

Fauna koralja u koraligenskoj biocenozi istočnog Jadrana

Mučić, Marita

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:490621>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Marita Mučić

Fauna koralja u koraligenskoj biocenozi
istočnog Jadrana

Diplomski rad

Zagreb, 2016.

Ovaj rad, izrađen 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 struke Eksperimentalne biologije, smjer Zoologija.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Fauna koralja u koraligenskoj biocenozi istočnog Jadrana

Marita Mučić
Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Koraligenška zajednica je jedna od najvažnijih i najtipičnijih po bioraznolikosti i bogatstvu vrsta, te se smatra jednim od najvažnijih „vrućih točaka (hot spot)“ biološke raznolikosti u Sredozemnom moru. Karakteriziraju je sciafilne crvene alge iz porodice Corallinaceae, po čemu su i dobile ime, i čijom su inkrustracijom kalcij karbonata nastale u zoni cirkalitorala u uvjetima smanjene količine svjetlosti. Tako nastaju biogene nakupine kompleksne strukture s puno zasjenjenih šupljina, rupa i škrlja u kojem obitava nevjerojatno velik broj različitih taksonomskih svojiti i vrsta beskralježnjaka. Istraživanje bioraznolikosti bentoskih zajednica jedno je od najboljih pokazatelja stanja očuvanosti okoliša i najpouzdanijeg indikatora negativnih promjena uzrokovanih prirodnim i antropogenim čimbenicima. Glavni uzroci smanjenja bioraznolikosti morskog okoliša su onečišćenje otpadnim vodama, globalna promjena klime, invazivne vrste te neracionalno iskorištavanje bioloških dobara. Veliku bioraznolikost unutar koraligenške biocenoze imaju koralji (Anthozoa) koji pokazuju veliku osjetljivost na globalne klimatske promjene. Cilj ovog rada je istražiti raznolikost vrsta faune koralja koraligenške zajednice na 50 odabranih lokaliteta (u zaštićenim (nacionalni parkovi i parkovi prirode) i nezaštićenim područjima) u istočnom dijelu Jadrana, te proučiti njihovu dubinsku raspodjelu. Istraživanjem je utvrđeno je 42 vrste koralja u koraligeni istočnog Jadrana. Vrste *Caryophyllia smithii* i *Leptopsammia pruvoti* utvrđene su na svim postajama unutar ovog istraživanja, dok su vrlo česte vrste *Caryophyllia inornata*, *Ceratotrochus magnaghii*, *Hoplangia durothrix*, *Paramuricea clavata* i *Eunicella cavolini*. Ovaj rad pokazuje bogatstvo veliko bogatstvo koralja unutar koraligenške zajednice, ali su potrebna dodatna istraživanja usmjerena prema biologiji i ekologiji svake pojedine vrste da bi ih se moglo zaštititi od sve više štetnih utjecaja i prijetnji. Ovi rezultati pridonose uspostavi dugoročnog praćenja koraligenške zajednice, te naglašavaju nužnost daljnjih istraživanja, kako njene strukture tako i učinaka buduće promjene klime.

(68 stranica, 30 slika, 2 tablice, 32 literaturna navoda, 2 priloga, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: koraligen, bioraznolikost, koralji, sastav vrsta, istočni Jadran

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić

Ocjenitelji: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić

izv. prof. dr. sc. Antun Alegro

doc. dr. sc. Ana Galov

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

Coral fauna in the coralligenous community of the eastern Adriatic Sea

Marita Mučić
Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

The coralligenous community is one of the most important and most typical when it comes to species diversity in the Mediterranean, which includes the eastern part of the Adriatic. It is characterized by sclerophilic red algae from the *Corallinaceae* family after which they were named, and which enabled their creation by encrusting calcium carbonate in the circalittoral zone in reduced light conditions. This led to the creation of biogenic sediments with complex structures, containing numerous shaded cavities, holes and protrusions in which there is an incredibly high number of various invertebrate taxonomic categories and species. Research into biodiversity of benthic communities offers one of the best insights of the extent to which an environment has been conserved, and is the most reliable indicator of negative changes caused by natural and anthropogenic factors. The main causes of a biodiversity decrease in a sea environment are waste waters pollution, global climate change, invasive species, and irrational exploitation of biological resources. Coralligenous biocenosis is considered to be one of the most important hot spots of biological diversity in the Mediterranean Sea. Corals (*Anthozoa*) which exhibit high sensitivity to global climate changes have great biodiversity within coralligenous biocenosis. Recent massive die-offs, caused by unusually high sea water temperatures, have also been confirmed in the Adriatic Sea. Precisely because of that it is important to possess a list of the coral species residing in the Adriatic Sea, and to track their status in the ever increasing pressure of global climate changes and anthropogenically caused changes. The goal of this paper is to explore the fauna diversity of corals in the coralligenous community at 50 chosen localities (in protected (national parks and nature parks) and unprotected areas) in the eastern part of the Adriatic, and to study their depth distribution. This provides insight into its current state and the degree to which it is endangered, making it possible to plan the protection of these severely endangered and ecologically important species, and also the habitats in the Adriatic Sea. It will feature a comparison of stations according to the make-up and number of coral species inhabiting them, as well as the population number of various coral species at the stations included in the research. An estimate on the presence of endangered and legally protected corals will also be made.

(68 pages, 30 figures, 2 tables, 32 references, 2 annexes, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: coralligenous, biodiversity, corals, species composition, eastern Adriatic Sea

Supervisor 1: Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Reviewers: Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Dr. Antun Alegro, Assoc. Prof.

Dr. Ana Galov

Sadržaj

1. Uvod
 - 1.1. Koralji
 - 1.2. Jadransko more
2. Ciljevi istraživanja
3. Materijali i metode
 - 3.1. Prikupljanje uzoraka i determinacija vrsta
 - 3.2. Statistička obrada podataka
4. Istraživano područje:
 - Popis i oznake istraživanih postaja
5. Rezultati
 - 5.1. Utvrđene vrste koralja
 - 5.2. Usporedba postaja
6. Rasprava
7. Zaključak
8. Literatura
9. Prilozi: Tablica pronađenih vrsta koralja po porodicama

1. UVOD

1.1. Razred anthozoa (koralji)

Koralji spadaju u jedne od najstarijih razreda životinja, te njihove fosile nalazimo čak i iz razdoblja pretkambrija, prije više od 500 milijuna godina (Pérès i Picard, 1964; Hong, 1980; Ballesteros, 2003; Habdija i sur., 2004; Aguilar, 2006). Poznato je da koralji mogu živjeti pojedinačno ili u kolonijama, mogu biti meke, tvrde ili polutvrde strukture, te živjeti u plitkim i dubokim vodama, do čak 5000 metara dubine. To ih čini jako prilagodljivim organizmima. Kolonije mogu biti stare od 50 do čak 1000 godina, na grebenima koji se razvijaju i više od 8000 godina. Rastu jako sporo, većina kolonija samo nekoliko milimetara godišnje (između 0,07 i 3,1 mm; bazalno između 0,5 i 1 mm, vertikalno najčešće između 3 i 6 mm godišnje).

U Sredozemnom moru nalazimo samo 5% svih vrsta koralja, međutim imaju važnu ulogu u morskim ekosustavima. Prije oko 60 milijuna godina u Sredozemnom moru su se razvijali veliki koraljni grebeni, slični onim koji se danas razvijaju u toplim morima.

Koralji (Anthozoa) su isključivo morski organizmi koji spadaju pod koljeno Cnidaria (žarnjaci). Žarnjaci su zrakasto (radijalno) simetrične životinje, koje u pravilu imaju dva strukturno različita oblika: sjedilački polip i slobodno plivajuću meduzu, ali koralji imaju samo polipoidnu generaciju i isključivo su sjedilački organizmi. Žive u zadrugama ili pojedinačno. Zadruge izgrađuju koraljne grebene i otoke (atole) (Habdija i sur., 2004).

Jedinka koralja ili polip ima cjevasto tijelo, na vrhu nalazimo usta oko kojih se nalaze lovke za hvatanje plijena. Imaju probavnu (gastrovaskularnu) šupljinu (celenteron) koja može biti cjelovita ili podijeljena septama, pregradama, u manje ogranke. Kod nekih oktokoralia na lovkama nalazimo peraste izdanke, pinule.

Osnovu zadruge koralja čini cenenheim, želatinozna mezogleja. U cenenheimu su ugrađeni polipi koralja. Svaki polip unutar zajednice koralja zove se antokodij. Gastrovalne šupljine svih antokodija spojene su međusobno sustavom cijevi solenijama. Zadruge prema razgranatosti cenenhima mogu biti nerazgranjene, perasto i žbunjasto razranjene zadruge.

Stjenka tijela građena je od tri sloja: jednoslojne epiderme, srednjeg sloja mezogleje i unutarnje jednoslojne gastroderme. Epiderma je sastavljena od epitelnomišićnih stanica, a između su uklinjene žarne stanice (knidociti, knidoblasti). To je složena osjetno-efektivna stanica, uloga joj je hvatanje plijena i obrana samog žarnjaka od prirodnih neprijatelja. Sadrži specifičan organel, žarnicu (knida, knidocista). To je membranozna čahura ispunjena tekućinom sa cjevčicom (žarnom niti). Kad je se podraži, eksplozivno se izvrće prema van. Najviše ih se nalazi na lovkama. Tipovi žarnica su: nematociste, spirociste i ptihociste, a tipovi žarnih stanica: nematociti, spirociti i ptihociti. Nematociste se nalaze u svim žarnjacima, te sadrže toksine. Spirociste i ptihociste karakteristične su samo za koralje, radi se o žarnicama bez otrova koje sadrže ljepljive cjevčice i imaju ulogu pričvršćivanja organizma za podlogu. Epiderma sadrži i intersticijalne stanice (totipotentne, formativne, za diferencijaciju žarnih, živčanih i spolnih stanica), bipolarne i multipolarne živčane stanice, povezane u subepidermalnu živčanu mrežu. Mezogleja je želatinoznog sastava, kod koralja se celularizira, te sadrži zvjezdaste ili ameboidne stanice.

Gastroderma oblaže gastrovaskularnu šupljinu. Građena je gastrodermalnomišićne stanice. S unutarnje strane imaju dva biča koja strše u gastrovaskularnu šupljinu. U gastrodermi se nalaze još i enzimatsko-žljezdane stanice sa probavnim enzimima u mjehurićima koje oslobađaju u gastrovaskularnu šupljinu. Mezogleja također sadrži i multipolarne živčane stanice koje izgrađuju drugu difuznu živčanu mrežu. Imaju vanjske i unutarnje skelete, koji su anorganskog ili organskog podrijetla. Vanjske skelete luči epiderma, a unutarnje skleroblasti iz mezogleje. Stvaraju se vapnena tjelešca, sklerodermi (skleriti) (Habdija i sur., 2004).

Raspored unutrašnjih struktura je radijalno simetričan, gastrovaskularna šupljina je pregradama (septama, mezenterama) uzdužno podijeljena u odjeljke, gastrovaskularne džepove. Septa može biti 6, 8 ili umnožak broja šest. Ždrijelo kod koralja se nalazi između usta i gastrovaskularne šupljine. Nije radijalno simetričan, nastaje invaginacijom ektoderma. Ima trepetljikave žljebove sigonoglife ili sulkusu, služe za strujanje vode u gastrovaskularnu šupljinu, može ih biti jedan ili više. Unutarnji rub septe je gastralni, septalni ili mezenterijalni filament, u presjeku ima oblik trolisne djeteline, ima bičaste stanice koje stvaraju usmjereno strujanje vode koje dovlači čestice hrane do stanica za fagocitozu. Na stranama septe nalaze se gonade i uzdužni mišići retraktori pomoću kojih se polip kontrahira (Habdija i sur., 2004).

Kod nekih koralja epiderma na bazi pojedinog polipa ili po cijelog njegovoj površini izgrađuje tanki zaštitni egzoskelet sastavljen od vapnenca u svrhu zaštite i potpore svakom

polipu i cijeloj zadruzi. Hidroskelet (hidrostatika gastrovaskularne šupljine) omogućava stalni oblik polipa i održava turgor vanjskih i unutarnjih struktura.

Najopsežnije vanjske sklete imaju kameni koralji. Epiderma osnovne ploče izlučuje vapnenačke tvorbe, tako da se polip nalazi u vapnenačkoj čaški, a laganim odumiranjem epitela u donjim slojevima nastaju slojevite vapnenačke koraljne tvorbe. Skelet svakog polipa naziva se koralit (Slika 1).



Slika 1. Kameni koralj *Leptopsammia pruvoti*.

Kod združnih koralja Alcyonaria nalazimo unutarnji skelet koji je sastavljen od sklerodermita u cenenhimu, a njih izlučuju skleroblasti. Sklerodermiti su vapnenačka tjelešca koja su kod koralja gorgonija povezani gorgoninom u osni skelet za potporu cijele zajednice, npr. crveni koralj (Habdija i sur., 2004).

Gastrodermalni mišići su prstenasto složeni, a sastavljeni od gastrodermalno-mišićnih stanica, i epidermalni mišići, uzdužno položeni, a sastavljeni od epitelno-mišićnih stanica, djeluju antagonistički i imaju funkciju kontrakcija i kretanja tijela i lovki u svim pravcima. Polip se može kretati stezanjem i rastezanjem tijela. Koralji imaju vanjsku i unutarnju difuznu živčanu mrežu živčanih multipolarnih stanica. Osjetne stanice se nalaze najviše u epidermi

lovki i oko usta. Izmjena plinova i izlučivanje metabolita ide preko stjenke tijela na lovkama i cilindričnom tijelu. Cilijarne stanice na epidermi pospješuju izmjenu jer uzrokuju brže strujanje vode po površini tijela (Habdija i sur., 2004).

Većina koralja su karnivori. Uhvate plijen lovkama, ošamute ga žarnicama, pa ga progutaju, u gastrovaskularnoj šupljini se dešava ekstracelularna probava pomoću enzima proteaze i lipaze (erepsin, tripsin, pepsini esteraze) te se žrtva usitnjava do malih čestica i makromolekula, a zatim gastrodermalne stanice fagocitiraju hranu te je probavljaju do kraja intracelularno. Kod združnih koralja usitnjene čestice se prenose solenijama do svih polipa. Neprobavljene tvari izbacuju se kroz usta.

Često kod koralja postoji mutualizam sa intracelularnim mutualističkim algama, zooksantelama, te one imaju važnu ulogu u prehrani koralja. Zadruga koralja zooksantelama pruža zaštitu, a alga zauzvrat koralju daje dio hrane koju proizvede (Habdija i sur., 2004).

Kod koralja poznat je spolni i nespolni način razmnožavanja. I mada je određeni tip razmnožavanja često karakterističan za pojedinu vrstu, pripadnici iste vrste mogu se razmnožavati na nekoliko različitih načina.

Spolno razmnožavanje podrazumijeva stvaranje i ispuštanje jajašca (oocite) i spermalne stanice, koje se spajaju te tako dolazi do oplodnje. Gonade se nalaze na septama pojedinog polipa, a zrele gamete se ispuštaju u gastrovaskularnu šupljinu i kroz usta izlaze u more te dolazi do vanjske oplodnje u okolnoj vodi, što nazivamo oviparijom (Habdija i sur., 2004). Kod nekih vrsta planule ostaju unutar kolonija, povezani u mucusu koji stvaraju sami polipi. Kod koralja utvrđena je i viviparnost, do koje dolazi kada se oplodnja dešava u unutrašnjosti ženskog polipa a u okolno more ispusta već izležena planula. Ovakav način razmnožavanja utvrđen je kod crvenih koralja, dok kod crvenih gorgonija imamo oviparnost (Ballesteros, 2003a). Iz oplodenog jajašca nastaje trepetljikava ličinka planula koja nekoliko dana pliva u moru, a kada nađe pogodni supstrat pričvrsti se na podlogu.

Koralji mogu biti jednospolni i dvospolni. Kada su koralji jednospolni, spolovi mogu biti razdvojeni među pojedinim polipima, ali i među kolonijama. Tako imamo isključivo ženske ili muške kolonije, npr. kod osmerolovkaša gorgonija, npr. *Paramuricea clavata*, *Eunicella verrucosa*, *Corallium rubrum*, te kod šesterolovkaša *Madrepora oculata* i *Lophelia pertusa*. Dvospolnost je utvrđena kod tropske porodice Pocilloporidae, sredozemne vrste kolonijalnog koralja *Madracis phaerensis*, te kod mediteranske endemske vrste solitarnog koralja *Balanophyllia europaea*.

Pojedini polip može biti hermafrodit, ali i kada kolonija ima i ženske i muške polipe, možemo reći da je hermafroditna. Primjer je endem sredozemnog mora, narančasti koralj

Astroides calycularis. Kod osmerolovčaša nalazimo manje hermafrodita, primjer su neke gorgonije (Ballesteros, 2003a).

Jedan od načina na koji si koralji osiguravaju veće preživljavanje podmlatka je sinkronizirano otpuštanje gameta. Ovo najčešće uočavamo unutar kolonija, u koraljnim grebenima, kod reda Scleractinia ili kameni koralji, a ponekad i kod reda Zoanthidea ili koraste moruzgve, te kod nekih osmerolovkaša, pri čemu veliki broj jedinki, čak i različitih vrsta u isto vrijeme otpušta gamete. U Sredozemnom moru ovakav način razmnožavanja utvrđen je kod određenih vrsta gorgonija, kao npr. vrsta *Paramuricea clavata*, te kod kolonija kamenih koralja *Oculina patagonica*. Vrste se navode prema mjesečevim mjenama, npr. nekoliko dana nakon punog mjeseca (Ballesteros, 2003a).

Nespolnim razmnožavanjem novi organizam nastaje bez prisutnosti drugog koralja. Kod koralja postoji nekoliko tipova nespolnog razmnožavanja. Na ženskom koralju nastaje pup, koji raste dok ne zauzme mjesto polipa na kojem je nastao ili se izbacuje te pronalazi novo mjesto za život. Ovakav tip razmnožavanja je češći kod drugih žarnjaka.

Poprečno i uzdužno dijeljenje. Kod poprečnog dijeljenja dolazi do pupanja novih jedinki na lovkama polipa, najčešće kod zadružnih oblika koralja (Habdija i sur., 2004). Transverzalno dijeljenje je poznatije kod ostalih žarnjaka, a kod koralja se pojavljuje gotovo isključivo samo u uvjetima stresa. Dok je lateralno dijeljenje poznato i kod oktocoralia i heksakoralija. Kod cijepanja ili pedalne laceracije podnožne ploče, dolazi do raspadanja ploče i iz svakog dijela nastaje nova jedinka. Kod nekih moruzgvi i crnih koralja, stvaranje novog polipa od dijelova koralja, najčešće lovki.

Kod koralja također je utvrđena i partenogeneza, koja može dovesti do viviparnog i oviparnog razmnožavanja. kao nespolni način razmnožavanja. U Sedozemnom moru i Atlantskom oceanu primjer je kod kod crvene moruzgve *Actinia equina* (Habdija i sur., 2004).

1.1.4. Podjela i raznolikost

Koralji su stenohalini i isključivo morski organizmi. Ne vole sekundarna rahla tla koja nastaju sedimentacijom sitnih organskih i anorganskih čestica. Dijelimo ih na hermatipične vrste (vrste koje izgrađuju grebene) i ahermatipične vrste (koje ih ne tvore). Hermatipične vrste se nalaze najčešće u toplim tropskim morima i na manjim dubinama, dok ahermatipične vrste obitavaju u hladnijim vodama, do 4 stupnja, čak i do 6 000 metara dubine (Habdija i sur., 2004).

Danas je poznato oko 5 600 vrsta koralja, 500 u Europi, a u Jadranu je poznato 116 vrsta. Podijeljeni su u dva podrazreda: Zoantharia (Hexacorallia) i Alcyonaria (Octocorallia) (Ballesteros, 2006).

Zoantharia (šesterolovkaši) imaju šesterozrakastu simetriju ili simetriju prema umnošku broja 6. Postoji oko 4 000 vrsta, u Jadranu oko 80 vrsta. Zrakasti raspored može biti pentameran ili dekameran. Mogu biti solitarni i združni. Najvažniji predstavnici su moruzgve (Actinaria), Scleractinia ili Madreporaria (kameni koralji), Antipatharia (crni koralji) (Habdija i sur., 2004).

Alcyonaria (osmerolovkaši) imaju 8 lovki, i gastrovaskularna šupljina im je podijeljena na 8 odjeljaka. Postoji više od 2 000 vrsta. Većinom su združni. Često su različito obojeni zbog epiderme koja sadrži pigmente karotenoide, porfirine i citokrome. Redovi su Stolonifera, Helioporacea, Gorgonacea, Pennatulacea (morska perca) (Habdija i sur., 2004).

