

Struktura i ugroženost populacija crvenog koralja *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) u istočnom Jadranu

Kalafatović, Lukša

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:217:688717>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-25**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Lukša Kalafatović

Struktura i ugroženost populacija crvenog koralja *Corallium
rubrum* (Linnaeus, 1758) u istočnom Jadranu

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 se mentoru, prof.dr.sc. Petru Kružiću na ukazanom povjerenju i pruženoj pomoći tijekom izrade diplomskog rada, te na ustupljenim fotografijama.

Također zahvalio bi se svim profesorima od kojih sam imao priliku dosta toga naučiti i koji su mi uljepšali kako bi rekao prof.dr.sc. Danijel Orešić „Kratko ali slatko” studiranje na ovom fakultetu.

Zahvalio bi se i portiru Goranu Čepcu koji je bio tu za studente uvijek spreman pomoći i dati uputstva studentima koji su se tek upoznavali sa zgradom Biološkog odsjeka i svim njenim učionicama.

Jedno veliko hvala ide kolegi Ivanu Karužiću za pomoć pri savladavanju naizgled nesavladivih prepreka.

Naposljetku zahvaljujem se obitelji na beskonačnom strpljenju, ljubavi i vjeri u mene ali i na ukazanom poticaju i podršci.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Struktura i ugroženost populacija crvenog koralja *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) u istočnom Jadranu

Lukša Kalafatović

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Crveni koralj *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) je karakterističan za koraligensku biocenu istočnog dijela Jadranskog mora i istovremeno je vrlo osjetljiv na promjene temperature mora, te negativne antropogene utjecaje. Istraživanja u drugoj polovici 2019. godine, te početkom 2020. godine obuhvatila su deset postaja, sedam unutar zaštićenih područja (NP Kornati, NP Mljet, PP Telašćica i PP Lastovo), te tri postaje izvan zaštićenih područja, Rutnjak kod otoka Iža, otočić Blitvenica i Rt Prtuša na otoku Šipanu. Dobiveni preliminarni podaci o populacijama crvenog koralja s istraživanih postaja pokazuju znatne razlike između geografski udaljenih lokacija, kao i između dubine i staništa. Sve populacije su vrlo fragmentirane, s relativno niskom prosječnom gustoćom kolonija po kvadratnom metru. Samo 4 lokacije (Mali Obručan, Vela Panitula, Glavat i Rt Prtuša) nisu pod utjecajem vađenja koralja, dok je kod ostalih lokacija utvrđeno intenzivno vađenje. Najviše su ugrožene populacije na lokaciji Rutnjak, te na dvije lokacije unutar zaštićenih područja, Korizmeni Rat u NP Mljet i Veli Garmenjak u PP Telašćica. Gustoća crvenog koralja na istraživanom području varira od 257 kolonija po kvadratnom metru (Glavat) do 36 kolonija po kvadratnom metru (Blitvenica). Naviše kolonije izmjerene su na lokacijama Korizmeni Rat i Glavat, a najmanje kolonija na postajama Rutnjak i Vranji Škoj.

Rad sadrži: 63 stranica, 59 slika, 2 tablice, 54 literaturna navoda. Jezik izvornika: hrvatski.

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: crveni koralj, Octocorallia, ugroženost, Jadransko more

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

Ocjenitelji: Dr.sc. Sven Jelaska, prof. Dr.sc. Mirta Tkalec, izv. prof.

Rad prihvaćen: 03.09.2020.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

Population structure and endangerment of red coral *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) in the eastern part of the Adriatic Sea

Lukša Kalafatović

Rooseveltovo trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

The red coral *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) is characteristic of the coralligenous biocenosis of the eastern part of the Adriatic Sea and is very sensitive to changes in sea temperature and negative anthropogenic influences. Research in the second half of 2019, and the beginning of 2020, included ten stations, seven internal protected areas (NP Kornati, NP Mljet, PP Telašćica and PP Lastovo), and three existed outside of the protected areas: (Rutnjak near the island of Iž, island of Blitvenica and Cape Prtuša on the island of Šipan. The obtained preliminary data on red coral populations with explored stations show significant differences between geographically remote locations as well as between depths and habitats. All populations are very fragmented, with a relatively low average colony density per square meter. Only 4 locations (Mali Obručan, Vela Panitula, Glavat and Rt Prtuša) are not affected by coral, while in other places intensive extraction was found. The most endangered populations are at the Rutnjak site, at two locations within protected areas, the Korizmeni Rat in the Mljet National Park and Veli Garmenjak in the Telašćica Nature Park. The density of red coral in the study area varies from 257 colonies per square meter (Glavat) to 36 colonies per square meter (Blitvenica). Upper colonies measured at the location Korizmeni Rat and Glavat, least colonies at the station Rutnjak and Vranji Škoj.

Thesis contains: 63 pages, 59 figures, 2 tables, 54 references. Original in: Croatian.

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: red coral, Octocorallia, endangerment, Adriatic Sea

Supervisor: Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Reviewers: Dr.sc. Sven Jelaska, prof., Dr.sc. Mirta Tkalec, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 03.09.2020.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Osnovna obilježja Jadranskog mora	1
1.1. Fizikalno-kemijska svojstva Jadranskog mora	2
1.2.1. Salinitet	2
1.2.2. Temperatura	2
1.2.3. Sediment	3
1.3. Crveni koralj (Corallium rubrum, Linnaeus, 1758).....	3
1.3.1. Prehrana Crvenog koralja	5
1.3.2. Životni vijek i brzina rasta crvenog koralja	6
1.3.3. Populacijska genetika rasta crvenog koralja	6
1.3.4. Ugroženost i zaštita.....	8
1.3.5. Podaci o rasprostranjenosti crvenog koralja u hrvatskom dijelu Jadranskog mora ..	9
1.3.6. Vađenje crvenog koralja u Jadranskom moru - povijesni pregled.....	10
1.3.7. Podaci o vađenju crvenog koralja u hrvatskom dijelu Jadranskog mora.....	12
2. Cilj rada	15
3. Materijali i metode.....	16
4. Rezultati.....	18
4.1. Opis istraživanih postaja	18
4.1.1. Rutnjak (Otok Iž)	18
4.1.2. Veli Garmenjaka (PP Telašćica).....	21
4.1.3. Mali Obručan (NP Kornati)	23
4.1.4. Vela Panitula (NP Kornati).....	25
4.1.5. Otočić Glavat (PP Lastovo)	27
4.1.6. Rt Lenga (NP Mljet)	30
4.1.7. Vranji Škoj (NP Mljet).....	32
4.1.8. Korizmeni Rat (NP Mljet)	35
4.1.9. Otočić Blitvenica	37
4.1.10. Otok Šipan	40

4.2. Fizikalno-Kemijski parametri na istraživanim postajama.....	Error! Bookmark not defined.
4.3. Populacije crvenog koralja na istraživanim postajama.....	48
5. Rasprava	55
6. Zaključak	59
7. Literatura	60

1. UVOD

1.1. Osnovna obilježja Jadranskog mora

Jadransko more nastalo je pomicanjem Apenina i Dinarida u oligocenu i miocenu na današnjoj zapadnoj strani Jadrana. Stalnim uzdizanjem i spuštanjem tla površina kopna se stalno mijenjala. Tako je i Jadran mijenjao svoj oblik. Današnji apeninski dio Jadrana u miocenu je bio prekriven morem. Pojavom pliocenskih glacijacija razina mora bi se smanjila, te bi područje današnjeg Jadrana postalo kopno (Turk, 2011). Ovakve promjene događale bi se u razdoblju između ledenih doba. Sredozemno more i južni Jadran ostaci su davnog mora Tethys koje je u mezozoiku i u početku tercijara prekrivalo velik dio zemlje (Turk, 2011). Prapovijesno more Tethys u svom početku je bilo tropsko more, pa je takav bio i Jadran u to doba. Dolaskom ledenog doba dolazi do smanjivanja temperature mora, koje tada gubi svoja tropska obilježja. Zbog utjecaja ledenog doba Jadran je danas umjereno toplo more. Sjeverni Jadran je dolaskom ledenog doba te uslijed spuštanja razine mora bio većinom kopno, no nakon pleistocena (otapanje leda) morska se razina izdignula (oko 100 m), pa je more poplavilo niža područja i prodrlo između otoka do sadašnje obale. Ovakvo spuštanje Jadranskog bazena omogućilo je moru da prekrije područje današnjeg sjevernog Jadrana. Zbog svoje male dubine i dubokog ulaza u kopno može se opisati kao kontinentalno more. Nalazi se u semiaridnoj subtropskoj zoni južnog dijela sjeverne polutke Zemlje. Proteže se između Balkanskog i Apeninskog poluotoka u smjeru jugoistok-sjeverizapad (Jardas i sur, 2008). Dijeli se na 3 geografska dijela: sjeverni, srednji te južni. (Bujan, 1953). Ukupna duljina Jadranske obale iznosi 8300 kilometara, zapadna obala s duljinom od 1300 kilometra pripada Italiji, dok istočnu obalu dijele zemlje Slovenija (46,6 km), Bosna i Hercegovina (24 km), Crna Gora (199 km), Albanija (362 km), te Hrvatska koja sa površinom obale s otocima doseže ukupno 75% obale Jadrana (gotovo 6000 km). Prema svome nastanku, sastavu živih bića te ekološkim uvjetima pripada Sredozemnom moru.

Jadransko more prema geomorfologiji (geološki) dijelimo na dva dijela koja su razdvojena Palagruškim pragom: sjeverni i južni Jadran. Karakteristike sjevernog Jadrana su dubine koje rijetko prelaze 50 metara, iznimka je jedino Jabučka kotlina gdje su dubine veće od 200 metara. Sjeverni Jadran podijeljen je na dva dijela. Prvi dio obuhvaća lagune Venecije, Kvarner, sjevernojadranske kanale do kopnene linije Ancona – Jablanac, te Tršćanski zaljev. Drugi dio sjevernog Jadrana proteže se od jabučne kotline do srednjodalmatinskih otoka, te kanala koji su smješteni između njih. Sjeverni Jadran od južnoga dijeli Palagruški prag.

Karakteristika južnog Jadrana osim većih dubina nego u sjevernom dijelu, su strme obale te karakteristično naglo spuštanje dna. U južnom Jadranu se nalazi i najdublja točka u Jadranskom moru koja iznosi 1330 metara (južna jadranska kotlina) (Turk, 2011).

1.1. Fizikalno-kemijska svojstva Jadranskog mora

1.2.1. Salinitet

Najvažnije obilježje morske vode je salinitet. Glavni sastojci morske vode su kloridi, sulfati, jod, bromidi te karbonati i borati. U morskoj vodi nalazimo i na neke hranjive tvari kao što su fosfati, nitrati i nitriti (Turk, 2011). Visoka slanoća odlika je Jadranskog mora. Prosječni salinitet mora u površinskom sloju iznosi 38,30‰. (Bujan i Zore-Armanda, 1971 ; 1976). U površinskom sloju južnog Jadrana salinitet se kreće između 38,43‰ i 38,85‰, dok salinitet u najsjevernijem dijelu Jadrana može dosegnuti približno 31‰ u razdoblju nižeg saliniteta do 37‰ u razdoblju višeg saliniteta (Zore, 1956). Ljeti se od Otrantskih vrata do srednje dalmatinskih otoka proteže najviši površinski salinitet. Tijekom travnja-svibnja te prosinca-siječnja izražena su dva godišnja minimuma, zbog donosa slatke vode alpskim rijekama tokom svibnja, te s istočne obale krškim rijekama tokom prosinca. Dok su dva minimuma zabilježena tokom veljače i rujna (Buljan, 1961; Zore-Armanda, 1972).

1.2.2. Temperatura

Temperatura u Jadranskom moru u dubljim slojevima dosiže od 11-12°C. Zbog takve temperature Jadransko more svrstava se među umjereno topla mora. Temperatura sjevernog otvorenog Jadrana tokom zime iznosi između 6 i 12°C dok temperatura južnog Jadrana između 13 i 15°C. U sjevernom Jadranu ljeti se površinski slojevi vode zagriju do maksimalnih 26°C, dok u južnom dubljem dijelu temperatura dostiže tek oko 23,34°C (Turk, 2011). Ljeti se na otvorenom dijelu Jadrana razvija termo klima pri dubini od 10-30 metara te tada površinska temperatura dostiže između 22 i 23°C, te dolazi do njenog brzog opadanja u zoni termo kline u svega nekoliko metara. U Jabučnoj kotlini (273 metara) temperatura padne na 11,5°C, dok je nešto veća u južnoj Jadranskoj kotlini te iznosi 12,7°C. Zbog hlađenja površinskog sloja početkom zime uspostavlja se izotermija. Izotermija je područje mora u kojem se temperatura ne mijenja s promjenom dubine. Prvo se pojavljuje pri većim temperaturama (oko 19°C), te ona postupno zbog hlađenja poprima nižu temperaturu. Početak

izotermije počinje uz obalu (listopad-studeni) te se širi od sjevera prema jugu. Tijekom svibnja se ponovno počinje uspostavljati termoklina (Bujan i Zore-Armanda, 1976).

1.2.3. Sediment

Morsko dno Jadranskog mora s obzirom na sastav i strukturu dijelimo na: pjeskovito dno, kamenito dno, ljuštorno dno, šljunkovito dno te muljevito dno. Najveći udio jadranskog dna tvore muljeviti i pjeskoviti sedimenti. Dok se dno sjevernog Jadrana tvori uglavnom od pjeskovitog sedimenta, u srednjem Jadranu karakteristična su različita dna od kojih prevladavaju ilovača i glina. Spuštanjem prema Jabučkoj kotlini karakteristično dno se tvori od koloidne gline koja uz pjeskovito- muljeviti sediment tvori i južni Jadran (Jardas i sur., 2008).

1.3. Crveni koralj (*Corallium rubrum*, Linnaeus, 1758)

Crveni koralj poznat je čovječanstvu još od antičkog doba. Ostaci koraljnih perli pronađeni su tokom Mezolitika i Neolitika u naseljima te na grobljima gradova Concieste (Švicarska), Nurttemberg (Njemačka) te Bolognano (Italija) (Ascione, 1993). Crveni koralj je kroz stoljeća sve do danas korišten kao sirovina za izradu nakita. Također crveni koralj korišten je i pri izradi religijskih te magičnih predmeta od iznimne važnosti (Slike 1 i 2) . Pri izradi takvih predmeta korištena je crvena boja koralja (Ascione, 1993; Weinberg,1993). Motiv koralja korišten je kao inspiracija za oslikavanje različitih prostorija te posuda i vaza što najbolje vidimo u ostacima iz doba Rimljana, Grka i Egipćana. Koji su taj dragocjeni koralj koristili kako za vlastito ukrašavanje tako i za ukrašavanje prostorija u kojima su živjeli. O važnosti ovog koralja govori i činjenica da na spomen ovog koralja nailazimo i u grčkoj mitologiji koja opisuje postanak koralja i njegove crvene boje. Prema toj legendi prilikom borbe Perzeja i Meduze, Perzej ubija meduzu odsijecajući joj glavu koju baca u more. Krv s meduzine glave prekriva morske alge koje se u tom trenutku okamene i postanu koralji. Crveni koralj sve do 17. stoljeća se smatrao biljkom. Tek 1649. godine alkemičar iz Napulja Finella koralj naziva životinjom. Velika prekretnica u istraživanju koralja događa se 1864. godine objavom knjige francuskog znanstvenika Henri de Lacaze- Duthiersa, *Historie naturelle du corail* u kojoj autor objavljuje izvanredne crteže životnog ciklusa ovog koralja. U Napuljskom kraljevstvu 1830. godine razvila se metoda vađenja crvenog koralja pomoću križa Svetog Andrije tzv „Barra Italiana,, (Tsounis, 2005), ribari su na križ postavili mrežu te su pomoću konopa spustili križ u more, te nakon što bi se križ spustio na morsko dno,

pomoću konopa okretali bi križ te bi se koralji tako upletali u mrežu . Uvidom u korisnost ovog koralja u svakodnevnom životu počinje njegova intenzivna eksploatacija. Vrhunac vađenja crvenog koralja se događa tokom sredine 19. do početka 20. stoljeća, te zbog svoje vrijednosti dolazi do prelova, što za uzrok ima drastično smanjenje populacija ovog koralja. Od 1980. pa sve do danas količina ulovljenog koralja predstavlja tek četvrtinu od ulova koji je zabilježen početkom 19. stoljeća. (Santangelo i sur., 1993b; Santangelo i Abbiati, 2001; Tsounis i sur., 2007). Ovi podaci pokazuju da je dugoročni pritisak lova na ovu populaciju crvenog koralja ostavio značajne posljedice na stanje i brojnost ovog koralja.



Slika1. Slika talijanskog slikara Piera della Francesca iz 15. stoljeća na kojoj se vidi crveni koralj oko vrata djeteta za kojeg se tada vjerovalo da će štititi dijete od zmija otrovnica.

Izvor: (https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_di_Senigallia)



Slika 2. Slika talijanskog slikara Piera della Francesca iz 15. stoljeća na kojoj se vidi crveni koralj oko vrata djeteta za kojeg se tada vjerovalo da će štititi dijete od zmija otrovnica.

Izvor: (https://it.wikipedia.org/wiki/Pala_di_Brera)

1.3.1. Prehrana crvenog koralja

Crveni koralj svoju prehranu bazira na dva načina: Aktivnim lovom se koristi za hvatanje većeg plijena poput kopepodnih račića. Svoj plijen koralj omami lovkama te ga unosi kroz usni otvor u probavnu šupljinu. Hrana se prvo djelomično probavi u gastrovaskularnoj šupljini ekstracelularno, a zatim slijedi intracelularna probava u gastrodermalnim stanicama, te u stanicama septalnih filamenata. Nakon završetka probave ostaci neprobavljene hrane se kroz usta izbacuju van koralja. Osim aktivnog lova crveni koralj se hrani i pasivno organskim česticama koje se nalaze u stupcu vode i strujanjima dolaze do koralja. Za razliku od ostalih gorgonija kod crvenog koralja ne pronalazimo simbiotske alge, već koralj samostalno dolazi do nutrijenata potrebnim za život, te ovakav koralj nazivamo asimbiotskim koraljem.

1.3.2. Životni vijek i brzina rasta crvenog koralja

Zbirke crvenog koralja vađenog prije oko sto godina pokazuju kako je životni vijek ove vrste mogao biti i nekoliko stotina godina. Kolonije koralja su u to vrijeme i na plićim lokacijama (40 metara dubine) bile veličine 30 do 40 cm, s promjerom baze kolonije do 4 cm (Garrabou i Harmelin, 2002; Tsounis i sur., 2006; Priori i sur., 2013). U današnje vrijeme, maksimalni životni vijek crvenog koralja procijenjen je na 40 do 60 godina, što naravno, ovisi i o vađenju koralja (Tsounis i sur., 2007; Bramanti i sur., 2014). Crveni koralj za razliku od ostalih gorgonija ima izrazito sporu brzinu rasta (Garrabou i Harmelin, 2002). Da bi kolonija crvenog koralja dostigla svoj puni potencijal mora proći i do 20 godina (Garrabou i Harmelin 2002; Torrents, 2002). Muške kolonije spolnu zrelost dostižu sa minimalno 6 godina te promjerom baze od 1,2 mm. Dok ženske kolonije spolnu zrelost dostižu nakon 10 godina te promjerom baze od 2 mm. (Gallmetzer i sur., 2010). Dostupni podaci pokazali su da prosječni godišnji rast kolonija koralja u promjeru iznosi $0,24 \pm 0,05$ mm, dok rast kolonija u visinu iznosi u prosijeku $1,78 \pm 0,7$ mm. (Garrabou i Harmelin, 2002). Zbog sporog rasta i malog broja novih polipa kroz godinu dana, crveni koralj pokazuje relativno nizak stupanj stvaranja novih kolonija (regrutacija) od 0,25 do 2 kolonija/dm² u prirodnim staništima do maksimalno 6 kolonija/dm² na eksperimentalnim pločama (Garrabou i Harmelin, 2002; Bramanti i sur., 2005; Santangelo i sur., 2012; Linares i sur., 2012). Kod viših stupnjeva stvaranja novih kolonija radilo se o populacijama sa visokom gustoćom odraslih kolonija. Također kolonije imaju veći rast u ranim fazama života i nema većih razlika u brzini rasta između populacija na različitim dubinama.

1.3.3. Populacijska genetika crvenog koralja

Unutar područja rasprostranjenosti crvenog koralja, populacije su vrlo fragmentirane i ne pokazuju kontinuitet, te se postavlja pitanje je li vađenje koralja pridonijelo takvoj fragmentiranosti. Istraživanja populacijske genetike crvenog koralja pokazuju veliki rizik lokalnog izumiranja populacija zbog znatnog smanjenja veličine pojedinih istraživanih populacija (smanjena gustoća kolonija po m²) (Ledoux i sur., 2010; 2013). Veliki problem je vađenje velikih, odraslih kolonija (najveće komercijalne vrijednosti) koje se nalaze uglavnom fragmentirano, većinom u manjim populacijama od 40 do 100 metara dubine. Male preostale kolonije (ako su ostavljene većinom zbog nepristupačnog terena) ne mogu osigurati postojanost i preživljavanje same populacije. Smanjenje gustoće populacija dovodi do toga da

se preostala populacija može smatrati izumrlom, iako će kolonije nastaviti rasti najčešće bez snage da se populacija obnovi. Međutim, da to ne mora biti uvijek točno, primjer su populacije u Jadranu (npr. postaja Rutnjak) gdje se populacija, unatoč drastičnom smanjenju (oko 90%) zbog vađenja koralja, u zadnjih desetak godina pomalo oporavlja. Očuvanje mreže genetskih veza između populacija ključno je za osiguravanje kapaciteta crvenog koralja za suočavanje s tekućim promjenama u okolišu (klimatske promjene) i trenutnim pritiskom eksploatacije od strane koraljara.

Studije populacijske genetike sugeriraju kako je sposobnost širenja crvenog koralja ograničena. Utvrđena je značajna genetska diferencijacija između populacija razdvojenih nekoliko desetaka metara (Ledoux i sur., 2010; Aurelle i sur., 2013). Protok gena odvija se uglavnom između populacija koje su međusobno blizu. Stvaranje barijera za protok gena između populacija (smanjenje povezanosti s povećanjem geografske udaljenosti između populacija) može imati posljedice na pravilno i uspješno gospodarenje vrstom. Istraživanja na uzorcima iz Jadrana (populacija iz podmorja otočića Veli Garmenjok) pokazuju sličnosti s populacijama iz zapadnog dijela Sredozemnog mora, ali i manja odstupanja vezana za filogenetiku, gdje bi razlog mogao biti kasnije naseljavanje Jadrana populacijama crvenog koralja nakon perioda glacijacije (Aurelle i sur., 2013).

