSCA</b>	<b>5,33</b>	<b>1,97</b>	<b>0,9</b>	
<b>GASTROPODA</b>	<b>4,66</b>	<b>0,98</b>	<b>0,7</b>	<b>2</b>
<b>CEPHALOPODA</b>		<b>0,98</b>	<b>0,2</b>	
<b>BIVALVIA</b>	<b>0,67</b>			
<b>TELEOSTEI</b>	<b>6,82</b>	<b>22,64</b>	<b>10,2</b>	<b>15</b>
<i>Osteoichthyes indeterminata</i>	2,30	11,15		
<i>Gobius fallax</i>	0,88			
<i>Atherina sp.</i>	1,06	2,3		
<i>Symphodus ocellatus</i>	0,11			
<i>Symphodus cinereus</i>	0,17			
<i>Pomatoschistus bathii</i>	0,27			
<i>Mullus surmuletus</i>	0,22			
<i>Gobius cruentatus</i>	0,54			
<i>Synodus synodus</i>		0,33		
<i>Sygnathus sp.</i>		0,66		
<i>Serranus sp.</i>		0,33		
<i>Centrolabrus trutta</i>		0,33		
<i>Labridae indeterminata</i>		2,62		
<i>Parablennius pilicornis</i>		1,31		
<i>Scartella cristata</i>		0,33		
<i>Blennidae unidentified</i>		0,33		
<i>Tripterygion delaisi</i>		0,66		
<i>Scorpaena maderensis</i>		0,66		
<i>Lepadogaster sp.</i>		0,66		
<i>Gobius niger</i>		0,66		
<b>JAČECA</b>	<b>3,79</b>			

### 4.3.2 Volčič

S prehrano volčiča v Sredozemskem morju so se doslej ukvarjali Bilecenoglu (2009), Yapici in sod. (2012) ter Labropoulou in sod. (1998). Bilenocglu in Yapici s sodelavci so raziskovali prehrano volčiča na območju Izmirskega zaliva, Labropoulou pa na območju kretske kontinentalne police. V Jadranskem morju doslej nihče ni raziskoval prehranjevalne navade volčičev. Naše rezultate smo primerjali z rezultati študij prehrane volčiča v Egejskem morju. Dobljeni rezultati so primerljivi z drugimi študijami. Tako v slovenskem kot v Egejskem morju glavni plen volčiča predstavljajo raki (Crustacea). Delež rakov v prehrani se giblje od 81,9 % do 90,91 %. Vsi avtorji navajajo, da med raki prevladujejo deseteronožci, vendar pa je delež deseteronožcev v študiji v Izmirskem zalivu (Yapici in sod. 2012) bistveno večji, kot ga navajamo v naši in drugih dveh študijah, in znaša 68,18 %. Avtorji navajajo različne deleže rakovic in kozic v prehrani, vendar pa so se te v vseh študijah izkazale za pomemben plen. Labropoulou in sod. (1998) pri volčičih v zalivu Iraklion opisujejo podobno spreminjanje prehrane s starostjo, kot smo opazili v naši raziskavi. Mladi in starejši osebki se prehranjujejo z istimi taksoni plena, vendar pa se s starostjo spreminjajo njihovi deleži. Navajajo tudi, da si različne starostne skupine volčičev prehranjevalno nišo razdelijo tako, da se prehranjujejo s plenom različnih velikosti. Mladi osebki se hranijo, podobno kot v naši raziskavi, z večjim deležem roječih kozic in postranic, z naraščanjem telesne velikosti pa pogosteje plenijo rakovice in kozice. Labropoulou in sod. (1998) v raziskavi navajajo tudi, da se prehrana volčičev tekom leta bistveno ne spreminja. Ribe zavzemajo v prehrani volčiča različen delež. Tudi v zalivu Iraklion so v prehrani volčiča opazili glavače, poleg njih pa so v prehrani našli tudi otolite bukve (*Boops boops*). Avtorji Bilecenoglu (2009), Yapici in sod. (2012), Labropoulou in sod. (1998) navajajo relativno abundanco rib (%PN) v prehrani med 2,9 in 9,09 %, pri čemer Labropoulou in sod. (1998) ugotavljajo tudi, da število plena na primerek s starostjo upada. Večji osebki torej uplenijo manj plena, vendar pa je ta plen večji. Za boljšo primerjavo bi torej morali upoštevati tudi masne in ne le številčne deleže. Yapici in sodelavci (2012) so v svoji in v drugih razpoložljivih raziskavah (Bell in Harmelin-Vivien 1983, Labropoulou in Eleftherion 1997, Labropoulou in sod. 1998, Bilecenoglu 2009) primerjali masne deleže (%W) rib v prehrani volčiča. Ugotovili so, da ribe v prehrani volčiča predstavljajo od 0,6-% do 28,4-% delež. Majhen delež rib v prehrani volčiča, kot ga ugotavljamo v naši raziskavi, in tudi velik delež roječih kozic lahko pojasnimo z lokacijo ulova volčičev, ki je bila daleč stran od obale (vsaj 1,5 milje), kjer lahko pričakujemo nekoliko manjšo gostoto rib kot ob obali.

**Preglednica 12:** Primerjava prehrane volčiča v slovenskem morju z drugimi študijami

Avtor študije	Ta študija	Bilecenoglu, 2009	Yapici in sod., 2012	Labropoulou in sod.,1998
Kraj vzorčenja	Slovensko morje	Izmirski zaliv, Egejsko morje	Izmirski zaliv, Egejsko morje	Kretska kontinentalna polica, Egejsko morje
N =	65	603	278	1000
Kategorija plena	%PN	%PN	%PN	%PN
<b>CRUSTACEA (skupaj)</b>	<b>82,32</b>	<b>85,49</b>	<b>90,91</b>	<b>81,9</b>
Crustacea indeterminata		11,59		
<b>DECAPODA (skupaj)</b>	<b>20,12</b>	<b>28,49</b>	<b>68,18</b>	<b>42,3</b>
Decapoda indeterminata	8,54			
<b>ANOMURA (skupaj)</b>		<b>0,48</b>		<b>4,71</b>
<b>BRACHYURA (skupaj)</b>	<b>3,66</b>	<b>10,14</b>	<b>27,27</b>	<b>7,68</b>
<i>Liocarcinus maculatus</i>				1,89
<i>Liocarcinus sp.</i>				2,76
Brachyura indeterminata				3,03
<b>CARIDEA (skupaj)</b>	<b>7,93</b>	<b>17,87</b>	<b>40,91</b>	<b>18,85</b>
Caridea indeterminata	4,27			5,6
<i>Athanas nitescens</i>	2,44			
<i>Alpheus sp.</i>	1,22			6,44
<i>Processa noveli</i>				6,81
<b>THALASSINIDEA</b>				<b>11,06</b>
<i>Upogebia sp.</i>				4
Thalassinidea indeterminata				7,06
<b>MYSIDA</b>	<b>33,54</b>	<b>4,83</b>	<b>13,64</b>	<b>21,4</b>
<b>ISOPODA (skupaj)</b>	<b>1,22</b>	<b>1,45</b>		
Isopoda indeterminata	0,61			
Sphaeromatidae	0,61			
<b>AMPHIPODA (skupaj)</b>	<b>27,44</b>	<b>39,13</b>		<b>18,2</b>
Amphipoda indeterminata				3,1
<i>Apherusa chierghinii</i>				9,5

<i>Phtisica marina</i>				5,6
Gammaridae	25,61			
Caprellidae	1,83			
<b>COPEPODA</b>			9,09	
OPHIURIDA	6,71	3,86		
POLYCHAETA	4,27	7,73		9,9
GASTROPODA	0,61			
BIVALVIA (skupaj)	5,49			
<i>Mytillus galloprovincialis</i>	0,61			
TELEOSTEI (skupaj)	0,61	2,9	9,09	5,46
<i>Lesuerigobius friesii</i>		1,21		
<i>Gobius sp.</i>	0,61	1,69	9,09	1,68
<i>Callionymus sp.</i>				
<i>Boops boops</i>				2,11
Teleostei indeterminata				1,68

V slovenskem morju lahko tam pričakujemo pusto sedimentno dno oz. habitatna tipa cirkalitoralnega blata in cirkalitoralnega grobega sedimenta. Na cirkalitoralnem grobem sedimentu se pojavlja združba ORM (*Ophiotrix* – *Reniera* – *Microcosumus*) (Fedra s sodelavci 1976), poimenovana po začetnicah latinskih imen kačjerepa, spužve in plaščarja, ki v tem habitatnem tipu tvorijo prevladujočo združbo. Sekundarno trdno dno, ki nastane s kopičenjem školjčnih lupin in ostankov skeletnih delov drugih organizmov, omogoča naselitev pestre množice nevretenčarjev (Lipej in sod. 2018), ki predstavljajo potencialni plen volčiča. Za območje cirkalitoralnega blata je v osrednjem in vzhodnem delu Tržaškega zaliva značilna biocenoza muljastega dna, katere značilne vrste so kačjerep vrste *Amphiura chiajei*, *Ophiotrix quinquemaculata* in srčasti morski ježek (*Schizaster canaliferus*) (Lipej in sod. 2018). Kačjerepi so se pojavili v skoraj 20 % želodcev, ki smo jih izolirali, in so predstavljali 6,71-% delež (Preglednica 6).

#### 4.3.3 Trofični nivoji pisanice in volčiča

Iz podatkov o deležih posameznega plena v prehrani pisanice in volčiča smo izračunali tudi njun trofični nivo. Po Stergiou in Karpouzi (2002) lahko ribe v Sredozemskem morju glede na trofični nivo uvrstimo v naslednje kategorije; omnivori s preferenco do rastlin ( $2,9 < TROPH < 2,9$ ), omnivori s preferenco do živalskega plena ( $2,9 < TROPH < 3,7$ ), karnivori s preferenco do rakov deseteronožcev ali rib ( $3,7 < TROPH < 4,0$ ) in karnivori s preferenco do rib ali glavonožcev ( $4 < TROPH < 4,5$ ). Vrednost trofičnega nivoja se lahko za isto vrsto na različnih območjih razlikuje. Prav tako se vrednost trofičnega nivoja vrste na istem območju lahko razlikuje med letnimi časi in leti (Karachle in Stergiou 2008). Na spremembo vrednosti trofičnega nivoja, torej spremembo prehranjevalnih navad, lahko vpliva

sprememba habitata (Politou in Papaconstantinou 1994) in sprememba v dostopnosti plena (Albert 1994). Vrednost se razlikuje tudi med različnimi stopnjami biološkega cikla plenilca (Tudela 2000), zato je potrebno pri računanju trofičnega nivoja upoštevati velikostni rang oz. življenjski stadij primerkov, uporabljenih v raziskavi (Pinnegar in Polunin 2000, Stergiou in Karpouzi 2002), ter letni čas, v katerem je bila študija opravljena.