Podrazred Octocorallia (Alcyonacea) se dijeli na 5 redova:

1. Stolonifera
2. Alcyonacea (mekani koralji) – ovo je najveća skupina koralja, nemaju unutrašnji skelet jer su im skleriti izolirani, tijela polipa usadena su u cenenhim.
3. Gorgonacea (gorgonije)
4. Helioporacea ili Coenothecalia (Indo-Pacifički plavi koralji)
5. Pennatulacea (morska perca) - imaju zadruge u kojem je primarni polip izdužen, a na njega se nastavljaju sekundarni polipi, te cijela struktura nalikuje na pero, po kojem je red i dobio ime.

Podrazred Hexacorallia (Zoantharia) dijeli se u šest redova:

1. Actinaria (moruzgve) – ovo su solitarni koralji i ne posjeduju skelet.
2. Scleractinia ili Madreporaria (kameni koralji) - Epiderm vrsta unutar ovog reda gradi vapneni ekzoskelet. Skelet pojedinog polipa nosi naziv čaška (koralit) dok je skelet cijele životinje koralj.
3. Ceriantharia (voskovice) - žive na pjeskovitim dnima u koje ukopaju gotovo cijelo tijelo do usta. Lovke su produljene i raspoređene u dva kruga.
4. Antipatharia (crni koralj) - imaju karakterističan proteinski skelet crne boje. Kolonije su uspravne i razgranjene.
5. Corallimorpharia (draguljarke) - združne moruzgve.

6. Zoantharia ili Zoanthidea (koraste moruzgve) – većinom zadružni koralji bez skeleta.
7. Ptychodactiaria

1.1.5. Rasprostranjenost i staništa

Koralje možemo nazvati dobrim kolonizatorima, jer mogu živjeti na gotovo svim čvrstim podlogama koje nalazimo u morskim staništima. Mogu naseliti gotovo okomite zidove, kamenje, šljunčana tla, male stijene u moru, ljuštore školjaka, skelete ostalih koralja, boce, odbačene mreže i uža od ribara, kablove, mogu živjeti na drugim živim bićima, od algi i rakova do drugih vrsta koralja.

Izuzevši koralje koji žive u simbiozi sa zooxantelama, koralji su više sciafilne životinje i preferiraju sjenovita područja, te ona bez svjetla. Neki su specijalizirani za takva staništa, dok neki obitavaju i na jednom i na drugim. Ne postoje žarnjaci koji žive isključivo u špiljama, mada su neki više specijalizirani za takva staništa. Takav je slučaj sa rodnom *Dendrophylliidae*. Većina vrsta ovog roda ne živi u simbiozi sa algama te stoga ne trebaju svjetlost. Primjerice *Caryophyllia inornata* je koralj koji živi u zamračenim staništima (rupe, špilje i polušpilje). Tipični za ova staništa su i vrste *Polycyathus muellerae*, *Parazoanthus axinellae* i *Leptopsammia pruvoti* (Kružić, 2002; 2007).

Neke vrste preferiraju svjetlo, jer žive u simbiozi sa zooxantelema kojima je svjetlost potrebna zbog fotosinteze. Primjer kod nas je kameni koralj *Cladocora caespitosa*.

Većina dobro poznatih vrsta koralja nalazi se u površinskim vodama. No većina ukupnog broja koralja živi u velikim dubinama, ispod fotičke zone. Dvije trećine koralja pronalazimo u hladnim mračnim morima do 6000 metara dubine, većina između 500 i 2000 metara.

Osim navedenih čvrstih podloga koje preferiraju koralji, oni naseljavaju i pješčana i šljunčana dna. Ovakav tip staništa teško je pogodan za koralje, pijesak je pomičan i postoji opasnost od zatrpavanja polipa, jedinke ali i zadruge. Još jedna teškoća sa ovakvim tipom staništa je ta što je koraljima jako otežano pričvršćivanje za podlogu. Postoje i vrste koje se na ovakvim dnima uopće nisu pričvršćene. Za ovakva dna tipična su morska perca *Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis* i *Pennatula* sp..

Koraljima najčešće odgovara temperatura između 11°C i 25°C. Ukoliko je temperatura viša od 28°C gube zooksantele i dolazi do izbjeljivanja koralja. Mnogi koralji žive u hladnim morima, te je često temperatura ograničavajući čimbenik rasta kod koralja. Dubokomorska vrsta *Lophelia pertusa* živi ispod 13°C, na dubinama od 250-300 m.

Neke vrste obitavaju i u onečišćenim morima, dok je za većinu vrsta onečišćenje fatalno primjerice za mnoge moruzgve i gorgonije. Vrste *Diadumene cincta*, *Aiptasia diaphana* i *Oculina patagonica* žive u onečišćenim staništima.

Mnoge vrste koralja žive na drugim organizmima. Mogu živjeti na algama, na svim vrstama morskih cvjetnica (*Cymodocea nodosa*, *Zostera* sp. i *Posidonia oceanica*) ili na životinjama, najčešće rakovima.

Moruzgve *Calliactis parasitica*, *Adamsia carciniopados* i *Hormathia alba* najčešće žive na kućicama puževa koje su naselili rakovi iz roda *Pagurus* i *Dardanus*. Koralji na ovaj način dospijevaju u nova staništa, a za uzvrat pomoću lovki štite rakove od predatora.

Žuta kolonijalna moruzgva (*Parazoanthus axinellae*) parazitira na spužvama roda *Axinella*, da bi bila što dalje od morskog dna, u viša područja gdje kolaju morske struje. Vrsta *Savalia savaglia* raste na gorgoniji *Paramuricea clavata*.

Koralji često žive u simbiozi sa algama zooksantelama. To su dinoflagelati koji jako ovise o količini svjetlosti u moru i temperaturi mora. Kod nas koralji koji žive u ovakvom tipu zajednice su kameni koralji *Cladocora caespitosa*, *Madracis pharensis* i *Balanophyllia europaea*, moruzgve *Anemonia viridis*, *Aiptasia mutabilis* i *Condylactis aurantiaca*, te gorgonija *Eunicella singularis*. Zooksantele koraljima daju hranu, ali i koriste suvišak CO₂ iz polipa koralja te potiču stvaranje vapnenog skeleta, dok koralji zooksantelama pružaju zaštitu i sigurnost.

1.1.7. Koraligenska zajednica

Koraligenska zajednica je jedna od najvažnijih i najtipičnijih po bioraznolikosti i bogatstvu vrsta u Sredozemlju, pa tako i u istočnom dijelu Jadrana. Karakteriziraju je sciafilne crvene alge iz porodice Corallinaceae, po čemu su i dobile ime, i čijom su inkrustracijom kalcij karbonata nastale u zoni cirkalitorala u uvjetima smanjene količine svjetlosti (Laborel, 1961; Laubier, 1966). Tako nastaju biogene nakupine kompleksne strukture s puno zasjenjenih šupljina, rupa i škrlja u kojem obitava nevjerojatno velik broj različitih taksonomskih svojti i vrsta beskralježnjaka. Sačinjavaju je, s obzirom na pripadnost određenom mikrostaništu unutar samog koraligena, te međusobno različitih ekologija, ne

jedna, nego više tipova zajednica: živeće alge u gornjem sloju, zatim fauna koja sudjeluje, uz same alge, u izgradnji čvrste podloge koraligena, niži sloj (mahovnjaci, mnogočetinašicjevaši, koralji i spužve - 24%), kriptofauna skrivena u rupama i u šupljinama koju čine mekušci, rakovi i mnogočetinaši (7%), epifauna i endofauna (67%), te naposljetku erodirajuće vrste kojih ima samo oko 1% (Hong, 1982). Stoga možemo zaključiti da je koraligen prije mozaik ili slagalica nekoliko zajednica koje žive na zajedničkom staništu, kao svojevrsan podvodni krajolik. Zato se i smatra drugom najvažnijom „vrućom točkom“ („*hot spot*“) u Sredozemlju.

Najvažnije makroalge koje tvore koraligen su *Mesophyllum lichenoides* i *Lithophyllum stictaeforme* iz porodice *Corallinaceae* (Cabioch i Mendoza, 1998). Ovakve biološke konstrukcije nastaju tako što se talusi odumrlih dijelova algi fosiliziraju (Chemello, 1989). Ove alge su scijafilne te čine podloge za rast drugih makroalga i beskralježnjaka (Laborel, 1961; Laubier, 1966). Makroalge su važne, jer proizvode hranu, stvaraju kalcij karbonat kao podlogu koja je pogodna za naseljavanje drugih organizama, poput koralja, spužvi, mahovnjaka, mekušaca, riba, rakova, mnogočetinaša i ostalih.

Jedan od najvažnijih ekoloških čimbenika za koraligen je svjetlost, jer je makroalgama koje su osnova cijele zajednice potrebna svjetlost za fotosintezu. Dok istovremeno većina vrsta koralja, koji su ključne vrste ovog sustava, je sciafilna, dakle odgovara im određena količina svjetlosti. Stoga se koraligen najčešće razvija u cirkalitoralu, za koji je karakteristična konstantna temperatura i salinitet, smanjena količina svjetlosti, mala stopa sedimentacije i velika količina otopljenog kisika u moru. Dubinska rasprostranjenost koraligena prikazana je u tablici 1, a ovisna je o količini svjetlosti koja dopire do dubina na kojoj se rasprostiru koraligenske zajednice. Za koraligen je uočeno da je ta količina 0,05 do 3% površinske svjetlosti. Ta dubina u Jadranu i Sredozemnom moru jako ovisi o uvjetima u određenim dijelovima mora, dakle o siromaštvu ili bogatstvu mora u određenim geografskim područjima,

Tablica 1. Prikaz dubinske rasprostranjenosti koraligena u različitim područjima u Sredozemnom moru (Ballesteros, 2006).

| PODRUČJE | DUBINA | IZVORI |
|--------------|---------|-------------------------------|
| Banyuls | 20-40 m | Feldmann, 1937; Laubier, 1966 |
| Marseilles | 20-50 m | Laborel, 1961; Hong, 1980 |
| Otoci Medes | 20-55 m | Gili & Ros, 1984 |
| Tossa de Mar | 20-60 m | Ballesteros, 1992 |
| Napulj | 45-70 m | Bacci, 1947 |

| | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------|
| Cabrera | 50-100 m | Ballesteros et al., 1993 |
| Korzika | 60-80 m | Laborel, 1961 |
| Sjevernoistočni Mediteran | 70-90 m | Laborel, 1961 |
| Egejsko otočje | 90-110 m | Laborel, 1961 |
| Tunis | 90-120 m | Laborel, 1961 |
| Cap Farine - Ile Cani | Dublje od 60 m | Ben Mustapha & al, 2003 |
| Southeastern Mediterranean | 100-120 m | Laborel, 1961 |

a može biti između 20 i 130 metara. Najčešće je to između 30 i 60 metara dubine, ali postoje područja u kojima se koraligen razvija na čak i 15 metara dubine, a u nekim područjima je more toliko bistro da se koraligen može razviti na čak i do 130 metara dubine.

Prepoznajemo dva oblika koraligena, pretkoraligen kojeg čine nevapnene alge, nalazi se u donjoj granici infralitorala u rupama i pukotinama, dakle blago sciafilnim staništima. Drugi oblik je pravi koraligen koji je više sciafilan, nalazimo ga u cirkalitoralu, često na gotovo okomitim stijenama, a mogu biti i na polegnutim dnima. Tu su najvažniji organizmi spužve, koralji, mahovnjaci i inkrustrirajuće crvene alge (Turk, 2011). Uz to imamo i dva morfološka oblika koraligena, plato koji se javlja na vertikalnim ili gotovo vertikalnim stijenama, te polegnuta dna koraligena koja su većinom horizontalna, sa škrljama i pukotinama (Peres i Picard, 1964; Laborel, 1987). Polegnuta dna nastaju srastanjem maerla ili rhodolita. Maerl nastaje srastanjem talusa algi iz porodice Corallinaceae, najčešće *Phymatolithon calcareum* i *Lithothamnion corallioides* (Peres i Picard, 1964). Rhodolitima nazivamo konstrukcije koje su više od 50% sačinjene od Rhodophylaceae (Steneck, 1986).

Ključne vrste životinja koraligenske zajednice

Procjenjuje se da koraligen tvori oko 1660 vrsta (Ballesteros, 2006; Boudouresque, 2004).

Spužve

Spužve su vrlo važni organizmi u zajednici koraligena, jer sačinjavaju velik postotak biomase koraligena, imaju različite ekološke uloge, pružaju smještaj i skrovište za velik broj beskralježnjaka, na njima se nastanjuju epibionti, mogu biti biokonstruktori i bioeroderi. Najvažnije vrste za ovaj sustav su kamenotočna spužva *Dysidea avara*, *Cliona viridis*, *Axinella damicornis*, *Haliclona mediterranea*, *Ircinia variabilis* i *Spongia officinalis* (Hong, 1980).

Koralji

Drugi ključni organizmi u koraligenu su koralji, pozato je preko 44 vrsta koralja tipičnih za koraligen. Najkarakterističnije i najprepoznatljivije su gorgonije *Paramuricea clavata*, morska stabalca *Eunicella cavolini*, *E. singularis* i *E. verrucosa*, te crveni koralj *Corallium rubrum* koji je u današnje vrijeme jako ugrožen zbog vađenja. Od ostalih koralja jako česti su i zadružna moruzgva ili draguljarka *Corynactis viridis*, žuta korasta moruzgva *Parazoanthus axinellae*, razni kameni koralji primjerica žuta čaška, *Leptopsammia pruvoti*, crvena čaška, *Caryophyllia inornata*, zubati koralj, *Caryophyllia smithii*, te mekani koralj crvena ručica, *Alcyonium acaule*.

Mahovnjaci

Mahovnjaci su također vrlo važni organizmi u koraligenu, jer i oni sudjeluju u biokonstrukciji ovih sustava, te sačinjavaju velik postotak biomase. Ima ih oko 170 vrsta u Sedozemnom moru, a najvažniji za koraligen su *Pentapora fascialis*, *Myriapora truncata*, *Turbicellepora avicularis*, *Beania magellanica* (Laubier, 1966; Hong, 1980; Zabala, 1984; Ballesteros i sur., 1993).

1.1.8. Prijetnje za koraligensku biocenozu i koralje

Bolesti koralja

Kod koralja poznato je više od 18 bolesti. Najčešće ih uzrokuju morske gljivice, virusi, cijanobakterije, bakterije, protozoa, nematoda, alge i rakovi. Većina bolesti pronalazi se u koraljnim grebenima u tropima, ali nekoliko bolesti utvrđeno je i u Sredozemnom moru (Aguilar, 2006).

Povišena temperatura mora

Povišenjem temperature mora u atmosferu se otpušta veća količina CO₂, te će se u oceane također apsorbirati veća količina CO₂ nego što je do sada bila uobičajena. Ovime će se smanjiti pH morske vode, povećati kiselost, te smanjiti dostupnost karbonatnih iona. Dakle kalcifikacija će za morske organizme koji stvaraju kalcit ili aragonit kao skelet, a ujedno time i koralje biti smanjena što će dovesti do katastrofalnih posljedica. Neki izračuni kažu da će oceani do kraja tisućljeća apsorbirati 90 posto CO₂ koji je nastao ljudskim djelovanjem, što će smanjiti kalcifikaciju za 40 posto u sljedećih 50 godina, a za 80 posto do kraja stoljeća. Povišenje temperature mora je jako štetno za koralje, jer oni podnose samo male promjene u temperaturama. Koralji koji žive u simbiozi sa zooksantelama biti će najviše pogođeni time

što visoke temperature uzrokuju gubitak ovih vrlo važnih simbiotskih algi, te dolazi do izbjeljivanja koralja, a na posljeticu i do uginuća polipa.

Zabilježeno je dosta slučajeva pomora čitavog niza morskih organizama u nekim područjima, primjerice 1999. godine u Ligurskom moru. Ovo je pogodilo sve morske organizme, od plaštenjaka, spužava, mekušaca, koralja i mahovnjaka do 40 metara dubine. Uginulo je između 60 i 100 posto svih kolonija koralja na tim područjima. Koralji, poglavice gorgonije i kameni koralji bili su izloženi prevelikom stresu zbog povišenja temperature i samim time osjetljiviji na infekcije.

Izbjeljivanje koralja također možemo povezati i sa bakterijom *Vibrio shiloi*, koja uzrokuje ogromne štete na kolonijama kamenog koralja *Oculina patagonica*.

Predatori

U tropima ribe koje se hrane koraljima su uobičajene, dok se kod nas koraljima najčešće hrane puževi *Pseudosimnia carnea*, *Simnia purpurea* i *Aperiovula adriatica*, zatim neki gološkržnjaci (Nudibranchia) i morski pauzi (Pycnogonidae). Kolonije crvenog koralja napadaju mekušci i rakovi, i to *Pseudosimnia carnea* i *Balssia gastii*.

Također je dokazano da je mnogočetinaš *Hermodice carunculata* često uzrok zaraze za koralje. Tijekom zime u njemu preživljavaju patogene bakterije, štiti ih od hladne zimske vode, a kada zatopli nastavljaju napadati koralje (Aguilar, 2006). I riba papigača *Sparisoma cretense* uništava koralje u Sredozemnom moru hraneći se njima.

Antropogeni utjecaji

Ronioci i sidrenje

Veliku štetu na kolonijama koralja uzrokuje ponašanje ljudi, poglavice ronioca, koji čupaju i nepažnjom otkidaju kolonije ili dijelove kolonija. Najviše štete trpe gorgonije. Zatim jednaku štetu uzrokuje sidrenje. Često se dešava da zaštićena područja prolaze najgore zbog prevelike posjećenosti brodova i ronilaca koji ih ugrožavaju.

Velika stopa sedimentacije

Stopa sedimentacije limitirajući je faktor za koralje. Izgradnja i ponovno nasipavanje plaža, te izgradnja obalne infrastrukture može dovesti do pomicanja sedimenata, te na taj način ugrožavati koralje tako što im prijeti opasnost od zatrpavanja. Energetski koralje jako puno troši borba sa sedimentom, tj spašavanje od sedimenta.

Ribarenje

Drežde i kočarenje čine najviše štete za kolonije koralja, posebice gorgonije, morska perca i moruzgve. Povlačne mreže su najgore, jer mogu kompletno uništiti čak do 35 km² staništa i ekosustava na kontinentalnom šelfu unutar 15 dana.

Šteta od raznih ribarskih alata nije samo direktna, od turbulencija mora nakon vuče mreža, diže se sediment i pokapa kolonije te one ili ugibaju ili gladuju dok se sediment ne istaloži. Podignuti sediment može se nataložiti i nekoliko stotina metara niže od originalne lokacije i pokopati koloniju daleko od područja gdje se uistinu povlačila mreža. Danas neki znanstvenici savjetuju kao mjeru zaštite koralja, zabranu vuče mreža u vodama plićim od 50 metara dubine.

Još je jedna štetna posljedica uočena zbog povlačenja mreža. Čak i ako kolonija preživi ovaj agresivni napad, ostaje oštećena, a samim time je otvorenija i izloženija napadima mikroorganizama koji je mogu dokrajčiti. Bilo prekrivanjem polipa tako da ne mogu jesti, bilo prenošenjem neke bolesti ili se u njih mogu naseliti mnogočetinaši i vrpčari, te dodatno oslabiti koloniju.

1.2. Oceanografske i biološke značajke Jadranskog mora

Jadransko more najsjeverniji je i najplići dio Sredozemnog mora, pa se stoga, pogotovo u sjevernijem dijelu koji je zatvoren i u koju utječe rijeka Po, jako razlikuje od većine Sredozemnog mora (Peres i Gamulin-Brida, 1973). Površina mu iznosi 131000 km², a najdublja točka je 1324 metara. Istočna obala Jadranskog mora jedna je od najrazvedenijih na svijetu sa 78 otoka, 524 otočića i 642 hridi i grebena. Obale su često strme, jer je Sredozemno more mlado, te se na dnu nalaze mnoge linije loma tektonskih ploča što uzrokuje to da je ovo područje jedno od geoseizmički najaktivnijih područja na svijetu.

1.2.1. Oceanografski uvjeti u Jadranskom moru

Dublji, južni dio Jadrana ostatak je mora Tetis sa tropskim obilježjima koje je postojalo tokom mezozoika i početkom tercijara, te je stariji po nastanku, dok je plići, sjeverniji dio Jadrana nastao nakon zadnjeg ledenog doba topljenjem leda i povišenjem razine mora za čak oko 100m (Turk, 2011).