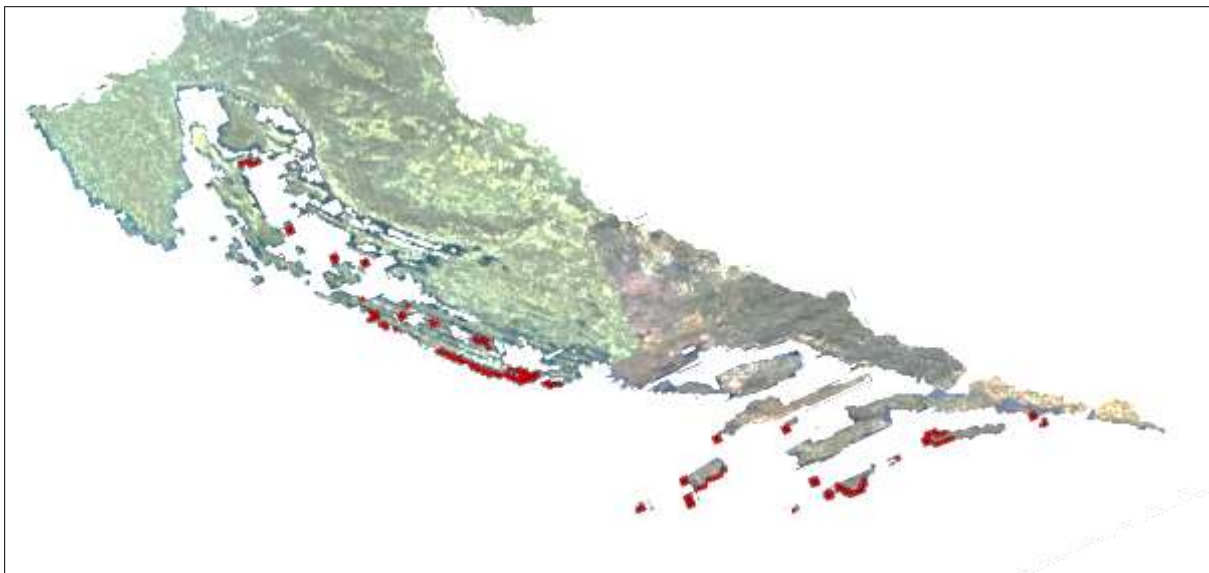
Analiza genetske strukture malih populacija otkrila je genetski diferencirane rasplodne jedinice (kolonije) unutar populacije. Studija provedena u populaciji koju karakterizira velika gustoća kolonija malih dimenzija pokazala je da su ove rasplodne jedinice ograničene u prostoru (na oko pola četvornog metra) i da odgovaraju gustoj mreži genetski povezanih kolonija (Ledoux i sur., 2010). Najnovija istraživanja posebno su se usredotočila na populacije između 60 i 150 metara dubine (mezofotske populacije). Zabilježeno je smanjenje genetske varijabilnosti duž gradijenata dubine, zajedno s većom povezanošću na dubinama između 40 i 50 metara (Ledoux i sur., 2010). Povezanost između plitkih i dubokih populacija je ograničena zbog male mogućnosti stvaranja ličinki (planula) i raznih barijera (između ostalog i temperatura mora i pridonose struje) za protok gena. Na temelju ovih rezultata, malo je vjerojatno da bi mezofotske populacije crvenog koralja mogle poslužiti kao spremnik za novo naseljavanje plićih, opustošenih populacija.

1.3.4. Ugroženost i zaštita

Smanjenje količine izvađenog koralja u posljednjih 30 godina (za oko 60%), te nestanak populacija na nekim područjima (čak i zaštićenim), dovodi do zaključka kako je ova vrsta pretrpjela nagli pad populacija zbog posljedica vađenja i štete na staništima od ostalih ribolovnih aktivnosti (Tsounis i sur., 2009). Prema IUCN kategoriji ugroženosti crveni koralj je ugrožena vrsta (Endangered (A4abd)) s opadajućim populacijskim trendom. U Jadranskom moru crveni se koralj može naći tek na većim dubinama, što je posljedica prelova čemu doprinosi vrlo spor rast i sazrijevanje ovih životinja. Razvojem tehnologije i opreme za vađenje koralja, postaju dostupnija puno dublja područja te se tako i životni prostor crvenih koralja pomiče sve dublje u moru. Upotrebom ROV ronilice s kamerom u puno kraćem periodu se mogu pregledati velike površine morskog dna, nakon čega se iz broda na kojemu se sve prati preko kamere šalje ronilac. Osim ronilaca s dozvolom za vađenje koralja iste vade i ronionci koji nemaju nikakve dozvole pa samim time ni ograničenja u vidu količine te veličine koralja. Upravo ta veličina je iznimno bitna jer vađenje manjih jedinki koje nisu dosegle spolnu zrelost tj. neselektivno vađenje ima jaki utjecaj na održavanje populacije koralja na određenom području. Ugroženosti koralja doprinosi i kočarenje, dreždanje te ribolov mrežom. Dreždanje i kočarenje neselektivno uništava morsko dno uništavajući sve što se nađe na putu te ostavljajući morsko dno potpuno ogoljeno. Svojim prolaskom po dnu osim što uništavaju populacije crvenih koralja koje se nađu na putu, podizanjem sedimenta povećavaju sedimentaciju što za uzrok može imati odumiranje okolnih populacija koralja. Ribolov mrežama također može značajno doprinijeti ugroženosti koralja zbog oštećenja koje mreža može prouzročiti ovoj vrsti. Zadnji izravan uzrok ugroženosti pronalazimo na područjima za rekreacijsko ronjenje. Na ovim područjima česta upotreba sidra koji zajedno s lancima mogu uništiti porodice koralja koji se nađu pod njima. Uzrok ugroženosti koralja osim prelova iako u puno manjem opsegu je prirodna smrtnost koralja. Osim događaja masovnih ugibanja koralja i povećane sedimentacije (Hermelin, 1984), dvije vrste su posebno vezane uz crveni koralj uzrokujući njegov mortalitet. (Abbiati i Santangelo, 1992): *Pseudosimnia carnea* (Poiret, 1789), puž koji se hrani gorgonijama (Santangelo i Navarra, 1984), te *Balssia gastri* (Balss, 1921) dekapodni rak koji se hrani živim tkivom (coenosarcum) crvenog koralja. (Santangelo i sur., 1993). Osim puževa i dekapodnih rakova, opasnost za crveni koralj predstavljaju i parazitske spužve *Spiroxya sarai* (Melone, 1965) i *Spiroxya heteroclita* (Topsent, 1896). Ove parazitske spužve rade rupe bušenjem koralja na njegovoj bazi. Te time slabe strukturnu stabilnost samog koralja (Corriero i sur., 1997).

1.3.5. Podaci o rasprostranjenosti crvenog koralja u hrvatskom dijelu Jadranskog mora

Crveni koralj je uglavnom ograničen na područje zapadnog dijela Sredozemnog mora. U istočnom dijelu Sredozemnog mora nalazimo ga uz istočnu obalu Jadranskog mora, te u Egejskom moru. Iako se smatra endemom Sredozemnog mora, rasprostranjenost crvenog koralja prelazi i u zapadni dio Atlantskog oceana. Tako ga možemo naći uz obale Portugala, Afrike (Senegal), Kanarskih otoka. Druge vrste roda *Corallium* nalazimo u Japanskom moru (ružičasti ili crveni koralj *Corallium japonicum* Kishinouyi, 1903) i Atlantiku (bijeli koralj *Pleurocorallium johnsoni* (Gray, 1860)) (Harmelin, 1984; Aguilar, 2007). U Jadranskom moru crveni koralj nalazimo duž cijele istočne obale od Istre do Albanije, većinom na vanjskoj strani Jadranskih otoka, ali i unutar kanala srednjeg i južnog Jadrana (Kružić, 2020) (Slika 3).



Slika 3. Rasprostranjenost crvenog koralja na do danas poznatim lokacijama u hrvatskom dijelu Jadranskog mora (označeno crvenom bojom) (preuzeto iz Kružić, 2020).

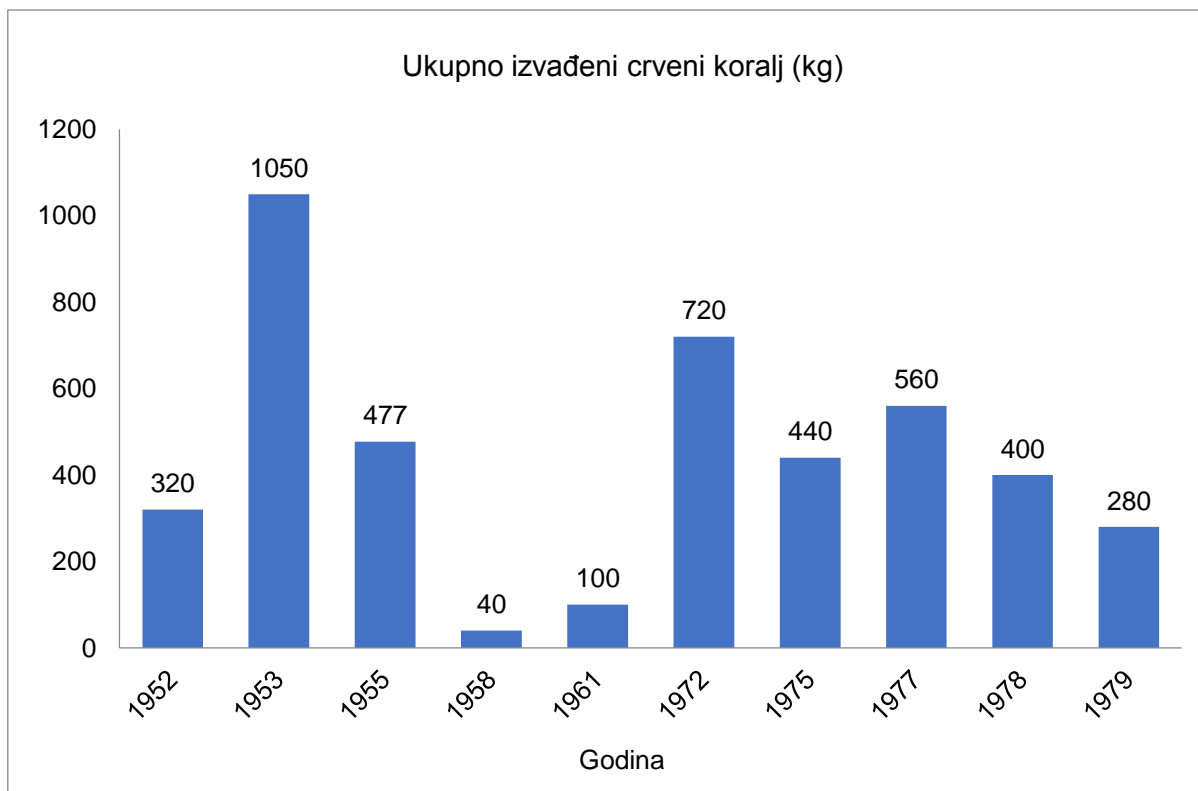
Crveni koralj može se pronaći u Jadraniu već od 30 metara dubine, pa do otprilike 200 metara dubine. U Sredozemnom moru dubinska rasprostranjenost je od 10 do 800 metara i tipična je vrsta koraligenske biocenoze i biocenoze polutamnih špilja (Taviani, 2010; Garrabou i sur., 2015; Casas-Guell i sur., 2016). Istočna je obala Jadranskog mora hridinasta uz mnogo litica, prevjesa i podmorskih spilja, pa su ovakva staništa idealna za crveni koralj. Na plićim dijelovima (do 30 metara dubine) ovakva staništa crvenog koralja još možemo

pronaći samo slučajno, s obzirom da je na tim dubinama koralj, na žalost, izvađen ili su populacije uništene povišenim zagrijavanjem mora (temperaturne anomalije) zbog klimatskih promjena zadnjih 20 godina (Garrabou, 2001; 2015; Kružić, 2013-2019). Na većim dubinama od 80 metara ga rijetko možemo naći, jer se u Jadranu litice vrlo rijetko spuštaju do tih dubina (uglavnom do 50 - 60 metara, a nakon toga se nastavlja stepeničasti pad s mnogo sedimenta što nije pogodno za rast crvenog koralja). Crveni koralj može rasti i na vodoravno položenom čvrstom dnu (stijenama) ukoliko su prisutne stalne, jake pridnene struje koje onemogućavaju jaču sedimentaciju. Isto tako dublja područja istočne strane Jadrana još uvijek nije dovoljno dobro istražena, da bi se mogla napraviti bilo kakva procjena rasprostranjenosti crvenog koralja. Na istočnoj obali Jadranskog mora crveni koralj roniaci mogu vidjeti slučajno u još neotkrivenoj špilji ili litici uz vanjske strane Jadranskih otoka, te na liticama i unutar špilja u nacionalnim parkovima i parkovima prirode (PP Telašćica, NP Kornati i NP Mljet) gdje se može roniti samo uz posebne dozvole, te uz pratnju (Kružić, 2013-2019).

Iako je istraživanje i kartiranje staništa crvenog koralja tek u začetku, poznate su lokacije staništa ovog koralja u istočnom dijelu Jadrana (Slika 3). Od dosad utvrđenih i popisanih stotinjak lokacija staništa crvenog koralja na istočnoj strani Jadranskog mora, na gotovo 75% lokacija koralj je vađen, dok je na čak 65% staništa uništeno gotovo 95% populacije (Kružić i Teskeredžić, 2002). Crveni koralj je u istočnom dijelu Jadrana sporadično rasprostranjen, pa se zbog toga rijetko nalaze vrlo velike populacije s vrlo velikim i razgranjenim kolonijama. Ovakva, bogata nalazišta su već odavno „očišćena“ od strane koraljara.

1.3.6. Vađenje crvenog koralja u Jadranskom moru - povijesni pregled

Već u 14. stoljeću postoje zapisi iz Zlarina o vađenju crvenog koralja iz mora. Poslije pada Venecije (1797.) crveni koralj je postao državni monopol u Austro-Ugarskoj, iako su se vađenjem koralja bavili isključivo stanovnici otoka Zlarina (navodno od 13. stoljeća) (Kružić i Teskeredžić, 2002). U drugoj polovici 19. I početkom 20. stoljeća zabilježen je pad količine izvađenog crvenog koralja u Jadranu koja se nije povećala niti nakon osnivanja “Dalmatinskog društva za lov koralja i spužava” 1874. godine, a ni novčanom pomoći koja je uslijedila 1906. godine od “Austrijskog društva za morsko ribarstvo i uzgajanje ribe” u Trstu.



Slika 4. Podaci o vađenju crvenog koralja iz Jadranskog mora (Republika Hrvatska) za razdoblje od 1952. do 1979. godine (podaci Ministarstva zaštite okoliša (Kružić i Teskeredžić, 2002)).

Prava industrija obrade crvenog koralja u vrijeme Austro-ugarske nije postojala, već se crveni koralj prerađivao u nakit tek kod nekoliko obitelji na hrvatskoj strani Jadrana. U to vrijeme se najveći dio crvenog koralja, izvađenog duž istočne obale Jadrana, prodavao na sajmu u gradu Senigaglia (između Pesara i Ancone), a prerađivao se u nakit u gradiću Torre del Greco kod Napulja (Kružić i Teskeredžić, 2002). U razdoblju od 1923. do 1940. godine, za vrijeme „stare“ Jugoslavije, crveni koralj se vadio za polovinu manje od prijašnjih godina i to sa dva do tri čamca. Broj ribara koji su se bavili vađenjem koralja varirao je između 5 i 16. Broj dana vađenja koralja godišnje je iznosio od 30 do 90 u toplijim mjesecima, a godišnje se vadilo (prema prijavi) između 32 i 234 kilograma. U to vrijeme koralji su se vadili isključivo pomoću „inženja“ (naprava u obliku križa Sv. Andrije, napravljena od drva ili metala, na koji je pričvršćena ribarska mreža). Vučen brodom po dnu ili okomito uz stijeni na oko 50 metara dubine, inženj je lomio crvene koralje, čiji su dijelovi padali u mrežu. U Zlarinu su 1923. godine počeli vaditi crvene koralje i roniaci, koji su ronili čak dublje od 30 metara. Godine 1931. osnovana je u Zlarinu „Koraljsko-spužvarska zadruga“. Kao nekad u Austro-Ugarskoj, nastojalo se poslije prvog svjetskog rata u „staroj“ Jugoslaviji prerađivati izvađeni crveni

koralj, pa je 1932. godine angažiran jedan talijanski brusač koralja kako bi u Zlarinu naučio 20 učenika vještini brušenja koralja. Od 1940. do 1951. godine u Jadranu se nisu vadili koralji. Tek je 1952. godine u Šibeniku opet pokrenuto vađenje crvenog koralja. Uglavnom se vadilo od svibnja do rujna. Poznato je kako su 1955. godine Zlarinjani izvadili 477 kilograma crvenog koralja i čitavo to "blago" u besćenje izvezli u Italiju.

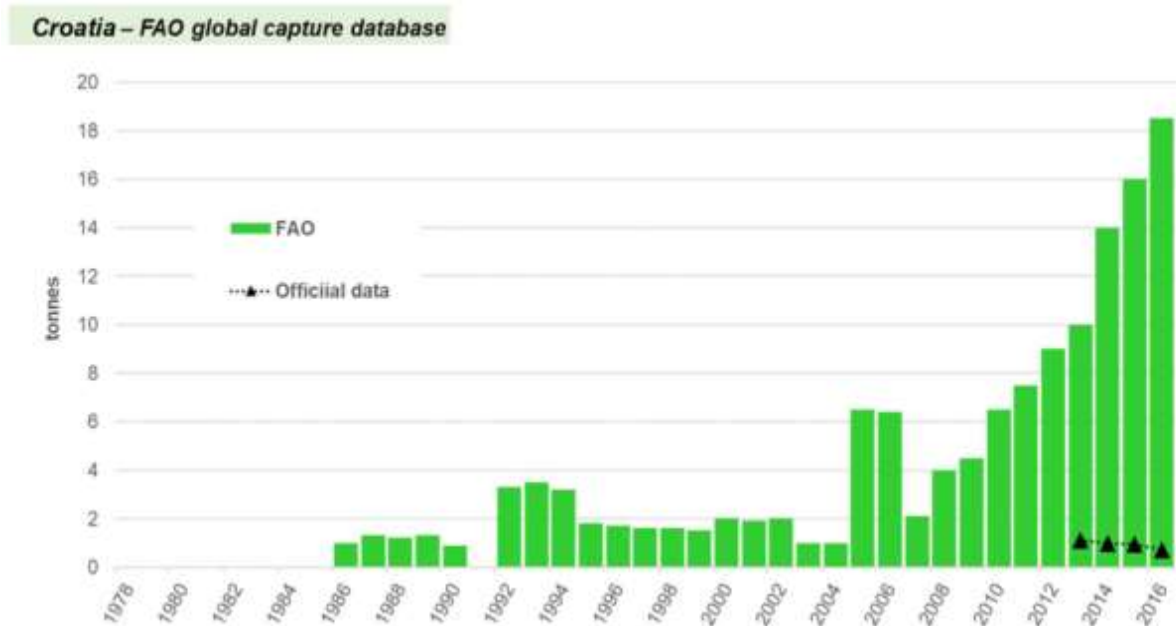
Najveća učestalost crvenog koralja utvrđena je u srednjem i južnom dijelu Jadrana. Za vađenje su se koristile populacije u moru oko Šibenika, kao i oko Hvara, Paklenih otoka, Visa, Korčule, Lastova i Mljeta. Najljepši primjerci crvenog koralja vađeni su oko otočica Blitvenica.

Podaci o tome koliko se crvenog koralja godišnje vadilo iz mora do 1990. godine gotovo da i ne postoje. Jedino se 50-tih i 70-tih godina 20. stoljeća vodilo računa o vađenju koralja, pa se čak radila i statistika vađenja (Slika 4).

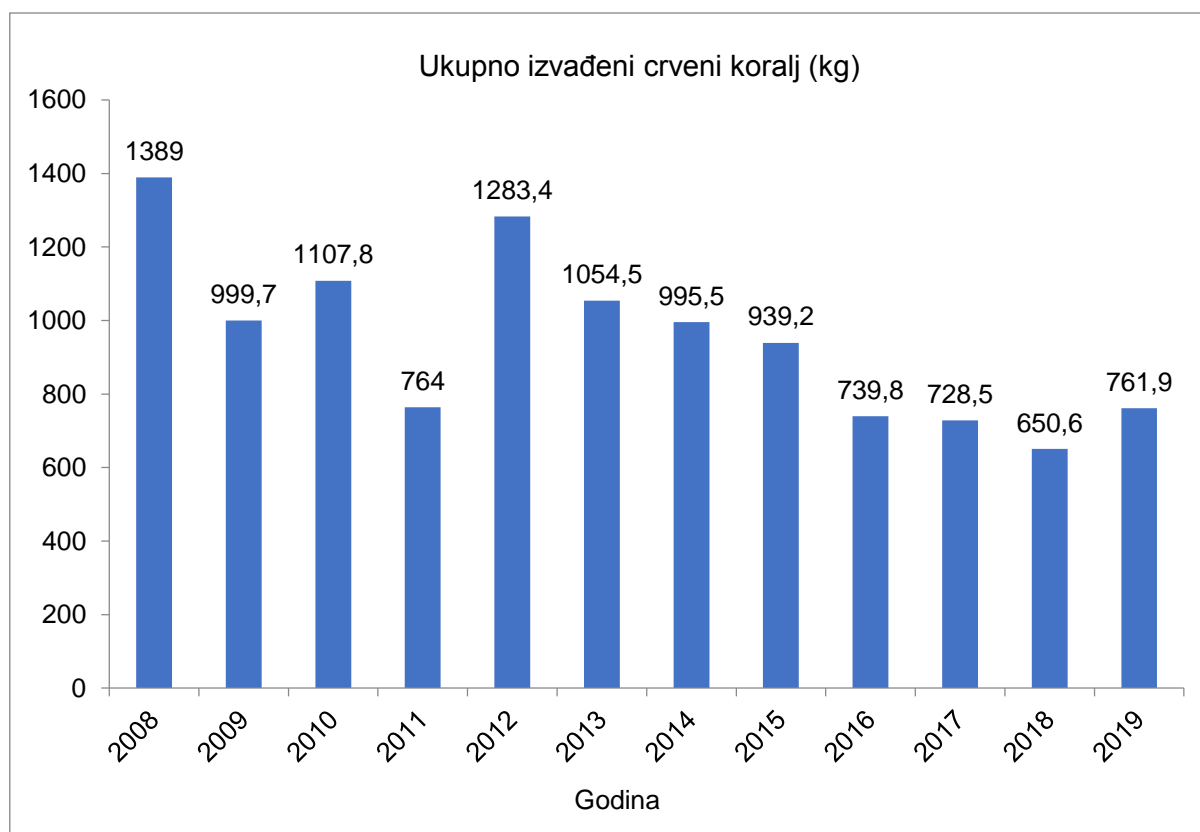
1.3.7. Podaci o vađenju crvenog koralja u hrvatskom dijelu Jadranskog mora

U podmorju istočnog dijela Jadrana odavno se znalo za nalazišta crvenog koralja, i to uglavnom duž obale Dalmacije, ponajviše otoka Visa i Lastova, od 45 do 120 metara dubine. Uz ronjenje crveni koralj se vadio i uz pomoć „injženja“, ali se od 1988. godine ovaj način vađenja koralja napustio. Ograničeni broj ronilaca sakupljao je crveni koralj sa prosječnim godišnjim prinosom od 30 kg po roniocu. Prema Liverinu (1998.) eksploatacija koralja hrvatskog podmorja te unos u bazu podataka koraljarenja započela je 1984. godine i nastavila se do današnjih dana (Slika 5). Prema podacima FAO-a, zabilježen je porast ulova od 2005. godine i eksponencijalni rast od 2010. godine, zbog čega je Hrvatska u 2016. godini bila zemlja s najvišim rekordima (18,5 tona; GFCM 2017). Međutim, informacije koje je Hrvatska dostavila za razdoblje od 2013. do 2016. godine u okviru Nacionalnog plana prikupljanja podataka u ribarstvu prilično odstupaju od podataka kojima raspolaže FAO. Općenito brojke pokazuju neznatno smanjenje ukupne količine izvađenog crvenog koralja s 1,054 tone u 2013. na 0,739 tone u 2016. (GFCM, 2017). Ove informacije pokazuju da su podaci o vađenju koralja koje ovlaštenici povlastica dostavljaju u Upravu za ribarstvo Ministarstva poljoprivrede RH manjkavi ili GFCM ima podatke koje nisu posve točni. Najbolji primjer za takvu tvrdnju su podaci za 2008. godinu, gdje se razlikuju podaci o sakupljenom crvenom koralju kojima raspolaže Uprava ribarstva (1,39 tona) (Slike 5 i 6) i kojima raspolaže FAO (4 tone) (slika 5). Još je veći nerazmjer u podacima za 2016. godinu: 0,739 tona (Uprava

ribarstva)(slika 5 i 6) i 18,5 tona (FAO)(slika 5). Naravno da treba uvijek imati na umu i mogućnost nenamjerne greške u podacima FAO-a, ali razlika u podacima je itekako značajna. Međutim, ta razlika u podacima prisutna je kod gotovo svih država koje reguliraju sakupljanje crvenog koralja. Problem su i podaci o biometriji izvađenih koralja, koji bi itekako koristili znanstvenoj zajednici, ali takvih podataka gotovo i nema.



