

Utjecaj predatora na faunu koralja istočnog dijela Jadranskog mora

Karužić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:859078>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Ivan Karužić

Utjecaj predatora na faunu koralja istočnog dijela
Jadranskog mora

Diplomski rad

Zagreb, 2020.

Ovaj rad izrađen je u Laboratoriju za biologiju mora na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom 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.

ZAHVALE

Zahvaljujem mentoru, izv. prof. dr. sc. Petru Kružiću na suradnji te ustupljenim materijalima i fotografijama.

Hvala obitelji na podršci.

Od srca hvala svim prijateljima iz najboljeg doma na svijetu te ostalim prijateljima koji su uvijek bili uz mene bez kojih sve ove godine studiranja ne bi bile ovako posebne.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Utjecaj predatora na faunu koralja istočnog dijela Jadranskog mora

Ivan Karužić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Predatori na koraljima prirodni su dio zdravog morskog ekosustava. Međutim, prekomjerna gustoća nekih predatora, poput puževa ili riba papigača, može rezultirati dramatičnim smanjenjem brojnosti koralja. Predatori koralja posjeduju različite strategije hranjenja polipima koralja. Terenski dio istraživanja proveo se na ukupno 12 lokacija (po dvije u zaštićenim područjima (PP Telašćica, NP Kornati i NP Mljet) i 6 lokacija u sastavu Natura 2000 područja). Istražen je utjecaj puževa *Coralliophila meyendorffi*, *Babelomurex cariniferus*, *Simnia spelta*, *Pseudosimnia carnea*, te riba papigača *Sparisoma cretense* na kamene koralje i gorgonije, te rasprostranjenost i brojnost predatora. Ekološki čimbenici (prvenstveno temperatura mora i dubina) uspoređeni su sa brojnošću predatorskih vrsta i stanjem koralja (stupanj oštećenosti jedinki i kolonija) na istraživanim postajama. Rezultatima su utvrđeni negativni utjecaji puževa predatora te papigače na faunu koralja na istraživanim postajama. Nije utvrđena direktna povezanost temperature mora i brojnosti vrsta predatora koralja. Utvrđena je povezanost temperature mora i rasprostranjenosti istraživane vrste *S. cretense*. Puževi predatori ovisni su o temperaturi mora samo kroz areal vrsta kojima se hrane.

Rad sadrži: 61 stranica, 33 slike, 11 tablica, 69 literaturna navoda. Jezik izvornika: hrvatski.

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: Jadransko more, tropikalizacija, koralji, bioraznolikost, predatori.

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

Ocjenitelji: Dr. sc. Ana Galov, izv. prof.

Dr. sc. Sven Jelaska, prof.

Rad prihvaćen: 17.09.2020

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

Impact of predators on the coral fauna of the eastern Adriatic Sea

Ivan Karužić

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Coral predators are a natural part of a healthy marine ecosystem. However, excessive densities of some corallivores, such as coral-eating snails or parrotfish can result in dramatic and widespread declines in coral cover. Coral predators have different feeding strategies for coral polyps. The field work of the research was performed at a total of 12 locations (6 in protected areas (PP Telašćica, NP Kornati and NP Mljet) and 6 in an area within the Natura 2000). The effect of sea snails *Coralliophila meyendorffi*, *Babelomurex cariniferus*, *Simnia spelta*, *Pseudosimnia carnea*, and parrotfish *Sparisoma cretense* on stone corals and gorgonias, as well as their distribution and abundance, was investigated. Ecological factors (primarily sea temperature and depth) were compared with the number of predatory species and the appearance of corals (degree of damage of individuals and colonies) at the studied stations. The results revealed the negative effects of predatory snails and parrotfish on coral fauna at the studied stations. There is no direct correlation between sea temperature and the number of coral predator species. The correlation between sea temperature and the distribution of the studied species *S. cretense* was determined. Sea snails depend on sea temperature only through the range of the species they feed on.

Thesis contains: 61 pages, 33 figures, 11 tables, 69 references. Original in: Croatian.

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: Adriatic Sea, tropicalization, corals, biodiversity, predators

Supervisor: Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Reviewers: Dr. sc. Ana Galov, izv. prof.

Dr. sc. Sven Jelaska, prof.

Thesis accepted: 17.09.2020

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Opće značajke Jadranskog mora | 1 |
| 1.2. Fizikalno kemijska svojstva Jadranskog mora | 2 |
| 1.2.1. Temperatura..... | 2 |
| 1.2.2. Salinitet..... | 3 |
| 1.2.3. Morske struje | 3 |
| 1.2.4. Produktivnost | 3 |
| 1.2.5. Sedimenti dna..... | 5 |
| 1.3. Biološka raznolikost jadranske ihtiofaune..... | 5 |
| 1.4. Promjene u bioraznolikosti Jadranskog mora..... | 6 |
| 1.5. Tropikalizacija..... | 8 |
| 1.6. Razred koralji (Anthozoa) | 10 |
| 1.6.1. Biologija koralja | 11 |
| 1.6.2. Razmnožavanje koralja..... | 14 |
| 1.6.3. Biološka raznolikost..... | 15 |
| 1.6.4. Rasprostanjenost i staništa | 15 |
| 1.7. Predatori koralja | 16 |
| 1.7.1. <i>Sparisoma cretense</i> (Linnaeus, 1758)..... | 17 |
| 1.7.2. <i>Simnia spelta</i> (Linnaeus, 1758)..... | 19 |
| 1.7.3. <i>Pseudosimnia carnea</i> (Poiret, 1789)..... | 20 |
| 1.7.4. <i>Coralliophila meyendorffi</i> (Calcara, 1845)..... | 22 |
| 1.7.5. <i>Babelomurex cariniferus</i> (Sowerby, 1834) | 23 |
| 2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA | 24 |
| 3. MATERIJALI I METODE | 25 |
| 3.2. Mjerenje temperature mora | 27 |
| 3.3. Istraživanje utjecaja predatorskih vrsta na koralje | 27 |
| 4. REZULTATI..... | 29 |
| 4.1. Temperatura mora na istraživanim postajama..... | 29 |
| 4.2. Istraživanje vrsta predatora na koraljima | 33 |
| 4.2.1. <i>S. cretense</i> | 33 |
| 4.2.2. <i>S. spelta</i> | 39 |
| 4.2.3. <i>P. carnea</i> | 42 |
| 4.2.4. <i>C. meyendorffii</i> | 46 |
| 4.2.5. <i>B. cariniferus</i> | 48 |
| 5. RASPRAVA..... | 50 |

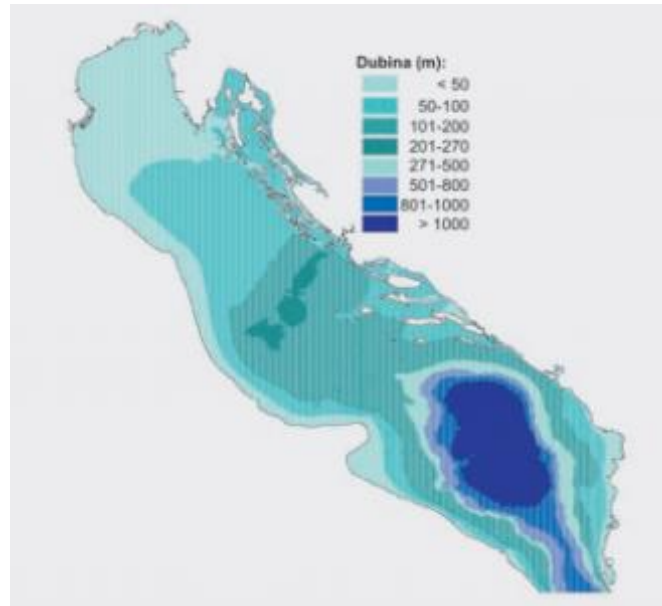
| | |
|--------------------|----|
| 6. ZAKLJUČCI..... | 54 |
| 7. LITERATURA..... | 55 |

1. UVOD

1.1. Opće značajke Jadranskog mora

Jadransko more predstavlja najsjeverniji te najplići dio Sredozemnog mora, te se uvelike po karakteristikama razlikuje od ostalih dijelova Sredozemnog mora, naročito u sjevernom dijelu koji je zatvorenog tipa te se u njega ulijeva rijeka Po (Peres i Gamulin-Brida, 1973). Proteže se između Balkanskog i Apeninskog poluotoka u smjeru SE-NW. Najsjevernija točka Jadrana je kod Derina ($45^{\circ} 47' N$ i $13^{\circ} 35' E$), a najjužnija u Otrantskim vratima ($40^{\circ} 07' N$ i $18^{\circ} 31' E$). Jadran je s ostatkom Sredozemnog mora povezan preko Otrantskih vrata koja su široka oko 74 km te imaju dubinu od 741 m. Najveća širina Jadrana iznosi 159,3 km, dužina iznosi 870 km dok mu površina zajedno s otocima iznosi 138,595 km², te Jadransko more predstavlja 5,5 % ukupne površine Sredozemnog mora (Jardas i sur., 2008).

Geomorfološki, Jadransko more dijeli se na dva dijela koja su razdijeljena Palagruškim pragom. Južnojadranska kotlina jednakomjeran je bazen, a njen istočni dio karakterizira strma obala, naglo spuštanje dna te razmjerno velike dubine pa to područje ujedno i doseže najdublju točku Jadranskog mora koja iznosi 1330 metara. Sjeverni dio Jadranskog mora je plitak te su dubine tog područja rijetko veće od 50 metara. Prvi dio sjevernog Jadrana sačinjava Tršćanski zaljev i lagune Venecije, Kvarner te sjevernojadranske kanale sve do kopnene linije Ancona-Jablanac. Drugi dio sjevernog Jadrana koji se ujedno naziva i srednji Jadran obuhvaća Jabučnu kotlinu, srednjodalmatinske otoke te kanale koje se nalaze između otoka. Dno kopnene police jedino u Jabučnoj kotlini prelazi dubine od 200 metara (Turk, 2011). Jadran se stoga gledajući njegovu batimetriju svrstava pod plitka mora (Slika 2). Jadran se geomorfološki još i danas mijenja pri čemu se njegova istočna obala neprestano spušta, a zapadna diže. Razina mora u geološkoj prošlosti mnogo se puta mijenjala te je to uvelike utjecalo na sastav dna te obale. Stoga je istočna obala Jadrana pretežno kamenita, razvedena i strma dok je zapadna ostala nerazvedena te je karakterizira plitko dno koje je prekriveno riječnim sedimentima (Jardas i sur., 2008).



Slika 1. Batimetrijska karta Jadranskog mora. Dubina izražena u metrima, svjetlije boje prikazuju manju dubinu dok tamnije prikazuju veću dubinu koja je uvelike izražena na samom jugu Jadrana (Jardas i sur. 2008).

1.2. Fizikalno kemijska svojstva Jadranskog mora

1.2.1. Temperatura

Jadransko more svrstava se pod umjereno topla mora te temperatura najvećih dubina ne prelazi granicu ispod 10°C . Na otvorenim dijelovima Jadrana u ljetnom periodu, termoklina se razvija na dubinama oko 10-30 metara pri čemu površinska temperatura varira između 22°C i 25°C . Takva temperatura u zoni termokline nakon nekoliko metara naglo opada. Zimi dolazi do hlađenja površinskog sloja mora pri čemu se uspostavlja izotermija, koja se prvo javlja uz obalna područja te se postepeno širi prema otvorenom moru (Jardas i sur., 2008).

U sjevernom Jadranu zbog razmjerne plitkosti temperaturne varijacije uvelike su izražene pa je temperatura tijekom zime u otvorenim dijelovima sjevernog Jadrana između 6°C i 12°C . Temperatura južnog Jadrana tijekom zime većinom je između 13°C i 15°C . Ljeti se u sjevernom dijelu Jadrana površinski slojevi vode zagrijavaju i do 26°C dok u južnom dijelu temperatura u prosjeku 23°C do 24°C . Godišnja kolebanja temperature u ostalim dijelovima Sredozemlja uvelike su manja (Turk 2011).

1.2.2. Salinitet

U moru, salinitet je vrlo važan čimbenik te se smatra jednom od najvažnijih sastojaka morske vode. Kloridi i sulfati glavni su sastojci morske vode, a u manjoj mjeru prisutni su i bromidi, karbonati te borati. Također uz glavne soli, morska voda sadržava i hranjive tvari, a to su fosfati, nitrati i nitriti. Koncentracije ovih hranjivih tvari u velikom dijelu Sredozemlja su niske. Jedino u uz obalni pojas tj. na mjestima koja su pod utjecajem ulijevanja rijeka u more, koncentracija minerala je veća (Turk 2011). U Jadranskom moru salinitet je visok. U otvorenom Jadranu, slanost morske vode opada od južnog djela prema sjevernom, a slanoća morske vode u površinskim slojevima prosječno iznosi 38,30‰. Slanost morske vode u Jadranu te njihova prostorno-vremenska kolebanja, rezultat su evaporacije, precipitacije te količine ulaženja slanih istočno - mediteranskih voda u Jadran (tzv. „jadranske ingresije“) (Jardas i sur., 2008).

1.2.3. Morske struje

Morske struje u Jadranskom moru po svom postanku spadaju u gradijentske struje te su dio općeg sustava strujanja Sredozemnog mora. S obzirom na vertikalni raspored tipova vode, Jadranske vode možemo podijeliti na tri sloja: površinski, intermedijarni te pridneni (Jardas i sur., 2008). Uz istočnu jadransku obalu teče glavna Sredozemna struja, a njezina bočna grana je upravo Jadranska površinska morska struja. Ova struja okreće se uz zapadnu obalu Istre te svoj puta nastavlja prema jugu uz istočnu jadransku obalu natrag u Sredozemni bazen. Kao i većina struja u Jadranu, jadranska površinska struja je spora. Toplija i slanija voda u Jadran dolazi putem sredozemnih struja dok jadranske struje u Sredozemlje donose hladniju vodu bogatu kisikom. S obzirom na temperaturu, salinitet i gustoću, razlikujemo tri vrste jadranske vode a to su: sjevernojadranska voda, srednojadranska voda i južnojadranska voda. Smatra se da sve tri vrste vode radi površinskog hlađenja i vertikalnog miješanja pojedinih slojeva nastaju zimi (Turk, 2011).

1.2.4. Produktivnost

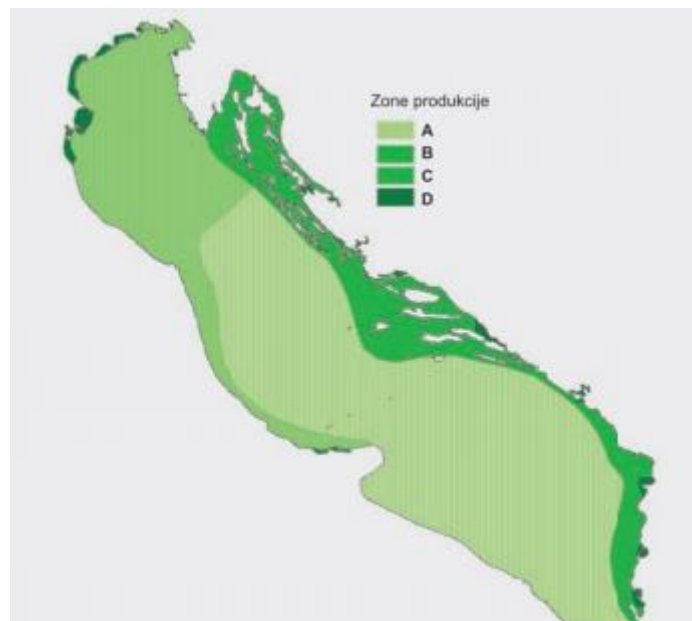
Gledajući produktivnost, Jadran svrstavamo u nisko produktivna (oligotrofna) mora. Ipak, na regionalnoj razini postoje pojedini dijelovi Jadranskog mora, koji su zbog različitih morfoloških i hidrografskih svojstava odlikovani različitom produktivnošću. Buljan (1964) navodi podjelu Jadrana u četiri produkcijske zone (A-D) (Slika 2) (Jardas i sur., 2008).

Pod zonu A spada južni te velik dio srednjeg Jadrana, s zauzima oko 57% ukupne površine Jadrana. Ovaj dio Jadranskog mora pod velikim je utjecajem istočno - mediteranskih voda tj. „ingresije“, a karakterizira ga niska produktivnost, nizak sadržaj soli, velika dubina te prozirnost (Jardas i sur., 2008).

Zona B predstavlja sjeverozapadni dio Jadrana, sjeverno od spojnice Ancona – Dugi otok. Ovaj dio Jadranskog mora zauzima 23% ukupne površine Jadrana, a obilježava ju voda bogata hranjivim solima koje u to područje dopijevaju sjevernojadranskim rijekama, visoka produktivnost, nizak salinitet te mala dubina. Ovo područje ujedno je i glavno područje ulova male plave ribe (Jardas i sur., 2008).

Zonu C čini priobalno i kanalsko područje istočnog Jadrana, a prekriva oko 18% ukupne površine Jadrana. Ovo područje pod stalnim je utjecajem kopna, ali i otvorenog more, a karakterizira ga dubina veća od 70 metara te srednje visoka produktivnost. Ovo područje također je pod utjecajem ribolovne aktivnosti (Jardas i sur., 2008).

Unutar zone C, nalaze se mala i odvojena područja koja su svrstana u zonu D, a pokrivaju oko 1-2% ukupne površine Jadrana. U ova područja spadaju riječna ušća te plitki priobalni zaljevi, a karakteristična su po snažnim utjecajem kopna, slatkom vodom te sa najvećom produktivnošću (Jardas i sur., 2008).



Slika 2. Regionalna podjela Jadranskog mora prema visini organske produkcije. Zone produkcije označene su duž regije Jadrana slovima od A do D te različitim nijansama zelene boje (Jardas i sur., 2008).

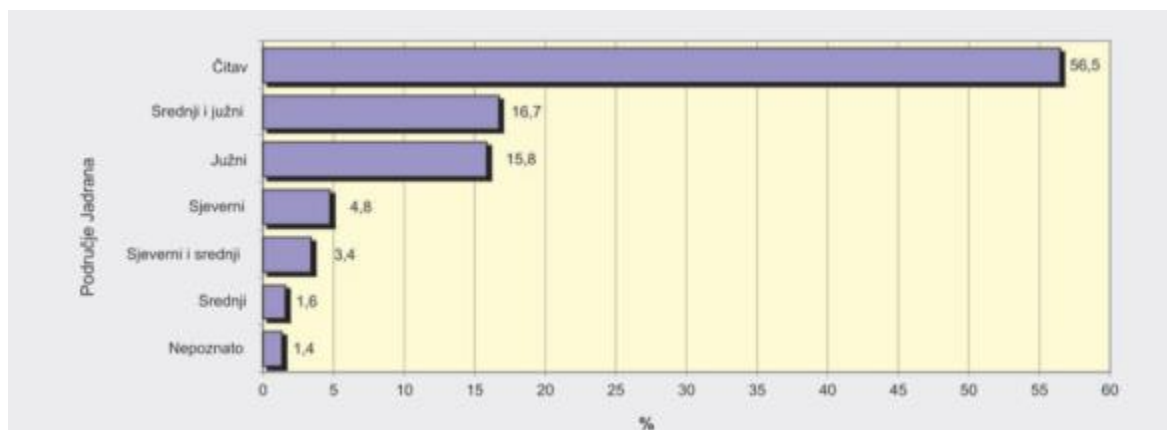
1.2.5. Sedimenti dna

Sedimenti koji prekrivaju dno Jadranskog mora, različite su teksture te imaju različit mineraloško – petrografski sastav. U Jadranu, s obzirom na fizičku strukturu te sastav morskoga dna razlikujemo: kamenito dno, pjeskovito dno, šljunkovito dno, ljuštuno dno te muljevito dno. Muljeviti i pjeskoviti sedimenti, prekrivaju najveći dio jadranskoga dna. Dno sjevernog Jadrana prekriveno je pretežno pjeskovitim sedimentima. Za srednji Jadran karakteristična su različita dna od kojih najviše prevladavaju gline i ilovače sa širim zonama sitnog pijeska. Područja uz Jabučnu kotlinu karakteristična su po koloidnoj glini, čije su čestice manje od 1 μm . Na dnu južnog Jadrana, južnije od Palagruškoga praga u njegovom sjevernom djelu nalazimo finu koloidnu glinu, dok su sjeverni rubovi kotline prekriveni pjeskovitim te pjeskovito – muljevitim sedimentima (Jardas i sur., 2008).

1.3. Biološka raznolikost jadranske ihtiofaune

U Jadranskom moru prema zadnjem popisu ihtiofaune, zabilježeno je oko 442 vrste i podvrste, što čini oko 65% vrsta i podvrsta koje su poznate u Sredozemnom moru. Od južnog, prema sjevernom Jadranu broj svojti riba opada te je u južnom Jadranu zabilježeno oko 89%, srednjem Jadranu oko 78%, a u sjevernom Jadranu oko 65% ribljih svojti. Ipak pravi i konačni broj riba u Jadranskom moru se ne zna jer još uvijek nije sigurno jesu li se ribe koje su ulovljene stalni stanovnici Jadrana ili su u tom području samo povremeno. Također, velik dio južnojadranskog bazena čija je dubina oko 1330 metara, nije posve istražen, naročito dubine veće od 500 metara (Jardas 1996). Globalno zatopljenje u Jadranu dovodi do fenomena zvanog tropikalizacija uslijed koje velik broj vrsta dopijeva u područje Jadrana te je to još jedan od razloga zašto se ne može utvrditi točan broj vrsta unutar Jadranskog mora (Dulčić i Dragičević, 2011).

Rasprostranjenost najvećeg broja riba zabilježene su po čitavom Jadranu (56,6%). Nakon njih slijede svojte zabilježene u srednjem i južnom Jadranu (16,7%), te svojte zabilježene samo u južnom Jadranu (15,8%). Zabilježeno je ukupno 5% nepoznatih svojti riba (Slika 3) (Jardas i sur. 2008).



Slika 3. Postotak zabilježenih vrsta i podvrsta po pojedinim geografskim dijelovima Jadranskom mora (Jardas i sur., 2008).

Gledajući ekološku pripadnost te horizontalnu rasprostranjenost riba, u južnom Jadranu prisutan je velik broj „termofilnih“ i batijalnih vrsta. U sjevernom Jadranu prisutan je velik broj borealnih vrsta, dok je srednji Jadran područje prijelaza svih ovih svojti (Jardas i sur., 2008). Velik broj vrsta koje žive u Jadranskom moru biografski su određene atlantsko – mediteranskom regijom, čak više od 65%. Ipak oko 20% vrsta specifične su samo za Sredozemlje. Uz ove vrste nalazimo još i vrste šireg areala rasprostranjenosti te kozmpolitske vrste. Od ovih vrsta, 24 se smatraju alohtonim od kojih se 13 smatraju lesepsijskim migrantima (Dulčić i Dragičević, 2011).

