

Rasprostranjenost i stanje populacija koralja (Anthozoa) koraligenske biocenoze u podmorju Šibensko-kninske županije

Jelić, Karla

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:217:189989>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-28**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Karla Jelić

**Rasprostranjenost i stanje populacija
koralja (Anthozoa) koraligenske biocenoze
u podmorju Šibensko-kninske županije**

Diplomski rad

PREGLEDAO 31.08.2022.

Petar Kužić

Zagreb, 2022

Ovaj rad izrađen je u Laboratoriju za biologiju mora na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Petra Kružića. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra Eksperimentalne biologije.

ZAHVALE

Zahvale profesoru Petru Kružiću na razumijevanju i pomoći oko izrade diplomskog rada.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Rasprostranjenost i stanje populacija koralja (Anthozoa) koraligenske biocenoze u podmorju Šibensko-kninske županije

Karla Jelić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Koraligenska biocenoza je endemična biocenoza Sredozemnog mora, rasprostranjena na čvrstom dnu cirkalitorala, a dominiraju vapnenačke scijafilne crvene alge iz porodice Corallinaceae. Ova biocenoza predstavlja „vruću točku“ biološke raznolikosti, a veliku bioraznolikost unutar nje imaju koralji (Anthozoa). Glavni uzroci smanjenja bioraznolikosti koraligena su globalna promjena klime, invazivne vrste, onečišćenje otpadnim vodama i ostavljeni ribolovni alati. Cilj ovog rada je istražiti raznolikost karakterističnih vrsta koralja unutar koraligenske zajednice, te proučiti njihovu dubinsku rasprostranjenost, status i ugroženost. Istraživanje je provedeno na 15 različitih postaja unutar Šibensko-kninske županije i unutar područja ekološke mreže Natura 2000. Za monitoring su izabrane karakteristične vrste koralja koraligena srednjeg Jadrana: *Eunicella cavolini*, *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata*, *Savalia savaglia*, *Corallium rubrum*, *Parazoanthus axinellae*, *Caryophyllia inornata*, *Leptopsammia pruvoti* i *Madracis pharensis*. Sve odabrane vrste su indikatori koji pokazuju stupnjeve oštećenja populacija zbog povećane temperature mora koja se kretala do 24 °C na 30 i 40 metara dubine. Utvrđena su i oštećenja uzrokovana ribolovnim alatima i invazivnim vrstama.

Ključne riječi: kameni koralji, Scleractinia, Šibensko-kninska županija, Jadransko more (79 stranica, 115 slika, 4 tablice, 48 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)
Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

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

Ocjenitelji:

Dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

Rad prihvaćen:

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Master thesis

Distribution and condition of coral populations (Anthozoa) in coralligenous biocenosis in marine area of Šibenik-Knin County

Karla Jelić

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

The Coralligenous is an endemic biocenosis of the Mediterranean Sea, spread on the firm bottom of the circalittoral, but dominated by calcareous sciaphilic algae of the Corallinaceae family. It represents a "hot spot" of biodiversity. Corals (Anthozoa) have high biodiversity within coralligenous and show a high sensitivity to global climate changes. The main causes of biodiversity loss in coralligenous are global climate change, invasive species, wastewater pollution and abandoned fishing gear. The aim of this paper is to investigate the diversity of characteristic coral species within the coralligenous community, and to study their deep distribution, status and endangerment. The research was conducted at 15 different stations within the Šibenik-Knin County and within the area of the Natura 2000 ecological network. The following characteristic coral species of the Central Adriatic are selected for monitoring: *Eunicella cavolini*, *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata*, *Savalia savaglia*, *Corallium rubrum*, *Parazoanthus axinellae*, *Caryophyllia inornata*, *Leptopsammia pruvoti* i *Madracis pharensis*. All selected types of indicators show the degree of damage to populations due to increased sea temperature, which ranged up to 24 °C at 30 and 40 meters depth. Damage caused by fishing gear and invasive species has also been identified.

Keywords: stony corals, Scleractinia, Kvarner, Adriatic Sea
(79 pages, 115 figures, 4 tables, 48 references, original in: croatian)
Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Reviewers:

Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Thesis accepted:

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	Razred Anthozoa (koralji)	1
1.1.1.	Biologija koralja	1
1.1.2.	Taksonomija koralja	3
1.2.	Koraligenska zajednica	4
1.2.1.	Ekološki čimbenici i distribucija koraligena	5
1.2.2.	Struktura i građa koraligena	6
1.2.3.	Bioraznolikost koraligena	6
1.2.4.	Koralji koraligenske zajednice	7
1.3.	Čimbenici koji ugrožavaju koraligen	17
2.	CILJ ISTRAŽIVANJA	18
3.	MATERIJALI I METODE	19
4.	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	21
5.	REZULTATI	45
6.	RASPRAVA	70
7.	ZAKLJUČCI	74
8.	LITERATURA	75
9.	ŽIVOTOPIS	80
10.	PRILOG	1

1. UVOD

1.1. Razred Anthozoa (koralji)

Koralji su jednostavne životinje i kao takvi su sposobni oblikovati vrlo složene i raznolike zajednice. To su životinje čije su stanice organizirane u tkiva. Imaju živčani sustav, rastu i razmnožavaju se, tvore kolonije te se mogu hraniti izravno organizama koji ih okružuju u vodi. Koralji su isključivo morske vrste koje su rasprostranjene diljem oceana, a može ih se pronaći na dubinama do 6000 m (Aguilar, 2004; Habdija i sur., 2021). Žive pojedinačno ili u zadrugama, a zadruge koralja grade koraljne grebene i atole (Matonićkin i sur. 1998). Koralji pripadaju jednom od najstarijih razreda životinja, čiji su fosili stari preko 500 milijuna godina, iz razdoblja prekambrija. Pripadaju koljenu Cnidaria (žarnjaci), raznolikoj skupini organizama unutar beskralježnjaka. Većina žarnjaka živi u morskim ekosustavima te je do danas poznato oko 10 000 vrsta. Razlikujemo četiri razreda unutar koljena Cnidaria, a to su Hydrozoa (obrubnjaci), Anthozoa (koralji), Cubozoa (kubomeduze) i Scyphozoa (režnjaci) (Aguilar, 2004; Habdija i sur., 2021).

1.1.1. Biologija koralja

Koralji su radijalno simetrične životinje građene na razini tkiva, bez organskih sustava (Habdija i sur., 2021). Njihova tjelesna stijenka je građena od tri sloja, a to su vanjski jednoslojni epiderm, unutarnji jednoslojni gastroderm i središnji sloj koji se zove mezogleja koja je celularizirana (Habdija i sur., 2021). Kod koralja postoji samo jedan strukturni oblik, polip, za razliku od drugih žarnjaka kod kojih postoje dva strukturalna oblika, polip i meduza. Polipi koralja su sjedilački organizmi cjevaste strukture te su kao takvi slabo pokretni (Turk, 2011). Na aboralnoj strani nalazi im se bazalna ploča kojom se pričvršćuju za podlogu, dok se na oralnoj strani nalaze usta okružena lovkama. Kod zadruga koralja nalazimo cenenheim koji predstavlja osnovu zadruge, a građen je od želatinozne mezogleje u koju se usađuju polipi. Pojedinačni polipi zadruge se zovu antakodiji, čije su gastrovaskularne šupljine međusobno povezane gastrodermalnim sustavom cijevi nazvanim solenije (Habdija i sur., 2021). U unutrašnjosti polipa se nalazi gastrovaskularna šupljina koja služi za cirkulaciju, probavu i distribuciju hrane. Ona je pregradama (septama) uzdužno podijeljena u gastralne džepove (odjeljke). Između usta i gastrovaskularne šupljine nalazi se ždrijelo bogato žljezdanim

stanicama. Na njemu se nalaze sifonoglifi ili sulkusi, trepetljikavi žljebovi kroz koje struji voda u gastrovaskularnu šupljinu. Također u probavi sudjeluje i mezenterijalni filament koji strši u gastrovaskularnu šupljinu. On sadrži bičaste stanice koje strujanjem donose hranu do stanica koje ju fagocitiraju i žljezdane stanice koje luče probavne enzime (Habdija i sur., 2021).

