

Prehrana raže zvjezdopjege, Raja asterias Delaroche, 1809 (Elasmobranchii; Rajidae), u sjevernom Jadranu

Sviben, Sonja

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:713695>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Sonja Sviben

Prehrana raže zvjezdopjege, *Raja asterias* Delaroche, 1809
(Elasmobranchii; Rajidae), u sjevernom Jadranu

Diplomski rad

Zagreb, 2016. godina

Ovaj rad, izrađen u Laboratoriju za bioraznolikost, Morska biološka postaja Piran, Nacionalni institut za biologiju, Slovenija, pod vodstvom prof. dr. sc. Lovrenca Lipeja i izv. prof. dr. sc. Petra Kružića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra ekologije i zaštite prirode.

ZAHVALA

Najljepše zahvaljujem prof. dr. sc. Lovrencu Lipeju na ljubaznosti, strpljenju i mentorstvu kroz izradu i pisanje ovoga rada. Hvala Vam što ste mi otkrili toliko toga novoga u vezi hrskavičnjača te što ste mi pokazali ljepotu Slovenskog mora.

Izvanredni profesore Kružiće, gdje da krenem? Zahvaljujem Vam na svim preporukama, zbog kojih ovaj rad i postoji, na svom trudu i brizi te na svom znanju kojega ste mi prenijeli. Hvala Vam za svaki uspješan izron, i neka ih bude još mnogo!

Hvala doc. dr. sc. Sunčici Bosak, na pristupačnosti i opuštenosti, trudu i zaraznoj entuzijastičnosti. Hvala Laboratoriju za morske alge, na svom praktičnom i teorijskom znanju te na svim pruženim prilikama.

Hvala BIUSu i svim članovima na postojanju. Posebice hvala Hrvoju Čižmeku i Krilavom, na neprocjenjivom znanju i na svim prekrasnim i jedinstvenim mjestima gdje ste nas doveli, ispod i iznad površine vode.

Hvala mojim roditeljima, što su mi pružili (opet) mogućnost studiranja, što su me odveli na prvo ronjenje gdje sam se i zaljubila u biologiju mora. Hvala Vam što ste mi omogućili da slijedim svoje snove.

Hvala mom najdražem momku Svenu, na nepresušnoj podršci i optimizmu (čokolade čine čuda) tijekom pisanja ovoga rada. Hvala ti što mi iznova vraćaš boju u život i što mi nikada nećeš dati da zaboravim biologiju, uz tebe je svaki dan kao da sam opet na nastavi iz biologije.

Waffli, hvala vam što ste mi pokazali kako je prekrasno studirati s prijateljima, hvala vam na svakom sočnom zalogaju dijabetesa i na svim suvišnim kilama koje su uslijedile. S takvom ekipom, dođe mi da upišem još jedan faks, opet sa svima vama.

Soža, hvala ti na navijanju koje se čuje skroz iz Bremena i hvala ti što si mi došla na obranu makar ti nikako ne paše (znam da ćeš doći). Hvala tebi i Andrei na svim ... ma na svemu! Hvala Andrei što je pojela jaje.

Miloš, Niko, Luna, Soža – proveli smo 5 godina zajedno na faksu, sva od njih je bila nezaboravna. Posebna zahvala i respect momcima koji bi prestali tapkati nogama kada su stvari postale gadne.

Hvala ražama i svim ostalim živim bićima, činite ovaj svijet magičnim.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno–matematički fakultet
Biološki odsjek
Diplomski rad

Prehrana raže zvjezdopjege, *Raja asterias* Delaroche, 1809 (Elasmobranchii; Rajidae), na u sjevernom Jadranu

Sonja Sviben

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Prehrambene navike porodice Rajidae na području Jadrana do sada nisu bile istražene. Istraživanje prehrambenih navika morskih predatora ključno je za razumijevanje njihove ekološke uloge u ekosustavu te faktora koji na nju utječu. Na području sjevernog Jadrana, u razdoblju od četiri godine (2011-2015), prikupljeno je 86 primjeraka zvjezdopjege raže (*Raja asterias*). Raže su izmjerene, određen im je spol te je analiziran sadržaj želudca svakog primjerka. Analizom je utvrđeno da su glavni plijen zvjezdopjege raže dekapodni rakovi, zatim ribe koštunjače. Zastupljenost koštunjača u prehrani raste ontogenetski. Najčešći plijen zvjezdopjege raže bio je rak nosač, *Ehtusa mascarone*. Mali indeks praznine (VI) ukazuje da je zvjezdopjega raža aktivna vrsta i uspješan predator bentoskih vrsta.

(65 stranica, 14 slika, 29 tablica, 85 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: raža, prehrambene navike, dekapodni rakovi

Voditelj: Dr. sc. Lovrenc Lipej, prof.

Suvoditelj: Dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

Ocjenitelji: Dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

Dr. sc. Sunčica Bosak, doc.

Dr. sc. Duje Lisičić, doc.

Rad prihvaćen: 01. prosinca 2016.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Division of Biology

Graduation thesis

Feeding habits of the starry skate, *Raja asterias* Delaroche, 1809 (Elasmobranchii; Rajidae), in the Northern Adriatic

Sonja Sviben

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Up to this date, no study of the feeding behaviour of the family Rajidae in the Adriatic has been made. The knowledge of the feeding behaviour of marine predators is essential for comprehending their ecological role and factors that affect it. In the Northern Adriatic, in four years time (2011-2015), 86 specimens of starry skate (*Raja asterias*) have been gathered. All skates were measured and sexed. The stomach content of each skate was analyzed. Analysis showed that their main prey were decapods, followed by teleost fish. The importance of teleosts in the diet of *R. asterias* shows an oncogenic growth. The most common prey species found was the masked crab, *Ethusa mascaroni*. Small vacuity index (VI) shows that the starry skate is an active and successful predator of benthic prey species.

(65 pages, 14 figures, 29 tables, 85 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in Central Biological Library

Key words: skate, diet, decapods

Supervisor: Dr. sc. Lovrenc Lipej, prof.

Co-supervisor: Dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

Reviewers: Dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

Dr. sc. Sunčica Bosak, doc.

Dr. sc. Duje Lisičić, doc.

Thesis accepted: 01. December 2016.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Zvezdopjega raža (<i>Raja asterias</i> Delaroche 1809).....	2
1.2. Opis problematike	6
1.3. Cilj istraživanja	8
2. OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA.....	9
2.1. Jadransko more	9
2.2. Sjeverni Jadran i Tršćanski zaljev	11
3. MATERIJALI I METODE.....	13
3.1. Prikupljanje uzoraka	13
3.2. Biometrija i analiza sadržaja želudca.....	14
3.3. Analiza podataka	16
4. REZULTATI.....	19
4.1. Biometrija	19
4.2. Cjelokupna prehrana <i>Raja asterias</i>	20
4.2.1. Sadržaj želudaca i brojnost plijena (PN)	21
4.2.2. Frekvencija pojavljivanja	25
4.2.3. Biomasa i relativna gravimetrijska kompozicija plijena.....	27
4.2.4. Indeks relativne važnosti	29
4.3. Prehrana prema spolu	31
4.3.1. Prehrana ženki.....	31
4.3.2. Prehrana mužjaka.....	33
4.3.3. Usporedba prehrane ženki i mužjaka zvezdopjege raže	35
4.4. Prehrana prema spolnoj zrelosti	37
4.4.1. Juvenilne jedinke	37
4.4.2. Adultne jedinke	39
4.4.3. Usporedba prehrane juvenilnih i adultnih zvezdopjelih raža.....	41
4.5. Prehrana prema veličinskim kategorijama.....	42
4.5.1. Sadržaj želudaca i brojnost plijena	42
4.5.2. Učestalost plijena	45
4.5.3. Biomasa plijena	47
4.5.4. Indeks relativne važnosti	49
4.5.5. Usporedba prehrane po veličinskim kategorijama	51

5. RASPRAVA.....	58
5.1. Analiza metode rada.....	58
5.2. Prehrana vrste <i>Raja asterias</i>	59
5.3. Usporedba sličnim istraživanjima prehrane <i>Raja asterias</i> na drugim područjima	61
5.4. Usporedba sa sličnim istraživanjima drugih vrsta na području Jadrana	63
5.4. Implikacije sa stajališta konzervacijske biologije.....	65
6. ZAKLJUČAK.....	66
7. LITERATURA	67
ŽIVOTOPIS	76

1. UVOD

U Jadranskom moru zabilježeno je preko 440 vrsta koštunjača i hrskavičnjača što čini oko 70% poznatih vrsta i podvrsta riba u Mediteranu (Lipej i Dulčić 2010).

Hrskavičnjače u Jadranu slabo su istražene. Smatra se da Jadran nastanjuje 55 vrsta hrskavičnjača, tj. jedna himera, 28 vrsta morskih pasa (Lipej *i sur.* 2004) te 25 raža, od čega 11 raža pripada porodici Rajidae (Jardas 1996).

Diljem svijeta primijećen je trend opadanja populacija hrskavičnjača; smanjenje abudancije, brojnosti vrsta te područja rasprostranjenosti. Morski psi i raže postali su, zbog svojih specifičnih životnih karakteristika kao što su kasno postizanje prve spolne zrelosti, slaba reproduktivna moć, mali broj potomaka, sporo obnavljanje populacija i drugo izrazito ugrožene vrste, koje su izložene pretjeranom izlovu u zadnjih nekoliko desetljeća (Bonfil 1994; Musick 2000). Populacije hrskavičnjača na području Mediterana ugroženije su od populacija na drugim područjima, unatoč tome što nisu ciljani ulov. Razlog tome je kombinacija njihovih životnih karakteristika i pretjeranog izlova, povećanog zagađenja te degradacije staništa sa geomorfološkim karakteristikama samoga Mediterana, koji je poluzatvoreno more (Fowler *i sur.* 2005).

1.1. Zvezdopjega raža (*Raja asterias* Delaroche 1809)

Tablica 1. Sistematika vrste *Raja asterias* (WoRMS). Preuzeto sa: URL 1

Carstvo	Animalia
Koljeno	Chordata
Podkoljeno	Vertebrata
Nadrazred	Gnathostomata
Razred	Elasmobranchii
Podrazred	Neoselachii
Red	Rajiformes
Porodica	Rajidae
Rod	Raja

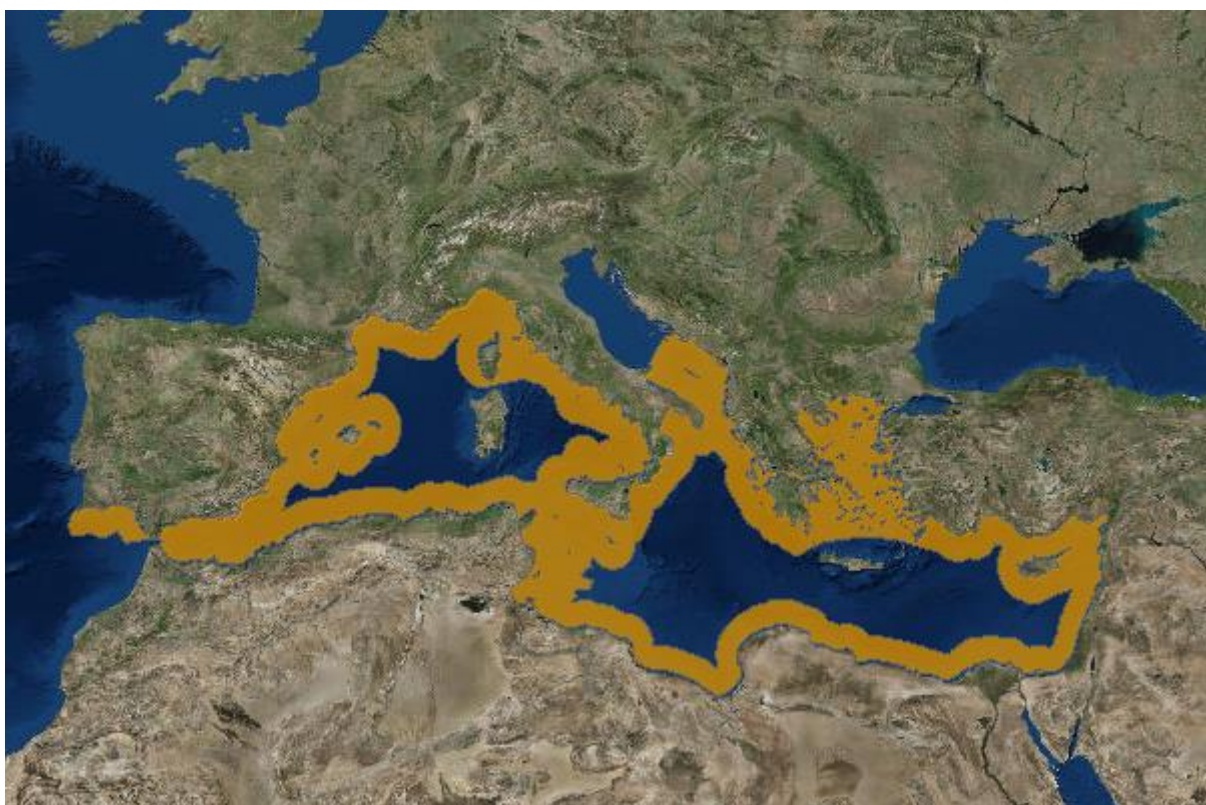
Porodica pravih raža (Rajidae), uključuje 26 rodova i preko 260 vrsta (Nelson 2006; Séret 2010). Rasprostranjene su od Arktika do Antarktika, od plićih dijelova kontinentalne podine do dubina abisala (Mecklenburg *i sur.* 2011). Rijetko se nalaze u tropskom pojasu te u blizini koraljnih grebena gdje dominiraju hrskavičnjače iz reda Myliobatiformes (Carrier 2010). Pojedine vrste nastanjuju boćate vode, kao što su estuariji i riječna ušća. Sve vrste su oviparne, kod kojih su jajne kapsule sastavljene od rožnate ovojnice sa četiri nitasta izdanka pomoću kojih se prihvaćaju za čvrsti supstrat u priobalnom području. Prave raže karakterizira čvrst, nefleksibilan rostrum (Hamlett 1999). Imaju dorzoventralno spljošteno tijelo, prilagođeno životu na dnu. Prsne peraje su im velike i dvorežnjaste, dok su trbušne male (Jardas 1988). Pokretljivost prsnih peraja pojačana je i redukcijom broja plakoidnih ljusaka, kojih nema na velikim dijelovima tijela i prsnih peraja. Škržni otvori, usta i nosnice raža otvaraju se s trbušne strane tijela, a na leđnoj strani su oči i štrcala (Young 1962). Bentoske su životinje te preferiraju mekana pješčana ili muljevita dna što ih čini posebno osjetljivim na lov kočom (Ebert 2008).

Zvezdopjega raža, *Raja asterias* Delaroche 1809, rijetka je vrsta u Mediteranu i okolnim vodama zapadnog Atlantika te se smatra mediteranskom endemskom vrstom u širem smislu (Barone *i sur.* 2007). Rasprostranjena je uz čitavu obalu Mediterana (osim u Crnom moru) a vjerojatno i u istočnom Atlantiku, na području Gibraltarskih vrata između južnog Portugala i sjevernog Maroka, moguće i južnije (Fischer *i sur.* 1987, Relini *i sur.* 2000). Zadržava se u području kontinentalne podine i gornjeg dijela kontinentalnog slaza, na

muljevitim i pješčanim dnima, na dubinama od 2 – 500 m, no najčešće do 150 m dubine (Jardas 1984).

Genetska istraživanja (Valsecchi *i sur.* 2005) ukazuju na mogućnost postojanja dvije subpopulacije *R. asterias* – jedne u Jadranskom moru te jedne u Tirenskom/Ligurskom moru. Daljnja istraživanja su potrebna kako bi se dokazalo isto.

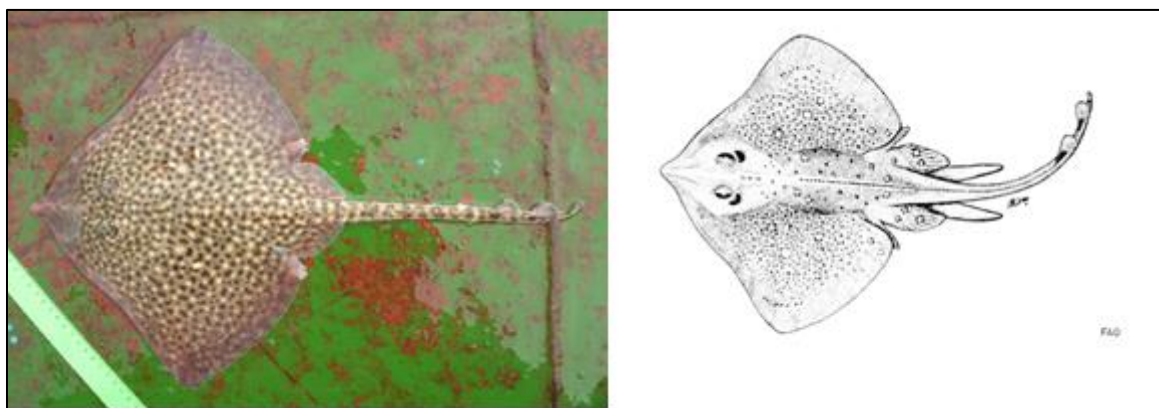
U Jadranskom moru nekoć je bilježena samo u južnom dijelu (Jardas 1984), no danas se bilježi po cijelom Jadranu, pretežito na zapadnoj strani (Jardas *i sur.* 2008). Vrsta je nađena u obje do sada izvršene jadranske inventarizacije ihtiofaune, provedene pomoću koče, Hvar 1948 te MEDITS 1988. Usporedbom dva spomenuta istraživanja, zapaženo je generalno smanjenje brojnosti hrskavičnih riba na istraživanom području, najvjerojatnije zbog intenzivnog ribolova (Jukić-Peladić *i sur.* 2001).



Slika 1. Rasprostranjenost zvjezdopjege raže u Sredozemnom moru. Izvor: URL 2

Procjenjuje se da je maksimalna dužina tijela kod mužjaka (TL) 72 cm , a kod ženki 76 cm (Serena i Abella 1999, Bono *i sur.* 2005). Jedinke dosežu spolnu zrelost relativno rano,

otprilike u trećoj godini života, mužjaci pri ~51.7 cm TL-a ženke pri ~56.1 cm TL (Serena *i sur.* 2005, Barone *i sur.* 2007). Vrsta je oviparna, ženke godišnje izlegu 34 do 112 jajnih kapsula, ovisno o dobi i veličini same ženke (Capapé 1977). Neposredno nakon izlijevanja, najčešće u siječnju, juvenilne jedinke od ~8 cm TL sele se u pliće more 5-7 m. Postepeno kako rastu, jedinke se sele na veće dubine (Abella i Serena 2002, Catalano *i sur.* 2003). Sukladno tome, prehrana se ontogenetski mijenja a sastoji se većinom od raznih vrsta rakova i riba koštunjača (Capapé i Quignard 1977). Ova vrsta ima relativno kratak životni vijek, procijenjen na 10 godina (Abella i Serena 2002).



Slika 2. *Raja asterias* Delaroche 1809. Izvor: URL 3

Tijelo zvjezdopjege raže je romboidno sa sinusoidnim prednjim rubom, dužina tjelesne ploče iznosi 48-52%, a širina 62-66,5% ukupne dužine (TL). Rostrum je kratak i tup. Dorzalna strana je svijetlosmeđa, sa tamnim točkama koje djelomično okružuju veće svjetlije pjege, dok je ventralna strana bijela. Koža odraslih primjeraka je hrapava oko rostruma, škržnih otvora, analnog otvora, repa. Veće bodlje nalaze se s dorzalne strane – oko očiju, oko rostruma (malarne bodlje), na hrptu i na repu te kod mužjaka i lateralno na prsnim perajama (alarne bodlje). Središnjih hrptenih i repnih bodlji je od 50 do 60. Vrsta ima dvije manje dorzalne peraje, smještene pri kraju repa, jednake veličinom i oblikom. Trbušne peraje su dvorežnjaste. Velika štrcala nalaze se neposredno iza očiju. Zubi mužjaka su oštri a zubi ženki tupi (Jardas *i sur.* 2008).