Slika 5. Podaci FAO baze podataka za izvađeni crveni koralj u Hrvatskoj, crni trokuti odgovaraju službenim podacima Uprave za ribarstvo, Ministarstvo poljoprivrede RH (FAO, 2018.; GFCM, 2017).



Slika 6. Podaci o izvađenom crvenom koralju *C. rubrum* u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2008. Do 2019. (Uprava za ribarstvo, Ministarstvo poljoprivrede, 2020).

S obzirom na prelovljene populacije crvenog koralja u plićim područjima (do 40 metara dubine), ronionci su prisiljeni tražiti populacije koralja u većim dubinama (do 100/120 metara dubine) (FAO, 1983; 1988). Ovdje se crveni koralj vadi naprednim tehničkim ronjenjem na plinske mješavine i relativno skupu ronilačku opremu i to je danas jedini učinkovit način vađenja crvenog koralja. Zbog skupoće takve opreme neki koraljari i dalje ilegalno koriste „inženj“, te ribarske mreže sa utezima (i jedan i drugi alat su izuzetno destruktivni za koraligensku biocenu gdje nalazimo populacije crvenog koralja). Prije svakog vađenja potencijalno područje za koraljarenje se prođe ROV uređajem i prate se snimke staništa, te se traži stanište crvenog koralja.

Vađenje crvenog koralja u Hrvatskoj je regulirano na nacionalnoj razini, dok je u nekim državama (Italija, Španjolska i Francuska) to prepušteno regijama. Samo nekoliko zemalja pruža informacije o eksploatiranim područjima i o broju zaštićenih populacija. U većini zemalja Sredozemnog mora populacije crvenog koralja zaštićene su unutar morskih zaštićenih područja (MPA) ili unutar morskih rezervata, dok su u rijetkim slučajevima zaštićena

područja ili rezervati posebno uspostavljeni radi zaštite populacija crvenog koralja. U Republici Hrvatskoj posebnu pažnju treba usmjeriti na nadzor i kontrolu koje, osim ribarske inspekcije, koja je suočena sa nedovoljnim brojem inspektora, provodi pomorska policija, obalna straža, lučke kapetanije i carina, a u zaštićenim područjima čuvari prirode. Drugi problem je i ilegalno vađenje crvenog koralja tijekom zimskog perioda kada su pomorske ophodnje policije relativno rijetke, a čuvari prirode zaštićenih područja nisu aktivni, jer ne traje turistička sezona.

2. Cilj rada

Cilj ovog rada je istražiti i utvrditi stanje populacija crvenog koralja (*Corallium rubrum*) na 10 odabranih lokaliteta (u zaštićenim (nacionalni parkovi i parkovi prirode) i nezaštićenim područjima) u istočnom dijelu Jadrana, te proučiti njegovu dubinsku rasprostranjenost, status i ugroženost. Procijenit će se utjecaj intenzivnog vađenja crvenog koralja, te utjecaj poremećaja unutar njegovog staništa (koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja) povezanih sa globalnim promjenama (klimatske anomalije, negativan utjecaj intenzivnog ribarstva, invazivne vrste), koje negativno djeluju na populacije crvenog koralja. Poznavanje ekoloških obilježja, s naglaskom na obrasce vertikalne rasprostranjenosti crvenog koralja, sastav i strukturu njegovih populacija, te varijabilnost s obzirom na karakteristike istraživanih područja na kojima se razvija, prijeko je potrebno kako bi se na odgovarajući način sačuvalo ovu vrstu. Dobiveni rezultati ovog rada koristit će se u donošenju stručne podloge za plan gospodarenja crvenim koraljem koju radi Biološki odsjek PMF-a za Upravu za ribarstvo Ministarstva poljoprivrede RH. Također je cilj predložiti strože mjere zaštite ove vrste, koje vode obnovi populacija crvenog koralja u Jadranu.

3. Materijali i metode

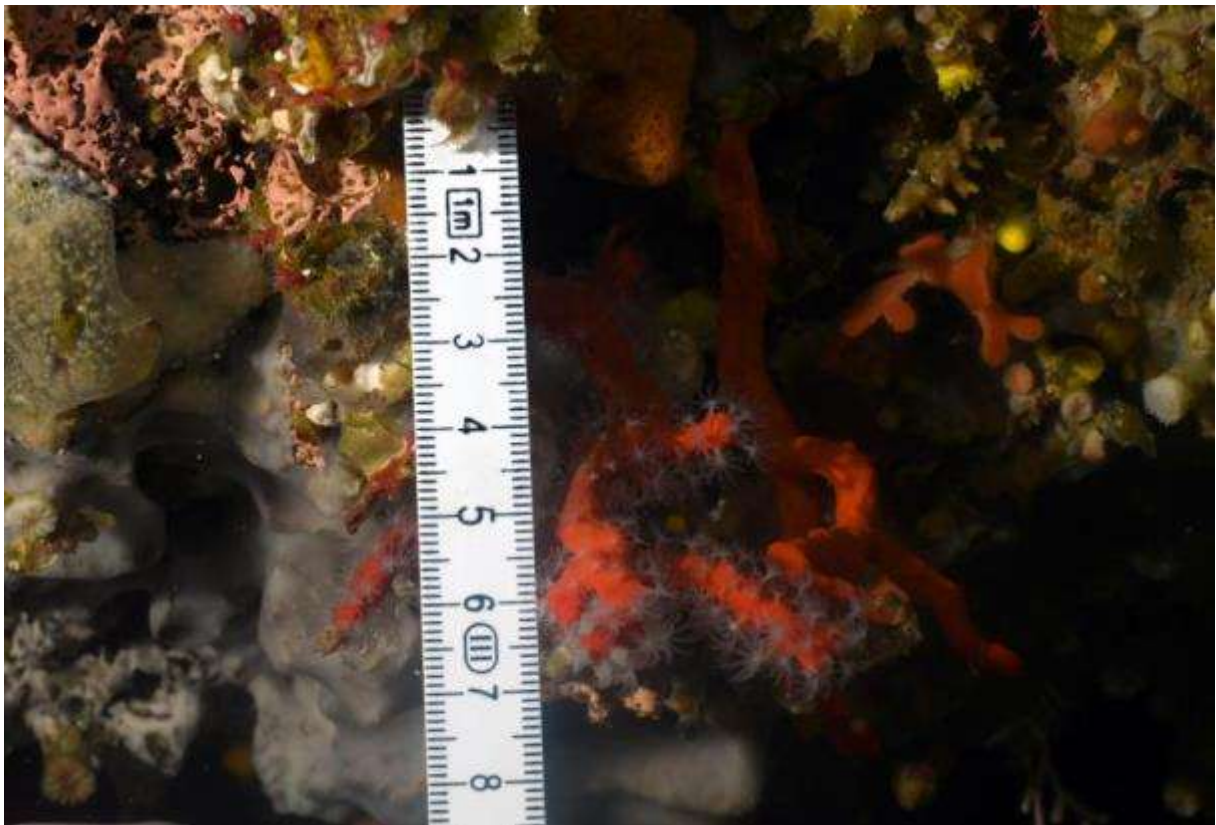
Terenski dio istraživanja proveden je uz korištenje autonomne ronilačke opreme te upotrebe ROV uređaja (podvodna ronilica). Za istraživanja su izabrani sljedeći lokaliteti: Otok Iž (Rutnjak), PP Telašćica (Veli Garmenjak), NP Kornati (Mali Obručan, Vela Panitula), PP Lastovo (Glavat), NP Mljet (Rt Lenga, Vranji Škoj, Korizmeni Rat), Otočić Blitvenica i Otok Šipan (Rt Prtuša). Na svim istraživanim postajama napravljena su izravna opažanja („*in situ*“) do 40 metara dubine, dok se do dubine od 60 metara koristio ROV uređaj. Određen je tip i konfiguracija dna, te je nacrtan istraživani profil u programu Adobe Photoshop CS5. Na svim istraživanim postajama popisane su karakteristične vrste za koraligensku biocenu i biocenu polutamnih špilja (prvenstveno alge, koralji, spužve, mahovnjaci i ribe povezane sa populacijama crvenog koralja). Također su se kolonije crvenog koralja pregledale za prisutnost predatorskih puževa porodice *Ovulidea* (primarno vrsta *Pseudosimnia carnea* (Poiret, 1789)).

Temperature mora izmjerene su na postajama u PP Telašćica (Veli Garmenjak), NP Kornati (Mana) i NP Mljet (Rt Lenga) na dubinama od 30, 40 i 50 metara pomoću digitalnih mjerača temperature Onset Computers data logger (kontinuirano mjerenje zadnjih 20 godina). Ostali fizikalno-kemijski parametri (salinitet, pH morske vode, koncentracija otopljenog kisika) izmjereni su na istim postajama pomoću oceanografske sonde Seabird SBE19plus V2 na dubinama gdje su utvrđene populacije crvenog koralja. Ekološki čimbenici uspoređeni su sa stanjem populacija crvenog koralja na istraživanim postajama.

Za fotografiranje kolonija crvenog koralja korišteni su fotoaparat Nikon D200 u podvodnom kućištu Sea&Sea i kamera GoPro Hero7 (Slika 7). Visina i širina kolonija izmjerena je ravnalom (pomična mjerka) (Slika 8) i digitalno preko fotografija. Pomične mjerke pričvršćene su klinovima uz kolonije crvenog koralja. Osim mjerenja visine i razgranatosti kolonije, vizualno je određen i postotak djelomične smrtnosti (nekroza tkiva) za svaku koloniju. Pokrivenost površine (gustoća kolonija) po kvadratnom metru izračunala se iz snimljenih kvadrata 50 x 50 cm (10 do 20 kvadrata ovisno o veličini istraživane populacije) i preračunata u prosječni broj kolonija po metar kvadratni. Za statističku obradu podataka (Anova; Pearsonov koeficijent korelacije) korišten je program Statistica 14.0.



Slika 7. Fotografiranje kolonija crvenog koralja



Slika 8. Mjerenje visine kolonija crvenog koralja

4. Rezultati

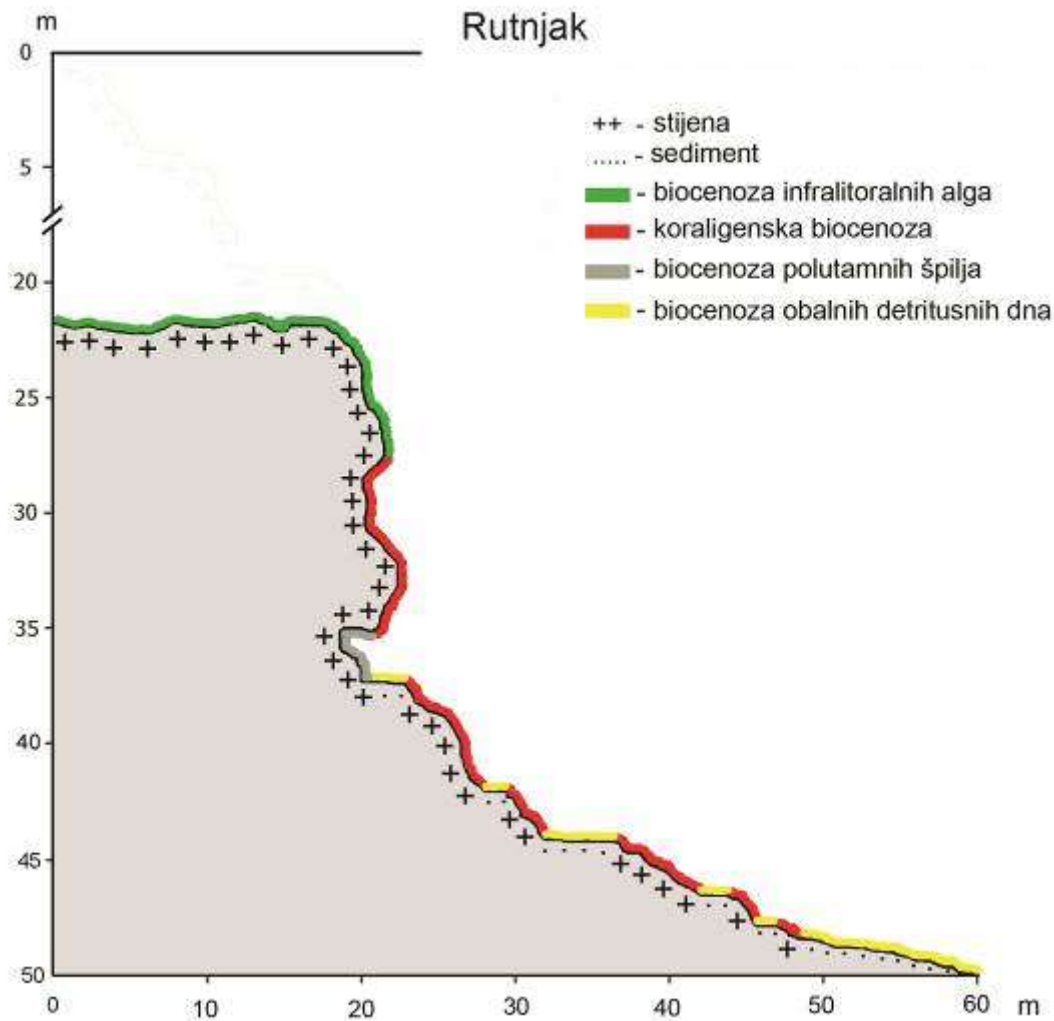
4.1. Opis istraživanih postaja

4.1.1. Rutnjak (Otok Iž) (44,0552778; 15,1188889)

Istraživana postaja nalazi se na sjevero-istočnoj strani otoka Iža oko 500 metara udaljeno od obale (Slika 9). Postaja je pod stalnim utjecajem jakih pridnenih struja, dok je prozirnost mora slaba (do 10 metara). Roni se s broda direktno u plavo do dubine od 23 metra na vrh stijene (Slika 10). Unutar biocenoze infralitoralnih alga utvrđene su manje nakupine ljuštarnog sedimenta s biocenozom obalnih detritusnih dna. Na par mjesta utvrđena je bijela gorgonija *Eunicella singularis*. Koralijska biocenoza počinje na dubini od 27 metara, a u dubinu se miješa sa biocenozom polutamnih špilja uz mjestimičnu biocenozu obalnih detritusnih dna (većinom na dnu polušpilja). U koraligeni prevladavaju žuta gorgonija *Eunicella cavolini* i kameni koralj žuta čaška *Leptopsammia pruvoti* (Slika 11). Unutar koraligenske biocenoze također nalazimo mjestimično nakupine ljuštarnog sedimenta.



Slika 9. Položaj istraživane postaje Rutnjak (otok Iž).



Slika 10. Profil Rutnjak s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Koraligenska biocenoza i biocenoza obalnih detritusnih dna spuštaju se do 45 metara dubine, a kasnije se dalje u dubinu nastavlja samo ljuštorni sediment sa biocenzom obalnih detritusnih dna. Populacije crvenog koralja započinju na 35 metara dubine na rubovima i unutar polušpilja (Slika 12). Uz nekoliko većih kolonija (10 do 12 cm visine) uglavnom prevladavaju manje, mlade kolonije starosti desetak godina. Kolonije crvenog koralja rasprostiru se do dubine od 43 metra. Većinom su to mlade kolonije, manje od 10 cm visine, na nekim mjestima unutar polušpilja utvrđene su veće gustoće populacija (preko 60 kolonija po kvadratnom metru). Vidljivo je vađenje crvenog koralja od strane koraljara u zadnjih 10 godina (od vremena kada je utvrđena istraživana lokacija kod otoka Iža).



Slika 11. Koraligen na postaji Rutnjak. Dubina 32 metra.



Slika 12. Kolonija crvenog koralja na rubu polušpilje. Postaja Rutnjak. Dubina 37 metara.

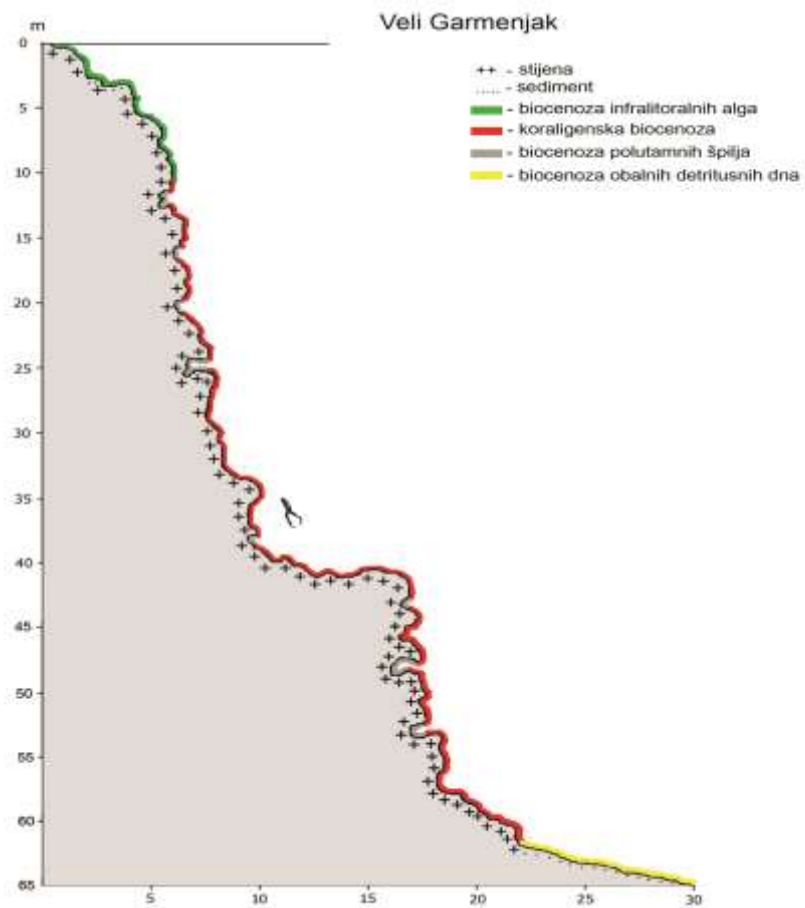
4.1.2. Veli Garmenjak (PP Telašćica) (43,8652778; 15,1811111)

Istraživana postaja nalazi se na južnoj strani otočića Veli Garmenjak (Slika 13). Najveća dubina zarona bila je 60 metara (Slika 14). Stijena obrasla fotofilnim algama i manjim livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica* u džepovima sa sedimentom stepeničasto pada do 4 metra dubine. Zatim slijedi litica koja pada do 40 metara dubine gdje se nalazi ravan plato širine oko 8 metara.



Slika 13. Položaj istraživane postaje Veli Garmenjak u PP Telašćica.

U gornjem dijelu litice (do 10 metara dubine) razvijena je biocenoza fotofilnih alga s nekoliko jedinki gorgonije *Eunicella singularis*. Prema dubini litica obiluje rupama, prevjesima i manjim špiljama. Ovdje je razvijena koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja. Na 25 metara dubine nalazi se oveća polušpilja. Na 40 metara dubine nalazi se terasa širine 10 metara sa velikim primjercima gorgonija *Eunicella cavolini* i žutom moruzgvom *Parazoanthus axinellae*. Na dubinama između 57 i 60 metara do 2004. godine postojala je veća populacija crvenog koralja. Pojedine kolonije bile su duge i do 45 centimetara, dok im je promjer baze iznosio i do 2 centimetra. Danas su, na žalost, ostale samo manje kolonije do maksimalno 15 cm visine (Slika 15).



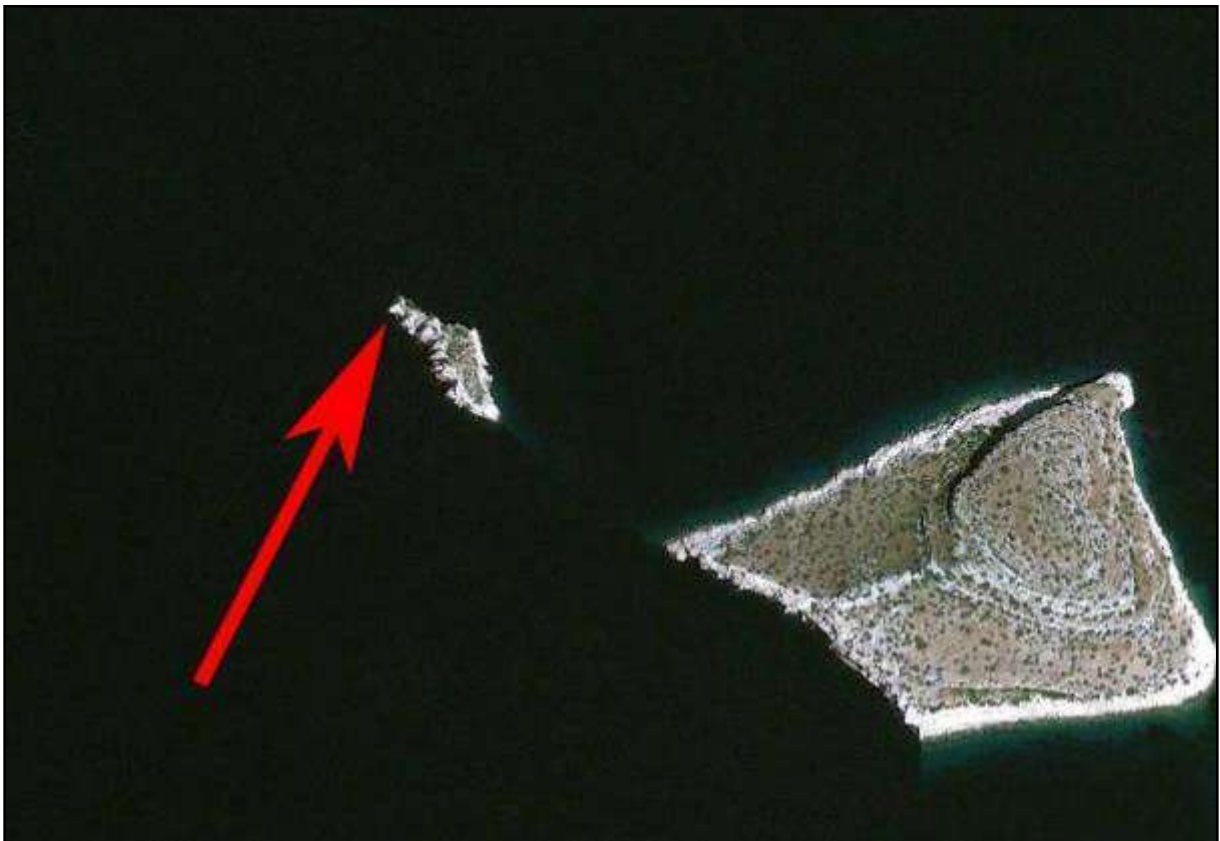
Slika 14. Profil Veli Garmenjak s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 15. Kolonije crvenog koralja u koraligenskoj biocenozi na postaji Veli Garmenjak u PP Telašćica. Dubina 58 metara.