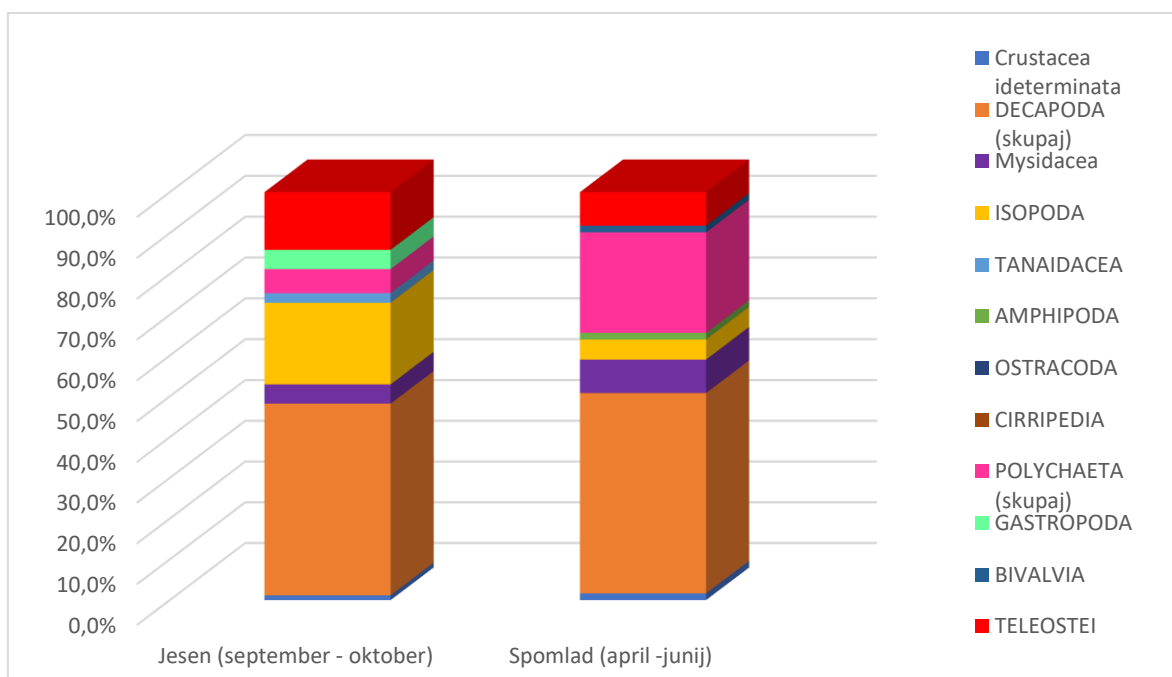
Preglednica 13 prikazuje trofične nivoje pisanice v Sredozemskem morju, kot jih navajajo različni avtorji. Trofični nivo pisanice glede na rezultate naše raziskave znaša  $3,43 \pm 0,52$ . To velja za osebkke velike med 108 in 217 mm, s povprečno velikostjo 140,37 mm, kar predstavlja predvsem mlade osebkke, stare 1 leto ali 2. Manjši osebkki prevladujejo tudi v študiji na severu Evbejskega zaliva v Egejskem morju (Pettrakis in sod. 1993, Stergiou in Karpouzi 2002), vendar pa je izračunan trofični nivo tam vseeno precej višji in znaša 3,7, kar je lahko povezano s sezono ali razliko v razpoložljivi hrani med območji. Relativno nizek trofični nivo pisanic v naši raziskavi je verjetno tudi posledica tega, da imamo v naši raziskavi predvsem juvenilne in mlade osebkke pisanic. Možno je, da se v Egejskem morju pojavljajo nekoliko drugačne združbe kamnitega infralitorala kot v slovenskem morju. Najvišji trofični nivo pisanice v Sredozemskem morju navajata Karachle in Stergiou (2017), in sicer  $3,94 \pm 0,63$ , kot glavni plen pa navajata rakovice, ribe in kozice. Tudi ta raziskava zajema področje Egejskega morja, velikostni razpon osebkov, uporabljenih v raziskavi, pa je nekoliko večji in zajema osebkke velike od 105 do 236 mm, kar lahko vpliva na rezultat.

Vse študije (Pettrakis in sod. 1993, Arculeo in sod. 1993, Khoury 1984, Stergiou in Karpouzi 2002, Karachle in Stergiou 2017) razen naše uvrščajo pisanico glede na kriterije po Stergiou in Karpouzi (2002) v kategorijo karnivora s preferenco do rakov deseteronožcev/rib. Pisanice v slovenskem morju se po teh kriterijih uvrščajo v kategorijo vsejedov s preferenco do živalskega plena. Pisanica je glede na trofični nivo 3,43 sicer v zgornjem delu kategorije vsejedih rib s preferenco do živalskega plena. Rastlinskega materiala v njeni prehrani načeloma ni, če pa se pojavi, je zaužitje verjetno le naključno (denimo ob lovu na nevretenčarje v algalni zarasti naključno zaužije še delce alg). Pisanice, uporabljene v naši raziskavi, so imele v želodcih manjši delež rib in rakov deseteronožcev, kot ga navajajo drugi avtorji, kar si razlagamo z manjšo telesno velikostjo in letnim časom; večji pa je bil delež manjšega plena, kot so mnogoščetinci in raki enakonožci, zato so uvrščene v nižjo trofično kategorijo. Na sliki 26 smo prikazali razliko v prehrani na manjšem vzorcu (N=44) pisanic, ujetih pred MBP. Polovica pisanic (N=22) je bila ulovljena jeseni, med koncem septembra in oktobra, druga polovica (N=22) pa med koncem aprila in koncem junija. Opazimo, da je bil delež rib in rakov deseteronožcev v spomladanskem obdobju občutno nižji. Pozno spomladi in zgodaj poleti je v okolju manj mladih rib in rakov, saj se mladi osebkki, ki predstavljajo potencialni plen pisanic, rekrutirajo v populacije šele konec poletja ali zgodaj jeseni. Večina pisanic, uporabljenih v naši raziskavi (N = 128), je bila ulovljena prav

spomladi, kar lahko dodatno vpliva na izračun nižjega trofičnega nivoja, kot ga navajajo ostali avtorji.

**Preglednica 13:** Trofični nivoji pisanice v Sredozemlju

Avtor in leto študije	Lokacija študije	<i>Serranus scriba</i>		
		TROPH	Velikost (mm)	Povprečna velikost (mm)
Naša raziskava 2021	Slovensko morje	3,43 +/- 0,52	108–217	140,37
Karachle in Stergiou 2017	Severozahodno Egejsko morje	3,94 +/-0,63	106–236	
Stergiou in Karpouzi 2002	(review – povprečje iz več lokacij v Sredozemlju)	3,79	50–230	
Khoury 1984	Neapeljski zaliv, Tirensko morje	3,8		
Arculeo in sod. 1993	Zaliv Palermo, Tirensko morje	3,87	100–230	
Petrakis in sod. 1993	Severnoevbejski zaliv, Egejsko morje	3,7	50–150	



Slika 27: Primerjava prehrane pisanice (%PN) glede na letni čas

Trofični nivoji volčiča v slovenskem in drugih delih Sredozemskega morja, kot ga navajajo različni avtorji, so navedeni v preglednici 14. Trofični nivo volčiča v slovenskem morju po podatkih naše raziskave znaša 3,35 +/- 0,52. Upoštevati moramo, da so bili vsi volčiči ulovljeni junija, torej zgodaj poleti, in je rib ter deseteronožcev zato v prehrani verjetno manj kot jeseni in pozimi. Večina rib in rakov se v tem obdobju šele začne razmnoževati, mladi

osebki pa se rekrutirajo v populacije šele konec poletja in jeseni. Takrat so populacije rib in rakov najštevilčnejše (Abello in sod. 1998, Giansante in sod. 2008, Glamuzina in sod. 2014). V povprečju so primerki, uporabljeni v naši raziskavi, tudi nekoliko manjši kot v raziskavah drugih avtorjev, kar lahko dodatno vpliva na nižji trofični nivo. K temu pa lahko pripomore tudi dejstvo, da so bili volčiči ujeti v habitatnem tipu cirkalitoralnega blata ali grobih peščenih sedimentov, kjer je biocenoza drugačna kot v obrežnih habitatih (Lipej in sod. 2018). Najbližjo vrednost trofičnega nivoja, kot smo jo ugotovili v naši raziskavi, navajajo Bell in Harmelin-Vivien (1983) za Lionski zaliv ter Labropoulou in Eleftheriou (1997) za področje kretske kontinentalne police v Egejskem morju. Bell in Harmelin-Vivien (1983) tudi sicer navajata najbolj podobno prehrano tisti, ki je bila ugotovljena v slovenskem morju (rakovice, postranice in roječe kozice). Vse raziskave navajajo za volčiča nižji trofični nivo kot za pisanico, kar kaže na to, da se volčič pretežno prehranjuje z manjšim plenom, ki je primarni potrošnik, medtem ko je v prehrani pisanice tudi nezanemarljiv delež sekundarnih potrošnikov, kot so ribe in raki deseteronožci. Pri interpretaciji trofičnih nivojev se moramo zavedati, da je izračunana vrednost le groba ocena, ki lahko od realnega stanja zaradi različnih dejavnikov odstopa. Če v izračun vključimo širše skupine, kot denimo »ribe«, moramo vedeti, da imajo tudi različne vrste rib v prehrani različne trofične nivoje in s tem različen doprinos k trofičnemu nivoju plenilca. S posploševanjem te informacije izgubimo. *Pomatoschistus bathii* in *Gobius cruentatus*, ki sta predstavljala del prehrane pisanice v naši raziskavi, imata denimo različen doprinos k trofičnemu nivoju, a ju program TROPHlab uvršča v isto kategorijo.