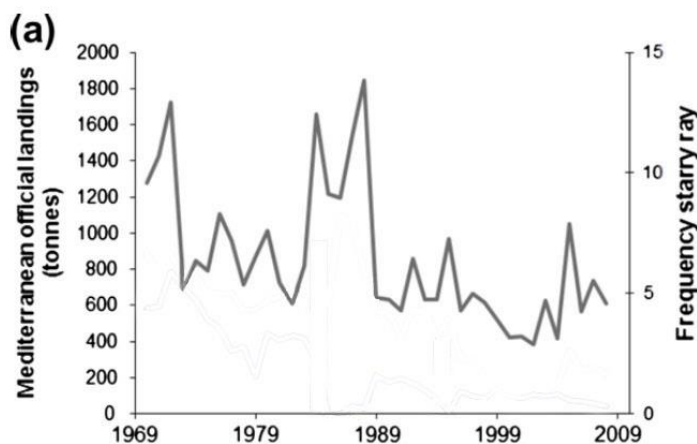
Raža zvjezopjega nije komercijalno važna vrsta, no unatoč tome ugrožena je intenzivnim ribolovom pridnenom kočom i parangalom, kada se uglavnom lovi kao slučajna lovina (prilov) (Jardas *i sur.* 2008). Intenzivan ribolov i indirektno ugrožava ovu vrstu uzrokujući degradaciju i gubitak staništa (Jardas *i sur.* 2008). Populacije zvjezdopjege raže se smanjuju, pogotovo u plićim područjima gdje nisu lako dostupni dubokomorski refugiji, kao što su Lyonski zaljev i Jadransko more (Aldebert 1997, Jukić-Peladić *i sur.* 2001).

Na Globalnoj IUCN-ovoj listi 2015. godine *R. asterias* navedena je kao gotovo ugrožena svojita (NT) (Serena *i sur.* 2015), dok je 2007. godine bila navedena kao najmanje zabrinjavajuća svojita (LC). Regionalno, i danas je navedena kao najmanje zabrinjavajuća svojita (Jardas *i sur.* 2008).

1.2. Opis problematike

Prelov ribe događa se posvuda u svijetu, pa tako i u Jadranu. Jadransko more jedno je od najsnažnije iskorištavanih područja Mediterana. Plovna flota koja ribari na Jadranu sastoji se od preko 8000 brodova (kočarica, plivarica...), od čega je preko 1000 hrvatskih (Jardas 1996). Zbog gospodarske važnosti, ribe su među najugroženijim skupinama u moru, znakovi prelova su očiti, no unatoč tome već desetljećima situacija se ne mijenja (Jardas *i sur.* 2008).

Prema gruboj procjeni, u Jadranu se izlovljava preko 200 vrsta ribe, od čega se ciljano lovi oko 70 vrsta, slučajno oko 50, a ostale su rijetke svojte koje se bilježe kao prilov, među kojima je i *Raja asterias* (Jardas *i sur.* 2008). Ciljano se love komercijalno važne koštunjače, dok se hrskavičnjače često love kao prilov, koji također često završi na tržnici. Na Mediteranu, hrskavičnjače predstavljaju 1-2% ukupnog ulova. Pokazano je da smanjenje populacija hrskavičnjača može izazvati promjene u morskom ekosustavu (Wormet *i sur.* 2006; Myers *i sur.* 2007) te je potrebno pronaći načine kako smanjiti udio hrskavičnjača u ribarskom prilovu.



Grafikon 1. Učestalost ulova zvjezdopjege raže na području Jadrana. Izvor: Coll *i sur.* (2012)

Istraživanje prehrambenih navika morskih predatora ključno je za razumijevanje njihove ekološke uloge u ekosustavu te faktora koji na nju utječu. Prijašnja istraživanja (Capapé i Quignard 1977, Cuoco *i sur.* 2005, Romanelli *i sur.* 2007, Navarro 2013)

prehrambenih navika zvjezdopjege raže ukazuju da su njen glavni izvor hrane razne vrste rakova i riba koštunjača. Zastupljenost pojedinih skupina u prehrani ove vrste varira ovisno o dobnoj kategoriji i tipu staništa na kojemu obitava (Romanelli *i sur.* 2007). Detaljniji podaci o prehranbenim navikama *R. asterias* na području Jadrana nedostaju.

1.3. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je doprinijeti uvidu u prehranu bentoske vrste *Raja asterias* na području Sjevernog Jadrana te istražiti njen mogući utjecaj na faunu navedenog područja. Istraživanjem ontogenetskih promjena u prehrani, doprinjeti će se boljem razumijevanju životnog ciklusa same vrste te lakšem određivanju ključnog stadija za zaštitu. Analizom razlika u prehrani između mužjaka i ženka, dobiti ćemo uvid u moguće varijacije u izboru hrane prema spolu, što nam omogućuje bolje razumijevanje kretanja i navika jedinki ove vrste. Usporedbom najvažnijih skupina i/ili vrsta u prehrani, moći ćemo preciznije procijeniti moguće populacijske trendove ovisno o abundanciji plijena na određenom području.

Ovo istraživanje je prvi korak u određivanju prehrambenih navika vrste *R. asterias*, što je ključna informacija za poboljšavanje praćenja (monitoringa) riba i upravljanja određenim komercijalno iskorištavanim područjima sa svrhom zaštite vrste i bioraznolikosti u budućnosti.

2. OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

2.1. Jadransko more

Ne računajući Crno more, Jadran je najsjeverniji dio Mediterana (do 45° 47' N) iz čega proizlaze neka njegova značajna fizikalna i biološka svojstva. Jadransko more je slivno područje velikom broju rijeka, od kojih prema jačini utjecaja izdvaja rijeka Po u sjevernom Jadranu te Albanske rijeke na zapadnoj obali (Artegiani 1995).

Jadran je umjereno toplo, plitko more sa prosječnom dubinom od 252 m. Najveći dio bentala pripada kontinentalnoj podini (73,9%), od čega dubine pliće od 100 m čine 48%. Najveća dubina Jadrana izmjerena je u Južnojadranskoj kotlini i iznosi 1233 m (Tešić 1968). Od juga prema sjeveru, dubina se postupno smanjuje; u Sjevernom Jadranu, sjevernije od Jabučke kotline (273 m), dubina gotovo isključivo ne prelazi 100 m (Jardas *i sur.* 2008).

Salinitet Jadrana u površinskom sloju iznosi oko 38,3 te gotovo analogno profilu dna, raste od sjevera prema jugu te od otvorenog mora prema obalnom području (Jardas 1996).

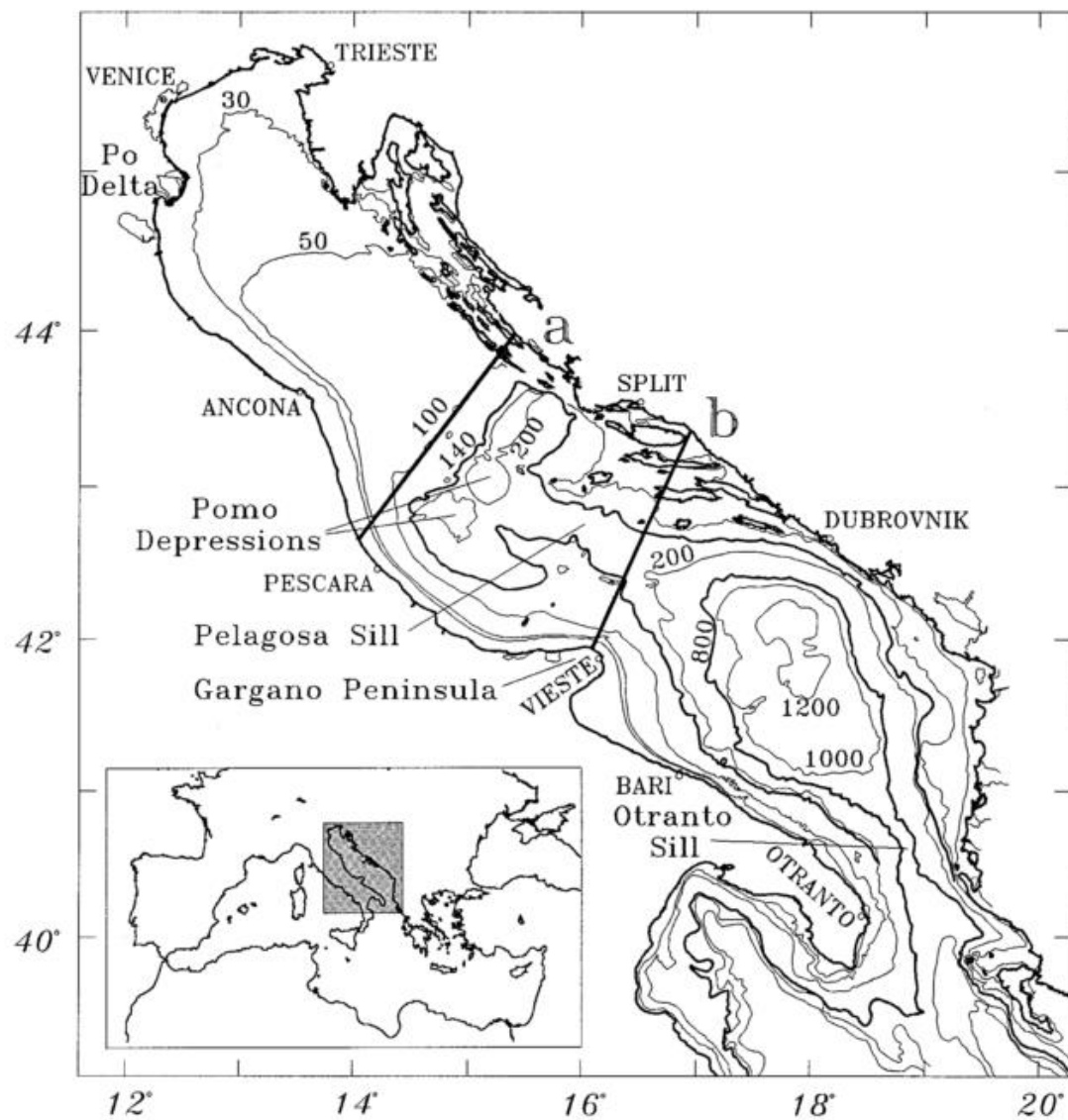
Pjeskoviti sedimenti prevladavaju u sjevernom dijelu Jadrana, dok južnim dominiraju muljeviti sedimenti. Srednji Jadran je prijelazno područje te se odlikuje raznovrsnim morskim dnom (Alfirević 1977).

Prosječna površinska strujanja (10-40 m dubine) u Jadranu ciklalnog su karaktera, Voda iz Mediterana ulazi uz istočnu obalu Jadrana, krećući se u smjeru sjeverozapada, okreće se kod Venecije te se vraća u Mediteran uz zapadnu obalu Jadrana, u krećući se smjeru jugoistoka (Jardas *i sur.* 2008). Najveći dio Jadranskog bazena prekriven je muljevitim i pjeskovitim sedimentima.

U cjelini se svrstava u niskoproduktivna, oligotrofna mora. Regionalno, uočena je viša razina primarne produkcije u zapadnom obalnom području i sjevernom Jadranu (Jardas *i sur.* 2008). Ograničavajući čimbenici primarne produkcije u Jadranu su nutrijenti, primarno fosfati i nitrati (Lipej *i sur.* 2004).

Buljan (1953) je prema morfološkim i hidrografskim svojstvima podijelio Jadran na tri dijela

- Sjeverni Jadran- dio Jadrana iznad linije Karlobag – Ancona
- Srednji Jadran – od donje granice sjevernog Jadrana do linije Ploče- Monte Gargano
- Južni Jadran - od donje granice srednjeg Jadrana do Otrantskih vrata



Slika 3. Jadransko more - obala i batimetrija. Podjela, od gore prema dolje, na Sjeverni, Srenji i Južni Jadran. Izvor: Artegiani / sur. (1995)

2.2. Sjeverni Jadran i Tršćanski zaljev

Sjeverni Jadran je najplići dio Jadranskog mora, sa prosječnom dubinom od 35 m (Artegiani 1995). Njegova južna granica je arbitrarno određena na izobatu od 100m (Buljan 1953).

Jadran je pod velikim je utjecajem rijeke Po, pogotovo u sjevernom dijelu. Donos slatke vode rijekom Po čini 1/3 ukupnog priljeva slatke vode u Jadranu (Raicich 1994a i 1996). Rijeka Po ima značajan utjecaj na oceanografske prilike što je posebice vidljivo u salinitetu koji rangira od 0 kod ušća rijeke do 38.4 na istočnom dijelu donje granice Sjevernog Jadrana. Temperatura je u prosjeku najviša na zapadnoj, talijanskoj obali (25-35 °C) dok je najniža (19-20 °C) na suprotnoj strani, gdje se odvija upwelling. Voda koja pristiže rijekom Po ponešto je toplija od okolne vode (Sturm *i sur.* 1992) te generalno formira površinski sloj koji ciklonoalno struji oko granica sjevernojadranskog bazena (Hopkins *i sur.* 1999). Kao i u ostalim dijelovima Jadrana, dominantni vjetrovi su bura i scirocco. Bura je sjeveroistočni, hladni, suhi vjetar koji prevladava zimi. Značajna posljedica bure je hlađenje plitke sjeverne vode koje uzrokuje miješanje vodenog stupca (Bergamasco i Gačić 1996). Scirocco, blagi, vlažan vjetar iz smjera Sahare, u kombinaciji sa niskim atmosferskim tlakom i visokom plimom može uzrokovati poplave u plitkim lagunama Sjevernog Jadrana (uključujući Veneciju) (Cushman-Rosin *i sur.* 2001).

Tršćanski zaljev je plitko područje na samom sjeveru Jadranskog mora koje, uz pojedinke iznimke, broji maksimalnu dubinu od 25 m. Samo 10% zaljeva pliće je od 10 m (Malej i Malačić 1995). Zbog male dubine i dotjecaja slatke vode rijekama, u zaljevu su karakteristične značajne varijacije u temperaturi, salinitetu te razini mora (Malačić i Petelin 2001). Prosječne mjesečne temperature iznose od 9,2 do 25, dok salinitet fluktuiira između 32,8 i 36,2 (Malačić *i sur.* 2006). Sedimentacija i prozirnost su niske (Welker *i sur.* 2002). Cirkulacija morske vode je anticiklonoallog smjera te pod velikim utjecajem vjetra, dok istočna struja iz smjera istre ima značajan utjecaj na samu hidrodinamiku zaljeva. Tršćanski zaljev je područje intenzivnog ribolova i razvijenog turizma (Lipej *i sur.* 2016). Slovensko more, gdje je bilo uhvaćen dio uzorka zvjezdopjeglih raža, zauzima južni dio Tršćanskog zaljeva.

Obalu Slovenskog mora karakteriziraju litice fliša u prirodnom stanju te niska, sedimentna područja u ušćima rijeka i zaljevima. Sediment oko luka Koper i Piran, sastoji se od slita i gline (Lipej *i sur.* 2016), dok u središnjem dijelu Slovenskog mora dominira fini pijesak, 80% biološkog postanka (Ogorelec *i sur.* 1991). Iako malo i urbanizirano, Slovensko more značajno je po bioraznolikosti te se u njemu mogu pronaći neobični i ugroženi tipovi staništa, kao što su koraligenske biocenoze i livade morskih cvjetnica. Zbog velikog bogatstva vrsta, u Slovenskom moru osnovana su brojna zaštićena područja, obalna i morska (Lipej *i sur.* 2016).

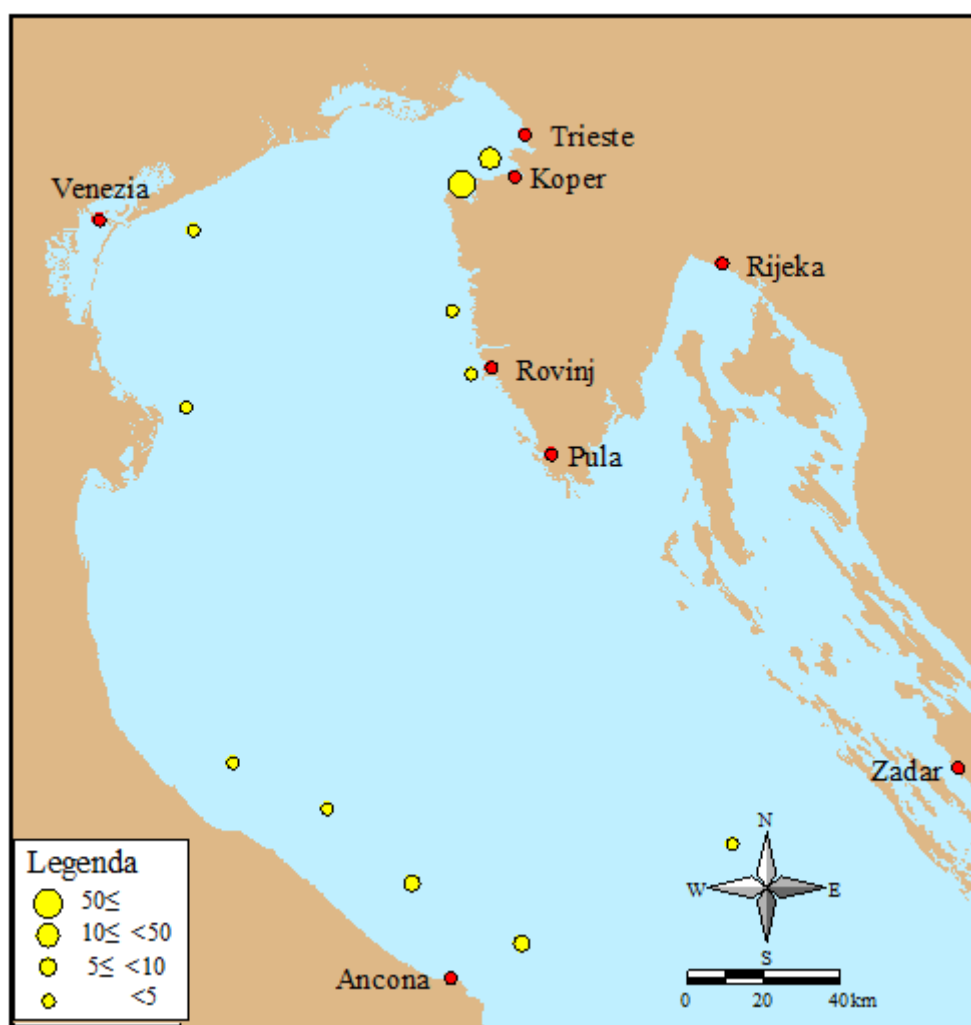
Sjeverni Jadran je najosebujniji dio Jadranskog mora s prepoznatljivim ekološkim prilikama te je ujedno i područje najveće primarne produkcije u Jadranu, a i jedno od područja najveće primarne produkcije na Mediteranu.

Zbog specifičnog geografskog položaja hidrogeomorfoloških karakteristika, u Sjevernom Jadranu nalazimo predstavnike istočnoatlantske borealne faune (rod *Merluccius*, rod *Mustelus*,...). Nalazimo ih i u drugim dijelovima Jadrana, no ponajviše na sjeveru. Čak 40% vrsta riba Jadrana spada u borealnu skupinu, što daje jadranskoj ihtiofauni poseban značaj i mjesto u sklopu Mediterana (Jardas 1996).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Prikupljanje uzoraka

Svi uzorci su prikupljeni između listopada 2011. i rujna 2015. godine na području sjevernog Jadrana (Slika 4). Najveći dio uzoraka sakupljen je u slovenskom moru, dobiven od ribara koji su zvjezdopjega raže ulovili kao prilov. Dio uzoraka je prikupljen kao dio SoleMon istraživanja (2013). U oba slučaja koristila se koča, na dubinama između 15 i 30 m, većinom na pjeskovitom i muljevitom dnu. Prikupljeno je ukupno 86 primjeraka. Neposredno nakon ulova, uzorci su bili determinirani i označeni, te pohranjeni u duboko zamrzavanje u zbirku Morske biološke postaje Nacionalnog instituta za biologiju u Piranu (Slovenija).



Slika 4. Karta istraživanog područja gdje su sakupljeni uzorci *Raja asterias*. Veličina kruga definira broj sakupljenih jedinki

3.2. Biometrija i analiza sadržaja želudca

Biometrija i analiza sadržaja želuca bila je napravljena u laboratoriju Morske biološke postaje Nacionalnog instituta za biologiju u Piranu (Slovenija). Nakon odmrzavanja, jedinke su izmjerene u milimetre prema Jardas-u (1996), odredio im se spol i dob te su izvagane. Raže su podijeljene u četiri veličinske kategorije prema ukupnoj duljini životinje (TL) (Romanelli *i sur.* 2007), te prema širini diska (DW) (Capapé *i sur.* 2007). U dva slučaja kada je pronađen oštećen rep mjerenje prema TL nije bilo moguće. Juvenilnim jedinkama se smatraju spolno nezreli mužjaci manji od 50,5 cm TL, te spolno nezrele ženke koje su manje od 56,0 cm TL (Romanelli *i sur.* 2007). Od 86 prikupljenih jedinki, biometrijski podaci za njih 3 nisu bili dostupni te je analiza prema spolu, spolnoj zrelosti i veličinskim kategorijama izvršena na temelju 83 uzorka.