Gledajući usporedbu raznolikosti ihtiofaune Jadrana sa sedam drugih područja u Sredozemlju, bez Crnoga mora, Jadran je rangiran na trećem mjestu po broju svojta. Na prvom mjestu je Katalonija dok je na drugom sjeverna Afrika. Prema Shannonovu indeksu raznolikosti na razini porodica, Jadranu pripada peto mjesto, odmah iza područja sjeverozapadne Afrike, Katalonije, Levanta i Lionskog zaljeva (Jardas i sur. 2008). Jadransko more ubraja se među bogatijim morima gledajući broj vrsta. Ipak promatrajući gustoću populacija tih vrsta, smatra se siromašnim morem (Jardas. 1996).

1.4. Promjene u bioraznolikosti Jadranskog mora

Najduži vremenski period u trajanju od 10 000 godina zauzima pojavu novih vrsta u Sredozemlje putem Atlantskih struja kroz Gibraltar. Atlantske struje donose u Sredozemlje vrste suptropskog afiniteta (Bianchi, 2007). Te vrste dolaze u Sredozemlje najčešće iz mauritanijske tj. senegalske biogeografske provincije, iz suptropskog područja istočnog Atlantika. To su najčešće pelagične, migratorne vrste, koje migriraju na istočne i sjeverne dijelove Sredozemnog

mora. Migracije te unos organizama putem Gibraltara je stalan. Ipak većina se takvih vrsta ne zadržava u zapadnom dijelu već radije migrira prema jugoistočnim dijelovima Sredozemlja, gdje je more toplije (Turk, 2011).

Sredozemno je more, nakon više milijuna godina geografske odvojenosti postalo ponovno povezano 1869. godine, prilikom otvaranja Sueskog kanala. To je omogućilo brojnim organizmima da iz Crvenog mora migriraju u Sredozemlje, a te organizme nazivamo lesepsijskim migrantima. Ime su dobili po francuskom graditelju i projektantu Sueskog kanala Ferdinandu de Lessepsu (1805. – 1894.). U početku, zbog uključenosti slatkovodnih jezera u kanal, voda Sueskog kanala imala je manji salinitet od Crvenog mora te Sredozemnog mora, pa su i same migracije bile manje. Nakon izgradnje Asuanske brane, pa s time i manjeg dotjecanja vode iz rijeke Nil, slanost vode u Levantinskom bazenu uvelike se povećao te skoro izjednačio sa salinitetom Crvenog mora, što je uvelike pospješilo migracije organizama u Sredozemlje (Turk, 2011).

U posljednje vrijeme sve veći broj ribljih vrsta migriraju preko Sueskog kanala u istočno Sredozemno more. Sve te vrste samim svojim prisustvom mijenjaju bioraznolikost te ekosustav cijelog naseljenog područja. U Sredozemlju je do sada zabilježeno oko 82 vrste riba lesepsijskih migranata od čega ih je 13 uočeno u Jadranskom moru. Također, smatra se da će utjecaj klimatskih promjena te zagrijavanje mora dovesti do povećanja brojnosti vrsta riba lesepsijskih migranata na prostorima Jadranskog mora (Dulčić i Dragičević, 2011).

Danas je opće poznato da je vodeni balast najznačajniji čimbenik ili vektor prijenosa različitih vrsta alohtonih organizama. Pod time se često koriste izrazi kao što su „biološka invazija“ koja je izazvana tzv. „unesenim“ stranim ili egzotičnim vrstama. Unutar vodenog balasta mogu se pronaći brojni organizmi poput raznih vrsta algi, praživotinja pa i velik broj ribljih vrsta (Dulčić i Dragičević, 2011).

Globalne klimatske promjene te proces globalnog zatopljenja uvelike utječu na promjene u morskom ekosustavu. Jedan od primjera utjecaja globalnog zatopljenja je širenje „termofilnih“ vrsta riba prema sjevernim područjima Jadrana. Također neke vrlo rijetke vrste koje su bile ograničene isključivo na južni Jadran u posljednje vrijeme migriraju prema sjeveru. Brojni znanstvenici navode kako je u posljednjih 10 godina kao posljedica klimatskih promjena došlo do zagrijavanja mora ta da se raspon „termofilnih“ vrsta se širi prema sjevernim dijelovima Sredozemnog mora (Bianchi i Morri, 1994; Astraldi i sur., 1995; Bianchi, 1997; Vacchi i sur., 2001).

Jedna od „termofilnih“ sredozemnih ribljih vrsta koja se širi sjeverno a donedavno je bila ograničena isključivo u toplijem istočnom dijelu Sredozemlja je papigača *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Bianchi, 2007).

Sve podatke o migracijama raznih vrsta bilo da su povremeni stanovnici Jadrana ili se pak zadržavaju na području Jadranskog mora, prikuplja međunarodna organizacija za znanstveno istraživanje sredozemnog mora (CIESM). Ova organizacija obuhvaća podatke o svim registriranim egzotičnim vrstama u Sredozemnom moru, a s obzirom na izvor svrstavamo ih u četiri glavne skupine a to su: (1) organizmi iz mauritanijsko – senegalske biogeografske provincije, (2) lesepsijski migranti iz indopacifičke biogeografske provincije, (3) organizmi koji u Sredozemno more dolaze uz pomoć balastnih voda, (4) organizmi koji u Sredozemno more dolaze potpuno slučajnim unosom. Posljednje dvije skupine vrlo su problematične jer se najčešće na taj način prenose ličinke planktonskih organizama koje uvelike mogu napraviti štete domaćoj flori i fauni (Dulčić i Dragičević, 2011).

1.5. Tropikalizacija

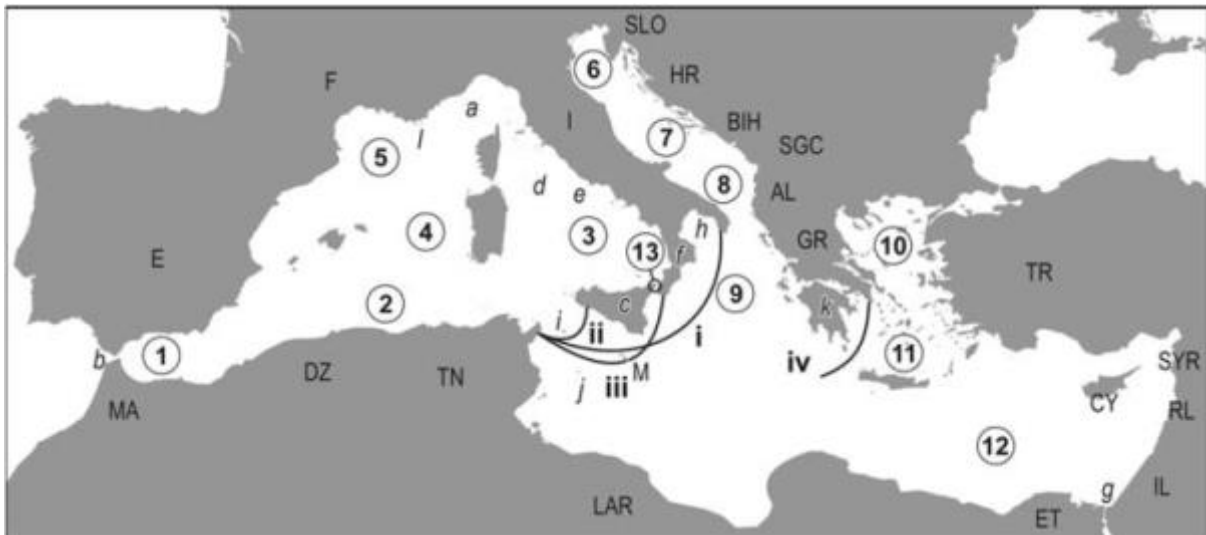
U posljednje vrijeme, u Sredozemnom moru dolazi do brzih i značajnih promjena u biološkoj raznolikosti ihtiofaune te drugih morskih vrsta. Zbog povećanog broja i „termofilnih“ vrsta, područje Sredozemnog mora nalazi se pod utjecajem procesa tropikalizacije (Dulčić i Dragičević, 2011). Tropikalizacija je proces prilikom kojeg se mijenjaju karakteristike Sredozemnog mora te ono postaje sve sličnije morima iz tropskog pojasa. Dolazi do zagrijavanja morske vode što posljedično dovodi do širenja „termofilnih“ vrsta u područje Sredozemlja te širenja autohtonih vrsta suptropskog afiniteta koje su prije bile ograničene u južnim dijelovima Sredozemnog bazena, prema sjevernijim dijelovima (Kruschel i sur., 2012).

Postoji nekoliko glavnih izvora unošenja termofilnih tropskih vrsta u Sredozemno more. Morske struje sa Atlantika preko Gibraltara donose tropske vrste riba u prostor Sredozemnog bazena te značajno doprinose promjeni ihtiofaune. Također, s druge strane iz Crvenog mora preko Sueskog kanala dolazi do pritoka novih vrsta u Sredozemlje (lesepsijske vrste) što dodatno ima utjecaj na proces tropikalizacije. Nadalje, jedan od presudnih čimbenika je i unos novih egzotičnih vrsta putem ljudskog faktora bilo to namjerno ili pak slučajno. Još jedan od razloga koji pogoduju procesu tropikalizacije a s time i donošenju novih „termofilnih“ vrsta je utjecaj klimatskih promjena na temperaturu mora odnosno na zagrijavanje morske vode (Bianchi, 2007). Iz toga se jasno vidi da čovjek ima velik utjecaj na proces tropikalizacije što

potkrjepljuju i posljednje tri činjenice, dok su morske struje sa Atlantika te djelomično i klimatske promjene prirodnog podrijetla.

Istraživanje je pokazalo da će zbog utjecaja tropikalizacije distribucija sredozemnih vrsta biti slična za sve vrste, bile one auhtotone ili pak alohtone te će one biti raspoređene u svim dijelovima Sredozemlja u sličnoj mjeri, te će njima upravljati gotovo isti klimatski, hidrološki i geološki uvjeti. Svi ovi razlozi djeluju unutar vrlo različitih vremenskih okvira, no u posljednjih dvadesetak godina su se znatno ubrzali te djeluju puno snažnije na tropikalizaciju (Bianchi, 2007).

Tropikalizacija mijenja sastav i raspodjelu vrsta u Sredozemlju, a te su promjene u distribuciji posebno vidljive u prijelaznim područjima blizu biogeografskih granica koje naseljavaju različiti bioti (Bianchi i Morri, 2004 b). Sredozemno more je tijekom povijesti bilo izloženo geološkim promjenama, a danas je pod utjecajem različitih klimatskih te hidroloških čimbenika koje su doveli do toga da se Sredozemlje može podijeliti u deset različitih biogeografskih sektora (Bianchi i Morri, 2000), a prema novim saznanjima određena su još tri dodatna biogeografska sektora (Bianchi, 2004) (Slika 4).



Slika 4. Prikaz glavnih biogeografskih sektora Sredozemnog mora. Brojevi označavaju različite biogeografske sektore, slova od i do iv označavaju položaj granice između zapadnog i istočnog Sredozemlja određenih prema različitim autorima (Bianchi, 2007).

Dok je lako odrediti središnje zone biogeografskih sektora, problem je bio utvrđivanje njihovih granica. Međutim sigurno se može utvrditi granica između zapadnog i istočnog Sredozemlja, a to je obala Sicilije. Ta granica je opravdano određena sa geološkog stajališta te saznanjima o raspodjeli morskih struja (Pinardi i Masetti, 2000).

Genetička istraživanja su dodatno potvrdila podijeljenost Sredozemlja na zapad i istok na temelju bioraznolikosti riba, beskralježnjaka te endemskih vrsta morskih cvjetnica kao što je *Posidonia oceanica* (Costagliola i sur., 2004; Micheli i sur., 2005). Također prema jednom istraživanju određena je temperaturna granica između zapadnog i istočnog Sredozemlja koja je prikazana izotermom od 15°C izmjerenom u veljači, najhladnijem mjesecu godine koja se podudara sa biogeografskom granicom (Brasseur i sur. 1996).

Utjecaji novopridošlih „termofilnih“ vrsta mogu biti direktni i indirektni. Direktni utjecaji ovise o temperaturi te pozitivno utječu na stopu preživljavanja, reprodukcijski uspjeh te ponašanje organizama, dok indirektni utjecaji ovise o međusobnoj interakciji biota, te cirkulaciji morskih struja. Tropikalizacija je potpuno novi fenomen koji je vjerojatno rezultat nekih promjena koje nužno ne moraju utjecati jedna na drugu ali su potaknute klimatskim promjenama te ljudskom aktivnošću (Bianchi., 2007).

1.6. Razred koralji (Anthozoa)

Koralji su jedni od najstarijih očuvanih razreda životinja čiji fosili datiraju iz razdoblja pretkambrija, prije više od 500 milijuna godina (Aguilar, 2006). Svrstavaju se u koljeno žarnjaci (Cnidaria). Žarnjaci su zrakasto (radijalno) simetrične životinje te imaju dva strukturalno različita oblika: sjedilački polip i slobodno plivajuću meduzu. Koralji žive isključivo sesilnim načinom života te imaju samo polipoidnu generaciju. Mnogi žarnjaci izgrađuju vrlo složene zadruge pa tako i koralji mogu živjeti pojedinačno ili pak u zadrugama gdje neke skupine koralja sudjeluju u izgradnji opsežnih koraljnih grebena i otoka (atola) (Habdija i sur., 2011).

S obzirom na izgradnju koraljnih grebena dijelimo ih na one koji razvijaju grebene (hermatipične vrste) i one koji ih ne tvore (ahermatipične vrste). Hermatipične vrste uglavnom žive na manjim dubinama i u tropskim morima dok ahermatipične vrste žive najčešće u hladnijim morima (4°C) te njihova rasprostranjenost doseže dubine do 6000 metara. One vrste koje žive pojedinačno, vezane su za čvrstu podlogu ili su duboko ukopane u pijesak ili mulj. Raspon dubina do koje doseže pojedina vrsta koralja može uvelike ovisiti o dostupnosti svjetla,

temperaturi mora, prozirnosti, količini nutrijenata, predatorima te kompeticijskim odnosima (Habdija i sur., 2011).

Tako npr. koralji koji tvore grebene žive u simbiozi sa simbiotskim dinoflagelatima te zooksantelama koje ovise o svjetlu pa samim time i naseljavaju područja one dubine do koje dopire dovoljno svjetlosti (eutrofička zona) za odvijanje fotosinteze. Koralji simbiotskim dinoflagelatima i zooksantelama pružaju zaštitu, ugljikov dioksid te izvore mineralnih soli koje su prijeko potrebne za fotosintezu, a zauzvrat ovi organizmi proizvode organski ugljik nastao od produkata fotosinteze te na taj način osiguravaju koraljima metabolišku energiju (Rehman i sur., 2016).

Također postoje i vrste koralja čiji život nije ograničen na čvrstu podlogu, pa mogu živjeti kao epibionti na tijelima pojedinih životinja. Ovakvim simbiotskim načinom života koralji kao epibionti na različitim organizmima lako dolaze do hrane dok u zamjenu svojim domaćinima omogućavaju obranu od raznih predatora. Takav su primjer moruzgve (*Calliactis parasitica* i *Adamsia carciniopados*) pričvršćene na puževu kućicu u kojoj se nalazi rak samac (*Pagurus* sp) (Ross i Sutton, 1961; Ross, 1984).

Na život koralja utječu brojni čimbenici, a mnogi od njih mogu dovesti do smanjenog broja. Stoga, glavni uzroci smanjenja bioraznolikosti koralja su: onečišćenje mora otpadnim vodama, osjetljivost na globalne klimatske promjene, neracionalno iskorištavanje bioloških dobara te invazivne i predatorske vrste (Aguilar, 2006).

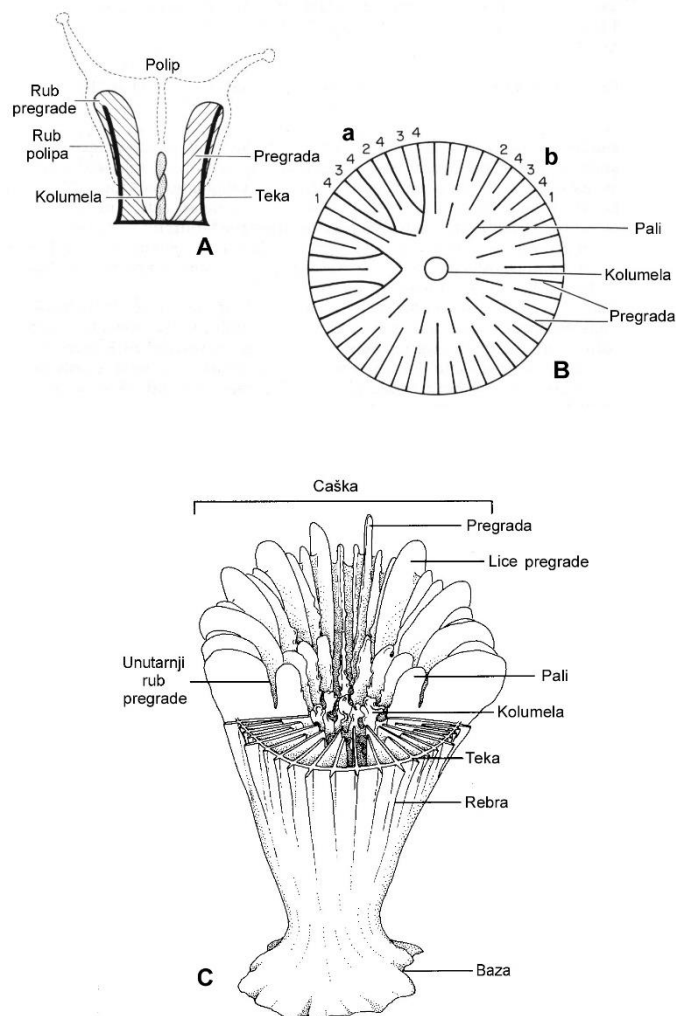
1.6.1. Biologija koralja

Životni ciklus koralja ograničen je na fazu polipa. Polip ima cjevasto tijelo, na čijem se vrhu nalaze ovalno izdužena usta koja su okružena lovkama raspoređenim u jedan ili više vijenaca lovki. Polipi su ugrađeni u želatinoznu mezogleju nazvanu cenenhim koji čini osnovu zadruga koralja. U toj zadruzi postoje i pojedinačni polipi te se zovu antokodiji, a njihove su gastrovaskularne šupljine međusobno povezane gastrodermalnim sustavom cijevi tj. solenijama. Prema stupnju razgranjenja cenenhima razlikujemo nerazgranjene, perasto razgranjene te žbunasto razgranjene zadruga (Habdija i sur., 2011).

Kod koralja je razvijen samo jedan otvor koji ima ulogu ulaska hrane te kao otvor za izbacivanje neprobavljenih dijelova hrane (Matoničkin i sur., 1998). Između usta i gastrovaskularne šupljine nalazi se ždrijelo, koje nije radijalno simetrično, ektodermalnog je podrijetla a nastalo je ingvinacijom ektoderma (Habdija i sur., 2011).

Stijenka polipa građena je od tri sloja: vanjskog epiderma, unutrašnjeg ektoderma te želatinozne mezogleje koja ih razdvaja. Na vanjskoj strani polipa ili zadruga nalazi se jednoslojna epiderma koja je građena od epitelijalno-mišićnih stanica između kojih su uklinjene žarne stanice. Žarna stanica sadrži specifičan organel, žarnicu, a uloga ove složene osjetno-efektivne stanice je hvatanje plijena te obrana od prirodnih neprijatelja. Postoje različiti tipovi žarnica a to su: nematociste, spirociste i ptihociste, te tipovi žarnih stanica: namatociti, spirociti te ptihociti. Kod koralja nalazimo spirociste te ptihociste koje ne sadrže otrov već imaju ulogu pričvršćivanja organizma za podlogu. Epiderma sadrži i intersticijalne stanice te bipolarne i multipolarne živčane stanice koje su ujedno povezane u subepidermalnu mrežu. Mezogleja sadrži zvjezdaste ili ameoidne stanice, želatinoznog je sastava a kod koralja se celularizira. Gastrodermu grade gastrodermalno-mišićne stanice te ona oblaže gastrovaskularnu šupljinu (Habdija i sur., 2011).

Prema genezi, skeleti koralja mogu biti vanjski i unutarnji. Vanjske skeletne tvorbe nastale su lučenjem epiderme, dok unutarnje nastaju u mezogleji. Kod pojedinih vrsta koralja epiderma pri bazi pojedinačnog polipa ili na površini čitave kolonije izlučuje zaštitni egzoskelet u obliku tanke vapnenačke epiteke koji je sastavljen od vapnenca a ima zaštitnu te potpornu ulogu. Najopsežniji vanjski skeleti razvijeni su u kamenih koralja. Egzoskelet u kamenih koralja građen je od kalcij karbonata, a skelet svakog pojedinačnog polipa zove se koralit. Epiderma u ovih koralja izlučuje zrakasto raspoređene lamele stvarajući na dnu gastrovaskularne šupljine nabore epiderme. Donji dio polipa izgrađuje kamenu čašku a ona počinje bazalnom pločom iz koje se izdiže teka (Slika 5). Teku koju također luči epiderma stvara cilindrični nabor epiderme, te predstavlja valjak od čijeg se ruba prema središtu čaške protežu zrakasto raspoređeni nabori epiderme (sklerosepte). U složenoj kamenoj čaški nalazi se polip koji izlučuje tabule tj. poprečne vapnenačke ploče koje imaju ulogu slojevite podjele gastrovaskularne šupljine. Epitel u donjim slojevima postepeno odumire te na taj način dolazi do stvaranja slojevite vapnenačke koraljne tvorbe (Sheppard i sur., 2017).



Slika 5. Građa čaške kamenih koralja. **A.** Pojednostavljen prikaz osnovne građe u uzdužnom presjeku. **B.** Raspored pregrada (septa): **a.** kod porodice Dendrophylliidae; **b.** kod ostalih porodica iz reda Scleractinia. Brojevi označavaju cikluse pregrada. **C.** trodimenzionalni crtež čaške kamenog koralja. (**A, B** iz Manuel, 1981; **C** iz Cairns, 1981)

Unutarnje skelete posjeduju najčešće zadržni koralji iz podrazreda Alcyonaria. Kod ovih koralja skelet je sastavljen od sklerodermita koji se nalaze u želatinoznom cenenhimu. Sklerodermiti su sitna tjelešca vapnenačke građe a izlučuju ih skleroblasti, stanice u mezogleji. Oni su kod nekih vrsta koralja slobodni u epidermi (*Alcyonium palmatum*) dok su kod koralja gorgonaria povezani vapnencem ili rožnatom tvari tj. gorgoninom, proteinom-mukopolisaharidom koji daje potporu čitavoj zadruci (*Coralium rubrum*). Za razliku od čvrstih koralja kolonije ovakvih koralja znatno su pokretnije (Kumar i sur., 2014).