Osnovu epiderma i gastroderma čine epitelno-mišićne stanice. U epidermu ove stanice zovemo epitelno-mišićne stanice, a u gastrodermu se zovu gastrodermalno-mišićne stanice. Osim epitelno-mišićnih stanica u epidermu nalazimo osjetne stanice, knidocite, živčane stanice te nediferencirane intersticijalne stanice koje su sposobne razviti se u ostale tipove stanica. Kod koralja, kao i kod ostalih žarnjaka, su karakteristične žarne stanice ili knidocite. Knidocite imaju ulogu u obrani i hvatanju plijena, pokretanju i pričvršćivanju životinje te su razasute po cijeloj epidermi. Unutar knidocita smještene su adhezivne ili ljepljive strukture zvane žarnice (knide). Žarnice mogu biti nematociste, koje sadrže toksine te sporociste i ptihociste koje su bez otrova. Kod koralja su prisutna sva tri tipa žarnica. Njihove nematociste na vrhu imaju pokretnu osjetnu trepetljiku koja se naziva trepetljikavi čunj, a služi za primanje mehaničkih podražaja dok spirociste i ptihociste služe za pričvršćivanje. Mezogleja koralja je građena od želatinozne tvari te se u njoj nalaze zvjezdaste ili ameboidne stanice. Gastroderma je unutarnji sloj koji oblaže gastrovaskularnu šupljinu, a osim gastrodermalno-mišićnih stanica sadrži žljezdane stanice i živčane stanice (Habdija i sur., 2021).

Potpornu funkciju u koralja imaju skeleti sastavljeni od anorganskih i organskih tvari koji mogu biti vanjski i unutarnji. Vanjske luči epiderma, a unutarnje skleroblasti u mezogleji. Vanjski skelet je karakterističan za kamene koralje. Skelet svakog polipa se naziva koralit. Unutarnji skeleti su karakteristični za zadržne koralje iz skupine Alcyonaria. Njihov cenenhim sadrži skleroblaste koji izlučuju vapnenačke sklerodermite, sitna tjelešca nepravilna oblika. Oni mogu biti slobodni ili povezani vapnencem ili gorgoninom, proteinom- mukopolisaharidom, u osni skelet koji daje potporu čitavoj zadruzi (Habdija i sur., 2021).

Koralji su uglavnom karnivori, a hrane se planktonima, kolutićavcima, mekušcima itd. Lovkama hvataju plijen te im pri tome pomažu trepetljike na kolumni, usnoj ploči i lovkama. Ulovljeni plijen prvo probavljaju ekstracelularno u gastrovaskularnoj šupljini, uz pomoć probavnih enzima koje luče žljezdane stanice. Potom slijedi intracelularna probava u gastrodermalnim-mišićnim stanicama i to unutar hranidbenih vakuola. Neprobavljene ostatke izbacuju van kroz usta. Kod zadržnih koralja se hranjive tvari prenose u ostale jedinice zadruge putem solenija (Matonićkin i sur., 1998). Njihovoj prehrani također pridonose zooksantele, alge s kojima žive u mutualističkom odnosu (Habdija i sur., 2021).

Kontrakciju i kretanje tijela i lovaka polipa omogućavaju epidermalni i gastrodermalni mišići.

Antagonističkim djelovanjem tih mišića omogućava se kretanje polipa u svim pravcima. Epidermalni mišići su građeni od epitelnomišićnih stanica koje se nalaze s vanjske strane mezogleje, dok su gastrodermalni mišići građeni od gastrodermalnihmišićnih stanica s unutarnje strane mezogleje te su povezani sa motoričkim nastavcima živčanih stanica. Njihove živčane stanice formiraju vanjsku i unutarnju difuznu mrežu pomoću koje primaju podražaj i provode akcijski potencijal. Njihov živčani sustav je necentraliziran. Najviše osjetilnih stanica nalazi u epidermi usnog otvora i lovki. Koralji nemaju posebnih organa za ekskreciju i izmjenu plinova već se prijenos tvari odvija difuzijom preko tanke tjelesne stijenke na lovkama i cilindričnom tijelu (Habdija i sur., 2021).

Koralji se mogu razmnožavati spolno i nesporno. Nespolno razmnožavanje je češće te uključuje uzdužno dijeljenje, poprečno dijeljenje i pupanje. Kod poprečnog dijeljenja nove jedinke nastaju kao pupovi na lovkama dok se kod pupanja svaka nova jedinka razvije iz djelića raspadnute podnožne ploče. Kod spolnog razmnožavanja jednospolci imaju vanjsku oplodnju dok se kod dvospolaca oplodnja odvija u gastrovaskularnoj šupljini. Iz oplodene jajne stanice se razvija trepetljikava ličinka planula koja potom izlazi kroz usni otvor te nakon što se pričvrsti za podlogu razvija u pojedinačnog ili združnog koralja (Habdija i sur., 2021).

1.1.2. Taksonomija koralja

Koralji su isključivo morski beskralježnjaci te je do danas poznato oko 6000 vrsta koje su taksonomski podijeljene u dva podrazreda Alcyonaria ili Octocorallia i Zoantharia ili Hexacorallia. U Jadranu živi 112 vrsta (Habdija i sur., 2021).

Zoantharia su vrlo heterogena skupina kojoj pripada najveći broj koralja, čak 4000 vrsta je opisano u svjetskim morima dok je u Jadranu opisano oko 80 vrsta. Njihovi polipi imaju 6 pregrada odnosno imaju šesterozrakastu simetriju. Polipi su većinom združni, ali postoje i solitarni oblici. Podrazredu Zoantharia (Hexacorallia) pripada 6 redova (Habdija i sur., 2021). Red Actinaria (moruzgve) žive solitarno te nemaju čvrsti skelet. Opisano je 55 vrsta moruzgvi u Sredozemnom moru, a najpoznatije vrste su *Actinia equina* (Linnaeus, 1758), *Anemonia viridis* (Forsskål, 1775), *Condylactis aurantiaca* (Delle Chiaje, 1825), *Sagartia elegans* (Dalyell, 1848) i dr. (Habdija i sur., 2021). Red Scleractinia (kameni koralji) broji oko 3600 vrsta koje mogu živjeti solitarno i u zdrugama za koje je karakterističan vapnenački egzoskelet. Najpoznatije solitarne vrste u Jadranu su *Balanophyllia europaea* (Risso, 1826), *Leptosammia pruvoti* (Lacaze-Duthiers, 1897) i *Caryophyllia inornata* (Duncan, 1878), dok je od združnih

koralja najpoznatija *Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) (Habdija i sur., 2021). Red Zoanthidea češće žive u zadrugama, ali mogu biti i solitarni te im nedostaje vapnenački skelet. Red Corallimorpharia žive solitarno i u zadrugama te su bez vapnenačkog skeleta. Red Antipatharia (crni koralji) žive u zadrugama koje su uspravne i razgranjene s karakterističnim crnim skeletom izgrađenim od hitina. U Jadranu je poznat crni koralj *Antipathes subpinnata* (Ellis & Solander, 1786). Red Ceriantharia (voskovice) žive solitarno te nalikuju moruzgvama, a svojim tijelom se ukopavaju u pjeskovitu podlogu. U Jadranskom moru živi vrsta *Cerianthus membranaceus* (Gmelin, 1791) (Habdija i sur., 2021).