Tablica 2. Veličinske kategorije prema Romanelli *i sur.* (2007)

TL (cm)	I	II	III	IV
M	21-36	38-48,5	46,5-53	51>
F	22-37	38-43	43-51	49,5>

Sve jedinke su secirane kako bi im se prikupio želudac. Sadržaj želudca je izvađen, te su dijelovi plijena sačuvani u 5% otopini formaldehida za daljnju analizu. Sadržaj svakog pojedinog želudca je identificiran do najmanje moguće taksonomske kategorije pomoću Olympus SZX16 lupe te fotografiran pomoću Olympus DP-Soft SZX16 programa. Identifikacija je izvršena pomoću ključeva za determinaciju Falcai i Minervini (1992), Riedel (2010) te diplomskog rada Franetović (2002).

U određenim slučajevima, kada plijen nije bio cjelovit, brojanje se vršilo na temelju pronađenih dijelova. Jedinke su determinirane do vrste prema: čeljusti – glavonošci; karapaksu i kliještima – rakovi; otolitima – ribe. Ostali pronađeni dijelovi plijena: jezik i sifon – školjkaši, oči i karapaks – rakovi, kralješnica – koštunjače, su bili prebrojani te su služili za određivanje broja jedinki unutar pojedine skupine po uzorku sadržaja želudca.

Tablica 3. Dijelovi plijena brojani u analizi sadržaja želuca

Bivalvia (Školjkaši)	Jezik
	Sifon
Cephalopoda (Glavonošci)	Čeljust – cjelovita ili u dijelovima
Crustacea (Rakovi)	Oči
	Karapaks – cjelovit ili veći dio
	Kliješta
Teleostei (Ribe)	Kralješnica
	Otoliti

3.3. Analiza podataka

Kako bi dobili što bolji uvid u prehranu zvjezdopjega raže, izračunati su slijedeći parametri:

VI - Indeks praznine

$$VI = (\text{broj praznih želudaca} / \text{broj punih želudaca}) * 100 \quad [1]$$

PN – Relativna abudancija

$$PN = (\text{broj plijena } i / \text{ukupni broj plijena}) * 100 \quad [2]$$

FN – Relativna frekvencija pojavljivanja

$$PF = (\text{broj želudaca s plijenom } i / \text{ukupni broj punih želudaca}) * 100 \quad [3]$$

PB – Relativna gravimetrijska kompozicija

$$[4] PB = (\text{masa plijena } i / \text{ukupna masa svog plijena}) * 100$$

IRI – Indeks relativne važnosti (Hacunda 1981)

$$IRI = (PN + PB) * PF \quad [5]$$

Indeks relativne važnosti [5] je prvi uveo Pincas (1971), no kasnije ga je modificirao Hacunda (1981). Ovaj indeks uključuje ranije navedene vrijednosti (PN, PF, PB) te nam daje točnije rezultate minimiziranjem greška koje nastaju korištenjem samo jedne od tih vrijednosti. Radi lakše usporedbe rezultata, korišten je relativni indeks relativne važnosti.

%IRI – Relativni IRI (Relative IRI)

$$\%IRI = (IRI \text{ plijena } i / \text{ukupni IRI svog plijena}) * 100 \quad [6]$$

Biomase su izračunate prema podacima iz Tablice 4.

Tablica 4. Prosječne biomase plijena

Taxa	Masa (g)	Referenca
Bivalvia	15	Rešek (2010)
Gastropoda	5	Procjena
Polychaeta	0,5	Ravara (2011)
Cephalopoda - indeterminata	35,3	Ravara (2011)
<i>Loligo vulgaris</i>	125	Rešek (2010)
<i>Sepia officinalis/Sepia sp.</i>	100	Rešek (2010)
<i>Sepia officinalis</i>	100	Rešek (2010)
Natantia	1	Ravara (2011)
Natantia Alpheidae	1	Ravara (2011)
<i>Squilla mantis</i>	35,7	Ravara (2011)
<i>Upogebia pusilla</i>	1,4	Ravara (2011)
Decapoda - indeterminata	4,2	Ravara (2011)
<i>Pagurus sp.</i>	2,6	Ravara (2011)
Decapoda - Brachyura	9,9	Ravara (2011)
<i>Ethusa mascarone</i>	21,7	Ravara (2011)
<i>Geryon longipes</i>	5	Procjena
<i>Liocarcinus depurator</i>	7,6	Ravara (2011)
<i>Liocarcinus sp.</i>	7,6	Ravara (2011)
<i>Liocarcinus vernalis</i>	7,6	Ravara (2011)
Teleostei - indeterminata	15	Procjena
<i>Buglossidum luteum</i>	10	Boban i sur. (2013)
<i>Cepola macrophthalma</i>	16	Dulčić i sur. (2008)
<i>Gobius sp.</i>	20	Procjena
<i>Gobius niger</i>	10	Boban i sur. (2013)
<i>Serranus hepatus</i>	10,6	Özayidin i Taskavak (2006)

Kako bi ustanovili različite kategorije hrane, plijen je sortiran prema njegovoj %IRI vrijednosti [6], od najvećeg %IRI prema najmanjem, te je izračunat kumulativni %IRI. Prema tome, %IRI prvog plijena dodavan je idućem dok nije postignuta vrijednost od 50% ili više – taj plijen je glavna hrana; izračun se nastavio do %IRI od 75% ili više - taj plijen je sekundarna hrana; ostali plijen je slučajna hrana (Rosecchi i Nouaze 1987).

Statističke razlike u prehrani prema spolu, spolnoj zrelosti, veličinskim kategorijama te području ulova izračunate su Chi-kvadrat (χ^2) testom (Sokal i Rohlf 1987). Za izračun razlika u prehrani prema spolu, spolnoj zrelosti, veličinskim kategorijama te prema području ulova korišten je Shannon–Wiener indeks različitosti (H'). Izračunat je i prosječan obrok

(ukupna biomasa plijena/broj punih želudaca) te prosječna masa plijena (ukupna biomasa/ukupni broj plijena).

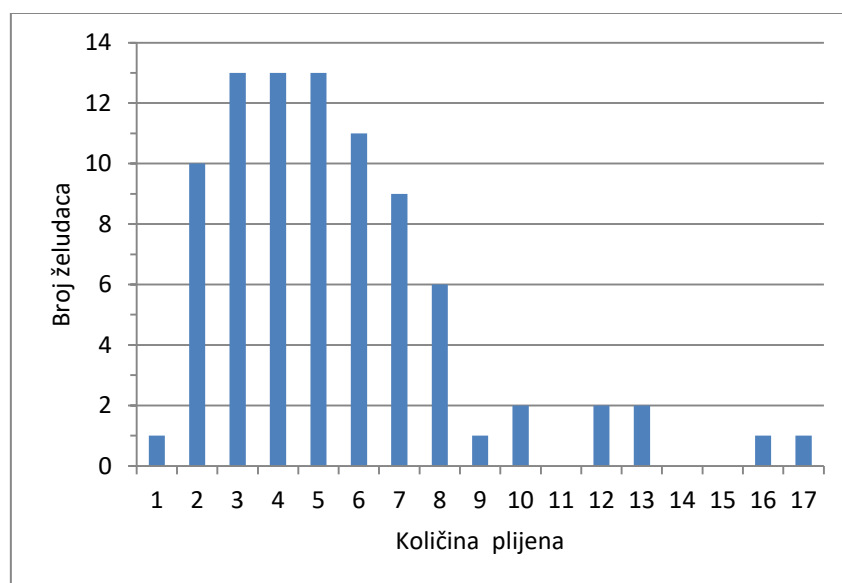
4. REZULTATI

4.1. Biometrija

Jedinke su sakupljane kroz razdoblje od 5 godina na području sjevernog Jadrana. Od 86 prikupljenih jedinki, biometrijski podaci su sakupljeni za njih 83 (22 ženke te 61 mužjak). Jedinke su varirale u veličini od 22,0 do 56,2cm TL, tj. ženke od 22,6 do 56,2cm TL, a mužjaci od 22,0 do 53,0cm TL, te u težini od 32g do 1180g, tj. ženke od 60g do 1180g i mužjaci od 32g do 810g. Ne uzimajući u obzir dvije jedinke sa oštećenim repom, prosječna veličina zvjezdopjeglih raža iznosila je 42,0cm TL, tj. 39,3cm TL za ženke i 43,0cm TL za mužjake, dok je prosječna težina iznosila je 470g, tj. 418g i 489g za ženke i mužjake, redom.

4.2. Cjelokupna prehrana *Raja asterias*

Od ukupno 86 analiziranih želudaca, samo jedan je pronađen prazan (VI = 1,18%). Većina želudaca (58,8%) sadržavala je od 3 do 6 jedinki plijena. Prosječni broj jedinki plijena po želudcu iznosi 4,47.



Grafikon 2. Broj želudaca po količini plijena

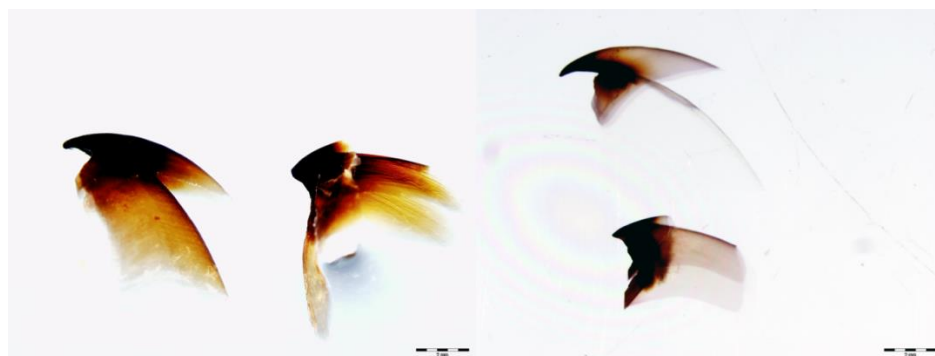
4.2.1. Sadržaj želudaca i brojnost plijena (PN)

Popis pronađenih vrsta plijena priložen je u Tablici 5. U želudcima zvjezdopjege raže pronađeno je 6 različitih taksonomskih skupina: školjkaši (Bivalvia), puževi (Gastropoda), mnogočetinaši (Polychaeta), glavonošci (Cephalopoda), rakovi (Crustacea) te ribe koštunjače (Teleostei). Jedinke plijena su pronađene u različitim fazama raspadanja, te je bilo moguće do vrste determinirati samo 2 vrste glavonožaca; obična lignja (*Loligo vulgaris*), obična sipa (*Sepia officinalis*), 6 vrsta rakova; kozorepac (*Squilla mantis*), karlič (*Upogebia pusilla*), rak nosač (*Ethusa mascarone*), crveni dubokomorski rak (*Geryon longipes*), plavonogi rak veslač (*Liocarcinus depurator*), pješčani glatki rak (*Liocarcinus vernalis*) i 4 vrste ribe; list piknjavač (*Buglossidium luteum*), mačinac crveni (*Cepola macrophthalma*), glavoč blatar (*Gobius niger*), vučić (*Serranus hepatus*).

U želudcima pronađeno je najviše rakova (67,19%), od čega su dominirali dekapodni rakovi (60,94%). Najbrojnija determinirana vrsta raka bio je rak nosač, *Ethusa mascarone* (11,72%). Zatim slijede ribe koštunjače (26,82%), od kojih je najviše pronađeno glavoča blatara (2,08%). Glavonošci su treća skupina po brojnosti u prehrani (4,69%), među kojima je najbrojnija vrsta bila obična sipa, *Sepia officinalis* (2,6%). Relativna abundancija školjkaša (0,78%), puževa (0,26%) i mnogočetinaša (0,26%) iznosila je manje od 1%.

Tablica 5. Sadržaj želudca *Raja asterias* u sjevernom Jadranu (n=86)

Taxa	Broj plijena	%PN
Bivalvia	3	0,78
Gastropoda	1	0,26
Polychaeta	1	0,26
Cephalopoda	18	4,69
Cephalopoda - indeterminata	4	1,04
<i>Loligo vulgaris</i>	1	0,26
<i>Sepia officinalis</i> / <i>Sepia</i> sp.	10	2,60
<i>Sepia officinalis</i>	3	0,78
Crustacea	258	67,19
Natantia - indeterminata	7	1,82
Natantia - Alpheidae	10	2,60
<i>Squilla mantis</i>	5	1,30
<i>Upogebia pusilla</i>	2	0,52
Decapoda - indeterminata	131	34,11
<i>Pagurus</i> sp.	1	0,26
Decapoda - Brachyura	27	7,03
<i>Ethusa mascarone</i>	45	11,72
<i>Geryon longipes</i>	1	0,26
<i>Liocarcinus</i> sp.	4	1,04
<i>Liocarcinus depurator</i>	21	5,47
<i>Liocarcinus vernalis</i>	4	1,04
Teleostei	103	22,92
Teleostei - indeterminata	90	23,44
<i>Buglossidium luteum</i>	1	0,26
<i>Cepola macrophthalma</i>	4	1,04
<i>Gobius</i> sp.	1	0,26
<i>Gobius niger</i>	8	
<i>Serranus hepatus</i>	1	0,26
UKUPNO	384	100,00



Slika 5. Čeljust *Sepia officinalis* (lijevo) i *Loligo vulgaris* (desno). S.Sviben



Slika 6. *Upogebia pusilla*. S.Sviben



Slika 7. *Squilla mantis*. S.Sviben



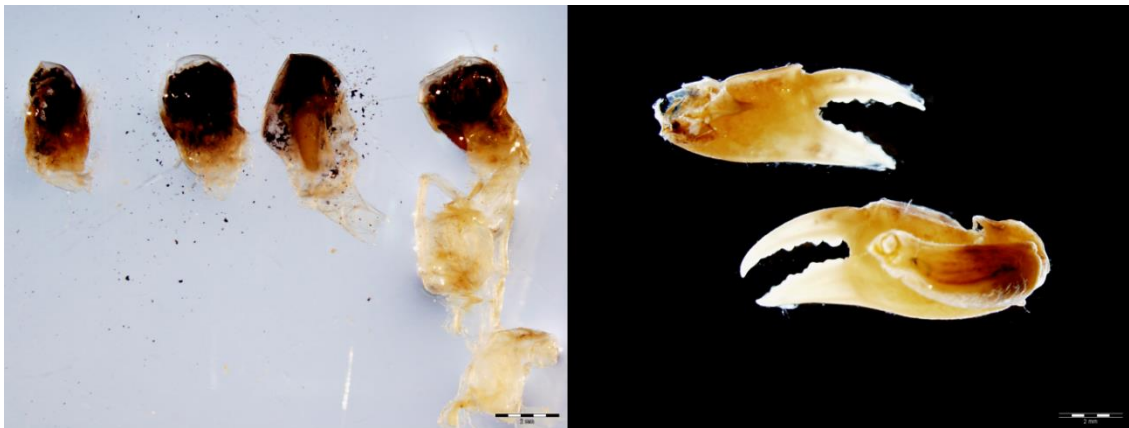
Slika 8. *Natantia-indeterminata*. S.Sviben



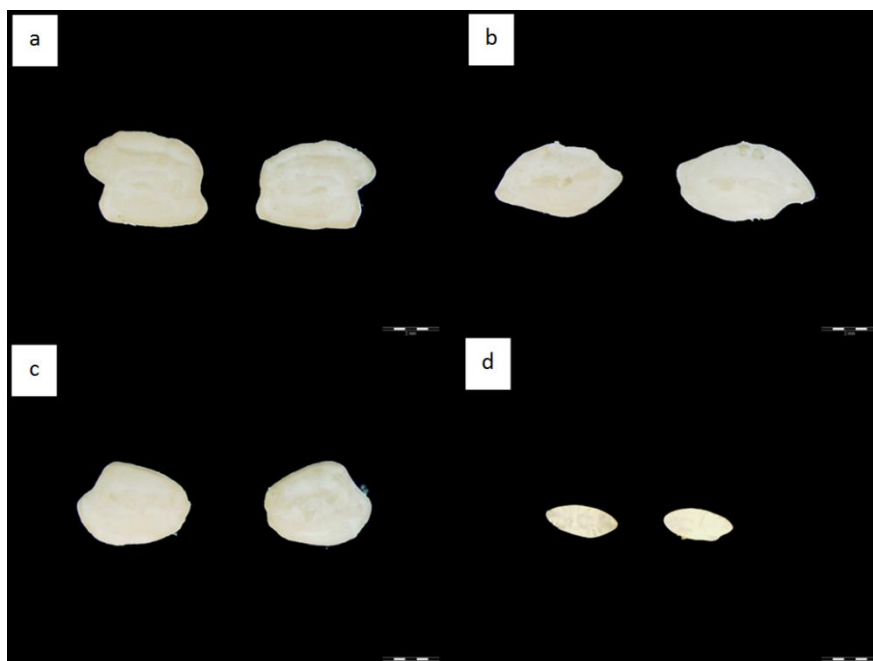
Slika 9. *Ethusa mascarone*. S.Sviben



Slika 10. *Liocarcinus depurator* (lijevo) i *Liocarcinus vernalis* (desno). S.Sviben



Slika 11. Decapoda: oči (lijevo), Decapoda – Brachyura: kliješta (desno). S.Sviben



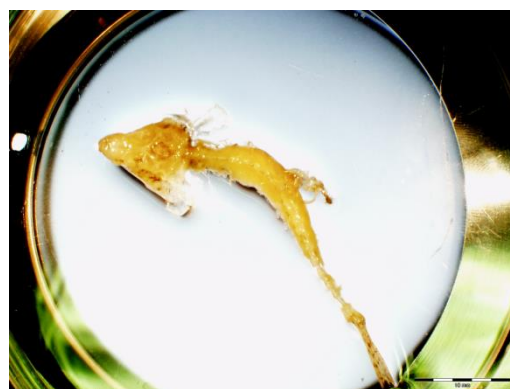
Slika 12. Teleostei: otoliti (a) *Gobius cf. niger*, (b) *Cepola macrophthalmia*, (c) *Gobius* sp. (d) Teleostei – indeterminata. S.Sviben



Slika 8. Teleostei: kralješnica. S.Sviben



Slika 13. Teleostei – indeterminata. S.Sviben



Slika 14. *Buglossidium luteum*. S.Sviben

4.2.2. Frekvencija pojavljivanja

Gledajući učestalost plijena (Tablica 6) vidljivo je da su rakovi (90,59%) najčešći plijen zvjezdopjege raže, od čega se ističu dekapodni rakovi (87,05%). U više od polovice želudaca, pronađene su ribe koštunjače (62,35%), dok su glavonošci nađeni u 16,47% želudaca.

Vrsta dekapodnog raka, *Ethusa mascarone* pronađena je u 31,76% želudaca, dok je idući rak prema učestalosti, *Liocarcinus depurator*, pronađen u gotovo pola manje želudaca, 17,65%. Od riba koštunjača, najčešći je plijen bilo glavoč blatar, *Gobius niger* (8,24%) te maččinac crveni, *Cepola macrophthalma* (3,53%). Obična lignja, *Sepia officinalis*, pronađena je u 3,53% želudaca zvjezdopjege raže.

Tablica 6. Učestalost plijena *Raja asterias* u sjevernom Jadranu (n=86)

Taxa	Frekvencija	%PF
Bivalvia	3	3,53
Gastropoda	1	1,18
Polychaeta	1	1,18
Cephalopoda	14	16,47
Cephalopoda - indeterminata	3	3,53
<i>Loligo vulgaris</i>	3	1,18
<i>Sepia officinalis</i> / <i>Sepia sp.</i>	8	9,41
<i>Sepia officinalis</i>	3	3,53
Crustacea	77	90,59
Natantia	6	7,06
Natantia Alpheidae	6	7,06
<i>Squilla mantis</i>	4	4,71
<i>Upogebia pusilla</i>	1	1,18
Decapoda - indeterminata	52	61,18
<i>Pagurus sp.</i>	1	1,18
Decapoda - Brachyura	16	18,82
<i>Ethusa mascarone</i>	27	31,76
<i>Geryon longipes</i>	1	1,18
<i>Liocarcinus sp.</i>	4	4,71
<i>Liocarcinus depurator</i>	15	17,65
<i>Liocarcinus vernalis</i>	2	2,35
Teleostei	53	62,35
Teleostei - indeterminata	48	54,12
<i>Buglossidium luteum</i>	1	1,18
<i>Cepola macrophthalma</i>	3	3,53
<i>Gobius sp.</i>	1	1,18
<i>Gobius niger</i>	7	8,24
<i>Serranus hepatus</i>	1	1,18

4.2.3. Biomasa i relativna gravimetrijska kompozicija plijena

Cjelokupna biomasa je plijena u 85 punih želudaca iznosila je 8248,6 g, u prosjeku 21,4,8 g po jedinki plijena (Tablica 6).