Koralji su u najvećem broju karnivori a hrane se životinjskim planktonom. Ciklus hranjenja započinje ulovom plijena pomoću lovki nakon čega žrtvu omame žarnicama te je ubrzo zatim progutaju. Prva faza probave počinje u gastrovaskularnoj šupljini te se zove ekstracelularna probava. U gastrovaskularnoj šupljini dolazi do usitnjavanja pojedene plijena do makromolekula pri čemu sadržaj neprestano cirkulira pomoću bičastih stanica gastroderme. Gastroderma posjeduje žljezdane stanice koje luče velik broj probavnih enzima u koje spadaju enzimi proteaze te lipaze. Intracelularna probava započinje u gastrodermalnim stanicama koje ujedno i fagocitiraju prijašnje usitnjene čestice hrane. Neprobavljeni ostaci hrane izbacuju se kroz usta (Aguilar, 2006).

1.6.2. Razmnožavanje koralja

Kod koralja razmnožavanje može biti spolno i nespolno. Tip i način razmnožavanja je najčešće karakterističan za vrstu, no nerijetko dolazi i do toga da se pripadnici iste vrste razmnožavaju na više načina (Richmond, 1997).

Nespolnim načinom razmnožavanja nastaju nove identične jedinke, a kod koralja postoji više načina nespolnog razmnožavanja a to su: pupanje, uzdužno dijeljenje, poprečno dijeljenje (paratomija) i pedalna laceracija (Habdija i sur., 2011).

Koralji su u najvećem broju gonohoristi (jednospolci) pri čemu razvijaju polipe različitog spola, no postoje i vrste koji su hermafroditi (dvospolci) te njih najčešće nalazimo na koraljnim grebenima u tropskim morima.. Gonade su kod koralja smještene u gastrodermi pregrada (septa) pojedinog polipa. Gamete kad postanu zrele ispuštaju se u gastrovaskularnu šupljinu te kroz usni otvor izlaze u morsku okolinu nakon čega dolazi do oplodnje. Oplodnja je vanjska, a u dvospolnih oblika se odvija u gastrovaskularnoj šupljini. Iz oplodjenog jajeta razvija se trepetljikava ličinka tj. planula koja se nakon plivanja u vodi pričvrsti na dno te se razvije u pojedinačnog ili pak združnog koralja (Habdija i sur., 2011). Kod pojedinih koralja utvrđeno je i razmnožavanje partenogenezom, a ovakav način razmnožavanja izražen je kod crvene moruzgve (*Actinia equina*) koja obitava u Sredozemnom moru i Atlanskom oceanu (Gashout i Ormond, 1979).

Također kod nekih vrsta postoji i sinkronizirano otpuštanje gameta koje koralji koriste radi preživljavanja većeg broja podmlatka, pri čemu dolazi do otpuštanja gameta u isto vrijeme. U sredozemnom moru na ovaj način se pari vrsta gorgonije *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) Sinkronizirano parenje većinom je određeno mjesečevim mijenama (Coma i sur., 1995).

1.6.3. Biološka raznolikost

Koralji su najbrojniji razred u koljenu žarnjaka, s gotovo 6000 poznatih vrsta koji su taksonomski podijeljeni u dva podrazreda: Hexacorallia (Zoantharia) i Octocorallia (Alcyonaria).

Hexacorallia imaju šesterozrakastu simetriju ili simetriju prema umnošku broja šest, no postoji mogućnost pentamerije i dekamerije. Ukupan broj vrsta je oko 4000 (Habdija i sur., 2011).

Octocorallia imaju osam lovki te im je gastrovaskularna šupljina s osam pregrada podijeljena na osam odjeljaka. Većinom žive u zadrugama te im je ukupan broj vrsta oko 2000. Specifični su po različitim obojenjima jer unutar epiderme sadržavaju različite pigmente (karotenoidi, porfirini, citokromi) (Habdija i sur., 2011).

Do danas je ukupno 116 vrsta razreda koralji utvrđeno za Jadransko more. Ove vrste čine oko 65 posto poznatih vrsta iz Sredozemnog mora, a 36 vrsta koralja iz Jadrana endemi su Sredozemnog mora. Od 116 vrsta koralja u Jadranskom moru, 25 vrsta pripada podrazredu osmerolovkaši (Octocorallia), a 91 vrsta pripada podrazredu šesterolovkaši (Hexacorallia ili Zoanthinaria) (Crveni popis koralja, 2017).

1.6.4. Rasprostanjenost i staništa

Koralji spadaju u stenohaline morske organizme te naseljavaju razna morska staništa. Raspon dubina koje naseljavaju doseže sve do 6000 metara. Temperatura mora te osvjetljenost, vrlo su važni faktori koji utječu na dubinu pri kojoj će se pojedina vrsta koralja razviti. Koralji većinom preferiraju stjenovita područja te ona bez previše osvjetljenosti (Habdija i sur., 2011).

Eunicella cavolini (Koch, 1887) je scijafilna vrsta koja može živjeti u plitkoj vodi, no uvijek u rupama te na vrlo stjenovitim područjima. Ova vrsta najčešće naseljava kamenitu podlogu u području donjeg infralitorala i gornjeg ruba cirkalitorala, a uvjeti za normalan rast ove vrste su čisto more, vapneno dno te morske struje. *Eunicella singularis* (Esper, 1791) vrsta je koja naseljava gornje dijelove većih ili manjih stijena na dubinama između 10 i 30 metara, a česta je i na mekanom dnu, na kojemu se pričvršćuje na manje tvrde ostatke. *P. clavata* (Risso, 1826) također je scijafilna vrsta koja naseljava strme stijene na dubinama većim od 30 metara, na mjestima na kojima postoji stalno strujanje vode. Ova vrsta vodeća je predstavica

koraligene biocenoze cirkalitoralnog pojasa, a zahtjeva nisku sedimentaciju te čistu vodu (Turk, 2011).

Jedne od vrsta koralja koji nastanjuju zamračena područja kao što su špilje i polu-špilje su: *Madracis pharensis*, *Caryophyllia inornata*, *Thalamophyllia gastii* (Kružić., 2002). Koralji često naseljavaju i šljunkovita te pješčana dna a za ovakav tip dna specifične su vrste: *Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis* i *Pennatula phosphorea* (Bakran-Petricioli, 2011).

U Jadranskom moru nalazi se najveći koraljni greben koji izgrađuju kolonije vrste *Cladocora caespitosa*. Njegova površina je oko 650 m² na nalazi se kod okota Mljeta na samom ulazu u Veliko jezero. To mjesto je ujedno vrlo dobro osvijetljeno te posjeduje jako dobro strujanje pa lako dolazi do hranjivih tvari (Kružić i Požar-Domac., 2003).

Na mjestima gdje se nalazi *C. caespitosa* možemo i naći solitarni kameni koralj *Balanophyllia (Balanophyllia) europaea* (Risso, 1826). Ovaj koralj naseljava kamenite podloge, a može se i nalaziti tik pod površinom mora (Turk, 2011).

1.7. Predatori koralja

Već je uvelike poznato da predatori imaju velik utjecaj na koralje, stanje koraljnih zajednica, njihovu strukturu te cjelovitu funkciju ekosustava. Predatori koralja posjeduju različite strategije hranjenja polipima koralja. Na taj način rade velike štete na koraljima te oštećenja mogu biti letalna ili mala, iako postoje već dokazi da i mala oštećenja na koraljima mogu imati utjecaj na smanjenje rasta kolonije koralja. Gledajući prijašnja istraživanja poznat je širok raspon vrsta koje se hrane koraljima (Kružić i sur., 2013; Skoufas, 2006; Priori i sur., 2014; Rotjan i Lewis, 2008).

1.7.1. *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758)

Papigača (*S. cretense*), pripada porodici papigače (Scaridae) te je jedina vrsta iz ove porodice koja obitava u Sredozemnom moru (Bernardi i sur., 2000) (Slika 6).

Glava ove vrste karakteristično je zaobljena. Usta su joj mala, nalik kljunu odakle je i dobila ime. „Kljun“ se sastoji od četiri velika prednja zuba koja su spojena i preobražena u pločice. Tijelo je prekriveno velikim ljuskama koje su cikloidnog oblika, na leđima se nalazi peraja jednake visine čija jedna polovica sadrži bodljaste šipčice, dok je stražnji dio peraje mekan. Na repnoj peraji izražena je blaga zaobljenost. Može narasti do 50 cm, a mužjaci mogu biti i veći (Turk, 2011).

Kod ove vrste izražen je spolni dimorfizam, te se jasno vidi razlika između ženki i mužjaka. Ženke su za razliku od mužjaka izraženijih boja što je rijetkost u životinjskom svijetu. Kod ženki je izražena crvena obojanost sa velikom svijetlomodrom ili svijetlosmeđom mrljom na stražnjem dijelu glave koja se djelomice produžuje do bokova. Prednji i donji rub mrlje žuto su obojani. Također, na gornjem dijelu korijena repa nalazi se izražena žuta mrlja. Mužjaci su sivo-zelene ili sivo-modre boje koja je jednakomjerna po svim dijelovima tijela osim glave koja je malo tamnija. Iznad prsne peraje izražena je tamna mrlja. Juvenilne jedinke žućkaste su boje (Turk, 2011).



Slika 6. Vrsta *Sparisoma cretense* u podmorju NP Mljet.

Često ju nalazimo uz obale istočnog Atlantika, od Senegala do Portugala te uz južne i istočne dijelove Sredozemnog mora. Također je zabilježena na područjima jugoistočne Italije, južnog dijela Jadranskog mora, Sardinije te Andaluzije (Astruch i sur., 2016).

Nastanjuje područja infralitoralnih stjenovitih dna te livada morskih cvjetnica u plitkim vodama do 50 metara dubine. Ova vrsta aktivna je danju, a hrani se algama te manjim beskralježnjacima. Smatra se predatorom jer se hrani algama strugajući ih sa organizma na kojima su one pričvršćene. To postiže upravo specifičnom građom usta koje podsjećaju na papigin kljun (Guidetti i Boero, 2002). Također seže u dublja područja gdje se hrani epifitnim organizmima sa listova vrste *P. oceanica* (L) (Bernardi i sur., 2000).

Ova vrsta pokazuje dvojni sustav parenja kod kojega mužjaci imaju harem ženki tijekom cijele godine unutar nekog teritorija ili pak žive u grupama u kojima se nalazi više mužjaka. Osim načina razmnožavanja ova vrsta pokazuje i dva načina socijalnog ponašanja. U grupama u kojima se nalazi više mužjaka karakteristične su jedinke manjih veličina koje pokazuju grupno ponašanje bez izražene teritorijalnosti jedinki, dok su mužjaci koji imaju harem ženki izrazito teritorijalni (Afonso i sur., 2008). Teritorijalne grupe sastoje se od jednog mužjaka te jedne do tri ženke, dok u neteritorijalnim grupama nalazimo do 54 jedinke koje dijele zajednički životni prostor (Girolamo i sur., 1999).

Također, ova dva tipa ponašanja prostorno su odvojeni gdje veliki teritorijalni mužjaci zauzimaju duboka područja grebena izloženija okolišnim utjecajima, dok grupe s manjim jedinkama zauzimaju plitka i mirnija područja. Međutim često dolazi do ispreplitanja i interakcije ovih grupa u prostoru a posebice za vrijeme parenja u ljetnim periodima (Afonso i sur., 2008).

Sezona parenja za ovu vrstu je u ljetnim mjesecima od srpnja do kolovoza. Mriještenje se događa uvijek u paru tijekom dana u kratkom vremenskom periodu prije sumraka. Ženke imaju asinkroni jajnik koji je specifičan za vrste koje se mrijeste više puta sezone parenja. Mužjaci razvijaju sekundarne testise što govori da se njihove gonade razvijaju kao jajnici u juvenilnom stadiju ali se kasnije rediferenciraju u funkcionalne sjemenike (Girolamo i sur., 1999).

Kod ove vrste stoga dolazi do specifične pojave tzv. sekundarni gonohorizam u kojemu pojedine jedinke provode život kao mužjaci, a njihove su gonade nastale iz jajnika prilikom procesa promjene spola prije samog spolnog sazrijevanja (Robertson i Warner, 1978).

1.7.2. *Simnia spelta* (Linnaeus, 1758)

S. spelta vrsta je morskog puža a pripada porodici Ovulidae. (Slika 7) Kod ove vrste kućica je vretenastog oblika s ušiljenim vrhovima. Ušće kućice ima oblik pukotine, glatko je te nema izražene zubiće. Na tijelu puža koji je prekriven plaštom karakteristične su crvenkaste točkice te veće bijele pjege (Turk, 2011). Boja kućice je bijela, žuta, ružičasta ili narančasta, često s bijelim ili tamnim mrljama, ili prugama, pružajući kamuflažu. Odvojenog je spola te je oplodnja unutarnja. Rasprostranjena je u sjevernom i zapadnom Sredozemlju (DORIS, 2018). Ova vrsta poznat je epibiont te se hrani polipima i tkivom gorgonija *E. cavolini* (Koch, 1887) i *E. singularis* (Esper, 1791) (Skoufas, 2006) (Slika 8).



Slika 7. Vrsta *Simnia spelta*.

Izvor: (http://www.idscaro.net/sci/04_med/class/fam3/species/simnia_spelta1.htm) (20.7.2020)



Slika 8. Puž *Simnia spelta* tijekom hrajenja polipima gorgonije *Eunicella singularis*.
Izvor: (https://www.cibsub.cat/bioespecie_es-neosimnia_spelta-1610) (20.7.2020)

1.7.3. *Pseudosimnia carnea* (Poiret, 1789)

P. carnea vrsta je morskog puža koja pripada porodici Ovulidae (Slika 9). Njena kućica i plašt su ružičaste ili koraljno crvene boje a samo su vršci kućice bijele boje, a upravo zbog karakterističnih boja odlično se prilagođava boji crvenog koralja na kojima i živi (Turk, 2011). Kućica školjke ima globularni oblik sa izduženim krajevima, a otvor je uzak te pomalo zakrivljen. Ušće kućice ima oblik pukotine te su izražena nazubljenja duž cijelog peristoma. Veličina kućice obično doseže duljinu od 8 do 19 mm. Odvojenog je spola te je oplodnja unutarnja. Ova vrsta hrani se polipima crvenog koralja (*C. rubrum*) pomoću specijaliziranog usnog otvora koje joj omogućava skidanje polipa. Istraživanja koja su provedena u sjeverno zapadnom dijelu Sredozemlja na dubinama od 85-90 metara već su dokazala utjecaj ove vrste na kolonije crvenog koralja (Priori i sur., 2014) (Slika 10). Ova vrsta se također hrani gorgonijom *P. clavata* (Risso, 1826) što dokazuje istraživanje u ovom radu.



Slika 9. Vrsta *Pseudosimnia carnea*.

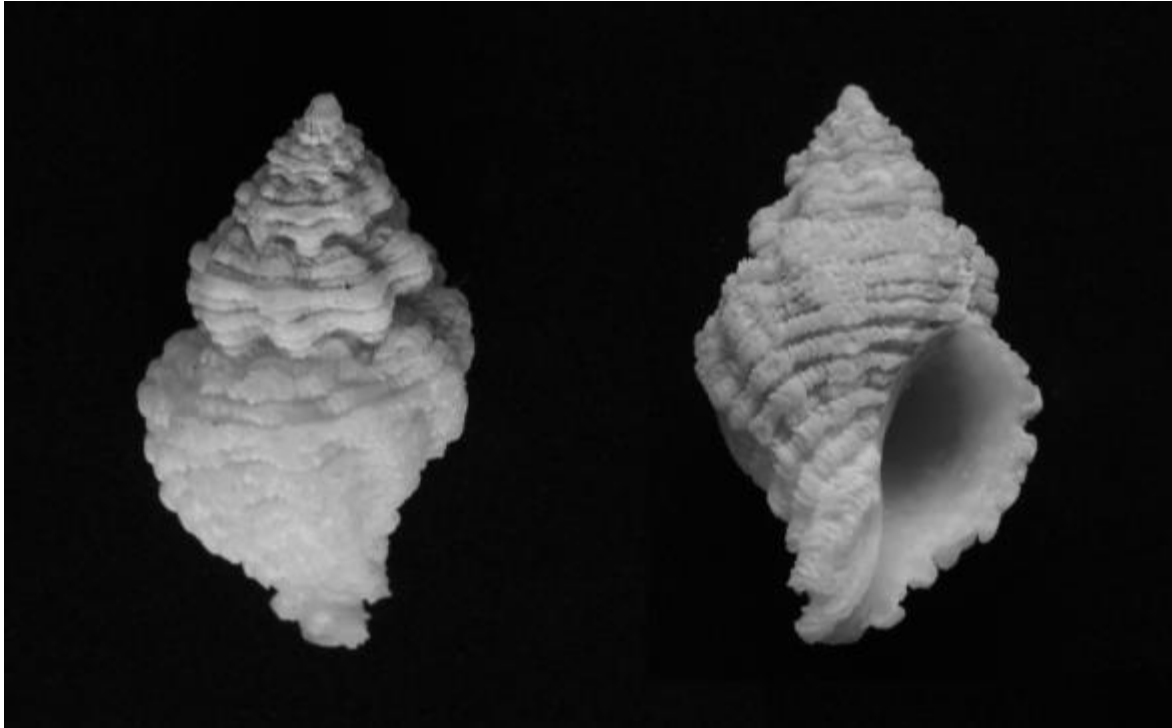
Izvor: (<https://storage.googleapis.com/conchology-images/1130000sup/1134537.jpg>) (20.7.2020)



Slika 10. Puž *Pseudosimnia carnea* prilikom hranjenja polipima crvenog koralja *Corallium rubrum*. Izvor: (<https://www.ecured.cu/images/7/7f/Pseudosimnia-carnea.jpg>) (20.7.2020)

1.7.4. *Coralliophila meyendorffi* (Calcara, 1845)

C. meyendorffi je vrsta morskog puža koja pripada porodici Muricidae (Slika 11). Kućica ove vrste robusnog je oblika. Svaki zaseban dio kućice sastavljen je od 11 do 12 aksijalnih rebrastih nazubljenja. Veličina kućice kreće se od 5 do 40 mm. Boja kućice je bjelkaste boje. Protandični je hermafrodit, a oplodnja je unutarnja. Izražen je spolni dimorfizam pri čemu su mužjaci uočljivo manji od ženki (DORIS, 2018). Ovaj puž ujedno je i poznati predator polipa kolonijalnog kamenog koralja *C. caespitosa*. Hrani se sa polipima koralja skidajući ih sa njihovog skeleta. Rasprostranjen je po cijelom dijelu sjeverno istočnog Atlantika uključujući i Sredozemno more (Oliverio i Mariottini, 2001). U istočnom dijelu Jadranskog mora rasprostranjenost ove vrste je najveća te ona uvelike utječe na život koralja. Istraživanja su već pokazala da su velike populacije ovog puža napravile značajnu štetu na grebenu koralja *C. caespitosa* u području Velikog jezera u Nacionalnom parku Mljet (Kružić i sur., 2013).



Slika 11. Vrsta *Coralliophila meyendorffi*.

1.7.5. *Babelomurex cariniferus* (Sowerby, 1834)

Ova vrsta morskog puža pripada porodici Muricidae (Slika 12). Površina kućice najčešće je bjelkaste ili tamno sive boje, robusnog je oblika sa brojnim rebrastim nazubljenjima nalik šiljku. Kod ove vrste kućica doseže veličinu od 20 do 45 mm. Odvojenog spola te je izražen spolni dimorfizam pri čemu su mužjaci uočljivo manji od ženki, Oplodnja u ove vrste je unutarnja (Richter i Luque, 2003). Rasprostranjena je od Sredozemnog mora pa sve do obale Afrike. Živi u područjima specifičnih za koraljne grebene te spužve, a može se naći na dubinama od nekoliko metara pa sve do 1000 metara (WoRMS, 2020). Također spada u skupinu organizama koji se hrane polipima kolonijalnog kamenog koralja *C. caespitosa* (Kersting i sur., 2013).



Slika 12. Vrsta *Babelomurex cariniferus*.

Izvor: (http://www.idscaro.net/sci/04_med/pictures/fam3/babel_cariniferus1.jpg) (20.7.2020)

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je istražiti utjecaj predatorskih vrsta (puževa *C. meendorffi*, *B. cariniferus*, *S. spelta*, *P. carnea*, te ribe papigače *S. cretense*) na faunu koralja na 12 odabranih lokaliteta istočnog Jadrana u sastava Natura 2000 područja. Proučit će se njihova dubinska rasprostranjenost, te ugroženost koralja kojima se hrane (utvrdit će se stupanj oštećenosti jedinki i kolonija koralja). Procijenit će se zastupljenost vrsta predatora, te njihov negativan utjecaj na koralje kojima se hrane. Istražit će se i koliki je utjecaj globalnih klimatskih promjena (prvenstveno povišene temperature mora) na rasprostranjenost predatora. Po prvi put će se istražiti negativan utjecaj ribe papigače *S. cretense* na faunu koralja u Jadranskom moru.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Područje istraživanja

Ukupno je izabrano 12 lokacija za istraživanje: u Parku prirode Telašćica (Veli Garmenjak, Vela Sestrica), Nacionalnom parku Kornati (Mana, Vela Panitula) i Nacionalnom parku Mljet (Rt Lenga, Veliko jezero) i 6 lokacija u sastavu Natura 2000 područja; Plić Tenki (otok Krk), Mali Ćutin (otok Cres), Mežanj (Dugi otok), Blitvenica, Glavat (otok Lastovo), Rt Prtuša (otok Šipan) (Slike 13, 14 i 15; Tablica 1).



Slika 13. Postaje istraživanja (crvene točke) u sjevernom dijelu Jadrana.



Slika 14. Postaje istraživanja (crvene točke) u srednjem dijelu Jadrana.



Slika 15. Postaje istraživanja (crvene točke) u južnom dijelu Jadrana.