Jadran je dio Sredozemnog mora, ali bi je prije mogli nazvati njegovom biogeografskom podjedinicom, jer je najzatvoreniji i izoliraniji dio Sredozemlja, ali i jer se određeni geološki procesi bili u potpunosti odvojeni od onih koji su se odvijali u Sredozemlju.

Jadran se prostire između dva relativno mlada planinska lanca - Apenina i Dinarida, koji su nastali sedimentacijom mora Tetis. Prvotni oblik Jadranskog bazena nastao je na zapadnoj strani današnje lokacije Jadrana, uz Apenine, boranjem i tektonskim pomicanjem Apenina i Dinarida u eocenu i oligocenu. Tlo se uzdizalo i spuštalo, te se površina kopna stalno mijenjalo. U miocenu je Jadran prekrivao apeninski dio današnjeg Jadrana. Tijekom ledenih doba u pliocenu razina mora se smanjila, prevladavalo je kopno, s tim da bi se u vremenima između ledenih doba situacija obrnula. Tetis je bilo tropsko more, pa je takav i Jadran bio u to doba. Ledenim dobima more se lagano hladilo dok nije izgubilo obilježja tropskog mora. Danas je Jadran je umjereno toplo more u kojem žive neki relikti koje inače nalazimo u suptropskim i sjevernim morima.

Tijekom ledenih doba dno sjevernog Jadrana je imalo obilježja kopna, ali nakon pleistocena dno Jadranskog bazena se spustilo za 100 m, te je more prekrilo područje sjevernog Jadrana i doline rijeka na istočnoj strani, npr. Krka, Raša. Tada je Jadran poprimio većinu svog današnjeg oblika.

Geomorfološki, Jadran dijelimo na južni dio ili Južnojadransku kotlinu i sjeverni dio koji su odijeljeni Palagruškim pragom. Karakteristike južnog dijela su strma obala, brzo spuštanje dna i relativno velike dubine, tu se ujedno nalazi i najdublji dio Jadrana, 1330 m. Dok je sjeverni dio Jadrana plići, te većinom nije dublji od 50 m, samo su u Jabučkoj kotlini dubine veće od 200 m. U prvom dijelu sjevernog Jadrana imamo Tršćanski zaljev, lagune Venecije, Kvarner i sjevernojadranske kanale, u drugom dijelu sjevernog Jadrana (naziva se i srednjim Jadranom) nalazimo Jabučku kotlinu, srednjedalmatinske otoke, te kanale između njih. I danas se Jadran geomorfološki mijenja, istočna obala se spušta a zapadna diže. Zbog stalnog mijenjanja razine mora imamo utjecaj na sastav i izgled obale i dna Jadrana. Istočna obala je kamenita, vapnenačkog sastava, razvedena i strma, a zapadna nerazvedena, te sa riječnim sedimentima u plićim dijelovima.

Istočni dio sa kamenitom obalom i kamenitim dnom, prelazi u različite pješćane dne pomiješane sa organskim ili anorganskim detritusnim elementima. Muljevita obalna dna, prelaze preko pješćanih - detritusnih dna u muljevita dna otvorenog Jadrana. U najdubljim dijelovima nalazimo dubinsku glinu. Slovenska obala prekrivena je dnom flišnog podrijetla, građen od naizmjenice položenih slojeva pješćanika i lapora podvrgnutih eroziji, zato je obala strma, a na dnu erozijom se taloži flišni sediment. Taj sediment prekriva Tršćanski zaljev, te uz riječne nanose utječe na to da tu nekad vladaju abiotički čimbenici i posebni životni uvjeti. Zapadna obala je cijelom dužinom pješćana obala koji prelazi u pješćano-muljevita dna otvorenog Jadrana.

1.2.2. Temperatura

Temperatura mora jako je važan čimbenik za živi svijet, jer utječe na fizikalna, kemijska i biološka obilježja mora i života u moru. Za Sredozemno more karakteristično je da temperatura nikad nije niža od 12 stupnjeva, čak ni u najdubljim dijelovima zbog Gibraltarskog praga (320 m dubine) koji sprječava dotok hladne vode (Turk, 1996).

Otrantski prag dijeli Jadran i Sredozemlje, no on je dublji, pa tu dolazi do ulaska sredozemne vode u Jadran i izlaska hladnije Jadranske vode u Sredozemlje. U Jadranu temperatura nije niža od 11 - 12 stupnjeva. Zbog pličine sjeverni Jadran ima velike sezonske promjene u temperaturama. Tijekom zime temperature sjevernog Jadrana su između 6 i 12 stupnjeva, dok u južnom Jadranu su između 13 i 15 stupnjeva. Ljeti u sjevernom dijelu more u površinskim dijelovima postiže temperaturu i do 26 stupnjeva, a južni između 23 i 24 stupnjeva. Sredozemno more ima manje temperaturne amplitude.

Zimi se temperature površinskih slojeva izjednačavaju, što nazivamo izotermijom. Barijera između vodenih stupaca, termoklina, koja nastaje zbog različite temperature i gustoće vode između stupaca može u nekim slučajevima potpuno onemogućiti izmjenu hranjivih tvari, kisika, spolnih produkata i planktonskih ličinki bentoskih životinja između površinskih i dubljih slojeva morske vode, što može dovesti do umiranja većeg broja organizama u moru. To raslojavanje slojeva vode ili stratifikacija je ljeti stabilna, jer je manje vjetra i valova, te ne dolazi do tolikog miješanja vodenog stupca.

Kad se površinska voda puna kisika, hranjivih tvari i planktonskih organizama počne hladiti tone u dublje dijelove, što nazivamo okomitim morskim strujama. Takve struje iznimno su važne za život u moru zbog unosa i razmjene hranjivih tvari, kisika i spolnih produkata do organizama u dubljim dijelovima mora.

1.2.3. Salinitet

Salinitet je jedno od najvažnijih obilježja i čimbenika u moru. Glavni sastojci morske vode su kloridi i sulfati, malo manje bromidi, karbonati i borati (Turk, 1996). Zatim imamo hranjive tvari fosfate, nitrata i sulfata čije su koncentracije u Sredozemlju male. Veće koncentracije nalazimo u obalnim područjima jer su tu područja eutrifikacije, tj. unosa organskih produkata. Primjer su ušća rijeka u more, u sjevernom Jadranu rijeka Po. Salinitet u oceanima je 35 promila, a u Sredozemlju 38. U Jadranu salinitet je veći u južnom dijelu, dok je u sjevernom Jadranu 37 promila. Zbog male dubine u sjevernom dijelu dolazi do kolebanja saliniteta, i do 6 promila. Jadran ima pozitivnu bilancu, dotok slatke vode rijekama i

oborinama je veći nego isparavanje vode. Najveći salinitet je u kasno ljeto, a najmanji u proljeće.

1.2.4. Koraligen i Jadran

Koraligen je tipičan ekosustav za Jadransko more, a to omogućava nekoliko vrlo važnih čimbenika (Casellato i Stefanon, 2008; Falace i sur., *u tisku*). Koraligenska zajednica najčešće naseljava čvrsto dno u cirkalitoralu, više ili manje okomite stijene (Rodić, 2015). Takvih staništa kod nas ima mnogo, većina otoka sa svoje izložene strane obiluje ovakvim staništima, dakle okomitim stijenama i klisurama, primjerice Dugi otok i Kornati. Koraligenske zajednice nastanjuju polušpilje, škrlilje, rupe, pukotine, dakle sva zasjenjena i poluzasjenjena staništa. U Jadranu se koraligen najčešće nalazi na dubinama većim od 30 m, ali to ovisi o prozirnosti mora u određenim područjima. Donja granica je najčešće oko 100 m dubine, dok u manje prozirnom moru utvrđen je između 10 i 40 m (Laborel, 1987; Falace i sur., *u tisku*; Turk, 1996; 2011).

2. Ciljevi istraživanja

Cilj ovog rada je istražiti raznolikost vrsta faune koralja koraligenske zajednice na 50 odabranih lokaliteta (u zaštićenim (nacionalni parkovi i parkovi prirode) i nezaštićenim područjima) u istočnom dijelu Jadrana, te proučiti njihovu dubinsku raspodjelu. Time bi se dobio uvid u trenutno stanje i stupanj ugroženosti da bi se mogla planirati zaštita ovih jako ugroženih, a ekološki iznimno važnih vrsta, ali i staništa u Jadranskom moru. Također će se usporediti postaje prema sastavu i broju vrsta koralja koji ih naseljavaju i brojnost različitih vrsta koralja na istraživanim postajama. Procijenit će se i zastupljenost ugroženih i zakonom zaštićenih vrsta koralja. Istražit će se utjecaj poremećaja unutar koraligenske biocenoze povezanih sa globalnim promjenama (klimatske anomalije, negativan utjecaj intenzivnog ribarstva, invazivne vrste) unutar zaštićenih i nezaštićenih područja uzduž istočne obale Jadranskog mora, te upotpuniti znanja o biologiji i ekologiji ugroženih vrsta koraligenske zajednice. Dobiveni podaci s ovog istraživanja koristit će se u budućem monitoringu vezanim za odgovor koraligenske biocenoze na štetne promjene uzrokovane klimatskim anomalijama u Sredozemnom moru.

3. Materijali i metode

3.1. Prikupljanje uzoraka i determinacija vrsta

Istraživane postajama imaju strme profile dna i nalaze se na vanjskim izloženim dijelovima otoka ili kopna na kojima pronalazimo koraligenske zajednice. Prvo smo odredili tip dna i njegovu konfiguraciju, a zatim smo skicirali profile svake postaje. Tijekom proučavanja svake postaje snimane su podvodne fotografije koralja unutar koraligenske zajednice. Procijenjena je rasprostranjenost i abundancija vrsta koralja. U nekim slučajevima vrste koralja određivali smo *in situ*. Od ostalih koralja koji se nisu mogli na taj način determinirati, uzeti su uzorci koji su konzervirani u 4%-tnom formalinu ili u 70%-tnom alkoholu. Vrste su determinirane u Laboratoriju za biologiju mora Zoologijskog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Radovi koje smo koristili za pomoć u determinaciji su: Weinberg (1993), Zibrowius (1980), Riedl (1991), Schmidt (1972) i Calvo (1995).

3.2. Statistička analiza podataka

Rezultate istraživanja statistički smo obradili programom PRIMER 5 koji je prilagođen za Windows. Ovaj program služi za obrađivanje podataka iz Microsoft Office Excell tablica, njime postižemo multivarijatnu analizu podataka. Usporedba postaja obavljena je klaster analizom, MDS-om, te pomoću Bray-Curtisove sličnosti. Prvo se odredi Bray-Curtisova sličnost, a dobiveni rezultati se koriste za ostale statističke metode. Bray-Curtisovom sličnosti dobivamo prikaz koji je pogodan i prilagođen za određivanje sličnosti bioloških zajednica, u ovom slučaju koraligenskih zajednica. Računa se na temelju prisutnosti i odsutnosti određene vrste na svakoj od istraživanih postaja. Zatim radimo dendrogram Bray-Curtisove sličnosti pomoću klaster analize. To možemo odrediti pomoću euklidske udaljenosti i sličnosti. Euklidska udaljenost ravno je linijska udaljenost između dva pojma, u ovom slučaju svake zajednice na određenoj postaji. Klaster analiza je vrsta multivarijantnih tehnika statističke analize pomoću koje se identificiraju i analiziraju relativno slične ili homogene grupe objekata (varijabli). Hijerarhijski grupiramo zajednice temeljem usporedbi prosjeka svake grupe ili zajednice. Vizualni prikaz u metričkom sustavu dobivamo klaster analizom. MDS ili multidimensional scaling je set brojčanih statističkih metoda kojima možemo postići da vizualno vidimo statističku udaljenost između bioloških zajednica. Svaka točka ove analize predstavlja pojedinu istraživanu postaju. Ako su točke bliže, sličnost je veća, odnosno postaje su različitije ako su točke udaljenije.

4. Istraživano područje

Istraživanje je provedeno u području istočnog dijela Jadranskoga mora, na 50 postaja (Tablica 2). Lokaliteti su smješteni duž obale i otoka sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana. Postaje karakterizira čvrsta, gotovo okomita podloga. Na svim lokalitetima nalazimo dobro razvijenu koraligensku zajednicu. Dio lokaliteta nalazi se unutar, a dio van zaštićenih područja. Istraživanje smo proveli na ukupno 18 lokaliteta. Na otoku Cresu, Krku, Prviću i Dugom otoku, te u Parku prirode Lastovo istraživane su po 3 postaje, dok je na Žirju, Šipanu, Cavtatu, Babuljašima, Plavniku, Grguru, Golom otoku, Rončiću, Blitvenici i Brseču po jedna istraživana postaja.

Tablica 2. Popis lokaliteta i postaja na kojima je istraživanje provedeno, s pripadajućim koordinatama.

| LOKALITET | ŠIFRA POSTAJE | NAZIV POSTAJE | DIO JADRANA | KOORDINATE |
|-----------|---------------|---------------|-------------|------------------------------------|
| BRSEČ | BRS1 | Brseč | Sjeverni | 14° 14' 13.23" E; 45° 10' 05.33" N |
| CRES | CR1 | Rt Selzine | Sjeverni | 14° 28' 11.00" E; 44° 58' 55.00" N |
| | CR2 | Rt Ščit | Sjeverni | 14° 22' 28.05" E; 45° 03' 57.92" N |
| | CR3 | M. Ćutin | Sjeverni | 14° 29' 38.95" E; 44° 43' 27.36" N |
| GOLI OTOK | GO1 | Rt Macinj | Sjeverni | 14° 48' 56.00" E; 44° 50' 57.00" N |
| GRGUR | GR1 | Zadbadnja | Sjeverni | 14° 45' 37.06" E; 44° 52' 41.55" N |
| KRK | KR1 | Rt Sokol | Sjeverni | 14° 49' 13.00" E; 44° 58' 14.00" N |
| | KR2 | Kamenjak | Sjeverni | 14° 44' 05.10" E; 45° 04' 20.88" N |
| | KR3 | Tenki | Sjeverni | 14° 43' 17.07" E; 45° 04' 17.88" N |
| PRVIĆ | PR1 | Rt Šilo | Sjeverni | 14° 50' 19.00" E; 44° 53' 03.00" N |
| | PR2 | Rt Samonjin | Sjeverni | 14° 49' 06.00" E; 44° 54' 54.00" N |
| | PR3 | Rt Stražica | Sjeverni | 14° 46' 15.00" E; 44° 56' 01.00" N |
| PLAVNIK | PLA1 | M. Pin | Sjeverni | 14° 32' 52.04" E; 44° 58' 31.82" N |
| TELAŠĆICA | TE1 | Grpašćak | Srednji | 15° 08' 08.63" E; 43° 54' 10.75" N |
| | TE2 | Prisika | Srednji | 15° 08' 38.20" E; 43° 53' 53.90" N |
| | TE3 | Uv. Mir | Srednji | 15° 09' 24.29" E; 43° 53' 25.38" N |
| | TE4 | Jez. Mir | Srednji | 15° 10' 08.60" E; 43° 52' 56.57" N |
| | TE5 | M. Garmenj. | Srednji | 15° 10' 28.86" E; 43° 52' 27.72" N |
| | TE6 | V. Garmenj. | Srednji | 15° 10' 54.83" E; 43° 52' 14.50" N |
| | TE7 | V. Sestrica | Srednji | 15° 12' 27.08" E; 43° 51' 01.30" N |
| KORNATI | KO1 | Levrnaka | Srednji | 15° 14' 26.26" E; 43° 49' 08.35" N |

| | | | | |
|------------|-------|-------------|---------|------------------------------------|
| | KO2 | Mrtovac | Srednji | 15° 13' 36.27" E; 43° 49' 37.18" N |
| | KO3 | Borovnik | Srednji | 15° 14' 47.68" E; 43° 48' 45.84" N |
| | KO4 | Mana | Srednji | 15° 15' 44.94" E; 43° 48' 00.50" N |
| | KO5 | Kamičići | Srednji | 15° 16' 56.52" E; 43° 47' 29.15" N |
| | KO6 | M. Rašip | Srednji | 15° 17' 27.15" E; 43° 47' 09.26" N |
| | KO7 | V. Rašip | Srednji | 15° 17' 47.53" E; 43° 46' 47.15" N |
| | KO8 | Piškera | Srednji | 15° 20' 19.38" E; 43° 45' 46.00" N |
| | KO9 | V. Panitula | Srednji | 15° 20' 19.80" E; 43° 45' 45.12" N |
| | KO10 | Klobučar | Srednji | 15° 22' 54.23" E; 43° 44' 14.95" N |
| | KO11 | Lavsa | Srednji | 15° 22' 21.85" E; 43° 44' 34.36" N |
| | KO12 | Purara | Srednji | 15° 26' 22.98" E; 43° 41' 42.86" N |
| RONČIĆ | RON1 | Rončić | Srednji | 15° 16' 25.00" E; 43° 54' 18.35" N |
| BLITVENICA | BLIT1 | Blitvenica | Srednji | 15° 34' 32.40" E; 43° 37' 29.74" N |
| BABULJAŠI | BAB1 | Veli | Srednji | 15° 21' 05.85" E; 43° 52' 30.09" N |
| DUGI OTOK | DO1 | Mežanj | Srednji | 14° 55' 01.97" E; 44° 05' 27.82" N |
| | DO2 | Rt Lopata | Srednji | 14° 52' 22.05" E; 44° 07' 26.46" N |
| | DO3 | Brbinjšćica | Srednji | 14° 59' 25.92" E; 44° 03' 07.57" N |
| ŽIRJE | ZIR1 | Rt Muna | Srednji | 15° 39' 43.77" E; 43° 39' 56.58" N |
| MLJET | MLJ1 | Štit | Južni | 17° 19' 55.55" E; 42° 46' 21.48" N |
| | MLJ2 | Stražica | Južni | 17° 20' 33.22" E; 42° 46' 10.53" N |
| | MLJ3 | Zakamenica | Južni | 17° 21' 30.67" E; 42° 45' 57.63" N |
| | MLJ4 | Priveza | Južni | 17° 22' 34.17" E; 42° 45' 34.88" N |
| | MLJ5 | Lenga | Južni | 17° 23' 17.98" E; 42° 45' 21.34" N |
| | MLJ6 | V. Škoj | Južni | 17° 24' 03.29" E; 42° 45' 08.06" N |
| LASTOVO | LAST1 | Struga | Južni | 16° 53' 11.14" E; 42° 43' 22.86" N |
| | LAST2 | Crnac | Južni | 16° 44' 38.17" E; 42° 45' 16.29" N |
| | LAST3 | Glavat | Južni | 17° 08' 47.52" E; 42° 45' 53.30" N |
| ŠIPAN | SIP1 | Uv. Bige | Južni | 17° 52' 20.53" E; 42° 43' 05.82" N |
| CAVTAT | CAV1 | Bobara | Južni | 18° 10' 39.52" E; 42° 35' 05.12" N |



Slika 2. Istraživane postaje u istočnom dijelu Jadranskog mora (crveno).

5. Rezultati

5.1. Rasprostranjenost vrsta po postajama

Na istraživanim postajama utvrđene su 42 vrste koralja unutar 9 redova i 18 porodica (Prilog 1). Više vrsta pripada podrazredu Hexacorallia (šesterolovkaši), unutar kojeg su pronađene 30 vrsta unutar 12 porodica, a manji broj vrsta je pronađen unutar podrazreda osmolovkaša (Octocorallia) i to 11 vrsta unutar 6 porodica.

Porodica sa najvećim brojem vrsta unutar podrazreda Octocorallia su Alcyonidae i Gorgonidae, svaka sa po 3 vrste. Porodica sa najviše zabilježenih vrsta unutar podrazreda Hexacorallia i općenito porodica sa najviše zabilježenih vrsta unutar ovog istraživanja je Caryophyllidae, sa 11 vrsta.

5.1.1. OCTOCORALLIA

Unutar podrazreda Octocorallia utvrđene su vrste iz 3 reda, iz reda Alcyionacea, tj. mekani koralja, Gorgonacea, tj. gorgonija, te Stolonifera.



Slika 3. *Alcyonium acaule*. Rt Šilo (otok Prvić).

5.1.1.1. Alcyionacea (mekani koralji)

Unutar reda mekanih koralja utvrđene su tri vrste iz porodice Alcyionidae, te jedna vrsta iz porodice Paralcyionidae.