Tablica 7. Biomasa i relativna gravimetrijska kompozicija plijena *Raja asterias* (n=86)

Taxa	Biomasa (g)	%PB
Bivalvia	45,00	0,84
Gastropoda	5,00	0,09
Polychaeta	0,50	0,01
Cephalopoda	1566,2	29,17
Cephalopoda - indeterminata	141,20	2,63
<i>Loligo vulgaris</i>	125	2,33
<i>Sepia officinalis/Sepia sp.</i>	1000,00	18,63
<i>Sepia officinalis</i>	300,00	5,59
Crustacea	2220,3	41,36
Natantia	7,00	0,13
Natantia Alpheidae	10,00	0,19
<i>Squilla mantis</i>	178,50	3,32
<i>Upogebia pusilla</i>	2,80	0,05
Decapoda - indeterminata	550,20	10,25
<i>Pagurus sp.</i>	2,60	0,05
Decapoda - Brachyura	267,30	4,98
<i>Ethusa mascarone</i>	976,50	18,19
<i>Geryon longipes</i>	5	0,09
<i>Liocarcinus sp.</i>	30,40	0,57
<i>Liocarcinus depurator</i>	159,60	2,97
<i>Liocarcinus vernalis</i>	30,40	0,57
Teleostei	1531,60	28,53
Teleostei - indeterminata	1350,00	25,15
<i>Buglossidium luteum</i>	10,60	0,20
<i>Cepola macrophthalma</i>	64	1,19
<i>Gobius sp.</i>	20,00	0,37
<i>Gobius niger</i>	80,00	1,49
<i>Serranus hepatus</i>	7,00	0,13
UKUPNO	8248,6	100,00

Sa 41,36% od ukupne biomase plijena, vidljivo je da su rakovi dominantna grupa plijena prema biomasi. To se pretežito odnosi na dekapodne rakove (37,66%), od kojih se ističe rak nosač, *Ethusa mascarone* sa relativnom biomasom od 18,19%. Nakon rakova slijede

glavonošci sa 29,17%, među kojima dominira rod *Sepia* (24,21%), a od determiniranih vrsta, obična lignja, *Sepia officinalis* (5,59%). Ribe koštunjače biomasom doprinose 28,53%. Od determiniranih riba, najveću relativnu gravimetrijsku komponentu ima glavoč blatar, *Gobius niger* (0,97%). Školjkaši (0,84%), puževi (0,09%) i mnogočetinaši (0,01%) biomasom doprinose manje od 1%.

4.2.4. Indeks relativne važnosti

Analizom je utvrđeno da su u pogledu indeksa relativne važnosti, dekapodni rakovi (57,34%) najvažniji plijen zvjezdopjege raže (Tablica 8). Od determiniranih vrsta dekapodnih rakova, najznačajnijom u prehrani se pokazala vrsta *Ethusa mascarone* (13,59%), zatim *Liocarcinus depurator* sa 2,13%. Ostale dvije determinirane vrste dekapodnih rakova, pješčani glatki rak, *Liocarcinus vernalis* i dubinski crveni rak, *Geryon longipes*, su zastupljene sa manje od 0,1% prema indeksu relativne važnosti. Druga po važnosti skupina značajna za prehranu *R. asterias* su koštunjače (37,20%). Od determiniranih vrsta ističe se glavoč blatar, *Gobius niger* (0,42%), te mačinac crveni, *Cepola macrophthalma* (0,11%). Glavonošci su po indeksu relativne važnosti u prehrani zastupljeni sa 3,41%, od čega 1,97% pripada rodu *Sepia*. Školjkaši (0,8%) i puževi (0,01%) ne čine značajan doprinos prehrani *R. asterias*, dok su se mnogočetinaši (0,0%) pokazali nebitnima za prehranu vrste.

Analizirajući važnost pojedinih skupina u prehrani, vidljivo je da su dekapodni rakovi primarna hrana, koštunjače rakovi sekundarna, a ostale vrste pronađene u želudcu tek slučajna hrana (Tablica 9).

Tablica 8. Zastupljenost pojedinih skupina u prehrani *Raja asterias* u sjevernom Jadranu (n=86)

	Taxa	%PN	%PF	%PB	%IRI
	Bivalvia	0,78	3,53	0,84	0,08
	Gastropoda	0,26	1,18	0,09	0,01
	Polychaeta	0,26	1,18	0,01	0,00
Cephalopoda	Cephalopoda - indeterminata	1,04	3,53	2,63	0,19
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,26	1,18	2,33	0,04
	<i>Sepia officinalis</i> / <i>Sepia sp.</i>	2,60	9,41	18,63	2,86
	<i>Sepia officinalis</i>	0,78	3,53	5,59	0,32
Crustacea	Natantia	1,82	7,06	0,13	0,20
	Natantia Alpheidae	2,60	7,06	0,19	0,28
	<i>Squilla mantis</i>	1,30	4,71	3,32	0,31
	<i>Upogebia pusilla</i>	0,52	1,18	0,05	0,01
	Decapoda - indeterminata	34,11	61,18	10,25	38,82
	<i>Pagurus sp.</i>	0,26	1,18	0,05	0,01
	Decapoda - Brachyura	7,03	18,82	4,98	3,23
	<i>Ethusa mascarone</i>	11,72	31,76	18,19	13,59
	<i>Geryon longipes</i>	0,26	1,18	0,09	0,01
	<i>Liocarcinus sp.</i>	1,04	4,71	0,57	0,11
	<i>Liocarcinus depurator</i>	5,47	17,65	2,97	2,13
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	1,04	2,35	0,57	0,05
Teleostei	Teleostei - indeterminata	22,92	54,12	25,15	37,20
	<i>Buglossidium luteum</i>	0,26	1,18	0,13	0,01
	<i>Cepola macrophthalma</i>	10,04	3,53	1,19	0,11
	<i>Gobius sp.</i>	0,26	1,18	0,37	0,01
	<i>Gobius niger</i>	2,08	8,24	1,49	0,42
	<i>Serranus hepatus</i>	0,26	1,18	0,20	0,01
	UKUPNO	100,00	-	100,00	100,00

Tablica 9. Prehrana *Raja asterias* u sjevernom Jadranu (n=86)

Taxa	%IRI	Kumulativni %IRI	Važnost plijena
Decapoda	57,94	57,94	Primarna hrana
Teleostei	37,76	95,70	Sekundarna hrana
Cephalopoda	3,41	100,00	Slučajna hrana
Ostalo	0,80		
Bivalvia	0,08		
Gastropoda	0,01		
Polychaeta	0,00		
UKUPNO	100,00		

4.3. Prehrana prema spolu

4.3.1. Prehrana ženki

Analiziran je sadržaj želudac 22 ženke zvjezdopjege raže (Tablica 10). Svi su želudci bili puni te je indeks praznine iznosio 0%. Pronađeno je ukupno 126 jedinki plijena, tj. 4 taksona: 1 mnogočetinaš, 5 glavonožaca, 94 raka i 13 riba koštunjača. Školjkaši i puževi nisu pronađeni u analizi.

Najbrojnija skupina su dekapodni rakovi (66,87%), za kojom slijede ribe koštunjače (20,63%) te glavonošci (3,97%). U pogledu brojnosti prema determiniranim vrstama, dvije najbrojnije vrste pripadaju skupini dekapodnih rakova; u najvećem broju pronađen je rak nosač, *Ethusa mascarone* (13,49%) zatim *Liocarcinus depurator* (7,14%).

Plijen koji je nađen u gotovo svim želucima ženki *R. asterias* su dekapodni rakovi (95,45%), dok su u polovici nađene ribe koštunjače (54,55%). Rak nosač, *Ethusa mascarone* (36,36%) i plavonogi rak veslač *Liocarcinus depurator* (31,82%) su vrste koja su najčešće pronađene tijekom analize.

Najveći udio u biomasi ukupnog plijena ženki zauzimaju dekapodni rakovi (43,81%), zatim glavonošci (29,95%) iz roda *Sepia*, ribe koštunjače (23,48%) te na kraju mnogočetinaši (0,05%). Od svih determiniranih vrsta, prema biomasi je najznačajniji rak nosač, *Ethusa mascarone* (22,10%). Bioasom se ističu i *Sepia officinalis* (5,99%) te *Liocarcinus depurator* (4,10%).

Gledajući indeks relativne važnosti, očito najvažniji plijen su dekapodni rakovi (66,41%). Slijede ribe koštunjače (26,87%), glavonošci (4,82%) te na kraju mnogočetinaši (0,05%). Od determiniranih vrsta, *Liocarcinus depurator* (4,31%) se pokazalo značajnim, kao i rod *Sepia* (4,83%), dok je *Ethusa mascarone* (15,59%) najvažnija vrsta u prehrani ženki *R. asterias*.

Tablica 10. Zastupljenost pojedinih skupina u prehrani ženki *Raja asterias* u Sjevernom Jadranu (n=22)

	Taxa	PN(%)	PF(%)	PB(%)	IRI(%)
	Bivalvia	0,00	0,00	0,00	0,00
	Gastropoda	0,00	0,00	0,00	0,00
	Polychaeta	0,79	4,55	0,03	0,05
Cephalopoda	Cephalopoda - indeterminata	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Sepia officinalis/Sepia sp.</i>	3,17	13,64	23,96	4,46
	<i>Sepia officinalis</i>	0,79	4,55	5,99	0,37
Crustacea	Natantia	1,59	9,09	0,12	0,19
	Natantia Alpheidae	6,35	18,18	0,48	1,50
	<i>Squilla mantis</i>	0,79	4,55	2,14	0,16
	<i>Upogebia pusilla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	Decapoda - indeterminata	37,30	72,73	11,82	43,03
	<i>Pagurus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	Decapoda - Brachyura	7,14	22,73	5,34	3,42
	<i>Ethusa mascarone</i>	13,49	36,36	22,10	15,59
	<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus sp.</i>	0,79	4,55	0,46	0,07
	<i>Liocarcinus depurator</i>	7,14	31,82	4,10	4,31
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Teleostei	Teleostei - indeterminata	19,05	54,55	21,56	26,68
	<i>Buglossidium luteum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Cepola macrophthalma</i>	1,59	4,55	1,92	0,19
	<i>Gobius sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Gobius niger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Serranus hepatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	UKUPNO	100,00	-	100,00	100,00

Sa 66,41% indeksa relativne važnosti, pokazalo se da su dekapodni rakovi (66,41%) primarna hrana ženki zvjezdopjege raže, dok su ribe koštunjače (26,87%) sekundarna hrana. Sve ostale jedinike pronađenog plijena tek su slučajna hrana.

Tablica11. Prehrana ženki zvjezdopjege raže u sjevernom Jadranu (n=22)

Taxa	IRI(%)	Kumulativni %IRI	Važnost plijena
Decapoda	66,41	66,41	Primarna hrana
Teleostei	26,87	93,28	Sekundarna hrana
Cephalopoda	4,82		
Ostalo	1,90	100,00	Slučajna hrana
UKUPNO	100,00		

4.3.2. Prehrana mužjaka

Ukupno 61 primjerak mužjaka zvjezdopjege raže analiziran je u svrhu istraživanja prehrane. Samo je jedan želudac pronađen prazan, te je indeks praznine (VI) 1,64%. Pronađeno je 5 skupina plijena, 252 jedinki, od kojega broja njih 148 pripada skupini dekapodnih rakova, 74 koštunjačama, 18 glavonošcima, 3 školjkašima te 1 puževima. Mnogočetinaši nisu zastupljeni u prehrani analiziranih primjeraka mužjaka zvjezdopjege raže.

Po brojnosti, dekapodni rakovi (58,73%) su najznačajnija skupina, zatim ribe koštunjače (29,37%) i glavonošci (5,16%). Analizom je utvrđeno da je najbrojnije vrste pripadaju skupini dekapodnih rakova, *Ethusa mascarone* (11,11%) i *Liocarcinus depurator* (4,76%), no i jedna riba koštunjača, *Gobius niger* (3,17%).

U više od polovice želudaca nađeni su ostaci dekapodnih rakova (85,00%) i riba koštunjača (68,30%). Glavonošci su nađeni u tek 16% želudaca. Prema učestalosti, redom se ističu vrste; *Ethusa mascarone* (31,67%), *Liocarcinus depurator* (13,33%), *Gobius niger* (11,67%) te *Sepia officinalis* (5,54%).

Najveći postotak biomase plijena mužjaka *R. asterias* pripada dekapodnim rakovima (35,38%), zatim gotovo u podjednakom udjelu, glavonošcima (29,53%) i ribama koštunjačama (29,47%). Doprinos biomasom najznačajniji je vrste *Ethusa mascarone* (16,83%) te obične sipe, *Sepia officinalis* (5,54%).

Indeks važnosti ukazuje da su dekapodni rakovi (53,14%) najznačajniji plijen vrste *Raja asterias*. Slijede ih ribe koštunjače sa indeksom relativne važnosti 42,92% te glavonošci sa 3,08%. Pokazalo se da su od determiniranih vrsta plijena mužjaka, *Ethusa mascarone* (12,79%) i *Liocarcinus depurator* (1,40%).

Tablica 12. Zastupljenost pojedinih skupina u prehrani mužjaka *Raja asterias* u Sjevernom Jadranu (n=61)

	Taxa	PN(%)	PF(%)	B(%)	IRI(%)
Cephalopoda	Bivalvia	1,19	5,00	1,25	0,18
	Gastropoda	0,40	1,67	0,14	0,01
	Polychaeta	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cephalopoda - indeterminata	1,59	5,00	3,91	0,40
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,40	1,67	3,46	0,09
	<i>Sepia officinalis/Sepia sp.</i>	2,38	8,33	16,62	2,29
	<i>Sepia officinalis</i>	0,79	3,33	5,54	0,31
Crustacea	Natantia	1,98	6,67	0,14	0,20
	Natantia Alpheidae	0,79	3,33	0,06	0,04
	<i>Squilla mantis</i>	1,59	5,00	3,96	0,40
	<i>Upogebia pusilla</i>	0,79	1,67	0,08	0,02
	Decapoda - indeterminata	32,54	58,33	9,54	35,48
	<i>Pagurus sp.</i>	0,40	1,67	0,07	0,01
	Decapoda - Brachyura	7,14	18,33	4,94	3,20
	<i>Ethusa mascarone</i>	11,11	31,67	16,83	12,79
	<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus sp.</i>	1,19	5,00	0,63	0,13
	<i>Liocarcinus depurator</i>	4,76	13,33	2,53	1,40
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	1,59	3,33	0,84	0,12
	Teleostei - indeterminata	25,00	56,67	26,18	41,92
Teleostei	<i>Buglossidium luteum</i>	0,40	1,67	0,19	0,01
	<i>Cepola macrophthalma</i>	0,79	3,33	0,89	0,08
	<i>Gobius sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Gobius niger</i>	3,17	11,67	2,22	0,91
	<i>Serranus hepatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	UKUPNO	100,00	-	100,00	100,00

Prema indeksu relativne važnosti, pokazalo se da su dekapodni rakovi (53,17%) primarna hrana ženki zvjezdopjege raže, dok su ribe koštunjače (26,87%) sekundarna hrana. Sve ostale jedinice pronađenog plijena tek su slučajna hrana.

Tablica 13. Prehrana mužjaka zvjezdopjege raže u sjevernom Jadranu (n=61)

	Taxa	IRI(%)	Kumulativni %IRI	Važnost plijena
M	Decapoda	53,17	53,17	Primarna hrana
	Teleostei	42,92	96,09	Sekundarna hrana
	Cephalopoda	3,08		
	Ostalo	0,83	100,00	Slučajna hrana
	UKUPNO	100,00		

4.3.3. Usporedba prehrane ženki i mužjaka zvjezdopjege raže

Od 83 analizirane zvjezdopjege raže, 22 jedinke su ženke, 61 mužjaci. Analiza prehrane ženski otkrila je 126 jedinke plijena, svrstane u 4 taksona, dok je kod mužjaka pronađeno 252 jedinke plijena svrstane u 5 taksona. Školjkaši nisu bili zastupljeni u analiziranim uzorcima želudca ženki, dok se kod mužjaka nisu pronađeni primjerci mnogočetinaša. Indeks praznine (VI) redom iznosi 0% te 1,64%. Prosječna masa plijena je veća za mužjake (14,33 g) nego za ženke (13,25 g) dok je situacija s prosječnim obrokom obrnuta, ženke imaju veći prosječni obrok (75,89 g) a mužjaci manji (60, 17 g).

U pogledu cjelokupne razlike u prehrani između mužjaka i ženki, iako određene razlike postoje, nisu statistički značajne ($\chi^2 = 28,7$, $\chi_{crit} = 32,67$ p=0,05) (Grafikon 2).

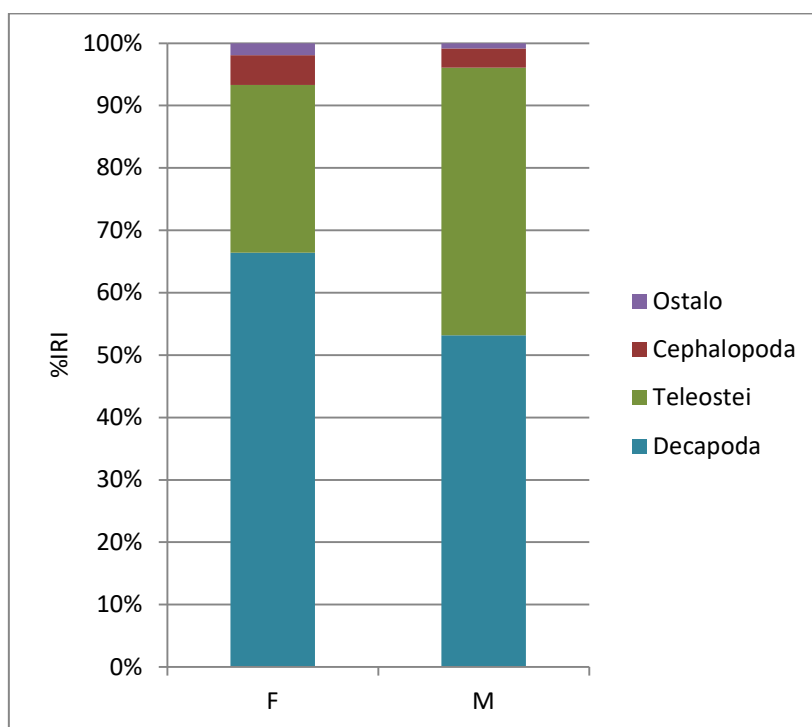
U oba slučaja, prema abundanciji, dominiraju dekapodni rakovi; 65,87% za ženke, 58,73% za mužjake; zatim ribe koštunjače; u slučaju ženki sa 20,63%, u slučaju mužjaka sa 29,37%. U oba slučaja najbrojnije su vrste rak nosač, *Ethusa mascarone* i plavonogi rak veslač, *Liocarcinus depurator*, redom u slučaju ženki; 12,49%, 7,14% te u slučaju mužjaka; 11,11%, 4,76%.

Dekapodni rakovi se u pojavljuju čak u 95,45% analiziranih želudaca ženki te u 85% želudaca mužjaka. U oba slučaja koštunjače nalazimo u više od polovice želudaca, u 54,55% želudaca ženki te u 68,3% želudaca mužjaka. Kod oba spola naučestaliije vrste su *Ethusa mascarone* i *Liocarcinus depurator* (ženke; 36,36% i 31,82%, mužjaci; 31,67% i 13,33%). Kod mužjaka u 3,17% želudaca pronađen i glavoč blatar, *Gobius niger*, dok u slučaju ženki, nije pronađen niti jednom.