**Preglednica 14:** Trofični nivoji volčiča v Sredozemlju

Avtor in leto študije	Lokacija študije	<i>Serranus hepatus</i>		
		TROPH	Velikost (mm)	Povprečna velikost (mm)
Naša raziskava 2021	Slovensko morje	3,35 +/- 0,52	65–105	90,32
Karachle in Stergiou 2017	Severozahodno Egejsko morje	3,77 +/- 0,63	57–131	
Karachle in Stergiou 2008	Severno Egejsko morje	3,5		
Stegiou in Karpouzi 2002		3,61	30–140	
Bell in Harmelin-Vivien 1983	Marseille, Lionski zaliv	3,47		
Labropoulou in sod. 1998	Kreta, Egejsko morje	3,72	30–140	
Labropoulou in Eleftheriou 1997	Kreta, Egejsko morje	3,5		78
Wagué 1997		3,73		



#### 4.4. Vloga pisanice in volčiča v prehranjevalnem spletu Tržaškega zaliva

Tržaški zaliv predstavlja najsevernejši del Jadranskega morja, zanj pa je značilna plitvost, slaba vidljivost in spremenljive hidrografske razmere. Številne reke, ki se izlivajo v Jadransko morje, vanj prinašajo hranila, zato je Jadransko morje, še posebej pa njegov severni in severozahodni del, območje visoke produktivnosti (Štirn in sod 1974). Visoka stopnja primarne produkcije v Tržaškem zalivu omogoča obstoj velikega števila raznolikih in pestrih življenjskih združb in habitatnih tipov (Riedl 1961, Orel in Mannea 1969, Gamulin – Bridha 1974, Fedra 1978).

Glavna območja primarne produkcije v Tržaškem zalivu predstavljajo habitatni tipi morskih travnikov in algalne zarasti v mediolitoralu in infralitoralu (Garcia-Rubies in Zabala 1990, Bouchereau in Hoai 1997, Methven in sod. 2001), katere poseljujejo bogate življenjske združbe rib in nevretenčarjev .

V Jadranskem morju se pojavlja 429 vrst rib, ki pripadajo 118 družinam (Lipej in Dulčić 2004), od tega za področje Tržaškega zaliva Marčeta (1999) navaja 259 vrst rib iz 88 različnih družin. V slovenskem delu Tržaškega zaliva je bilo do sedaj zabeleženih 184 vrst rib iz 64 družin (Lipej in Dulčić 2004). V raziskavi ribjih združb južnega dela Tržaškega zaliva Orlando Bonaca in Lipej (2005) navajata, da v ribjih združbah prevladujejo predstavniki družin Bleniidae, Gobiidae, Spariidae in Labridae. Predstavniki teh družin so zelo povezani z morskim dnom in so pogosto dominantne vrste v obrežnih habitatih. Kot najbolj pogoste vrste rib, zabeleženih v mediolitoralu in infralitoralu Tržaškega zaliva (ne glede na habitat in lokacijo), Orlando Bonaca in Lipej (2005) navajata 4 vrste iz družine ustnač, to so gnezdivka (*Symphodus cinereus*), kosirica (*Symphodus roissali*), lep (*Symphodus tinca*) in pavlinka (*Symphodus ocellatus*). Poleg njih med vrste z največjo frekvenco pojavljanja (>75 %) spada tudi pisanica (*Serranus scriba*). Pisanica je generalistična vrsta, ki zaseda različne habitate kamnitega in skalnatega dna

Med naštetimi ribami je trofični nivo *S. scriba*, kot smo izračunali v naši raziskavi (TROPH = 3,43 +/- 0,53), po Stergiou in Karpouzi (2002) najbolj podoben trofičnim nivojem *Labrus merula* (TROPH = 3,47 +/- 0,55), *Symphodus ocellatus* (TROPH = 3,4 +/- 0,51), *Mullus surmuletus* (TROPH = 3,44 +/-), *Diplodus annularis* (TROPH = 3,4 +/- 0,46) , *Diplodus sargus* (TROPH = 3,38 +/- 0,51) in *Diplodus vulgaris* (3,5 +/- 0,46). Vse našete vrste se hranijo z raki deseteronožci, mnogoščetinci, školjkami in iglokožci, kar pomeni, da lahko pisanica z njimi tekmuje za nekatere razpoložljive vire. Deleži omenjenih plenov v prehrani se pri različnih vrstah razlikujejo.

Pisanico in volčiča glede na način prehranjevanja uvrščamo med pridnene karnivorne makropredatorje z oportunističnim načinom prehranjevanja. Na njuno oportunistično prehranjevanje kaže indeks trofične diverzitete (ITD), ki za pisanico znaša 0,89 za volčiča pa 0,81. V Tržaškem zalivu predstavljata pomemben člen v prehranjevalnem spletu in pomembno vplivata na gostote manjših epibentoških nevretenčarjev. Večji in starejši osebki

plenijo tudi ribe in se tako uvrščajo v kategorijo piscivornih (ribojedih) predatorjev v prehranjevalnem spletu. V naši raziskavi smo v prehrani pisanice potrdili prisotnost bledega glavača, rdečeustnega glavača, gnezdivke in pavlinke. Glavača smo našli tudi v prehrani volčiča. Volčiči in pisanice predstavljajo prehrano večjim piscivornim ribam in tako v ekosistemu Tržaškega zaliva predstavljajo člen med bentoškimi primarnimi porabniki in večjimi piscivornimi predatorji v ekosistemu. Volčiče so denimo našli v želodcih ugorja (*Conger conger*), osliča (*Merluccius merluccius*), murene (*Muraena helena*), tabinje (*Phycis phycis*), kirnje (*Epinephelus marginatus*), rdeče bodike (*Scorpaena scrofa*) in morskega psa trneža (*Squalus acanthias*) (Dulčić in sod. 2007).

#### 4.5 Naravovarstvene implikacije

Poznavanje prehranjevalne ekologije rib je pomembno pri upravljanju ribolovnih in zavarovanih območij, pa tudi za samo poznavanje vrste. Prehranjevalna ekologija vrste je neposredno povezana s populacijsko dinamiko in prispeva tudi k razumevanju porazdelitve virov (Ross 1986, Guedes in Araujo 2008), izbire habitata (Wetherbee in sod. 2004), izbire plena (Motta in Wilga 2001), plenjenja (Martin in sod. 2005, Frid in Marliave 2010), evolucije (Collar in sod. 2009), kompeticije in trofične ekologije (Stergiou in Karpouzi 2002, Svanback in Bolnick, 2007) ter prenosa energije znotraj ekosistema in med ekosistemi (Nakano in Murakami 2001; Baxter in sod. 2004, 2005, Rezende in sod. 2008). Takšne ekološke informacije imajo veliko vrednost pri načrtovanju varstvenih strategij in so ključni element pri varovanju vrst in ekosistemov (Hoggarth in sod. 2005, Simpfendorfer in sod. 2011).

Pisanica in volčič sta pomemben del ribje združbe v slovenskem morju, zato je poznavanje njune biologije in prehranjevalnih navad ključno za razumevanje ekoloških procesov, ki se odvijajo v našem morju. Obe vrsti sta pri nas pogosti, še posebej pisanica, ki se pojavlja ob večini slovenske obale v velikih gostotah (popisi gostot; Lipej 2021, neobjavljeno). Pisanica je zaradi majhne populacije in ribolovnega pritiska sicer zaščitena na območju Kanarskih otokov, kjer je uvrščena med ogrožene vrste. Na globalni ravni pisanica ni deležna večjih groženj. V našem okolju vrsta ni ogrožena in tudi ni komercialno zanimiva, vendar pa predstavlja pogost prilov v rekreativnem ribištvi. Zorica in sodelavci (2005) so preučili naravno smrtnost in smrtnost zaradi ribolova ter izračunali stopnjo izkoriščanja vrste ter ugotovili, da je skupna smrtnost  $Z = 0,62$ , naravna smrtnost  $M = 0,46$  in smrtnost zaradi ribolova  $F = 0,16$ . Stopnja izkoriščanja vrste je  $E = 0,26$  in je manjša od 0,5, kar pomeni, da je izkoriščanje vrste optimalno. Populacije pisanice so stabilne in tudi na globalni ravni ne kažejo upadov populacij (IUCN; Smith-Wanitz in Iwamoto 2015).

Za volčiča trend globalne populacijske rasti ni znan (IUCN: Smith-Wanitz 2015), vendar pa ta vrsta predstavlja pogost prilov komercialnih kočaric. Kočarice lahko v eni noči v mreže zajamejo veliko število osebkov in imajo lahko opazen vpliv na populacije.

Dulčić in sod. (2007) so izračunali stopnjo izkoriščanja za to vrsto v vzhodnem Jadranu in izračunali skupno letno mortaliteto, naravno smrtnost in smrtnost zaradi ribolova . Skupna smrtnost volčiča na leto je bila 1,73 na leto, naravna smrtnost 0,63 in smrtnost zaradi ribolova (ang. »fishing mortality) 1,10 na leto. Ugotovili so, da je smrtnost zaradi ribolova pri volčiču večja od naravne in skupaj s stopnjo izkoriščanja 0,64 predstavlja visok ribiški pritisk na vrsto.

Zaradi naraščajočega obalnega razvoja in vedno večjih ribolovnih pritiskov, ki jih beležimo v zadnjem desetletju, ni mogoče izključiti možnosti, da bodo gostote pisanic in volčičev v prihodnosti upadle. Čeprav vrsti trenutno ne potrebujeta posebnega varstva, pa si moramo prizadevati, da ohranjamo celoten nabor morskih habitatnih tipov slovenskega morja v vsej njihovi pestrosti. Antropogene vplive na morske ekosisteme je potrebno redno spremljati in ob zabeleženih upadih populacij primerno ukrepati. Za spremljanje populacij je priporočljivo uporabljati nedestruktivne metode, kadar je to možno, denimo metodo vizualnega cenusa. Za raziskovanje prehrane rib in ugotavljanje medsebojnih odnosov v prehranjevalnem spletu priporočamo uporabo metode ugotavljanja plena iz iztrebkov, ki se je izkazala za primerno metodo tudi na vrsti *Serranus scriba*. Rezultati te metode so bili primerljivi z rezultati analize vsebine želodca. Uporabljena metoda ugotavljanja plena iz iztrebkov je omogočila preživetje večine osebkov (poginili sta le 2 ribi od 150, kar predstavlja 1,34 %), zato je primerna za uporabo tudi na redkih in ogroženih vrstah rib. Poleg te metode za nadaljnje raziskave, ki predvidevajo uporabo destruktivnih metod, priporočamo povezovanje z ribiči, saj mnoge vrste pridnenih rib in drugih organizmov v komercialnem ribištvu predstavljajo prilov brez ekonomske vrednosti in bi jih lahko uporabili za raziskave.