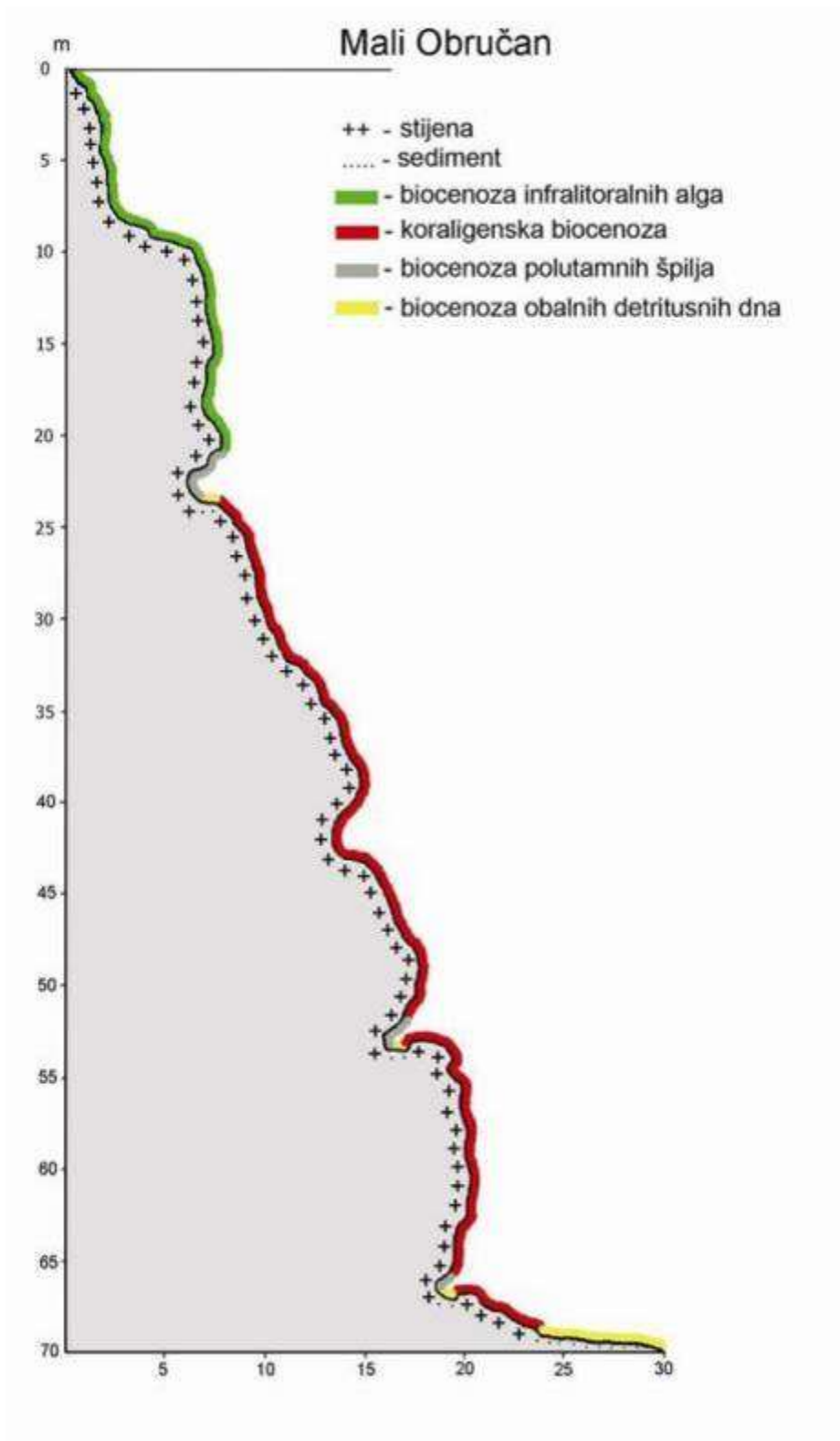
4.1.3. Mali Obručan (NP Kornati) (43,8362714; 15,2204188)

Istraživana postaja nalazi se na zapadnoj, vanjskoj strani otoka Mali Obručan (Slika 16). Okomita hridinasta litica s par većih polušpilja spušta se do dubine od 68 metra pod kutom od 80 do 90° (Slika 17). Biocenoza infralitoralnih alga utvrđena je do dubine od 22 metra. Duž strmca na dubini od 24 do 68 metra razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominira žuta moruzgva *Parazoanthus axinellae*, najčešće na rubovima polušpilja. U biocenozi polutamnih špilja prevladavaju kameni koralji *Madracis pharensis*, *Leptopsammia pruvoti* i *Caryophyllia inornata*. Na stijenama od 27 metara dubine prevladava žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, a od 36 metara i crvena gorgonija *Paramuricea clavata*. Od 58 metra dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 68 metara.

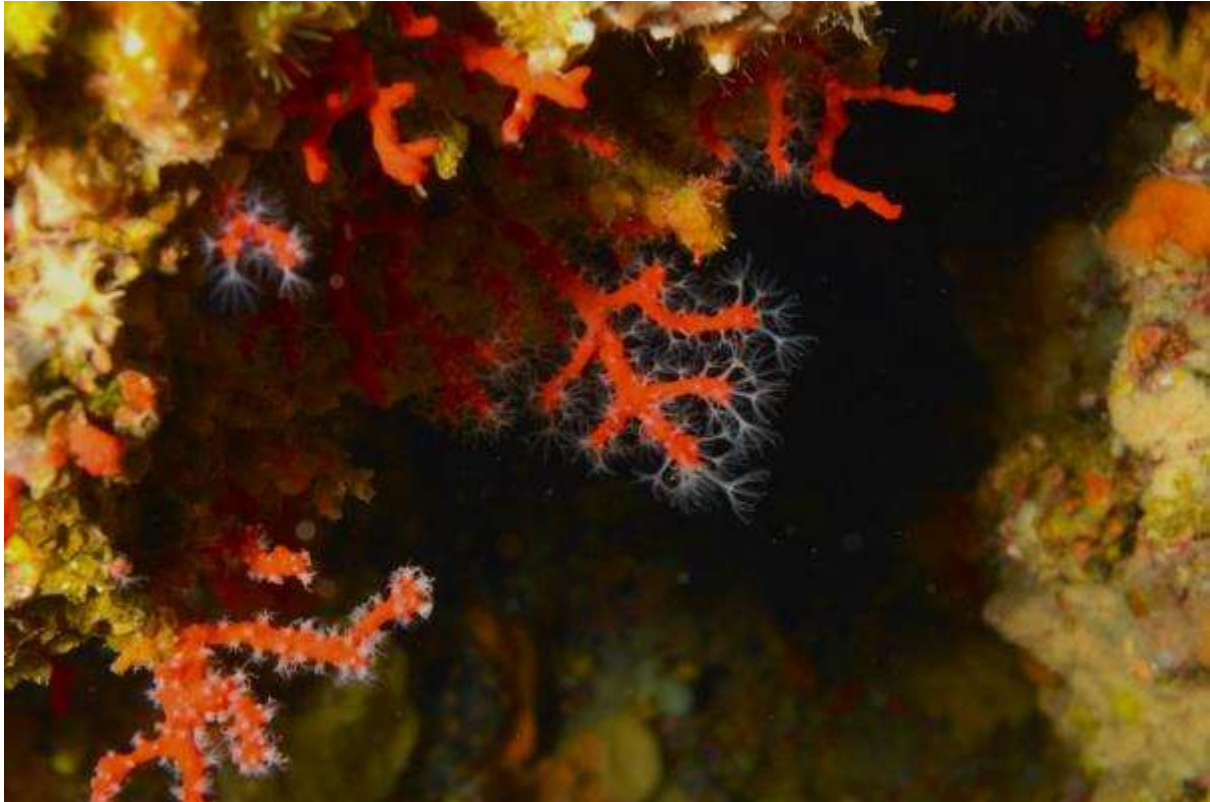


Slika 16. Položaj istraživane postaje Mali Obručan u NP Kornati.

Kolonije crvenog koralja nalaze se na dubini između 51 i 67 metara (Slika 17). Kolonije se nalaze na gornjim rubovima polušpilja i rupa. Uglavnom su manje kolonije do maksimalno 10 cm visine.



Slika 17. Profil Mali Obručan s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 18. Kolonije crvenog koralja u koraligenskoj biocenozi na postaji Mali Obručan u NP Kornati. Dubina 52 metra.

4.1.4. Vela Panitula (NP Kornati) (43,7555556; 15,3519444)

Istraživano područje nalazi se uz sjeverni dio otoka Velika Panitula, na vanjskoj strani NP Kornati (Slika 19). Razveden okomit hridinasti strmac s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 78 metara pod kutom od oko 80° (Slika 21).

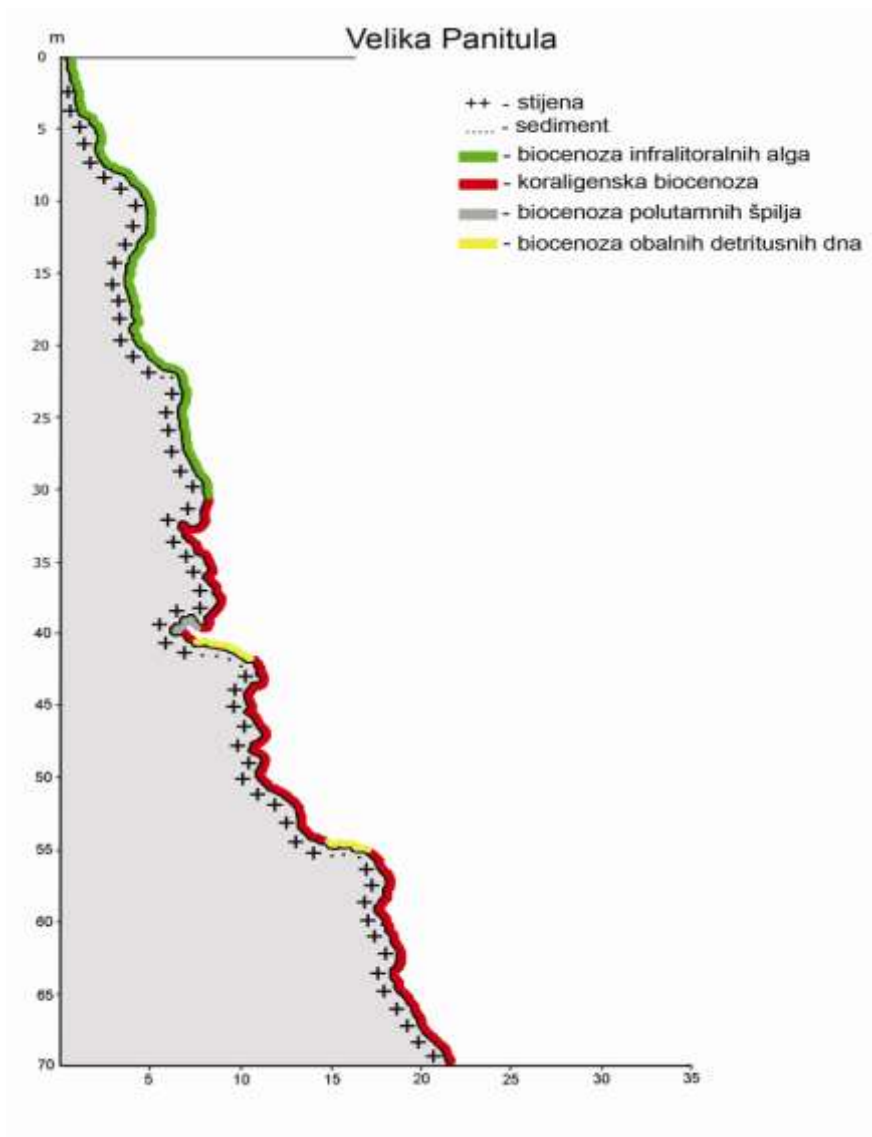
Biocenoza infralitoralnih alga razvijena je do dubine od 31 metar. Na dubini od 16 metara utvrđeno je veće naselje žute rožnjače *Eunicella cavolini*, koje se dalje sporadično spušta sve do 60 metara. Nakon 31 metra dubine počinje koraligenska biocenoza koja se spušta sve do 78 metara dubine. Od koralja su česti kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata*, *C. smithii*, *Madracis pharensis* i *Hoplangia durothrix*. Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* rasprostranjena je od 36 do 48 metara dubine. Na svodu polušpilje, na dubini od 32 metra, utvrđene su manje populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slika 20). Populacije crvenog koralja nalazimo i na 48 i na 63 metara dubine. Većinom su to manje kolonije do 10 cm visine. Uz crveni koralj u polušpiljama dominiraju kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Phyllangia mouchezi* i *Madracis pharensis*, zadružna moruzgva *Parazoanthus axinellae*, te spužva *Aplysina cavernicola*.



Slika 19. Položaj istraživane postaje Velika Panitula u NP Kornati.



Slika 20. Skrivene kolonije crvenog koralja u rupi u koraligenskoj biocenozi na postaji Vela Panitula u NP Kornati. Dubina 32 metra.



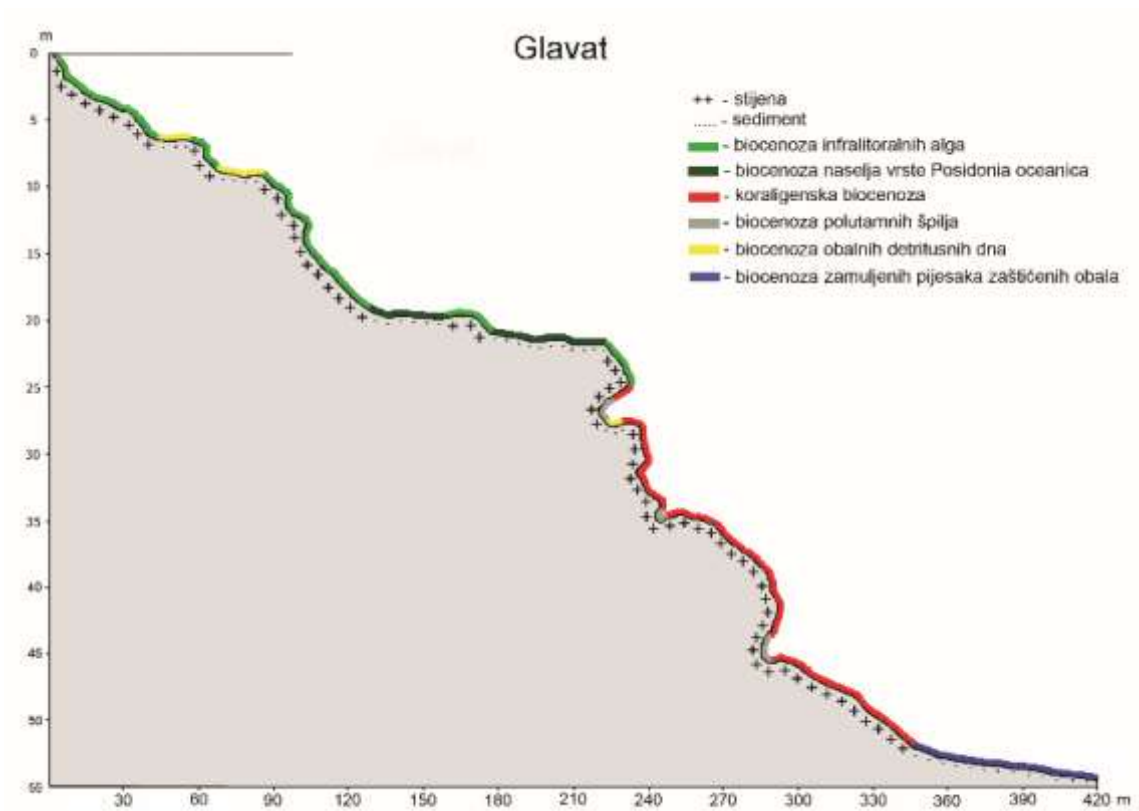
Slika 21. Profil Velika Panitula s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4.1.5. Otočić Glavat (PP Lastovo) (42,7644444; 17,1469444)

Istraživana postaja nalazi se na jugo-istočnoj strani otočića Glavat (Slika 22). Hridinasta litica s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 52 metra pod kutom od 45° (Slika 23). Prema dubini nakon 20 metara litica obiluje rupama, prevjesima, prolazima (uglavnom od većih stijena odlomljenih s obale) i manjim špiljama. Ovdje su dobro razvijene koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja. Ovdje dominiraju kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata* i *Madracis pharensis*. Česte su kolonije žute gorgonije *Eunicella cavolini* koje se rasprostiru od 25 do 50 metara dubine. Od riba je česta vrsta matulic barjaktarić *Anthias anthias*. Na 44 metra dubine utvrđena je veća populacija crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slike 24 i 25).



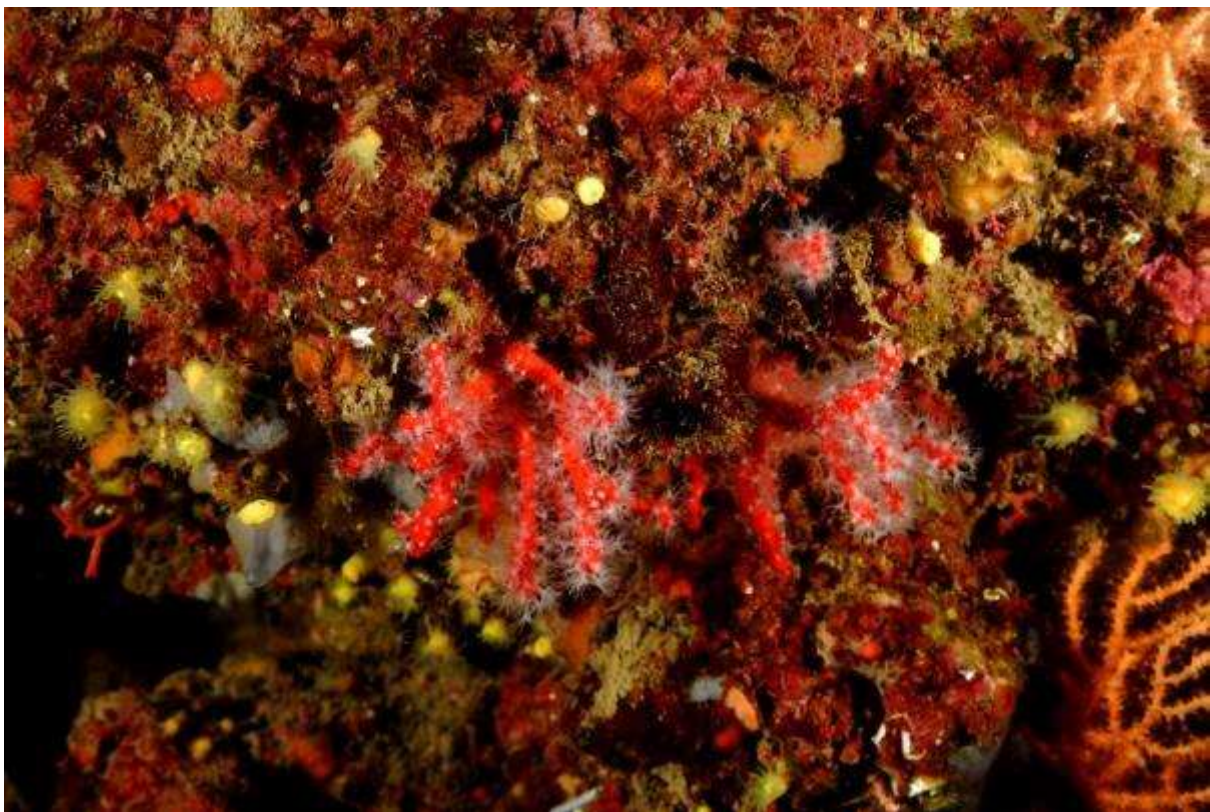
Slika 22. Položaj istraživane postaje Glavat u PP „Lastovo“.



Slika 23. Profil Glavat s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 24. Koraligenska biocenoza i kolonije crvenog koralja na postaji Glavat. Dubina 42 metra.



Slika 25. Kolonije crvenog koralja na postaji Glavat. Dubina 42 metra.

4.1.6. Rt Lenga (NP Mljet) (42,7558333; 17,3877778)

Istraživana postaja nalazi se na južnoj, vanjskoj strani NP „Mljet“, na izlazu iz uvale Velike Blace (Slika 26). Okomita hridinasta litica s par većih polušpilja spušta se do dubine od 68 metara pod kutom od 80 do 90° (Slika 27).

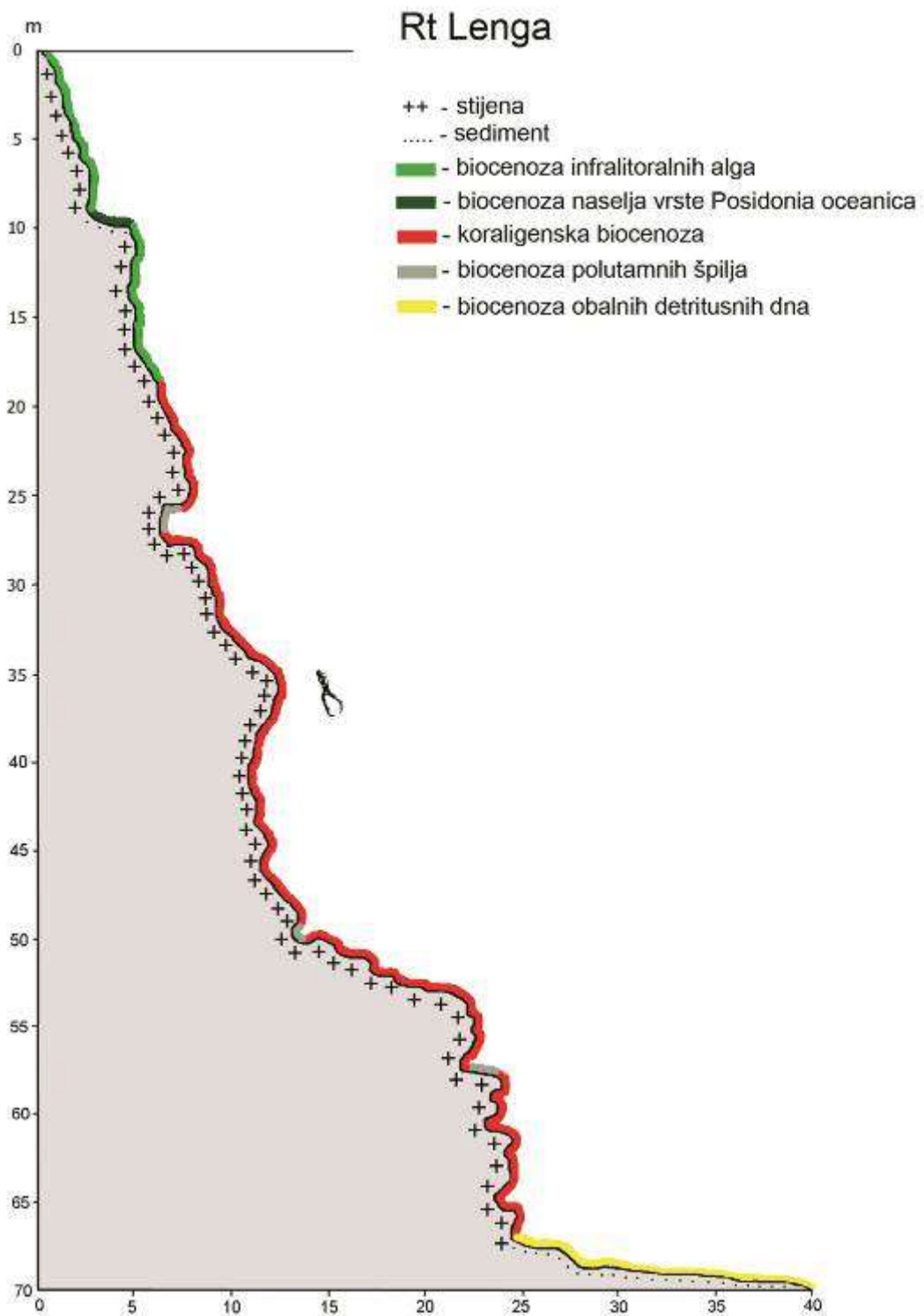


Slika 26. Položaj istraživane postaje Rt Lenga u NP Mljet.