Tablica 1. Popis lokaliteta i postaja na kojima je istraživanje provedeno, s pripadajućim koordinatama.

| Lokalitet | Postaja | Koordinate | | Zaštićeno područje |
|-------------------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|
| Park prirode Telašćica | Veli Garmenjak | 15° 10' 54.83" E | 43° 52' 14.50" N | + |
| | Vela Sestrica | 15° 12' 27.08" E | 43° 51' 01.30" N | + |
| Nacionalni park Kornati | Mana | 15° 15' 44.94" E | 43° 48' 00.50" N | + |
| | Vela Panitula | 15° 20' 19.80" E | 43° 45' 45.12" N | + |
| Nacionalni park Mljet | Lenga | 17° 23' 17.98" E | 42° 45' 21.34" N | + |
| | Veliko jezero | 17° 24' 03.29" E | 42° 45' 08.06" N | + |
| Otok Krk | Plić Tenki | 14° 43' 17.07" E | 45° 04' 17.88" N | - |
| Otok Cres | Mali Ćutin | 14° 29' 38.95" E | 44° 43' 27.36" N | - |
| Dugi otok | Mežanj | 14° 55' 01.97" E | 44° 05' 27.82" N | - |
| Otočić Blitvenica | Blitvenica | 15° 34' 32.40" E | 43° 37' 29.74" N | - |
| Otočić Glavat | Glavat | 17° 08' 47.65" E | 42° 45' 53.30" N | - |
| Otok Šipan | Rt Prtuša | 17° 54' 34.15" E | 42° 41' 55.12" N | - |

3.2. Mjerenje temperature mora

Temperatura mora izmjerena je na dubinama 5, 10, 20, 30 i 40 metara pomoću HOBO Pendant Onset Computers data loggera. Mjerači su postavljeni na tri lokacije: otočić Mali Ćutin kod otoka Cresa, otočić Mana (NP Kornati) i Rt Lenga (NP Mljet) pomoću penjačkih klinova zabijenih u stijenu, na koje su učvršćeni plastičnim vezicama. Mjerenja temperature mora očitavana su jednom godišnje. Tablice i grafovi napravljeni su u programu Excel.

3.3. Istraživanje utjecaja predatorskih vrsta na koralje

Na svim lokacijama napravljena su izravna opažanja *in situ*, uz korištenje autonomne ronilačke opreme. Na svim istraživanim postajama pratio se utjecaj predatorskih vrsta na kamene koralje i gorgonije, te rasprostranjenost i brojnost predatorskih vrsta. Pratio se utjecaj puževa *C. meyendorffi*, *B. cariniferus*, *S. spelta*, *P. carnea*, te papigače *S. cretense* na faunu

korralja. Izmjerena temperatura mora usporedila se s brojnošću predatorskih vrsta i stanjem korralja (stupanj oštećenosti jedinki i kolonija) na istraživanim postajama.

Za ribu papigaču *S. cretense* su provedena istraživanja vizualnog cenzusa (ronilac bilježi ciljanu vrstu ribe unutar transekta) kako bi se procijenila njena brojnost i utjecaj hranjenja korraljima na istraživanim postajama. Vrsta je praćena na tri dubinska raspona (5-10, 10-20 i 20-30 metara dubine) duž nasumično smještenih transekta dužine 100 metara i širine 5 metara (tri transekta po postaji) (Harmelin-Vivien i sur., 1985; English i sur., 1997). Svaki profil odrađen je 3 puta tijekom ljetnih mjeseci (7. i 8. mjesec). Tijekom promatranja, jedinke su upisivane u tablicu, u tri veličinske kategorije: male (<15 cm), srednje (16-29 cm) i velike (> 30 cm) jedinke (Afonso i sur., 2008). Brojnost vrste po postaji izražena je prosječnim brojem jedinki na 500 m². Istraživalo se hranjenje papigače na kamenim korraljima *B. europaea* (Risso, 1826), *C. caespitosa* (Linnaeus, 1767) i *M. pharensis* (Heller, 1868), utvrđenim na svim istraživanim postajama. Hranjenje ostavlja upadljive tragove na korraljima koji se bilježe i fotografiraju.

Puževi predatori *C. meyendorffi* i *B. cariniferus* praćeni su na kolonijama korralja *C. caespitosa* tijekom večernjih ronjenja, jer su ove dvije vrste aktivne noću. Na lokacijama s ovom vrstom korralja puževi su sakupljeni, izbrojani i dužina kućice im je izmjerena pomičnom mjerkom. Na svakoj koloniji sa predatorskim puževima izračunat je prosječan broj čaški korralja po koloniji i postotak pojedenih (oštećenih) polipa koristeći fotografije kolonija i kvadratne metalne okvire 25x25 centimetara (Peirano i sur., 2001; Kružić i Benković, 2008).

Puž predator *S. spelta* praćen je na gorgonijama *E. cavolini* i *E. singularis* dok je puž predator *P. carnea* praćen na gorgoniji *P. clavata* te na crvenom korralju *C. rubrum*. Kod puževa predatora na gorgonijama te na crvenom korralju brojane su jedinke predatora utvrđene na kolonijama i fotografirane su ozljede (lezije). Izračunao broj kolonija te postotak inficiranih kolonija korralja po populaciji na istraživanim postajama.

Kod svih vrsta predatora korralja pazilo se kako se ne bi zamijenile ozljede (lezije) nastale hranjenjem predatora i nekroze nastale utjecajem temperaturnih anomalija zbog klimatskih promjena.

Za statističku obradu podataka (brojnost predatora, oštećenja na korraljima) koristio se program Statistica 14.0.

4. REZULTATI

4.1. Temperatura mora na istraživanim postajama

Izmjerene temperature mora na postajama tijekom 2019. godine pokazuju utjecaj temperaturnih anomalija (temperature mora više od uobičajenog prosjeka), prvenstveno na dubinama od 30 i 40 metara. Najviše ljetne temperature mora izmjerene su na postaji Rt Lenga (NP Mljet). Slijedi postaja Mana (NP Kornati) i Mali Ćutin (otok Cres) s najnižim izmjerenim temperaturama (Slike 16 do 20).

Najviša temperatura mora na 5 metara dubine iznosila je 28,35°C u srpnju na postaji Rt Lenga (NP Mljet), na postaji Mali Ćutin (otok Cres) izmjereno je 26,42°C u kolovozu, dok je na postaji Mana (NP Kornati) izmjereno 26,98°C u kolovozu (Slika 16).

Na 10 metara dubine najviša temperatura mora izmjerena je početkom kolovoza na postaji Rt Lenga (NP Mljet) te iznosila 27,94°C, na postaji Mana (NP Kornati) najviša temperatura mora izmjerena je u kolovozu te je iznosila 26,88°C, dok je na postaji Mali Ćutin (otok Cres) najviša vrijednost temperature mora također izmjerena u kolovozu te je iznosila 25,93°C (Slika 17).

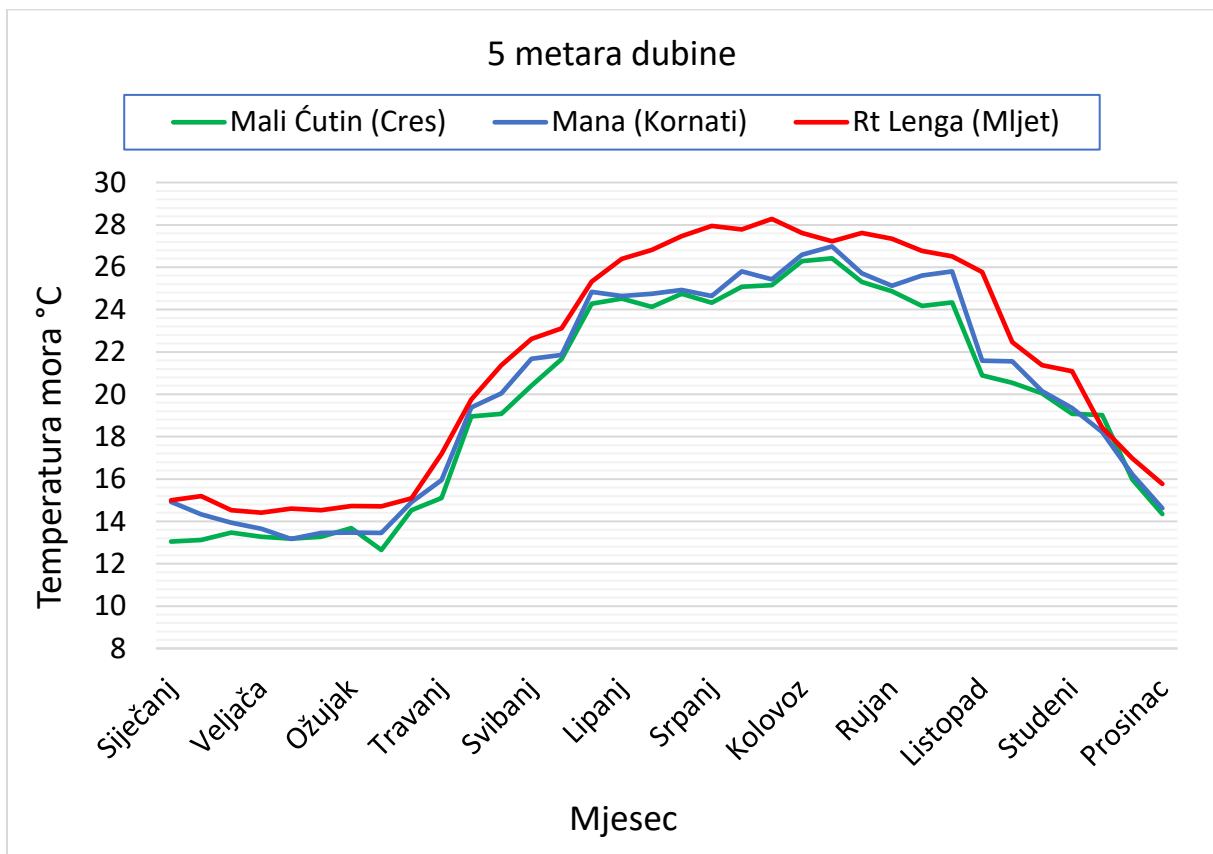
Na 20 metara dubine najviša temperatura mora izmjerena je početkom rujna na postaji Rt Lenga (NP Mljet) te je iznosila 24,16°C, na postaji Mana (NP Kornati) najviša vrijednost temperature mora izmjerena je u rujnu te je iznosila 22,81°C, dok je na postaji Mali Ćutin (otok Cres) najviša vrijednost temperature mora izmjerena krajem kolovoza te je iznosila 21,59°C (Slika 18).

Na 30 metara dubine najviše vrijednosti temperature mora izmjerene su početkom rujna na postaji Rt Lenga (NP Mljet) (23,96°C). Također, u rujnu su najviše vrijednosti izmjerene na postaji Mana (NP Kornati) (22,26°C) i Mali Ćutin (otok Cres) (21,44°C) (Slika 19).

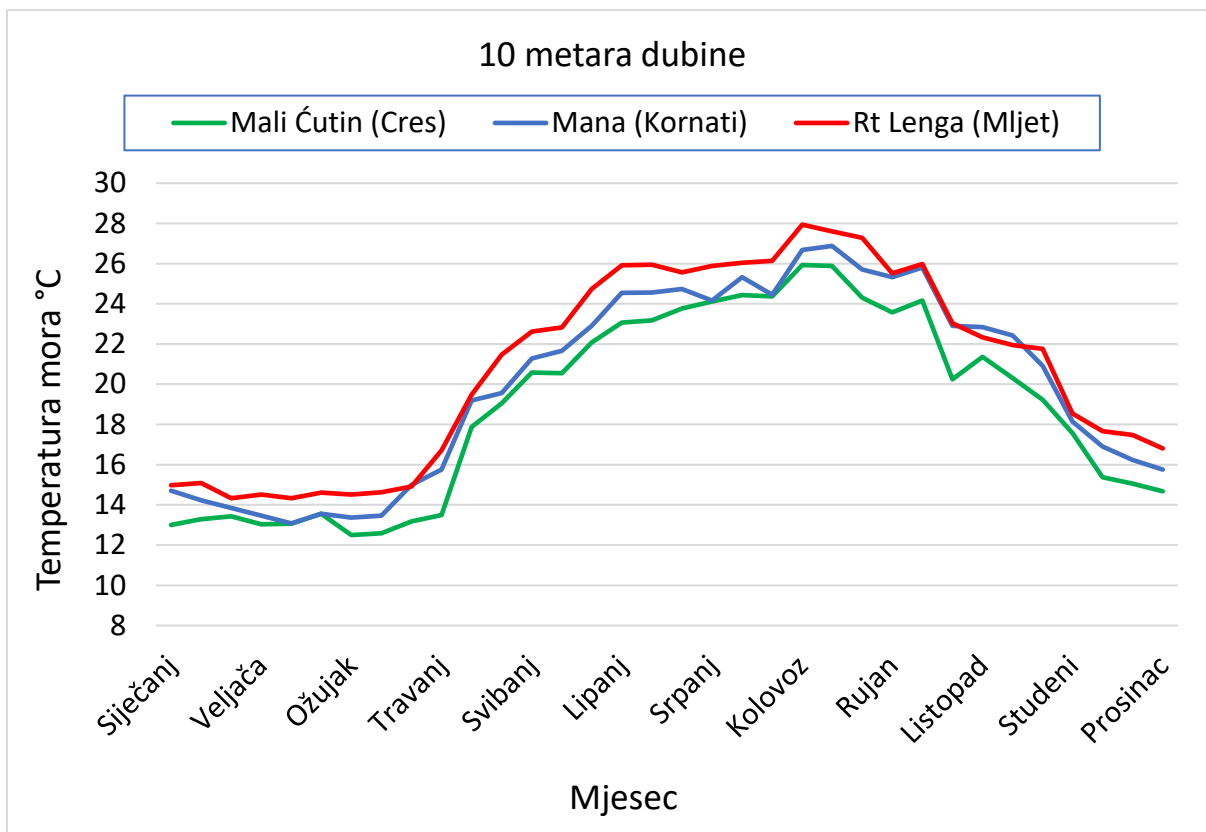
Na 40 metara dubine najviša vrijednost temperature mora izmjerena je na postaji Rt Lenga (NP Mljet) početkom rujna (24,16°C), dok su najviše vrijednosti na postaji Mana (NP Kornati) (21,38°C) i Mali Ćutin (otok Cres) (19,68°C) izmjerene u listopadu (Slika 20).

Vrijednosti na 30 i 40 metara dubine i dalje su više od prosjeka zadnjih 30-tak godina za te dubine (maksimalne vrijednosti 15°C), ali pokazuju ovisnost o meteorološkim uvjetima na području istočnog Jadrana tijekom ljetnih mjeseci.

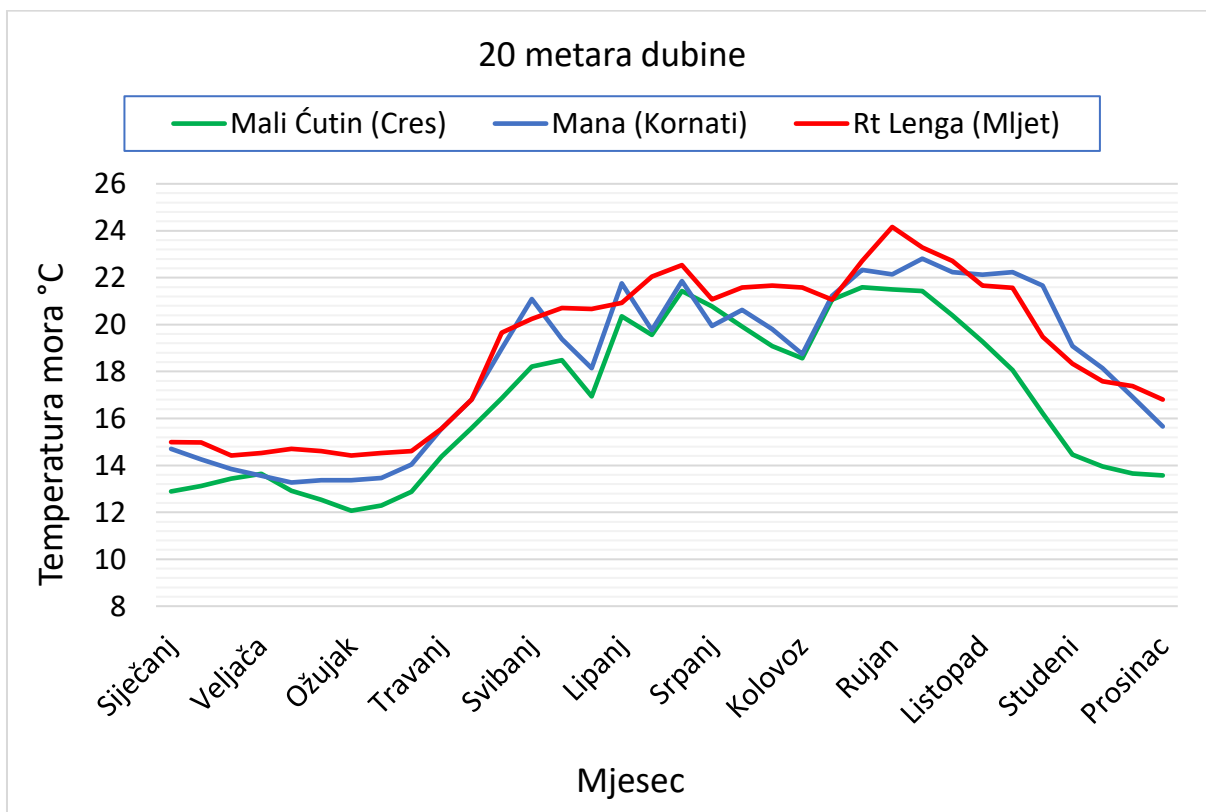
I taj kratkotrajni period povišene temperature mora na dubinama između 30 i 40 metara u trajanju od par tjedana može stvoriti negativne posljedice za sesilne organizme koraligenske biocenoze poput nekroze tkiva ili nemogućnost hranjenja zbog manjka hrane u stupcu mora. Vrsta u koraligenskoj biocenozi ne odgovaraju i stalne fluktuacije temperature koje u par dana mogu iznositi i po nekoliko stupnjeva razlike (često i do 6°C).



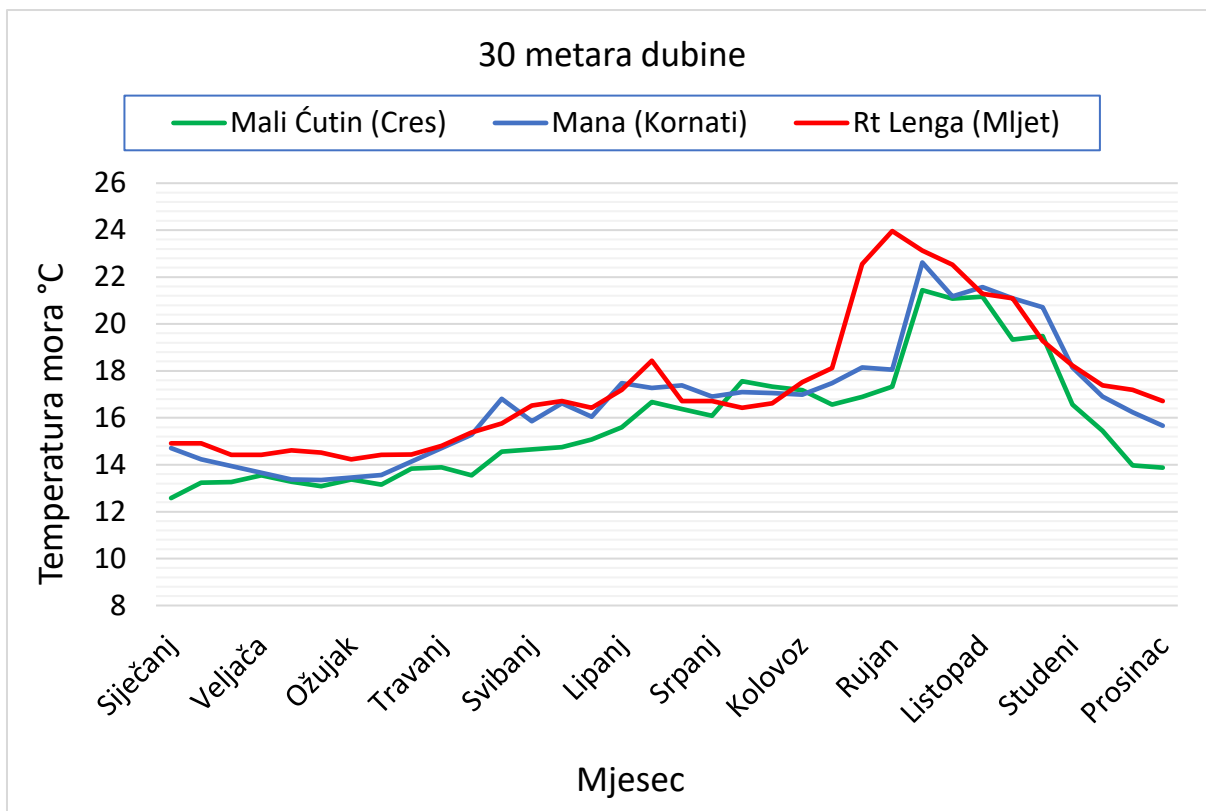
Slika 16. Raspon temperature mora na postajama Mali Ćutin (Cres), Mana (Kornati) i Rt Lenga (Mljet) na 5 metara dubine tijekom 2019. godine.