***Alcyonium acaule* Marion, 1878**

Vrsta *Alcyonium acaule* Marion, 1878, utvrđena je na svim istraživanim postajama u sjevernom dijelu Jadrana. Na otocima Cresu, Krku, Golom otoku, Grguru, i Plavniku, te u Brseču (Slika 3). Dok na postajama u srednjem dijelu Jadrana se pojavljuje na otoku Prviću i svim postajama Parka prirode Telašćica. Na Kornatima se pojavljuje na 4 istraživane postaje. Na Dugom otoku, Žirju, Rončiću i Blitvenici nisu utvrđeni primjerci ove vrste. Na postajama u južnom dijelu Jadrana ova vrsta nije utvrđena. Ovoj vrsti pogoduju uvjeti u sjevernom i srednjem Jadranu, gdje je nalazimo na svakoj postaji, a najjužnije što se može pronaći je Park

prirode Telašćica i otok Prvić u srednjem Jadranu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 30 metara.



Slika 4. *Alcyonium coralloides*. Rt Samonjin (otok Prvić).

***Alcyonium coralloides* (Pallas, 1766)**

Vrsta *Alcyonium coralloides* (Pallas, 1766) zabilježena je na gotovo svim postajama u sjevernom Jadranu (Slika 4). U srednjem Jadranu pronađena je također na svim postajama, osim na otoku Rončiću. U južnom Jadranu se situacija mijenja, te je pronalazimo samo na Šipanu, Cavtatu i Lastovu, a nema je na otoku Mljetu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 25 do 40 metara.

***Alcyonium palmatum* Pallas, 1766**

Vrsta *Alcyonium palmatum* Pallas, 1766 nije toliko česta na istraživanim postajama kao dvije prethodne vrste iz iste porodice. Pronalazimo je na polovici svih istraživanih postaja sjevernog i srednjeg dijela Jadrana, dok se u južnom dijelu pojavljuje samo na otoku Šipanu i

jednoj postaji na otoku Lastovu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 30 metara.

Maasella edwardsii (de Lacaze-Duthiers, 1888)

Jedina zabilježena vrsta iz porodice Paralcyonidae *Maasella edwardsii* (de Lacaze-Duthiers, 1888) u sjevernom Jadranu pronađena je na otocima Krku, Plavniku i Grguru. U srednjem Jadranu pronađena je na većini postaja u Telašćici i Kornatima, na svim postajama na Prviću, Dugom otoku, Blitvenici, dok nije zabilježena na Rončiću i Žirju. Utvrđena je na svim postajama južnog dijela Jadrana. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 30 metara.

5.1.1.2. Gorgonacea (gorgonije)

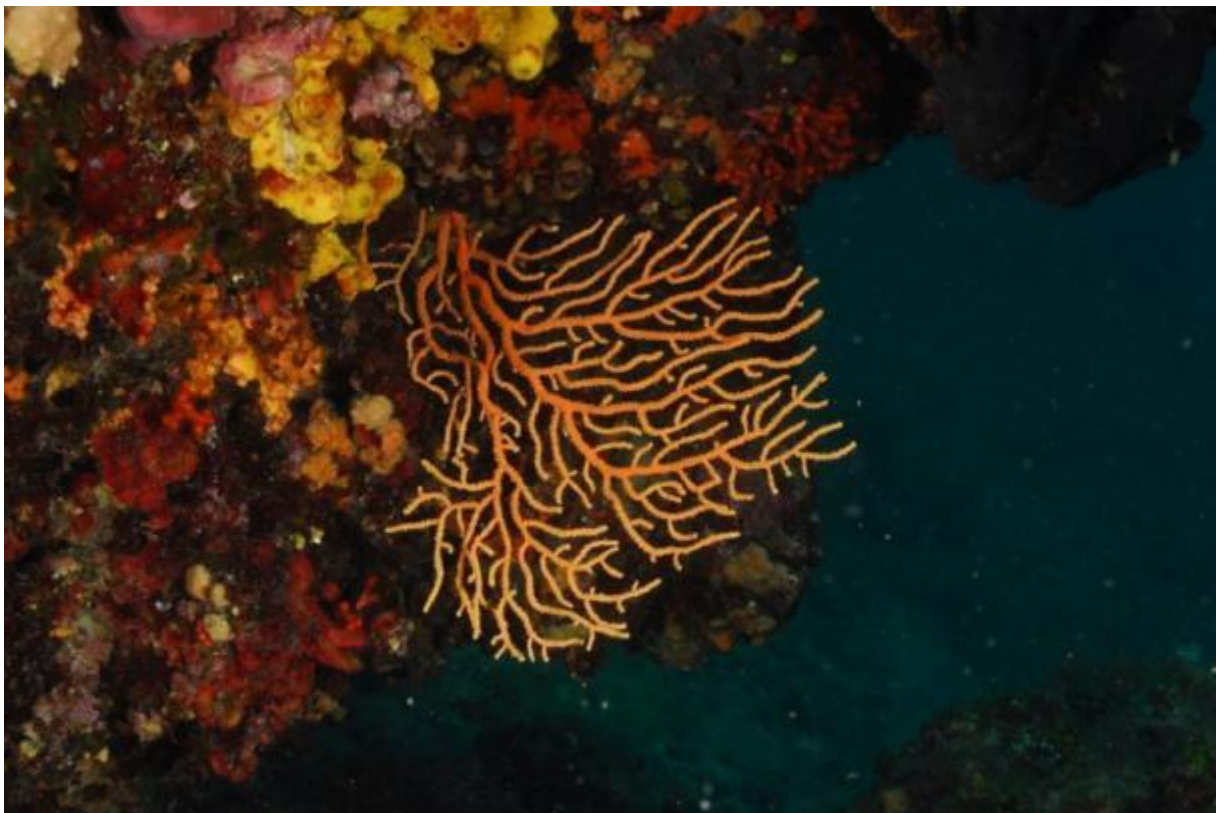
Unutar reda Gorgonija utvrđeni su predstavnici triju porodica, unutar kojih smo zabilježili 6 vrsta.

Corallium rubrum (Linnaeus, 1758)

Vrsta *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) je jedina zabilježena vrsta unutar porodice Corallidae. Na postajama u sjevernom Jadranu nije utvrđena. U srednjem dijelu Jadrana pronađena je na samo dvije postaje u Parku prirode Telašćica, te na postajama u NP Kornati, Blitvenici, te jednoj postaji na Dugom otoku. U južnom Jadranu utvrđena je na dvije postaje na otoku Lastovu, 4 od 6 postaja na otoku Mljetu, te na Šipanu i Cavtatu (Slika 5). Razlog ovakve rasprostranjenosti vrlo vjerojatno je povezan sa vađenjem crvenog koralja. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 45 do 70 metara.



Slika 5. *Corallium rubrum*. Rt Lenga (NP Mljet).



Slika 6. *Eunicella cavolini*. Otok Plavnik.

Eunicella cavolini (Koch, 1887)

Vrsta *Eunicella cavolini* (Koch, 1887) široko je rasprostranjena u Jadranu, pronađena je na svim istraživanim postajama sjevernog, srednjeg i južnog dijela Jadrana, osim na otoku Mljetu (Slika 6). Tamo nije zabilježena ni na jednoj istraživanoj postaji. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 10 do 70 metara.

Eunicella singularis (Esper, 1791)

Drugi istraživani predstavnik ove porodice, vrsta *Eunicella singularis* (Esper, 1791) zabilježena je na svim postajama sjevernog dijela Jadrana, dok je u srednjem dijelu Jadrana pronađena na Blitvenici, Dugom otoku, dvije postaje na Prviću, na većini postaja u Telašćici, postajama u NP Kornati, dok nije utvrđena na Žirju i Rončiću (Slika 7). U južnom Jadranu utvrđena je na Šipanu, Cavtatu i Lastovu, a nema je uopće na otoku Mljetu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 30 metara.



Slika 7. *Eunicella singularis*. Hrid Tenki. Otok Krk.

Eunicella verrucosa (Pallas, 1766)

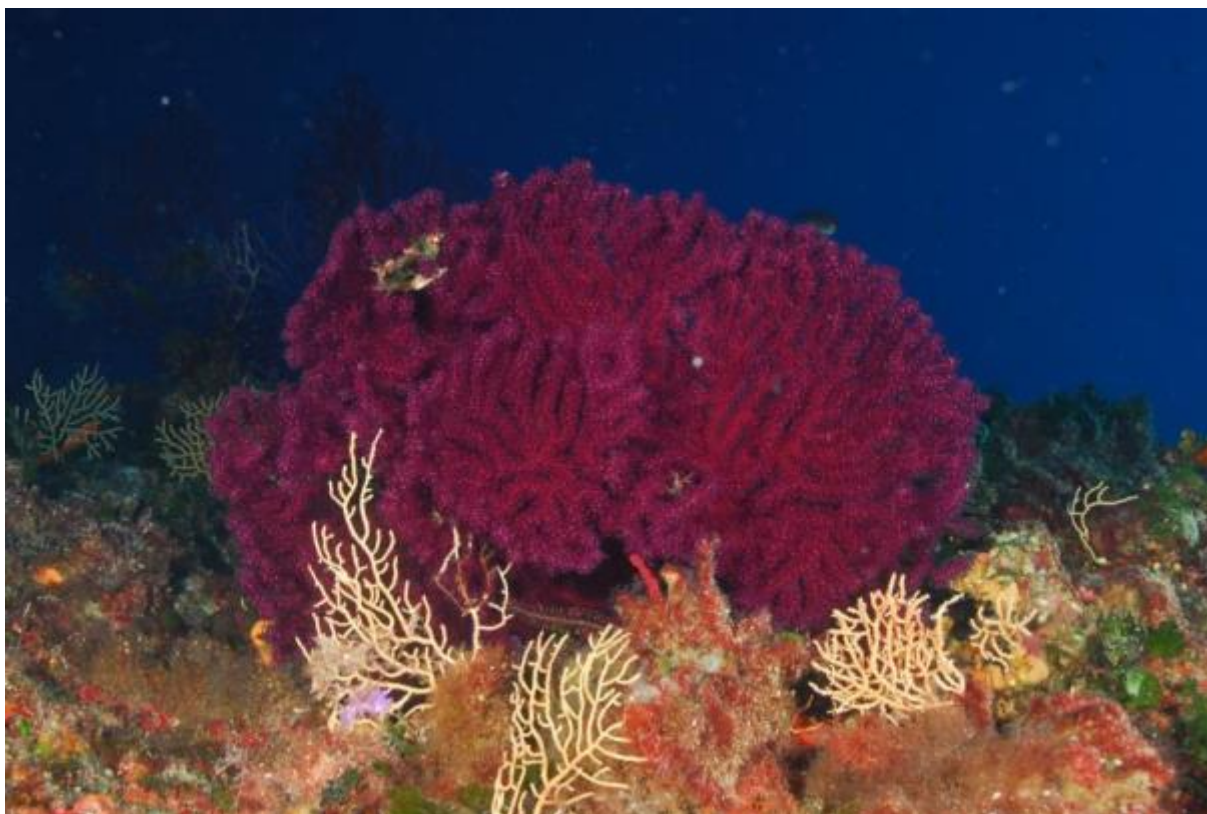
Vrsta *Eunicella verrucosa* (Pallas, 1766) je rjeđa u Jadranu od prethodnih vrsta iste porodice. Uopće nije pronađena na postajama u sjevernom Jadranu, a u srednjem pronađena je

na jednoj postaji na Dugom otoku, na Blitvenici, dvije postaje na Telašćici i Kornatima, te u južnom Jadranu samo na postaji na otoku Lastovu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 30 do 50 metara.

Unutar porodice Plexauridae, pronađene su dvije vrste.

Paramuricea clavata (Risso, 1826)

Vrsta *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) je prema našim rezultatima jako česta u Jadranu. Utvrđena je na svim postajama sjevernog Jadrana, osim na otoku Plavniku, zatim u srednjem Jadranu na svim postajama osim otoka Žirja i Rončića, dok u Južnom Jadranu je pronalazimo također na svim postajama osim otoka Mljeta. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 30 do 70 metara.



Slika 8. *Paramuricea clavata*. Otok Mana. NP Kornati.

Paramuricea macrospina (Koch, 1882)

Za razliku od *P. clavata*, vrsta *Paramuricea macrospina* (Koch, 1882) je puno rjeđa i pronalazimo je samo na nekoliko istraživanih postaja, a to su Blitvenica, jedna postaja na Dugom otoku, jedna na Telašćici i tri na Kornatima. Dakle samo postaje srednjeg Jadrana, a

uopće nije zabilježena ni u sjevernom, niti u južnom Jadranu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 30 do 50 metara.

5.1.1.3. Stolonifera

Sarcodictyon roseum (Philippi, 1842)

Posljednji red unutar Octocorallia koji je obuhvaćen ovim istraživanjem je Stolonifera. Unutar njega samo jedna porodica sa jednom vrstom. Vrsta *Sarcodictyon roseum* (Philippi, 1842) je relativno česta na istraživanim postajama. U sjevernom Jadranu zabilježena je samo u Brseču, te na jednoj postaji na Krku i Cresu. Utvrđena je na gotovo svim postajama Kornatima, Telašćici i Dugom otoku. Nije pronađena na Žirju i na većini postaja otoka Prvića. U južnom Jadranu opet je rjeđa, te je pronađena na Šipanu i jednoj postaji Lastova. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 30 metara.

5.1.2. HEXACORALLIA

Unutar podrazreda Hexacorallia u ovom istraživanju pronašli smo predstavnike 6 redova, od kojih najviše vrsta ima red Scleractinia (Madreporaria) ili kameni koralji i to 17 vrsta.

5.1.2.1. Scleractinia (Madreporaria) ili kameni koralji

Red Scleractinia ili kameni koralji ima predstavnike unutar 5 porodica. Porodica Caryophyllidae ima najveći broj vrsta unutar ovog istraživanja, čak 11 vrsta.

Caryophyllia cyathus (Ellis & Solander, 1786)

Vrstu *Caryophyllia cyathus* (Ellis & Solander, 1786) u sjevernom Jadranu pronalazimo samo na otoku Grguru, i jednoj postaji na Cresu i Krku. Dok u srednjem Jadranu je nalazimo na Blitvenici, Prviću, Dugom otoku, Žirju, nekoliko postaja u Telašćici, ali je ne nalazimo ni na jednoj postaji na Kornatima. U južnom Jadranu ima je na Šipanu, u Cavtatu, te na dvije postaje na Lastovu, ali je nema na otoku Mljetu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 40 metara.

Caryophyllia inornata (Duncan, 1878)

Vrsta *Caryophyllia inornata* (Duncan, 1878) pronađena je na svim postajama osim na jednoj postaji na otoku Prviću (Rt Stražica) (Slika 9). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 60 metara.



Slika 9. *Caryophyllia inornata*. Otok Vela Sestrica. PP Telašćica.



Slika 10. *Caryophyllia smithii*. Hrid Štit. NP Mljet.

***Caryophyllia smithii* Stokes et Broderip, 1828**

Vrstu *Caryophyllia smithii* Stokes et Broderip, 1828 pronalazimo također na svim istraživanim postajama (Slika 10). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 60 metara.

***Ceratotrochus magnaghii* Cecchini, 1914**

Vrsta *Ceratotrochus magnaghii* Cecchini, 1914 je u sjevernom dijelu Jadrana utvrđena na svim postajama osim otoka Plavnika, te Golog otoka. U srednjem Jadranu zastupljena je na većini istraživanih postaja, sa nekoliko iznimki, otok Žirje, Rončić, te par postaja na Kornatima i Telašćici. Zastupljena je i na Šipanu, Cavtatu, jednoj postaji na Lastovu, te na postajama na otoku Mljetu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 50 metara.

***Coenocyathus anthophyllites* Milne Edwards & Haime, 1848**

Vrstu *Coenocyathus anthophyllites* Milne Edwards & Haime, 1848 u sjevernom Jadranu pronalazimo samo na otoku Grguru i jednoj postaji na Krku. U srednjem Jadranu nalazimo ga na Blitvenici, Prviću, dvije postaje na Telašćici i Dugom otoku, te na polovici postaja na Kornatima. U južnom Jadranu samo na Cavtatu, te jednoj postaji na Lastovu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 30 do 60 metara.

***Desmophyllum cristagalli* Milne Edwards & Haime, 1848**

Vrsta *Desmophyllum cristagalli* Milne Edwards & Haime, 1848 se u našem istraživanju u sjevernom Jadranu pojavljuje samo na postaji Brseč. U srednjem Jadranu utvrđena je na po jednoj postaji u Blitvenici, Telašćici i Kornatima, te dvije postaje na Dugom otoku. U južnom Jadranu utvrđena je samo na dvije postaje na otoku Lastovu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 40 do 60 metara.

***Hoplangia durothrix* Gosse, 1860**

Vrsta *Hoplangia durothrix* Gosse, 1860 u sjevernom dijelu Jadrana utvrđena je na svim postajama osim u Brseču. U srednjem dijelu Jadrana zabilježena je na svim istraživanim postajama, a isto tako na svim istraživanim postajama u južnom dijelu Jadrana (Slika 11). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 40 metara.



Slika 11. *Hoplania durothrix*. Prisika. PP Telašćica.

Paracyathus pulchellus (Philippi, 1842)

Vrsta *Paracyathus pulchellus* (Philippi, 1842) u sjevernom dijelu Jadrana nađen je na otoku Grguru i Golom otoku, te Plavniku. U srednjem Jadranu je nađena na Žirju i Blitvenici, na svim postajama na Dugom otoku i Prviću, dok je na Kornatima i Telašćici utvrđena samo na par postaja. U južnom dijelu Jadrana utvrđena je na Šipanu i Cavtatu, te samo na po jednoj postaji na otoku Mljetu i Lastovo. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 40 metara.

Phyllangia mouchezi (Lacaze-Duthiers, 1897)

Vrsta *Phyllangia mouchezi* (Lacaze-Duthiers, 1897) zastupljena je na svim postajama u južnom Jadranu i Kornatima, i na većini postaja sjevernog i srednjeg Jadrana (Slika 12). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 60 metara.



Slika 12. *Phyllangia mouchezi*. Veli Garmenjak. PP Telašćica.



Slika 13. *Polycyathus muelleriae*. Veli Garmenjak. PP Telašćica.

Polycyathus muellerae (Abel, 1959)

Vrsta *Polycyathus muellerae* (Abel, 1959) zastupljena je na većini postaja u srednjem i južnom dijelu Jadranu, dok na većini postaja u sjevernom Jadranu izostaje. Tu je možeo naći na Cresu, Grguru, i Plavniku. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 50 metara.

Thalamophyllia gasti (Döderlein, 1913)

Vrsta *Thalamophyllia gasti* (Döderlein, 1913) je u sjevernom Jadranu utvrđena samo u Brseču i jednoj postaji na Cresu. U srednjem dijelu Jadrana utvrđena je na Prviću, Babuljašima, Dugom otoku i samo jednoj postaji u Telašćici, dok je u južnom Jadranu nalazimo samo na postaji Šipan. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 40 do 60 metara.

Unutar porodice Dendrophyllidae zabilježene su dvije vrste.

Dendrophyllia cornigera (Lamarck, 1816)

Vrsta *Dendrophyllia cornigera* (Lamarck, 1816) je u sjevernom dijelu Jadrana utvrđena samo na jednoj postaji na Cresu. U srednjem dijelu Jadrana utvrđena je na otoku Prviću, i na jednoj postaji na Telašćici i Kornatima, a u južnom Jadranu samo na otoku Lastovu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 30 do 60 metara.

Leptopsammia pruvoti Lacase-Duthiers, 1897

Vrsta *Leptopsammia pruvoti* Lacase-Duthiers, 1897. zabilježena je na svim istraživanim postajama (Slika 13). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 70 metara.

Guynia annulata Duncan, 1872.

Unutar porodice Guyniidae zabilježena je samo jedna vrsta *Guynia annulata* Duncan, 1872. Utvrđena je na većini postaja u sjevernom, srednjem i južnom Jadranu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 30 do 60 metara.

Madracis pharensis (Heller, 1868)

Također unutar porodice Pocilloporide zabilježena je samo jedna vrsta, *Madracis pharensis* (Heller, 1868) koja nije utvrđena ni na jednoj postaji u sjevernom Jadranu, dok je u



Slika 13. *Leptosammia pruvoti*. Rt Lenga. NP Mljet.



Slika 14. *Madracis pharensis*. Vanji Škoj. NP Mljet.

srednjem Jadranu nađena na svim postajama osim na otoku Prviću. Utvrđena je na svim postajama na južnom dijelu Jadrana (Slika 14). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 60 metara.