## 5 ZAKLJUČEK

V preteklosti so se raziskave ribje prehranjevalne ekologije ukvarjale predvsem z osnovnim opisom prehranjevalnih navad. Danes se ukvarjamo bolj s teoretičnim ekosistemskim pristopom, katerega namen je razumevanje strukture združb (Jennings in sod. 2002, Wilson in Wolkovich 2011), znotrajvrstnih in medvrstnih interakcij (npr. Svanbäck in Bolnick 2007; Araujo in sod. 2008), prekrivanje niš (Bellwood in sod. 2006, Longenecker 2007), trofičnih nivojev (Stergiou in Karpouzi 2002) in strukturo prehranjevalnih spletov (Zanden in Vadeboncoeur 2002).

To magistrsko delo predstavlja pomemben prispevek k poznavanju trofičnega nivoja in prehranjevalnih navad pisanice in volčiča v slovenskem morju ter nudi izhodišče za nadaljnje raziskovanje medvrstnih interakcij in strukture prehranjevalnega spleta v Tržaškem zalivu.

Pisanica in volčič sta pridnena makropredatorja in se v slovenskem morju prehranjujeta predvsem z raki, med katerimi pisanica najpogosteje pleni deseteronožce (Decapoda), volčič pa raje posega po manjšem plenu, ki ga zastopajo raki iz skupin roječih kozic (Mysida) in postranic (Amphipoda).

Glede na izračunan trofični nivo, ki znaša  $3,43 \pm 0,53$  za pisanico in  $3,35 \pm 0,52$  za volčiča, se vrsti uvrščata med ribe s preferenco do živalskega plena, za katere je značilno, da se prehranjujejo s širokim naborom različnega plena (npr. rakovice, raki vitičnjaki, postranice, raki enakonožci, ožigalkarji, črvi mnogoščetinci, roječe kozice, ribe in glavonožci, luknjičarke). To je skladno z rezultati analize plena v iztrebkih in želodcih, saj smo večino omenjenih skupin potrdili v prehrani. Indeks trofične diverzitete, izračunan za obe vrsti, je blizu vrednosti 1, kar dodatno kaže na oportunistično prehranjevanje obeh vrst. Plenita plen, ki je v okolju razpoložljiv in je v primernem velikostnem razponu, kar je povezano z njuno telesno velikostjo in širino ter dolžino ust v odprtem položaju. Sestava plena pisanice in volčiča kaže na pojavljanje teh skupin v okolju. Pogost plen pisanice je denimo *Pisidia sp.*, ki je v kamnitem mediolitoralu in infralitoralu slovenskega morja ena najpogostejših vrst rakov deseteronožcev (Tratar 2010) in se pojavlja v velikih gručah pod kamni. V prehrani volčiča smo našli večji delež postranic, ki so značilne za sedimentno dno slovenskega morja. Ugotovili smo, da se odrasle ribe prehranjujejo z enakim plenom kot mlade ribe, a se deleži posameznih skupin plena v prehrani pisanice in volčiča v različnih življenjskih stadijih razlikujejo. Starejše (in večje) ribe se prehranjujejo z večjih deležem rakov deseteronožcev, plenijo pa tudi manjše ribe. Večjih razlik v prehrani pisanice glede na lokacijo ulova nismo zaznali, vendar pa lokacije niso bile zelo oddaljene druga od druge.

Z našo raziskavo potrjujemo tudi primernost uporabe neletalne metode in jo priporočamo predvsem za raziskovanje prehrane manj mobilnih rib, ki se prehranjujejo s tršim plenom oz. plenom, ki ima skelet.

## 6 LITERATURA IN VIRI

Abello, P., Valladares, F.J., Castellón, A. 1988. Analysis of the structure of decapod crustacean assemblages off the Catalan coast (north-west Mediterranean). *Marine Biology*. 98: 39–49.

Albert, O. T. 1994. Biology and ecology of Norway pout (*Trisopterus esmarki* Nilsson, 1855) in the Norwegian deep. *ICES Journal of Marine Science*. 51: 45–61.

Alos J., Palmer M., Balle S., Grau A.M., Morales-Nin B. 2010. Individual growth pattern and variability in *Serranus scriba*: a Bayesian analysis. *ICES Journal of Marine Science*. 67: 502–512.

Amundsen, P. A., Klemetsen, A. 1988. Diet, gastric evacuation rates and food consumption in a stunted population of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., in Takvatn, northern Norway. *Journal of Fish Biology*. 33 (5): 697–709.

Amundsen, P. A., Sánchez-Hernández, J. 2019. Feeding studies take guts—critical review and recommendations of methods for stomach contents analysis in fish. *Journal of Fish Biology*. 95 (6): 1364–1373.

Anderson, M., Gorley, R.N., Clarke, K. 2008. PERMANOVA+ for primer: Guide to software and statistical methods.

Arculeo, M., Froglija, C., Riggio, S. 1993. Food partitioning between *Serranus scriba* and *Scorpaena porcus* (Perciformes) on the infralittoral ground of the South Tyrrhenian Sea. *Paris. Cybium*. 17 (3): 251–258.

Ashby, K. R. 1957. The effect of steroid hormones on the brown trout (*Salmo trutta* L.) during the period of gonadal differentiation. *Journal of Embryology and Experimental Morphology*. 5: 225–249.

Ates, C., Celik, M., Yapici, S., Uyan, U., Atar, H. 2016. An Investigation on The Pointed Comber (*Serranus scriba* Linnaeus, 1758) Straight and Kirbed Hooks With in Gokova Bay, Turkey. *Bodrum. Abstracts Book of International Grouper Workshop*. 65.

Bagenal, T. B., Tesch, A. T. 1978. Conditions and growth patterns in fresh water habitats. *Methods for assessment of fish production in freshwaters*. 101–136.

Bailey, R. 1998. Ecoregions – The Ecosystem Geography of the Oceans and Continents. New York. Springer Verlag. 196.

Baker, A. M., Fraser, D. F. 1976. A method for securing the gut contents of small, live fish. Transactions of the American Fisheries Society. 105 (4): 520–522.

Baker, R., Buckland, A., Sheaves, M. 2014. Fish gut content analysis: robust measures of diet composition. Fish and Fisheries. 15 (1): 170–177.

Bauchot, M. L. 1987. Poissons osseux. Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche.(rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche. 37: 891–1421.

Baxter, C. V., Fausch, K. D., Murakami, M., Chapman, P. L. 2004. Fish invasion restructures stream and forest food webs by interrupting reciprocal prey subsidies. Ecology. 85 (10): 2656–2663.

Baxter, C. V., Fausch, K. D., C. Saunders, W. 2005. Tangled webs: reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones. Freshwater biology. 50 (2): 201–220.

Bell, J. D., Harmelin-Vivien, M. L. 1983. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. II: feeding habits. Marseille. Tethys. 11 (1): 1–14.

Bellwood, D.R., Wainwright, P.C., Fulton, C.J., Hoey, A.S. 2006. Functional versatility supports coral reef biodiversity. Proceedings of the Royal Society Biological Science. 273: 101–107.

Bićanić, Z. 1998. Undersurface Salinity Minimum Participation in the Process of Making Deep Adriatic Sea-water. Hrvatski geografski glasnik. 60 (1):123–134.

Bilecenoglu, M. 2009. Growth and feeding habits of the brown comber, *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758) in Izmir Bay, Aegean Sea. Acta Adriatica. 50 (1): 105–110.

Bilecenoglu, M., Taskavak, E., Mater, S., Kaya, M. 2002. Checklist of the marine fishes of Turkey. Zootaxa. 113 (1): 1–194.

Boicourt, W. C., Kuzmić, M. 1999. The inland sea: circulation of Chesapeake Bay and the Northern Adriatic. Marine Ecology Progress Series. 303: 1–29.

Bonnet Fernández-Trujillo, J., Rodriguez Fernandez, A. 1992. Fauna marina amenazada en las Islas Canarias. Madrid. Edita Icona, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentacion. Coleccion Tecnica.

Bouain, A., Siau, Y. 1983. Observations on the female reproductive cycle and fecundity of three species of groupers (*Epinephelus*) from the southeast Tunisian seashores. Marine Biology. 73 (2): 211–220.

Bouchereau, J. L., Hoai, T. L. 1997. The ichthyofauna of the Lavezzi Islands [Corsica, France] at depths between 0 and 1 m: inventory, quantitative evaluation and recolonisation after experimental destruction. Oceanological Studies. 26 (2–3).

Braga, R. R., Bornatowski, H., Vitule, J. R. S. 2012. Feeding ecology of fishes: an overview of worldwide publications. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 22 (4): 915–929.

Bray, R.J., Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological Monographs. 27: 325–349.

Brusle, S. 1983. Contribution to the sexuality of a Hermaphroditic teleost, *Serranus hepatus*. Journal of Fish Biology. 22 (3): 283–292.

Buckland, A., Baker, R., Loneragan, N., Sheaves, M. 2017. Standardising fish stomach content analysis: The importance of prey condition. Fisheries Research. 196: 126–140.

Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology. 18:117–143

Clarke, K.R, Gorley, R.N. 2006. Primer v6: user manual/tutorial. Plymouth. PRIMER-E.

Cole, A. J. 2010. Cleaning to corallivory: ontogenetic shifts in feeding ecology of tubelip wrasse. Coral Reefs. 29 (1): 125–129.

Collar, D. C., O'Meara, B. C., Wainwright, P. C., Near, T. J. 2009. Piscivory limits diversification of feeding morphology in centrarchid fishes. Evolution: International Journal of Organic Evolution. 63 (6): 1557–1573.

Cortes, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: Application to elasmobranch fishes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 54: 726–738.

Cosolo, M., Privileggi, N., Cimador, B., Sponza, S. 2011. Dietary changes of Mediterranean Shags *Phalacrocorax aristotelis desmarestii* between the breeding and post-breeding seasons in the upper Adriatic Sea. *Bird Study*. 58 (4): 461–472.

Crossman, E. J. Hamilton, J. G. 1978. An apparatus for sampling gut contents of large, living fishes. *Environmental Biology of Fishes*. 3: 297–300

Deudero, S., Pinnegar, J. K., Polunin, N. V. C., Morey, G., Morales-Nin, B. 2004. Spatial variation and ontogenic shifts in the isotopic composition of Mediterranean littoral fishes. *Marine Biology*. 145 (5): 971–981.