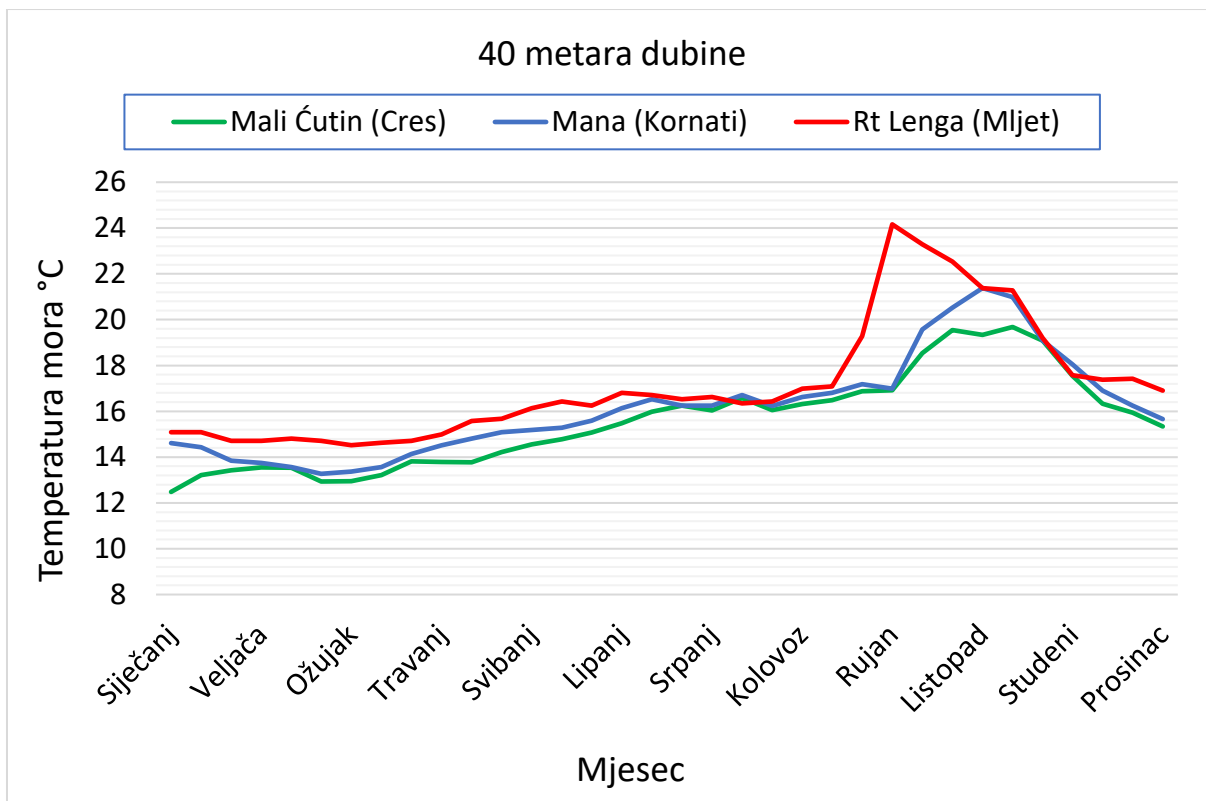
Slika 17. Raspon temperature mora na postajama Mali Ćutin (Cres), Mana (Kornati) i Rt Lenga (Mljet) na 10 metara dubine tijekom 2019. godine.



Slika 18. Raspon temperature mora na postajama Mali Ćutin (Cres), Mana (Kornati) i Rt Lenga (Mljet) na 20 metara dubine tijekom 2019. godine.



Slika 19. Raspon temperature mora na postajama Mali Ćutin (Cres), Mana (Kornati) i Rt Lenga (Mljet) na 30 metara dubine tijekom 2019. godine.



Slika 20. Raspon temperature mora na postajama Mali Ćutin (Cres), Mana (Kornati) i Rt Lenga (Mljet) na 40 metara dubine tijekom 2019. godine.

4.2. Istraživanje vrsta predatora na koraljima

4.2.1. *S. cretense*

Vrsta *S. cretense* praćena je na tri dubinska raspona (5-10, 10-20 i 20-30 metara dubine) duž nasumično smještenih transekta na 500 m² (tri transekta po postaji). Tijekom promatranja, jedinke su upisivane u tablicu, u tri veličinske kategorije: male (<15 cm), srednje (16-29 cm) i velike (>30 cm) (Tablica 2). Najveći broj jedinki utvrđen je na dubinama između 10 i 20 metara, a najmanji na dubinama između 20 i 30 metara. Na postaji Rt Prtuša na dubinama između 10 i 20 metara utvrđeno je u prosjeku $18,3 \pm 6,28$ jedinki papigače što je ujedno i najveći broj jedinki. Na dubinama između 10 i 20 metara najmanji broj jedinki utvrđen je na postaji Plić Tenki ($3,2 \pm 1,61$ jedinki). Najmanji broj jedinki utvrđen na postaji Mana ($1,2 \pm 0,14$) na dubinama između 20 i 30 metara. Brojnost jedinki opada od južnog prema sjevernom dijelu Jadrana. Većina utvrđenih jedinki papigače pripada veličinskom rasponu između 16 i 29 cm. U tom veličinskom rasponu prednjače postaje Glavat (u prosjeku $22,7 \pm 9,16$ jedinki), Rt Prtuša ($19,1 \pm 6,63$) i Rt Lenga ($18,2 \pm 5,18$), sve u južnom dijelu Jadrana. Najmanje je utvrđeno jedinki papigače koje su veće od 30 cm duljine.

Utvrđene su statistički značajne razlike između istraživanih postaja vezano za prosječni broj jedinki na 500 m² na istraživanim postajama između sjevernog i srednjeg, te južnog dijela Jadrana (One-way ANOVA, $p < 0.002$), te za ista područja između brojnosti jedinki unutar veličinskog raspona jedinki (One-way ANOVA, $p < 0.001$).

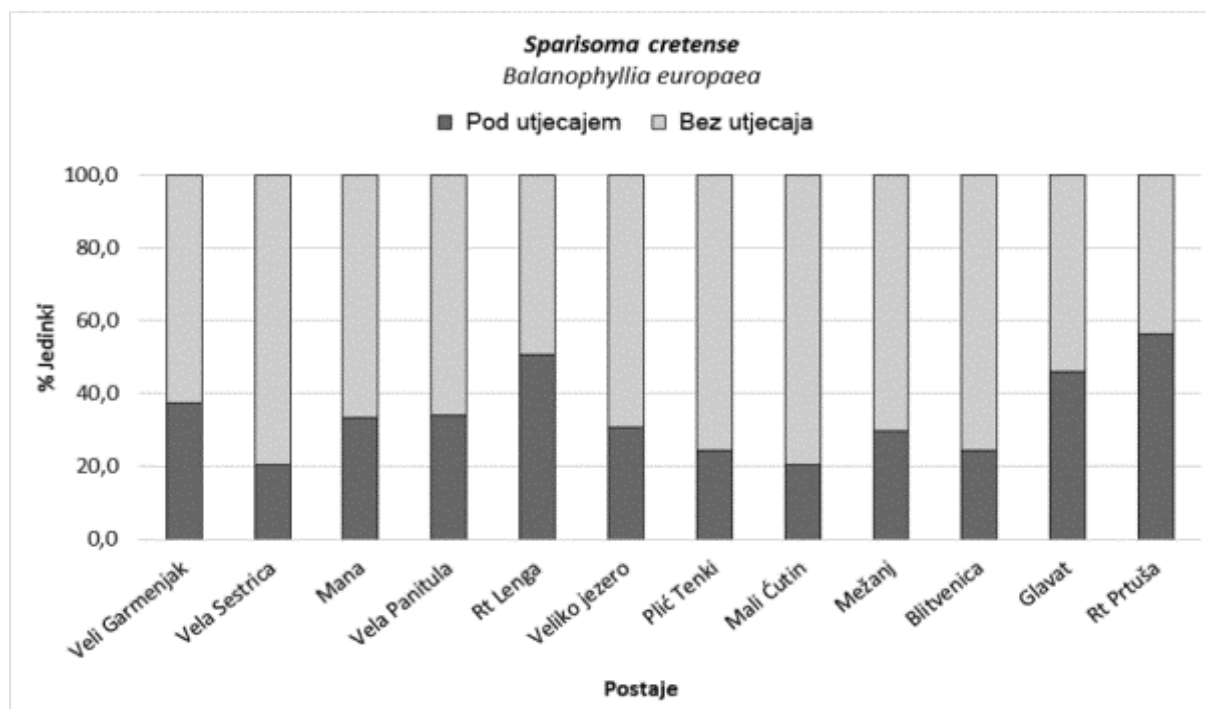
Tablica 2. Brojnost jedinki *S. cretense* po dubinama (u metrima) i njihov veličinski raspon (u centimetrima) na istraživanim postajama (srednja vrijednost \pm SD) za vrijeme istraživanja 2019. godine. Brojnost vrste po postaji izražena je prosječnim brojem jedinki na 500 m²

| Postaja | Dubinski raspon (m) | | | Veličinski raspon jedinki (cm) | | |
|-----------------|---------------------|-----------------|----------------|--------------------------------|-----------------|----------------|
| | 5-10 m | 10-20 m | 20-30 m | <15 cm | 16-29 cm | >30 cm |
| Veli Garmenjaka | 6,3 \pm 1,23 | 4,4 \pm 3,56 | 2,2 \pm 0,16 | 1,4 \pm 0,14 | 5,2 \pm 3,03 | - |
| Vela Sestrica | 7,3 \pm 3,18 | 8,3 \pm 2,97 | 3,8 \pm 0,63 | 2,2 \pm 0,27 | 6,4 \pm 2,29 | - |
| Mana | 6,5 \pm 3,08 | 9,5 \pm 4,17 | 1,2 \pm 0,14 | - | 5,1 \pm 3,05 | - |
| Vela Panitula | 5,2 \pm 2,27 | 4,1 \pm 1,66 | 1,3 \pm 0,22 | 2,6 \pm 1,06 | 6,7 \pm 2,42 | - |
| Rt Lenga | 9,4 \pm 4,33 | 16,4 \pm 5,25 | 4,3 \pm 2,16 | 4,3 \pm 2,27 | 18,2 \pm 5,18 | 3,2 \pm 1,06 |
| Veliko jezero | 4,8 \pm 1,38 | 5,6 \pm 2,72 | - | - | 4,3 \pm 1,35 | - |
| Plić Tenki | 2,9 \pm 0,26 | 3,2 \pm 1,61 | - | - | 2,3 \pm 1,12 | - |
| Mali Ćutin | 2,2 \pm 1,08 | 4,7 \pm 1,76 | - | - | 3,1 \pm 1,17 | - |
| Mežanj | 4,4 \pm 1,14 | 5,6 \pm 3,12 | 2,4 \pm 0,44 | 2,1 \pm 1,05 | 7,4 \pm 3,28 | - |
| Blitvenica | 9,3 \pm 5,28 | 10,2 \pm 5,21 | 4,7 \pm 2,18 | 5,5 \pm 2,94 | 11,2 \pm 6,17 | 1,4 \pm 0,18 |
| Glavat | 6,7 \pm 3,74 | 12,1 \pm 4,33 | 6,3 \pm 2,93 | 4,8 \pm 1,77 | 22,7 \pm 9,16 | 3,1 \pm 2,12 |
| Rt Prtuša | 7,1 \pm 4,05 | 18,3 \pm 6,28 | 5,4 \pm 1,85 | 4,2 \pm 2,67 | 19,1 \pm 6,63 | 2,6 \pm 1,06 |

Utjecaj vrste *S. cretense* na koralj *B. europaea* prikazan je u Tablici 3 i Slici 21. Najveći prosječni broj papigača utvrđen je na postaji Rt Lenga (27,5 \pm 9,33 riba po postaji), a najmanji na postaji Plić Tenki (5,3 \pm 1,71 riba po postaji). Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama južnog Jadrana; Rt Prtuša (56,57% jedinki pod utjecajem), Rt Lenga (51,15%) i otočić Glavat (46,43%). Najmanje negativnog utjecaja utvrđeno je na postajama sjevernog Jadrana; Mali Ćutin (19,56%), te na postajama srednjeg Jadrana; Vela Sestrica (21,02%) i Blitvenica (24,61%). Dobiveni rezultati u skladu su sa rasprostranjenjem papigače čije su populacije i dalje brojnije u južnom dijelu Jadrana, a tek u zadnjih desetak godina, zbog zagrijavanja mora vrsta se širi prema sjevernom dijelu Jadrana.

Tablica 3. Utjecaj vrste *S. cretense* na koralj *B. europaea*. Dubina rasprostranjenosti, broj jedinki koralja (prosjeak ± SD) po postaji, broj jedinki pod utjecajem (prosjeak ± SD), postotak jedinki pod utjecajem i broj riba po koloniji (prosjeak ± SD) tijekom istraživanja 2019. godine. Brojnost vrste po postaji izražena je prosječnim brojem jedinki na 500 m²

| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj Jedinki koralja | Broj jedinki pod utjecajem | % jedinki pod utjecajem | Broj riba po postaji (prosjeak) |
|----------------|-------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Veli Garmenjak | 4-10 | 31,63 ± 14,29 | 12,23 ± 9,18 | 38,67 | 10,2 ± 3,72 |
| Vela Sestrica | 3-12 | 78,16 ± 24,27 | 16,43 ± 11,29 | 21,02 | 15,2 ± 4,69 |
| Mana | 2-10 | 63,44 ± 29,52 | 21,48 ± 16,68 | 33,86 | 14,8 ± 4,12 |
| Vela Panitula | 3-12 | 84,96 ± 39,75 | 29,05 ± 19,33 | 34,19 | 9,1 ± 3,47 |
| Rt Lenga | 2-13 | 77,36 ± 29,18 | 39,57 ± 28,72 | 51,15 | 27,5 ± 9,33 |
| Veliko jezero | 3-12 | 107,36 ± 54,93 | 33,15 ± 21,23 | 30,88 | 7,3 ± 2,52 |
| Plić Tenki | 2-12 | 93,71 ± 53,19 | 23,29 ± 18,31 | 24,85 | 5,3 ± 1,71 |
| Mali Ćutin | 3-15 | 38,96 ± 19,43 | 7,62 ± 4,26 | 19,56 | 5,6 ± 2,27 |
| Mežanj | 2-12 | 64,22 ± 31,16 | 19,85 ± 12,73 | 30,91 | 9,2 ± 3,74 |
| Blitvenica | 3-18 | 126,32 ± 53,68 | 31,09 ± 20,42 | 24,61 | 21,4 ± 8,87 |
| Glavat | 2-16 | 88,57 ± 32,81 | 41,12 ± 31,24 | 46,43 | 20,5 ± 9,31 |
| Rt Prtuša | 3-16 | 69,67 ± 46,38 | 39,41 ± 18,79 | 56,57 | 27,1 ± 12,26 |



Slika 21. Postotni udio jedinki koralja *B. europaea* pod utjecajem predatora *S. cretense* na istraživanim postajama.

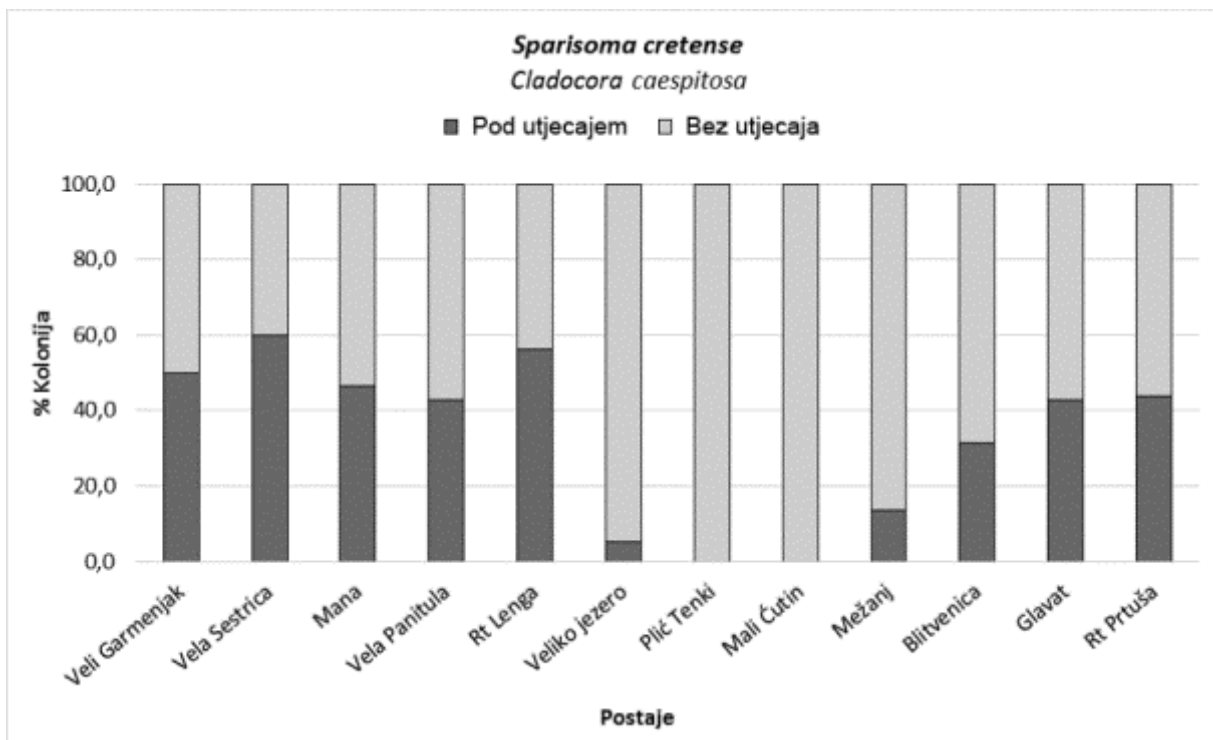
Utjecaj vrste *S. cretense* na kolonijalni koralj *C. caespitosa* prikazan je u Tablici 4 i Slikama 22 i 23. Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama srednjeg Jadrana; Vela Sestrica (60,00% kolonija pod utjecajem), Veli Garmenjok (50,00%) i Mana (46,67%), te južnog Jadrana; Rt Lenga (56,25%), Rt Prtuša (43,75%), Glavat (42, 86%). Najmanje negativnog utjecaja na kolonije utvrđeno je na postajama srednjeg Jadrana; Mežanj (13,64%), te južnog Jadrana; Veliko Jezero (5,27%). Na postajama sjevernog Jadrana nije bilo negativnih utjecaja. Dobiveni rezultati pokazuju izraženiji utjecaj vrste *S. cretense* na koralj *C. caespitosa* na području južnog Jadrana (osim na postaji Veliko jezero), te osobito na području srednjeg Jadrana što ukazuje na širenje ove vrste prema sjevernom djelu Jadrana. I kod koralja *B. europaea* i koralja *C. caespitosa* utvrđene su statistički značajne razlike (One-way ANOVA, $p < 0.001$) između istraživanih postaja sjevernog u odnosu na srednji i južni dio Jadrana vezano za predatorstvo papigače *S. cretense*.

Tablica 4. Utjecaj vrste *S. cretense* na koralj *C. caespitosa*. Dubina rasprostranjenosti, broj kolonija po postaji, broj kolonija pod utjecajem, postotak kolonija pod utjecajem i broj riba po koloniji (prosjeak ± standardna devijacija) tijekom istraživanja 2019. godine. Brojnost vrste po postaji izražena je prosječnim brojem jedinki na 500 m²

| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj kolonija | Broj kolonija pod utjecajem | % kolonija pod utjecajem | Broj riba po postaji (prosjeak) |
|----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Veli Garmenjok | 8-12 | 24 | 12 | 50,00 | 10 ± 3,72 |
| Vela Sestrica | 6-14 | 20 | 12 | 60,00 | 15 ± 4,69 |
| Mana | 5-12 | 15 | 7 | 46,67 | 14 ± 4,12 |
| Vela Panitula | 4-7 | 14 | 6 | 42,86 | 9 ± 3,47 |
| Rt Lenga | 6-14 | 48 | 27 | 56,25 | 27 ± 9,33 |
| Veliko jezero | 5-18 | 455 | 24 | 5,27 | 7 ± 2,52 |
| Plić Tenki | 8-10 | 23 | 0 | 0 | 5 ± 1,71 |
| Mali Ćutin | 6-8 | 19 | 0 | 0 | 5 ± 2,27 |
| Mežanj | 10-14 | 22 | 3 | 13,64 | 9 ± 3,74 |
| Blitvenica | 8-15 | 16 | 5 | 31,25 | 21 ± 8,87 |
| Glavat | 6-10 | 21 | 9 | 42,86 | 20 ± 9,31 |
| Rt Prtuša | 8-16 | 32 | 14 | 43,75 | 27 ± 12,26 |



Slika 22. Oštećenja na koloniji koralja *C. caespitosa* nastala hranjenjem predatora *S. cretense*

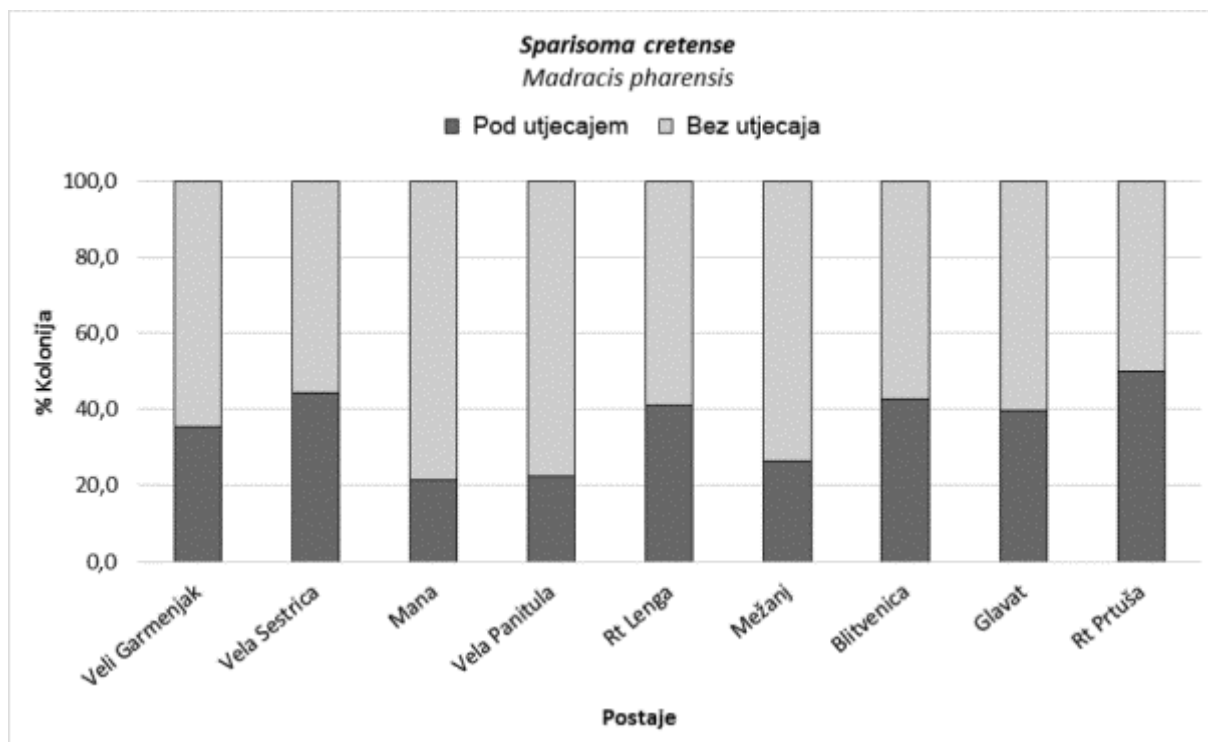


Slika 23. Postotni udio kolonija koralja *C. caespitosa* pod utjecajem predatora *S. cretense* na istraživanim postajama.