Kod oba spola, biomasom naviše doprinose dekapodni rakovi (ženke: 43,81%, mužjaci 35,85%), zatim glavonošci (ženke 29,95%, mužjaci: 29,53%) te ribe koštunjače (ženke: 23,48%, mužjaci 29,47%). Od determiniranih vrsta, *Ethusa mascarone* doprinosi najvećim udjelom biomase kod ženki (22,10%) i mužjaka (16,83%), slijedi je *Sepia officinalis* (ženke: 5,99%, mužjaci 5,54%) te *Liocarcinus depurator* (ženke: 4,10%, mužjaci 2,53%).

Prema indeksu relativne važnosti, vidljivo je da su dekapodni rakovi najvažnija skupina kod oba spola (ženke: 66,41%, mužjaci: 53,14%). Koštunjače imaju gotovo dvostruko

manji indeks relativne važnosti u slučaju ženki (26,87%) nego u slučaju mužjaka (42,92%), no u oba slučaja idući su plijen prema važnosti. Glavonošci su kod ženki zastupljeni sa 4,82%, kod mužjaka sa 3,08%. Najvažnijom vrstom se u oba slučaja pokazala *Ethusa mascarone* (ženke: 15,59%, mužjaci: 12,79%) te *Liocarcinus depurator* (ženke: 4,31%, mužjaci: 1,4%).



Grafikon 3. Razlike u prehrani *Raja asterias* prema spolu, prikazano preko %IRI (n=83)

Dekapodni rakovi su primarna hrana ženki (66,41%) i mužjaka (53,17%); dok su ribe koštunjače sekundarna hrana oba spola (ženke: 26,87%, mužjaci: 42,92%). Kod oba spola glavonošci i ostale skupine su slučajna hrana.

Shannon-Wienerov indeks iznosi 1,9 za ženke te 2,11 za mužjake, po čemu možemo zaključiti da su se mužjaci hranili nekoliko raznovrsnijim plijenom.

4.4. Prehrana prema spolnoj zrelosti

4.4.1. Juvenilne jedinke

Od 83 jedinke, za koje su dostupni biometrijski podaci, njih 79 su bile spolno nezrele (21 ženka, 54 mužjaka). Želudci svih analiziranih jedinki bili su puni (VI=0%). Pronađeno je 5 taksona; 246 rakova od čega njih 223 pripada dekapodnim rakovima, 99 riba koštunjača, 18 glavonožaca, 2 školjkaša, 1 puž te 1 mnogočetinaš, što ukupno čini 367 pronađene jedinke plijena.

Prema brojnosti najzastupljeniji su dekapodni rakovi (60,76%), slijede ribe koštunjače (26,98%) te glavonošci (4,90%). Najbrojnija determinirana vrsta je rak nosač, *Ethusa mascarone* (11,44%) te plavonogi rak veslač, *Liocarcinus depurator* nakon njega (5,72%). Među ribama, najbrojnija vrsta je glavoč blatar, *Gobius niger* (2,18%).

Dekapodni rakovi nađeni su u 88,61% želudaca, ribe koštunjače u 63,29% te glavonošci u 16,46% želudaca. Rak nosač, *Ethusa mascarone*, nađen je u gotovo trećini želudaca (32,91%), dok je *Liocarcinus depurator* pronađen u 18,99% želudaca. U 8,86% želudaca, pronađen je *Gobius niger*.

Ukupnoj biomasi najviše su pridonijeli dekapodni rakovi (37,36%), zatim glavonošci nešto manje (30,62%) te koštunjače (28,25%). Rod *Sepia* ukupnoj biomasi pridonosi sa 25,41%, od čega je udio obične sipe, *Sepia officinalis* 5,86%. Od determiniranih vrsta, najveći udio u ukupnoj biomasi ima vrsta *Ethusa mascarone* (17,82%) te već spomenuta *Sepia officinalis* (5,86%). Plavonogi rak veslač, *Liocarcinus depurator* ukupnoj biomasi pridonosi sa 3,12%.

Sa 61,29% indeksa relativne važnosti, dekapodni rakovi su se pokazali kao najvažniji plijen *R. asterias*, osobito *Ethusa mascarone* (10,25%) i *Liocarcinus depurator* (1,55%). Nakon dekapodnih rakova, prema važnosti slijede ribe koštunjače sa 36,01% od ukupnog indeksa relativne važnosti te glavonošci sa 2,18%.

Tablica 14. Zastupljenost pojedinih skupina u prehrani juvenilnih jedinki *Raja asterias* u Sjevernom Jadranu (n=79)

	Taxa	PN(%)	PF(%)	B(%)	IRI(%)
Cephalopoda	Bivalvia	0,54	2,53	0,59	0,02
	Gastropoda	0,27	1,27	0,10	0,00
	Polychaeta	0,27	1,27	0,01	0,00
	Cephalopoda - indeterminata	1,09	3,80	2,76	0,13
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,27	1,27	2,44	0,02
	<i>Sepia officinalis</i> / <i>Sepia sp.</i>	2,72	10,13	19,55	1,86
	<i>Sepia officinalis</i>	0,82	3,80	5,86	0,17
Crustacea	Natantia	1,91	7,59	0,14	0,12
	Natantia Alpheidae	2,72	7,59	0,20	0,24
	<i>Squilla mantis</i>	1,09	3,80	2,79	0,13
	<i>Upogebia pusilla</i>	0,54	1,27	0,05	0,01
	Decapoda - indeterminata	34,33	62,03	10,35	46,95
	<i>Pagurus sp.</i>	0,27	1,27	0,05	0,00
	Decapoda - Brachiura	6,81	18,99	4,84	2,43
	<i>Ethusa mascarone</i>	11,44	32,91	17,82	10,25
	<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus sp.</i>	1,09	5,06	0,59	0,06
	<i>Liocarcinus depurator</i>	5,72	18,99	3,12	1,55
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	1,09	2,53	0,59	0,06
	Teleostei - indeterminata	23,71	58,23	25,51	35,71
Teleostei	<i>Buglossidium luteum</i>	0,27	1,27	0,14	0,00
	<i>Cepola macrophthalma</i>	0,82	2,53	0,94	0,04
	<i>Gobius sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Gobius niger</i>	2,18	8,86	1,56	0,25
	<i>Serranus hepatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	UKUPNO	100,00	256,96	100,00	100,00

Primarna hrana juvenilnih zvjezdopjeglih raža su dekapodni rakovi (61,29%), sekundarna ribe koštunjače (36,00%). Sve ostale pronađene skupine plijena su slučajna hrana (Tablica 15).

Tablica 15. Prehrana juvenilnih jedinki zvjezdopjeglih raža u sjevernom Jadranu (n=79)

Taxa	IRI(%)	Kumulativni %IRI	Važnost plijena
Decapoda	61,29	61,29	Primarna hrana
Teleostei	36,01	97,30	Sekundarna hrana
Cephalopoda	2,18	100,00	Slučajna hrana
Natantia	0,50		
Bivalvia	0,02		
Gastropoda	0,00		
Polychaeta	0,00		
UKUPNO	100,00		

4.4.2. Adultne jedinke

Od 83 jedinke, za koje su dostupni biometrijski podaci, njih 4 su bile spolno zrele (1 ženka, 3 mužjaka). Jedna adultna zvjezdopjega raža imala je prazan želudac (VI=25%). Pronađeno je ukupno 11 jedinki plijena, u 3 taksona; 9 rakova od čega su njih 8 dekapodni, 1 riba koštunjača i 1 školjkaš.

Prema brojnosti dominirali su dekapodni rakovi (72,73%), zatim ribe koštunjače i školjkaši sa 9,09% po skupini. Od pronađenih vrsta najbrojnija je bila *Ethusa mascarone* (27,7%), zatim mačinac crveni, *Cepola macrophthalma* (9,09%) i kozorepac, *Squilla mantis* (9,09%).

Dekapodni rakovi se nalaze u svim punim želudcima (100%), dok ribe i školjkaše nalazimo u 25% njih. Sve pronađene determinirane vrste (*Ethusa mascarone*, *Squilla mantis*, *Cepola macrophthalma*) zastupljene su istom frekvencijom, 25%, što znači da je svka od navedenih vrsta nađena u jednom od 3 puna želudca.

Najveći udio u biomasi imaju dekapodni rakovi (59,38%) te rakovi plivači (21,74%), dok su ribe zastupljene sa 9,74% te školjkaši sa 9,14%. Prema determiniranim vrstama, ukupnoj biomasi najviše pridonosi vrsta *Ethusa mascarone* sa 39,65% te *Squilla mantis* sa 21,74%.

Najvažniji plijen adultnih zvjezdopjelih raža bili su dekapodni rakovi (70,10%) te rakovi plivači (13,12%). Ribe koštunjače su zastupljene sa 8,02% prema indeksu relativne važnosti, a školjkaši sa 7,76%. Od determiniranih vrsta, to su *Ethusa mascarone* (28,48%), *Squilla mantis* (13,12%) te *Cepola macrophthalma* (8,02%) prema indeksu relativne važnosti.

Tablica 16. Zastupljenost pojedinih skupina u prehrani adultnih jedinki *Raja asterias* u Sjevernom Jadranu (n=4)

	Taxa	PN(%)	PF(%)	B(%)	IRI(%)
Cephalopoda	Bivalvia	9,09	25,00	9,14	7,76
	Gastropoda	0,00	0,00	0,00	0,00
	Polychaeta	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cephalopoda - indeterminata	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Sepia officinalis</i> / <i>Sepia sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Sepia officinalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Crustacea	Natantia	0,00	0,00	0,00	0,00
	Natantia Alpheidae	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Squilla mantis</i>	9,09	25,00	21,74	13,12
	<i>Upogebia pusilla</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	Decapoda - indeterminata	27,27	50,00	7,67	29,75
	<i>Pagurus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	Decapoda - Brachyura	18,18	25,00	12,06	12,87
	<i>Ethusa mascarone</i>	27,27	25,00	39,65	28,48
	<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus depurator</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	Teleostei - indeterminata	0,00	0,00	0,00	0,00
Teleostei	<i>Buglossidium luteum</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Cepola macrophthalmia</i>	9,09	25,00	9,74	8,02
	<i>Gobius sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Gobius niger</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Serranus hepatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	UKUPNO	100,00	175,00	100,00	100,00

Primarna hrana adultnih zvjezdopjeglih raža su dekapodni rakovi (61,29%), sekundarna rakovi plivači (13,12%). Sve ostale pronađene skupine plijena su slučajna hrana (Tablica 17).

Tablica 17. Prehrana adultnih jedinki zvjezdopjege raže u sjevernom Jadranu (n=4)

Taxa	IRI (%)	Kumulativni %IRI	Važnost plijena
Decapoda	71,10	71,10	primarna hrana
Natantia	13,12	84,23	sekundarna hrana
Teleostei	8,02	100	slučajna hrana
Bivalvia	7,76		
Gastropoda	0,00		
Polychaeta	0,00		
Cephalopoda	0,00	100	slučajna hrana
UKUPNO	100		

4.4.3. Usporedba prehrane juvenilnih i adultnih zvjezdopjeglih raža

Od 83 pregledane jedinke, samo njih 4 su spolno zrele (1 ženka, 3 mužjaka). Uzorak adultnih jedinki suviše je mali za statističku analizu, te razlike u prehrani juvenilnih i adultnih jedinki nisu analizirane u ovom istraživanju.

4.5. Prehrana prema veličinskim kategorijama

4.5.1. Sadržaj želudaca i brojnost plijena

Zvezdopjege raže su podijeljene na 4 veličinske kategorije prema ukupnoj dužini tijela (TL) te ukoliko to nije bilo moguće, širini diska (DW):

Tablica 18. Veličinske kategorije *Raja asterias*

	I	II	III	IV	UKUPNO
M	14	20	24	3	61
F	8	7	3	4	22
UKUPNO	22	27	27	7	83

Sve jedinke u I, II i III veličinskoj kategoriji imale su pune želudce, dok je u IV kategoriji jedna jedinka je imala prazan želudac te je indeks praznine (VI) 17% (Tablica 19).

Tablica 19. Usporedba parametara prehrane četiri veličinske kategorije *R. asterias* (n=83)

Kategorija	I	II	III	IV
Broj ženki	14	20	24	3
Broj mužjaka	8	7	3	4
Ukupno jedinki	22	27	27	7
Broj punih želudaca	22	27	27	6
Indeks praznine (VI)	0%	0%	0%	17%
Ukupan broj jedinki plijena	130	124	107	17
Prosječni broj jedinki plijena po želudcu	5,91	4,59	3,96	2,43
Ukupna biomasa plijena (g)	1441,1	1794,2	1841,7	203,6
Prosječna masa plijena	11,09	14,47	17,21	11,98
Prosječni obrok	65,50	66,45	68,21	33,93

U prvoj (I) veličinskoj kategoriji nađene su 130 jedinke plijena iz 4 taksonomske skupine; 101 rak (od čega njih 87 dekapodnih), 22 koštunjače, 6 glavonožaca te 1 školjkaš. U drugoj (II) veličinskoj kategoriji pronađeno je ukupno 124 jedinke plijena, u 5 taksonomskih kategorija; 82 raka (od čega njih 75 dekapodnih), 36 riba koštunjača, 4 glavonožca, 1 školjkaš te 1 mnogočetinaš. U trećoj (III) kategoriji pronađene su 4 taksonomske skupine; 58 rakova (od čega njih 56 dekapodnih), 40 koštunjača, 8 glavonožaca te 1 puž. Četvrta (IV) veličinska

kategorija sadrži najmanje jedinki plijena (17) u 3 taksonomske kategorije; 14 rakova (od čega njih 7 dekapodnih), 1 riba te 1 školjkaš (Tablica 20).

U sve četiri veličinske kategorije (I-IV), dekapodni rakovi su najbrojnija skupina, redom; 66,92%, 60,48%, 52,34%, 76,47%. Nakon dekapodnih rakova, slijede ribe koštunjače (16,92%, 29,03%, 37,38%, 11,76%) te glavonošci (4,46%, 3,23%, 7,48%, 0,00%).

Od vrsta se prema abudanciji u prvoj (I) kategoriji ističe *Liocarcinus depurator* (9,23%), *Ethusa mascarone* (6,92%) te *Cepola macrophthalma* (1,54%). Najbrojnija vrsta u drugoj (II) kategoriji je *Ethusa mascarone* (15,32%), zatim *Liocarcinus depurator* (5,65%) te *Gobius niger* (2,42%). U trećoj (III) kategoriji najbrojnija determinirana vrsta je *Ethusa mascarone* (13,08%) te *Gobius niger* (4,67%) i *Sepia officinalis* (2,80%). U četvrtoj kategoriji (IV) determinirane su tri vrste, *Ethusa mascarone* (17,65%) je najbrojnija vrsta, podjednako je slijede *Cepola macrophthalma* i *Squilla mantis* (oba po 5,88%).

Tablica 20. Relativna abundancija plijena prema veličinskim kategorijama (n=83)

		I	II	III	IV
Taxa		%PN	%PN	%PN	%PN
Cephalopoda	Bivalvia	0,77	0,81	0,00	5,88
	Gastropoda	0,00	0,00	0,93	0,00
	Polychaeta	0,00	0,81	0,00	0,00
	Cephalopoda - indeterminata	2,31	0,00	0,93	0,00
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,00	0,00	0,93	0,00
	<i>Sepia officinalis/Sepia sp.</i>	2,31	3,23	2,80	0,00
	<i>Sepia officinalis</i>	0,00	0,00	2,80	0,00
Crustacea	Natantia	2,31	1,61	1,87	0,00
	Natantia Alpheidae	6,15	1,61	0,00	0,00
	<i>Squilla mantis</i>	0,77	2,42	0,00	5,88
	<i>Upogebia pusilla</i>	1,54	0,00	0,00	0,00
	Decapoda - indeterminata	39,23	26,61	35,51	41,18
	<i>Pagurus sp.</i>	0,00	0,81	0,00	0,00
	Decapoda - Brachiura	7,69	10,48	1,87	11,76
	<i>Ethusa mascarone</i>	6,92	15,32	13,08	17,65
	<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus sp.</i>	1,54	1,61	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus depurator</i>	9,23	5,65	0,93	5,88
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	2,31	0,00	0,93	0,00
Teleostei	Teleostei - indeterminata	15,38	25,81	31,78	5,88
	<i>Buglossidium luteum</i>	0,00	0,81	0,00	0,00
	<i>Cepola macrophthalma</i>	1,54	0,00	0,93	5,88
	<i>Gobius sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Gobius niger</i>	0,00	2,42	4,67	0,00
	<i>Serranus hepatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Taxa		100,00	100,00	100,00	100,00

4.5.2. Učestalost plijena

Najučestaliji plijen, nađen u više od 80% želudaca po pojedinoj veličinskoj kategoriji, su dekapodni rakovi (83,33 – 95,45%). Koštunjače su nađene u više od pola želudaca u prve tri (I-III) veličinske kategorije (59,09% - 66,66%) te u više od trećine želudaca u četvrtoj (IV) veličinskoj kategoriji (33,33%). Učestalost pronalaska glavonožaca u želudcima zvjezdopjege raže u prvoj (I) kategoriji iznosi 27,72%, u drugoj (II) 11,11%, 22,22% u trećoj (III) dok u četvrtoj (IV) nisu pronađeni među plijenom.

U prvoj (I) veličinskoj kategoriji, najčešći plijen od determiniranih vrsta bio je *Liocarcinus depurator* (40,91%), zatim *Ethusa mascarone* (17,17%) te podjednako *Liocarcinus vernalis*, *Squilla mantis*, *Upogebia pusilla* i *Cepola macrophthalma* (4,55%). Najčešći ulov raža iz druge (II) veličinske kategorije je *Ethusa mascarone* (37,04%) te *Liocarcinus depurator* (14,81%) i *Gobius niger* (11,11%). Raže iz treće (III) kategorije uglavnom su se hranile vrstom *Ethusa mascarone* (37,04%), zatim *Gobius niger* (14,81%) te *Sepia officinalis* (11,11%). Raže iz najveće veličinske kategorije (IV) podjednako često su se hranile vrstama *Squilla mantis*, *Ethusa mascarone*, *Liocarcinus depurator* i *Cepola macrophthalma* (16,67%).

Tablica 21. Relativna frekvencija plijena prema veličinskim kategorijama (n=83)

		I	II	III	IV
Taxa		%PF	%PF	%PF	%PF
Cephalopoda	Bivalvia	4,55	3,70	0,00	16,67
	Gastropoda	0,00	0,00	3,70	0,00
	Polychaeta	0,00	3,70	0,00	0,00
	Cephalopoda - indeterminata	9,09	0,00	3,70	0,00
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,00	0,00	3,70	0,00
	<i>Sepia officinalis</i> / <i>Sepia sp.</i>	13,64	11,11	7,41	0,00
	<i>Sepia officinalis</i>	0,00	0,00	11,11	0,00
Crustacea	Natantia	9,09	7,41	7,41	0,00
	Natantia Alpheidae	18,18	7,41	0,00	0,00
	<i>Squilla mantis</i>	4,55	7,41	0,00	16,67
	<i>Upogebia pusilla</i>	4,55	0,00	0,00	0,00
	Decapoda - indeterminata	72,73	51,85	59,26	83,33
	<i>Pagurus sp.</i>	0,00	3,70	0,00	0,00
	Decapoda - Brachiura	22,73	33,33	3,70	16,67
	<i>Ethusa mascarone</i>	27,27	37,04	37,04	16,67
	<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus sp.</i>	9,09	7,41	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus depurator</i>	40,91	14,81	3,70	16,67
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	4,55	0,00	3,70	0,00
Teleostei	Teleostei - indeterminata	59,09	59,26	59,26	16,67
	<i>Buglossidium luteum</i>	0,00	3,70	0,00	0,00
	<i>Cepola macrophthalma</i>	4,55	0,00	3,70	16,67
	<i>Gobius sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Gobius niger</i>	0,00	11,11	14,81	0,00
	<i>Serranus hepatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

4.5.3. Biomasa plijena

Prosječna masa plijena i prosječni obrok se vidljivo povećavaju rastom jedinki, od prve (I) do treće (III) kategorije (Tablica 19). U četvrtoj (IV) kategoriji su zabilježene niže vrijednosti mase plijena i prosječnog obroka.