Dulčić, J., Matić-Skoko, S., Paladin, A., Kraljević, M. 2007. Age, growth and mortality of brown comber, *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Serranidae), in the eastern Adriatic (Croatian coast). *Journal of Applied Ichthyology*. 23 (2): 195–197.

Falciai, L., Minervini, R. 1992. Guida dei crostacei decapodi d'Europa. Padova. Franco Muzzio Editore.

Fanelli, E., Cartes, J. E., Rumolo, P., Sprovieri, M. 2009. Food-web structure and trophodynamics of mesopelagic–suprabenthic bathyal macrofauna of the Algerian Basin based on stable isotopes of carbon and nitrogen. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 56 (9): 1504–1520.

Fedra, K. 1978. On the ecology of the North Adriatic Sea. Wide range investigations on the benthos: the Gulf of Trieste. *Memoria de Biogeografia Adriatica*. 9: 69–87.

Fedra, K., Ölscher, E. M., Scherübel, C., Stachowitsch, M., Wurzian, R. S. 1976. On the ecology of a North Adriatic benthic community: distribution, standing crop and composition of the macrobenthos. *Marine Biology*. 38 (2): 129–145.

Ferreira, L., Tavares, M. 2020. *Pisidia longimana*, a junior synonym of *P. bluteli* (Crustacea: Decapoda: Anomura: Porcellanidae) and a species distinct from *P. longicornis*. *Papéis Avulsos de Zoologia*. 60.

Ferry, L., Cailliet, G. 1996. Sample size and data analysis: Are we characterizing and comparing diet properly. *Feeding, ecology and nutrition in fish*. 71–80.



Fischer, E. A. (1980). The relationship between mating system and simultaneous hermaphroditism in the coral reef fish, *Hypoplectrus nigricans* (Serranidae). *Animal Behaviour*. 28 (2): 620–633.

Fišer, C. 2004. Prispevek k poznavanju škarjevč (Tanaidacea: Peracarida: Crustacea) v slovenskem morju. *Natura Sloveniae*. 6 (1): 11–17.

Fricke, R., Bilecenoglu, M., Sari, H.M. 2007. Annotated checklist of fish and lamprey species of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. *Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde, Serie A (Biologie)*. 706: 1–169.

Frid, A., Marliave, J. 2010. Predatory fishes affect trophic cascades and apparent competition in temperate reefs. *Biology letters*. 6 (4): 533–536.

Froese, R., Demirel, N., Coro, G., Kleisner, K. M., Winker, H. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. 18 (3): 506–526.

Gamulin-Bridha. 1974. Biocoenoses benthiques de la Mer Adriatique. *Acta Adriatica*. 15 (9): 1–102.

García-Rubies, A., Zabala, M. 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Scientia Marina*. 54(4): 317–328.

Gerking, S.D. 1994 *Feeding ecology of fish*. San Diego, CA: Academic Press.

Giansante, C., Vallerani, M., Angelini, S. 2008. Spawning periods calendar of commercial fish in the Adriatic Sea: a preliminary study. *Chemistry and Ecology*. 24(S1): 165–174.

Gibson, R. N., Ezzi, I. A. 1987. Feeding relationships of a demersal fish assemblage on the west coast of Scotland. *Journal of Fish Biology*. 31 (1): 55–69.

Glamuzina, L., Conides, A., Prusina, I., Čukteraš, M., Klaoudatos, D., Zacharaki, P., Glamuzina, B. 2014. Population structure, growth, mortality and fecundity of *Palaemon adspersus* (Rathke 1837; Decapoda: Palaemonidae) in the Parila Lagoon (Croatia, SE Adriatic Sea) with notes on the population management. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 14 (3): 677–687.

Graham, B. S. 2007. Trophic dynamics and movements of tuna in the tropical Pacific Ocean inferred from stable isotope analyses. Doktorska disertacija. University of Hawaii, Manoa.

Greenwell, C. N., Coulson, P. G., Tweedley, J. R., Loneragan, N. R. 2018. Regional differences in the feeding of the ambush predator *Neosebastes pandus* and comparisons of diets in the Scorpaenidae, Triglidae and Platycephalidae. *Journal of Fish Biology*. 93: 95–109.

Guedes, A. P. P., Araújo, F. G. 2008. Trophic resource partitioning among five flatfish species (Actinopterygii, Pleuronectiformes) in a tropical bay in south-eastern Brazil. *Journal of Fish*. 72 (4): 1035–1054.

Guidetti, P., Cattaneo-Vietti, R. 2002. Can mineralogical features influence distribution patterns of fish? A case study in shallow Mediterranean rocky reefs. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 82 (6): 1043–1044.

Haley, N. 1998. A gastric lavage technique for characterizing diets of sturgeons. *North American Journal of Fisheries Management*. 18: 978–981.

Hartleb, C. F., J. R. Moring. 1995. An improved gastric lavage device for removing stomach contents from live fish. *Fisheries Research*. 24: 261–265.

Hayward, J.P., Ryland, S.J. 2017. *Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe*. Oxford. Oxford University Press.

Heemstra, E., Heemstra, P., Smale, M., Hooper, T., Pelicier, D. 2004. Preliminary checklist of coastal fishes from the Mauritian island of Rodrigues. *Journal of Natural History*. 38 (23–24): 3315–3350.

Heemstra, P. C., Anderson Jr, W. D., Lobel, P. S. 2013. Groupers (seabasses, creolefish, coney, hinds, hamlets, anthiines, and soapfishes). *The living marine resources of the western central Atlantic*. 1308–1369.

Hoggarth, D., Mees, C., O'Neill, C., Hindson, J., Krishna, M. 2005. *A guide to fisheries stock assessment using the FMSP tools*. London. Marine Resource Assessment Group.

Hureau, J. C. 1970. *Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae)*. Musée océanographique. 68.

Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. The journal of animal ecology. 36–58.

Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. Journal of fish biology. 17 (4): 411–429.

Jennings, S., Greenstreet, S., Hill, L., Piet, G., Pinnegar, J., Warr, K. J. 2002. Long-term trends in the trophic structure of the North Sea fish community: evidence from stable-isotope analysis, size-spectra and community metrics. Marine Biology. 141 (6): 1085–1097.

Kamler, J. F., Pope, K. L. 2001. Nonlethal methods of examining fish stomach contents. Reviews in Fisheries Science. 9 (1): 1–11.

Karachle, P. K., Stergiou, K. I. 2008. The effect of season and sex on trophic levels of marine fishes. Journal of Fish Biology. 72 (6): 1463–1487.

Karachle, P. K., Stergiou, K. I. 2017. An update on the feeding habits of fish in the Mediterranean Sea (2002-2015). Mediterranean Marine Science. 18 (1): 43–52.

Khoury, C. 1984. Ethologies alimentaires de quelques espèces de poissons de l'herbier de Posidonies du Parc National de Port-Cros. International Workshop Posidonia oceanica Beds. France. GIS Posidonie Publications. 1: 335–347.

Kolbezen, M., 1998. Rečni režimi. Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. Ljubljana. 26 -29.

Labropoulou, M. 1995. Feeding ecology of the demersal fish species in Iraklion Bay. PhD Thesis. University of Crete, Iraklion.

Labropoulou, M., Eleftheriou, A. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. Journal of fish biology, 50 (2): 324–340.

Labropoulou, M., Tserpes, G., Tsimenides, N. 1998. Age, Growth and Feeding Habits of the Brown Comber *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758) on the Cretan Shelf. Estuarine, coastal and shelf science. 46 (5): 723–732.

Labrosse, P., Kubicki, M., Ferraris, J. 2002. Underwater fish surveys. Proper use and implementation. New Caledonia. Secretariat of the Pacific Community Noumea. 1–60.

Lek, E., Platell, M. E., Fairclough, D. V., Hall, N. G., Potter, I. C. 2018. Diets of reef-dwelling labrids (*Choerodon* species) vary with body size, season and habitat: influence of foraging ability, specialisation and opportunism. *Journal of Fish Biology*. 92: 901–928.

Light, R. W., P. H. Adler, D. E. Arnold. 1983. Evaluation of gastric lavage for stomach analyses. *North American Journal of Fisheries Management*. 3: 81–85.

Lipej, L., Dulčić, J. 2004. The current status of Adriatic fish biodiversity. *Balkan Biodiversity*. Dordrecht. 291–306.

Lipej, L., Mavrič, B., Odorico, R., Koce, U. 2016. The diet of the Mediterranean Shag *Phalacrocorax aristotelis desmarestii* roosting along the Slovenian coast. *Acrocephalus*. 37 (170–171): 151.

Lipej, L., Orlando Bonaca, M., Makovec, T. 2004. Piran. Raziskovanje biodiverzitete v slovenskem morju. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran. 136.

Lipej, L., Orlando Bonaca, M., Mavrič, B., Pitacco, V. Biodiverziteta biogenih formacij. 2016. Piran. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran.

Lipej, L., Orlando Bonaca, M., Šiško, M., Mavrič, B. 2018. Kartografski prikaz in opis bentoških habitatnih tipov v slovenskem morju vključno s kartografskim prikazom in opredelitvijo najverjetnejših območij vpliva na habitatne tipe. Piran. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran.

Logan, M. S., Iverson, S. J., Ruzzante, D. E., Walde, S. J., Macchi, P. J., Alonso, M. F., Cussac, V. E. 2000. Long term phenotypic differences between morphs in trophically polymorphic *Percichthys trucha* (Pisces: Percichthyidae) populations from the southern Andes. *Biological Journal of the Linnean Society*. 69 (4): 599–616.

Longenecker, K. 2007. Devil in the details: high-resolution dietary analysis contradicts a basic assumption of reef-fish diversity models. *Copeia*. 543–555

Lukoschek, V., McCormick, M. I. 2001. Ontogeny of diet changes in a tropical benthic carnivorous fish, *Parupeneus barberinus* (Mullidae): relationship between foraging behaviour, habitat use, jaw size, and prey selection. *Marine Biology*. 138 (6): 1099–1113

Macdonald, J. S., Green, R. H. 1983. Redundancy of variables used to describe importance of prey species in fish diets. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 40 (5): 635–637.

Maigret, J., Ly., B., Maigret, S. 1986. *Marine fishes of Mauritania*. France. Sciences Naturelles.

Marčeta, B. 1999. Osteichthyes. Key for determination of vertebrates in Slovenia. Ljubljana. DZS. 47–210.

Malačič, V., Malej, A., Bajt, O., Lipej, L., Mozetič, P., Forte, J. 1994. Razvojni projekt Občine Koper 2020 – varstvo morja in priobalnega pasu. Inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran. 148.