Utjecaj vrste *S. cretense* na kolonijalni koralj *M. pharensis* prikazan je u Tablici 5 i Slici 24. Najveći prosječni broj papigača utvrđen je na postaji Rt Lenga ($12,4 \pm 3,36$ riba po postaji), a najmanji na postaji Vela Panitula ($2,2 \pm 0,56$ riba po postaji). Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama južnog Jadrana; Rt Prtuša (50,00% kolonija pod utjecajem), Rt Lenga (41,18%) i Glavat (39,74%) te srednjeg Jadrana; Vela Sestrica (44,44), Blitvenica (42,65%) i Veli Garmenjask (35,42%). Najmanje negativnog utjecaja utvrđeno je na postajama srednjeg Jadrana; Mežanj (26,47%), Vela Panitula (22,64%) i Mana (21,43%). Dobiveni rezultati pokazuju najveći negativni utjecaj vrste *S. cretense* na koralj *M. pharensis* na području južnog Jadrana, ali također i izraženiji utjecaj na području srednjeg Jadrana te ovi rezultati pokazuju širenje papigače prema sjevernim dijelovima Jadranskog mora.

Tablica 5. Utjecaj vrste *S. cretense* na koralj *M. pharensis*. Dubina rasprostranjenosti, broj kolonija po postaji, broj kolonija pod utjecajem, postotak kolonija pod utjecajem i broj riba po koloniji (prosjeak \pm standardna devijacija) tijekom istraživanja 2019. godine. Brojnost vrste po postaji izražena je prosječnim brojem jedinki na 500 m²

| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj kolonija | Broj kolonija pod utjecajem | % kolonija pod utjecajem | Broj riba po postaji (prosjeak) |
|-----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Veli Garmenjask | 23-46 | 48 | 17 | 35,42 | $4,3 \pm 1,41$ |
| Vela Sestrica | 21-44 | 36 | 16 | 44,44 | $3,2 \pm 0,78$ |
| Mana | 26-38 | 56 | 12 | 21,43 | $3,7 \pm 1,02$ |
| Vela Panitula | 18-39 | 53 | 12 | 22,64 | $2,2 \pm 0,56$ |
| Rt Lenga | 23-48 | 85 | 35 | 41,18 | $12,4 \pm 3,36$ |
| Mežanj | 18-33 | 34 | 9 | 26,47 | $3,3 \pm 1,15$ |
| Blitvenica | 20-42 | 68 | 29 | 42,65 | $5,7 \pm 2,69$ |
| Glavat | 21-38 | 78 | 31 | 39,74 | $9,1 \pm 4,31$ |
| Rt Prtuša | 19-35 | 42 | 21 | 50,00 | $12,3 \pm 5,59$ |



Slika 24. Postotni udio kolonija koralja *M. pharensis* pod utjecajem predatora *S. cretense* na istraživanim postajama

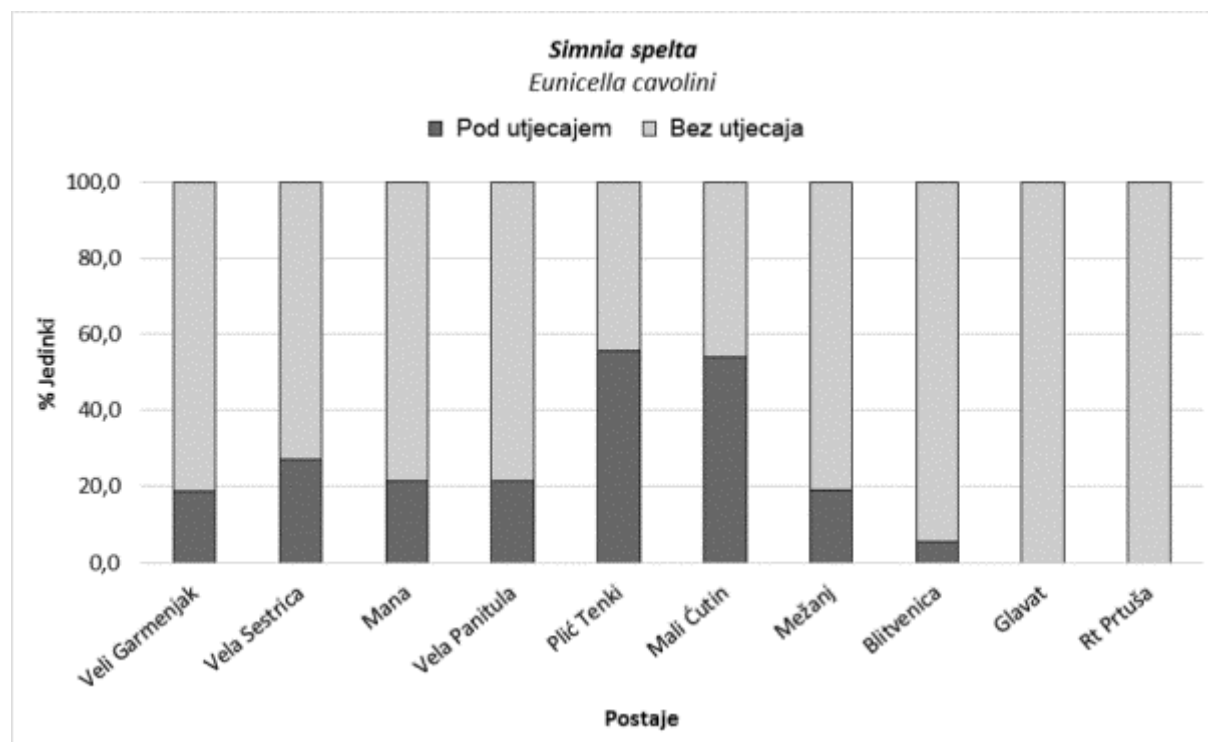
4.2.2. *S. spelta*

Utjecaj vrste *S. spelta* na žutu gorgoniju *E. cavolini* prikazan je u Tablici 6 i Slici 25. Najveći broj puževa po koloniji utvrđen je na postaji Mali Ćutin (prosječno $3,6 \pm 2,07$ puževa po koloniji), a najmanji na postaji Blitvenica ($1,1 \pm 0,35$ puževa po koloniji). Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama sjevernog Jadrana; Plić Tenki (55,77% kolonija pod utjecajem), Mali Ćutin (54,17%). Izražen utjecaj utvrđen je i na postajama srednjeg Jadrana; Vela sestrica (27,27%), Mana (21,49%) i Vela Panitula (21,54%). Najmanje negativnog utjecaja utvrđeno je na postaji srednjeg Jadrana; Blitvenica (5,36%). Postaje bez negativnog utjecaja utvrđene su na postajama južnog Jadrana (Glavat i Rt Prtuša).

Utjecaj vrste *S. spelta* na žutu gorgoniju *E. cavolini* pokazuje kako su postaje u sjevernom dijelu Jadrana pod jačim negativnim utjecajem što je povezano i sa većim prosječnim brojem puževa na kolonijama ovih gorgonija.

Tablica 6. Utjecaj vrste *S. spelta* na žutu gorgoniju *E. cavolini*. Dubina rasprostranjenosti, broj kolonija po postaji, broj kolonija pod utjecajem, postotak kolonija pod utjecajem i broj puževa po koloniji (prosjeak ± standardna devijacija) tijekom istraživanja 2019. godine.

| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj kolonija | Broj kolonija pod utjecajem | % kolonija pod utjecajem | Broj puževa po koloniji (prosjeak) |
|----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Veli Garmenjāk | 22-56 | 96 | 18 | 18,75 | 1,2 ± 0,27 |
| Vela Sestrica | 18-52 | 88 | 24 | 27,27 | 3,4 ± 1,44 |
| Mana | 16-48 | 107 | 23 | 21,49 | 2,1 ± 0,39 |
| Vela Panitula | 24-46 | 65 | 14 | 21,54 | 2,7 ± 0,56 |
| Plić Tenki | 12-44 | 52 | 29 | 55,77 | 3,3 ± 1,32 |
| Mali Ćutin | 18-42 | 48 | 26 | 54,17 | 3,6 ± 2,07 |
| Mežanj | 21-39 | 47 | 9 | 19,15 | 1,3 ± 0,49 |
| Blitvenica | 24-54 | 112 | 6 | 5,36 | 1,1 ± 0,35 |
| Glavat | 23-44 | 46 | 0 | 0 | 0 |
| Rt Prtuša | 22-42 | 95 | 0 | 0 | 0 |



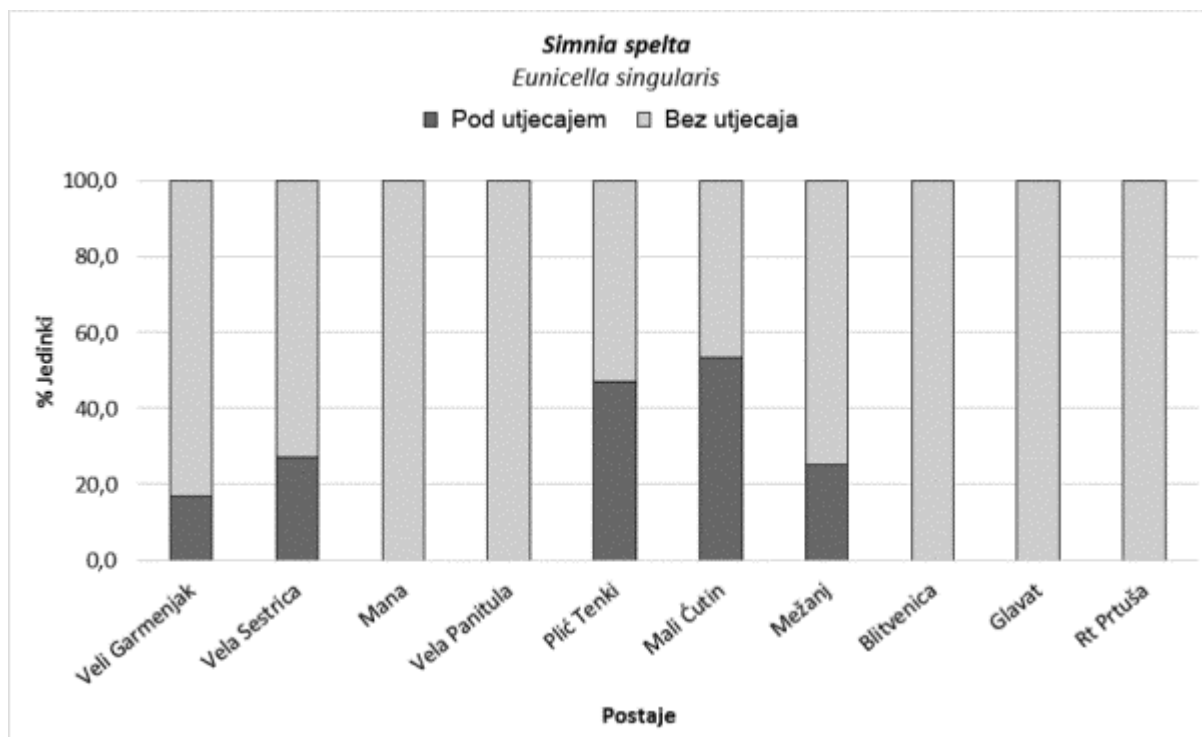
Slika 25. Postotni udio gorgonije *E. cavolini* pod utjecajem puža *S. spelta* na istraživanim postajama.

Utjecaj vrste *S. spelta* na bijelu gorgoniju *E. singularis* prikazan je u Tablici 7 i Slici 26. Najveći broj puževa po koloniji utvrđen je na postaji Mali Ćutin (prosječno $2,7 \pm 0,56$ puževa po koloniji), a najmanji na postaji Veli Garmenjак ($1,4 \pm 0,42$ puževa po koloniji). Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama sjevernog Jadrana; Plić Tenki (47,06% kolonija pod utjecajem), Mali Ćutin (53,57%). Izražen utjecaj utvrđen je i na postajama srednjeg Jadrana; Vela sestrice (27,27%), Mežanj (25,00%) Najmanje negativnog utjecaja utvrđeno je na postaji srednjeg Jadrana; Veli Garmenjак (16,67%). Postaje bez negativnog utjecaja utvrđene su na području srednjeg Jadrana; Mana, Vela Panitula, Blitvenica, te na području južnog Jadrana; Glavat i Rt Prtuša.

Utjecaj vrste *S. spelta* na bijelu gorgoniju *E. singularis* pokazuje kako su postaje u sjevernom djelu Jadrana pod jačim negativnim utjecajem što je povezano i sa većim prosječnim brojem puževa na kolonijama ovih gorgonija.

Tablica 7. Utjecaj vrste *S. spelta* na bijelu gorgoniju *E. singularis*. Dubina rasprostranjenosti, broj kolonija po postaji, broj kolonija pod utjecajem, postotak kolonija pod utjecajem i broj puževa po koloniji (prosjeak \pm standardna devijacija) tijekom istraživanja 2019. godine.

| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj kolonija | Broj kolonija pod utjecajem | % kolonija pod utjecajem | Broj puževa po koloniji (prosjeak) |
|----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Veli Garmenjак | 16-22 | 12 | 2 | 16,67 | $1,4 \pm 0,42$ |
| Vela Sestrice | 14-20 | 22 | 6 | 27,27 | $1,5 \pm 0,36$ |
| Mana | 12-18 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| Vela Panitula | 15-18 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Plić Tenki | 9-21 | 17 | 8 | 47,06 | $2,4 \pm 0,37$ |
| Mali Ćutin | 8-25 | 28 | 15 | 53,57 | $2,7 \pm 0,56$ |
| Mežanj | 16-24 | 12 | 3 | 25,00 | $1,6 \pm 0,43$ |
| Blitvenica | 18-23 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| Glavat | 20-22 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Rt Prtuša | 19-24 | 12 | 0 | 0 | 0 |



Slika 26. Postotni udio gorgonije *E. singularis* pod utjecajem puža *S. spelta* na istraživanim postajama.

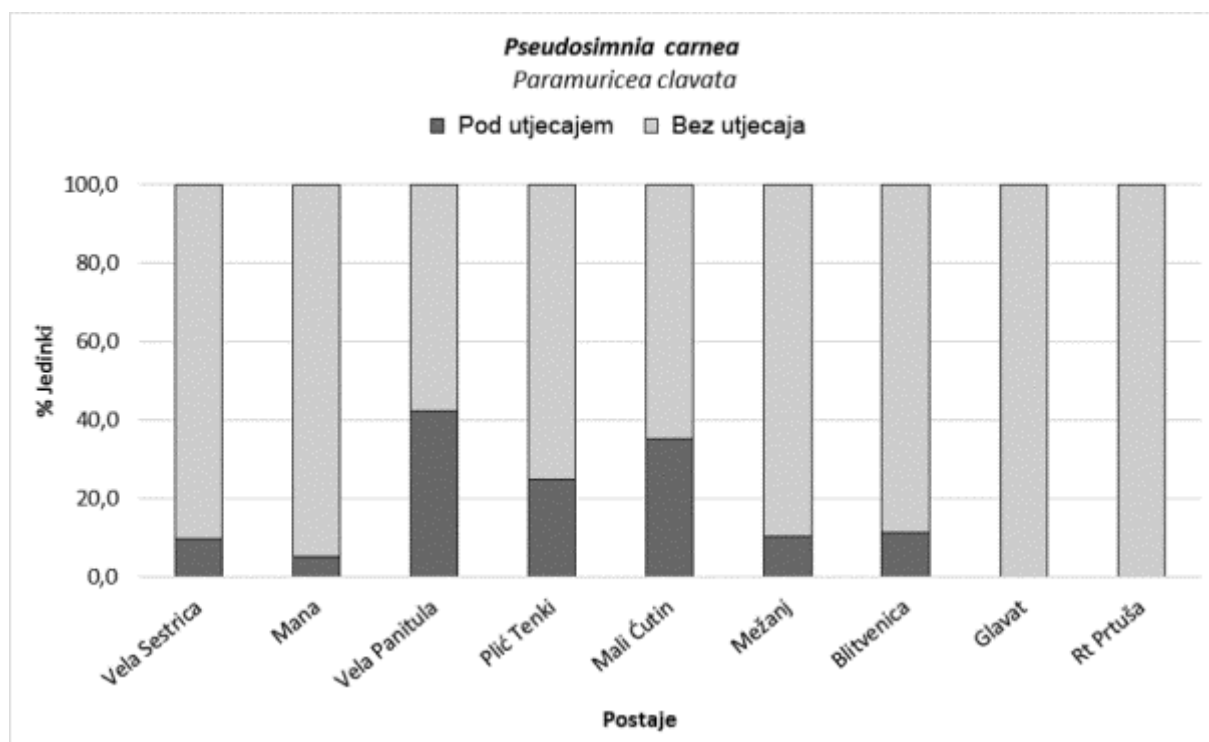
4.2.3. *P. carnea*

Utjecaj vrste *P. carnea* na crvenu gorgoniju *P. clavata* prikazan je u Tablici 8 i Slikama 27 i 28. Najveći broj puževa po koloniji utvrđen je na postaji Plić Tenki (prosječno $4,3 \pm 2,17$ puževa po koloniji), a najmanji na postaji Mežanj ($2,1 \pm 0,16$ puževa po koloniji). Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama sjevernog Jadrana; Plić Tenki (25,00% kolonija pod utjecajem), Mali Ćutin (35,00%) te na postaji srednjeg Jadrana; Vela Panitula (42,11%). Najmanje negativnog utjecaja utvrđeno je na postajama srednjeg Jadrana; Vela sestrica (9,72%) i Mana (5,36%), dok su dvije postaje bez negativnog utjecaja; Glavat i Rt Prtuša.

Utjecaj vrste *P. carnea* crvenu gorgoniju *P. clavata* pokazuje kako su postaje na sjevernom i srednjem Jadranu pod jačim negativnim utjecajem što je povezano i sa većim prosječnim brojem puževa na kolonijama ove gorgonije.

Tablica 8. Utjecaj vrste *P. carnea* na crvenu gorgoniju *P. clavata*. Dubina rasprostranjenosti, broj kolonija po postaji, broj kolonija pod utjecajem, postotak kolonija pod utjecajem i broj puževa po koloniji (prosjeak ± standardna devijacija) tijekom istraživanja 2019. godine.

| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj kolonija | Broj kolonija pod utjecajem | % kolonija pod utjecajem | Broj puževa po koloniji (prosjeak) |
|---------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Vela Sestrica | 33-62 | 72 | 7 | 9,72 | 3,3 ± 0,96 |
| Mana | 35-58 | 56 | 3 | 5,36 | 2,4 ± 0,44 |
| Vela Panitula | 31-52 | 38 | 16 | 42,11 | 2,6 ± 0,39 |
| Plić Tenki | 29-47 | 36 | 9 | 25,00 | 4,3 ± 2,17 |
| Mali Ćutin | 31-45 | 40 | 14 | 35,00 | 4,1 ± 1,55 |
| Mežanj | 36-41 | 29 | 3 | 10,34 | 2,1 ± 0,16 |
| Blitvenica | 38-58 | 62 | 7 | 11,29 | 2,3 ± 0,33 |
| Glavat | 37-45 | 27 | 0 | 0 | 0 |
| Rt Prtuša | 40-56 | 46 | 0 | 0 | 0 |



Slika 27. Postotni udio gorgonije *P. clavata* pod utjecajem puža *P. carnea* na istraživanim postajama.



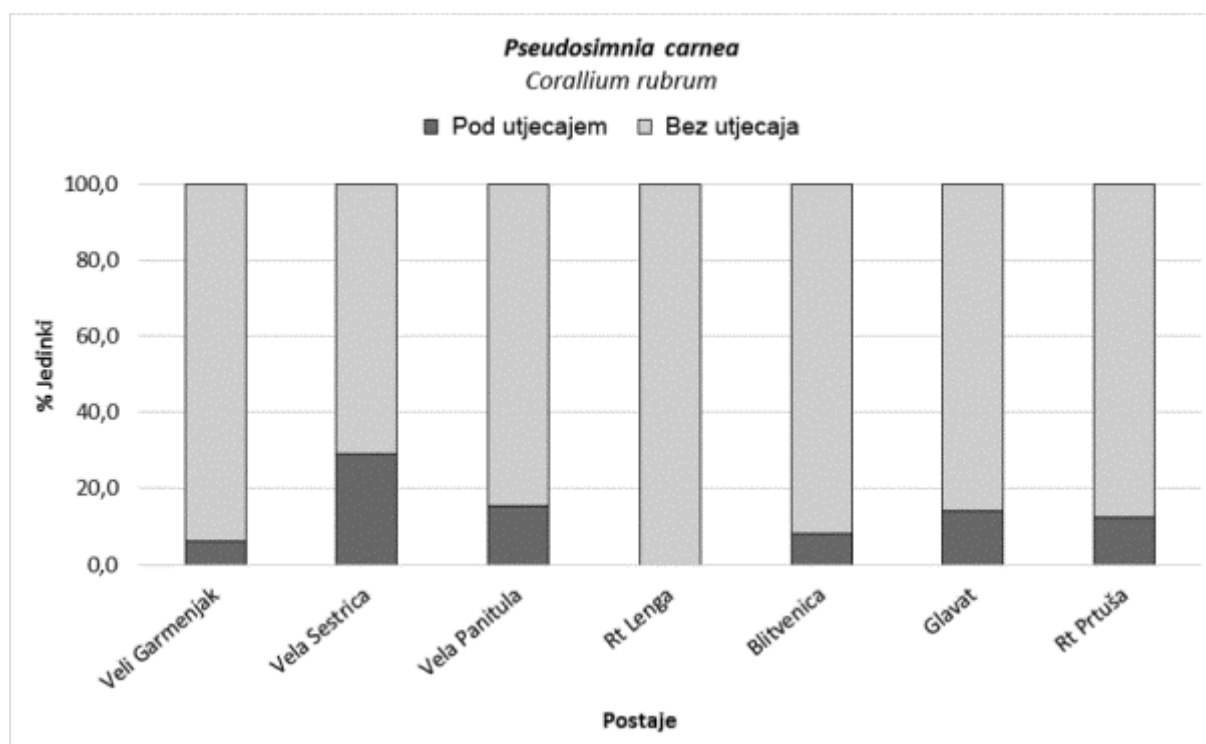
Slika 28. Oštećenja na crvenoj gorgoniji *P. clavata* prilikom hranjenja puževa *P. carnea*.

Utjecaj vrste *P. carnea* na koralj *C. rubrum* prikazan je u Tablici 9 i Slici 29. Najveći broj puževa po koloniji utvrđen je na postaji Blitvenica (prosječno $3,4 \pm 1,35$ puževa po koloniji), a najmanji na postaji Garmenjak ($1,1 \pm 0,14$ puževa po koloniji). Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama srednjeg Jadrana; Vela sestrice (29,17% kolonija pod utjecajem), Vela Panitula (15,38%), južnog Jadrana; otočić Glavat (14,01) i Rt Prtuša (12,34). Najmanje negativnog utjecaja utvrđeno je na postaji srednjeg Jadrana; Veli Garmenjak (6,32%), a na postaji Rt Lenga nema izmjerenih negativnih utjecaja.