Na manjoj stepenici na 10 metara dubine razvijeno je manje naselje morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Duž strmca na dubini od 18 do 67 metara razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominiraju moruzgve *Cereus pedunculatus* i *Parazoanthus axinellae*, najčešće na rubovima polušpilja. U biocenozi polutamnih špilja utvrđeni su kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii*, *C. inornata* i *Hoplangia durothrix*.

Od 67 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu.

Na dubini od 55 do 65 metara nalaze se populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slika 28). Postaja je bila bogata crvenim koraljem, ali je vidljiva devastacija populacija zadnja dva desetljeća. Kolonije su visine do 10 cm, a utvrđene su i populacije malih kolonija u rupama koraligena. Najveća dubina ronjenja bila je 65 metara.



Slika 27. Profil Rt Lenga s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 28. Crveni koralj *Corallium rubrum* na profilu Rt Lenga. Dubina 60 metara.

4.1.7. Vranji Škoj (NP Mljet) (42,7525000; 17,3991667)

Istraživana postaja nalazi se na južnoj, vanjskoj strani otočića Vranji Škoj (Slika 29). Okomita hridinasta litica s par većih polušpilja spušta se pod kutom od 80° do dubine od 48 metara (Slika 31).

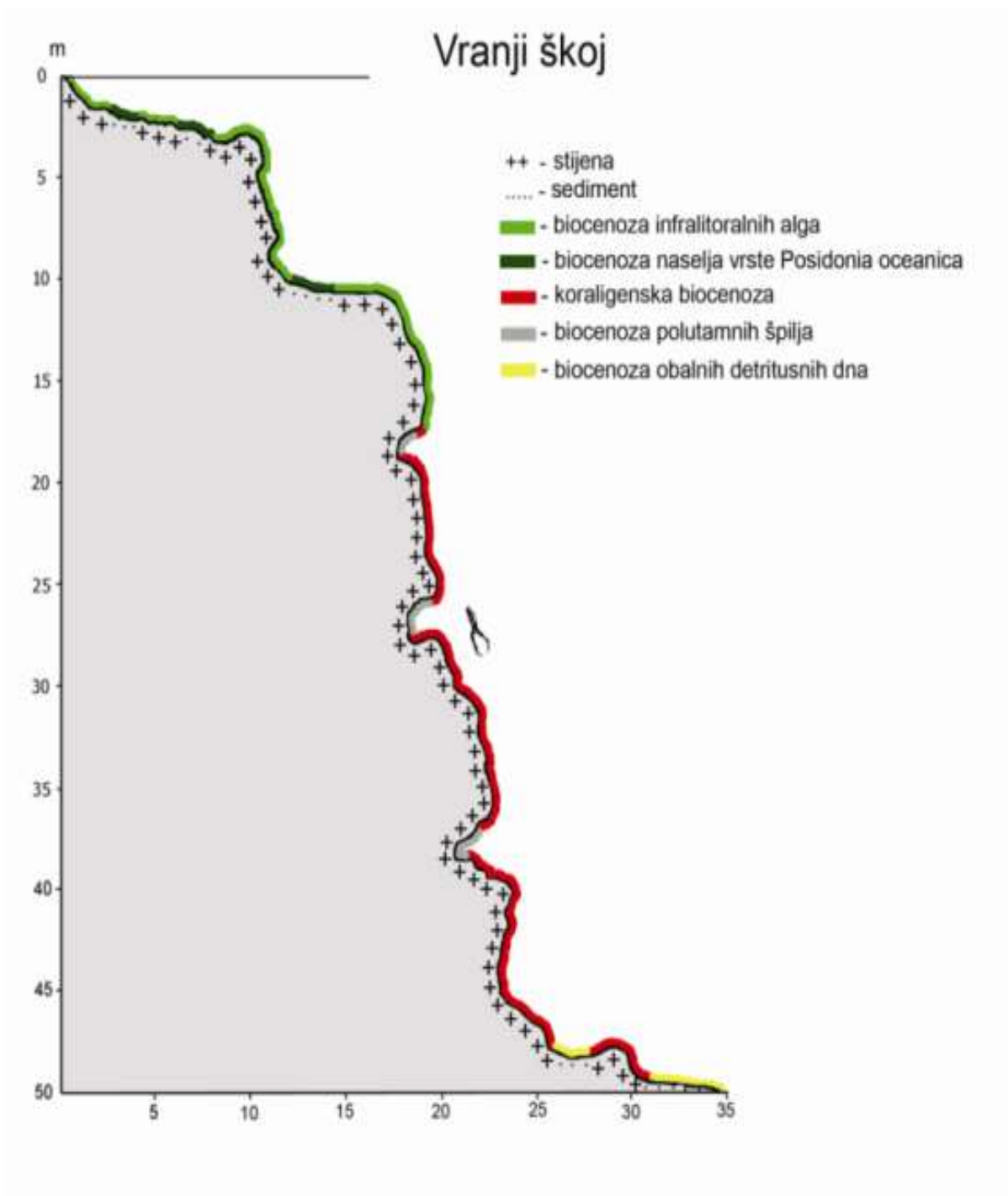
Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 17 metara. Utvrđeno je nekoliko kolonija busenastog kamenog koralja *Cladocora caespitosa*. Duž strmca na dubini od 17 do 48 metara razvijena je koraligenska biocenoza. Od žarnjaka su najbrojniji žuta moruzgva *Parazoanthus axinellae* i *Leptopsammia pruvoti*. Na dubini od 17, 26 i 37 metara nalaze se polušpilje s biocenozom polutamnih špilja. Ovdje su utvrđene karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata*, *Phyllangia mouchezi* i *Hoplangia durothrix*. Pri dnu litice, na dubini od 45 metara utvrđene su manje populacije crvenog koralja *Corallium rubrum*, uglavnom juvenilne kolonije do 5 cm visine (Slika 30). Od 48 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštorno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Ispod većih kamenih gromada u rupama utvrđene su manje kolonije crvenog koralja. Sva naselja koralja su degradirana vađenjem. Najveća dubina ronjenja bila je 55 metara.



Slika 29. Položaj istraživane postaje Vranji Škoj u NP „Mljet“.



Slika 30. Crveni koralj *Corallium rubrum*. Profil Vranj škoj. Dubina 45 metara.



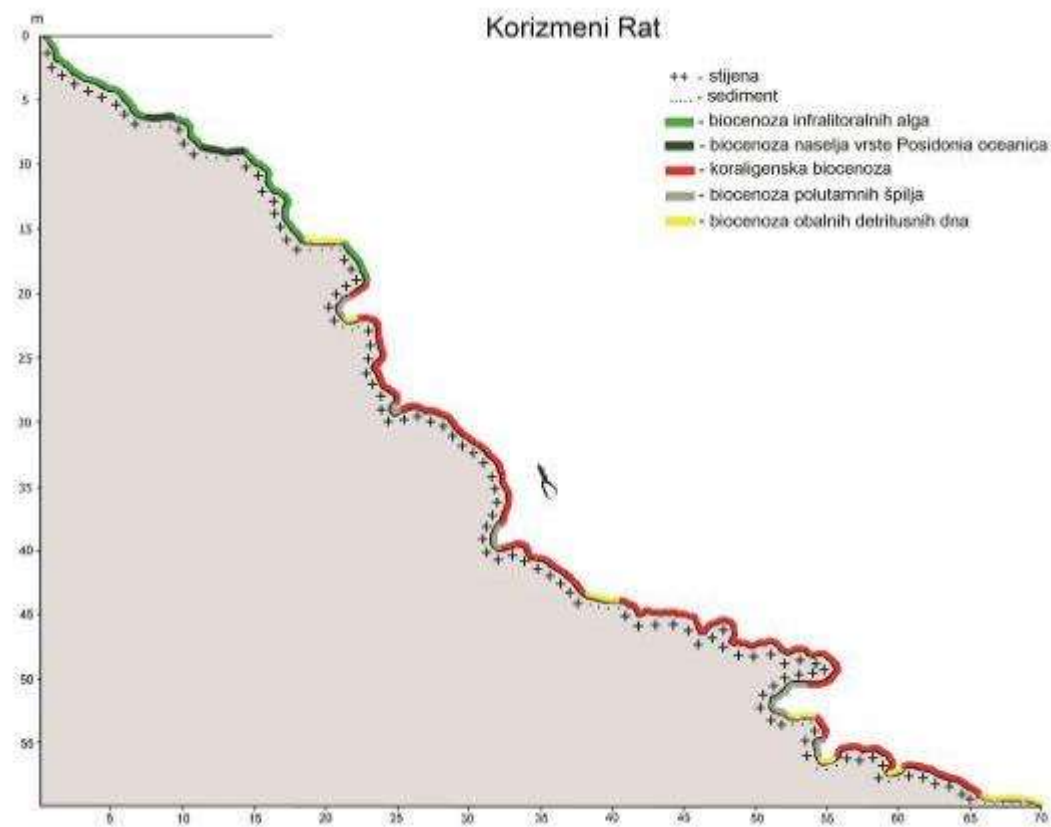
Slika 31. Profil Vranji škoj s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4.1.8. Korizmeni Rat (NP Mljet) (42,7738889; 17,3286111)

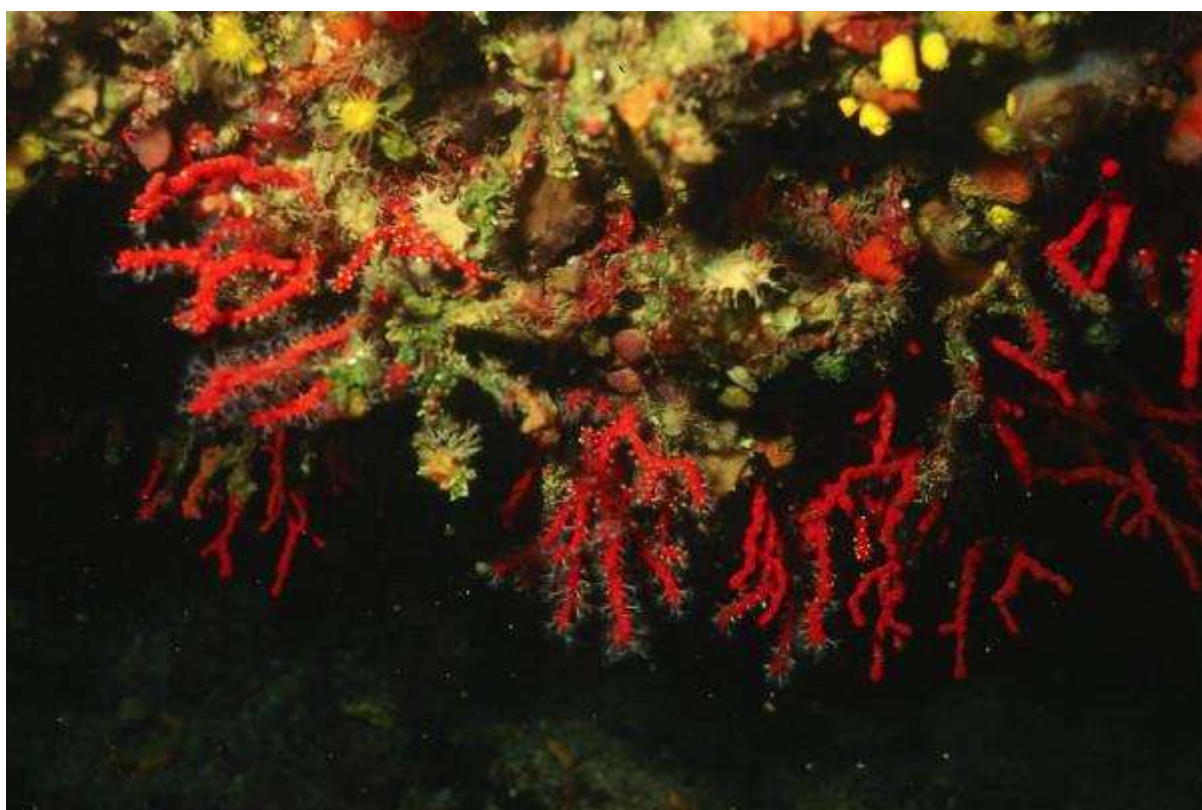
Istraživana postaja nalazi se na zapadnoj, vanjskoj strani NP Mljet, sjeverno od otočića Štit (Slika 32). Hridinasta litica s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 57 metara pod kutom od 45° (Slika 33). Prema dubini (od 18 metara) litica obiluje rupama, prevjesima, prolazima (uglavnom od većih stijena odlomljenih s obale) i manjim špiljama. Ovdje je razvijena koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja. U rupama dominiraju kameni koralji *Leptopsammia pruvoti* i *Madracis pharensis*. Na dubini od 52 metra utvrđena je populacija crvenog koralja *Corallium rubrum*. Populacija je široka oko 15 metara i nalazi se na gornjem rubu polušpilje (Slika 34). Nakon 58 metara dubine nastavlja se ljuštorni sediment do 65 metara dubine, a zatim se ponovo dolazi do kamenih gromada i koraligenske biocenoze.



Slika 32. Položaj istraživane postaje Korizmeni Rat u NP Mljet.



Slika 33. Profil Korizmeni Rat s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 34. Crveni koralj *Corallium rubrum* na postaji Korizmeni Rat. Dubina 52 metra.

4.1.9. Otočić Blitvenica (43,6241667; 15,5741667)

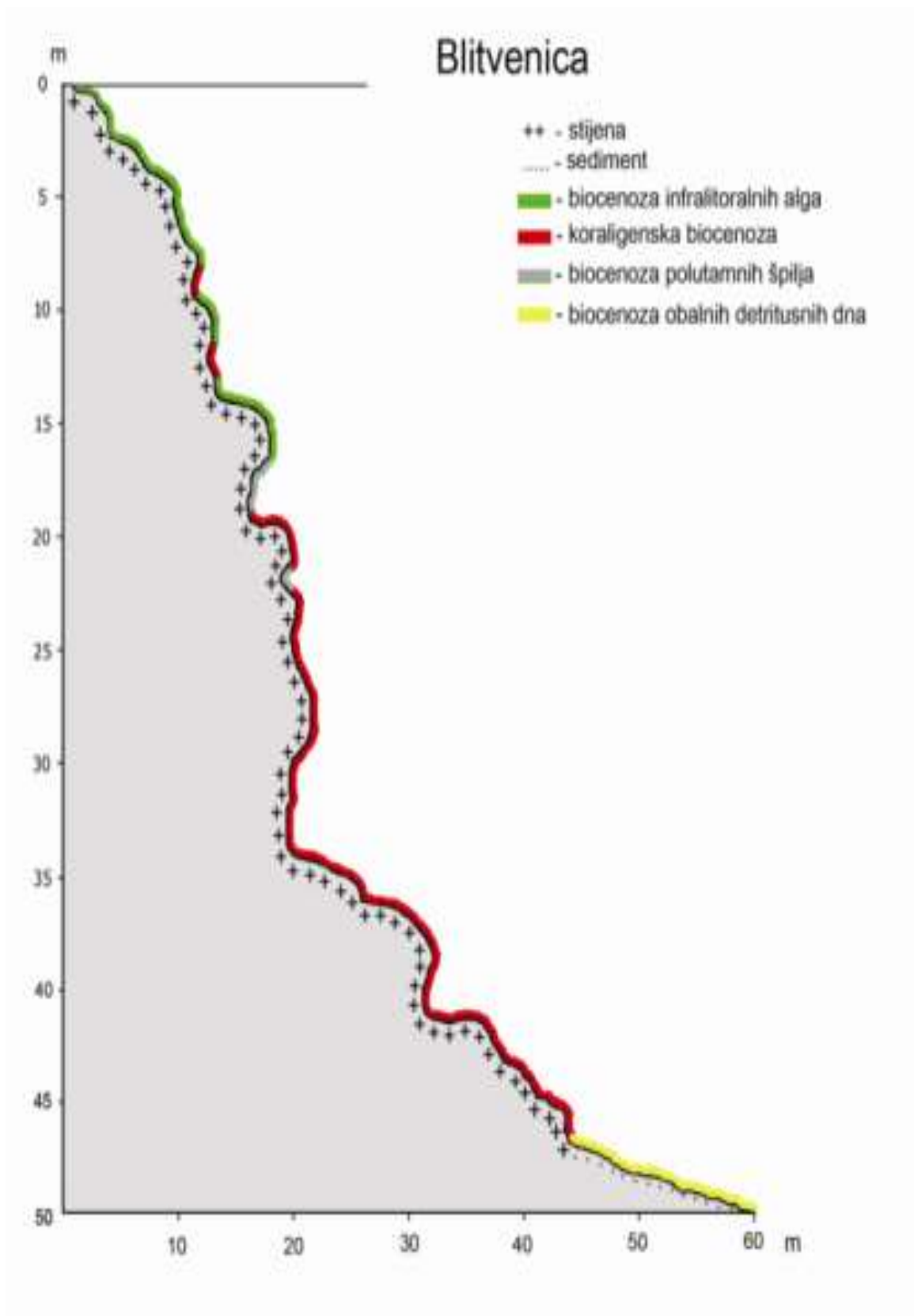
Istraživana postaja nalazi se na južnoj, vanjskoj strani otočića Blitvenica (Slika 35). Okomita hridinasta litica s nekoliko većih polušpilja spušta se do dubine od 34 metra, a dalje se spušta pod kutom od 45° do dubine od 46 metara, gdje prestaje koraligena biocenoza (Slika 36).

Duž strmca na dubini od 19 do 46 metara razvijena je koraligena biocenoza u kojoj dominiraju spužve *Spongia agaricina*, *Axinella cannabina* i *Haliclona mediterranea*, te gorgonije *Eunicella cavolini*. Na rubovima polušpilja raste crvena alga *Pseudolithophyllum expansum*. Na 32 metra dubine počinje velika populacija crvene gorgonije *Paramuricea clavata* (Slika 37).

Mnoge polušpilje i pukotine u stijeni bogato su obrasle karakterističnim vrstama kamenih koralja *Caryophyllia cyathus*, *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii* i *C. inornata*, mahovnjaka *Smittina cervicornis*. Na dubini između 45 i 46 metara nalazi se razvijena populacija crvenog koralja (Slika 38). Kolonije su prosječno visoke 10 cm, a populacija je dobro očuvana. Od 46 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna koja se spušta pod nagibom od 30° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 50 metara.



Slika 35. Položaj istraživane postaje Blitvenica.



Slika 36. Profil Blitvenica s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 37. Kolonije crvene gorgonije *Paramuricea clavata* na postaji Blitvenica. Dubina 42 metra.



Slika 38. Kolonije crvenog koralja na postaji Blitvenica. Dubina 46 metra.

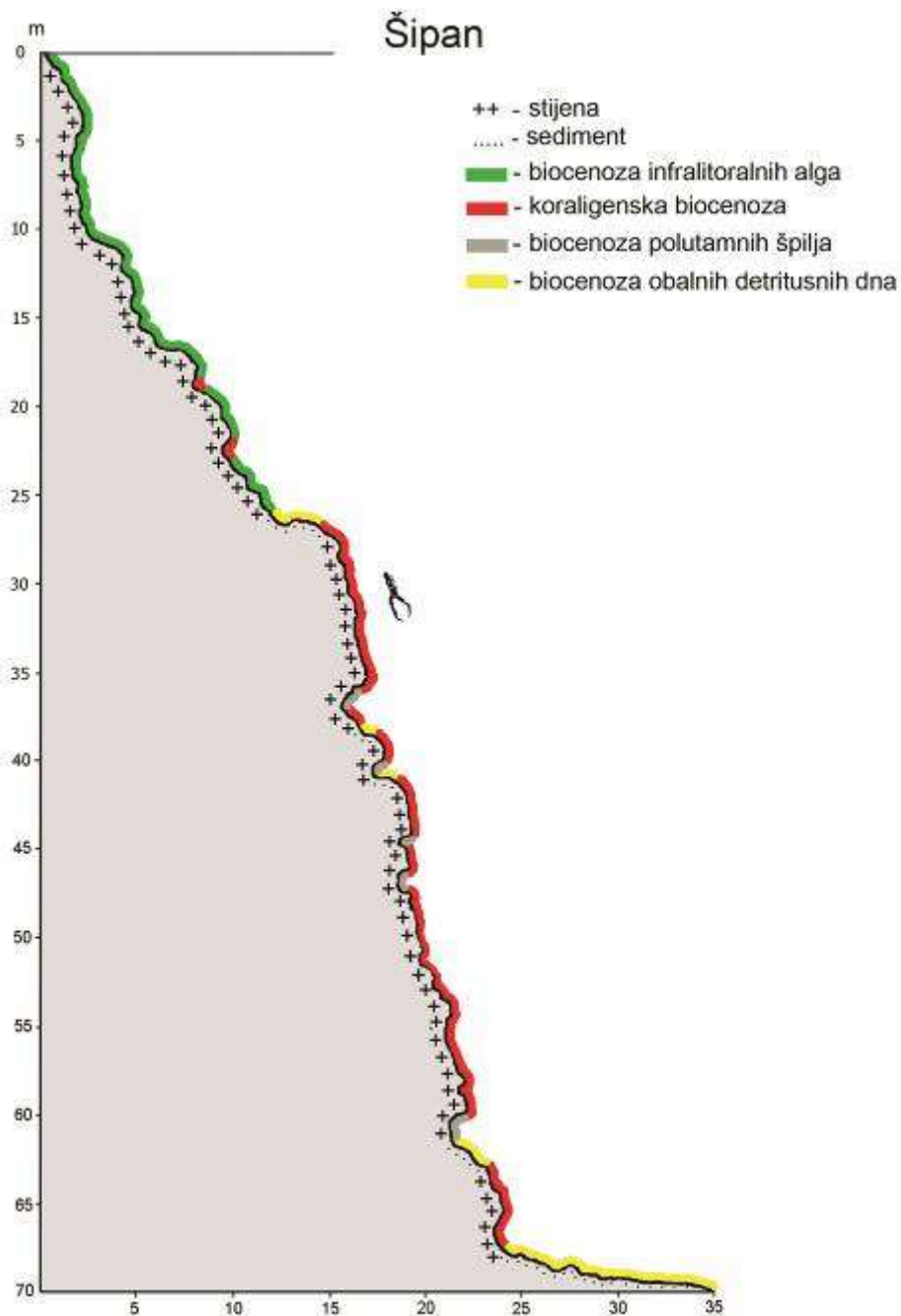
4.1.10. Otok Šipan (42,698704; 17,9092439)

Istraživana postaja nalazi se na jugo-zapadnoj strani otoka Šipana uz Rt Prtuša (Slika 39). Hridinasta litica s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 67 metara pod kutom između 70 i 80° (Slika 40).