Monomyces pygmaea (Risso, 1826)

Porodica Flabellidae u našem istraživanju je također ima jednu vrstu *Monomyces pygmaea* (Risso, 1826) koja je zabilježena na polovici postaja u sjevernom dijelu Jadrana, u srednjem dijelu je utvrđena na nekim postajama na Dugom otoku, Telašćici i Kornatima. Nema je na Mljetu i Lastovu, dok je ima na Šipanu i Cavtatu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 30 do 50 metara.

5.1.2.2. Antipatharia (crni koralji)

Antipathes subpinnata Ellis et Solander, 1786.

Unutar red Antipatharia ili crni koralji, utvrđena je jedna vrsta, *Antipathes subpinnata* Ellis et Solander, 1786. Utvrđena je samo na otoku Plavniku, Prviću, Babuljašima, te na jednoj postaji u Telašćici i na otoku Lastovu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 40 do 70 metara.

5.1.2.3. Ceriantharia (voskovice)

Unutar reda Ceriantharia utvrđena su dva predstavnika.

Cerianthus membranaceus (Spallanzani, 1784)

Vrsta *Cerianthus membranaceus* (Spallanzani, 1784) utvrđena je na postajama na sjevernom i srednjem Jadranu, dok je rjeđa u južnom dijelu Jadrana (Slika 15). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 50 metara.

Pachycerianthus multiplicatus Carlgren, 1912

Vrsta *Pachycerianthus multiplicatus* Carlgren, 1912 također je zabilježena na polovici postaja u sjevernom dijelu Jadrana, slabije na srednjem dijelu, dok je na Dugom otoku uopće nema. U južnom dijelu je utvrđena na Šipanu i Cavtatu, te na jednoj postaji na Lastovu. Na otoku Mljetu nije utvrđena. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 40 metara.



Slika 15. *Cerianthus membranaceus*. Vela Sestrica. PP Telašćica.

5.1.2.4. Corallimorpharia (draguljarke) - zadružne moruzgve

Corynactis viridis Allman, 1846

Unutar reda draguljarki ili zadružnih moruzgvi (Corallimorpharia) je zabilježena jedna vrsta *Corynactis viridis* Allman, 1846 koja pripada porodici Corallimorphidae. Vrsta je utvrđena na otoku Grguru, Cresu, Krku, Prviću, Rončiću, Plavniku, te na jednoj postaji na Telašćici i na dvije na Kornatima. Na ostalim postajama nije pronađena unutar ovog istraživanja. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 40 metara.

5.1.2.5. Actiniaria (moruzgve)

Cribrinopsis crassa (Andres, 1883)

Unutar reda Actiniaria (moruzgve) zabilježeno je 6 vrsta unutar 4 porodice. U porodici Actiniidae su zabilježene dvije vrste. Vrsta *Cribrinopsis crassa* (Andres, 1883) je utvrđena na većini postaja u sjevernom dijelu Jadrana, u srednjem je pronađena na Prviću, Dugom otoku, Žirju, Blitvenica, Rončiću, a na Telašćici i Kornatima je slabije zastupljena na postajama. U

južnom dijelu zabilježena je na nekoliko postaja na Mljetu i Lastovu, te na Šipanu i Cavtatu (Slika 16). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 30 metara.



Slika 16. *Cribrinopsis crassa*. Priveza. NP Mljet.

Paranemonia cinerea (Contarini, 1844)

Vrsta *Paranemonia cinerea* (Contarini, 1844) u sjevernom Jadranu utvrđena je na samo nekoliko postaja, na Cresu, Grguru i Krku. Utvrđena je i na Dugom otoku, Prviću, Blitvenici, na jednoj postaji na Telašćici, te natri postaje na Kornatima. Zabilježena je na Mljetu, Lastovu, ali samo na po jednoj postaji, te Šipanu i Cavtatu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 35 metara.

Phymanthus pulcher Andres, 1883.

Unutar porodice Phymanthidae utvrđen je samo jedan predstvanik, *Phymanthus pulcher* Andres, 1883. Na sjevernom Jadranu utvrđen je samo u Brseču, te na jednoj postaji na otoku Krku i Cresu. U srednjem Jadranu pronalazimo je na svim postajama na Prviću, Dugom otoku, Žirju, te na nekoliko postaja na Kornatima, dok je na Telašćici zabilježena samo na dvije postaje. Utvrđena je i na Šipanu, Cavtatu, Mljetu, a nema je na otoku Lastovu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 30 metara.

Sagartia elegans (Dalyell, 1848)

Porodica Sagartiidae unutar našeg istraživanja ima dva prestavnika. Vrsta *Sagartia elegans* (Dalyell, 1848) je na sjevernom Jadranu utvrđena samo na jednoj postaji na Cresu. U srednjem dijelu je nalazimo u Blitvenici, na jednoj postaji u Telašćici, te na nekoliko postaja na Kornatima. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 35 metara.

Sagartiogeton entellae Schmidt, 1972

Vrsta *Sagartiogeton entellae* Schmidt, 1972 utvrđena je na Krku, Plavniku, Rončiću, Dugom otoku, Prviću, te na polovici postaja na Telašćici i Kornatima. Ima je na Mljetu i Lastovu, dok je nema na Šipanu, Cavtatu, otoku Žirje, te na ostalim otocima u sjevernom dijelu Jadrana. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 40 metara.

Telmatactis forskalii (Ehrenberg, 1834)

Vrsta *Telmatactis forskalii* (Ehrenberg, 1834) pripada porodici Isophellidae. Na sjevernom dijelu Jadrana pronađena je samo na otoku Krku. Na većini postaja srednjeg Jadrana nije utvrđena, ali je ima na polovici postaja na Telašćici i Kornatima, te na Blitvenici. Na južnom dijelu Jadrana utvrđena je na Mljetu, Lastovu i Cavtatu, dok je nema je otoku Šipanu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 20 do 40 metara.

5.1.2.6. Zoanthidea (koraste moruzgve)

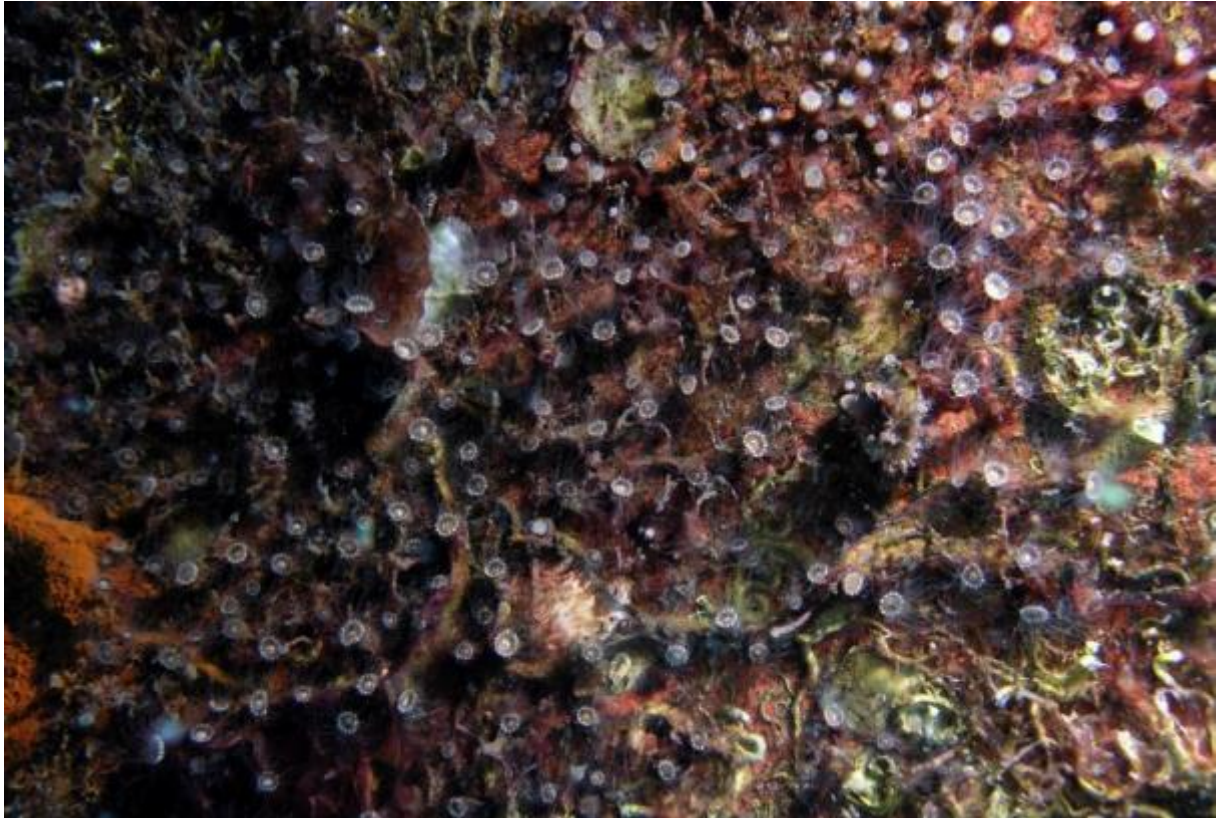
Red korastih moruzgva (Zoanthidea) u našem istraživanju obuhvaća 4 vrste unutar 2 porodice.

Epizoanthus arenaceus ingeborgae Pax, 1952

Vrsta *Epizoanthus arenaceus ingeborgae* Pax, 1952 pripada porodici Epizoanthidae. Utvrđena je na gotovo svim postajama u sjevernom dijelu Jadrana. Na srednjem dijelu je nema na Dugom otoku, otočićima Rončiću i Blitvenici, dok je nalazimo na Žirju, na svim postajama Telašćice, te na polovici postaja na Kornatima. U južnom dijelu zabilježena je na postajama na Mljetu i Lastovu, dok na Šipanu i Cavtatu nije utvrđena. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 15 do 50 metara.

Epizoanthus paxi Abel, 1955

Vrsta *Epizoanthus paxi* Abel, 1955 slabije je prisutna na postajama u sjevernom dijelu Jadrana, ima je na Krku, Cresu, Brseču i Plavniku. U srednjem Jadranu ima je na Dugom otoku, Blitvenici, na većini postaja na Telašćici, i na 3 postaje na Kornatima (Slika 17).



Slika 17. *Epizoanthus paxi*. Mana. NP Kornati.



Slika 18. *Savaglia savalia*. Kamičići. NP Kornati.

U južnom dijelu Jadrana nema je na Šipanu, a je utvrđena na svim postajama na Lastovu, te na 4 postaje na Mljetu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 10 do 50 metara.

Savaglia savalia (Bertholoni, 1819)

Porodica Parazoanthidae također ima dva predstavnika. Vrsta *Savaglia savalia* (Bertholoni, 1819) je na sjevernom Jadranu utvrđena samo na jednoj postaji na otoku Cresu. U srednjem Jadranu utvrđena je na jednoj postaji na Dugom otoku i Blitvenici, te na većini postaja na Telašćici i Kornatima (Slika 18). Na otoku Mljetu nije zabilježena, ali je utvrđena na svim postajama na otoku Lastovu, te na Šipanu i Cavtatu. Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 45 do 70 metara.



Slika 19. *Parazoanthus axinellae*. Mana. NP Kornati.

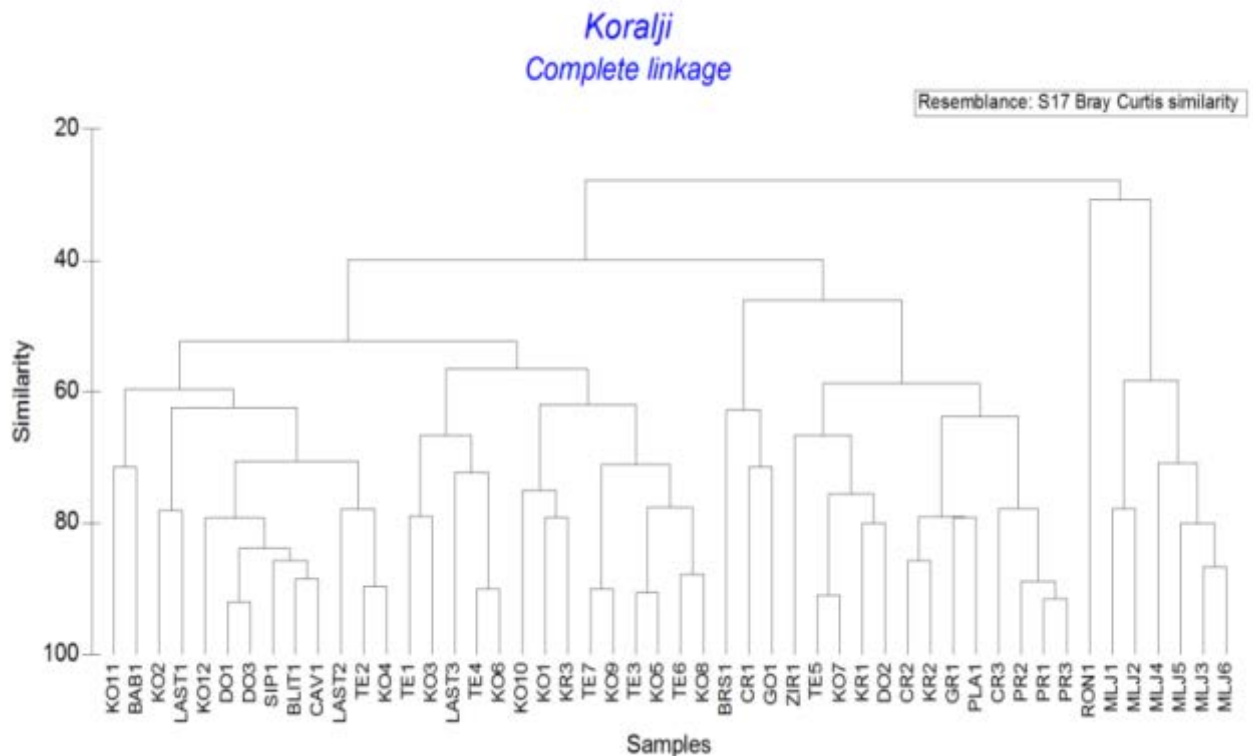
Parazoanthus axinellae Schmidt, 1862

Vrsta *Parazoanthus axinellae* Schmidt, 1862 zastupljena je na gotovo svim postajama koje su uključene u istraživanje, osim na otočiću Rončiću, jednoj postaji na otoku Cresu i

Mljetu, te nije zabilježena na otoku Grguru (Slika 19). Raspon dubina za ovu vrstu na istraživanim postajama je od 10 do 60 metara.

5.2. Usporedba postaja

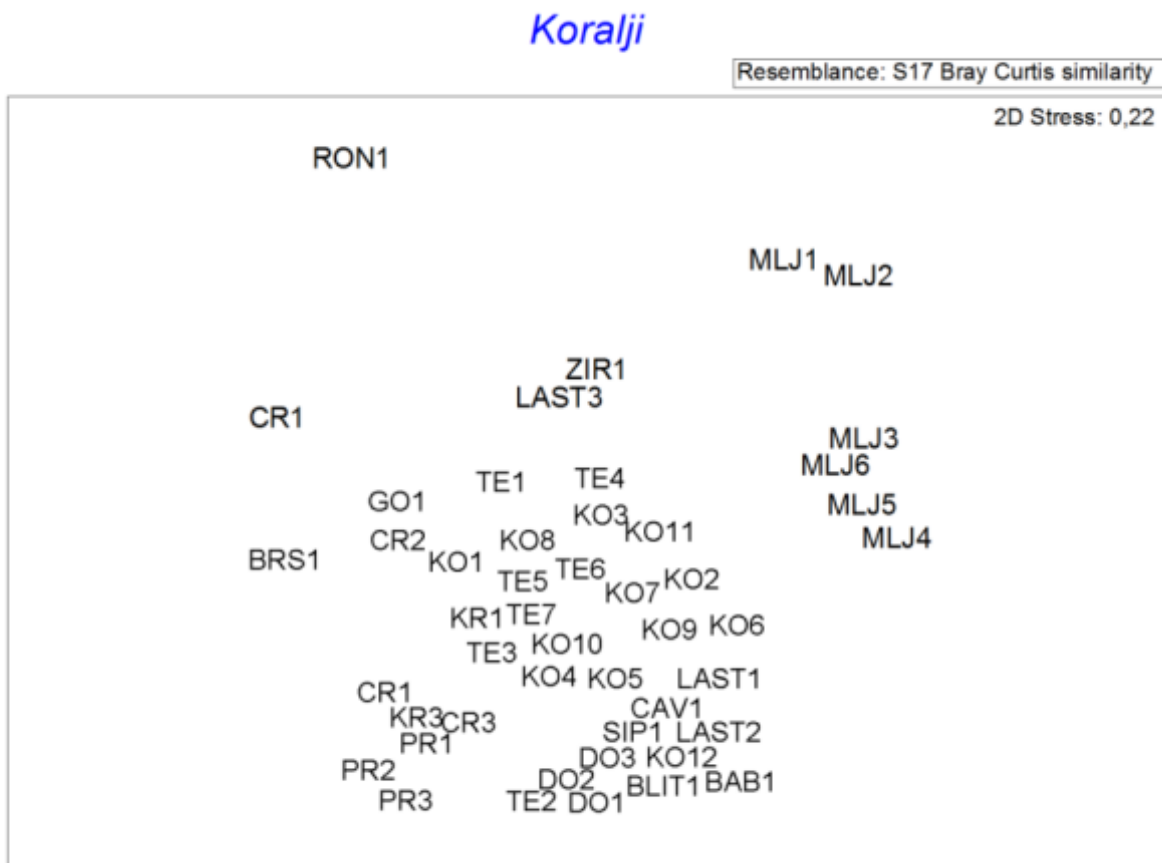
Bray-Curtis-ov indeks sličnosti istraživanih postaja prikazan je u Prilogu 1. Postotci (%) prikazuju kolika je sličnost istraživanih postaja ovisno o identificiranim vrstama koralja u koraligenskoj biocenozi. Najveći postotak pokazuje najveću sličnost koralja između postaja i obrnuto. Na slici 20. je prikazan dendrogram euklidske udaljenosti koji u postotcima prikazuje sličnost postaja po vrstama koralja koji su determinirani na svakoj postaji. MDS (multidimensional scaling) analiza pokazuje grupiranje postaja prema vrstama koralja pronađenim na postajama. Postaje koje su sličnije po vrstama koralja grupiraju se bliže jedna drugoj, ili se grafički odvajaju od ostalih postaja. MDS analiza prikazana je na slici 21.



Slika 20. Dendrogram euklidske udaljenosti u postotcima izražava sličnost među postajama s obzirom na sastav vrsta koralja

Iz rezultata se može vidjeti da sličnost među različitim postajama varira između 40 i 60 %. Uzrok tome je veliki broj postaja koji je uključen u istraživanje. Od ostalih najviše su se izdvojile postaje na otoku Mljetu, te otočić Rončić, jer su i geografski izoliraniji od ostalih postaja. Najbliži su postaje u PP Telašćica i NP Kornati, koje su zajedno grupirane i međusobno ispremeštane. U rezultatima je vidljivo da osim te grupacije, postoji još nekoliko koje su bliske po sličnosti u sastavu vrsta koralja.

Najveća sličnost ovisno o vrstama koralja utvrđena je između postaja DO1 i DO3 uz Dugi otok (92,06% sličnosti), PR1 i PR3 (91,53% sličnosti), te PR1 i PR2 (91,23% sličnosti) uz otok Prvić u sjevernom Jadranu (Prilog 1; Slike 20 i 21). Visok postotak sličnosti imaju postaje uz Dugi otok DO2 i DO3 (90,57% sličnosti), TE3 (PP Telašćica) i KO5 (NP Kornati) (90,57% sličnosti), TE7 i KO9 (90,00% sličnosti), TE2 i KO4 (89,66% sličnosti), DO1 i BLIT1 (Blitvenica) (89,55% sličnosti), te BLIT1 i CAV1 (Cavtat) (88,53% sličnosti).