Utjecaj vrste *P. carnea* crveni koralj *C. rubrum* pokazuje kako su postaje na srednjem Jadranu pod jačim negativnim utjecajem (osim postaje Blitvenica) što je povezano i sa većim prosječnim brojem puževa na kolonijama ovog koralja.

Tablica 9. Utjecaj vrste *P. carnea* na koralj *C. rubrum*. Dubina rasprostranjenosti, broj kolonija po postaji, broj kolonija pod utjecajem, postotak kolonija pod utjecajem i broj puževa po koloniji (prosjeak ± standardna devijacija) tijekom istraživanja 2019. godine.

| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj kolonija | Broj kolonija pod utjecajem | % kolonija pod utjecajem | Broj puževa po koloniji (prosjeak) |
|----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Veli Garmenjak | 57-65 | 95 | 6 | 6,32 | 1,1 ± 0,14 |
| Vela Sestrica | 54-62 | 48 | 14 | 29,17 | 2,6 ± 0,73 |
| Vela Panitula | 32-63 | 52 | 8 | 15,38 | 2,7 ± 0,49 |
| Rt Lenga | 52-68 | 124 | 0 | 0 | 0 |
| Blitvenica | 54-46 | 36 | 3 | 8,33 | 3,4 ± 1,35 |
| Glavat | 44-45 | 257 | 36 | 14,01 | 1,3 ± 0,24 |
| Rt Prtuša | 46-60 | 154 | 19 | 12,34 | 1,2 ± 0,15 |



Slika 29. Postotni udio crvenog koralja *C. rubrum* pod utjecajem puža *P. carnea* na istraživanim postajama.

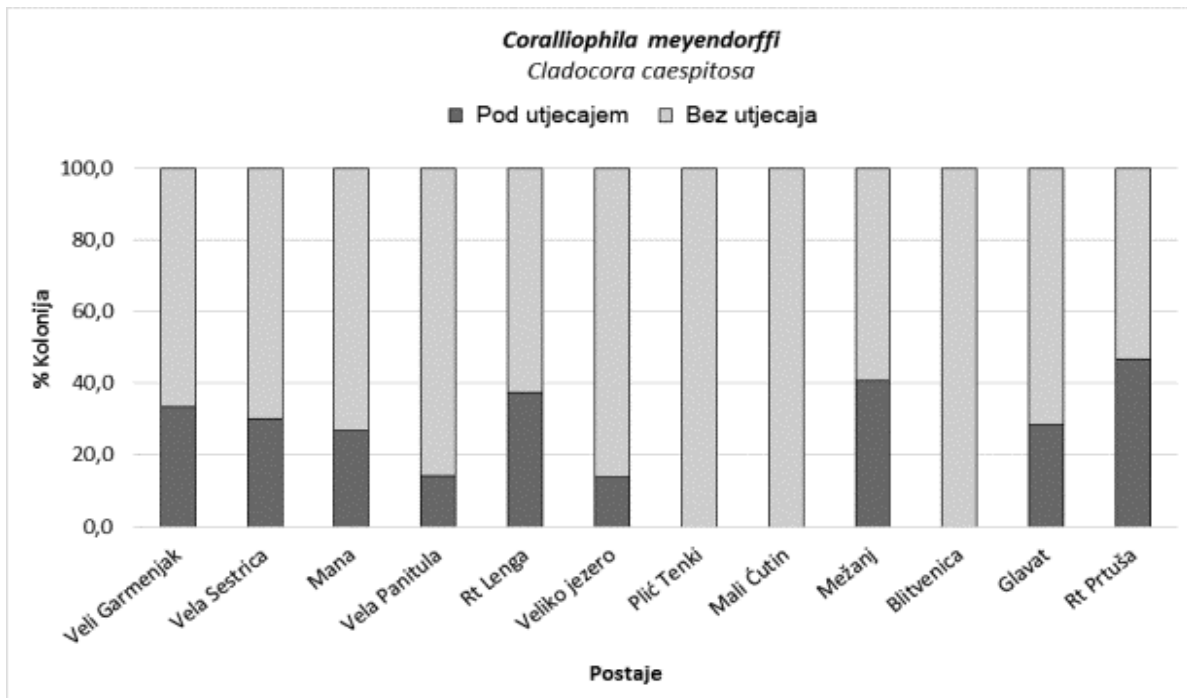
4.2.4. *C. meyendorffii*

Utjecaj vrste *C. meyendorffii* na koralj *C. caespitosa* prikazan je u Tablici 10 i Slikama 30 i 31. Najveći broj puževa po koloniji utvrđen je na postajama Veliko jezero (prosječno $23 \pm 7,15$ puževa po koloniji) i Rt Lenga ($15,7 \pm 5,32$), a najmanji na postaji Glavat ($2,7 \pm 0,66$ prosječno puževa po koloniji). Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama južnog Jadrana; Rt Prtuša (46,88% kolonija pod utjecajem), Rt Lenga (37,50%) te na postajama srednjeg Jadrana; Mežanj (40,91%), Veli Garmenjask (33,33%) i Vela Sestrica (30%). Najmanje negativnog utjecaja utvrđeno je na postaji srednjeg Jadrana; Vela Panitula (14,29%) te na postaji južnog Jadrana; Veliko jezero (13,85%) dok su dvije postaje sa područja južnog Jadrana te jedna postaja sa srednjeg Jadrana bez negativnog utjecaja; Glavat i Rt Prtuša, te Blitvenica.

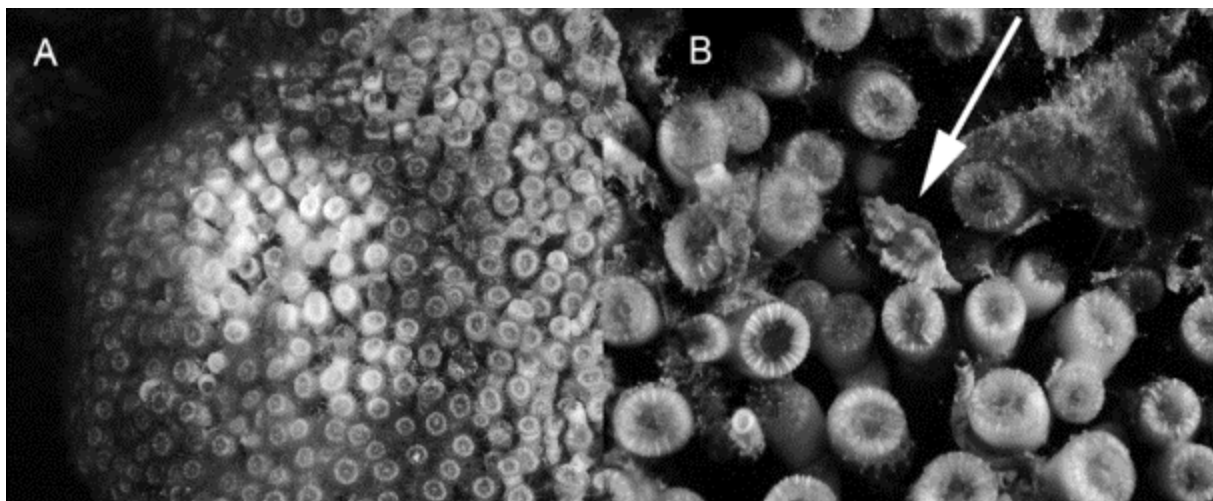
Utvrđena je pozitivna korelacija između gustoće puževa *C. meyendorffii* (utvrđene jedinice po koloniji) i oštećenih čaški po koloniji koralja *C. caespitosa* na istraživanoj postaji Veliko jezero u NP Mljet (Pearson $r = 0,81542$; $p < 0,01$) (Slika 32). Utvrđena je statistički značajna razlika u brojnosti puževa *C. meyendorffii* između istraživanih postaja u NP Mljet i ostalih postaja (One-way ANOVA, $p < 0,001$)

Tablica 10. Utjecaj vrste *C. meyendorffii* na koralj *C. caespitosa*. Dubina rasprostranjenosti, broj kolonija po postaji, broj kolonija pod utjecajem, postotak kolonija pod utjecajem i broj puževa po koloniji (prosjeak \pm standardna devijacija) tijekom istraživanja 2019. godine.

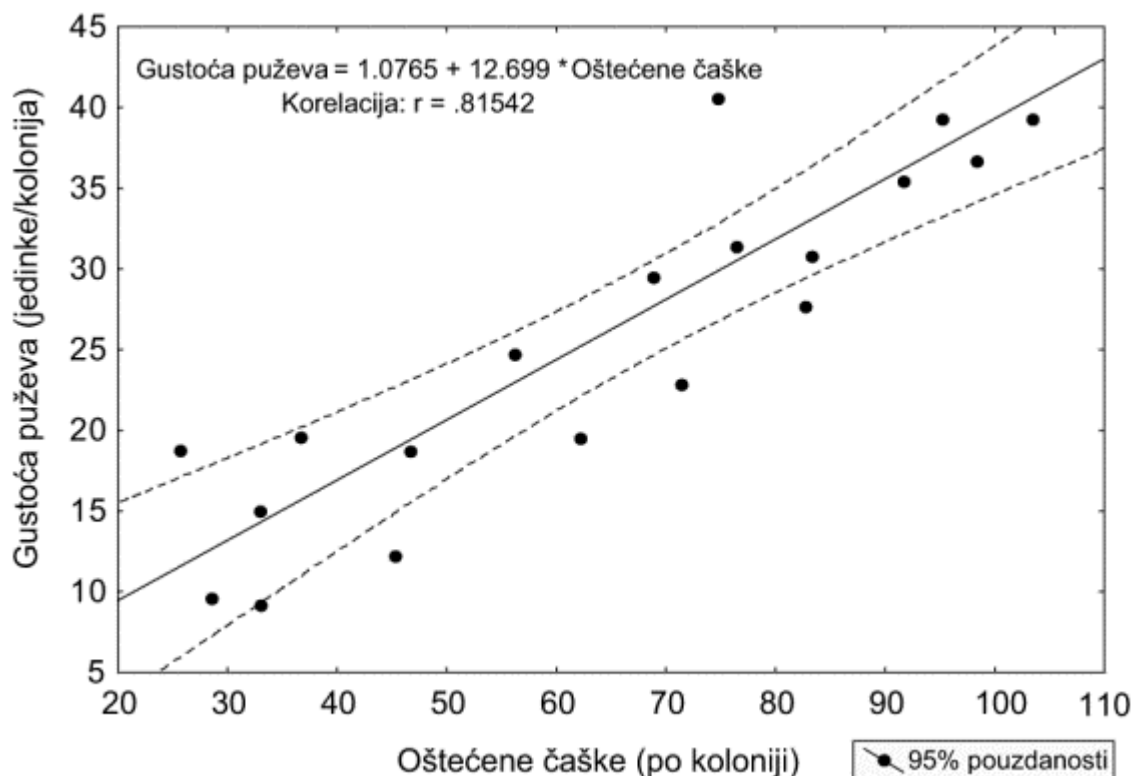
| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj kolonija | Broj kolonija pod utjecajem | % kolonija pod utjecajem | Broj puževa po koloniji (prosjeak) |
|-----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Veli Garmenjask | 8-12 | 24 | 8 | 33,33 | $9,5 \pm 3,16$ |
| Vela Sestrica | 6-14 | 20 | 6 | 30,00 | $5,6 \pm 1,27$ |
| Mana | 5-12 | 15 | 4 | 26,67 | $4,4 \pm 0,97$ |
| Vela Panitula | 4-7 | 14 | 2 | 14,29 | $3,6 \pm 2,07$ |
| Rt Lenga | 6-14 | 48 | 18 | 37,50 | $15,7 \pm 5,32$ |
| Veliko jezero | 5-18 | 455 | 63 | 13,85 | $23 \pm 7,15$ |
| Plić Tenki | 8-10 | 23 | 0 | 0 | 0 |
| Mali Ćutin | 6-8 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| Mežanj | 10-14 | 22 | 9 | 40,91 | $7,6 \pm 3,23$ |
| Blitvenica | 8-15 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| Glavat | 6-10 | 21 | 6 | 28,57 | $2,7 \pm 0,66$ |
| Rt Prtuša | 8-16 | 32 | 15 | 46,88 | $4,2 \pm 1,63$ |



Slika 30. Postotni udio kolonija koralja *C. caespitosa* pod utjecajem puža *C. meyendorffii* na istraživanim postajama.



Slika 31. Puž *C. meyendorffii* prilikom hranjenja polipima koralja *C. caespitosa*. A. Oštećenje kolonije. B. Puž *C. meyendorffii*.



Slika 32. Korelacija između gustoće puževa *C. meyendorffii* (utvrđene jedinice po koloniji) i oštećenih čaški po koloniji koralja *C. caespitosa* na istraživanoj postaji Veliko jezero u NP Mljet.

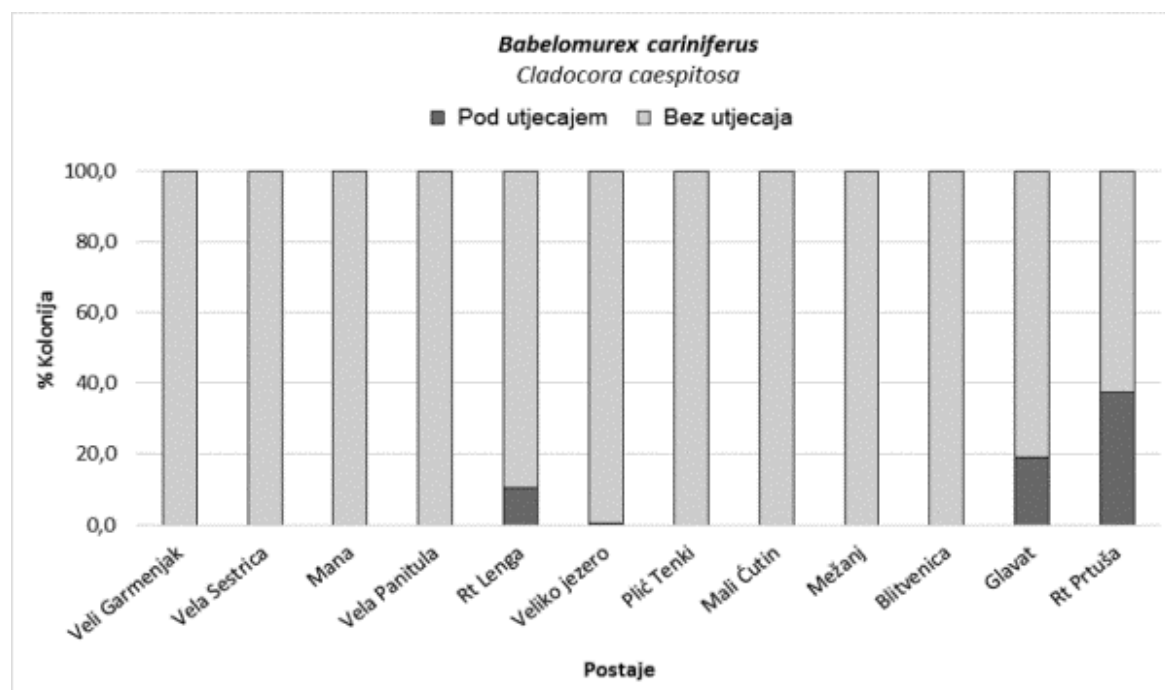
4.2.5. *B. cariniferus*

Utjecaj vrste *B. cariniferus* na koralj *C. caespitosa* prikazan je u Tablici 11 i Slici 33. Najveći broj puževa po koloniji utvrđen je na postaji Rt Lenga ($4,7 \pm 1,56$ prosječno puževa po koloniji), a najmanji na postaji Veliko jezero ($1,6 \pm 0,22$ prosječno puževa po koloniji). Najveći postotci negativnog utjecaja utvrđeni su na postajama južnog Jadrana; Rt Prtuša (37,50% kolonija pod utjecajem), otočić Glavat (19,05%) i Rt Lenga (10,42%) Najmanje negativnog utjecaja utvrđeno je na postaji južnog Jadrana, Veliko jezero (0,66%) dok na svim ostalim postajama na nije bilo negativnog utjecaja.

Na svim postajama na kojima je utvrđen puž predator *B. cariniferus* dokazan je negativan utjecaj na koralj *C. caespitosa*.

Tablica 11. Utjecaj vrste *B. cariniferus* na koralj *C. caespitosa*. Dubina rasprostranjenosti, broj kolonija po postaji, broj kolonija pod utjecajem, postotak kolonija pod utjecajem i broj puževa po koloniji (prosjek \pm standardna devijacija) tijekom istraživanja 2019. godine.

| Postaja | Raspon dubina (m) | Broj kolonija | Broj kolonija pod utjecajem | % kolonija pod utjecajem | Broj puževa po koloniji (prosjek) |
|----------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Veli Garmenjак | 8-12 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| Vela Sestrica | 6-14 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| Mana | 5-12 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| Vela Panitula | 4-7 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| Rt Lenga | 6-14 | 48 | 5 | 10,42 | 4,7 \pm 1,56 |
| Veliko jezero | 5-18 | 455 | 3 | 0,66 | 1,6 \pm 0,22 |
| Plić Tenki | 8-10 | 23 | 0 | 0 | 0 |
| Mali Ćutin | 6-8 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| Mežanj | 10-14 | 22 | 0 | 0 | 0 |
| Blitvenica | 8-15 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| Glavat | 6-10 | 21 | 4 | 19,05 | 2,3 \pm 1,14 |
| Rt Prtuša | 8-16 | 32 | 12 | 37,50 | 3,1 \pm 0,92 |



Slika 33. Postotni udio kolonija koralja *C. caespitosa* pod utjecajem puža *B. cariniferus* na istraživanim postajama.

5. RASPRAVA

Istraživanja na predatorima koralja u Jadranskom moru do danas su napravljena samo za vrstu *C. meyendorffii* i njen utjecaj na vrstu *C. caespitosa* u NP Mljet (Kružić i sur., 2013).

Klimatskim promjenama u Sredozemnom moru i pojačanim zagrijavanjem mora dolazi do promjena rasprostranjenosti “termofilnih” vrsta prema sjevernom dijelu Sredozemnog mora. Vrijednosti temperature mora mogu varirati ovisno o broju dana sa jakim vjetrovima (bura, jugo i maestral). Razlog niže temperature mora tijekom ljeta su jake bure, dok se povišena temperature mora pojačava južnim vjetrom. Nije dokazan znatan utjecaj temperature mora na pojavnost predatorskih vrsta, osim kod vrste *S. cretense*, vezano uz njenu rasprostranjenost prema sjevernom dijelu Jadrana. Vrste puževa *C. meyendorffii*, *B. cariniferus*, *S. spelta*, *P. carnea* ovisne su o temperaturi samo kroz njihov plijen. Tako je vrsta *C. meyendorffii* vezana uz plića područja i više temperature mora, a ostale vrste istraživanih puževa za gorgonije i hladnije, dublje područje mora. Ugrožavanjem gorgonija kroz temperaturne anomalije ugrožene su i ove vrste predatora.

Vrsta *S. cretense* je nekad bila ograničena na istočni dio Sredozemnog mora, ali u zadnjih 20 godina širi se sjevernije; osim u Tirenskom moru u ljeto 1991. godine (Bianchi i Morri, 1994), ova se vrsta pojavila 2000. godine u južnom dijelu Jadrana (Guidetti i Boero, 2001, 2002). Danas je vrsta normalno rasprostranjena do sjevernog dijela Jadrana u ljeto, dok se zimi može vidjeti u srednjem dijelu Jadrana (PP Telašćica) (Kružić, rad u pripremi). Vrsta se hrani manjim beskralješnjacima, a tijekom istraživanja 2014. godine po prvi put je utvrđeno hranjenje ove vrste polipima kamenih koralja (poput svojih rođaka u tropskom moru) (Kružić, 2014). Utvrđene su štete na vrstama *C. caespitosa*, *M. pharensis*, *B. europaea* i *Caryophyllia inornata* prvenstveno na vanjskim istraživanim postajama (prema otvorenom moru). Populacija papigače se u zadnjih desetak godina utrostručila i njena velika brojnost danas predstavlja veliku opasnost za kamene koralje u Jadranskom moru, pogotovo u srednjem i južnom dijelu gdje su populacije najbrojnije. To je dokazano i u ovom radu, gdje je najveći broj jedinki utvrđen na postajama srednjeg i južnog Jadrana. Papigača *S. cretense* više preferira pliće područje, do 20 metara dubine, iako je utvrđena njena prisutnost i šteta koju radi na koraljima (prvenstveno kolonije vrste *M. pharensis*) u dubinama do 30 metara. U plićim dijelovima, do 20 metara dubine, najviše stradavaju kolonijalni koralj *C. caespitosa* i solitarni koralj *B. europaea*. Ovo istraživanje po prvi puta pokazuje hranjenje papigače *S. cretense* na koraljima u Jadranskom moru.

Utjecaj puža *S. spelta* na žutu i bijelu gorgoniju pokazuje kako su sjevernije postaje pod jačim utjecajem što je povezano i sa većim prosječnim brojem puževa na kolonijama ovih gorgonija. Iako se smatralo kako su puževi *S. spelta* i *P. carnea* relativno rijetke vrste u Jadranu, ovo istraživanje pokazuje kako su ove vrste puževa prilično česte, pogotovo u sjevernom dijelu Jadrana. Puževi se mogu utvrditi jedino ako se oni striktno istražuju, dok su prijašnja zapažanja ovih vrsta uglavnom bila prilikom istraživanja drugih ciljanih vrsta, poput gorgonija ili koraligenske biocenoze. Puž *P. carnea* hrani se polipima crvenog koralja i koraljari su ga često nalazili na kolonijama koralja, ali nikad nisu prijavljivali nalaze. Ovim istraživanjem utvrđeno je kako su ovi puževi zapravo prilično česti na kolonijama crvenog koralja. Kod povišenih temperatura mora hranjenje puževa na gorgonijama može potaknuti bakterijske bolesti i smrt kolonija i zbog toga puževi danas predstavljaju ozbiljnu prijetnju za populacije gorgonija u Sredozemnom moru (Cerrano i sur., 2000; Garrabou i sur., 2009).