Slika 39. Koraligenska biocenoza na postaji Šipan.

Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 26 metara. Ovdje su razvijena gusta naselja zelenih alga *Anadyomene stellata*, *Codium bursa* i *Flabellia petiolata*, te brojne jedinke kamenog koralja *Balanophyllia europaea*. Na dubinama od 18 i 22 metra ispod malih prevjesa razvijen je pretkoraligen. Prema dubini (od 18 metara) litica obiluje rupama, prevjesima i manjim špiljama. Na dubini od 27 do 68 metara razvijena je koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja. Većinom dominiraju kameni koralji *Leptopsammia pruvoti* i *Madracis pharensis*. Česte su i žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, a od 36 metara dubine crvena gorgonija *Paramuricea clavata*. Na rubovima polušpilja razvijene su crvene alge *Lithophyllum incrustans* i *Peyssonnelia squamaria*. U polušpiljama utvrđene su karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata* i *Hoplangia durothrix*, združni kameni koralj *Madracis pharensis*.



Slika 40. Profil Rt Prtuša s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Na dubini od 47 metara u polušpilji, te pri dnu litice, na dubini od 60 metara utvrđene su populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slike 41 i 42). Na obje lokacije koralji su visine do 10 cm, u relativno dobrom stanju i netaknute od strane koraljara.

Od 68 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenzom obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 65 metara.



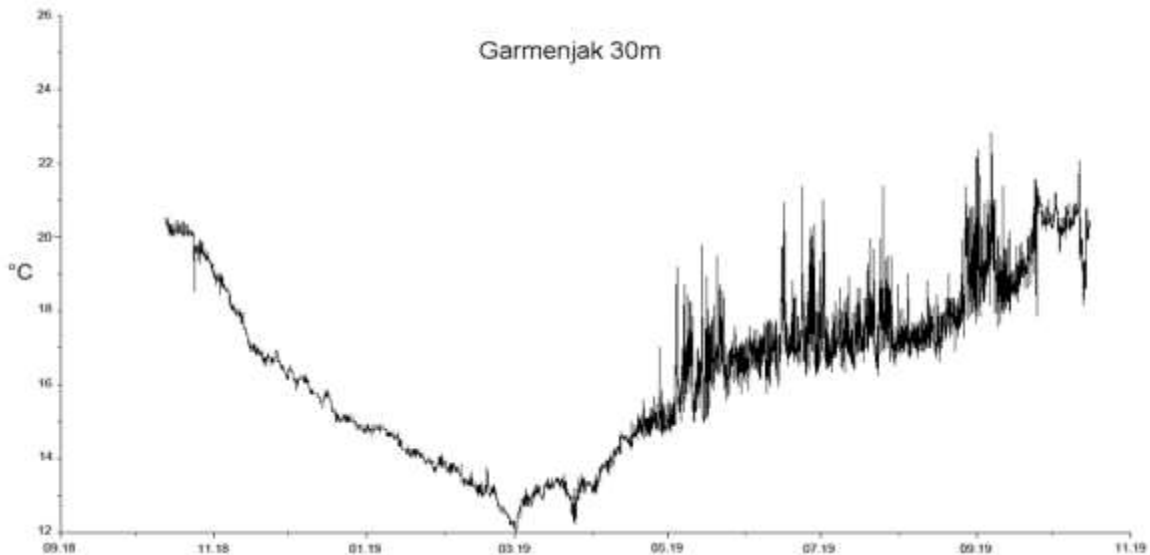
Slika 41. Kolonije crvenog koralja na postaji Rt Prtuša. Dubina 44 metra.



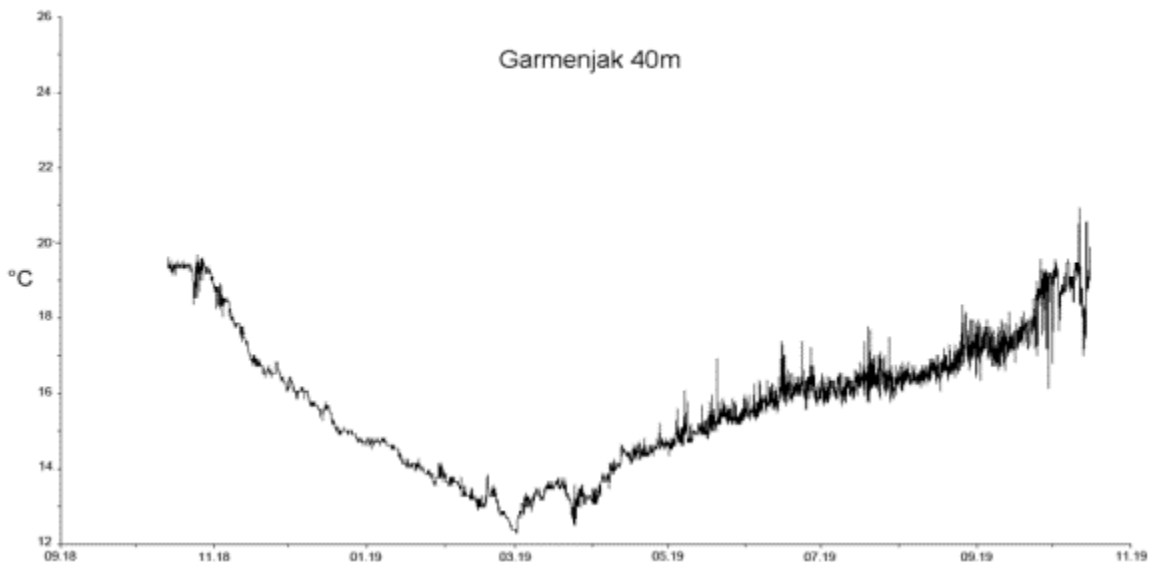
Slika 42. Kolonije crvenog koralja na postaji Rt Prtuša. Dubina 46 metra.

4. 2. Fizikalno-kemijski parametri na istraživanim postajama

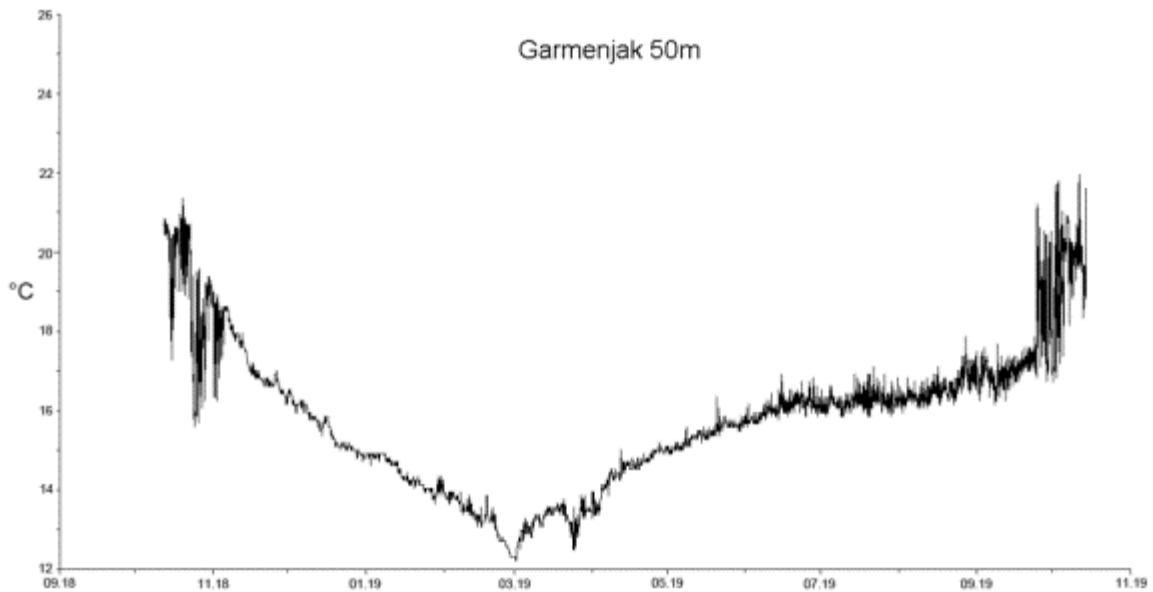
Izmjerene temperature mora na istraživanim postajama tijekom 2019. godine pokazuju utjecaj temperaturnih anomalija na koralje na svim mjerenim dubinama. Na postaji Garmenjak, na dubinama od 40 i 50 metara tijekom 2019. godine temperature mora nisu prelazile 19°C , osim u 10. i 11. mjesecu (kratkotrajno do 22°C na 40 metara) (Slike 43, 44 i 45).



Slika 43. Vrijednosti temperature mora na postaji Veli Garmenjak (2018. i 2019. godina). Dubina mora 30 metara.

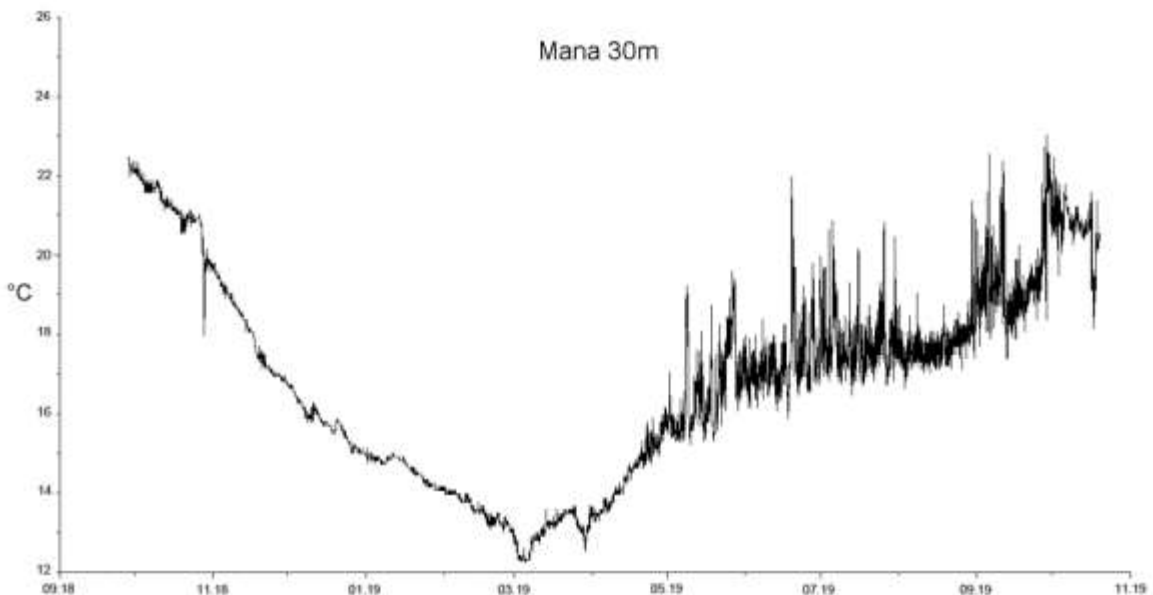


Slika 44. Vrijednosti temperature na postaji Veli Garmenjak (2018. i 2019. godina). Dubina mora 40 metara.

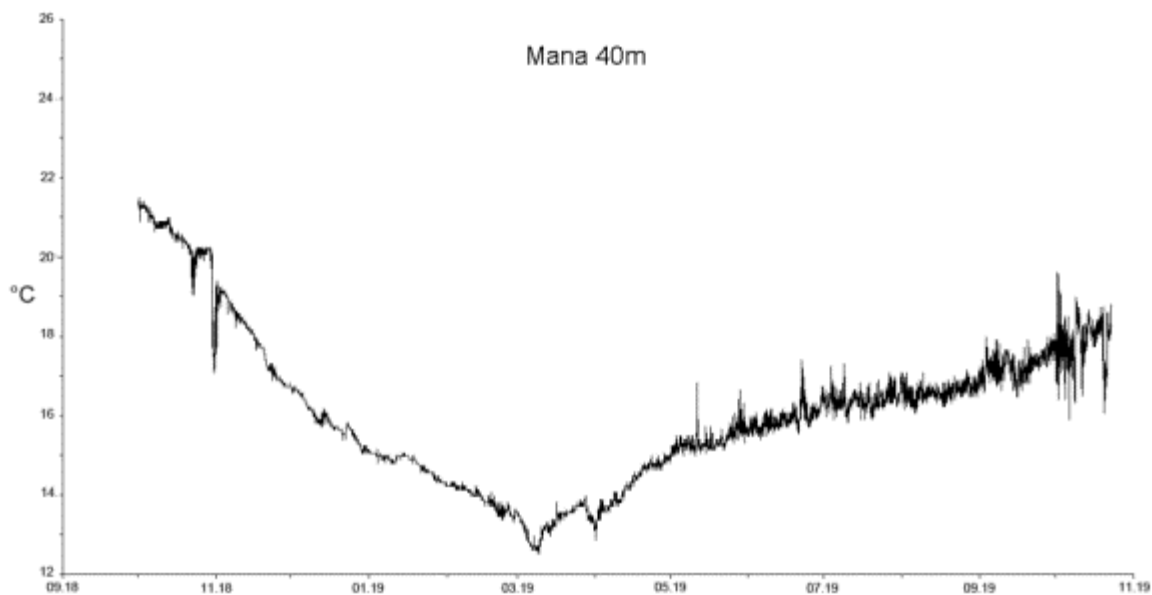


Slika 45. Vrijednosti temperature mora na postaji Veli Garmenjak (2018. i 2019. godina). Dubina mora 50 metara.

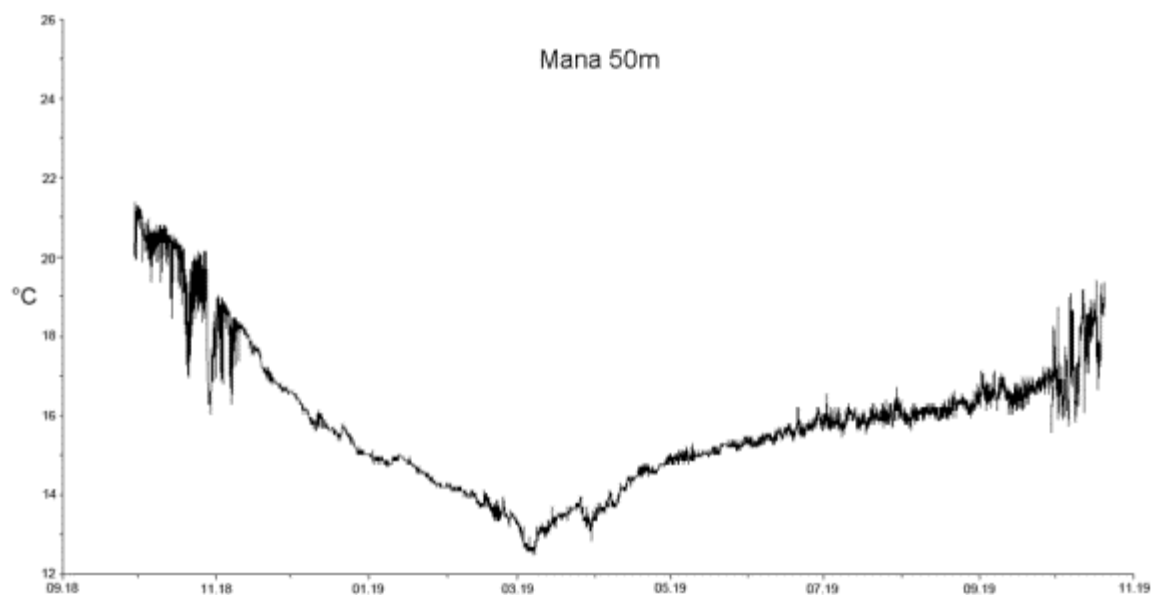
Na postaji Mana temperature nisu prelazile 17,9°C tijekom ljeta 2019. godine na 40 metara dubine, te 16,8°C na 50 metara dubine. Povećanje temperature mora na tim dubinama izmjereno je početkom 10. mjeseca (do 18,9°C na 40 metara dubine i do 18,5°C na 50 metara dubine) (Slike 46, 47 i 48).



Slika 46. Vrijednosti temperature mora na postaji Mana (2018. i 2019. godina). Dubina mora 30 m.

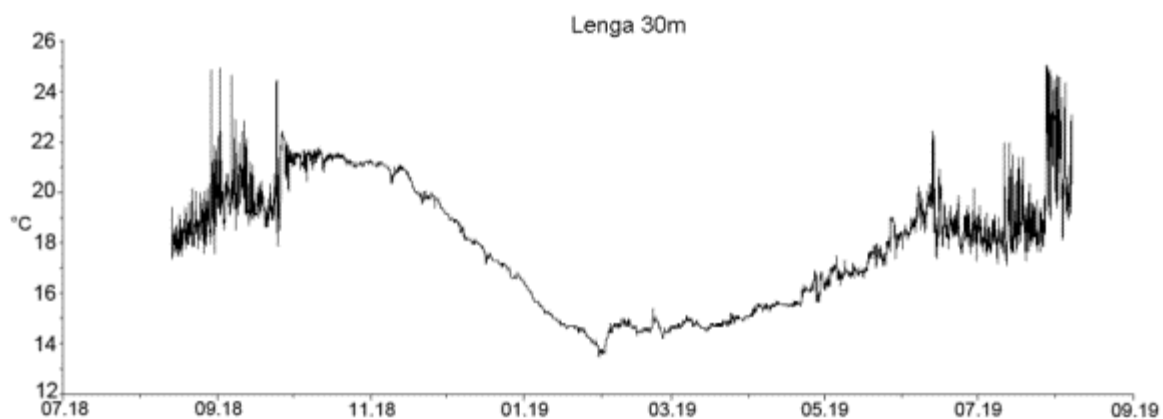


Slika 47. Vrijednosti temperature mora na postaji Mana (2018. i 2019. godina).
Dubina mora 40 m.

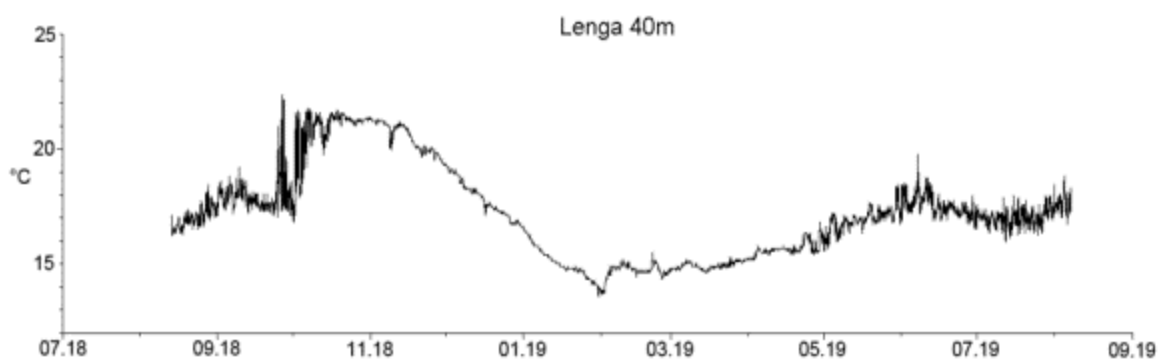


Slika 48. Vrijednosti temperature mora na postaji Mana (2018. i 2019. godina).
Dubina mora 50 m.

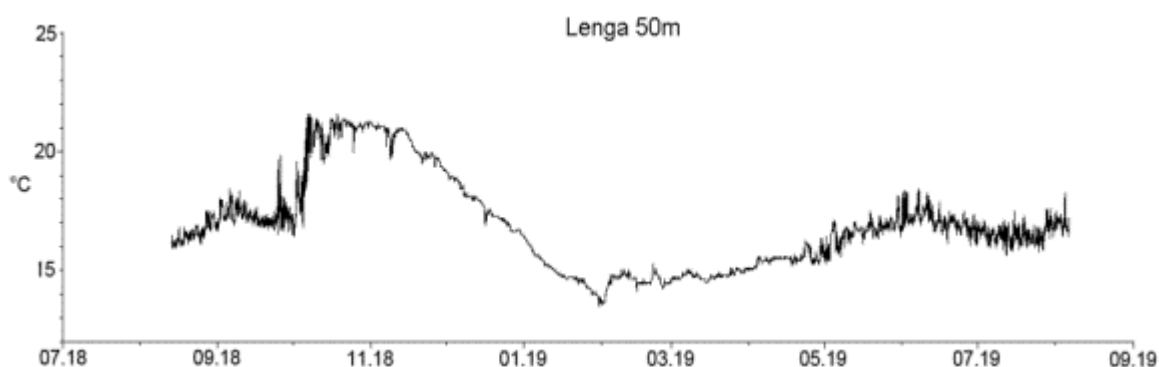
Na postaji Rt Lenga tijekom 7. i 8. mjeseca 2019. godine temperature mora nisu prelazile 18,6°C tijekom ljeta 2019. godine na 40 metara dubine, te 17,5°C na 50 metara dubine (Slike 49, 50 i 51).



Slika 49. Vrijednosti temperature mora na postaji Rt Lenga (2018. i 2019. godina). Dubina 30 m.



Slika 50. Vrijednosti temperature mora na postaji Rt Lenga (2018. i 2019. godina). Dubina 40 m.



Slika 51. Vrijednosti temperature mora na postaji Rt Lenga (2018. i 2019. godina). Dubina 50 m.

Vanjske strane istraživanih postaja su tijekom 2019. godine bile često pod udarom bure koja je miješanjem i strujanjem mora hladila njegove gornje slojeve. Vrijednosti na 40 i 50 metara dubine i dalje su nešto više od prosjeka za 20. stoljeće na tim dubinama (maksimalne vrijednosti 15°C), ali pokazuju veliku ovisnost o meteorološkim uvjetima na području otvorenog mora tijekom ljetnih mjeseci. U odnosu na prijašnja mjerenja, može se reći da je 2019. godina, kao i 2018. bila relativno umjerena što se tiče temperature mora na dubinama do 50 metara.

Vrijednosti saliniteta, koncentracije kisika, te vrijednost pH mjerene na istraživanim postajama u rujnu 2019. godine ne odstupaju od normalnih vrijednosti za istočni Jadran i prate uobičajene promjene vrijednosti u odnosu na dubinu (Tablica 1).

Tablica 1. Vrijednosti mjerenih hidrografskih parametara na istraživanim postajama u rujnu 2019. godine na dubinama od 5 do 50 metara.

Postaja Garmenjak (PP Telašćica)			
Dubina (m)	Salinitet (‰)	O₂ (mg/L)	pH
5	38,41	7,07	8,25
10	38,44	7,06	8,27
20	38,49	7,06	8,27
30	38,49	7,09	8,28
40	38,51	7,11	8,26
50	38,53	7,10	8,27
Postaja Mana (NP Kornati)			
Dubina (m)	Salinitet (‰)	O₂ (mg/L)	pH
5	38,55	7,03	8,27
10	38,59	7,04	8,28
20	38,63	7,05	8,27
30	38,64	7,07	8,27
40	38,58	7,08	8,26
50	38,61	7,12	8,26
Postaja Rt Lenga (NP Mljet)			
Dubina (m)	Salinitet (‰)	O₂ (mg/L)	pH
5	38,61	7,01	8,52
10	38,60	7,06	8,49
20	38,60	7,02	8,46
30	38,63	7,08	8,43
40	38,65	7,08	8,39
50	38,67	7,09	8,36

4.3. Populacije crvenog koralja na istraživanim postajama

Na svim istraživanim postajama populacije se nalaze na okomitim liticama, osim na postaji Rutnjak uz otok Iž, gdje su smještene uz podvodni greben. Dobiveni podaci o populacijama crvenog koralja pokazuju znatne razlike između geografski udaljenih lokacija, kao i između dubine i staništa. Sve populacije su vrlo fragmentirane, s niskom prosječnom gustoćom kolonija po kvadratnom metru. Samo 4 lokacije: (Mali Obručan, Vela Panitula, Glavat i Rt Prtuša) nisu pod utjecajem vađenja koralja, dok je kod ostalih lokacija utvrđeno vađenje. Najviše su ugrožene populacije na lokacijama Rutnjak, Korizmeni Rat (90% smanjene populacije) i Veli Garmenjak (80% smanjena populacija) (Tablica 2). Procjene su rađene na temelju istraživanja na postajama u zadnjih 15 godina (Slika 52). Da bi se utvrdio postotak utjecaja vađenja crvenog koralja usporedili su se podaci početne godine istraživanja (nulto stanje) sa ostalim godinama.