U prvoj (I) kategoriji biomasom dominiraju dekapodni rakovi (44,25%), zatim glavonošci (28,17%) te ribe koštunjače (23,11%). Od determiniranih vrsta se ističe *Ethusa mascarone* (13,55%) te *Liocarcinus depurator* (6,33%) i *Squilla mantis* (2,28%). Najveći udio u biomasi druge kategorije (II) zauzimaju koštunjače (48,82%), zatim dekapodni rakovi (41,83%) te glavonošci (22,29%). Od determiniranih vrsta biomasom je najzastupljenija vrsta *Ethusa mascarone* (22,98%), *Squilla mantis* (5,97%) te *Liocarcinus depurator* (2,97%). U trećoj kategoriji (III) najveću relativnu biomasu imaju glavonošci (41,28%), zatim ribe koštunjače (31,28%) pa dekapodni rakovi (27,06%). *Ethusa mascarone* (16,50%) te *Sepia officinalis* (16,29%) i *Gobius niger* (2,71%) ponajviše doprinose ukupnoj biomasi plijena u kategoriji. U četvrtoj kategoriji biomasom dominiraju dekapodni rakovi (84,93%), zatim ribe koštunjače (6,39%), a prema vrstama najzastupljenija biomasom je *Ethusa mascarone* (31,97%) te *Squilla mantis* (17,53%), i *Cepola macrophthalma* (7,86%).

Tablica 22. Relativna biomasa plijena prema veličinskim kategorijama (n=83)

		I	II	III	IV
Taxa		%PB	%PB	%PB	%PB
Cephalopoda	Bivalvia	1,04	0,84	0,00	7,37
	Gastropoda	0,00	0,00	0,27	0,00
	Polychaeta	0,00	0,03	0,00	0,00
	Cephalopoda - indeterminata	7,35	0,00	1,92	0,00
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,00	0,00	6,79	0,00
	<i>Sepia officinalis</i> / <i>Sepia sp.</i>	20,82	22,29	16,29	0,00
	<i>Sepia officinalis</i>	0,00	0,00	16,29	0,00
Crustacea	Natantia	0,21	0,11	0,11	0,00
	Natantia Alpheidae	0,56	0,11	0,00	0,00
	<i>Squilla mantis</i>	2,48	5,97	0,00	17,53
	<i>Upogebia pusilla</i>	0,19	0,00	0,00	0,00
	Decapoda - indeterminata	14,86	7,72	8,67	14,44
	<i>Pagurus sp.</i>	0,00	0,14	0,00	0,00
	Decapoda - Brachiura	6,87	7,17	1,08	9,72
	<i>Ethusa mascarone</i>	13,55	22,98	16,50	31,97
	<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus sp.</i>	1,05	0,85	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus depurator</i>	6,33	2,97	0,41	3,73
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	1,58	0,00	0,41	0,00
Teleostei	Teleostei - indeterminata	20,82	26,75	27,69	7,37
	<i>Buglossidium luteum</i>	0,00	0,39	0,00	0,00
	<i>Cepola macrophthalma</i>	2,22	0,00	0,87	7,86
	<i>Gobius sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Gobius niger</i>	0,00	1,67	2,71	0,00
	<i>Serranus hepatus</i>	0,07	0,00	0,00	0,00
UKUPNO		100,00	100,00	100,00	100,00

4.5.4. Indeks relativne važnosti

Iako su prema indeksu relativne važnosti dekapodni rakovi navažnija skupina u sve četiri (I-IV) veličinske kategorije (52,62% do 84,93%), u prve tri (I-III) kategorije primjećen je pad važnosti dekapodnih rakova i rast druge po važnosti skupine, riba koštunjača (26,18%, 42,30%, 84,93%) te glavonožaca. Koštunjače u četvrtoj (IV) kategoriji zauzimaju 6,39% važnosti prema indeksu relativne važnosti. Važnost glavonožaca flukturira sa sazrijevanjem raža (4,8%, 3,79%, 5,04%, 0%).

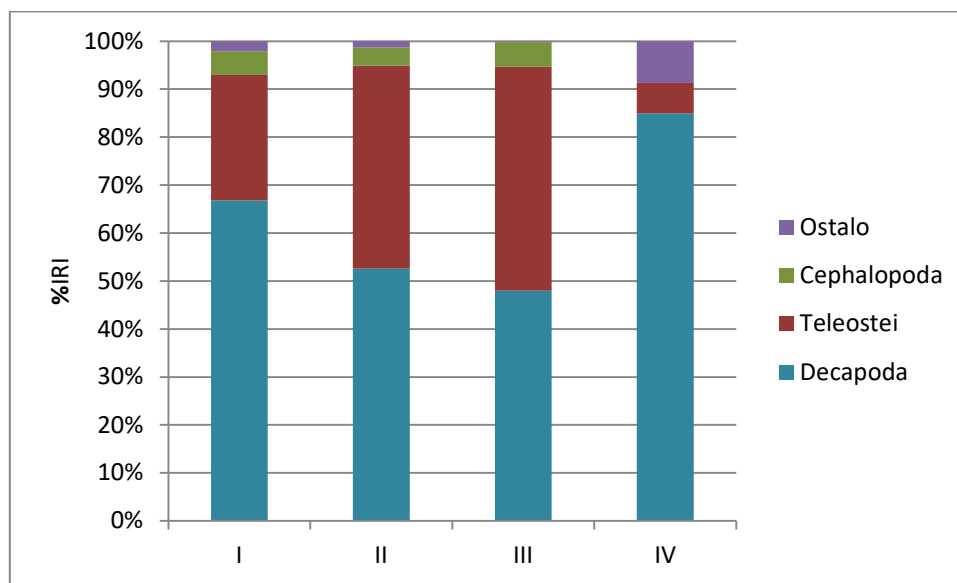
Najvažnija od determiniranih vrsta za prehranu prve (I) veličinske kategorije je *Liocarcinus depurator* (7,73%) te neposredno nakon nje slijedi *Ethusa mascarone* (6,78%) te *Cepola macrophthalma* (0,21%). U drugoj (II) veličinskoj kategoriji, po važnosti se ističe *Ethusa mascarone* (18,96%), zatim *Liocarcinus depurator* (1,70%) te *Squilla mantis* (0,83%). U trećoj veličinskoj kategoriji dominira *Ethusa mascarone* (14,07%), zatim *Sepia officinalis* (2,72%) te *Gobius niger* (1,41%). Rak nosač, *Ethusa mascarone* (11,75%) zauzima najveći udio indeksa relativne važnosti od ukupnog plijena četvrte (IV) kategorije, za njim slijede *Squilla mantis* (5,54%) te *Cepola macrophthalma* (3,25%).

Tablica 23. Indeks relativne važnosti prema veličinskim kategorijama (n=83)

		I	II	III	IV
Taxa		%IRI	%IRI	%IRI	%IRI
Cephalopoda	Bivalvia	0,10	0,08	0,00	3,14
	Gastropoda	0,00	0,00	0,06	0,00
	Polychaeta	0,00	0,04	0,00	0,00
	Cephalopoda - indeterminata	1,07	0,00	0,14	0,00
	<i>Loligo vulgaris</i>	0,00	0,00	0,37	0,00
	<i>Sepia officinalis/Sepia sp.</i>	3,83	3,79	1,82	0,00
	<i>Sepia officinalis</i>	0,00	0,00	2,72	0,00
Crustacea	Natantia	0,28	0,17	0,19	0,00
	Natantia Alpheidae	1,48	0,17	0,00	0,00
	<i>Squilla mantis</i>	0,18	0,83	0,00	5,54
	<i>Upogebia pusilla</i>	0,10	0,00	0,00	0,00
	Decapoda - indeterminata	47,77	23,80	33,62	65,82
	<i>Pagurus sp.</i>	0,00	0,05	0,00	0,00
	Decapoda - Brachiura	4,02	7,87	0,14	5,09
	<i>Ethusa mascarone</i>	6,78	18,96	14,07	11,75
	<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus sp.</i>	0,29	0,24	0,00	0,00
	<i>Liocarcinus depurator</i>	7,73	1,70	0,06	2,28
	<i>Liocarcinus vernalis</i>	0,21	0,00	0,06	0,00
Teleostei	Teleostei - indeterminata	25,97	41,63	45,26	3,14
	<i>Buglossidium luteum</i>	0,00	0,06	0,00	0,00
	<i>Cepola macrophthalma</i>	0,21	0,00	0,09	3,25
	<i>Gobius sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Gobius niger</i>	0,00	0,61	1,41	0,00
	<i>Serranus hepatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
UKUPNO		100,00	100,00	100,00	100,00

4.5.5. Usporedba prehrane po veličinskim kategorijama

Gledajući cjelokupnu prehranu prema četiri veličinske skupine primijećena je značajna statistička razlika ($\chi^2=97,3$, $\chi_{crit}=79,08$, $p=0,05$) (Grafikon 5). Vidljivo je, da dolazi do ontogenetskog preskoka (switch). Jedinke sve više počinju hraniti većim plijenom, kao što su koštunjače, a sve manje manjim plijenom kao što su dekapodni rakovi.



Grafikon 4. Razlike u prehrani *Raja asterias* prema četiri veličinska razreda, prikazano preko %IRI (n=83)

Kao što je vidljivo iz Tablice 24, primarna hrana manjih jedinki, prva (I) i druga (II) veličinska skupina, su dekapodni rakovi (66,79%, 52,62%) te su ribe koštunjače sekundarna hrana (26,18%, 42,30%) a sve ostalo je tek slučajan ulov. Kako raže rastu, treća (III) veličinska kategorija, tako raste i veličina njihovog plijena te uz dekapodne rakove i ribe koštunjače postaju primarna hrana (47,96%, 46,75%). Ostale vrste pronađene u analizi sadržaja želudca su slučajna hrana. Veličinska kategorija IV, odskake od očekivanog te su primaran i sekundaran plijen dekapodni rakovi (84,93%) a sve ostale skupine, uključujući ribe koštunjače slučajan ulov. Unatoč tome što su na prvi pogled neke kategorije više ili manje slične po pogledu prehrane, Chi-kvadrat testom pokazano je da postoji značajna statistička razlika između svake pojedine kategorije u usporedbi sa ostalima.

Tablica 24. Zastupljenost pojedinih kategorija u prehrani *Raja asterias* – podjela prema veličinskim kategorijama (n=83)

I	
Taxa	%IRI
Decapoda	66,79
Teleostei	26,18
Cephalopoda	4,89
Ostalo	2,13
UKUPNO	100,00

II	
Taxa	%IRI
Decapoda	52,62
Teleostei	42,30
Cephalopoda	3,79
Ostalo	1,29
UKUPNO	100,00

III	
Taxa	%IRI
Decapoda	47,96
Teleostei	46,75
Cephalopoda	5,04
Ostalo	0,25
UKUPNO	100,00

IV	
Taxa	%IRI
Decapoda	84,93
Teleostei	6,39
Cephalopoda	0,00
Ostalo	8,68
UKUPNO	100,00

Prema Shannon-Wienerovom indeksu (H'), maksimalnu raznolikost plijena pokazala je prva (I) veličinska kategorija (2,04), zatim druga (II) (2,03), četvrta (IV) (1,76) te naposljetku treća (III) (1,75).

4.6. Prehrana prema lokalitetu ulova

Lokalitet ulova poznat je za 84 od 85 analiziranih zvjezdopjeglih raža, biometrijski podaci i spol poznati su za njih 83. Raže su sakupljene od ribara kojima su bile slučajno ulovljene. Dio dolazi iz teritorijalnog mora Slovenije (55); Piranski zaljev u blizini Pirana te u blizini Strunjana, a dio od kočara koji su lovili na području Hrvatske (14); okolica Istre, Rovinj, Poreč, Sv. Marina, te je dio prikupljen na talijanskom teritorijalnom moru kao dio SoleMon(2013) istraživanja (Tablica 25).

Tablica 25. Primjerci *Raja asterias* prema lokalitetu ulova (n=85)

	Spol			UKUPNO	Veličinska kategorija					UKUPNO
LOKALITET	F	M	Nepoznato		I	II	III	IV	Nepoznato	
Slovenija	8	46	2	56	7	17	25	5	2	56
Hrvatska	7	7	0	14	5	8	0	1	0	14
Italija	7	8	0	15	10	2	2	1	0	15
UKUPNO	22	61	2	85	22	27	27	7	2	85

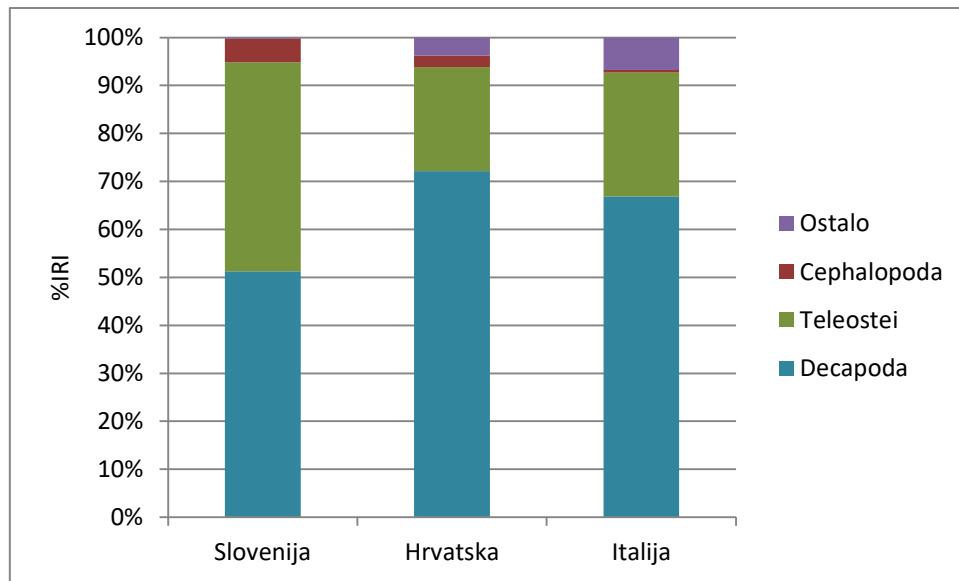
Prazan želudac pronađen je samo u jednoj raži ulovljenoj u Slovenskom moru (VI=0.18%) (Tablica 26). Prosječan broj plijena po želudcu najveći je kod raža ulovljenih u talijanskim teritorijalnim vodama. Prosječna masa plijena i prosječan obrok najveći su kod raža ulovljenih na teritoriju Slovenije (16,13g, 69,52g), zatim Hrvatske (14,75g, 64,25g) te Italije (7,25g, 43,01g).

U želudcima raža iz Slovenskog mora pronađeno je ukupno 237 jedinki plijene, u 6 taksona; 138 rakova (od čega 136 dekapodnih), 79 riba koštunjača, 12 glavonožaca, 3 školjkaša, 1 puž te 1 mnogočetinaš. U želudcima raža iz teritorijalnog mora Hrvatske, pronađeno je ukupno 61 jedinka plijena, u 3 taksona; 48 rakova (od čega 46 dekapodnih), 11 riba koštunjača te 2 glavonošca. Naposljetku, u želudcima raža ulovljenih na talijanskoj strani Jadrana pronađeno je 83 jedinke plijena, 3 taksona; 69 rakova (od čega 57 dekapodnih), 13 riba koštunjača te 1 glavonožac.

Tablica 26. Usporedba parametara prehrane *R. asterias* ulovljenih na različitim lokalitetima (n=85)

Kategorija	Slovenija	Hrvatska	Italija
Broj ženki	8	7	7
Broj mužjaka	46	7	8
Ukupno jedinki	56	14	15
Broj punih želudaca	55	14	15
Indeks praznine (VI)	0,18%	0%	0%
Ukupan broj jedinki plijena	237	61	83
Prosječni broj jedinki plijena po želudcu	4,23	4,36	5,53
Ukupna biomasa plijena (g)	3823,60	899,50	602,10
Prosječna masa plijena	16,13	14,75	7,25
Prosječni obrok	69,52	64,25	43,01

Najvažniji plijen prema indeksu relativne važnosti (Tablica 27) na sva tri područja su dekapodni rakovi; Slovenije 51,25% Hrvatske 72,16%, Italije 66,86%, zatim ribe koštunjače; Slovenija 43,57%, Hrvatska 21,70%, Italija 25,83% te glavonošci, redom 4,93%, 2,37% te 0,54%. Od determiniranih vrsta u teritorijalnom moru Slovenije i Hrvatske ističe se *Ethusa mascarone* sa 33,49% udjela u indeksu relativne važnosti u Sloveniji, 29,70% u Hrvatskoj. U moru Italije spomenuta vrsta raka nije pronađena u niti jednom uzorku, već od rakova dominira *Liocarcinus depurator* sa 18,19%, koji je u slovenskom (0,22%) te hrvatskom (3,69%) dijelu Jadrana zastupljen znatno manje. U talijanskom dijelu rakovi pucavci (*Natantia* – *Alpheidae*) zastupljeni su sa 4,74% IRI dok su u uzorcima raža iz mora druge dvije analizirane zemlje jedva zamjetni (Slovenija: 0,01% i Hrvatska: 0,00%) Rod *Sepia* nije pronađen u ražama iz talijanskog dijela, već sam u onima iz slovenskog (4,65%) i hrvatskog (2,37%). Primjerci vrste *Gobius niger* pronađeni su samo u ražama iz Slovenskog mora.



Grafikon 5. Razlike u prehrani *Raja asterias* prema lokalitetu ulova, prikazano preko %IRI (n=85)

Razlike u prehrani raža ulovljenih na tri različita područja pokazale su se statistički značajnima ($\chi^2=129,06$, $\chi_{crit}=55,76$, $p=0,05$) (Grafikon 5).

Tabela 27. Indeks relativne važnosti prema lokalitetu ulova zvjezdopjege raže (n=85)

	Slovenija	Hrvatska	Italija
Taxa	%IRI	%IRI	%IRI
Bivalvia	0,17	0,00	0,00
Gastropoda	0,01	0,00	0,00
Polychaeta	0,01	0,00	0,00
Cephalopoda	4,93	2,37	0,54
Cephalopoda - indeterminata	0,19	0,00	0,54
<i>Loligo vulgaris</i>	0,09	0,00	0,00
<i>Sepia officinalis</i> / <i>Sepia</i> sp.	4,01	2,37	0,00
<i>Sepia officinalis</i>	0,64	0,00	0,00
Crustacea	51,31	75,93	73,63
Natantia	0,01	0,65	1,26
Natantia Alpheidae	0,01	0,00	4,74
<i>Squilla mantis</i>	0,03	3,12	0,55
<i>Upogebia pusilla</i>	0,00	0,00	0,22
Decapoda - indeterminata	33,49	29,70	42,37
<i>Pagurus</i> sp.	0,01	0,00	0,00
Decapoda - Brachiura	1,67	8,90	4,59
<i>Ethusa mascarone</i>	15,85	28,95	0,00
<i>Geryon longipes</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Liocarcinus depurator</i>	0,22	3,69	18,19
<i>Liocarcinus</i> sp.	0,01	0,92	0,19
<i>Liocarcinus vernalis</i>	0,00	0,00	1,52
Teleostei	43,57	21,70	25,83
Teleostei - indeterminata	42,39	21,48	25,83
<i>Buglossidium luteum</i>	0,00	0,22	0,00
<i>Cepola macrophthalma</i>	0,24	0,00	0,00
<i>Gobius</i> sp.	0,02	0,00	0,00
<i>Gobius niger</i>	0,90	0,00	0,00
<i>Seranus hepatus</i>	0,02	0,00	0,00
UKUPNO	100,00	100,00	100,00

Analizom se ustanovilo da su dekapodni rakovi primarna hrana zvjezdopjelih raža ulovljenim u sva tri područja; Slovenija (51,25%), Hrvatska (72,16%), Italija (66,86%) te ribe koštunjače sekundarna (21,70-43,57%). Sav ostali pronađen plijen je slučajna hrana (Tablica 28).

Tablica 28. Zastupljenost pojedinih kategorija u prehrani *Raja asterias* – podjela prema lokalitetu ulova (n=85)

	Taxa	%IRI	Kumulativni %IRI	Važnost plijena
Slovenija	Decapoda	51,25	51,25	Primarna hrana
	Teleostei	43,57	3957,06	Sekundarna hrana
	Cephalopoda	4,93		
	Ostalo	0,25	100,00	Slučajna hrana
	UKUPNO	100,00		
Hrvatska	Decapoda	72,16	72,16	Primarna hrana
	Teleostei	21,70	1004,55	Sekundarna hrana
	Ostalo	3,77		
	Cephalopoda	2,37	100,00	Slučajna hrana
	UKUPNO	100,00		
Italija	Decapoda	66,86	72,16	Primarna hrana
	Teleostei	25,83	683,72	Sekundarna hrana
	Ostalo	6,77		
	Cephalopoda	0,54	100,00	Slučajna hrana
	UKUPNO	100,00		

Prema Shannon-Wienerovom indeksu različitosti, najraznovrsnije su se hranile jedinke na teritoriju Hrvatske (1,95), zatim Slovenije (1,94) te Italije (1,93).