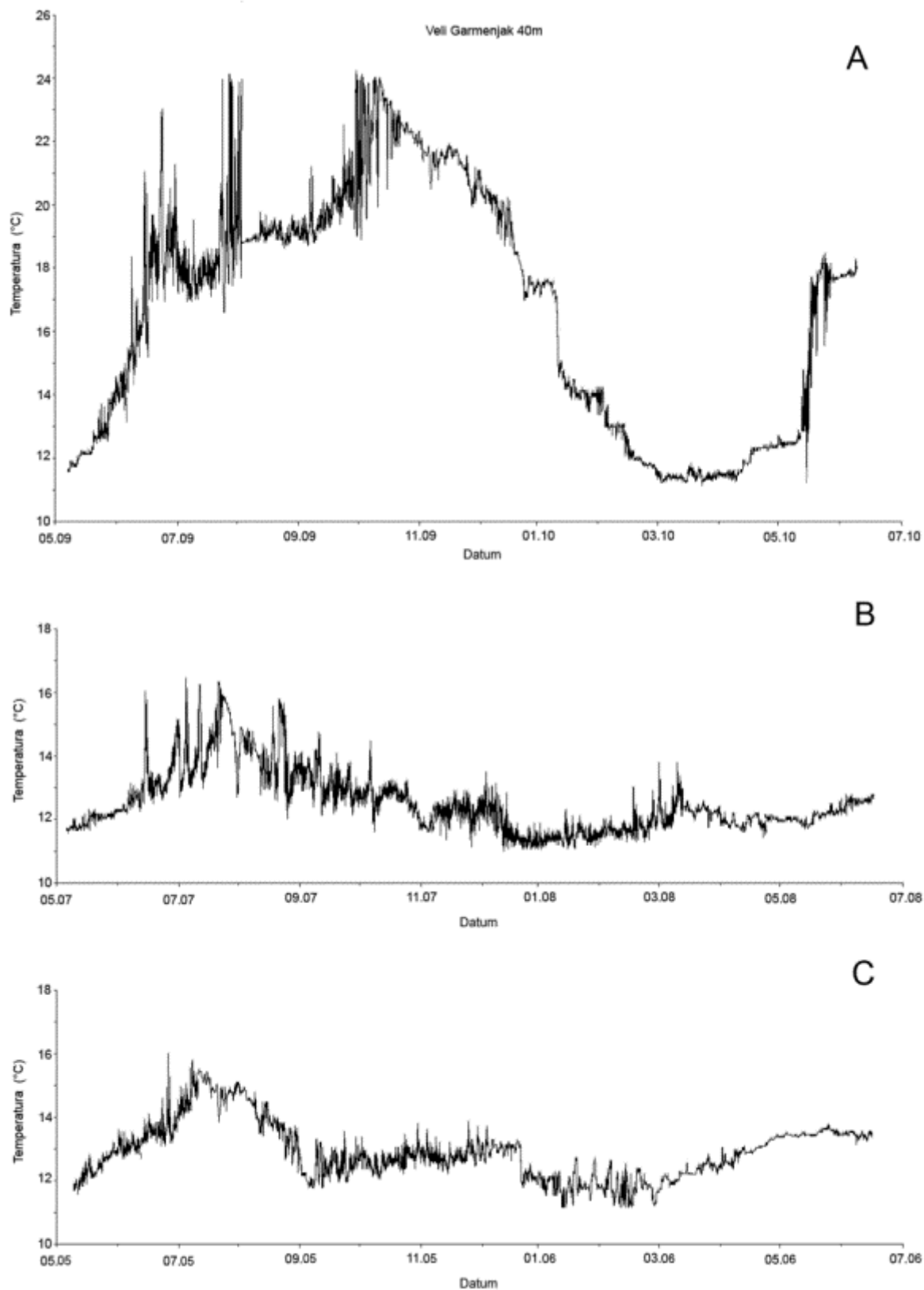
Slika 21. MDS (multidimensional scaling) vizualno grafički prikazuje grupiranja i odvajanje postaja prema utvrđenim vrstama koralja. Što su postaje bliže, sličnost je veća, a što su udaljenije različitijeg su sastava vrsta koralja.

Najmanja sličnost između postaja utvrđena je između postaja PR3 (Prvić) i MLJ2 (NP Mljet) (27,78% sličnosti), PR2 i MLJ2 (29,41% sličnosti), RON1 (Rončić) i LAST1 (Lastovo) (30,30% sličnosti), CR1 (Cres) i MLJ3 (30,77% sličnosti), CR3 i MLJ2 (33,33% sličnosti), te KR3 (Krk) i MLJ2 (35,29% sličnosti).

Kod vrsta koralja ovisno o postajama utvrđene su 4 veće grupe postaja s između 30-60% sličnosti (Slike 20 i 21). Prva grupa uključuje postaje srednjeg Jadrana, te postaje uz Cavtat i otok Šipan sa sličnošću između 60 i 90%. Druga grupa uključuje postaje Telašćice, Kornata i Lastova s postotkom sličnosti između 60 i 90%. Treća grupa uključuje postaje sjevernog i srednjeg Jadrana (po jedna postaja Žirje, Telašćica i Kornati) s postotkom sličnosti između 50 i 90%. U zadnjoj grupi prevladavaju postaje iz NP Mljet, te otočić Rončić s postotkom sličnosti između 30 i 80%. Najveća sličnost koralja u koraligenskoj biocenozi utvrđena je na postajama srednjeg i sjevernog Jadrana. MDS graf pokazuje najveća izdvajanja kod postaje iz NP Mljet, te postaja Rončić, Cres i Brseč (Slika 21).

5.3. Ugroženost koralja na istraživanim postajama

Mjerenjem godišnje promjene temperature mora na strmcima vanjskih otoka, utvrđene su zabrinjavajuće promjene temperature (temperaturne anomalije) u dubljim dijelovima (30 do 40 metara dubine). Na postaji Veli Garmenjak temperatura mora na 40 metara dubine u 8. i 10. mjesecu iznosila je 24°C, što je gotovo dvostruko od uobičajenog prosjeka za tu dubinu u Jadranskom moru (Slika 22A). Posljedice povišene temperature mora često su ugibanje sesilnih morskih vrste. I koralji (prvenstveno gorgonije koje su na većim dubinama) stradavaju od povišene temperature mora, iako je poprilično teško utvrditi sa sigurnošću pravi uzrok oštećenja i nekroze tkiva. Tijekom ovog istraživanja najviše oštećenja utvrđeno je na istraživanim postajama srednjeg i južnog Jadrana. U posljednjih godina sve je češće nakupljanje sluzi kao posljedica cvjetanja mora u kasno proljeće i ljeto (6. i 9. mjesec). Bakterijskom razgradnjom sluzi stradavaju i sesilne vrste, pa tako i koralji. Pojačan je negativni utjecaj kod vrsta *Leptopsammia pruvoti*, *Eunicella singularis*, *E. cavolini* i *Paramuricea clavata*. Svi ovi utvrđeni negativni utjecaji mogu biti posljedica prijašnjih temperaturnih anomalija, ali novija oštećenja mogu se prepoznati po tome što na skeletu gorgonija i kamenih koralja još nema obraštaja.



Slika 22. Porast temperature mora na postaji Veli Garmenjak (PP Telašćica) tijekom 2005. (C), 2007. (B) i 2009. (A) godine.

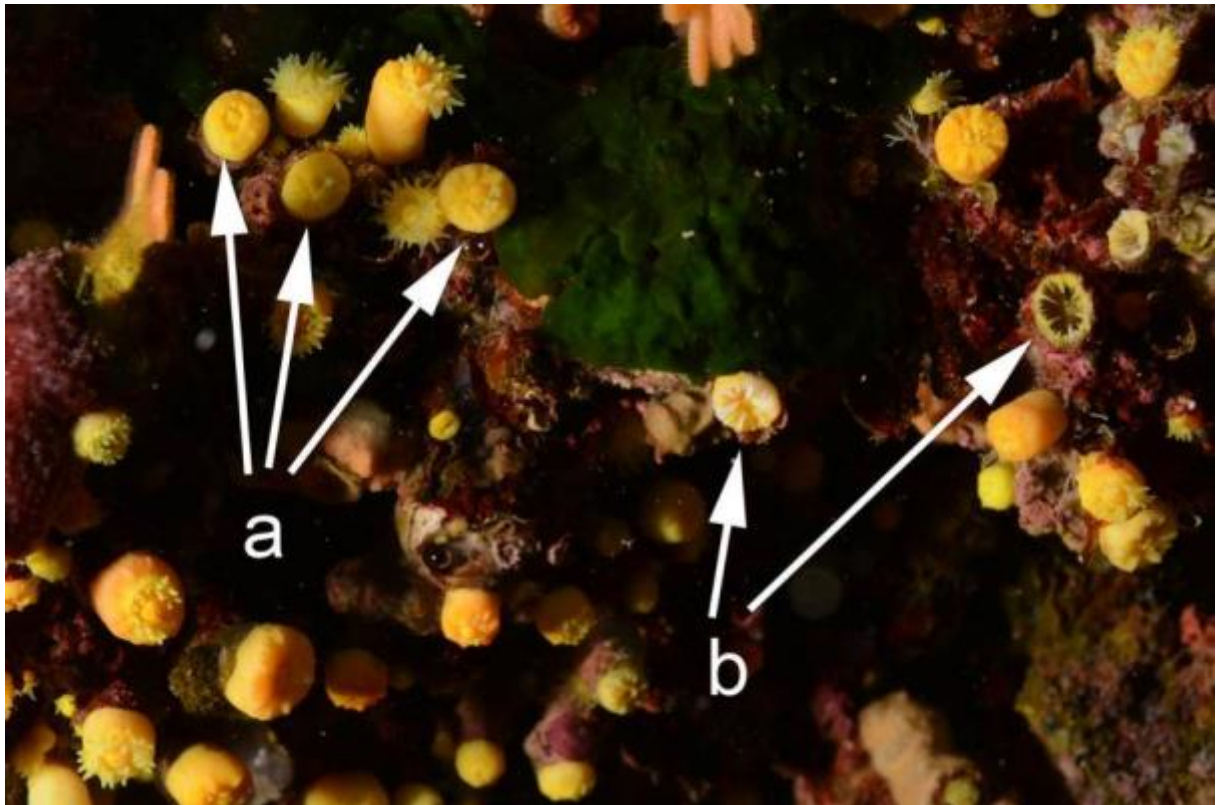
Oštećenja na koraljima su vidljiva u obliku nekroze tkiva kod gorgonija i kamenih koralja ili kao izbjeljivanje polipa simbiotskih koralja (npr. *Madracis pharensis*). Uz povišenu temperaturu mora, na nekrozu tkiva gorgonija i kamenih koralja utječe i pojačani razvoj bakterija i virusa kojima odgovara povišena temperatura mora. Negativan utjecaj na gorgonije ima u mukus koji bakterije razgrađuju, te pritom napadaju i tkivo gorgonija.



Slika 23. Kolonija vrste *Parazoanthus axinellae* sa zatvorenim polipima na postaji Velika Panitula.

Vrsta *Parazoanthus axinellae* pokazala se kao vrlo osjetljiva na povišenu temperaturu mora. Veći utjecaj promjene temperature dokazan je na svim postajama, a najviše na postaji Velika Panitula, gdje je smrtnost jedinki veća nego na ostalim istraživanim postajama (Slika 23).

Žuta čaška *Leptopsammia pruvoti* je vrsta vrlo osjetljiva na promjene temperature, te veće oscilacije dovode do nekroze tkiva polipa, a zatim i pomora cijele populacije (Slika 24a i b). Na postaji Purara postoji jak utjecaj hladnih pridnenih struja, pa je ova vrsta manje ugrožena temperaturnim anomalijama nego na ostalim istraživanim postajama. Ipak, i na ovoj postaji tijekom istraživanja 2014. godine utvrđen je veći broj uginulih jedinki (26%) nego prijašnjih godina istraživanja.



Slika 24. Vrsta *Leptopsammia pruvoti* sa zatvorenim polipima (a) i čaškama bez polipa - lanjski mortalitet (b) na postaji Klobučar .

Za razliku od žute čaške, vrsta *Caryophyllia inornata* je manje osjetljiva na promjene temperature, s obzirom da živi i u plićim, zasjenjenim dijelovima podmorja. Tijekom istraživanja samo na postaji Mana je utvrđena jedna uginula jedinka. Ipak, povišene temperature mora kroz duže vremensko razdoblje ostavljaju trag i na ovoj vrsti.

Stanje populacija crvenog koralja *Corallium rubrum* više ovisi o njegovom komercijalnom vađenju nego o utjecaju temperature mora (Chintiroglou i sur., 1989). Povišena temperatura mora, uz nedostatak hrane, smanjuju populacije crvenog koralja u plićim područjima (do 40 metara dubine). Jedino je populacija na postaji Velika Panitula u cijelosti čitava, bez znakova degradiranosti zbog komercijalnog vađenja, pa je na toj postaji moguće konstantno pratiti negativne utjecaje globalnog zagrijavanja na ovu vrstu. Na svim postajama na kojima su utvrđene kolonije crvenog koralja primijećen je znatan utjecaj povišene temperature mora. Crveni koralj je također vrlo osjetljiv na promjene unutar staništa (posebno na povišenu temperaturu i povećanu sedimentaciju). Tijekom istraživanja u listopadu 2015. godine sve kolonije na istraživanim postajama imale su zatvorene polipe. S obzirom da su gorgonije poznate po tome da su im polipi stalno otvoreni, ovakvo stanje

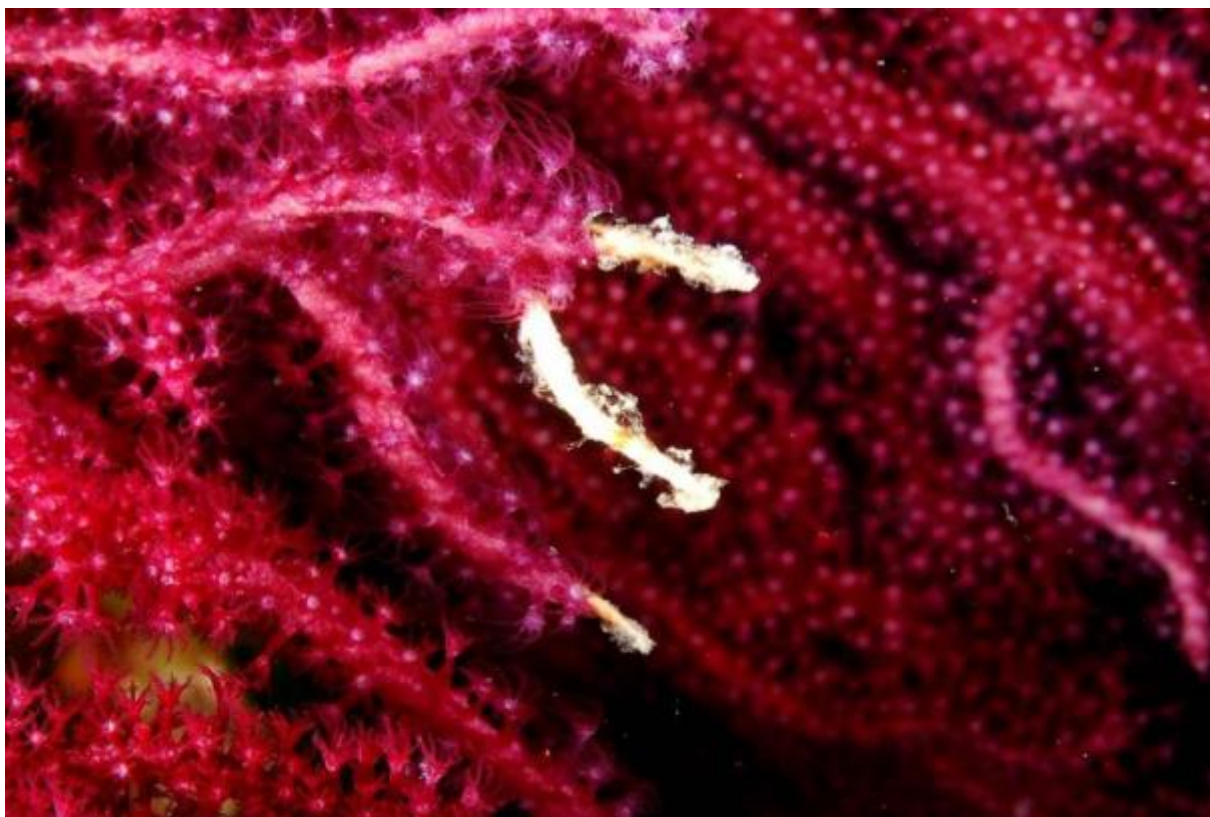
kolonija predstavlja utjecaj negativnog vanjskog čimbenika, u ovom slučaju povišene temperature mora.

Nije primijećena veća nekroza tkiva kod vrste *Eunicella singularis*, iako su utvrđeni novi negativni utjecaji na postajama Mali Obručan i Mana. Kod ove vrste dolazi do izbacivanja simbiotskih zooksantela iz polipa kolonija, što je dokaz temperaturnog šoka. Iako je vrste relativno otporna na vanjske čimbenike, povišena temperatura mora na staništima gdje živi ova vrsta gorgonije negativno djeluje na koloniju. Za sve istraživane postaje utvrđen je mali broj kolonija, a i one su vrlo sporadično rasprostranjene. Nekroza tkiva pojavljuje se na sličan način kao i kod vrste *E. cavolini* i počinje od vrhova kolonija. Vrhovi kolonija se ne mogu oporaviti, jer se na njih vrlo brzo (unutar 2 mjeseca) hvata obraštaj (alge, te sesilni beskralješnjaci).

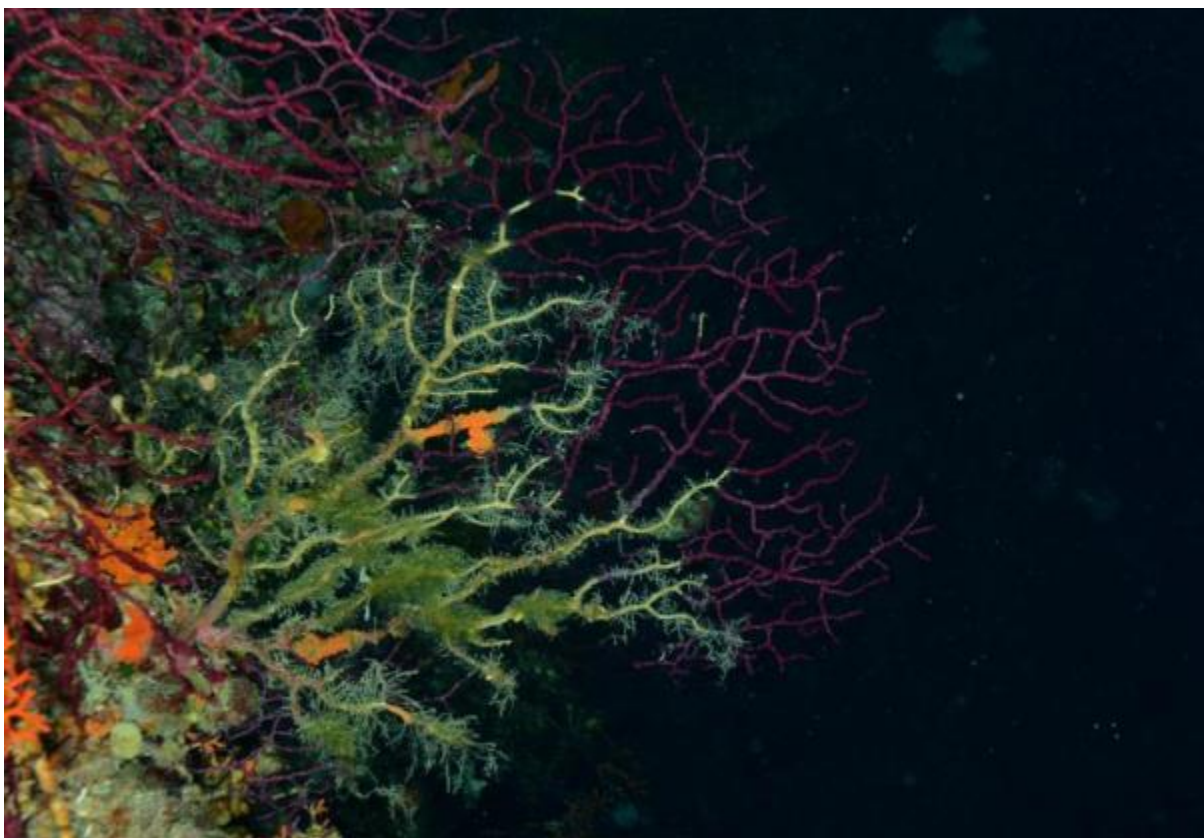


Slika 25. Kolonija vrste *Eunicella cavolini* sa nekrozom i obraštajem na vrhovima. Postaja Mana.

Stanje populacija žute rožnjače *Eunicella cavolini* znatno ovisi o utjecaju temperature mora. Jedino je populacija na postaji Velika Panitula u cijelosti čitava, bez znakova degradiranosti zbog mogućeg utjecaja povišene temperature mora, a i na Purari nisu utvrđena



Slika 26. Kolonija vrste *Paramuricea clavata* sa nekrozom na vrhovima. Postaja Mali Obručan.