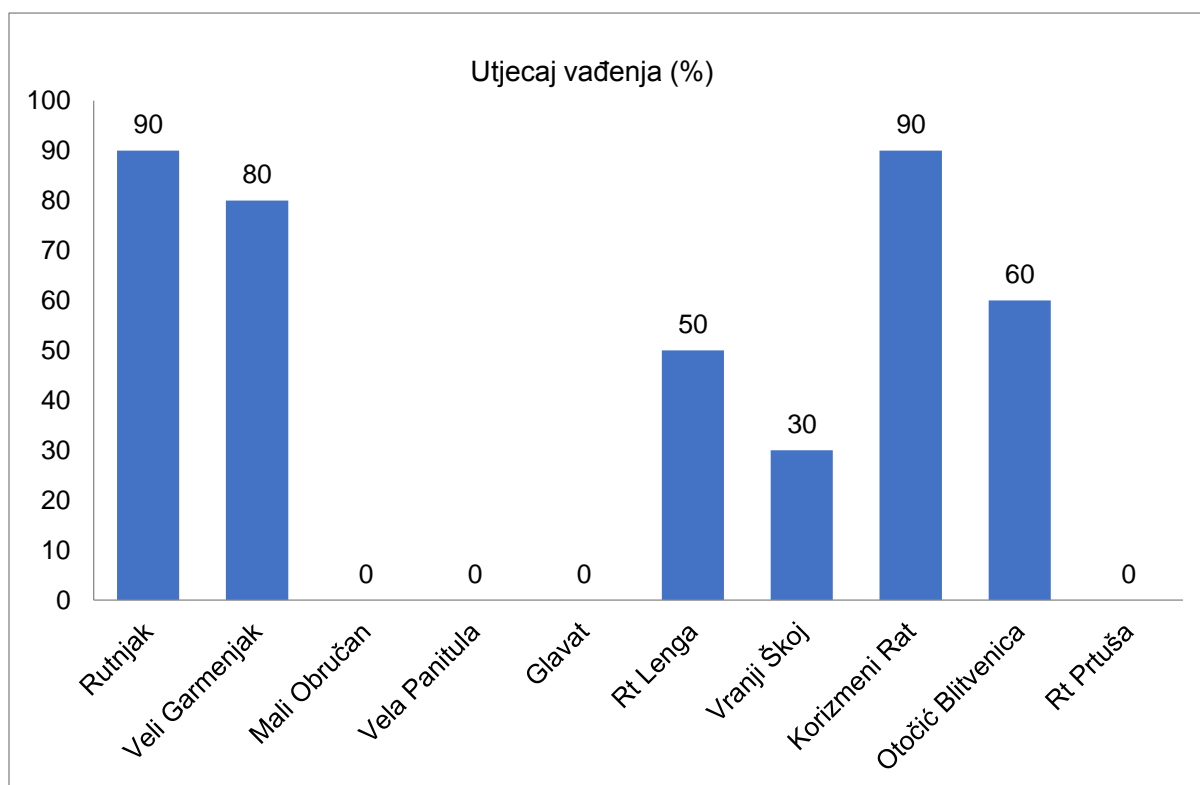
Sve istraživane lokacije su dostupne za tehničko ronjenje. Najdublja lokacije je Rt Lenga sa dubinom od 68 metara, a najplića Rutnjak sa 43 metra dubine. Gustoća crvenog koralja na istraživanom području tijekom istraživanja 2019. godine varira od 257 kolonija po kvadratnom metru (Glavat) do 36 kolonija po kvadratnom metru (Blitvenica) (Slika 54). Pozitivno je da su postaje sa najvećom gustoćom kolonija po kvadratnom metru unutar zaštićenih područja, NP Kornati (Mali Obručan), PP Lastovo (Glavat) i NP Mljet (Korizmeni Rat). To pokazuje obzirnost pojedinih legalnih koraljara prema zaštićenim područjima i mogući opravdani strah ilegalnih koraljara od nadzornih službi unutar parkova.

Utvrđena je statistički značajna razlika u gustoći populacija crvenog koralja na istraživanim postajama (One-way ANOVA, $p < 0.001$). Odnos gustoće populacija crvenog koralja (kolonija po kvadratnom metru) i dubine na istraživanim postajama tijekom istraživanja 2019. godine pokazuje regresiju ($R^2 = 0,531$; $p = 0,05$), to jest opadanje gustoće populacije povećanjem dubine (Slika 53).

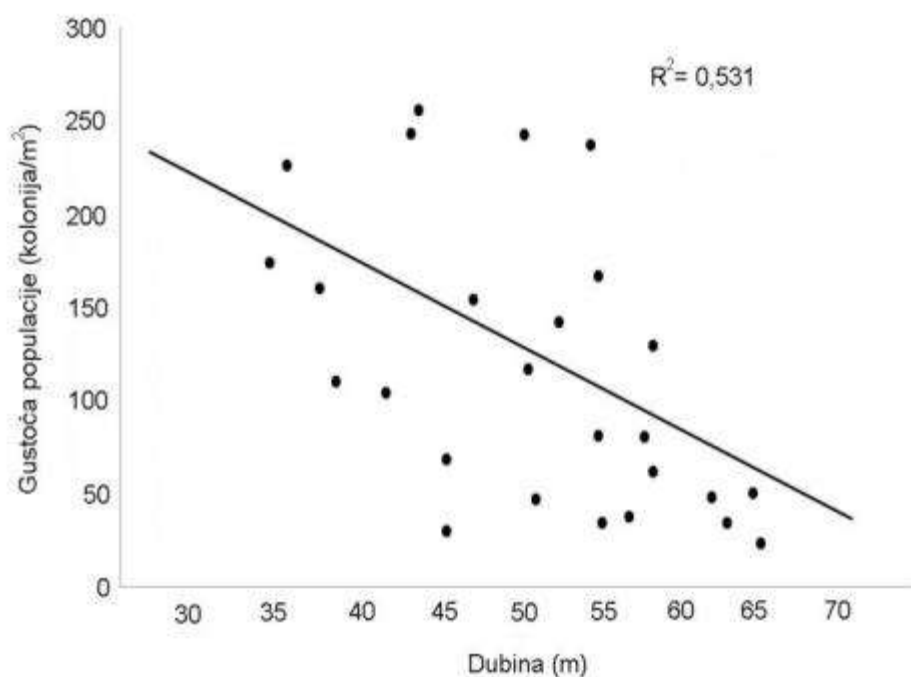
Visina kolonija crvenog koralja na svim istraživanim postajama je relativno mala. Naviše kolonije izmjerene su na lokacijama Korizmeni Rat ($14,2 \pm 1,89$ cm) i Glavat ($12,7 \pm 1,4$ cm), a najmanje kolonija na postajama Rutnjak ($5,2 \pm 1,6$ cm) i Vranji Škoj ($7,17 \pm 2,48$ cm) (Slika 55). Promjer baze kretao se od $0,42 \pm 0,08$ cm na postaji Rutnjak do $0,94 \pm 0,17$ cm na postaji Vela Panitula (Slika 56; Tablica 2). Ovi podaci podudaraju se sa visinom kolonija, pogotovo kod postaja Rutnjak i Vranji Škoj. Nakon intenzivnog vađenja na postaji Rutnjak, populacija se pomalo obnavlja i prevladavaju uglavnom male juvenilne kolonije (Slika 57).

Ova postaje nije tipično stanište za crveni koralj, prvenstveno zbog slabe prozirnosti. Međutim, jake pridnene struje i manjak svjetla zasigurno pridonose da je populacija crvenog koralja relativno plitko za koraljna staništa u Jadranskom moru.

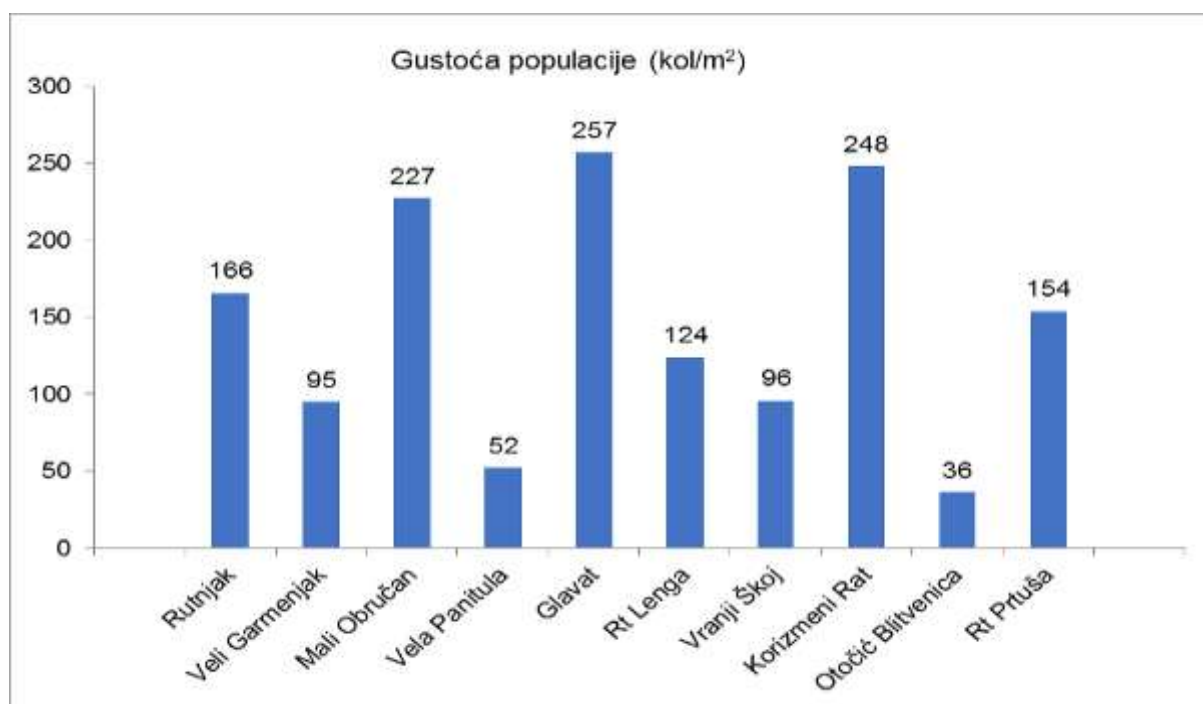
Osim na postaji Vela Panitula, na svim ostalim istraživanim postajama utvrđeno je mnogo ribolovnih alata (mreže poponice, parangali i vrše), te razni konopi (kao pomoćni dio ribolovnog alata) koji često imaju negativan utjecaj na koralje, prvenstveno što je alat pomičan i usred jakih pridnenih struja on se pomiče i struže po stijenama. Veliki dio ribolovnog alata je trajno ostavljen (izgubljen) na istraživanim postajama. Na žalost, najviše ribolovnog alata utvrđeno je na postaju Mali Obručan, inače zona stroge zaštite unutar NP Kornati.



Slika 52. Postotak izvađenih kolonija po populacijama na istraživanom području u razdoblju od 2005. do 2019 (prema istraživanju Kružić i sur, 2020, rad u pripremi).



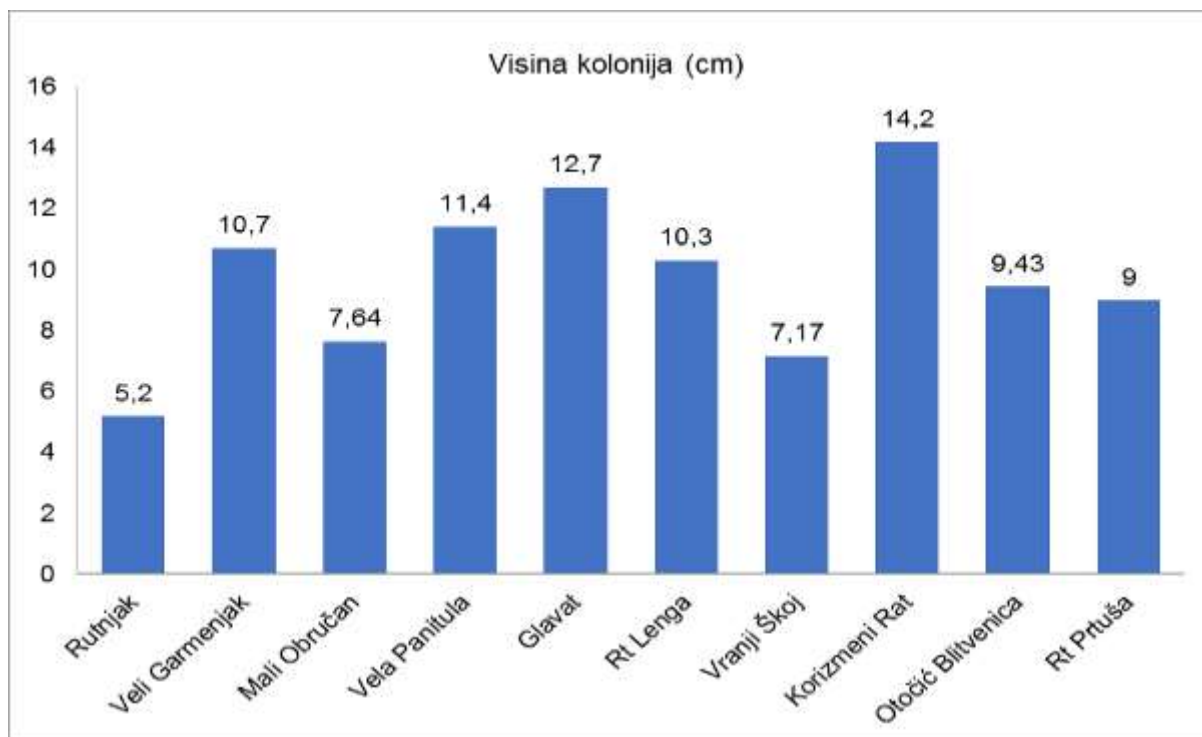
Slika 53. Odnos gustoće populacija crvenog koralja (kolonija po kvadratnom metru) i dubine (u metrima) na istraživanim postajama tijekom istraživanja 2019. godine. Analiza na ukupno 186 kvadrata.



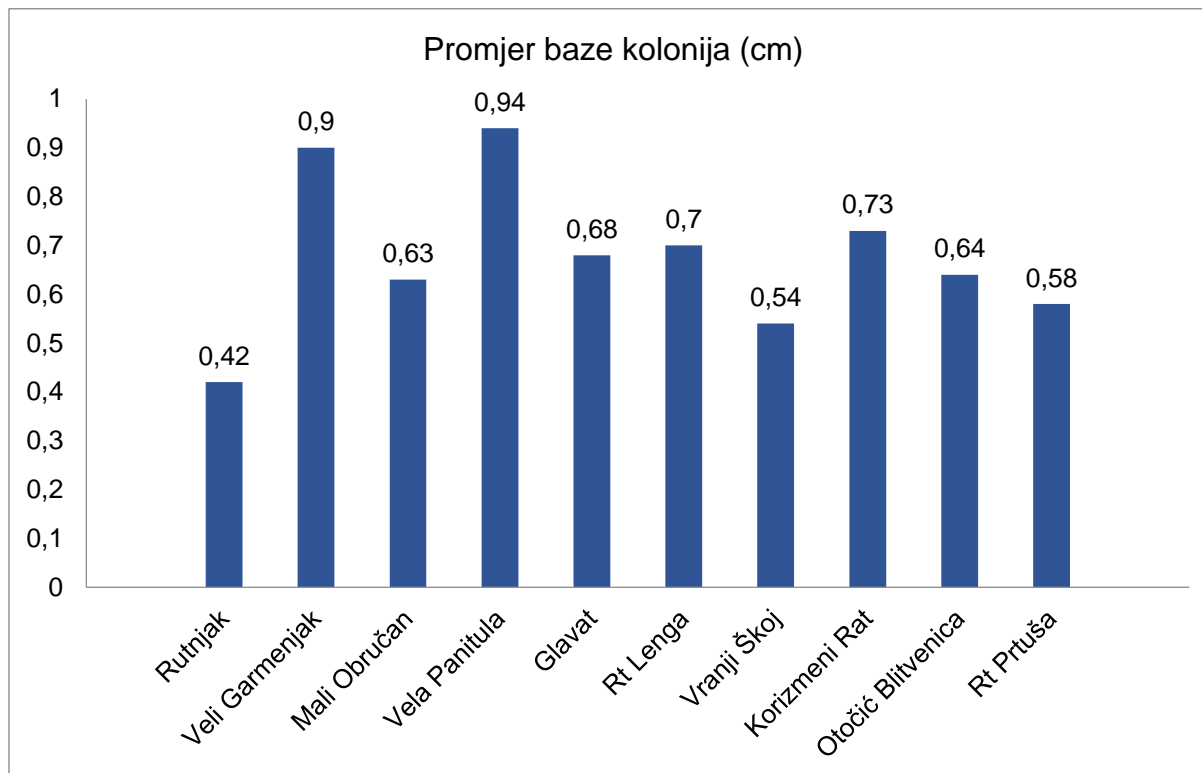
Slika 54. Gustoća populacija crvenog koralja (kolonija po kvadratnom metru) na istraživanim postajama tijekom istraživanja 2019. godine.

Tablica 2. Vrijednosti gustoće populacija, visine, promjera baze (\pm standardna devijacija) na istraživanim postajama tijekom istraživanja 2019. godine.

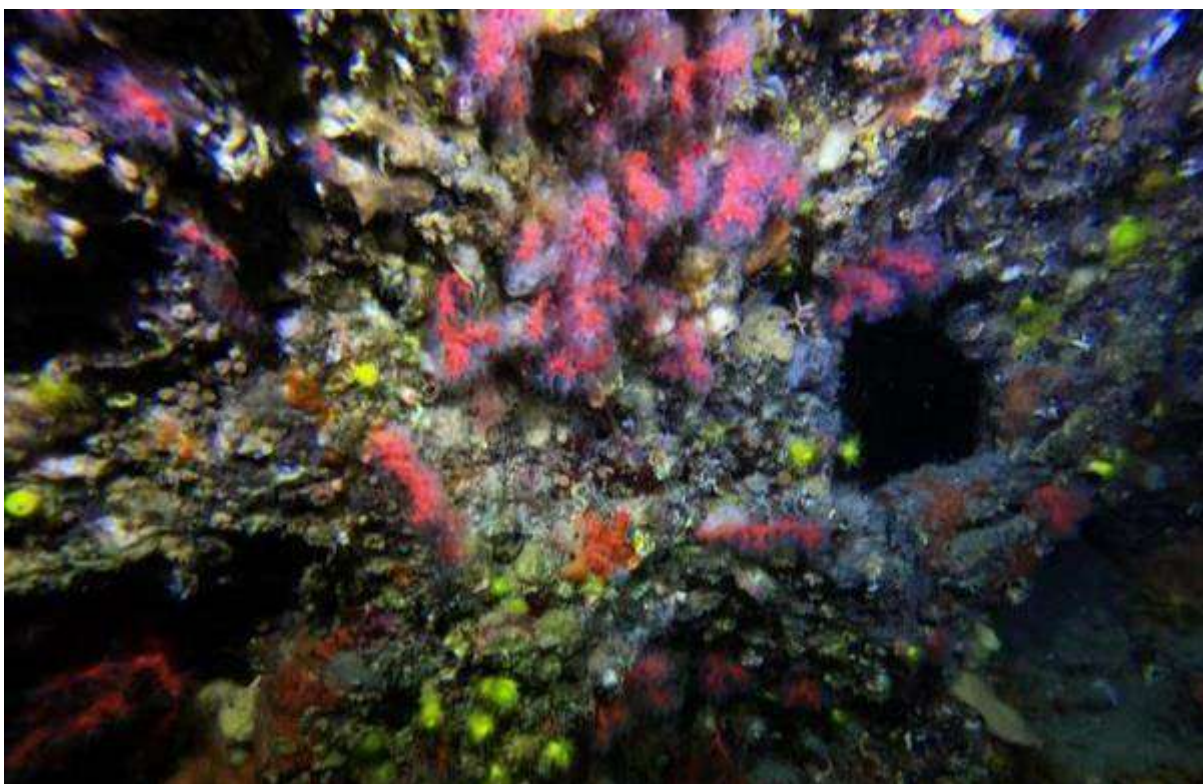
Postaja	Dubina (m)	Gustoća populacije (kol/m²)	Visina (cm)	Promjer baze (cm)	Utjecaj vadenja (%)	Utvrđeni ribolovni alati
Otok Iž (Rutnjak)	35-43	166 \pm 38,4	5,2 \pm 1,6	0,42 \pm 0,08	90	Mreže
PP Telašćica (Veli Garmenjak)	57-65	95 \pm 24,6	10,7 \pm 1,99	0,9 \pm 0,23	80	Mreže
NP Kornati (Mali Obručan)	51-67	227 \pm 56,3	7,64 \pm 1,61	0,63 \pm 0,14	0	Vrše, mreže
NP Kornati (Vela Panitula)	32-63	52 \pm 23,1	11,4 \pm 2,31	0,94 \pm 0,17	0	-
PP Lastovo (Glavat)	44-45	257 \pm 86,2	12,7 \pm 1,4	0,68 \pm 0,11	0	Mreže
NP Mljet (Rt Lenga)	52-68	124 \pm 39,4	10,3 \pm 2,46	0,7 \pm 0,2	50	Vrše, mreže
NP Mljet (Vranji Škoj)	42-55	96 \pm 42,5	7,17 \pm 2,48	0,54 \pm 0,2	30	Vrše, mreže
NP Mljet (Korizmeni Rat)	52-60	248 \pm 78,6	14,2 \pm 1,89	0,73 \pm 0,13	90	Vrše, mreže
Otočić Blitvenica	45-46	36 \pm 19,2	9,43 \pm 1,66	0,64 \pm 0,12	60	Mreže
Otok Šipan (Rt Prtuša)	46-60	154 \pm 24,3	9,0 \pm 2,28	0,58 \pm 0,15	0	Mreže



Slika 55. Prosječna visina kolonija crvenog koralja (u centimetrima) na istraživanom postajama tijekom istraživanja 2019. godine.



Slika 56. Promjer baze kolonija crvenog koralja (u centimetrima) na istraživanom postajama tijekom istraživanja 2019. godine.



Slika 57. Juvenilne kolonije crvenog koralja na postaji Rutnjak.



Slika 58. Ostavljena ribarska mreža na postaji RT Lenga (NP Mljet).



Slika 59. Nekroza tkiva na koloniji koralja na postaji Vela Panitula (NP Kornati). Skelet bez cenenhima obrasao je sa epibiozom.

Na istraživanim postajama nisu utvrđeni predatori crvenog koralja, prvenstveno puž *Pseudosimnia carnea* (Poiret, 1789). Utvrđene vrste koraligenske biocenoze i biocenoze polutamnih špilja na istraživanim postajama predstavljaju uobičajene i karakteristične vrste za istočni Jadran (Prilog 1).