Puž *C. meyendorffii* ranije je rijetko pronađen u Jadranu (samo je nekoliko primjeraka zabilježeno tijekom istraživanja kriptofaune na grebenu koralja *C. caespitosa* u NP Mljet u ljeto 2000 i 2006). Vrsta je primarno rijetko utvrđivana zbog toga što se hrani uglavnom po noći, a za vrijeme dnevnog svjetla se sakriva dublje između čaški kolonija. Iako nije potvrđeno istraživanjima, postoji mogućnost da se populacija ovog puža povećava s povećanjem temperature mora u novije vrijeme u Sredozemnom moru (Cerrano i sur., 2000; Garrabou i sur., 2009). Toplinski stres mogao bi biti značajan čimbenik ako on rezultira nekrozom tkiva polipa koralja *C. caespitosa*, te okidač za masovno hranjenje vrste *C. meyendorffii*. Produljeno razdoblje (u Jadranskom moru tijekom kolovoza i rujna) povišene ljetne temperature mora može potaknuti razvoj oportunističkih patogenih organizama (virusa, bakterija, gljivica), a vjerojatno pogoduje i eksploziji vrste *C. meyendorffii*. Važno je napomenuti da se ožiljci hranjenja koje ostave puževi lako mogu zamijeniti s nekrozom tkiva (većinom uzrokovanom globalnim zagrijavanjem u moru) kada se promatraju tijekom dnevnog svjetla kada puž nije vidljiv. Međutim, i dalje nije jasno je li gustoća puževa stabilna tijekom godine ili je došlo do povećanja njihove gustoće tijekom toplih ljeta. Smrtnost koralja tijekom 2006. godine vjerojatno je uzrokovana hranjenjem puževa, ali i visokim temperaturama mora u južnom dijelu Jadrana (Kružić i sur., 2013). Pozitivna povezanost između broja puževa i broja oboljelih polipa, dokazana u ovom istraživanju, ukazuje na jaku povezanost između hranidbene aktivnosti puževa i smrtnosti koralja. Ovakav negativan utjecaj puževa na kolonije koralja *C. meyendorffii* utvrđen je u srednjem Jadranu, ali u manjem obimu. Na postajama sjevernog Jadrana (Plić Tenki, Mali Ćutin) nije bilo utjecaja, niti su jedinice puževa utvrđene na kolonijama.

Je li to zbog temperature mora ili puževa *C. meyerendorffii* jednostavno nema u sjevernom dijelu Jadrana tek treba istražiti.

Puž *B. cariniferus* je prilično rijetka vrsta i utvđen je samo u južnom dijelu Jadrana. Brojnost po koloniji kamenog koralja *C. caespitosa* je relativno mala, kao i šteta na polipima.

Puževi su često obilniji na masivnim koraljima na koraljnim grebenima (Hayes, 1990; Kružić i sur., 2003), dokazujući da je koralj *C. caespitosa*, kao greben, "superiorni" domaćin, posebno u Velikom jezeru u NP Mljet. Koralj *C. caespitosa* je grmolik koralj (dendroidni oblik), paralelno rastućih čaški s međuprostorima, i idealan je za skrovište puževa.

Gustoća puževa predatora na koraljima koji borave na različitim domaćinima može biti samoregulirajuća. Hayes (1990) je napravio eksperiment „*in situ*“ u kojem je populacija puževa na kolonijama *Acropora cervicornis* (Lamarck, 1816) povećana dodatnim jedinkama, ali veličina populacije se s vremenom vraća na prvobitnu veličinu. Puž *Coralliophila aborviata* (Lamarck, 1816) normalno se hrani koraljem *Montastrea annularis* (Ellis i Solander, 1786). Za 24 sata može konzumirati do 10 cm² tkiva i ima srednju gustoću od 13 jedinki po kvadratnom metru grebena koralja. Zbog male gustoće naseljenosti *C. aborviata* i činjenice da se hrani vrlo rijetko, nije zabilježeno veliko oštećenje koralja na grebenima (Hayes, 1990).

U protekla dva desetljeća, populacija kamenog koralja *C. caespitosa* u Sredozemnom moru pretrpjela je popriličnu štetu uslijed izbjeljivanja polipa, zagađenja mora, cvjetanja alga i bolesti polipa (Cerrano i sur., 2000; Garrabou i sur., 2003; Rodolfo-Metalpa i sur., 2000; 2005; Kružić i Požar - Domac, 2007; Kružić i sur., 2008). Stoga je procjena i upravljanje prijetnjama koraljima Sredozemnog mora od ključne važnosti za njihovo očuvanje. Ukupni ekološki utjecaj hranjenja istraživanih predatorskih vrsta na koralje još uvijek nije dovoljno poznat. Naša zapažanja pokazuju i na to kako učinci predatora koralja mogu biti pogrešno povezani s bolestima koralja i pokazuju važnost ovakvih istraživanja. Potpuno razumijevanje dinamike populacije grabežljivaca i plijena, međutim, trebalo bi biti preduvjet bilo kakve intervencije u interakcijama predator-plijen.

Iako nije vrsta kojom se bavi ovaj diplomski rad mnogočetinaš *Hermodice carunculata* (Pallas, 1766) utvrđen je na svim istraživanim postajama srednjeg i južnog Jadrana. Ova vrsta se porastom temperature mora širi prema sjevernom dijelu Jadrana. Iako je strvinar, ovaj mnogočetinaš se hrani i oštećenim polipima kamenih koralja i gorgonija, te pridonosi njihovom propadanju.

Temperatura mora kod ovog istraživanja nije pokazala utjecaj na brojnost predatora na istraživanim vrstama, već samo na rasprostranjenost i širenje „termofilnih“ vrsta prema

sjevernom dijelu Jadrana, poput ribe papigače *S. cretense*. Ova vrsta se rapidno širi prema sjevernom dijelu Jadrana u zadnjih 10-tak godina, zahvaljujući jačem zagrijavanju Jadrana zbog klimatskih promjena. Do prije 20 godina vrsta je bila ograničena samo na južni dio Jadranskog mora (Dulčić i Pallaoro, 2001; Kruschel i sur., 2012). Ostale vrste pokazuju striktno vezanje za dubinu i temperature mora koje im odgovaraju, te su rasprostranjene po Jadranu ovisno o prisutnosti vrsta sa kojima se hrane.

6. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata istraživanja mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Utvrđena je povezanost temperature mora i rasprostranjenosti istraživanih vrsta predatora koralja. Dobar primjer za to je širenje ribe papigače *S. cretense* prema sjeveru zbog zagrijavanja Jadrana u zadnjih 20 godina. Do prije dvadesetak godina ova vrsta ribe bila je ograničena samo na južni dio Jadranskog mora, ali se zbog zagrijavanja mora širi sve do sjevernog dijela Jadrana u ljeto, dok se zimi može vidjeti u srednjem dijelu Jadrana. Vrste puževa *C. meyendorffii*, *B. cariniferus*, *S. spelta* i *P. carnea* ovisne su o temperaturi mora samo kroz areal vrsta kojima se hrane.
- Utvrđene su štete od ribe papigače na koraljima *C. caespitosa*, *M. pharensis* i *B. europaea* prvenstveno na vanjskim istraživanim postajama (prema otvorenom moru) sve do 30 metara dubine.
- Postaje sjevernog dijela Jadrana pod jačim su utjecajem puževa *S. spelta* i *P. carnea* što je povezano i sa većim dubinama na kojima se nalaze gorgonije kojima se ovi predatori hrane te hladnijim morem. Ovim istraživanjem utvrđeno je kako ovi puževi nisu rijetki kako se mislilo, već puno češći na kolonijama gorgonija ako se ciljano istražuju.
- Kod povišenih temperatura mora hranjenje puževa na gorgonijama može potaknuti bakterijske bolesti i smrt kolonija, što je utvrđeno ovim istraživanjem.
- Puž *C. meyendorffii* je, uz papigaču *S. cretense*, glavni predator na vrstu *C. caespitosa* i utvrđen je u srednjem i južnom Jadranu. Na postajama sjevernog Jadrana jedinke puževa nisu utvrđene na kolonijama. Toplinski stres vjerojatno je značajan čimbenik za nekrozu tkiva polipa koralja *C. caespitosa*, te okidač za masovno hranjenje vrste *C. meyendorffii*.
- Puž *B. cariniferus* je prilično rijetka vrsta i utvrđena je samo u južnom dijelu Jadrana. Brojnost po koloniji kamenog koralja *C. caespitosa* je relativno mala, kao i šteta na polipima.
- Istraživane vrste pokazuju striktno vezanje za dubinu i temperature mora koje im odgovaraju te su rasprostranjene po Jadranu ovisno o prisutnosti vrsta koralja sa kojima se hrane.

7. LITERATURA

- Afonso, P., Morato, T., Santos, R. S. (2008): Spatial patterns in reproductive traits of the temperate parrotfish *Sparisoma cretense*. *Fisheries Research*, 90 (1-3): 92-99.
- Aguilar, R. (2006): The corals of the Mediterranean. *Oceana*, 1-86.
and Nicobar Islands. *Zoological Survey of India*, 1-119
- Astraldi, M., Bianchi, C. N., Gasparini, G. P., Morri, C. (1995): Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution: a case study in the Ligurian Sea (north-west Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 18 (2): 139–149.
- Astruch, P., Bonhomme, P., Goujard, A., Rouanet, E., Boudouresque, C., Harmelin, J., Harmelin-Vivien, M. (2016): Provence and Mediterranean warming: the parrotfish *Sparisoma cretense* is coming. *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 41: 362.
- Bakran-Petricioli T. (2011): Priručnik za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Baums I.B., Miller M.W. and Szmant A.M. (2003): Ecology of a corallivorous gastropod on two scleractinian hosts. II: feeding, respiration and growth. *Marine Biology*, 142: 1093–1101.
- Bernardi, G., Robertson, D. R., Clifton, K. E., Azzurro, E. (2000): Molecular systematics, zoogeography, and evolutionary ecology of the Atlantic parrotfish genus *Sparisoma*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 15: 292–300.
- Bernardi, G., Robertson, D. R., Clifton, K. E., Azzurro, E. (2000): Molecular systematics, zoogeography, and evolutionary ecology of the Atlantic parrotfish genus *Sparisoma*. *Molecular phylogenetics and Evolution*, 15(2): 292-300.
- Bianchi, C. N. (1997): Climate change and biological response in the marine benthos. *Proceedings of the Italian Association for Oceanology and Limnology*, 12(1): 3–20.
- Bianchi, C. N. (2004): Proposta di suddivisione dei mari italiani in settori biogeografici. *Notiziario SIBM*, 46: 57-59.
- Bianchi, C. N. (2007): Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 580 (1): 7–21.
- Bianchi, C. N., Morri C. (1994): Southern species in the Ligurian Sea (northern Mediterranean): new records and a review. *Bollettino dei Musei e degli Istituti biologici dell'Università di Genova*, 58 (59): 181–197.

- Bianchi, C. N., Morri, C. (2000): Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (5): 367–376.
- Bianchi, C. N., Morri, C. (2004b): Climate change and biological response in Mediterranean Sea ecosystems—a need for broad-scale and long-term research. *Ocean Challenge*, 13 (2): 32-36.
- Brasseur, P., Beckers, J. M., Brankart, J. M., Schoenauen, R. (1996): Seasonal temperature and salinity fields in the Mediterranean Sea: Climatological analyses of a historical data set. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 43 (2): 159-192.
- Cairns, S. D. (1981): Marine Flora and Fauna of the Northeastern United States: Scleractinia. NOAA Technical Report, NMFS Circular, 438: 1-14.
- Cerrano, C., Bavestrello, G., Bianchi, C.N., Cattaneo-Vietti, R., Bava S., Morganti, C., Morri, C., Picco, P., Sara, G., Schiaparelli, S., Siccardi, A., Sponga, F. (2000): A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian sea (NW Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters*, 3: 284-293.
- Costagliola, D., Robertson, D. R., Guidetti, P., Stefanni, S., Wirtz, P., Heiser, J. B., Bernardi, G. (2004): Evolution of coral reef fish *Thalassoma* spp. (Labridae). 2. Evolution of the eastern Atlantic species. *Marine Biology*, 144: 377–383.
- De Girolamo, M., Scaggiante, M., Rasotto, M. B. (1999): Social organization and sexual pattern in the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Teleostei: Scaridae). *Marine Biology*, 135 (2): 353-360.
- Dulčić, J., Pallaoro, A. (2001): Some new data on *Hyrichthys novacula* (Linnaeus, 1758) and *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) from the Eastern Adriatic. *Annales, Series Historia naturalis*, 11: 35-40
- Dulčić, I., Dragičević, B. (2011): Nove ribe Jadranskog i Sredozemnog mora. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split.
- English, S., Wilkinson, C., Baker, V. (1997): Survey Manual for Tropical Marine Resources, 2nd Edition. Australian Institute of Marine Science. Townsville, 390.
- Garrabou J., Coma R., Bensoussan N., Bally M., Chevaldonne´ P., Cigliano M., Diaz D., Harmelin J.G., Gambi M.C., Kersting, D. K., Lejeusne C., Linares C., Marschal C., Pe´rez T., Ribes M., Romano J.C., Serrano E., Teixido´ N., Torrents O., Zabala M., Zuberer F., Cerrano C. (2009): Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology*, 15:1090–1103.

- Gashout, S. E., Ormond, R. F. (1979): Evidence for parthenogenetic reproduction in the sea anemone *Actinia equina* (L). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 59 (4): 975-987.
- Guidetti, P., Boero, F. (2001): Occurrence of the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Perciformes: Scaridae) in south-eastern Apulia (south-east Italy). *Journal of Marine Biological Association U.K.*, 81: 717-719.
- Guidetti, P., Boero, F. (2002): Spatio-temporal variability in abundance of the parrotfish, *Sparisoma cretense*, in SE Apulia (SE Italy, Mediterranean Sea). *Italian Journal of Zoology*, 69 (3): 229-232.
- Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Vidaković, J., Kučinić, M., Špoljar, M., Matoničkin, R., Miliša, M. (2004): Protista-protzoa i metazoa-invertebrata: funkcionalna građa i praktikum. *Meridijani, Samobor*, 156-168.
- Harmelin-Vivien, M. L., Harmelin, J. G., Chauvet, C., Duval, C., Galzin, R., Lejeune, P., Bamabe, G., Blanc, F., Chevalier, R., Duclerc, J., Lasserre, G. (1985): Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Revue d'écologie*, 40: 467-539.
- Hayes J.A. (1990): Distribution, movement and impact of the corallivorous gastropod *Coralliophila abbreviata* (Lamarck) on a Panama'nian patch reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 142: 25–42.
- Jardas I. (1996): *Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb.*
- Jardas I., Pallaoro A., Vrgoč N., Jukić-Peladić S., Dadić V. (2008): *Crvena knjiga morskih riba.*
- Kersting, D. K., Bensoussan, N., Linares, C. (2013): Long-term responses of the endemic reef-builder *Cladocora caespitosa* to Mediterranean warming. *PLoS One*, 8 (8): e70820.
- Kruschel, C., Zubak, I., Schultz, S., Dahlke, S. (2012): New Records of the Parrot Fish *Sparisoma Cretense* and the Cleaver Wrasse *Xyrichtys Novacula* By Visual Census in the Southern Adriatic. *Annales Series Historia Naturales*, 22(1): 47–53.
- Kružić P., Požar-Domac A. (2003): Banks of the coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the Adriatic Sea. *Coral reefs*, 22 (4): 536.
- Kružić P., Požar-Domac A. (2007): Impact of tuna farming on the banks of the coral *Cladocora caespitosa* in the Adriatic Sea. *Coral reefs*, 26 (3): 665.
- Kružić P., Žuljević A., Nikolić V. (2008): Spawning of the colonial coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the Southern Adriatic Sea. *Coral Reefs* 27 (2), 337-341.

- Kružić, P. (2002): Marine fauna of the Mljet National Park (Adriatic Sea, Croatia). 1. Anthozoa. *Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici*, 11 (3), 265-292.
- Kružić, P. (2014): Monitoring koralja u Nacionalnom Parku Mljet. *Natura*, 1-43.
- Kružić, P., Benković, L. (2008): Bioconstructional features of the coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the Adriatic Sea (Croatia). *Marine Ecology*, 29 (1): 125–139.
- Kružić, P., Sršen, P., Cetinić, K., Zavodnik, D. (2013): Coral tissue mortality of the coral *Cladocora caespitosa* caused by gastropod *Coralliophila meyendorffi* in the Mljet National Park (eastern Adriatic Sea). *Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93 (8): 2101-2118.
- Manuel, R. L. (1981) – British Anthozoa. Keys and Notes for the Identification of the Species. *Synopses of the British Fauna 18*. Academic Press. London: 1-241.
- Matoničkin, I., Habdija, I., Primc-Habdija, B. (1998): *Beskralješnjaci*. Školska knjiga, Zagreb, 1-690.
- Micheli, C., Paganin, P., Peirano, A., Caye, G., Meinesz, A., Bianchi, C. N. (2005): Genetic variability of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in relation to local factors and biogeographic patterns. *Aquatic botany*, 82 (3): 210-221.
- Oliverio, M., Mariottini, P. (2001): Contrasting morphological and molecular variation in *Coralliophila meyendorffii* (Muricidae, Coralliophilinae). *Journal of Molluscan Studies*, 67 (2): 243-246.
- Peirano, A., Morri, C., Bianchi, C.N., Rodolfo-Metalpa, R. (2001): Biomass, carbonate standing stock and production of the Mediterranean coral *Cladocora caespitosa* (L.). *Facies*, 44: 75–80.
- Pinardi, N., Masetti, E. (2000): Variability of the large scale general circulation of the Mediterranean Sea from observations and modelling: a review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 158: 153–174.
- Rehman A. U., Szabó M., Deák Z., Sass L., Larkum A. W., Ralph P. J., Vass I. (2016): Symbiodinium sp. cells produce light-induced intra- and extracellular singlet oxygen, which mediates photodamage of the photosynthetic apparatus and has the potential to interact with the animal host in coral symbiosis. *The New phytologist*, 212 (2), 472-484.
- Richmond, R. H. (1997): Reproduction and recruitment in corals: critical links in the persistence of reefs. *Life and death of coral reefs*. Chapman & Hall, New York, 175-197.

- Richter, A., Luque, Á. A. (2003): Reproductive anatomy of three Mediterranean species of Coralliophilidae (Mollusca: Gastropoda: Neogastropoda). Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 83 (5): 1029-1045.
- Robertson D. R, Warner R. R. (1978): Sexual patterns in the labroid fishes of the western Caribbean: II. The parrot fishes (Scaridae). Smithsonian Contributions to Zoology, 255: 1-26
- Rodolfo-Metalpa R., Bianchi C.N. and Peirano A. (2000): Coral mortality in NM Mediterranean. Coral Reefs, 19: 24.
- Rodolfo-Metalpa R., Bianchi C.N., Peirano A. and Morri C. (2005): Tissue necrosis and mortality of the temperate coral *Cladocora caespitosa*. Italian Journal of Zoology, 72: 271-276.
- Ross, D. M. (1984): The symbiosis between the «cloak anemone» *Adamsia carciniopados* (Otto) (Anthozoa-Actiniaria) and *Pagurus prideauxi* Leach (Decapoda-Anomura). Italian Journal of Zoology, 51 (3-4): 413-421.
- Ross, D. M., Sutton, L. (1961): The response of the sea anemone *Calliactis parasitica* to shells of the hermit crab *Pagurus bernhardus*. Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences, 155 (959): 266-281.
- Rotjan, R. D., Lewis, S. M. (2008): Impact of coral predators on tropical reefs. Marine ecology progress series, 367: 73-91.
- Sheppard, C., Davy, S., Pilling, G., Graham, N. (2017): The biology of coral reefs. Oxford University Press.
- Skoufas, G. (2006): Comparative biometry of *Eunicella singularis* (Gorgonian) sclerites at East Mediterranean Sea (North Aegean Sea, Greece). Marine Biology, 149 (6): 1365-1370.
- Skoufas, G. (2006): Comparative biometry of *Eunicella singularis* (Gorgonian) sclerites at East Mediterranean Sea (North Aegean Sea, Greece). Marine Biology, 149 (6): 1365-1370.
- Turk, T. (2011): Pod površinom Mediterana. Školska knjiga, Zagreb, 1-590.
- Vacchi, M., Morri, C., Modena, M., La Mesa, G., Bianchi, C. N. (2001): Temperature changes and warm-water species in the Ligurian Sea: the case of the ornate wrasse *Thalassoma pavo* (Linnaeus, 1758). Archivio di Oceanografia e Limnologia, 22: 149-154.
- Venkataraman. K. (2014): Handbook on Gorgonians (Octocorallia) of Andaman
- Yogesh Kumar. J.S.. Raghunathan. C.. Raghuraman. R . Sreeraj. C.R.

INTERNETSKI IZVORI:

Club d'immersió Biologia URL:https://www.cibsub.cat/bioespecie_es-neosimnia_spelta-1610
(25.7.2020)

Crveni popis koralja URL:

http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/03_prirodne/crvene_knjige_popisi/Crveni_popis_koralja_web.pdf (4.8.2020)

DORIS (2018) URL: <https://doris.ffessm.fr/Especies/Simnia-spelta-Simnie-blanche-310>

DORIS (2020) URL: <https://doris.ffessm.fr/Especies/Coralliophila-meyendorffii-Murex-de-Meyendorff-4800> (30.7.2020)

EcuRed URL: https://www.ecured.cu/Pseudosimnia_carnea#/media/File:Pseudosimnia-carnea.jpg (30.7.2020)

Ovulidae URL: http://www.idscaro.net/sci/04_med/class/fam3/species/simnia_spelta1.htm
(15.6.2020)

Ovulidae URL: <https://storage.googleapis.com/conchology-images/1130000sup/1134537.jpg>
(30.7.2020)

WoRMS (2020) URL: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=224954>
(20.5.2020)

ŽIVOTOPIS

OSOBNNE INFORMACIJE

Ime i Prezime: Ivan Karužić

Datum rođenja: 26.08.1995.

Mjesto rođenja: Zagreb, Hrvatska

e-mail: karuzic13@gmail.com

OBRAZOVANJE

- rujan 2017.- rujan 2020. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-
matematički fakultet, Biološki odsjek,
Diplomski studij Ekologije i zaštite prirode
- rujan 2014.-rujan 2017. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski Fakultet,
Preddiplomski studij Animalnih Znanosti
- rujan 2000.-svibanj 2014. Poljoprivredna prehrambena i veterinarska škola Stanka Ožanića,
Zadar

ZNANJA I VJEŠTINE

Strani jezici: engleski (B2)

Laboratorijske metode: pomoć pri laboratorijskim radovima promatranja vrste *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) u zavodu za Animalnu fiziologiju

Organizacije: Održao predavanje u đlačkom domu Maksimir na temu Plastika i današnji problemi plastike

Vještine: Sviranje akustične gitare, ukulele, cajona