March, D., Palmer, M., Alós, J., Grau, A., Cardona, F. 2010. Short-term residence, home range size and diel patterns of the painted comber *Serranus scriba* in a temperate marine reserve. *Marine Ecology Progress Series*. 400: 195–206.

Martin, R. A., Hammerschlag, N., Collier, R. S., Fallows, C. 2005. Predatory behaviour of white sharks (*Carcharodon carcharias*) at Seal Island, South Africa. *JMBA-Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 85 (5): 1121–1136.

Methven D.A., Haedrich R.L., Rose G.A. 2001. The fish assemblage of a New Foundland estuary: diel, monthly and annual variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 52: 669–687.

Moreno-Lopes A., Tuset J.V., González, Garcia-Diaz M.M. 2002. Feeding habits of *Serranus scriba* (Osteichthyes, Serranidae). *Boletim do Museu Municipal do Funchal (História Natural)*. 53 (302): 5–17.

Morton, J. K., Platell, M. E., Gladstone, W. 2008. Differences in feeding ecology among three co-occurring species of wrasse (Teleostei: Labridae) on rocky reefs of temperate Australia. *Marine Biology*. 154 (3): 577–592.

Motta, P. J., Wilga, C. D. 2001. Advances in the study of feeding behaviors, mechanisms, and mechanics of sharks. The behavior and sensory biology of elasmobranch fishes: an anthology in memory of Donald Richard Nelson. 131–156.

Nakamura, M., Takahashi, H. 1973. Gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica*, with special regard to the time of estrogen treatment effective in inducing complete feminization of genetic males. *Bulletin of Fisheries*. 24 (1): 1–13.

Nakano, S., Murakami, M. 2001. Reciprocal subsidies: dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98 (1): 166–170.

Naudin J. J., Malačič, V., Celio, M. 1996. Hydrological characteristics of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic) during high fresh-water input in early summer. *Proceedings of the workshop Physical and biogeochemical processes in the Adriatic Sea*. Portonovo (Ancona). 71–81.

Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the world*. New Jersey. John Wiley and Sons.

Nikolsky, G.V. 1980. *Theory of Fish Population Dynamics as the Biological Background for Rational Exploitation and Management of Fishery Resources*. Koenigstein. Otto Koeltz Science Publishers.

Ogorelec, B., Mišič, M., Faganeli, J. 1991. Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Sedimentological aspects. *Marine Geology*. 99 (1–2): 79–92.

Ogrin, D. 2012. Podnebje in izredni vremenski dogodki ob Tržaškem zalivu pred letom 1841. *Geografski obzornik*. 3 (59): 23–30.

Olivotti, R., Faganeli, J., Malej, A. 1986. Eutrophication of Coastal Waters – Gulf of Trieste. *Water Science and Technology*. 18 (9): 303–316.

Orel, G., Mennea, B. 1969. I popolamenti bentonici di alcuni tipi di fondo mobile del Golfo di Trieste. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*. 37: 261-276.

Orlando Bonaca, M., Lipej, L. 2005. Factors affecting habitat occupancy of fish assemblage in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Marine Ecology*. 26 (1), 42–53.

Pauly, D., Froese, R. 2000. Trophic levels of fishes. *FishBase 2000: concepts, design and data sources*. Manila: Philippines: ICLARM. 127.

Pauly, D., Froese, R. Palomares, M. L. 2000. Fishing down aquatic food webs: Industrial fishing over the past half-century has noticeably depleted the topmost links in aquatic food chains. *American Scientist*. 88 (1): 46–51.

Petrakis G., Stergiou K. J., Christon E., Politon C. Y., Karkani M., Simboura N., Kouyoufas P. 1993. Small Scale Fishery in the South Euboikos Gulf. Final Report, Contract No XIV1/MED-91/007. Athens. National Centre for Marine Research.

Pinnegar, J. K., Polunin, N. V. C. 1999. Differential fractionation of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  among fish tissues: implications for the study of trophic interactions. *Functional ecology*. 13 (2): 225–231.

Pinnegar, J. K., Polunin, N. V. 2000. Contributions of stable-isotope data to elucidating food webs of Mediterranean rocky littoral fishes. *Oecologia*. 122 (3): 399–409.

Politou, C. Y., Papaconstantinou, C. 1994. Feeding ecology of Mediterranean poor cod, *Trisopterus minutus capelanus* (Lacepede), from the eastern coast of Greece. *Fisheries research*. 19 (3–4): 269–292.

Quist, M. C., Guy, C. S., Bernot, R. J., Stephen, J. L. 2002. Seasonal variation in condition, growth and food habits of walleye in a Great Plains reservoir and simulated effects of an altered thermal regime. *Journal of Fish Biology*. 61 (6): 1329–1344.

Radinja, D., 1990. Pokrajinske značilnosti Tržaškega zaliva in Koprškega Primorja. Primorje. Zbornik 15. zborovanja slovenskih geografov. Ljubljana. Zveza geografskih društev Slovenije. 7–12.

Rejec Brancelj, I. 2003. Morje. V: Vodno bogastvo Slovenije (ur: Uhan, J.; Bat, M.). Ljubljana. ARSO. 69–73.

Rezende, C.F, Caramaschi, E.M.P, Mazzoni, R. 2008. Fluxo de energia em comunidades aquáticas, com ênfase em ecossistemas lotícos. *Oecologia Brasiliensis*. 12: 626–639.

Ricotta, C., Podani, J. 2017. On some properties of the Bray-Curtis dissimilarity and their ecological meaning. *Ecological Complexity*. 31: 201–205.

Riedl., R., 1961. Etudes des Eonds vaseaux de l'Adriatique. Methodes et resultats. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume. 23: 161–169.

Riedl, R. 1991. Fauna e flora del Mediterraneo. Dalle alghe ai mammiferi; una guida sistematica alle specie che vivono nel mar Mediterraneo. Padova. Franco Muzzio Editore.

Robins, C. R., Starck, W. A. 1961. Materials for a revision of *Serranus* and related fish genera. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 259–314.

Ross, S. T. 1978. Trophic ontogeny of the leopard searobin *Prionotus scitulus* (Pisces: Triglidae). Fishing Bulletin. 76: 225–234

Ross, S. T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. Copeia. 352–388.

Sadovy, Y., Domeier, M. L. 2005. Perplexing problems of sexual patterns in the fish genus *Paralabrax* (Serranidae, Serraninae). Journal of Zoology. 267 (2): 121–133.

Sadovy, Y., Suharti, S. 2008. Napoleon fish, *Cheilinus undulatus*, Indonesia. Mexico. NDF workshop case study. 3: 13.

Shannon, C. E., Weaver W. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana.

Simpfendorfer, C.A, Heupel, M.R., White, W.T., Dulvy, N.K. 2011. The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. Marine and Freshwater Research. 62: 518–527.

Smith, C. L. 1981: Serranidae. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Atlantique centre-est; zones de pêche 34, 47. Ottawa. Pêches et Océans Canada, ONU-FAO.

Smith-Vaniz, W.F. 2015. *Serranus scriba*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) (datum dostopa 28. 7. 2021)

Smith-Vaniz, W.F., Iwamoto, T. 2015. *Serranus hepatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) (datum dostopa 28. 7. 2021)

Soykan, O., Ilkyaz, A.T., Metin, G., Kinacigil, H. T. 2013. Growth and reproduction of brown comber (*Serranus hepatus* Linnaeus, 1758) in the central Aegean Sea, Turkey. Turkish Journal of Zoology. 37 (2): 211–217.



Stachowitsch, M. 1984. Mass mortality in the Gulf of Trieste: the course of community destruction. *Marine Ecology*. 5 (3): 243–264.

Stergiou, K. I., Karpouzi, V. S. 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in fish biology and fisheries*. 11 (3): 217–254.

Stoner, A. W. 1980. The role of seagrass biomass in the organization of benthic macrofaunal assemblages. *Bulletin of marine science*. 30 (3): 537–551.

Svanbäck, R., Bolnick, D. I. 2007. Intraspecific competition drives increased resource use diversity within a natural population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 274 (1611): 839–844.

Štirn, J., Avčin, A., Cencelj, J., Dorer, M., Gomišček, S., Kveder, S., Tušnik, P. 1974. Pollution problems of the Adriatic sea, an interdisciplinary approach. *Revue Internationale d'Océanographie Médicale. CERBOM*. 35.

Thiriet, P., Cheminée, A., Mangialajo, L., Francour, P. 2014. How 3D complexity of macrophyte-formed habitats affect the processes structuring fish assemblages within coastal temperate seascapes? *Underwater Seascapes*. 185–199.

Tirasin E., Ozgen O. 2016. Feeding Ecology of Brown Comber *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758) in Izmir Bay (Turkey). *Natural and Engineering Sciences*. 1 (3): 25.

Tortonese, E, Whitehead P.J.P., M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen . 1986. *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Paris. UNESCO. 1341–1345.

Trkov, D., Lipej, L. 2019. A non-destructive method for assessing the feeding habits of coastal fish. *Mediterranean Marine Science*. 20 (2): 453–459.

Tratar, D. 2010, *Favna različnih skupin morskih rakov (Crustacea) v mediolitoralu in zgornjem infralitoralu slovenskega morja*. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Tudela, S. 2000. Assessment of the ecological footprint of fishing in the Catalan central coast (NE Spain). In *Fishing Down the Mediterranean Food Webs*. CIESM Workshop Series 12. 79–82.

Turk, R. 1999. An assessment of the vulnerability of the Slovene coastal belt and its categorisation in view of (in)admissible human pressure, various activities and land-use. *Annales, Series Historia Naturales*. 9 (1): 37–50.

Turk, R., Orlando-Bonaca, M., Dobrajc, Z., Lipej, L. 2007. *Cystoseira* communities in the Slovenian coast and their importance for fish fauna. Marseilles. Proceedings of the third Mediterranean symposium on marine vegetation. 27–29.

Tuset, V. M., Lombarte, A., Assis, C. A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*. 72(S1): 7–198.

Tuset, V. M., Garcia-Diaz, M. M., Gonzalez, J. A., Lorente, M. J., Lozano, I. J. 2005. Reproduction and growth of the painted comber *Serranus scriba* (Serranidae) of the Marine Reserve of Lanzarote Island (Central-Eastern Atlantic). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 64 (2–3): 335–346.

UNEP. 1998. Draft classification of marine habitat types for the Mediterranean region. Mediterranean action plan. Meeting of experts on marine habitat types in the Mediterranean region. Tunis. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas. 149/3: Annex I and II.