Podrazredu Alcyonaria (Octocorallia) pripada 6 redova, a do sada je poznato oko 2000 vrsta unutar ovog podrazreda. Imaju 8 lovki, a gastrovaskularna šupljina im je podijeljena s 8 pregrada. Većinom su zadržni. Red Stolonifera izgrađuju stolonijalne zadruge, a u Jadranu živi *Cornularia cornucopiae* (Pallas, 1766). Red Helioporacea izlučuju masivne egzoskelete od aragonita, a grade koraljne grebene u Tihom i Indijskom oceanu. Red Telestacea razvijaju manje kolonije. Red Alcyonacea koji se nazivaju i kožnatim koraljima zbog mekane zadruge. U Jadranu je poznat *Alcyonium palmatum* (Pallas, 1766) (Habdija i sur., 2021). Red Gorgonacea imaju unutarnji osni skelet od gorgonina. Najpoznatiji je crveni koralj *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) te morsko stabalce *Eunicella cavolini* (Koch, 1887). Red Pennatulacea imaju razgranate kolonije u obliku pera. U Jadranskom moru žive *Pteroeides spinosus* (Bohadsch, 1761) i *Pennatula phosphorea* (Linnaeus, 1758) (Habdija i sur., 2021).

1.2. Koraligenska zajednica

Koraligen je endemična biocenoza Sredozemnog mora (Boudouresque, 2004), rasprostranjena na čvrstom dnu cirkalitorala gdje dopiru male količine svjetlosti, a dominiraju karakteristične vapnenačke scijafilne crvene alge iz porodica Corallinaceae (Ballesteros, 2006). One ugrađuju kalcijev karbonat u svoj talus te je po njima zajednica dobila ime. Biokonstrukcijom ove alge stvaraju veće ili manje biogene nakupine s puno zasjenjenih šupljina koje su stanište brojnim beskralježnjacima (Ballesteros, 2006). Obzirom na njihov položaj i ekološki značaj unutar zajednice beskralježnjake koraligenske biocenoze dijelimo u nekoliko kategorija, a to su fauna koja uz alge pridonosi izgradnji koraligena, a čine ju mahovnjaci, mnogočetinaši, koralji i spužve koji čine 24% ukupnog broja vrsta. Potom kripto fauna koja naseljava pukotine i špilje koraligena, a čine ju mekušci, rakovi i mnogočetinaši (7%). Epifauna i endofauna koje čine veliki broj vrsta, čak 67% ukupnog broja vrsta te erodirajuće vrste koje čine 1% (Hong, 1980). Takva strukturna heterogenost omogućava veliku biološku raznolikost unutar koraligenske

zajednice zbog čega predstavlja drugo najvažnije stanište u Sredozemnom moru, nakon naselja posidonije (Boudouresque, 2004). Koraligenska zajednica je rasprostranjena diljem Sredozemnog mora izuzev obale Libanona i Izraela (Laborel, 1987).

1.2.1. Ekološki čimbenici i distribucija koraligena

Svjetlost je jedan od najvažnijih čimbenika koji utječe na stvaranje koraligena te koraligenskim vrstama odgovara smanjena količina svjetlosti (Pérès & Picard, 1964, Laubier, 1966). Alge i beskralježnjaci koji rastu u okolišu sa smanjenom količinom svjetlosti zovemo scijafilnim vrstama, za razliku od fotofilnih vrsta, koje preferiraju okoliš s povećanom količinom svjetla (Ballesteros, 2006).

Minimalna dubina za stvaranje koraligenih grebena ovisi o količini svjetlosti koja dolazi do morskog dna, odnosno na dubinama do koje dopire od 0,05% do 3% površinske svjetlosti (Ballesteros, 1992). Koraligeni grebeni razvijaju se, ovisno o prozirnosti vode, između 12 i 120 metara dubine. Ponekad koraligenske zajednice možemo pronaći i na manjim dubinama ukoliko je intenzitet svjetla smanjen zbog zamućenosti vode (Ballesteros, 2006).

Zbog sjedilačke prirode vrste koraligena imaju ograničenu ili nikakvu mogućnost preseljenja na prikladnija mjesta ukoliko se njihov okoliš promijeni zbog čega predstavljaju veoma ranjivu zajednicu. Koraligenske vrste su specijalisti, prilagođeni su uskim temperaturnim rasponima između 10 i 23 °C i ne toleriraju visoku sedimentaciju (Ballesteros, 2006). Procesom litifikacije sedimentne čestice se ugrađuju koraligenske nakupine. Iako su važne jer čine većinu vapnenačke komponente organizama koraligenske zajednice zbog velike brzine sedimentacije mogu predstavljati problem jer čestice sedimenta mogu prekriti talus inkrustirajućih alga i tako onemogućiti dotok svijetla, te spriječiti rast i razmnožavanje (Marshall, 1983; Laborel, 1961; Sartoretto, 1996). Također prilagođene su i na niske koncentracije hranjivih sastojaka u morskoj vodi, jer povećana dostupnost hranjivih sastojaka uvelike utječe na specifični sastav, inhibira rast zajednice i povećava stope uništenja (Hong, 1980).

1.2.2. Struktura i građa koraligena

Struktura koraligena ovisi o dubini, topografiji i prirodi prevladavajućih graditeljskih algi te prema tome razlikujemo dva morfološka oblika koraligena, a to su plato i strmac (Laborel, 1961). Plato se pojavljuje na horizontalnom supstratu, debljine je od 0,5 do 4 m, dok se strmac pojavljuje na vertikalnim zidovima klifova i vanjskom dijelu morskih špilja, promjenjive je debljine od 20 cm do 2 m (Laborel, 1987).

Koraligenski grebeni rezultat su djelovanja biokonstruktora i to algi i životinja te fizičkih kao i bioloških procesa erozije (Ballesteros, 1992; 2006). Najvažniji biokonstruktori koraligena su crvene alge iz porodice Corallinaceae (Laborel 1961) te su najučestalije alge *Mesophyllum alternans* (M.Lemoine, 1928) i *Pseudolithophyllum expansum* ((Philippi) M.Lemoine, 1924). Prema Sartoretto i sur. (1996), *Mesophyllum alternans* je najznačajnija alga koja gradi koraligen u sjeverozapadnom Mediteranu.

Najbrojnije grupe životinja koje čine koraligensku zajednicu su mahovnjaci (Bryozoa) s 62% brojnosti i mnogočetinaši (Polychaeta) s 23,4%. Manje brojni su žarnjaci (Cnidaria), mekušci (Mollusca) i spužve (Spongia) s 4% svaki, te rakovi (Crustacea) s 1,6% i krednjaci (Foraminifera) s 0,9% (Hong, 1980).