Slika 27. Novo odumiranje (nekroza) tkiva i stari obraštaj na crvenoj gorgoniji *Paramuricea clavata* na profilu Mali Obručan.

oštećenja tijekom ovogodišnjih istraživanja. Na ostalim istraživanim postajama utvrđen je utjecaj povišene temperature mora, koji se vidi nekrozom cenenhima na kolonijama žute rožnjače (Slika 25). Vrsta *E. cavolini* je najotpornija vrsta gorgonija u Jadranu što se tiče promjene temperature mora.

Stanje populacija crvene rožnjače *Paramuricea clavata*, uz žutu rožnjaču, najviše ovisi o utjecaju temperature mora i povezanih, mogućih bakterijskih infekcija. Tijekom istraživanja jedino je populacija na postaji Purara u cijelosti čitava, najvjerojatnije jakog utjecaja hladnih pridnenih struja, pa je ova vrsta manje ugrožena temperaturnim anomalijama nego na ostalim istraživanim postajama. Na ostalim postajama primijećen je utjecaj povišene temperature mora, jer je dio populacije uginuo ili je utvrđena nekroza tkiva (cenenhima) na pojedinoj koloniji (Slike 26 i 27). Najveći negativni utjecaj i dalje je utvrđen na postaji Mali Obručan, gdje su utvrđena nova oštećenja crvene rožnjače. Uz povišenu temperaturu mora, te nekrozu cenenhima kolonija, problem predstavlja i cvjetanje mora (također zbog povišene temperature mora) koje je utvrđeno na svim postajama tijekom istraživanja u listopadu 2013.

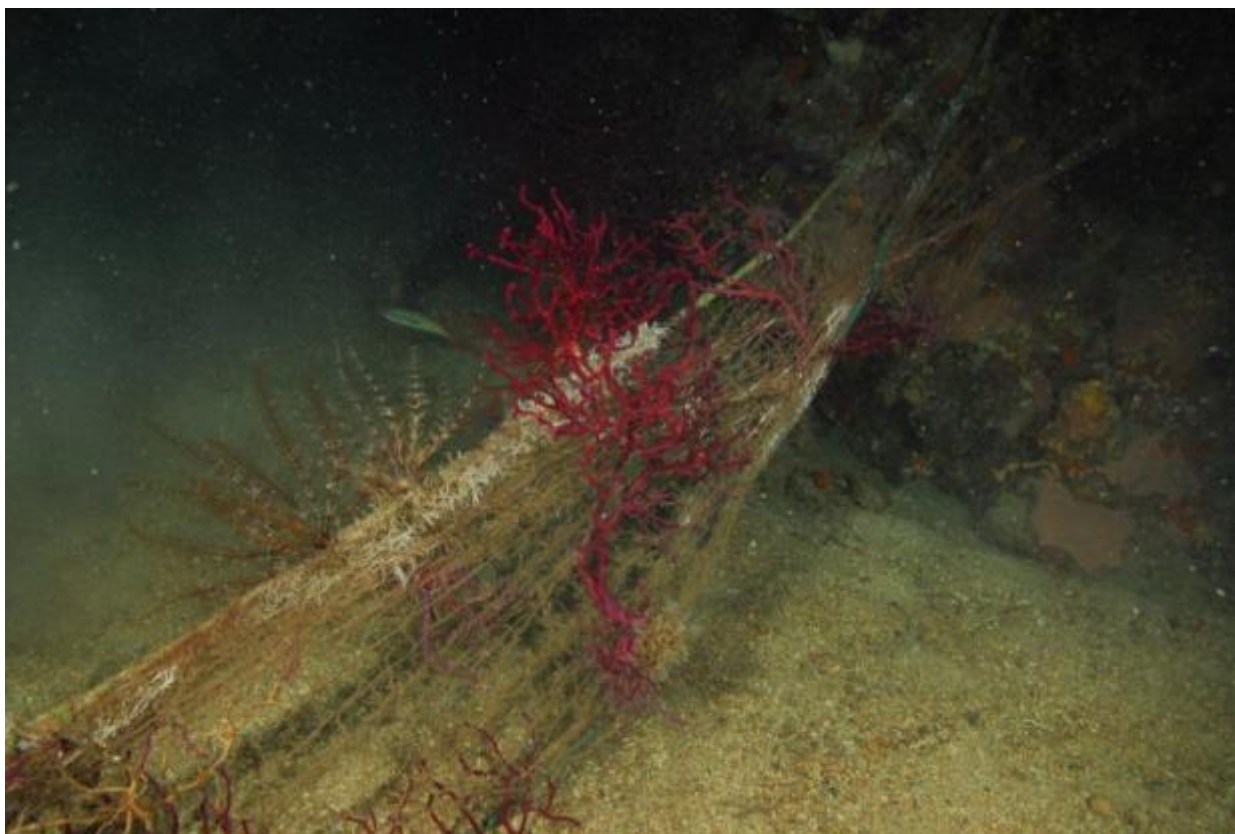


Slika 28. Vrsta *Sparisoma cretense* na postaji Mana.

Još jedan problem za koralje u je i riba papigača *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Slika 28). Ova invazivna vrsta se hrani manjim beskralješnjacima i algama. Iako je ova vrsta poznata za područje južnog Jadrana (zadnjih 20 godina), a u srednjem dijelu Jadrana je bila relativno rijetka, tijekom istraživanja 2014. godine po prvi put je utvrđeno hranjenje ove vrste polipima kamenih koralja (poput svojih rođaka u tropskom moru). Utvrđene su štete na kamenim koraljima *Madracis pharensis* i *Caryophyllia inornata* prvenstveno na vanjskim postajama (PP Telašćica, NP Kornati i NP Mljet). Populacija papigače *Sparisoma cretense* se u zadnjih desetak godina utrostručila i njena velika brojnost danas predstavlja novu opasnost za kamene koralje u Jadranskom moru.

Od invazivnih vrsta utvrđena je i crvena alga *Womersleyella setacea* na postajama srednjeg i južnog Jadrana. Ova alga zbog intenzivnog rasta zauzima velike površine unutar koraligenske biocenoze i „guši“ ostale sesilne organizme.

Od ostalih opasnosti za koralje Jadrana treba spomenuti ostavljene ribarske alate, te lov ribe dinamitom koji uništava koraligensku zajednicu, pa tako i stanište koralja (Slika 29).



Slika 29. Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* u ribarskoj mreži na postaji Brseč.

6. Rasprava

Podaci o vertikalnoj rasprostranjenosti koraligena, čija je donja granica na većini postaja 40 metara, a gornja između 20-25 metara dubine u ovom istraživanju, u skladu su sa većinom podataka istraživanja iz drugih dijelova Sredozemnog mora prema Ballesterosu (2006). Na istraživanim postajama utvrđene su 42 vrste koralja, što predstavlja 36% ukupnih vrsta koralja utvrđenih u Jadranskom moru (116 vrsta). Sve utvrđene vrste tipične su za koraligensku biocenu Sredozemnog mora, pa tako i istočnog Jadrana (Gill i sur., 1989). Raznolikost faune koralja istočnog Jadrana pokazuje razlike u geografskim zonama, te se najviše razlikuju i odvajaju sjeverni i južni dio Jadrana. Isto tako, bliske zone istraživanja se vrlo slične, pa se tako i grupiraju.

Jednu grupaciju po sličnosti vrsta koralja čine sve postaje na otoku Mljetu. Posebno se ističu postaje Zakamenica i Veli Škoj sa 86,7% sličnosti. Na strmcima ovih postaja od Octocorallia pronalazimo samo dobro poznati crveni koralj *Corallium rubrum*. Od kamenih koralja nalazimo crvenu čašku *Caryophyllia inornata*, zubati koralj *Caryophyllia smithii*, mali zadružni koralj *Hoplangia durothrix*, žutu čašku *Leptopsammia pruvoti*, hvarski koralj

Madracis pharensis, resasti zadružni koralj *Phyllangia mouchezi*, smeđi kameni koralj *Phymanthus pulcher*, te narančasti zadružni koralj *Polycyathus muellerae*. Zabilježene su 4 vrste moruzgvi, točkasta moruzgva *Cribrinopsis crassa*, Paxova korasta moruzgva *Epizoanthus paxi*, žuta korasta moruzgva *Parazoanthus axinellae*, te ljubičasta moruzgva *Sagartia elegans*. Od gorgonija u NP Mljet utvrđene su samo crveni koralj *Corallium rubrum* i bijela gorgonija *Eunicella singularis*, dok ostalih gorgonija nema (Kružić, 2002). Zašto je to tako nije poznato, jer na okolnim otocima (Lastovo, Glavat, te južnije Molunat) su prisutne sve gorgonije karakteristične za koraligen istočnog Jadrana (žuta rožnjača *Eunicella cavolini* i velika rožnjača *Paramuricea clavata*).

Drugu grupaciju po sličnosti čine omiješano postaje Parka prirode Telašćica i NP Kornati sa između 70 i 90 % sličnosti po sastavu vrsta. Ovakvu sličnost možemo povezati sa blizinom ovih dvaju područja i sa sličnim ekološkim čimbenicima. Na svim lokacijama nalazimo gotovo okomite strmce koje se nalaze na vanjskoj izloženoj strani otoka. Zanimljivo je da se u ovoj grupi našla i postaja Glavat na otoku Lastovu sa 80 % sličnosti sa određenim postajama u PP Telašćica i NP Kornati. Iznimno slične su postaje Kamičići i Uvala Mir, zatim Mali Rašip i Jezero Mir, te Velika Panitula i Velika Sestrica sa preko 90% sličnosti među postajama.

Ovdje je utvrđena velika raznolikost osmerolovkaša, te imamo predstavnike svih redova. Od reda Alcyonacea, tj. mekanih koralja, zabilježen je lažni koralj *Alcyonium coralloides*. U redu Gorgonacea žuta rožnjača *Eunicella cavolini* i velika rožnjača *Paramuricea clavata*. Zabilježili smo i *Sarcodictyon roseum*, koji pripada u red Stolonifera.

Također na ovom istraživanom području imamo veliku raznolikost Hexacorallia, posebice različitih vrsta kamenih koralja crvena čaška *Caryophyllia inornata*, zubati koralj *Caryophyllia smithii*, *Ceratotrochus magnaghii*, mali zadružni koralj *Hoplangia durothrix*, žuta čaška *Leptopsammia pruvoti*, hvarski koralj *Madracis pharensis*, te resasti zadružni koralj *Phyllangia mouchezi*. Od moruzgvi je najčešća žuta korsta moruzgva *Parazoanthus axinellae*.

Treću grupaciju po sličnosti čine nam određene postaje u NP Kornati sa postajom u Babuljašima, zatim sa postajama na Lastovu, Dugom otoku, Blitvenici, Cavtatu i Šipanu. U ovoj izmiješanoj grupaciji po sličnosti najviše nam se ističu postaje na Dugom otoku, postaje otočić Mežanj kraj Dugog otoka, Rt Lopata i Brbinjšćica sa 92 % sličnosti, te su ujedno po sastavu koralja najbližnje postaje unutar ovog istraživanja. Slijede postaje Blitvenica i Cavtat sa 88,5 % sličnosti.

Na svih pet postaja pronalazimo lažni koralj *Alcyonium coralloides*, zatim kamene koralje pehar *Caryophyllia cyathus*, crvena čaška *Caryophyllia inornata*, zubati koralj *Caryophyllia smithii*, *Ceratotrochus magnaghii*, žutolovkaš *Cladopsammia rolandi*, mali tubasti koralj *Guynia annulata*, mali zadružni koralj *Hoplangia durothrix*, žuta čaška *Leptopsammia pruvoti*, hvarski koralj *Madracis pharensis*, smeđi kameni koralj *Phymanthus pulcher*, te narančasti zadružni koralj *Polycyathus muellerae*. Od voskovica utvrđena je opnena voskovica *Cerianthus membranaceus*, a popisane su i točkasta moruzgva *Cribrinopsis crassa*, Paxova korasta moruzgva *Epizoanthus paxi*, te žuta korasta moruzgva *Parazoanthus axinellae*. Od mekanih koralja, Alcyonacea, tu pronalazimo jedinke smeđe Maiselle *Maasella edwardsii*. Utvrđene su gorgonije morska stabalca *Eunicella cavolini* i *Eunicella singularis*, te velika rožnjača *Paramuricea clavata*. Na svim postajama na Dugom otoku pronalazimo moruzgvu *Sagartiogeton entellae*, osmerolovkaša *Sarcodictyon roseum*, te dubinski koralj *Thalamophyllia gasti*.

U četvrtoj grupi također se grupiraju postaje sa geografski različitih područja. Ovu grupaciju čine postaja Brseč, postaje na Cresu, Golom otoku, Žirju, Plavniku, sve postaje na otoku Prviću i Krku, te neke postaje u NP Kornati i PP Telašćica. Najsličnije su postaje Mali Garmenjak u PP Telašćica i Veli Rašip na Kornatima sa 90,9 % sličnosti, Rt Šćit na Cresu i Kamenjak na Krku sa 85,7%, te sve postaje na otoku Prviću sa 91,2%, te Zabadnja na Grguru i Mali Pin na Plavniku sa 79,2% sličnosti po sastavu vrsta koralja. I kod ovih postaja je jako izražena međusobna blizina istraživanih postaja vezano za bioraznolikost koralja.

Na svim postajama pronalazimo kamene koralje kao što je zubati koralj *Caryophyllia smithii*, mali tubasti koralj *Guynia annulata*, mali zadružni koralj *Hoplangia durothrix*, narančasti zadružni koralj *Phyllangia mouchezi* i žuta čaška *Leptopsammia pruvoti*, crvena čaška *Caryophyllia inornata*. Utvrđene su i opnena voskovica *Cerianthus membranaceus*, korasta moruzgva *Epizoanthus arenaceus ingeborgae*, točkasta moruzgva *Cribrinopsis crassa*, moruzgva morski cvijet *Paracyathus pulchellus*, žuta korasta moruzgva *Parazoanthus axinellae*, žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, te velika rožnjača *Paramuricea clavata*. Na gotovo svim postajama pronalazimo crvenu ručicu *Alcyonium acaule* i lažni koralj *Alcyonium coralloides*, te draguljarku, *Corynactis viridis* iz reda zadružnih moruzgvi.

Najrazličitija i po sastavu vrsta koralja najizoliranija postaja je otočić Rončić. Sa većinom postaja koje su uključene u istraživanje dijeli između 30 i 50 % sličnosti u sastavu vrsta koralja. Najsličniji je postajama Kamičići i Piškera unutar NP Kornati sa oko 54% sličnosti, zatim sa postajom Rt Muna na Žirju dijeli 53,8% istih vrsta koralja, te sa postajom Rt Šćit na Cresu ima 53,3% sličnosti.

Utjecaj povišenog zagrijavanja mora na njegovu biološku raznolikost i zaštitu glavni su razlog brige mnogih istraživača obalnog ekosustava mora (Bianchi, 1997). Još uvijek postoji značajna dvojba o jačini zagrijavanja mora, pogotovo u obalnom području. Međutim, novija istraživanja u Sredozemnom moru pokazuju izuzetna odstupanja od prosječnih ljetnih vrijednosti. Ta istraživanja ukazuju na povećanje prosječne temperature mora i klimatsku varijabilnost, uključujući sadašnje i buduće ekstremne događaje poput iznenadnih valova povišene temperature zraka i mora. Analize podataka temperaturnim mjerenja površine mora iz Sredozemnog mora (i Jadranskog mora) pokazuju trend značajnog regionalnog zagrijavanja mora u zadnjih 20-tak godina, a isto tako i povećanje temperaturnih anomalija (drastična povećanja temperature mora tijekom ljetnih mjeseci) (Cerrano i sur., 2000).

U Sredozemnom moru, promjene u rasprostranjenosti morskih vrsta i masovna uginuća morskih organizama u zadnja dva desetljeća povezana su sa trendom zagrijavanja mora. Prva velika masovna ugibanja morskih organizama u Sredozemnom moru utvrđena su 1999. i 2003. godine i povezana su sa temperaturnim anomalijama. Ovi događaji utjecali su na 30 vrsta morskih beskralješnjaka, uglavnom na kamene koralje, gorgonije i spužve. Zbog klimatskih promjena obalni ekosustav mora trpi ozbiljne negativne promjene u svojoj strukturi i dinamici.

Koraligenska biocenoza je definirana kao organogena konstrukcija napravljena uglavnom od scijafilnih kalcificirajućih alga koje žive u području smanjene osvjetljenosti na dubini između 20 i 120 metara (uglavnom vanjske strane otoka istočnog Jadrana). Ovakve biokonstrukcije tvore kompleksne strukture u kojima žive i nalaze sklonište brojne vrste životinja, a isto tako obogaćuju ovu zajednicu koja je zbog toga „vruća točka“ („hot spot“) biološke raznolikost u Sredozemnom moru (Bianchi i sur., 2012). Nadalje, koraligensku biocenozu nastanjuje veliki broj ugroženih vrsta, koji su dugoživući organizmi, a njihov ih spori rast i obnavljanje jedinki svrstava u vrlo osjetljive vrste na negativne promjene u moru.

Na žalost, koraligenska biocenoza u Jadranskom moru trpi nekoliko negativnih utjecaja za koje je odgovoran čovjek, poput povećane sedimentacije, eutrofikacije (pogotovo sjeverni dio Jadrana), sidrenja i neodgovornog ribolova. Također, nedavno je ova biocenoza zahvaćena sa dva velika negativna utjecaja: pojave masovnih uginuća zbog zagrijavanja mora i pojava invazivnih vrsta. Visoke temperature mora (do 24°C) uz duži vremenski period koji može trajati i do 3 mjeseca vrlo je vjerojatni uzrok ugibanja spužava, koralja i mahovnjaka u ovoj biocenozi. Direktan i kombiniran učinak ovih negativnih utjecaja ima ozbiljne posljedice na zaštitu koraligenske zajednice. Zbog toga je važno prikupiti dovoljno podataka o ovoj zajednici na razini vrsta kako bi procijenili i utvrdili negativan učinak na vrste i predvidjeli

buduće trendove u koraligenskoj biocenozi (Garrabou i sur., 2014). Nacionalni parkovi su zbog toga idealna mjesta za proučavanje utjecaja negativnih klimatskih promjena na morske organizme.

Temperature mora na dubinama od 30 i 40 metara pokazuju visoke ljetne temperaturne anomalije za ovu dubinu mora. Na svim istraživanim postajama i dalje je vidljivo djelomično smanjivanje populacija i negativan utjecaj povišene temperature mora. Ovakav negativan utjecaj primjećuje se kao odumiranje (nekroza) tkiva na spužvama, kamenim koraljima i gorgonijama, a na nekim postajama i kao uginuće jedinki i smanjenje populacije. Usporedba promjena u zadnjih 15 godina kod istraživanih staništa (prvenstveno koraligenske biocenoze) unutar nacionalnih parkova pokazuje pozitivnu korelaciju između povišenja temperature mora i povećanja nekroze tkiva kod vrsta indikatora koraligenske biocenoze.

Prilično veliki problem za koralje unutar postaja u južnom i srednjem dijelu Jadrana je riba papigača *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758). Utvrđene su nove štete na vrstama *Madracis pharensis* i *Caryophyllia inornata*. Populacija papigače se u zadnjih desetak godina utrostručila i njena velika brojnost danas predstavlja opasnost za kamene koralje u Jadranskom moru.

I dalje nema snižavanja pH mora što pokazuje mjerenje sondom, tako da vezano uz problem zakiseljavanja ne postoji negativan utjecaj na biokonstrukture (graditelje skeleta od kalcij-karbonata). Manja sniženja pH zabilježena su jedino u vrijeme rasta gustoće fitoplanktonskih organizama. Posebna pozornost usmjerena je na crveni koralj (*Corallium rubrum*), čije su populacije vrlo ugrožene u cijelom Sredozemnom moru, pa tako i u istočnom Jadraniu. Postaje s populacijama crvenog koralja u zadnje vrijeme nisu ugrožene ilegalnim vađenjem (rezultat dobrog rada nadzornih službi), ali je utvrđen problem previsoke temperature mora na dubinama gdje su populacije. Najviše ugrožene su kameni koralj *Leptopsammia pruvoti* i gorgonije *Eunicella cavolini*, te pogotovo *Paramuricea clavata*. Za daljnji monitoring koralja koraligenske biocenoze potrebno je daljnje mjerenje temperature mora, fizikalno-kemijskih parametara (promjene saliniteta, koncentracije kisika, promjena pH (važna za moguću acidifikaciju mora), te koncentracije teških metala. Na taj način bi se kroz slijedeće razdoblje dobio bolji uvid u stanje koraligenske biocenoze i promjene koje se događaju u toj biocenozi pod utjecajem globalnih klimatskih promjena.