Vasiliki, M. 2016. An Estimation of the Diet of the Species *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758) in the Area of Nisiopi, in South-West Lesvos.

Viladiu, C., Vandewalle, P., Osse, J. W., Casinos, A. 1999. Suction feeding strategies of two species of Mediterranean Serranidae (*Serranus cabrilla* and *Serranus scriba*). *Netherlands journal of zoology*. 49 (2): 81–95.

Wagué, A. 1997. Biologie, écologie et dynamique de l'espèce *Serranus hepatus* (L., 1758) (Poisson, Serranidae) dans le Golfe de Thermaikos (Mer Égée, Grèce). PhD Thesis. Université d'Aristotle de Thessaloniki.

Waters, D. S., Kwak, T. J., Arnott, J. B., Pine, W. E. 2004. Evaluation of stomach tubes and gastric lavage for sampling diets from blue catfish and flathead catfish. *North American Journal of Fisheries Management*. 24 (1): 258–261.

Wells, R. J. D., Rooker, J. R. 2009. Feeding ecology of pelagic fish larvae and juveniles in slope waters of the Gulf of Mexico. *Journal of Fish Biology*. 75 (7): 1719–1732.

Wetherbee, B. M., Cortés, E., Bizzarro, J. J. 2004. Food consumption and feeding habits. *Biology of sharks and their relatives*. 225–246.

Wilson, E. E., Wolkovich, E. M. 2011. Scavenging: how carnivores and carrion structure communities. *Trends in Ecology & Evolution*. 26 (3): 129–135.

Winemiller, K. O., Agostinho, A. A., Caramaschi, É. P. 2008. Fish ecology in tropical streams. *Academic Press. Tropical stream ecology*. 3: 107.

Wotton, R. J. 1992. *Fish Ecology. Tertiary Level Biology*. New York. Blackies. 212.

Wootton, J. T. 1998. Effects of disturbance on species diversity: a multitrophic perspective. *The American Naturalist*. 152 (6): 803–825.

Yapici, S., Filiz, H., Ozkan, O. 2012. Age, growth, reproduction and feeding habits of brown comber, *Serranus hepatus* (L., 1758) in eastern Aegean Sea. *Biharean Biologist*. 6 (2): 99–107.

Young, J. W., Guest, M. A., Lansdell, M., Phleger, C. F., Nichols, P. D. 2010. Discrimination of prey species of juvenile swordfish *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) using signature fatty acid analyses. *Progress in Oceanography*. 86 (1–2): 139–151.

Zanden, M. J.V., Cabana, G., Rasmussen, J. B. 1997. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ( $\delta^{15}\text{N}$ ) and literature dietary data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 54 (5): 1142–1158

Zanden, M.J.V., Vadeboncoeur, Y. 2002. Fishes as integrators of benthic and pelagic food webs in lakes. *Ecology*. 83: 2152–2161.

Zitouni, N., Bousserhine, N., Belbekhouche, S., Missawi, O., Alphonse, V., Boughatass, I., Banni, M. 2020. First report on the presence of small microplastics ( $\leq 3 \mu\text{m}$ ) in tissue of the commercial fish *Serranus scriba* (Linnaeus. 1758) from Tunisian coasts and associated cellular alterations. *Environmental Pollution*. 263: 114–576.

Zorica, B., Sinovčić, G., Čikeš Keč, V. 2005. Reproductive period and histological analysis of the painted comber, *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758), in the Trogir Bay area (eastern mid-Adriatic). *Acta Adriatica*. 46 (1): 77–82.

Zorica, B., Pallaoro, A., Sinovčić, G., Keč, V. Č. 2010. Recent data of maximum age and length of painted comber *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758) in Mediterranean Sea. *Acta Adriatica*. 51 (2): 223–226.

## PRILOGA A: Podatki o pisanicah ujetih v raziskavi

Št. ribe	Datum izlova	Lokacija	Koordinate	TL	FL	SL	BH	HL	W (g)
1	22.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	142,90					34,16
2	22.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	142,12					34,93
3	22.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	162,15					54,20
4	30.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	140,86					39,13
5	30.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	141,14					42,05
6	30.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	176,95					72,11
7	30.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	163,23					58,62
8	30.9.2020	MBP - pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	119,50					27,19
9	30.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	190,20					108,83
10	30.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	155,34					54,08
11	30.9.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	139,73					38,21
12	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	115,09					20,28
13	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	169,15					70,50
14	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	126,63					28,39
15	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	130,42					30,09
16	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	126,63					26,20
17	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	150,45					48,73
18	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	145,33					42,32
19	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	142,03					37,25
20	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	170,41					65,09
21	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	133,80					32,13
22	1.10.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	179,39					84,47
23	11.5.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	195,50	192,1	162,6	52,99	47,7	117,50
24	11.5.2020	MBP – pred vhomom	45.51775251572835, 13.568425548361798	163,09	162,96	138,03	44,94	52,27	104,09



25	11.5.2020	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	146,93	145,99	127,27	37,16	47,94	57,38
26	11.5.2020	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	129,68	126,74	103,76	32,59	41,9	31,19
27	11.5.2020	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	120,47	118,6	105,63	30,62	38,74	24,35
28	11.5.2020	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	157,68	152,2	131,46	42,52	46,98	55,03
29	11.5.2020	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	155,78	152,19	131,42	42,38	49,3	57,02
30	20.5.2020	Piranska punta	45.529422007665616, 13.571527135067083	133,42	131,23	112,53	33,03	44,31	29,59
31	20.5.2020	Piranska punta	45.529422007665616, 13.571527135067083	148,27	147,65	128,84	41,29	52,45	47,16
32	20.5.2020	Piranska punta	45.529422007665616, 13.571527135067083	145,14	145,81	119,97	39,11	48,84	46,89
33	20.5.2020	Piranska punta	45.529422007665616, 13.571527135067083	132,60	131,76	108,24	33,57	44,51	30,68
34	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	153,08	151,44	126,85	41,58	52,35	49,83
35	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	122,88	121,4	108,85	32,69	42,41	25,35
36	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	148,58	146,31	124,69	39,73	47,31	43,47
37	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	131,20	130,47	109,3	31,9	41,75	32,10
38	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	158,35	157,32	127,91	41,31	51,93	53,76
39	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	138,84	138,02	113,73	36,15	46,61	37,36
40	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	216,98	213,62	180,02	57,62	74,39	163,80
41	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	128,20	127,25	106,86	32,4	45,03	24,98
42	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	143,73	142,19	118,73	38,15	46,65	39,51
43	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	138,23	137,37	118,15	36,46	49,79	34,42
44	25.5.2021	Rt Ronek	45.53993836014846, 13.61737960905854	147,75	146,32	123,87	42,56	52,71	39,82
45	26.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	132,86	131,61	111,31	34,36	47,03	32,85
46	26.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	127,59	124,36	105,48	33,32	39,52	24,84
47	27.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	121,83	117,32	101,89	30,44	37,92	21,86
48	27.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	143,09	140,33	124,11	42,15	48,64	41,48
49	27.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	134,04	131,17	112,53	41,19	49,31	28,76
50	27.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	121,33	119,74	101,95	36,66	43,09	21,78
51	27.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	140,16	136,42	119,11	40,22	51,66	36,62
52	27.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	113,27	111,67	95,95	31,55	40,11	18,48

53	27.5.2021	MBP – pred vhodom	45.51775251572835, 13.568425548361798	134,32	132,58	114,96	39,54	48,38	33,27
54	27.5.2021	Žusterna	45.54677068257805, 13.709982722600882	147,64	144,68	117,34	39,5	40,25	51,02
55	27.5.2021	Žusterna	45.54677068257805, 13.709982722600882	116,19	113,05	68,88	24,04	35,58	32,10
56	31.5.2021	MBP – Bernardin (začetek)	45.517056819273265, 13.568534156590692	136,93	134,57	114,88	34,88	45,02	33,61
57	31.5.2021	MBP – Bernardin (začetek)	45.517056819273265, 13.568534156590692	152,07	151	131,16	37,55	43,12	50,62
58	31.5.2021	MBP – Bernardin (začetek)	45.517056819273265, 13.568534156590692	112,64	111,05	97,96	27,6	37,35	20,49
59	31.5.2021	MBP – Bernardin (začetek)	45.517056819273265, 13.568534156590692	144,12	142,67	120,48	38,02	49,19	43,58
60	31.5.2021	MBP – Bernardin (začetek)	45.517056819273265, 13.568534156590692	144,89	144,41	122,92	37,3	47,35	43,45
61	31.5.2021	MBP – Bernardin (začetek)	45.517056819273265, 13.568534156590692	123,02	121,94	107,34	34,82	43,36	29,06
62	31.5.2021	MBP – Bernardin (začetek)	45.517056819273265, 13.568534156590692	165,83	162,69	142,61	45,42	54,3	66,00
63	31.5.2021	MBP – Bernardin (začetek)	45.517056819273265, 13.568534156590692	170,20	166,73	143,79	45,56	49,97	72,43
64	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	108,92	108	87,28	25,14	34,06	17,30
65	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	136,14	134,26	112,37	34,07	43,01	38,31
66	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	159,32	157,72	138,07	49,52	57,66	60,70
67	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	136,42	134,44	111,68	37,22	44,48	31,84
68	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	150,40	148,13	131,32	43,17	53,85	45,24
69	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	122,74	121,5	105,3	30,45	39,15	24,58
70	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	119,15	115,69	98,23	28,12	38,67	23,44
71	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	168,87	167,79	145,28	54,59	41,85	71,55
72	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	113,75	112,98	97,33	27,07	36,31	20,01
73	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	114,25	110,72	92,82	27,18	36,13	22,27
74	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	140,75	136,27	117,98	33,13	47,61	38,82
75	1.6.2020	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	127,86	125,19	108,45	30,85	42,72	28,37
76	2.6.2021	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	113,25	112,8	95,2	25,33	33,98	19,80