Osim graditelja, u koraligenu postoje i bioeroderi, organizmi koji uništavaju vapnenačke strukture. Prema Hongu (1980) postoje tri tipa bioerodera, a to su strugači, mikrobušači i makrobušači. Jedini strugači u Mediteranu su morski ježinci, *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816) i *Echinus melo* (Lamarck, 1816) (Laubier 1966; Sartoretto 1996). Mikrobušači su cijanobakterije, zelene alge i gljive dok makrobušače čine mekušci (Mollusca), štrcaljci (Sipuncula), mnogočetinaši (Polychaeta) i spužve (Spongia) (Sartoretto, 1996).

1.2.3. Bioraznolikost koraligena

Ovisno o nagibu stijene i o ekološkim uvjetima, kao što su morske struje, sedimentacija, temperatura ili slanost, koraligenska biocenoza bit će naseljena drugačijim organizmima te je prema broju vrsta koje je naseljavaju, drugo stanište u Sredozemnom moru, nakon naselja posidonije (Boudouresque, 2004). Struktura koraligena je kompleksna i upravo zbog toga omogućava život mnogim organizmima pa se procjenjuje se da u njoj živi oko 1600 vrsta (Ballesteros, 2006). Zbog svoje bioraznolikosti privlačna je ronionicima koji mogu uočiti različite vapnenačke alge, gorgonije, koralje, spužve, ribe, mekušce i druge organizme (Ballesteros,

2006).

U koraligenskoj zajednici Jadrana dominiraju koralji, spužve i mahovnjaci (Kružić, 2007). Najveći mahovnjak u Jadranskog mora koji je bitan graditelj koraligena je *Pentapora fascialis* (Pallas, 1766) (Novosel, 2007). Među najčešćim rakovima koraligena su jastog *Palinurus elephans* (Fabricius, 1787) i antenska kozica *Stenopus spinosus* (Risso, 1826). Od riba koje se pojavljuju u koraligenu su škrpina *Scorpaena scrofa* (Linnaeus, 1758), smokva *Labrus bimaculatus* (Linnaeus, 1758) i kirnjica *Anthias anthias* (Linnaeus, 1758) koja nastanjuje rupe u koraligenu (Babačić-Ajduk, 2010).

1.2.4. Koralji koraligenske zajednice

Koralji unutar koraligenske zajednice imaju važnu ulogu u fiksiranju hranjivih tvari, prosijavanju sedimenta te tako stvaraju kalcijev karbonat i veliku biomasu. Služe i kao supstrat za naseljavanje epibiontima. Gorgonije su često kolonizirane mahovnjacima (*Pentapora fascialis* (Pallas, 1766) ili *Turbicellepora avicularis* (Hincks, 1860)), obrubnjacima (*Eundendrinum* sp., *Sertularella* sp.) ili spužvama (*Dysidea* sp., *Hemimyscale columella*), a mogu služiti i kao skladišta jaja za vrste poput mačke bljedice *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) (Aguilar, 2004).

Poznato je preko 40 vrsta koralja koji grade koraligensku zajednicu. Najkarakterističnije vrste koraligena su gorgonije *Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolini*, *E. singularis*, *E. verrucosa* te crveni koralj *Corallium rubrum* i morske ručice *Alcyonium palmatum*. Osim tih koralja jako često pronalazimo i koralje poput žute koraste moruzgve *Parazoanthus axinellae*, žutu čašku *Leptosamnia pruvoti* i zvjezdani koralj *Astroides calycularis* (Aguilar, 2004).

Crveni koralj, *C. rubrum* zbog komercijalne eksploatacije ima znatno smanjenu brojnost u gotovo svim sredozemnim zemljama (Weinberg, 1991). Također, ugrožene su i populacije gorgonija poput *P. clavata*, *E. cavolini* i *E. singularis* te žuta gerardija, *Gerardia savaglia* (Bertoloni, 1819), koje ronionci oštećuju i vade, čineći te populacije još malobrojnijima (Coma i sur., 2004; Boudouresque, 2004).

1.2.5. Opis istraživanih vrsta koralja

Parazoanthus axinellae Schmidt, 1862

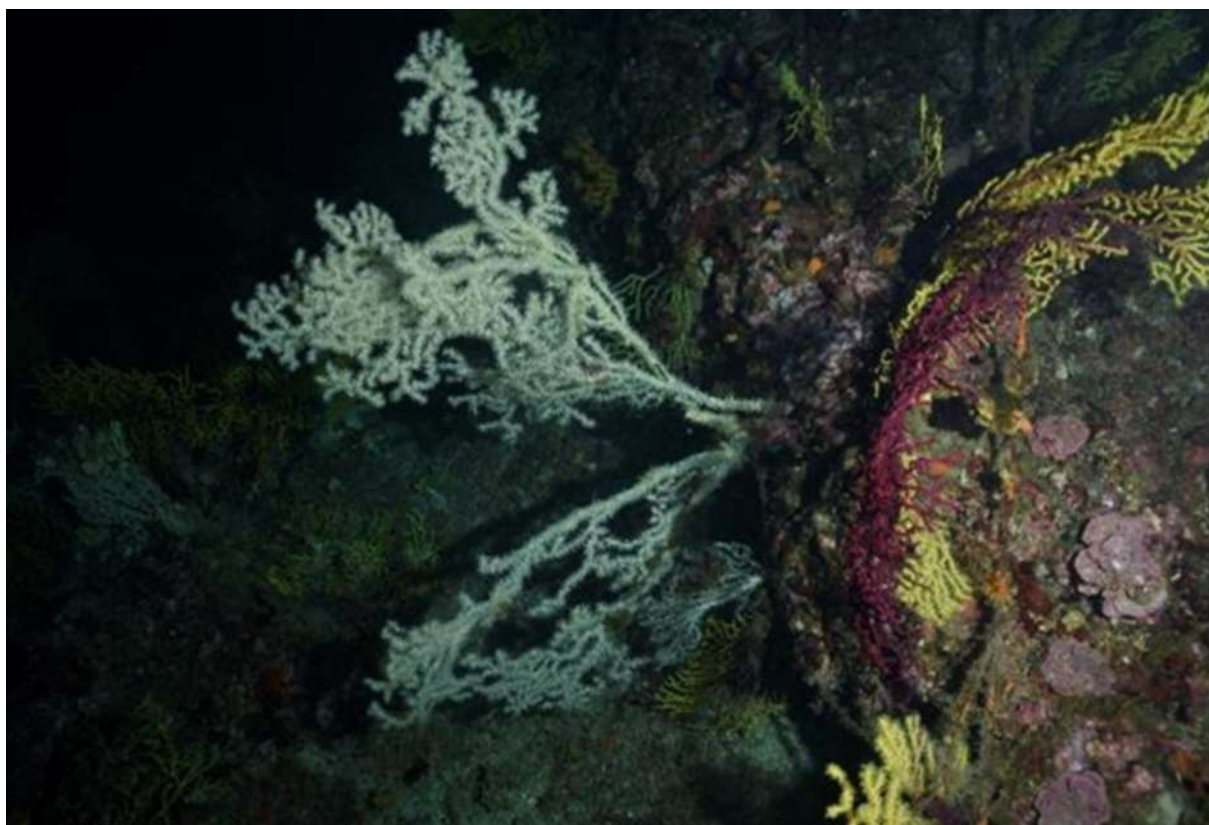
Opis: *Parazoanthus axinellae* je vrsta koja živi u obliku kolonija karakteristične zlatnožute ili narančaste boje (Slika 1). Pojedini polip velik je do 3 cm. **Stanište:** *Parazoanthus axinellae* živi od 10 do 200 metara dubine, no uvijek na izrazito sjenovitim predjelima. Vrlo je učestao u većim pukotinama i u podvodnim šupljinama, gdje povremeno prerasta velike površine. Kao epibiont naseljava i spužve, pogotovo one iz rodova *Axinella* ili *Agelas*, kao i druge organizme, npr. neke vrste mješčićnica. Raste i na goloj kamenitoj podlozi u sjenovitim pukotinama. Dubina rasprostranjenosti je od 10 do 50 metara. **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora.