5. Rasprava

U istočnom dijelu Jadrana napravljeno je relativno malo istraživanja na kolonijama crvenog koralja. Kod većine istraživanja u kojima se spominje crveni koralj radilo se samo na popisu vrsta koraligenske biocenoze. Kod popisivanja faune koralja Jadrana (Pax i Müller, 1962) spominju se lokacije s crvenim koraljem, ali bez detaljnijeg opisivanja populacija.

Struktura populacija crvenog koralja istraživana je samo u Parku prirode Telašćica (Kružić i Popijač, 2009). Gustoća populacija na istraživanim postajama kretao se u rasponu od 5,83 do 18,62 kolonija po kvadratnom metru. Uspoređujući populacijsku strukturu istraživanih postaja na području Dugog otoka (PP Telašćica) i otoka Iža, otkrivene su značajne razlike između postaja uz otok Iž i postaja u Parku prirode Telašćica. Otkriveno je i da dubina pozitivno utječe na maksimalnu visinu kolonija. Najveće kolonije pronađene su dublje i više su od 30 cm visine. Bazalni promjer kolonija ispitivanih populacija kretao se u rasponu od 6,62 do 17,46 mm Telašćica (Kružić i Popijač, 2009). Utvrđene vrijednosti gustoće kolonija po kvadratnom metru na istraživanom području 2009. godine i na istraživanim postajama ovog rada pripadaju relativno rijetkim gustoćama na staništima crvenog koralja u Sredozemnom moru. Tako se vrijednosti u području Calafuria (Italija) kreću oko 1300 kolonija po m², oko 630 kolonija po m² u području Costa Brava (Španjolska) i 400 do 600 kolonija po m² u području NP Calanques (Francuska) (Santangelo i sur. 1993; Garrabou i sur. 2001; Tsounis i sur., 2006; Rossi i sur., 2008). U Hrvatskoj na žalost, nemamo evidencije koraljara o gustoći populacija crvenog koralja, te nemamo mogućnost usporedbe podataka.

U istočnom dijelu Jadranskog mora populacije crvenog koralja pretrpjele su značajno stoljetno vađenje i danas je teško kvantificirati izvornu strukturu populacija. Međutim, neka istraživana područja (poput postaje Rutnjak, Vranji Škoj i Veli Garmenjaka) pokazuju početne znakove oporavka. Na nekim lokacijama je danas crveni koralj gotovo nestao (postaja Vela Panitula - blizina marine Proversa), vjerojatno zbog povećanja razine sedimentacije, koje bi mogle spriječiti naseljavanje ličinki, blizine antropogenog utjecaja, te zbog klimatskih promjena. Zbog toga je važno očuvati populacije unutar zaštićenih područja.

Često je slučaj da je veća gustoća kolonija unutar populacija obrnuto proporcionalna dubini, a duboka staništa karakterizirana su sporadičnom rasprostranjenošću. To može biti povoljno za duboke populacije, jer ih se teže pronalazi, te se zbog toga manje vade. Zbog toga bi trebalo bolje istražiti populacije crvenog koralja dubokog mora. To je također u skladu s argumentom da kod modeliranja veličine populacije treba uzeti u obzir broj polipa, a ne broj

kolonija koralja.

Istraživanjem postaja poput Rutnjaka i Vranjeg Škoja potvrđeno je da su izrazito mlade populacije izravan rezultat prekomjernog vađenja koralja u nedavnoj prošlosti. Zbog toga, čak ni najstarija zaštićena morska područja ne mogu služiti kao temelj za proučavanje populacijske strukture crvenog koralja, jer je on vađen po cijelom Jadranu, bez obzira na zaštićena područja. Uzorci u muzejima i privatnim zbirkama pokazuju da ova vrsta koralja može dostići veličinu veću od 50 centimetara, vjerojatno i do 1 metra (Garrabou i Harmelin, 2002).

U istočnom dijelu Jadranskog mora populacije crvenog koralja pretrpjele su značajno stoljetno vađenje i danas je teško kvantificirati izvornu strukturu populacija. Međutim, neka istraživana područja (poput postaja Rutnjak, Vranji Škoj i Veli Garmenjaka) pokazuju početne znakove oporavka. Na nekim lokacijama je danas crveni koralj gotovo nestao (postaja Vela Panitula - blizina marine Proversa), vjerojatno zbog povećanja razine sedimentacije, koje bi mogle spriječiti naseljavanje ličinki, blizine antropogenog utjecaja (marina Proversa i otpadne vode), te zbog klimatskih promjena. Zbog toga je važno očuvati populacije (i plitke i duboke) unutar zaštićenih područja.

U zadnjih desetak godina radio se monitoring zaštićenih morskih područja Jadrana (PP Telašćica, NP Kornati i NP Mljet) vezano uz koralje i koraligensku biocenu (Kružić, 2013-2019). Tijekom ovih istraživanja utvrđeno je kako stanje populacija crvenog koralja u zaštićenim područjima, na žalost, više ovisi o komercijalnom vađenju nego o utjecaju temperature mora. Na svim istraživanim postajama monitoringa povišena temperatura mora, uz nedostatak hrane, smanjuju populacije crvenog koralja u plićim područjima (do 40 metara dubine). Na svim postajama na kojima su utvrđene kolonije crvenog koralja primijećen je znatan utjecaj povišene temperature mora. Utjecaj povišene temperature mora na crveni koralj i smrtnost kolonija dokazana je na svim istraživanim postajama u zaštićenim područjima na kojima su utvrđene populacije crvenog koralja (Kružić i sur., 2016b). Populacijska genetika crvenog koralja Jadrana nije detaljno istraživana, te su jedini uzorci korišteni u radu usporedbe sa zapadnim dijelom Sredozemnog mora (Aurelle i sur., 2011).

Vrijednosti temperature mora na 30, 40 i 50 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 srednjeg Jadrana tijekom ljetnih mjeseci. U odnosu na prijašnja mjerenja, može se reći da je 2019. godina bila relativno umjerena što se tiče temperature mora. Indikatorskim vrstama u koraligenskoj biocenu ne odgovaraju stalne fluktuacije temperature kroz ljetno razdoblje koje u par dana mogu iznositi i po nekoliko

stupnjeva razlike (često i do 8°C tijekom 2019. godine). Moguće je i da ovakve fluktuacije temperature mora uzrokuju manjak hrane u stupcu mora, te često zatvorene polipe kod koralja zbog čega se polipi ne hrane.

Variranje vrijednosti pH vjerojatno je posljedica rasta fitoplanktona krajem ljetnih mjeseci. Sniženje pH vrijednosti može stvarati probleme prvenstveno kod kalcifikacije biokonstruktora, poput crvenih alga, koralja i mahovnjaka, ali takve vrijednosti kod ovog istraživanja nisu utvrđena, pogotovo na većim dubinama. Pad količine kisika prema dubini na istraživanim postajama može se protumačiti unosom toplije vode s hranjivim solima. Slične pojave su česte na većim dubinama zbog veće bakterijske razgradnje. Takve pojave mogu se dogoditi tijekom dužeg, mirnijeg, ljetnog, a pogotovo zimskog razdoblja bez bure ili juga, što je za zimsko vrijeme na Jadranu relativno rijetko.

Zanimljivo je da regresijska analiza potvrđuje naša opažanja na terenu da u plićem moru (do 40 metara dubine) rastu kolonije crvenog koralja veće gustoće uglavnom u pukotinama, rupama i prevjesima, dok ispod 40 metara dubine populacije su manje gustoće i kolonije rastu na rubovima stepenica i svodova. To je moguće zbog veće konkurencije s crvenim algama na tim dubinama, međutim ovu tezu treba dodatno istražiti.

Najveći problem za pravilno i dobro gospodarenje crvenim koraljem u Jadranskom moru je nedostatak podataka o vađenju koralja. Za zabrinutost u točnost podataka o godišnjem vađenju koralja govori nam činjenica kako se podaci Uprave za ribarstvo Ministarstva poljoprivrede ne podudaraju sa podacima Ministarstva zaštite okoliša koje daje izvozna dozvolu za crveni koralj koji se izvozi izvan Republike Hrvatske. Ovdje je najveća odgovornost na koraljarima sa povlasticama koji bi trebali u izvješća o ulovu koja se dostavljaju na mjesečnoj razini davati točne podatke. Niti lokacije vađenja koralja nisu poznate, jer koraljari rijetko otkrivaju svoje „pošte“ s populacijama crvenog koralja. Čak i kad daju koordinate lokacije, one najčešće nisu točne. Obzirom da je nacionalnim propisom na snazi ograničenje ukupnog vađenja koralja po povlastici u količini od 200 kg godišnje, te imajući u vidu činjenicu da iskrcajna mjesta za iskrcaj koralja u ovom trenutku nisu propisana, postoji mogućnost da su stvarni ulovi viši od ulova zabilježenih kroz izvješća o ulovu. Problem je i to što se radi o vrsti koja je ugrožena i zaštićena zakonom.

Podaci koji nedostaju su točna lokacija vađenja crvenog koralja sa koordinatama, dubina populacije crvenog koralja s koje se vadio koralj, težina izvađenih koralja po postaji, te fotografija staništa na kojoj se vidi da je ostavljeno barem 30% kolonija po postaji. Iako se ovakav način prikupljanja podataka možda čini kompliciran, on je nužan kako bi ministarstva dobila potrebne podatke o godišnjem vađenju crvenog koralja. Drugi, isto tako nužan razlog,

je bolja kontrola vađenja koralja. Ovdje se više tiče ilegalnog vađenja, a kontrolu provodi ribarska inspekcija i ovlaštene osobe za nadzor i kontrolu (MUP, Obalna straža, Lučka kapetanija i Carina). Dobiveni podaci o vađenju crvenog koralja koristili bi se za izradu godišnje statistike, na čijem bi se temelju kasnije donosile odluke unutar ministarstava vezano za daljnje postupanje sa zaštitom vrste i mogućim restrikcijama vezanim uz vađenje. Odluke bi bile vezane uz zaštitu pojedinih populacija koje su pred nestankom, pa sve do potpune zabrane vađenja crvenog koralja na nekim (ili cijelim) područjem istočnog dijela Jadranskog mora.

6. Zaključak

- Iako je poznato da je podmorje istočnog dijela Jadranskom mora bogato populacijama crvenog koralja, do danas je napravljeno relativno malo istraživanja na kolonijama crvenog koralja.
- Utvrđene vrijednosti gustoće kolonija po kvadratnom metru (36 do 257 kolonija/m²) na istraživanim postajama pripadaju relativno rijetkim gustoćama na staništima crvenog koralja u Sredozemnom moru (do 1300 kolonija/m²).
- Prosječne visine kolonija kretale su se od 5,2 do 14,2 mm i predstavljaju prosjek visine kolonija za Sredozemno more za istraživane dubine (do 60 metara dubine). Promjer baze kolonija (od 0,42 do 0,94 mm) je također prosječan za te dubine.
- Odnos gustoće populacija crvenog koralja i dubine mora pokazuje kako s dubinom pada gustoća populacija. Također s dubinom raste visina kolonija.
- Temperature mora istraživanih postaja na dubinama od 30 i 40 metara pokazuju visoke ljetne temperaturne anomalije za ove dubine i penju se do 24°C. Utjecaj povišene temperature mora primijećen je na svim istraživanim postajama.
- Populacije crvenog koralja su najviše ugrožene ilegalnim vađenjem, ali i previsokim temperaturama mora na dubinama ispod 40 metara. Na svim istraživanim postajama sa crvenim koraljem utvrđena je nekroza tkiva kolonija.
- Utjecaj vađenja crvenog koralja nije utvrđen na postajama Mali Obručan, Vela Panitula (NP Kornati), Glavat (PP Lastovo) i Rt Prtuša. Na ostalim postajama utvrđeno je vađenje i do 90% populacija (postaja Rutnjak kod otoka Iža, postaja Korizmeni Rat u NP Mljet).
- Istraživana područja poput postaja Rutnjak, Vranji Škoj i Veli Garmenjok pokazuju početne znakove oporavka, jer se na mjestima intenzivnog vađenja koralja pojavljuju mlade kolonije.

7. Literatura

- Abbiati, M., Buffoni, G., Caforio, G., Di Cola G., Santangelo G. (1992): Harvesting, predation and competition effects on a red coral population. *Marine Biology*, 30: 219-228.
- Ascione, C. (1993): The art of the coral : myth , history and manufacture from ancient time to the present. U: Cicogna, F., Cattaneo-Vietti, R (Ur.): Red coral in the Mediterranean Sea, art, history and science. Ministero Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Rome, 25-36.
- Aurelle, D., Ledoux, J.B. (2013): Interplay between isolation by distance and genetic clusters in the red coral (*Corallium rubrum* L. 1758): insights from simulated and empirical data. *Conservation Genetics*, 14: 705-716.
- Aurelle, D., Ledoux, J.B., Rocher, C., Borsa, P., Chenuil, A., Feral, J.P. (2011): Phylogeography of red coral (*Corallium rubrum* L.1758): inferences on the evolutionary history of a temperate gorgonian. *Genetica*, 139: 855-869.
- Bramanti, L., Magagnini G., De Maio L., Santangelo G. (2005): Recruitment, early survival and growth of the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L. 1758), a 4 - year study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 314: 69-78.
- Bramanti, L., Vielmini I., Rosssi, S., Tsounis, G., Iannelli, M., Cattaneo-Vietti, R., Priori, C., Santangelo, G. (2014): Demographic parameters of two populations of red coral (*Corallium rubrum* L. 1758). *Marine Biology*, 161: 1015-1026.
- Buljan, M. (1953): Fluctuations of salinity in the Adriatic. Institute of Oceanography and Fisheries, Split: 1- 63.
- Buljan, M., Zore-Armanda, M.(1971): Osnove oceanografije i pomorske meteorologije. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split: 1-426 .
- Buljan, M. (1961): Temperature and salinity of the sea water in the neighbourhood of Split. *Marine Biology*, 16(3): 621-624.
- Buljan, M., Zore-Armanda, M. (1976): Oceanographical properties of the Adriatic sea. *Oceanography and Marine Biology, Godišnja smotra* , 14: 11-98.
- Casas-Guell, E., Cebrian, E., Linares, C., Ledoux, J.B., Garrabou, J., Teixido, N. (2016): Structure and biodiversity of coralligenous assemblages dominated by the precious red coral (*Corallium rubrum* L. 1758), over broad spatial scales. *Scientific Reports* 6, Članak broj: 36535.

- Corriero, G., Abbiati, M., Santangelo, G. (1997): The sponge complex inhabiting a Mediterranean red coral population. *Marine Ecology*, 18(2): 147-155.
- FAO (1983): Technical consultation on red coral resources of the Western Mediterranean. FAO Izvještaj o ribarstvu, 306: 1-142.
- FAO (1988): GFCM technical consultation on red coral of the Mediterranean. FAO Izvještaj o ribarstvu, 413: 1-159.
- FAO (2018): Fishery and Aquaculture Statistics, Global capture production 1950-2016 (Fishstatj). U: FAO Fisheries and Aquaculture Department (online), Rome, Updated 2018, www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en. France, 7-8 March 2017.
- Gallmetzer, I., Haselmair, A., Velimirov, B. (2010): Slow growth and early sexual maturity : Bane and boon for the red coral (*Corallium rubrum* L. 1758). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 90: 1-10.
- Garrabou, J., Cattaneo-Vietti, R., Sanatangelo, G., Linares, C.L., Cerrano, C., Garcia, S., Goffredo, O., Ocana, O. (2015): (*Corallium rubrum* L. 1758). The IUCN Red list of Threatened Species . e.T50012459A118118744.
- Garrabou, J., Harmelin, J.G. (2002): A 20-year study on life-history traits of a harvested long-lived temperate coral in the NW Mediterranean: Insights into conservation and management needs. *The Journal of Animal Ecology*, 71(6): 966-978.
- Garrabou, J., Perez, T., Sartoretto, S., Harmelin, J.G. (2001): Mass mortality event in red coral (*Corallium rubrum* L. 1758), populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 217: 263-272.
- GFCM (2010) : Report of the Transversal Workshop on Red Coral Alghero (Sardinia), Italy, 16-17 October.
- GFCM (2011) : Report of the Second Transversal Workshop on Red Coral Ajaccio (Corsica), France, 5-7 October.
- GFCM (2017) Report of the Workshop on red coral (WKREDCORAL). Gammarth, Tunisia, Harmelin, J.G. (1984): Biologie du corail rouge. Paramètres de populations, croissance et mortalité naturelle. Etat des connaissances en France. FAO Rapport sur les pêches, 306: 99-103.
- Jardas, I., Pallaoro, A., Vrgoč, N., Jukić-Peladić, S., Dadić, V. (2008): Crvena knjiga morskih riba. Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode: 1-396.
- Kružić, P. (2010): Influence of temperature changes on the settlement of corals in coralligenous community on the cliffs of the Nature Park Telašćica. *Nature Park Telašćica*: 1-49.

- Kružić, P. (2013): Monitoring of corals in the National Park Mljet. Mljet National Park: 1-44.
- Kružić, P., Popijač, A. (2009): Population structure of red coral (*Corallium rubrum* L.1758) in the area of the Dugi Otok island (Eastern Adriatic Sea). Proceedings of the 1st Mediterranean Symposium of the Coralligenous and other calcareous bio-concretions of the Mediterranean Sea. Pergent-Martini, C., Brichet, M.(ur). Tabarka (Tunis): RAC/SPA: 216-218.
- Kružić, P., Rodić, P., Popijač, A., Sertić, M. (2016b): Impacts of temperature anomalies on mortality of benthic organisms in the Adriatic Sea. *Marine Ecology*, 37 (6): 1190-1209.
- Kružić, P., Teskeredžić, E. (2002): Mogućnosti vađenja i uzgoja crvenog koralja (*Corallium rubrum* L.1758) u Hrvatskoj. *Croatian Journal of Fisheries*, 60 (4): 149-164.
- Ledoux, J.B., Aurelle D., Feral J.P., Garrabou J. (2013): Molecular forensics of the precious Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L. 1758), testing DNA extraction and microsatellite genotyping using dried colonies. *Conservation Genetic Resources*, 5: 327-330.
- Ledoux, J.B., Garrabou, J., Bianchimani, O., Drap, P., Feral, J.P., Aurelle, D. (2010): Fine-scale genetic structure and inferences on population biology in the threatened Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L. 1758). *Molecular Ecology*, 19: 4204-4216.
- Linares, C., Garrabou, J., Hereu, B., Diaz, D., Marschal, C., Sala, E., Zabala, M. (2012): Beyond fishes: assessing the effectiveness of marine reserves on overexploited long-lived sessile invertebrates. *Conservation Biology*, 26 : 88-96.
- Liverno, B. (1998): Il corallo: dale origini ai nostril giorni. Arte tipografica, Napoli.
- Pax, F., Muller, I. (1962): Die Anthozoenfauna der Adria. *Fauna et Flora Adriatica*, Split, 3: 1-343.
- Priori, C., Mastascusa, V., Erra, F., Angiolillo, M., Canese, S., Santangelo, G. (2013): Demography of deep-dwelling red coral populations. Age and reproductive structure assessment. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 118: 43-49.
- Priori, C., Santangelo, G., Benedetti, M.C. (2014): Exploitation and conservation of the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L. 1758): could they coexist ? International Symposium on Pacific Precious Corals Final Report.
- Rossi, S., Tsounis, G., Padron, T., Orejas, C., Gili, J.M., Bramanti, L., Teixidor, N., Gutt, J. (2008): Survey of deep-dwelling red coral (*Corallium rubrum* L. 1758), populations at Cap de Creus (NW Mediterranean). *Marine Biology*, 154 : 533-545.

- Santangelo, G., Abbiati, M. (2001): Red coral : conservation and management of an over-exploited Mediterranean species. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*, 11: 253-259.
- Santangelo, G., Bramanti, L., Rossi, S., Tsounis, G., Vielmini, I., Lott, C., Gili, J.M. (2012): Patterns of variation in recruitment and post-recruitment processes of the Mediterranean precious gorgonian coral (*Corallium rubrum* L.1758). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 411: 7-13.
- Santangelo, G., Navarra, E. (1984): Studio di una popolazione di *Simnia spelata* (L), vivente su *Eunicella singularis* (Esper). *Nova Thalassia*, 6 : 675.
- Santangelo, G., Abbiati, M., Giannini, F., Cicogna, F. (1993): Red coral fishing trends in the western Mediterranean Sea during the period 1981-1991. *Scientia Marina*, 57(2-3): 139-143.
- Taviani, M., Friewald, A., Beuck, L., Angeletti, L., Remia, A., Vertino, A., Dimech, M., Schembri, P.J. (2010): The deepest known occurrence of the precious red coral (*Corallium rubrum* L.1758), in the Mediterranean Sea. *International Workshop on Red Coral Management and Trade : Lessons from the Mediterranean*, Naples: 87-93.
- Torrents, O. (2002): Taille et age a la premiere reproduction du corail rouge, (*Corallium rubrum* L. 1758) (Anthozoa, Octocorallia) a Marseille (France, Mediterranee nord-ouest). *Rapport DEA. Centred'Océanologie de Marseille*, Marseille, str. 34.
- Torrents, O., Garrabou, J., Haremlin, J.G., Marschal, C. (2005): Age and size at first reproduction in the precious red coral (*Corallium rubrum* L.1758). *Biological Conservation*, 121: 391-397.
- Tsounis, G., Rossi, S., Aranguren, M., Gilli, J.M., Arntz, W. (2006): Effects of spatial variability and colony size on the reproductive output and gonadal development cycle of the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L.1758). *Marine Biology*, 148 (3): 513-527.
- Tsounis, G., Rossi, S., Gilli, J.M., Arntz, W. (2007): Red corla fishery at the Costa Brava (NW Mediterranean): Case study of an overharvested precious coral (*Corallium rubrum* L. 1758). *Ecosystems*, 10 : 975-986.
- Turk, T. (2011): Pod površinom Mediterana. Školska knjiga, Zagreb: 1-590.
- Weinberg, S. (1993): Coral research through the centuries. U: Cicogna, F., Cattaneo-Vietti, F. (Ur.), *Red Coral in the Mediterranean Sea : Art , History and Science*. Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Roma: 37-60.
- Zore-Armanda, M. (1956) : On gradient currents in the Adriatic Sea, *Acta Adriatica*, 8:1-38.

Zore-Armanda, M.(1971):Influence of the long-term changes in the oceanographic/meteorological conditions in the North Atlantic on the Mediterranean. Proceedings of the “The Ocean World“, Joint Oceanographic Assembly (Tokyo), 1970: 151-153.

Zore-Armanda, M. (1972):.Response of the Mediterranean to the oceanographic/meteorological conditions of the North Atlantic. Marine Biology, 16 (3): 621-624.

Internetski izvori :

https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_di_Senigallia (22.7.2020)

https://it.wikipedia.org/wiki/Pala_di_Brera (22.7.2020)

www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en

ŽIVOTOPIS

Rođen sam 23.10.1993. godine u Dubrovniku. Osnovnu školu Marina Getaldića kao i Osnovnu Umjetničku školu Luke Sorkočevića završio sam u Dubrovniku. Nakon završetka osnovne škole 2009.g upisujem Medicinsku školu Dubrovnik za zvanje Medicinski tehničar. 2013.g. upisujem studij Akvakulture na Sveučilištu u Dubrovniku. 2019. g. upisujem Diplomski studij Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, smjer : Ekologija i zaštita prirode: Modul: more .

Prilog 1. Utvrđene vrste koraligenske biocenoze i biocenoze polutamnih špilja na istraživanim postajama.