7. Zaključci

- Ovim istraživanjem utvrđeno je 42 vrste koralja u koraligenu istočnog Jadrana
- Najviše vrsta pripada redu Hexacorallia, unutar koje smo pronašli 30 vrsta unutar 12 porodice
- Unutar reda osmerolovkaša determinirano je 11 vrsta unutar 6 porodica
- Porodica sa najviše zabilježenih vrsta unutar istraživanja je Caryophyllidae sa 11 vrsta
- Sve postaje na otoku Mljetu su najbližnije po sastavu u vrstama koralja
- Veliku sličnost postaja u sastavu vrsta koralja utvrđena je i u Nacionalnom parku Kornati, te u Parku prirode Telašćica
- Najrazličitije i najizoliranije područje je otočić Rončić koji sa većinom postaja u istraživanju ima samo oko 30 do 40 % sličnosti
- Vrste *Caryophyllia smithii* i *Leptopsammia pruvoti* utvrđene su na svim postajama unutar ovog istraživanja, dok su vrste *Caryophyllia inornata*, *Ceratotrochus magnaghii*, *Hoplangia durothrix*, *Paramuricea clavata* i *Eunicella cavolini* pronađene su na gotovo svim postajama
- Ovaj rad pokazuje bogatstvo veliko bogatstvo koralja unutar koraligenske zajednice, ali su potrebna dodatna istraživanja usmjerena prema biologiji i ekologiji svake pojedine vrste da bi ih se moglo zaštititi od sve više štetnih utjecaja i prijetnji. Ovi rezultati pridonose uspostavi dugoročnog praćenja koraligenske zajednice, te naglašavaju nužnost daljnjih istraživanja, kako njene strukture tako i učinaka buduće promjene klime.
- Pojava temperaturnih anomalija na istraživanim postajama pokazuju kako je povišena temperature mora jedan od glavnih razloga ugroženosti koralja u istočnom dijelu Jadranskog mora
- Podaci o strukturi koraligenske zajednice, njejoj varijabilnosti i trenutnom stanju, olakšavaju određivanje odgovarajućih mjera očuvanja i omogućuju postavljanje nultog stanja neophodnog za uspostavu monitoringa u Jadranu

8. Literatura

- Aguilar, R. (2006) The corals of the Mediterranean, Fondazione Zegna 1-86.
- Ballesteros, E. (2003) The coralligenous in the Mediterranean Sea- Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats, 5-64.
- Ballesteros, E. (2003a) The coralligenous in the Mediterranean sea. 1-74.
- Ballesteros, E. (2006) Mediterranean coralligenous assemblages: A synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. An Annu. Rev.* 44, 123–195.
- Bianchi, C.N. (1997) Climate change and biological response in the marine benthos. In: Piccazzo, M. (eds.). *Proceedings of the Italian Association for Oceanology and Limnology*, Genova, 1: 3-20.
- Bianchi, C.N., Morri, C., Chiantore, M., Montefalcone, M., Parravicini, V., Rovere, A. (2012) Mediterranean Sea biodiversity between the legacy from the past and a future of change. In: Stambler, N. (Ed.), *Life in the Mediterranean Sea: A Look at Habitat Changes*. Nova Science Publishers, New York, USA, pp. 1–55
- Boudouresque, C.F. (2004) Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 20: 97–146.
- Calvo, J. C. C. (1995) *El Ecosistema Marino Mediterráneo. Guía de su Flora y Fauna*. Equipo de Diseño. La Luna de Madrid S.A.: 1-797.
- Casellato, S., Stefanon, A. (2008) Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: an overview. *Mar. Ecol.* 29, 321–341.
- Cerrano, C., Bianchi, C.N., Cattaneo-vietti, R., Bava, S., Morri, C., Sara, G., Siccardi, A. (2000) A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North- western Mediterranean), summer 1999 284–293.
- Chintiroglou, H., Dounas, C., Koukouras, A. (1989) The presence of *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) in the eastern Mediterranean sea. *Mitteilungen aus dem zoologischen Museum Berlin*, 65: 145-149.
- Falace, A., Kaleb, S., Curiel, D., Miotti, C., Rismondo, A., Ciriaco, S., Odorico, R., Borme, D., Orlando-Bonaca, M., Lipej, L., Mavrič, B., Ballesteros, E., n.d. (in press). Sublittoral rocky bottoms and coralligenous outcrops in the Northern Adriatic Sea. *Sci. Mar.*

- Garrabou, J., Kipson, S., Kaleb, S., Kružić, P., Jaklin, A., Žuljević, A., Rajković, Ž., Rodić, P., Jelić, K., Župan, D. (2014) Monitoring Protocol for Reefs -Coralligenous Community in Croatia. MedMPANet projekt, pilot projekt u Hrvatskoj. 1-42.
- Gill, J. M., Murillo, J., Ros, J. (1989) The distribution pattern of benthic cnidarians in the western Mediterranean. *Scientia Marina*, 53(1): 19-35.
- Habdija, I., Prime Habdija, B., Radanović, I., Vidaković, J., Kučinić, M., Špoljar, M., Matoničkin, R., Miliša, M. (2004) Protista-protozoa i metazoa-invertebrata: funkcionalna građa i praktikum. Meridijani, Samobor: 156-168.
- Hong, J. S. (1980) Étude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis á un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos). Thèse de Doctorat. Université d'Aix Marseille II. 134.
- Kružić, P. (2002) Marine fauna of the Mljet National Park (Adriatic Sea, Croatia). 1. Anthozoa. *Natura Croatica*. 11 (3): 265-292.
- Kružić, P. (2007) Anthozoan fauna of Telašćica Nature Park (Adriatic sea, Croatia). *Natura Croatica* 16/4. 233-266.
- Laborel, J. (1961) Le concretionnement algal "coralligène" et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine d'Endoume*, 23: 37-60.
- Laborel, J. (1987) Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Scientific Reports Port-Cros National Park* , 13: 97–126.
- Laubier, L. (1966) Le coralligène des Albères: monographie biocénotique. *Annales Institut Océanographique de Monaco*, 43: 139–316.
- Pérès, J., Picard, J. M. (1964) Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine d'Endoume*, 31(47): 1-131.
- Peres, J.M., Gamulin-Brida, H. (1973) Biološka oceanografija. Bentos. Bentoska bionomija Jadranskog mora. Školska knjiga, Zagreb. 1-493.
- RAC/SPA (Regional Activity Centre For Specially Protected Areas) Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions in the Mediterranean sea. 1-57.
- Riedl, R. (1991) Fauna e flora del Mediterraneo. Franco Muzzio, Padova: 1-777.
- Rodić, P. (2015) Ekološka obilježja koraligenske zajednice u istočnom dijelu Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Zagreb, Prirodoslovno – matematički fakultet, 1-160.
- Schmidt, H. (1972) Prodröm zu einer Monographie der mediterranen Aktinien. Schweizerbartische Verlagsbuchhandlung. Stuttgart: 1-146.

- Turk, T. (1996) Živalski svet Jadranskega morja. DSZ Ljubljana: 1-456.
- Turk, T. (2011) Pod površinom Mediterana. Školska knjiga, Zagreb, 1-590.
- Weinberg, S. (1993) Découvrir la Méditerranée. Nathan, Paris: 1-351.
- Zavodnik, D., Šimunović, A. (1997) Beskralješnjaci morskog dna Jadrana. Svjetlost, Sarajevo: 1-217.
- Zibrowius, H. (1980) Les Scléactiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental. Mémoires de l'Institut Océanographique (Monaco). 1: 1-284.

9. Prilozi

Prilog 1. Popis koralja utvrđenih ovim istraživanjem.

| | TELAŠČICA | | | | | KORNATI | | | | | |
|--|-----------------|----------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------|
| | TE1 Grpašćak | TE2 Prisika | TE3 U.Mir | TE4 J.Mir | TE5 M. Garmenjak V. | TE6 V. Garmenjak V. | TE7 V. Seštrica | KO1 Levrnaka | KO2 Mrtovac | KO3 Borovnik | KO4 Mana |
| ANTHOZOA-KORALJI | | | | | | | | | | | |
| <i>Alcyonium acule</i> Marion, 1878 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Alcyonium coralloides</i> (Pallas, 1766) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Alcyonium palmatum</i> Pallas, 1766 | | x | x | | | x | | | | | x |
| <i>Antipathes subpinnata</i> Ellis et Solander, 1786 | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis & Solander, 1786) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia smithii</i> Stokes et Broderip, 1828 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Ceratotrochus magnaghi</i> Cecchini, 1914 | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Cerianthus membranaceus</i> (Spallanzani, 1784) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Cladopsammia rolandi</i> Lacaze-Duthiers, 1897 | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Coenocyathus anthophyllites</i> Milne Edwards & Haime, 1848 | | | x | x | x | x | | | | x | |
| <i>Corallium rubrum</i> (Linnaeus, 1758) | | | x | x | x | x | | | x | | |
| <i>Corynactis viridis</i> Allman, 1846 | | | x | | | | | | | | |
| <i>Crinropopsis crassa</i> (Andres, 1883) | | | x | | | | | | | x | |
| <i>Dendrophyllia comigera</i> (Lamarck, 1816) | x | | | x | | | | | | | |
| <i>Desmophyllum cristagalli</i> Milne Edwards & Haime, 1848 | | | | | | | | | | | |
| <i>Epizoanthus arenaceus ingeborgae</i> Pax, 1952 | x | x | x | x | x | x | x | | | x | |
| <i>Epizoanthus paxi</i> Abel, 1955 | x | x | x | x | x | x | x | | | x | |
| <i>Eunicella cavolini</i> (Koch, 1887) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Eunicella singularis</i> (Esper, 1791) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Eunicella verrucosa</i> (Pallas, 1766) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Savaglia savalia</i> (Bertholoni, 1819) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Guymia annulata</i> Duncan, 1872 | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Hoplangia durothrix</i> Gosse, 1860 | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Leptopsammia pruvoti</i> Lacaze-Duthiers, 1897 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Maasella edwardsii</i> (de Lacaze-Duthiers, 1888) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Pachycyranthus multiplicatus</i> Carlgren, 1912 | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Paracyathus pulchellus</i> (Phillippi, 1842) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Paramunicea clavata</i> (Risso, 1826) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Paramunicea macrospina</i> (Koch, 1882) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Paramonimia cinerea</i> (Contarini, 1844) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Parazoanthus axinellae</i> Schmidt, 1862 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Phyllangia mouchezi</i> (Lacaze-Duthiers, 1897) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Phymanthus pulcher</i> Andres, 1883 | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Polycyathus muelleriae</i> (Abel, 1959) | x | x | x | | | | | | | | |
| <i>Sagartia elegans</i> (Dalvell, 1848) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Sagaritogeton entellae</i> Schmidt, 1972 | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Sarcodictyon roseum</i> (Phillippi, 1842) | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Thalamophyllia gastri</i> (Doderlein, 1913) | | x | x | | | | | | | | |
| <i>Teilmatactis forskalii</i> (Ehrenberg, 1834) | | x | x | | | | | | | | |

Prilog 1. Popis koralja utvrđenih ovim istraživanjem.

| | KORNIATI | | | | | | | | | | | | MLJET | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|------------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|-----------------|--|--|--|
| | KO5 Karnički | KO6 M. Rašip | KO7 V. Rašip | KO8 Piskera | KO9 V. Panitula | KO10 Klobučar | KO11 Lavsa | KO12 Purara | MLJ1 Štit | MLJ2 Stražica | MLJ3 kameni | MLJ4 Priveza | MLJ5 Lenga | MLJ6 V. Škoj | | | |
| ANTHOZOA-KORALJI | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alyonium acule</i> Marion, 1878 | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alyonium coralloides</i> (Pallas, 1766) | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Alyonium palmatum</i> Pallas, 1766 | x | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Antipathes subpinnata</i> Ellis et Solander, 1786 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis & Solander, 1786) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878) | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia smithii</i> Stokes et Broderip, 1828 | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Ceratotrochus magnaghi</i> Cecchini, 1914 | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Cenanthus membranaceus</i> (Spallanzani, 1784) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cladopsammia rolandi</i> Lacaze-Duthiers, 1897 | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Coenocyalthus anthophyllites</i> Milne Edwards & Haime, 1848 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Corallium rubrum</i> (Linnaeus, 1758) | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Corynactis viridis</i> Allman, 1846 | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cribinopsis crassa</i> (Andres, 1883) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dendrophyllia comigera</i> (Lamarck, 1816) | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Desmophyllum cristagalli</i> Milne Edwards & Haime, 1848 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Epizoanthus arenaceus ingeborgae</i> Pax, 1952 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Epizoanthus paxi</i> Abel, 1955 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella cavolini</i> (Koch, 1887) | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella singularis</i> (Esper, 1791) | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella verrucosa</i> (Pallas, 1766) | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Savaglia savalia</i> (Bertholoni, 1819) | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Guymia annulata</i> Duncan, 1872 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hoplalingia durothrix</i> Gosse, 1860 | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Leptopsammia pruvoti</i> Lacaze-Duthiers, 1897 | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868) | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Maesilia edwardsii</i> (de Lacaze-Duthiers, 1888) | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826) | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pachycenanthus multiplicatus</i> Carlgren, 1912 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paramuricea clavata</i> (Risso, 1826) | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Paramuricea macrospina</i> (Koch, 1882) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paramonia cinerea</i> (Contarini, 1844) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Parazoanthus aximellae</i> Schmidt, 1862 | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Phylalingia mouchezi</i> (Lacaze-Duthiers, 1897) | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Phymanthus pulcher</i> Andres, 1883 | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Polycyathus muelleriae</i> (Abel, 1959) | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sagaria elegans</i> (Dayell, 1848) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sagarifogelon enterilae</i> Schmidt, 1972 | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sarcodictyon roseum</i> (Philippi, 1842) | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | |
| <i>Thalamophyllia gastri</i> (Döderlein, 1913) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Telmactactis forskalii</i> (Ehrenberg, 1834) | x | | | | | | | | | | | | | | | | |

Prilog 1. Popis koralja utvrđenih ovim istraživanjem.

| | LASTOVO | | RONČIĆ BLITVENICA | | BRSEĆ | | CRES | | GOLI OTOK GRGUR | | | | KRK | |
|--|-----------------|----------------|-------------------|----------------|---------------------|---------------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|--------------|
| | LAST1 Struga | LAST2 Crnac | LAST3 Glavat | RON1 Rončić | BLIT1 Blitvenica | BRS1 Brseć | CR1 Rt Selzine | CR2 Rt Ščit | CR3 M. Čutin | GO1 Rt Macinj | GR1 adbadnj | KR1 Rt Sokol | KR2 Kamenja | KR3 Tenki |
| ANTHOZOA-KORALJI | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alyonium acule</i> Marion, 1878 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alyonium coraloides</i> (Pallas, 1766) | x | x | x | | x | | | | | | | | x | x |
| <i>Alyonium palmatum</i> Pallas, 1766 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Antipathes subpinnata</i> Ellis et Solander, 1786 | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis & Solander, 1786) | x | x | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878) | x | x | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia smithii</i> Stokes et Broderip, 1828 | x | x | x | | x | | | | | | | | | |
| <i>Ceratoprochus magnaghi</i> Cecchini, 1914 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cerianthus membranaceus</i> (Spallanzani, 1764) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cladopsammia rolandi</i> Lacaze-Duthiers, 1897 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coenocynthia anthophyllites</i> Milne Edwards & Haime, 1848 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Corallium rubrum</i> (Linnaeus, 1758) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Corynactis viridis</i> Allman, 1846 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cribinopsis crassa</i> (Andres, 1883) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dendrophyllia comigera</i> (Lamarck, 1816) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Desmophyllum cristagalli</i> Milne Edwards & Haime, 1848 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Epizoanthus arenaceus ingeborgae</i> Pax, 1952 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Epizoanthus paxi</i> Abel, 1955 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella cavolini</i> (Koch, 1887) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella singularis</i> (Esper, 1791) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella verrucosa</i> (Pallas, 1766) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Savaglia savalia</i> (Bertholoni, 1819) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Guynia annulata</i> Duncan, 1872 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hoplalgia durothrix</i> Gosse, 1860 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leptopsammia pruvoti</i> Lacaze-Duthiers, 1897 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Madrasia pharensis</i> (Heller, 1868) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Maasella edwardsii</i> (de Lacaze-Duthiers, 1888) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pachycyathus multiplicatus</i> Carlgren, 1912 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paramuncea clavata</i> (Risso, 1826) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paramuncea macrospina</i> (Koch, 1862) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paramonia cinerea</i> (Containi, 1844) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Parazoanthus axinellae</i> Schmidt, 1862 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phylalgia mouchezi</i> (Lacaze-Duthiers, 1897) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phymanthus pulcher</i> Andres, 1883 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Polycyathus muelleriae</i> (Abel, 1955) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Segartia elegans</i> (Dalyell, 1848) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Segartiogeton entellae</i> Schmidt, 1972 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sarcodictyon roseum</i> (Philippi, 1842) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Thalamophyllia gastii</i> (Döderlein, 1913) | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Telmatactis forskalii</i> (Ehrenberg, 1834) | | | | | | | | | | | | | | |
| | x | x | x | | x | | | | | | | | | x |

Prilog 1. Popis koralja utvrđenih ovim istraživanjem.

| | PLAVNIK | | | PRVIĆ | | | BABULJAŠI | | | DUGI OTOK | | | ŽIRJE | | | ŠIPAN | | CAVTAT |
|--|----------------|----------------|-----------------|------------------|--------------|---------------|------------------|--------------------|-----------------|---------------|----------------|--|-------|--|--|-------|--|--------|
| | PLA1 M. Pin | PR1 Rt Šilo | PR2 t Samonj | PR3 t Stražic | BAB1 Veli | DO1 Mežanj | DO2 Rt Lopata | DO3 Brbinjšćica | ZIR1 Rt Muna | SIP1 Blige | CAV1 Bobara | | | | | | | |
| ANTHOZOA-KORALJI | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alycyonium acule</i> Manon, 1878 | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alycyonium coralloides</i> (Pallas, 1766) | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alycyonium palmatum</i> Pallas, 1766 | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Antipathes subpinnata</i> Ellis et Solander, 1786 | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis & Solander, 1786) | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878) | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Caryophyllia smithii</i> Stokes et Broderip, 1828 | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceratotrochus magnaghii</i> Cecchini, 1914 | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cenanthus membranaceus</i> (Spallanzani, 1784) | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cladopsammia rolandi</i> Lacaze-Duthiers, 1897 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coenocyathus anthophyllites</i> Milne Edwards & Haime, 1848 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Corallium rubrum</i> (Linnaeus, 1758) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Corynactis viridis</i> Allman, 1846 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cribinopsis crassa</i> (Andres, 1883) | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dendrophyllia corrigera</i> (Lamarck, 1816) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Desmophyllum cristagalli</i> Milne Edwards & Haime, 1848 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Epizoanthus arenaceus</i> Ingeborgae Pax, 1952 | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Epizoanthus paxi</i> Abel, 1955 | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella cavolini</i> (Koch, 1887) | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella singularis</i> (Esper, 1791) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eunicella verrucosa</i> (Pallas, 1766) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Savaglia savalia</i> (Bertholoni, 1819) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gymia annulata</i> Duncan, 1872 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hoplalia durothrix</i> Gosse, 1860 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leptopsammia pruvoti</i> Lacaze-Duthiers, 1897 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Maasella edwardsii</i> (de Lacaze-Duthiers, 1888) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pachyceranthus multiplicatus</i> Carlgren, 1912 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paramuricea clavata</i> (Risso, 1826) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paramuricea macrospina</i> (Koch, 1882) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Paramonia cinerea</i> (Contanni, 1844) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Parazoanthus axinellae</i> Schmidt, 1862 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phylalangia mouchezi</i> (Lacaze-Duthiers, 1897) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phymanthus pulcher</i> Andres, 1883 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Polycyathus muelleriae</i> (Abel, 1959) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sagartia elegans</i> (Dalvell, 1848) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sagartiogeton entellae</i> Schmidt, 1972 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sarcodictyon roseum</i> (Philippi, 1842) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Thalamophyllia gastri</i> (Döderlein, 1913) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Teilmatactis forskalii</i> (Ehrenberg, 1834) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