Slika 1. Kolonija zadružne moruzgve *Parazoanthus axinellae* na postaji Sedlo. Dubina 33 metra

Savalia savaglia (Bertoloni, 1819)

Opis: *Savalia savaglia* ima rožnat skelet koji podupire zadrugu (Slika 2). Polipi su zlatnožute boje i nabreklog, ovalnog oblika. Lepezaste su kolonije vrlo jake, tek djelomično savitljive. Pojedine zadruge mogu narasti i preko 1 metra. **Stanište:** *Savalia savaglia* je svojstvena koraligenska vrsta koja živi isključivo na strmim stijenama cirkalitoralnog pojasa na dubinama većim od 40 metara. Rado naseljava izložene predjele stijena, na mjestima na kojima se pojavljuju izrazite morske struje. Često je pomiješana s crvenom gorgonijom (*Paramuricea clavata*) koje ponekad prerasta. Može prerastati i druge odumrle organizme .

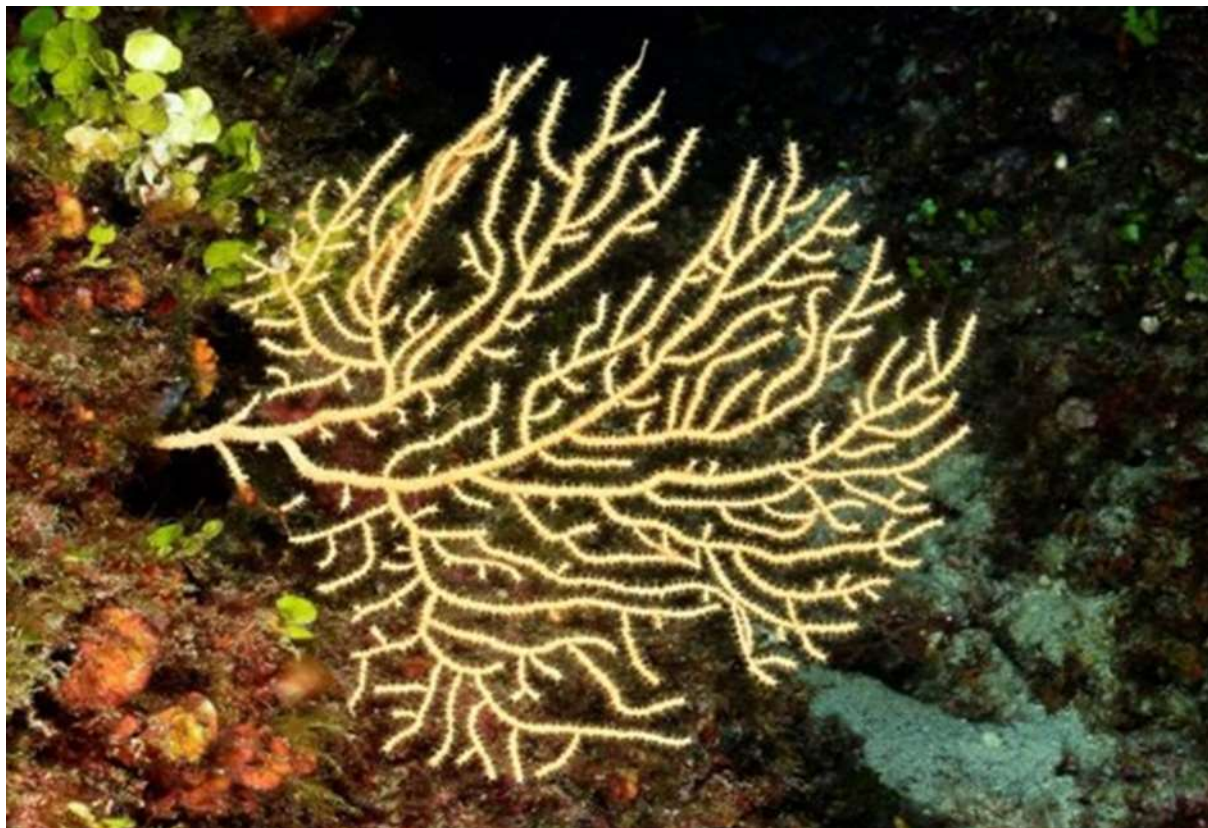


Slika 2. Gerardija *Savalia savaglia* na postaji Tetovišnjak. Dubina 48 metara.

Eunicella cavolini (Koch, 1887)

Opis: Vrsta žuta rožnjača je kolonija polipa s unutarnjim rožnatim osnim skeletom. Kolonija je razgranata i lepezastog oblika (Slika 3). Polipi su vrlo mali. Osnovna je boja zadruge žuta, ponekada žuto-narančasta. Kolonije mogu narasti do 50 cm. **Stanište:** Žuta rožnjača je scijafilna vrsta koja može živjeti i u plitkoj vodi (od 8 metara dubine), no uvijek u rupama i na jako sjenovitim predjelima stijena. U velikom broju naseljava kamenitu podlogu ili kamenite blokove u području donjeg infralitorala i gornjeg ruba cirkalitorala. Morske struje, čista voda i vapneno dno uvjeti su za njen uspješan rast. „Grane“ kolonije morskog stabalca često prerasta

vrsta *Alcyonium coralloides*. Dubina rasprostranjenosti u Jadranu je od 8 do 65 metara dubine. Ugroženost ove vrste utvrđena je na svim dubinama na kojima se rasprostire.



Slika 3. Žuta rožnjača *Eunicella cavolini* na postaji Babuljaš. Dubina 36 metara.

Eunicella singularis (Esper, 1791)

Opis: Bijela gorgonija je kolonija polipa koji izrastaju iz gotovo ravnih grančica raspoređenih u lepezu (Slika 4). Zadruga se razgranjuje već u bazi, pojedinačne su grančice raspoređene usporedno i slabo su razgranate. Polipi su mali. Osnovna je boja kolonije bijela, no zbog simbiotskih alga zooxantela u polipima često može biti i zelena. Doseže visinu do 50 cm.

Stanište: *Eunicella singularis* naseljava gornje dijelove stijena na dubinama između 10 i 30 metara. Česta je i na mekom dnu, na kojem se pričvršćuje na manje tvrde ostatke. Za sve istraživane postaje utvrđen je relativno mali broj kolonija (uglavnom manje od 10 kolonija po postajama, a i one su vrlo sporadično rasprostranjene). **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora. Kod ove vrste dolazi do izbacivanja simbiotskih zooxantela iz polipa kolonija (kao kod simbiotskih kamenih koralja), što je najčešće dokaz temperaturnog šoka.



Slika 4. Kolonija bijele gorgonije *Eunicella singularis* na postaji Kukuljar. Dubina 21 metara. Na slici se vide vršna oštećenja kolonija.