5. RASPRAVA

5.1. Analiza metode rada

Najveća kritika ovom istraživanju je mali uzorak, što je bilo pogotovo izraženo kod spolno zrelih primjeraka te primjeraka iz četvrte (IV) veličinske kategorije. Treba uzeti u obzir da se radi o vrsti koja se ne lovi ciljano te nije lako doći do uzoraka a uz to vrsta je i rijetka. Materijal nije bio sakupljen planirano, već slučajnim ulovom, kao prilov te lokacije ulova nisu ravnomjerno raspoređene duž sjevernog Jadrana. Rezultati bi bili značajniji i da se moglo više jedinki plijena determinirati do vrste, no zbog već navedenih razloga, to nije bilo moguće.

Kao i u svakom istraživanju, ljudska greška se treba uzeti u obzir. Počevši sa mogućim greškama prilikom mjerenja i vaganja raža, preko upisivanja podataka do analize rezultata, mogućnost ljudske pogreške je uvijek prisutna. Iako je sadržaj svakoga pojedinog želudca tri puta pregledan *in vivo* te pomoću fotografija, greška je moguća. Prilikom brojanja dijelova plijena te „sastavljanja“ broja jedinki od pronađenih dijelova, u nedoumici uzet je manji mogući broj. Jedinke plijena su determinirane do najmanje moguće taksonomske kategorije, no u velikom broju slučajeva determinacija je završila na razini taksonomske skupine. Zbog pojedinih sitnih i vrlo oštećenih dijelova, moguće su pogreške pri determinaciji plijena.

Kao što je već napomenuto, hrskavičnjače u Jadranu su slabo istražene te je mali broj objavljenih radova s kojima bi mogli usporediti ovo istraživanje. Uz to, niti sama vrsta nije u cijelosti istražena.

5.2. Prehrana vrste *Raja asterias*

Do vrste je determinirano 109 jedinki, dok je 275 jedinki bilo nemoguće odrediti dalje od skupine. Jedinke su nađene u različitim fazama raspadanja te je u velikoj većini slučajeva bilo nemoguće odrediti točno o kojoj se vrsti radi te detaljniji uvid u prehranu nije moguć.

Analizom prehrane, utvrdili su da se *R. asterias* prehranjuje vrstama plijena koje nastanjuju pjeskovita i muljevita dna, kao što su *Ethusa mascarone* (Gusso i sur. 2001), *Liocarcinus depurator* (Turk 2011), *Gobius niger* (Jardas 1998) te *Squilla mantis* (Turk 2011) što potvrđuje preferencijalno stanište zvjezdopjege raže. U ukupnom plijenu, nađen je veći broj taksonomskih skupina i vrsta no mali broj njih ima značajan udio u prehrani, tj. značajan indeks relativne važnosti. Nizak indeks praznine (VI) (1,18%) ukazuje da je *Raja asterias* aktivna vrsta i uspješan predator. Značajne razlike u indeksu praznine (VI) nisu se pojavile usporedbom prehrane prema spolu jedinke (mužjaci 0% naspram 1,16% za ženke), no razlika postaje značajnijom usporedbom juvenilnih i adultinih jedinki (juvenilci 0% naspram 25% adulti) te usporedbom jedinki po dobnim kategorijama (I, II, III kategorija 0% naspram 17% IV kategorija). Ipak, te razlike nisu statistički značajne jer se u oba slučaja radi o malom broju uzoraka, tj. samo 4 adultnih jedinki naspram 79 juvenilnih te 7 jedinki u IV veličinskoj kategoriji naspram 76 u ostalim kategorijama. Pošto se radi o relativno maloj vrsti te je većina analiziranih jedinki juvenilna, nizak indeks praznine nije neočekivan jer se pokazalo (Heithaus 2004) da male hrskavičnjače generalno nastanjuju plitka, produktivna staništa u ranim fazama života. Sjeverni Jadran, a osobito slovenski dio Jadrana, gdje je bilo uhvaćeno najviše jedinki, je upravo takvo područje, te ovo istraživanje potvrđuje indikacije da služi kao sigurna zona za juvenilne jedinke. Unatoč tome što su dekapodni rakovi primarna hrana ostalih hrskavičnjača na području Jadrana; *Mustelus punctulatus*, *Raja miraletus*, te *Raja clavata* (Jardas 1972), prema niskom VI i visokoj učestalosti dekapodnih rakova u plijenu zvjezdopjege raže, dalo bi se zaključiti da intraspecijska i interspecijska kompeticija nije visoka.

Dekapodni rakovi su najzastupljenija skupina prema sva četiri analizirana parametra, relativnoj brojnosti (67,19%), relativnoj frekvenciji (90,59%), biomasi (37,66%), te indeksu relativne važnosti (57,94%). Primarna su hrana zvjezdopjege raže na području sjevernog

Jadrana. Od determiniranih vrsta rakova, prema svim navedenim parametrima ističe se rak nosač, *Ethusa mascarone* (%PN=11,72, %PF=31,76, %PB=18,91, %IRI=13,59). Ribe koštunjače (37,76%) su sekundarna hrana zvjezdopjege raže, dok su sve ostale pronađene vrste tek slučajan ulov. Također je pokazano da se zastupljenost pojedinih skupina plijena u prehrani mijenja sazrijevanjem jedinke, smanjuje se udio dekapodnih rakova u plijenu te se povećava udio koštunjača koje su veći i zahtjevniji plijen. Jedno objašnjenje je u samom razvitku raža, tj. hrskavičnjača. Pokazano je da hrskavičnjače ontogenetskim rastom imaju sve više energije, bolju agilnost i mogu postići veće brzine plivanja te im je dostupniji veći, zahtjevniji plijen (Wetherbee i Cortés 2004). Koštunjače su po biomasi hranjiviji plijen od rakova, zbog toga i preferiran od strane većih jedinki. Drugo moguće objašnjenje je da manje jedinke mogu loviti u uskim i malim mjestima koja su zbog veličine nedostupna većim ražama, a koja nastanjuju razni rakovi. Prema velikom broju vrsta nađenih u želudcu zvjezdopjege raže ukazuju da se radi o oportunističkom predatoru, ne birajući plijen ako je dostupan (Wetherbee i Cortés 2004).

Makar većina plijena nije identificirana do vrste, možemo primijetiti da se vrsta *Ethusa mascarone* ističe po abudanciji (45%) i indeksu relativne važnosti (9,30%). Radi se o vrsti koja nastanjuje pjeskovita i muljevita dna, do 30m dubine (Gusso *i sur.* 2001) Indeks relativne važnosti ovoga plijena raste ontogenetski što ukazuje da ga raže iskustvom uče kako prepoznati i uloviti (Wetherbee i Cortés 2004). Zanimljivo je da spomenuta vrsta nije pronađena u plijenu raža iz talijanskog teritorijalnog mora, no pošto je mali uzorak raža iz tog područja (15), iz te informacije nije moguće ništa zaključiti.

Gledajući prehranu raža prema tri lokaliteta, slovenski, hrvatski i talijanski dio sjevernog Jadrana, utvrđene su statistički značajne razlike. Primarna i sekundarna hrana jedinki na sva tri područja je ista, dekapodni rakovi i ribe koštunjače, no razlike su udjelu pojedinih skupina u ukupnom indeksu relativne važnosti te sastavu vrsta. No, opet, zbog malog uzorka, prerano je donositi ikakve zaključke.

Nisu utvrđene značajne razlike u prehrani prema spolu, a što se tiče razlike u prehrani prema spolnoj zrelosti, premali je uzorak adultnih jedinki za donošenje bilo kakvih zaključaka.

5.3. Usporedba sličnim istraživanjima prehrane *Raja asterias* na drugim područjima

Prehrana zvjezdopjege raže istraživana je na području Tirenskog mora (Minervini i Rambaldi 1985; Romanelli *i sur.* 2007), Ligurskog mora (Cuoco *i sur.* 2005) i obali Tunisa (Capapé i Quignard 1977). Na svim spomenutim područjima, utvrđeno je da su rakovi primarna hrana vrste, kao što je ovim radom utvrđeno za područje sjevernog Jadrana. Navedenim istraživanjima prehrane *R. asterias*, pokazano da je je prilikom sazrijevanja uočljiv ontogenetski skok, tj. da se prehrana mijenja ovisno o starosti jedinke. Razlike u prehrani prema spolu nisu uočene (Romanelli *i sur.* 2007; Navarro *i sur.* 2013)

Romanelli *i sur.* (2007) su proveli istraživanje prehrane *Raja asterias* na zapadnoj obali Tiranskog mora, području relativno sličnom sjevernom Jadranu, po blizini ušća rijeke, pjeskovitom i muljevitom dnu te visokoj produktivnosti. Rezultati se slažu sa rezultatima našeg istraživanja, potvrđujući rakove kao primarnu hranu *R. asterias* te primarnu hranu manjih (21-46,5cm TL) primjeraka zvjezdopjege raže, što se podudara sa rezultatima analize prehrane prve (I) i druge (II) veličinske kategorije ovog istraživanja. U oba slučaja, zastupljenost koštunjača u prehrani raste veličinom raže.

Međutim, slično istraživanje na istom području 22 godine ranije (Minervini i Rambaldi 1985), pokazuje nešto drugačije rezultate. I tada su u prehrani *Raja asterias* abudancijom dominirali rakovi, zatim ribe koštunjače, no vrste rakova najzastupljenije odudaraju od ovog istraživanja. U istraživanju Minervini i Rambaldi (1985) dominiraju vrste kao što su *Upogebia pusilla* i *Liocarcinus vernalis*, koji se tek neznatno pojavljuju i ovom istraživanju. Makar su spomenuta dva istraživanja provedena na istom području, nisu provedena na istim dubinama. Jedan od mogućih razloga je taj što su godine 1985. uzorci sakupljeni iz plićih dijelova, gdje je pretežito dominirao pijesak, dok je istraživanje 2007. provedeno u nešto dubljim dijelovima, dna prekrivenog siltom. Naravno, uvijek postoji mogućnost da je dio vrsta nestao s određenog područja, no u ovom slučaju se čini manje vjerojatnim.

Analiza prehrane *Raja asterias* u području Ligurskog mora (sjeverozapadna obala Italije) iz 2005. godine (Cuoco *i sur.* 2005) pokazuje da 78% plijena čine rakovi te 19,7%

koštunjače. Pokazano je da kada raže doseg 38-40cm TL postepeno im primarna hrana postaju ribe koštunjače, ontogenetskim rastom vidljiv je rast zastupljenosti riba koštunjača u prehrani.

Prehrana zvjezdopjeglih raža na obali Tunisa (Capapé i Quignard 1977) se pokazala nešto drugačijom. Od 880 uzoraka želudaca, analizom se pokazalo da u prehrani opet dominiraju rakovi (380) i ribe koštunjače (356), no ističu se i glavonošci (110), koji su u našem slučaju manje značajni.

Navarro *i sur.* (2013) su proveli istraživanje prehrambenih navika *R. asterias* u moru oko grada Barcelone. Područje se znatno razlikuje od sjevernog Jadrana – samo dijelom je kontinentska podina, a dijelom je karakterizirano kontinentskom padinom i dubokomorskim kanjonima. Primarna i sekundarna hrana su dekapodni rakovi %IRI 95,63. Dominantne vrste dekapodnih rakova se razlikuju, u prehrani *R. asterias* oko Barcelone dominira *Eriphia verrucosa*, rak kosmač koji preferira kamenita dna i *Goneplax rhomboides*, uglasti rak, koji pretežito nastanjuje muljevita dna do 100m dubine. *Liocarcinus depurator* se pojavljuje u prehrani *R. asterias* na oba područja, no mnogo je značajniji u prehrani mediteranskih raža (%IRI 27,46).

5.4. Usporedba sa sličnim istraživanjima drugih vrsta na području Jadrana

Istraživanja prehrambenih navika hrskavičnjača u Jadranu nisu česta, te su do sada, izvršena samo za četiri vrste (Tablica 29): *Myliobatis aquila* (golub kosir), *Pteroplatytrygon violacea* (ljubičasta žutuga), *Mustelus mustelus* (mekuš) te *Mustelus punctulatus* (pjegavi mekuš). Od navedenih vrsta, *Myliobatis aquila* (golub kosir), *Mustelus mustelus* i *Mustelus punctulatus* su bentoske vrste, kao i *Raja asterias* (Jardas i sur. 2008).

Tablica 29. Usporedba sa sličnim istraživanjima drugih vrsta na području Jadrana na pdlagfi indeksa važnosti (IRI%)

Istraživana vrsta	<i>Mustelus mustelus</i>	<i>Mustelus punctulatus</i>	<i>Mustelus punctulatus</i>	<i>Dasyatis violacea</i>	<i>Myliobatis aquila</i>	<i>Raja sterias</i>
Autor(i)	Jardas i sur.	Jardas i sur.	Lipej i sur.	Lipej i sur.	Jardas i sur.	Ovo istraživanje
Godina objave	2007	2007	2011	2011	2004	
Cephalopoda	3,5 %	3,3 %	19,5 %	4,42 %	1,6 %	3,41 %
Crustacea	64,0 %	65,0 %	56,6 %	0,03 %	14,5 %	57,94 %
Teleostei	30,70 %	30,0 %	9,2 %	95,5 %	0,00 %	37,76 %
Ostalo	1,8 %	1,7 %	14,7 %	0,05 %	83,9 %	0,89 %
Broj želuca	139	145	151	84	165	86

Istraživanje prehrambenih navika *M. punctulatus* na području slovenskog mora (Lipej i sur. 2011) pokazuju da su pjegavom mekušu preferencijalna hrana dekapodni rakovi (56,6% IRI), zatim glavonošci (19,5% IRI), školjkaši (12% IRI) te ribe koštunjače (9,2% IRI). Budući da su i *R. asterias* dekapodni rakovi (57,94%) primaran plijen, moguća intraspecijska kompeticija te dvije vrste. Kompeticija se ponešto smanjuje rastom jedniki, kada pjegavi mekuš počinje više preferirati glavonošce kao plijen, dok se zvjezdopjege raže počinju sve više hraniti koštunjačama. U pogledu frekvencije plijena, u oba slučaja se ističu *Ethusa mascarone* i *Squilla mantis*. Prehrana *M. punctulatus* istražena je i 2007. godine (Jardas i sur. 2007a) na području istočnog dijela srednjeg Jadrana. U pogledu prehrane, i tada su dominirali dekapodni rakovi (65,0% IRI), no za razliku od pjegavog mekuš u sjevernom Jadranu, ribe koštunjače su imale mnogo značajniji udio u prehrani (30,0% IRI). Od dekapodnih rakova, u prehrani pjegavog mekuš iz srednjeg Jadrana se ističe *Liocarcinus depurator* (19,8% IRI). Ekološki uvjeti i tip dna u srednjem Jadranu (niža primarna produkcija, kamenito dno) se razlikuju od onih u sjevernom, što bi moglo objasniti spomenute razlike u prehrani. No u oba

slučaja vidljivo je da je pjegavi mekuš u konkurenciji s *R. asterias* u pogledu plijena. Na istom istraživanom području (Jardas *i sur.* 2007b) sličnu nišu zauzima i *Mustelus mustelus*, kojemu su primarna hrana dekapodni rakovi (63,1% IRI), zatim ribe koštunjače (31,2% IRI). *Liocarcinus depurator* i u ovom slučaju zauzima važan udio u prehrani (9,80% IRI), no nije najučestalije lovljena vrsta dekapodnog raka.

Myliobatis aquila je pridneno-pelagijska vrsta (Jardas *i sur.* 2008), što je vidljivo i analizom njene prehrane. Jardas *i sur.* (2004) su analizirali sadržaj želudca 165 jedinki goluba kositra, te su pokazali da su najvažnija hrana *M. aquila* na području istočnog srednjeg Jadrana glavonošci (57,1%), zatim školjkaši (33,7%), puževi (20,6%) i štrcaljci (23,1%). Dekapodni rakovi i ribe koštunjače su tek neznatno zastupljeniji u prehrani te su karakterizirani kao slučajan plijen. Usporedbom prehrane *M. aquila* i *R. asterias* možemo reći da te dvije vrste nisu u kompeticijskom odnosu naspram hrane.

Ljubičasta žutuga, *Pteroplatytrygon violacea*, je pelagički predator (Lipej *i sur.* 2012) te su na području Tršćanskog zaljeva ribe koštunjače dominantan plijen u njenoj prehrani (95,55% IRI) (Lipej *i sur.* 2012). Dekapodni rakovi, sa IRI od 0,57% se smatraju neznčajnim, slučajnim plijenom. Od koštunjača, najveći dio plijena čine inčuni, *Engraulis encrasicolus* (74,27% IRI). Koštunjače koje su plijen *R. asterias* a pronađene su u analizi prehrane *P. violacea* su *Cepola macrophthalma* (6,66% IRI) i *Gobius niger* (1,02% IRI), no pošto su inčuni primaran plijen ljubičaste žutuge, konkurencija nije velika.

5.4. Implikacije sa stajališta konzervacijske biologije

Populacije raža u Jadranu su kao u ostalim područjima Mediterana u opadanju. Istraživanja (Coll *i sur.* 2009) dinamike hranidbenih mreža u Jadranu su pokazala da su niže i srednje rangirani predatori ključni u kontroliranju trofičkog toka jadranskog ekosustava. Naše istraživanje pokazuje da je *R. asterias* upravo takav predator.

Iz ovog istraživanja vidljiva su kretanja pojedinih veličinskih skupina zvjezdopjege raže te se može zaključiti da sjeverni Jadran nastanjuju manje, juvenilne jedinke zvjezdopjege raže. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se odredio kritičan stadij kojega treba očuvati kako bi se zaštitila ova vrsta. Istraživanje prehrane *R. asterias* pokazuje njenu ulogu i važnost u hranidbenoj mreži na sedimentnom dnu sjevernoga Jadrana te ukazuje na načine očuvanja ove vrste. Ugrožavanjem plijena ugrožava se i predator, a već navedeno istraživanje dinamike hranidbenih mreža u Jadranu pokazuje jasno smanjenje broja i biomase riba plosnica te raka kozorepca.

Glavna prijetnja zvjezdopjegovoj raži, kao i ostalim hrskavičnjačama, je pretjerani izlov i prilov. Ribarski napor u Jadranu se povećao od 1970. do 2000. te ne pokazuje znakove prestanka rasta (Coll *i sur.* 2009).

Ovo istraživanje doprinosi boljem razumijevanju prehrane zvjezdopjege raže i njezine uloge u ekosustavu sjevernog Jadrana. Dobiveni podaci se mogu iskoristiti za pokušaj zaštite određenih područja, uspostavljanje no-take zona ili uvođenje lovostaja.

6. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje potvrđuje da je *Raja asterias* bentički predator koji nastanjuje pjeskovita i muljevita dna. Područje sjevernog Jadrana se pokazalo sigurnom zonom za mlađe jedinke, koje čine veći dio našeg uzorka (92%), te područje bogato plijenom ove vrste ($VI=1,18\%$). Dekapodni rakovi i koštunjače su dvije najzastupljenije skupine u prehrani *R. asterias* na području sjevernog Jadrana, te udio koštunjača u prehrani raste rastom same raže. Zvezdopjega raža se pokazala oportunističkim predatorom, s velikim rasponom vrsta koje lovi.

Ontogenetske promjene u prehrani podudaraju se sa otprije poznatim podacima o prehrani hrskavičnjača, pokazujući da sazrijevanjem raže postaju efikasniji predatori sposobni loviti zahtjevniji plijen, kao što su ribe koštunjače. Ontogenetske promjene u prehrani *R. asterias* već prije su bile uočene na drugim područjima u Mediteranu (Capapé i Quignard 1977, Minervini i Rambaldi 1985, Cuoco *i sur.* 2005, Romanelli 2007, Navarro *i sur.* 2013). Sukladno prijašnjim istraživanjima prehrane ove vrste, razlike u prehrani prema spolu nisu vidljive (Romanelli 2007, Navarro *i sur.* 2013).

Daljnja istraživanja su potrebna kako bi detaljnije utvrdili prehranu ove vrste (veći uzorak) u sjevernom Jadranu te bili u mogućnosti predložiti najefikasniji način zaštite.