77	2.6.2021	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	123,52	122,66	99,67	33,97	40,09	28,58
78	2.6.2021	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	159,86	157,2	133,86	39,88	53,6	66,79
79	2.6.2021	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	125,71	131,93	113,31	34,42	42,54	35,10
80	2.6.2021	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	128,00	127,5	108,97	32,8	43,34	26,91
81	2.6.2021	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	169,51	165,08	138,01	41,81	54,72	71,13
82	2.6.2021	MBP – Bernardin	45.51615845149026, 13.569134971376416	128,42	126,1	110,83	31,71	42,08	29,28
83	3.6.2021	MBP – Burin	45.51868061088134, 13.568096956491408	123,55	122,24	103,18	30,6	39,5	23,79
84	3.6.2021	MBP – Burin	45.51868061088134, 13.568096956491408	121,20	120,9	98,56	29,14	40,65	25,90
85	3.6.2021	MBP – Burin	45.51868061088134, 13.568096956491408	134,30	132,36	112,49	33,47	44,12	35,25
86	3.6.2021	MBP – Burin	45.51868061088134, 13.568096956491408	123,06	121,71	101,6	30,46	39,57	26,65
87	3.6.2021	MBP – Burin	45.51868061088134, 13.568096956491408	135,66	134,87	111,32	36,09	40,61	40,10
88	3.6.2021	MBP – Burin	45.51868061088134, 13.568096956491408	117,06	115,84	96,02	30,71	39,16	22,23
89	3.6.2021	Piran pred akvarijem	45.52517342954718, 13.56634547405135	174,32	171,37	148,8	46,75	56,68	87,60
90	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	143,95	141,96	121,23	37,9	49,52	42,00
91	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	155,68	152,66	126,4	39,98	51,58	57,00
92	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	135,97	134,88	113,64	36,08	42,71	34,00
93	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	154,46	150,38	129,11	47,56	54,8	60,00
94	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	156,39	154,44	134,71	39,94	49,04	55,00
95	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	168,59	167,36	140,37	48,26	54,64	66,00
96	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	166,66	164,75	149,74	48,22	55,94	82,00
97	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	163,60	161,67	139,26	40,85	55,26	56,00
98	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	152,09	151,29	138,34	42,75	59,35	61,00
99	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	184,13	181,42	157,81	48,97	64,05	111,00

<b>100</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	130,97	129,42	111,89	34,97	46,23	35,00
<b>101</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	133,41	132,02	116,05	38,82	47,58	36,00
<b>102</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	137,46	135,09	116,84	35,34	48,88	37,00
<b>103</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	129,96	128,44	111,47	35,17	43,29	31,00
<b>104</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	139,20	137,62	116,41	36,15	46,35	38,00
<b>105</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	160,00	157,2	130,87	44,34	53,62	58,00
<b>106</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	145,06	143,85	123,66	38,16	149,1	45,00
<b>107</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	153,79	152,74	128,96	41,24	56,7	61,00
<b>108</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	155,68	154,89	132,26	40,15	51,29	55,00
<b>109</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	135,04	133,45	114,39	35,28	45,41	39,00
<b>110</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	124,35	121,85	102,29	29,01	40,38	23,00
<b>111</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	117,56	116,18	101,04	29,79	38,1	22,00
<b>112</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	120,95	120,2	101,03	32,39	40,1	28,00
<b>113</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	172,29	169,86	142,76	46,92	59,35	75,00
<b>114</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	162,17	161,01	138,01	40,25	53,52	64,00
<b>115</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	142,92	140,31	120,59	36,58	47,31	44,00
<b>116</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	110,63	109,65	96,07	28,11	39,63	22,00
<b>117</b>	5.6.2021	Fiesa – pred hotelom Barbara	45.52603031289991, 13.5833935944861	130,13	129,92	110,59	33,05	43,29	34,00
<b>118</b>	11.6.2021	Žusterna	45.54705244528472, 13.708563834134628	135,20	134,01	114,07	32,85	43,38	43,00

119	11.6.2021	Žusterna		131,50	130,02	113,89	34,94	46,41	48,00
120	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	136,76	133,98	117,37	32,26	45,55	40,00
121	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	143,15	142,07	131,58	38,81	50,37	48,00
122	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	129,44	128,54	109,48	32,59	44,9	34,00
123	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	129,95	128,77	102,06	29,37	42,02	24,00
124	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	116,77	116,01	98,45	30,44	40,07	22,00
125	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	134,78	133,35	116,9	34,29	46,76	37,00
126	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	121,11	120,98	101,07	30,98	41,83	25,00
127	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	108,30	107,4	95,34	27,35	38,08	17,00
128	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	120,89	119,06	101,08	29,56	40,32	25,00
129	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	126,48	124,98	109,72	31,29	41,14	28,00
130	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	118,63	117,22	103,75	31,08	41,71	24,00
131	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	122,18	120,25	107,73	32,97	38,72	32,00
132	24.6.2021	Izola, Belveder	45.5328408589666, 13.640501255721938	123,37	122,01	105,66	29,99	41,18	27,00
133	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	155,16	154,1	130,79	40,1	52,93	52,00
134	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	121,29	118	103,99	31,29	40,24	25,77
135	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	132,26	129,75	111,35	33,37	43,31	30,51
136	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	149,39	148,51	128,2	38,67	52,61	45,30
137	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	126,78	125,89	106,95	30,38	43,15	26,77
138	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	130,74	128,58	107,87	32,16	42,92	31,11
139	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	130,67	129,21	109,76	30,84	44,11	29,60
140	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	136,12	135,99	116,4	31,34	43,64	34,82
141	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	133,06	130,91	111,17	33,28	45,41	33,27
142	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	164,31	159,72	139,11	43,05	59,07	65,27
143	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	141,37	140,75	116,11	35,56	45,3	35,29
144	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	130,04	128,22	108,25	32,75	41,99	29,80
145	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	127,01	127,48	109,22	30,11	44,3	28,03
146	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	171,40	169,09	147,22	41,78	60,43	75,24

<b>147</b>	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	129,26	127,18	110,59	32,97	43,56	32,40
<b>148</b>	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	140,63	138,92	119,36	31,47	45,14	34,68
<b>149</b>	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	127,43	125,12	99,2	29,31	33,75	26,91
<b>150</b>	28.6.2021	Pacug	45.52592534323738, 13.589835995735775	163,09	154,12	134,5	40,32	55,18	54,90

PRILOGA B: Podatki o volčičih ujetih v raziskavi

Št. ribe	TL	FL	SL	BH	HL	W (g)
1	98,02	97,45	81,02	26,92	32,01	19,92
2	102,42	101,7	86,36	26,73	32,77	22,19
3	99,69	95,42	80,32	25,72	31,78	17,76
4	92	89,22	76,69	25,32	28,21	16,58
5	96,52	91,54	79,95	25,73	30,83	17,09
6	91,9	85,84	73,1	23,31	28,99	13,68
7	97,53	96,6	80,57	26,48	31,88	19,77
8	98,63	95	82,56	27,32	28,02	20,05
9	97,6	92,71	79,27	24,85	31,07	16,25
10	94,06	91,4	80,54	26,54	29,87	18,1
11	105,4	101,03	85,49	27,4	33,31	21,87
12	101,57	96,21	83,8	25,51	31,23	18,06
13	104,85	102,15	86,11	28,48	33,99	22,78
14	97,07	95,78	83,32	25,91	32,48	17,97
15	92,47	88,89	76,45	22,83	28,88	14,87
16	85,43	80,15	70	23,08	26,77	12,47
17	83,13	79,64	68,4	21,77	25,26	11,88
18	94,92	90,92	76,49	24,23	30,64	15,08
19	95,17	93,44	80,8	25,12	30,2	16,3
20	77,95	76,39	64,15	19,75	23,73	9,83
21	79,79	75,8	64,97	19,37	24,95	8,9
22	80,03	75,44	63,24	20,55	27,11	9,54
23	65,7	77,08	66,63	22,28	25,52	9,74
24	82,49	77,49	65,48	23	26,45	9,57
25	86,25	83,19	71,93	24,51	28,57	13,26
26	90,71	88,02	72,68	26,26	30,38	14,22
27	92,47	88,92	76,15	24,51	29,45	14,15
28	83,08	80,85	67,29	23,23	27,05	10,26
29	97,91	96,19	77,81	27,3	33,37	15,24
30	90,5	86,8	73,59	26,23	28,59	12,22
31	90,72	87,49	71,45	25,11	28,26	11,99
32	91,12	89,57	73,55	25,99	29,09	13,6
33	94,19	89,62	77,19	25,14	30,09	18,06
34	91,98	89,42	74,14	25,44	30,05	13,8
35	82,99	81,61	69,69	23,84	26,63	11,63
36	91,92	90,92	77,74	25,52	28,96	13,84
37	95,27	92,2	80,51	27,96	31,62	16,29
38	102,34	99,39	85,67	27,55	32,87	18,93
39	96,63	90,41	73,18	25,38	29,77	12,54
40	79,54	76,54	64,8	24,55	24,52	8,55
41	88,9	26,36	72,79	26,36	26,82	12,77

<b>42</b>	92,95	89,15	75	26,33	30,94	14,53
<b>43</b>	84,72	83,83	72,25	24,08	27,6	11,03
<b>44</b>	83,19	79,1	67,07	23,98	28,22	11,33
<b>45</b>	98,95	92,14	78,39	26,75	31,79	13,67
<b>46</b>	79,8	76,88	63,8	23,93	26,21	8,66
<b>47</b>	93,24	90,42	79,79	26,13	35,19	16,19
<b>48</b>	76,08	74,13	62,76	23,13	24,89	8,79
<b>49</b>	89,92	88,34	76,46	26,24	29,99	13
<b>50</b>	93,42	89,08	76,09	24,44	28,39	13,9
<b>51</b>	84,9	89,14	75,36	26,84	33,11	14,88
<b>52</b>	94,55	91,44	78,3	25,52	28,95	14,55
<b>53</b>	99,36	83,6	70,86	23,17	27,77	9,98
<b>54</b>	94,84	95,39	88,3	27,19	32,32	17
<b>55</b>	87,89	97,34	83,29	27,71	32,45	17,66
<b>56</b>	95,68	87,65	73,41	26,66	29,63	13,23
<b>57</b>	78,38	85,51	73,11	23,32	28,1	10,36
<b>58</b>	83,3	89,73	79,69	26,64	33,2	16,39
<b>59</b>	78,38	74,36	64,72	22,45	24,77	8,02
<b>60</b>	83,3	81,12	69,65	23,29	26,8	10,16
<b>61</b>	74,81	74,08	64,53	22,29	26,63	9,29
<b>62</b>	89,51	88,25	75,44	25,96	31,36	13,42
<b>63</b>	97,93	93,3	79,09	25,51	29,44	14,72
<b>64</b>	89,87	89,05	74,98	25,77	28,55	13,53
<b>65</b>	85,35	80,28	65,84	20,52	26,44	9