Paramuricea clavata (Risso, 1826)

Opis: Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* tvori velike lepezaste kolonije s jakim središnjim rožnatim skeletom. Kolonije su vrlo razgranate, no obično samo u jednoj ravnini. Polipi su mnogo veći nego u morskih stabalaca iz roda *Eunicella*. Cijela je kolonija grimizno crvene boje, a pojedini dijelovi mogu biti i žute boje. Neke su kolonije čak pretežito žute boje i očuvani su samo crveni rubovi. Kolonije mogu narasti i preko 1 metra u promjeru i takve su česte na istraživanim postajama. **Stanište:** *Paramuricea clavata* je scijafilna vrsta koja naseljava strme stijene na dubinama najčešće većim od 30 m, uglavnom na mjestima na kojima postoji stalno strujanje morske vode (Slika 5). Zahtijeva nisku sedimentaciju i čisto more. Dubina rasprostranjenosti u Jadranu najčešća je od 35 do 80 metara.



Slika 5. Kolonija crvene gorgonije *Paramuricea clavata* na postaji Blitvenica. Dubina 44 metara.

Corallium rubrum (Linnaeus, 1758)

Opis: Crveni koralj gradi razgranate kolonije s tvrdim unutarnjim rožnatim skeletom i vapnenim skleritima. Organska je kora mutno crvene boje i u nju su usađeni pojedinačni bijeli polipi (Slika 6). Unutarnji skelet može imati različite nijanse crvene boje, a iznimno može biti i bijel. Može narasti do 40 cm, u prosjeku oko 15 cm. **Stanište:** Crveni koralj živi na strmim stijenama ili grebenima na dubinama između 30 i 200 m. Čest je u polutamnim šupljinama u

kojima je u pravilu pričvršćen na svod i visi prema dolje. Predstavnik je koraligenske biocenoze koji zahtijeva nisku sedimentaciju i potpuno čisto more. U Sredozemnom moru predstavlja vodeću vrstu cirkalitoralnih biocenoza polutamnih špilja. Crveni koralj se u Sredozemnom moru, a pogotovo u Jadranu, sakuplja u velikom broju. Stoga je vrsta ponegdje vrlo rijetka i smatra se ugroženom. U Jadranu je crveni koralj strogo zaštićen. Dubina rasprostranjenosti u Jadranu je od 40 do 120 metara. **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora. Vrsta je ugrožena i zbog nekontroliranog vađenja.



Slika 6. Mala kolonija crvenog koralja *Corallium rubrum* na postaji Sedlo. Dubina 45 metara.

Madracis pharensis (Heller, 1868)

Opis: Vrsta *Madracis pharensis* živi u manjim zadrugama (Slika 7). U pojedinoj se zadrugi nalazi oko 10-15 primjeraka koralita (časki). Ležišta pojedinih polipa udubljena su u vapneni skelet kolonije. Pojedina zadruga ima promjer od nekoliko cm i oblik malih jastučića. Kolonija je obično prljavo bijele boje. Polipi su bijeli ili blijedo ružičasti kod kolonija u špiljama, a zeleno smeđi (zbog simbiotskih alga zooxantela) kod kolonija na ulazu u špilje, na osvijetljenom dijelu. Lovke su relativno kratke. **Stanište:** Ova je vrsta izraziti predstavnik faune i biocenoza tamnih šupljina. Ponegdje može potpuno prerasti svodove i lukove rupa u kojima raste. Dubina rasprostranjenosti u Jadranu je od 15 do 60 metara. **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora. Kod stresa gubi simbiotske zooxantele (izbjeljivanje ili „bleaching“ koralja).



Slika 7. Kolonije vrste *Madracis pharensis* na postaji Rt Ploča. Dubina 40 metara.

Caryophyllia inornata (Duncan, 1878)

Opis: Vrste roda *Caryophyllia* pripadaju solitarnim kamenim koraljima s tvrdim vapnenim skeletom. Ovisno o vrsti, presjek čaške može biti ovalan ili okrugao (Slika 8). Donji dio čaške nije ili je tek neznatno ukrivljen. Baza čaške jednako je široka ili je tek neznatno uža od gornjega dijela. Rub čaške različito je nazubljen i lagano uzdignut iznad usne ploče. Polipi mogu biti smeđe, bijele ili ružičaste boje, a mogu narasti do 3 cm u visinu i prosječno 1 cm u promjeru.

Stanište: Vrste uglavnom žive u šupljinama i većim rupama, kao i na drugim tvrdim podlogama na dubinama od 10 do 500 m. Dubina rasprostranjenosti u Jadranu je od 10 do 80 metara.

Ugroženost: Vrsta je vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora zbog klimatskih promjena.



Slika 8. Vrsta *Caryophyllia inornata* na postaji Sedlo. Dubina 42 metra.

Leptopsammia pruvoti Lacase-Duthiers, 1897

Opis: *Leptopsammia pruvoti* je solitaran kameni koralj s polipima boje limuna (Slika 9). Koralji se iznimno mogu združiti u male, niske i slabo povezane kolonije. Presjek čaške je okrugao, a prosječna je veličina pojedinog koralja 3 cm. **Stanište:** *Leptopsammia pruvoti* živi pričvršćena na stijene i veće kamene blokove u dubinama između 10 i 50 metara. Vrlo je česta i na ulazima u šupljine i veće rupe. **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora. Vrsta stradava i ronilačkim turizmom, udaranjem perajama i stvaranjem džepova zraka na stropovima špilja i polušpilja.



Slika 9. Polipi vrste *Leptopsammia pruvoti* na postaji Rt Ploča. Dubina 40 metara.

1.3. Čimbenici koji ugrožavaju koraligen

Dinamička ravnoteža između biokonstrukcije i biodestrukcije je važna za opstanak koraligenske zajednice, a različiti poremećaji u okolišu mogu smanjiti konstrukcijsku aktivnost i pogodovati biodestrukciji. Globalne klimatske promjene tijekom posljednjih nekoliko desetljeća uzrokovale su masovna izumiranja bentoskih organizama u cijelom svijetu pa tako i u koraligenskoj zajednici (Garrahou i sur., 2009; Ballesteros, 2006; Cerrano i Bavestrello, 2009; Coma i sur., 2009). Takvi događaji su rezultat visokih ljetnih temperatura i slabog miješanja vodenog stupca kao posljedica globalnog zatopljenja (Ballesteros, 2006). Ocean trenutno apsorbira 25% emisije CO₂ iz svih antropogenih izvora koji reagira s vodom i stvara ugljičnu kiselinu. Ugljična kiselina potom disocira na bikarbonatne ione i protone, koji onda reagiraju s karbonatnim ionima, smanjujući dostupnost karbonata u biološkim sustavima, što ih čini nedostupnim morskim kalcifikatorima poput koralja (Hoegh-Guldberg i sur., 2007).

Onečišćenje otpadnim vodama negativno utječe na strukturu koraligenske zajednice. Takvim zagađenjem smanjuje se broj i gustoća jedinki odgovornih za izgradnju koraligena, a povećava se broj bioerodera. Također dovodi i do gubitka nekih taksonomskih skupina i povećanja visoko tolerantnih vrsta (Hong, 1980). Kočarenje je najdestruktivnija metoda ribolova koja uništava koraligen. Osim što fizički uništava koraligene strukture povećava i sedimentaciju što negativno utječe na fotosintetsku proizvodnju algi i njihov rast (Palanques i sur., 2001).