7. LITERATURA

Abella, A.J., Serena, F. (2002): Comparison of elasmobranch catches of trawl surveys and commercial landings of the port of Viareggio (North Tyrrhenian-South Ligurian Sea-Italy) in the last decade. NAFO Scientific Council Research Document 02/95

Abella, A.J., Serena, F. (2005): Comparison of elasmobranch catches from research trawl surveys and commercial landings at port of Viareggio, Italy, in the last decade. Journal of the Northwest Atlantic Fishery Science **35**: 345–356

Aldebert, Y. (1997): Demersal resources of the Gulf of Lions (NW Mediterranean). Impact of exploitation on fish diversity. Vie et Millieu **47**: 275–284

Alfirević, S. (1977): Geološke karakteristike morskog dna na području Jadranskog šelfa s posebnim osvrtom na njegovu ekonomsku važnost. Hidrografski godišnjak HIRM 1977, pp. 171-200

Artegiani, A., Bregant, D., Paschini, E., Pinardi, N., Raicich, F., Russo A. (1996): The Adriatic Sea General Circulation. Part I: Air–Sea Interactions and Water Mass Structure. Journal Of Physical Oceanography **27**: 1492-1514

Artegiani, A., Bregant, D., Paschini, E., Pinardi, N., Raicich, F., Russo A. (1997): The Adriatic Sea General Circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure. Journal Of Physical Oceanography **27**: 1515-1532

Barone, M., De Ranieri, S., Fabiani, O., Pirone, A., Serena, F. (2007): Gametogenesis and maturity stages scale of *Raja asterias* Delaroche, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae) from the South Ligurian Sea. Hydrobiologia **580**: 245-254

Bergamosco, A., Gačić, M. (1996): Baroclinic response of the Adriatic Sea to an episode of bora wind. Journal Of Physical Oceanography **26**: 1354-1369

Boban, J., Isajlović, I., Zorica, B., Čikeš-Keč, V., Vrgoč, N. (2013): Biometry and distribution of the black goby *Gobius niger* (Linnaeus, 1758) in the Adriatic Sea. Acta Adriatica **54**(2): 265-272

- Bonfil, R. (1994): Overview of World Elasmobranch Fisheries. FAO, Fisheries Technical Paper 341, Rome
- Bono, L., De Ranieri, S., Fabiani, O., Lenzi, C., Mancusi, C., Serena, F. (2005): Study on the growth *Raja asterias* Delaroche, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae) through the analysis of the vertebral sections. *Biologia Marina Mediterránea* **12**(1): 470-474
- Buit, M.H. (1978) Remarques sur la denture des raies et sur leur alimentation. *Vie Milleu* **1**: 165–174
- Buljan, M. (1953): Fluctuations of salinity in the Adriatic. *Izv. Rep. Bib.-biol. Eksp. „Hvar“* 1948-1949 **2**(2): 63
- Buljan, M., Zore-Armanda, M. (1971): Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije. IOR Split, Posebna izdanja, pp. 424
- Buljan, M., Zore-Armanda, M. (1976): Oceanographical properties of the Adriatic Sea. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* **14**: 11-98
- Capapé, C. (1977): Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes IV. *Raja asterias* Delaroche, 1809: Répartition géographique et bathymétrie, sexualité, reproduction et fécondité. *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle* **3**, **305**: 305-326.
- Capapé, C., Quignard, J.P. (1977): Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes VI. *Raja asterias* Delaroche, 1809: Régime alimentaire (Contribution to biology of Rajidae from the Tunisian coasts. 6. *Raja asterias* Delaroche, 1809: Food and feeding). *Bulletin de l'Institut océanographique. Pêche Salammbô* **4**: 319-332.
- Carrier, J. C., Musick, J. A., Heithaus, M.R. (2010): Sharks and their relatives II: Biodiversity, adaptive physiology and conservation. CRC Press. Boca Ration, str. 133
- Catalano, B., Mancusi, C., Clò, S., Dalù, M., Serena, F., Vacchi, M. (2003): „Tag and Release“ of *Raja asterias* juvenils in Tuscany waters: preliminary results and future perspectives. *Biologia Marina Mediterránea* **10**(2): 789-791.

Coll, M., Palomera, I., Tudela, S., Sardá, F. (2006): Trophic flows, ecosystem structure and fishing impacts in the South Catalan Sea, Northwestern Mediterranean. *Journal of Marine Systems* **59**: 63– 96

Coll, M., Santojanni, A., Palomera, I., Arneri, E. (2009): Food-web changes in the Adriatic Sea over the last three decades. *Marine Ecology Progress Series* 381: 17– 37

Coll, M., Navarro, J., Palomera, I. (2013): Ecological role, fishing impact, and management options for the recovery of a Mediterranean endemic skate by means of food web models. *Biological Conservation* **15**: 108-120

Cuoco C., Mancusi C., Serena F. (2005): Studio sulle abitudini alimentari di *Raja asterias* Delaroche, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae) (Study on feeding behavior of *Raja asterias* Delaroche, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae). *Biologia Marina Mediterranea* **12**: 504-508

Cushman-Rosin, B., Gačić, M., Poulain, P., Artegiani, A. (2001): Physical Oceanography of the Adriatic Sea. Kulwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London, pp. 143-144

Dolgov, A.V., Grekov, A.A., Shestopal, I.P., Sokolov, K.M. (2005): By-catch of Skates in Trawl and Long-Line Fisheries in the Barents Sea. *Journal of the Northwest Atlantic Fishery Science* **35**: 357–366

Dulčić, J., Kokan, B., Vrgoč, N., Glamuzina, B., Conides, A., Škaramuca, B. (2008): Age, growth and mortality of red band fish, *Cepola macrophthalma* (L.), in the eastern Adriatic Sea (Croatian coast). *Journal of Applied Ichthyology* **24**: 351-353

Falcai, L. i Minevrini, R. (1992): Guida dei crostacei decapodi d'Europa. Franco Muzzio Editore. Roma

Fischer, W., Bouchot, M. L., Schneider, M. (rédacteurs) (1987): Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Revision 1). Méditerrané et Mer Noire. Zone de peche 37, Vol. II. Rome, FAO. *Vértébres* **2**: 847–876.

Fowler, S.L., Cavanagh, R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A. i Musick, J.A. (comp. and ed.). (2005): Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland i Cambridge, UK

Francetović, I. (2002): Čeljusti jadranskih glavonožaca (Cephalopoda) u određivanju njihove vrste i veličine. Diplomski Rad. Veterinarski fakultet. Sveučilište u Zagrebu

Gusso, C.C., M.F. Gravina and F.R. Maggiore (2001): Temporal variations in soft bottom benthic communities in central Tyrrhenian Sea (Italy). *Archivio di Oceanografia e limnologia* **22**: 175-182

Hacunda, J.S. (1981): Trophic relationships among demersal fishes in coastal area of the Gulf of Main. *Fisheries Bulletin* **79**: 775–788

Hamlett, W.C. (1999): *Sharks, Skates, Rays: The Biology of Elasmobranch Fishes*. Johns Hopkins University Press. Baltimore

Heithaus, M.R. (2004): Predator–prey interactions. U Carrier, J.C., Musick, J.A. i Heithaus, M.R. (eds): *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press. Boca Raton, London, New York i Washington DC, pp. 487–521

Hopkins, T.S.A., Artegiani, A., Bignami, F., Russo, A. (1999): Water-mass modificatin in the northen Adriatic. A preliminary asesment from the ELNA dana set. The Adtiatic Sea, T., S. Hopkins *i sur.*, eds, *Ecosystem research Report No. 32*, EUR 18834, European Comission, Brussels, 3-23

Ilkyaz, A.T., Metin, G., Soykan O., Kinacigil, H.T. (2010): Age, growth and sexual development of solenette, *Buglossidium luteum* (Risso, 1810), in the central Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology* **26**(3): 436–440

Jardas, I. (1972): Supplement to the knowledge of ecology of some Adriatic cartilaginous fishes (Chondrichthyes) with special reference to their nutrition. *Acta Adriatica* **14**: 3–58

Jardas, I. (1984): Horizontal and vertical distribution of benthos Selachia (Pleurotremata, Hypotremata) in the Adriatic. *FAO Rapp. Peche/FAO Fish. Rep.* **290**: 95-108

Jardas, I. (1996): *Jadranska ihtiofauna*. Školska knjiga d.d. Zagreb

Jardas, I., Šantic, M., Pallaoro, A. (2004): Diet composition of the eagle ray, *Myliobatis aquila* (Chondrichthyes: Myliobatidae), in the Eastern Adriatic Sea. *Cybiurn* **28**(4): 372-374

- Jardas, I., Šantic, M., Nerlović, V., Pallaoro, A. (2007a): Diet composition of blackspotted smooth-hound, *Mustelus punctulatus* (Risso, 1826), in the eastern Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology* **23**(3): 279-281
- Jardas, I., Šantic, M., Nerlović, V., Pallaoro, A. (2007b): Diet of the smooth-hound, *Mustelus mustelus* (Chondrichthyes : Triakidae), in the eastern Adriatic Sea. *Cybiurn* **31**(1): 459-464
- Jardas, I., Pallaoro, A., Vrgoč, N., Jukić – Peladić, S., Dadić, V. (2008). Crvena knjiga morskih riba Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb. str.14-52, 148-149
- Jukić-Peladić, S., Vrgoč, N., Krstulović-Šifner, S., Piccinetti, C., Piccinetti-Manfrin, G., Marano, G., Ungaro, N. (2001): Long-term changes in demersal resources of the Adriatic Sea: comparison between trawl surveys carried out in 1948 and 1998. *Fisheries Research* **53**: 95–104
- Lipej, L., De Maddalena, A., Soldo, A. (2004): Sharks of the Adriatic sea. Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko. Koper. pp. 13-24
- Lipej, L., Dulčić, J. (2010): Checklist of the Adriatic Sea Fishes. *Zootaxa* **2589**: 1-92
- Lipej, L., Mavrič, B., Paliska, D., Chérif, M., Capapé, C. (2011): Food and feeding habits of the blackspotted smooth-hound, *Mustelus punctulatus* (Elasmobranchii: Carcharhiniformes: Triakidae) from the northern Adriatic. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* **41**(3): 171-177
- Lipej, L., Mavrič, B., Paliska, D., Capapé, C. (2012): Feeding habits of the pelagic stingray *Pteroplatytrygon violacea* (Chondrichthyes: Dasyatidae) in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **93**(2): 285-290
- Lipej, L., Orlando-Bonaca, M., Mavrič, B. (2016): Biogenic formations in the Slovenian sea. National Institute of Biology. Piran, pp. 12-13
- Malačič, V. i Petelin, B. (2001): Gulf of Trieste. In Cushman-Rosin, B., Gačić, M., Poilain, P.M. i Artegiani, A. (eds.): *Physical oceanography of the Adriatic Sea: past, present and future*. Kulwer Academic Press. Dordrecht, pp. 167-181

- Malačič, V., Celio, M., Čermelj, B., Bussani, A., Comici, C. (2006): Interannual evolution of desonal thermocline properties in the Gulf of Trieste (northern Adriatic) 1991-2003. *Journal of Geophysical Research* **111**: 1-16
- Malej, A. i Malačič, V. (1995): Factors affecting bottom layer oxygen depletion in the Gulf of Trieste (Adriatic Sea). *Annales, Series Historia Naturalis* **5**(1): 33-42
- Mecklenburg, C.W., Møller, P.R., Steinke, D. (2011): Biodiversity of arctic marine fishes: taxonomy and zoogeography. *Marine Biodiversity* **41**: 109–140
- Musick, J.A., Burgess, G., Cailliet, G., Camhi, M., Fordham, S. (2000): Management of Sharks and their Relatives. *Fisheries* **25**: 9-13
- Myers, R.A., Baum, J.K., Shepherd, T.D., Powers, S.P., Peterson, C.H. (2007): Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* **315**: 1846–1850.
- Navarro J., Coll M., Preminger M., Palomera I. (2013): Feeding ecology and trophic position of a Mediterranean endemic ray: Consistency between sexes, maturity stages and seasons. *Environmental Biology of Fishes* **12**: 1315-1328
- Nelson, J.S. (2006): *Fishes of the world*, 4th edn. Wiley, New York
- Odum, W.E. i Heald, E.J. (1975): The detritus-based food web for an estuarine mangrove community. U Cronin LE (ed) *Estuarine research*, vol 1. Academic. New York
- Ogorelec, B., Mišić, M., Faganeli, J. (1991): Marine geology in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic): Sedimentological aspects. *Marine Geology* **99**: 77-92
- Özaydin, O. i Taskavak, E. (2006): Length-weight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriatica* **47**(2): 211-216
- Pinkas, L., Oliphant, M.S. Iverson, I.L.K. (1971): Food habits of albacore, blue-fin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bulletin of California* **152**: 1–105
- Quiniou, L. i Andriamirado, G. (1979): Variations du régime alimentaire de trois espèces de raies de la naie de Douarnenez (*Raja montagui* Fowler, 1919; *Raja brachyura* Lafont, 1973; *Raja clavata* L., 1758). *Cybiu* **7**: 27–39

Ravara, D. (2012): Ecologia alimentare del palombo comune (*Mustelus mustelus*, Linnaeus 1758) e del palombo punteggiato (*Mustelus punctulatus*, Risso 1826) presenti nel Nord Adriatico. Tesi sperimentale, Università degli studi di Trieste. Trieste

Relini, G., Biagi, F., Serena, F., Belluscio, A., Spedicato, M.T., Rinelli, P., Follesa, M.C., Piccinetti, C., Ungaro, N., Sion, L., Levi, D. (2000): I selaci pescati con lo strascico nei mari italiani. *Biologia Marina del Mediterraneo* **7**(1): 347–384

Rešek S. (2010): Prehranjevalne navade dveh vrst morskih psov iz rodu *Mustelus* v Tržaškem zalivu. Diplomsko naloga. Univerza v Ljubljani

Riedel R. (2010): Fauna e flora del Mediterraneo. Franco Mizzio Editore. Roma

Romanelli M., Colasante A., Scacco U., Consalvo I., Finoia M.G., Vacchi M. (2007): Commercial catches, reproduction and feeding habits of *Raja asterias* (Chondrichthyes: Rajidae) in a coastal area of the Tyrrhenian Sea (Italy, northern Mediterranean). *Acta Adriatica* **48**: 57–71

Rosecchi, E. i Nouaze, Y. (1987): Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue de l'Institut des Pêches Maritimes* **49**: 111–123.

Serena, F., Abella, A., Walls, R., Dulvy, N. (2015): *Raja asterias*. IUCN Red List Threat Species 2015. e.T63120A48913317. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-1.RLTS.T63120A48913317.en>

Serena, F. i Abella, A.J. (1999): Sheets of the species, *Raja asterias*. In: Relinil, G., J. Brandi, A. Zamboni. SYNDEM Synthesis of the knowledge on Bottom Fishery Resources in Central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biologia Marina Mediterranea* **6**(suppl.): 82-86.

Serena, F., Barone, M., Mancusi, C., Abella, A.J. (2005): Reproductive biology, growth and feeding habits of *Raja asterias* Delaroche, 1809, from the north Tyrrhenian and south Ligurian sea (Italy), with some notes on trends in landings. Theme Session on Elasmobranch Fisheries Science CM2005/N:12. 2005 ICES Annual Science Conference 20-24 September 2005

Séret, B. (2010): Book review: Last PR, Stevens JD (2009) Sharks and rays of Australia. *Marine Biology Research* **6**: 417–420

- Sokal, R.R. i Rohlf, F.J. (1987): Biometry. CA: W.H. Freeman & Co. San Francisco
- Stergiou, K.I. i Karpouzi, V.S. (2002): Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **11**: 217–254
- Sturm, B., Kuzmić, M., Orlić, M. (1992): An evaluation and interpretation of CZCD-derived patterns over the Adriatic shelf. *Oceanologica Acta* **15**: 13-23
- Summers, A.P., (2000): Stiffening the stingray skeleton—an investigation of durophagy in myliobatid Stingrays (Chondrichthyes, Batoidea, Myliobatidae). *JMorphol* **243**: 113–126
- Tešić, M. (1968): Vojnopomorska geografija DSNO. Mornarička uprava. Split. str 391
- Turk T. (2011): Pod površinom Mediterana. Školska knjiga d.d.. Zagreb
- Valsecchi, E., Vacchi, M., di Sciara, G.N. (2005): Characterization of a new molecular marker for investigating skate population genetics: Analysis of three Mediterranean skate species (genus *Raja*) of commercial interest as a test case. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* **35**: 225-231
- Zore-Armanda, M. (1963): Less masses d'eau de la mer Adriatique. *Acta Adriatica* **10** (3): 5-88
- Zore-Armanda, M. (1968): The system currents in the Adriatic Sea. *Stud. Rev. gen .Fish. Count. Medit* **34**: 1-48
- Welker, C., Sdrigotti, E., Covelli, S. and Faganeli, J. (2002): Microphytobenthos in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea): Relationship with Labile Sedimentary Organic Matter and Nutrients. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **55**: 259–273
- Wetherbee, M., Cortés, E. (2004): Food consumption and feeding habits. Pp. 225–246. In: Carrier J.C., Musick J.A., Heithaus, M.R. (eds.) *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press. Boca Raton, London, New York, Washington DC
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J., Watson, R. (2006): Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* **314**: 787–790

Young, J.Z. (1962): The Life of Vertebrates. Oxford University Press. New York i Oxford, pp. 180-182

URL 1: <http://www.marinespecies.org>

URL 2: <http://maps.iucnredlist.org>

URL 3: <http://www.fishbase.org>



ŽIVOTOPIS

Sonja Sviben

09.02.1988., Zagreb

Marjanovićev prilaz 2, 10 000 Zagreb, Hrvatska

(+385) 98 305 6002 - puffcuff@gmail.com

VISOKO OBRAZOVANJE

2014. – 2016. Sveučilišni diplomski studij ekologije i zaštite prirode, modul More; Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Biološki odsjek
2011. – 2014. Sveučilišni preddiplomski studij biologije; Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Biološki odsjek
2010. – 2014. Sveučilišni diplomski studij poslovne ekonomije, smjer Marketing; Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet
2006. – 2010. Sveučilišni preddiplomski studij poslovne ekonomije, smjer Poslovna ekonomija; Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet

FAKULTETSKI ANGAŽMAN

2016. Volonter na projektu: „Bio-tracing Adriatic water masses (BIOTA)“
2014. Priprema eksponata za: „8th Central European Diatom Meeting“, Zagreb
2013. – 2014. Volontiranje kao ronilac na projektu: „Monitoring koraligena NP Kornati“, NP Kornati“ (PMF)
2013. – 2014. Volontiranje kao ronioc na projektu: „Monitoring koraligena NP Kornati“, PP Telašćica“ (PMF)
- 2012., 2013. i 2015. Organizacija i održavanje radionica u sklopu manifestacije „Noć biologije“

IZVANNASTAVNI ANGAŽMAN I RADNO ISKUSTVO

2016. Ronioci na projektu: „Monitoring no-take zona i ribljeg fonda na području PP Lastovo“ (Društvo istraživača mora 20 000 milja)
2016. Ronioci na projektu: „Monitoring plemenite periske, *Pinna nobilis*, NP Mljet“

2016. Ronioc na projektu: „Kartiranje Natura 20 000 staništa šibenskog arhipelaga“ (Društvo istraživača mora 20 000 milja)
2016. Ronioc na projektu: „Kartiranje Natura 20 000 staništa šibenskog arhipelaga“ (Društvo istraživača mora 20 000 milja)
2015. Volonter na projektu: „Papuk 2015“
2014. Volonter u Prirodoslovnom muzeju, Zagreb
2014. Sudionik na radionici: „IntegraLife Workshop – „Scientific publishing and intellectual property protection in life sciences“
2014. Volontiranje kao roniac na projektu: „Kartiranje Natura 20 000 staništa zadarskog arhipelaga“
2014. Organizacija i održavanje radionica na manifestaciji: „Znanstveni piknik“.
2014. Sudjelovanje na „Jadran projekt“ radionici (Monitoring program Jadranskog mora)
2014. Volontiranje kao roniac na projektu: Inventarizacija makrobentosa, kartiranje staništa morske cvjetnice (*Posidonia oceanica* (L.)) i snimanje nultog stanja komiškog zaljeva 2014
2013. Sudjelovanje na radionici studenata biologije mora „MarBis“, NP Kornati
2013. Volontiranje kao roniac na projektu: „Kartiranje i monitoring plemenite periske *Pinna nobilis*, NP Mljet“ (BIUS)
2012. – 2014. Volontiranje kao roniac na projektima kartiranja NATURA 2000 staništa i inventarizacije morske faune – Cres, Lošinj (BIUS)
2011. – 2016. Volontiranje u Udruzi studenata biologije (BIUS) PMFa u Zagrebu; 2015/2016 voditeljica sekcije za ribe