Invazivne alge predstavljaju prijetnju za koraligensku zajednicu, a jedna od njih je crvena alga *Womersleyella setacea* (Norris, 1992). Ona formira gusti sloj na koralinskim algama koji smanjuje dostupnost svjetlosti te tako onemogućava fotosintezu i njihov rast. Zbog većeg zadržavanja sedimenta na njima onemogućava i interakciju algi s drugim vrstama (Ballesteros, 2006). *Caulerpa taxifolia* (Vahl Agardh, 1817) i *C. cylindracea* ((Forsskål) J. Agardh, 1873) su također invazivne vrste rasprostranjene u Mediteranu (Meinész, 1999).

Ronioci svojim neopreznim aktivnostima također mogu negativno djelovati na strukturu koraligena. Posebno su ugroženi mahovnjaci i gorgonije (Sala i sur., 1996), ali i ostali organizmi koji imaju krhke skelete i spore stope rasta te se smatra da bi u budućnosti mogle dominirati vrste koje su otporne na eroziju poput inkrustrirajućih i masivnih organizama (Garrahou i sur., 2009).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada je istražiti raznolikost karakterističnih vrsta koralja unutar koraligenske zajednice na 15 odabranih lokaliteta podmorja Šibensko-kninske županije, te proučiti njihovu dubinsku rasprostranjenost, status i ugroženost, odnosno stupanj njihove oštećenosti. Time će se dobiti uvid u trenutno stanje i stupanj ugroženosti koraligenske biocenoze kako bi se mogla planirati zaštita ovog ekološki iznimno važnog staništa u Jadranskom moru. Procijenit će se i zastupljenost ugroženih i zakonom zaštićenih vrsta, te njihov status unutar koraligenske biocenoze, posebno stanje vrsta koralja indikatora koraligenske biocenoze. Istražit će se negativni utjecaji poremećaja unutar koraligenske biocenoze povezanih sa globalnim promjenama (klimatske anomalije, negativan utjecaj ribarstva, pojava invazivnih stranih vrsta).

3. MATERIJALI I METODE

Terenska istraživanja obavila sam uz otočiće Blitvenica, Babuljaš Mali, Hrid Kukuljar, Drvenik, Mali Borovnjak, Rt Kabal, uvala Tratinska, Rt Fauc, Rt Plača, Otočić Dražemanski, Otočić Sedlo, Hrid Balkun, uvala Balun, Veli Tetovišnjak i Veli Skrižanj tijekom proljeća i ljeta 2019. i 2020. godine. Odredila sam tip i konfiguraciju dna, te sam nacrtala profile istraživanih postaja. Na svim istraživanim područjima sam utvrdila raspored životnih zajednica, te napravila inventarizaciju pripadajuće flore i faune. Monitoring koralja napravila sam ronjenjem autonomnom ronilačkom opremom do 60 metara dubine. Na svakoj postaji obavila sam vizualni pregled profila prilikom čega sam utvrdila rasprostranjenost i protezanje (minimalna i maksimalna dubina) istraživane koraligenske biocenoze. Monitoring sam napravila prema protokolima Garrabou i sur. (2015 i 2018).

Sakupljene uzorke koralja koje nisam mogla determinirati *in situ* sam konzervirala u 70%-tnom alkoholu ili 4%-tnom formalinu. Koralje sam determinirala u Laboratoriju za biologiju mora Zoologijskog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu uz korištenje sljedećih radova: Cabioc'h i sur. (1992), Calvo (1995), Falciai i Minervini (1992), Jardas (1996; 1997), Pérès i Picard (1964), Poppe i Goto (1991), Poppe i Goto (1993), Riedl (1991), Rodriguez-Prieto i sur. (2013), Sabelli i sur. (1990), Schmidt (1972), Tortonese (1965), Turk (1996, 2011), Zavodnik i Šimunović (1997), Weinberg (1991, 1993) i Zibrowius (1980). Za sve sakupljene uzorke postoji dozvola Zavoda za zaštitu prirode. Sakupljeni materijal pohranila sam u Laboratoriju za biologiju mora Zoologijskog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Temperaturu mora mjerila sam na dubinama od 30, 40 i 50 metara pomoću *Onset Computers* data loggera. To su elektronički mjerni uređaji s memorijom za pohranu podataka koji izabrane parametre mogu mjeriti u programiranim razmacima i trajanju od više godina. Temperatura je mjerena svakih sat vremena te sam iz tih podataka izračunala prosječne mjesečne vrijednosti za svaku postaju. Zbog nedovoljno data loggera, a i obzirom da je sama analiza skupa uređaje sam postavila samo na dvije postaje, Blitvenica i Veli Tetovišnjak (Slika P1). Ostali fizikalno-kemijski parametri (salinitet, pH morske vode, koncentracija otopljenog kisika) mjereni su pomoću oceanografske sonde Seabird SBE19plus V2. Dobivene vrijednosti ekoloških čimbenika usporedila sam sa stanjem populacija na istraživanim postajama.

Za potrebe istraživanja i monitoringa koralja koristila sam metodu fotografiranja kvadrata. Koristila sam fotoaparat Nikon D810 u Sea&Sea podvodnom kućištu. Po postaji sam fotografirala 120 kvadrata (50 x 50 cm, podijeljenih na 4 polja veličine 25 x 25 cm) (Slika P2A i P2B i P2C). Uz kvadrate, dodatno su fotografirane i druge vrste važne za monitoring vrsta i staništa, te moguća oštećenja na vrstama, smještene izvan odabranih kvadrata, ali ove fotografije nisu ušle u analize obuhvaćene ovih diplomskim.

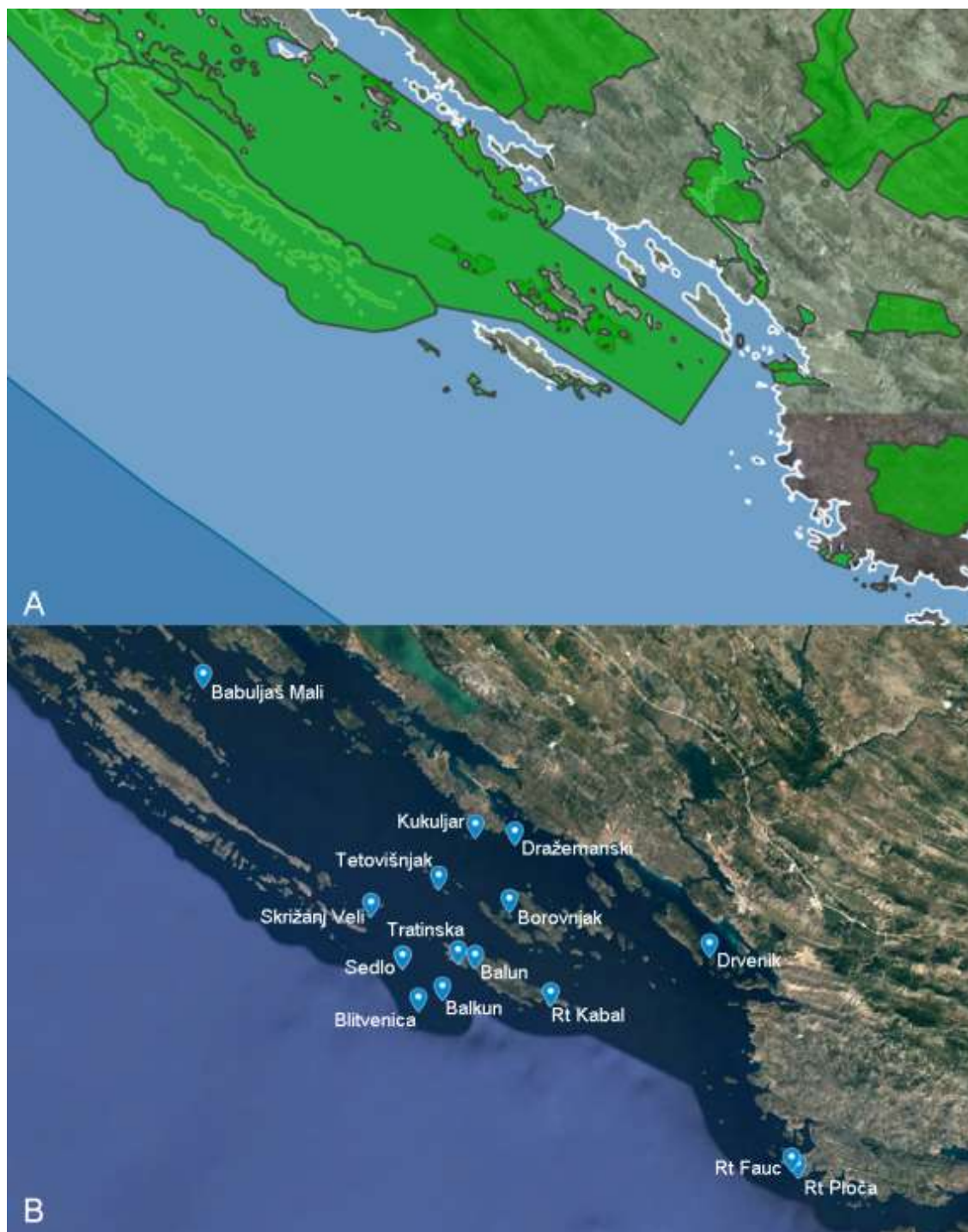
Odabrala sam indikatorske vrste karakteristične za koraligensku biocenu istočnog dijela Jadranskog mora i istovremeno vrste koje su osjetljive na promjene temperature mora, te negativne antropogene utjecaje (Cabioch i sur., 1992; Calvo i sur., 1995, Rodić, 2015). Za svaki fotografirani kvadrant sam bilježila prisutnost, broj, veličinu i ugroženost tih vrsta. Odabrane vrste su: *Eunicella cavolini* (Koch, 1887)*, *Eunicella singularis* (Esper, 1791)*, *Paramuricea clavata* (Risso, 1826)*, *Savalia savaglia* (Bertoloni, 1819)*, *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758)*, *Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862), *Caryophyllia inornata* (Duncan, 1878), *Leptopsammia pruvoti* (Lacaze-Duthiers, 1897), *Madracis pharensis* (Heller, 1868). Asterisk uz ime vrste označava zakonom zaštićene vrste (NN 144/2019, 73/2016).

Dodatno sam, na izabranim istraživanim postajama, željela utvrditi oštećenje gorgonija. U tu svrhu napravila sam vizualni cenzus duž transekta 10 x 1 metar na istraživanim postajama. Transekt sam koristila za procjenu postotnog dijela golog skeleta i obraštaja na njemu po svakoj gorgoniji (cijela populacija ili kod većih populacija barem 100 kolonija). Smatra se da je kolonija pogođena kada stopa nekroze čini više od 10% njene ukupne površine (Slika P3). Za oštećene kolonije također treba bilježiti je li nekroza nedavna (prisutnost ogoljenog kostura ili osi) ili kostur koloniziraju pionirske vrste (poput alga, obrubnjaka i sl.), ili je stara (kostur prekriven vrstama poput mahovnjaka, vapnenastih crvenih alga). Moguće je da su prisutne obje vrste nekroze i epibioze (Slika P3). Grafove oštećenosti i smrtnosti jedinki i kolonija koralja napravila sam samo za vrste s većim oštećenjem populacije, a to su vrste *Eunicella cavolini*, *Paramuricea clavata*, *Corallium rubrum*, *Leptopsammia pruvoti*.

Statističku obradu (Bray-Curtis indeks sličnosti) napravila sam u programu Primer 6.0., za brojnost i raznolikost vrsta na istraživanom području.

4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Dio istraživanih postaja nalazi se u području ekološke mreže Natura 2000 (Slika 10A). Ukupno je istraženo 15 postaja (Slika 10B).



Slika 10. Područje morskog dijela ekološke mreže Natura 2000 u Šibensko-kninskoj županiji (A) i istraživane postaje (B).

4. 1. Blitvenica (N 43° 37' 27, E 15° 34' 28)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000092 Blitvenica

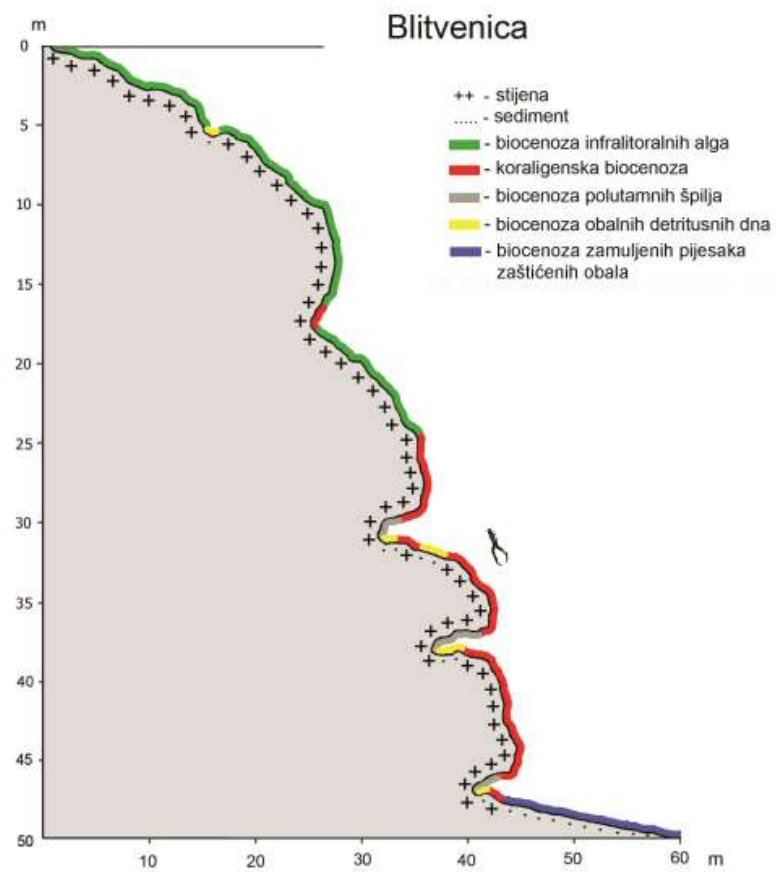
Istraživana postaja nalazi se na južnoj, vanjskoj strani otočića Blitvenica (Slika P4). Okomita hridinasta litica s nekoliko većih polušpilja spušta se do dubine od 47 metara (Slika 11).

U biocenozi fotofilnih alga, koja se spušta do 24 metara dubine, razvijena su gusta naselja vrsta zelenih alga *Acetabularia acetabulum* (Linnaeus, 1952), *Codium bursa* (Agardh, 1817) i *Codium vermilara* (Delle Chiaje, 1829), crvene alge *Womersleyella setacea* te brojni primjerci kamenog koralja *Balanophyllia europaea* (Risso, 1826), žute moruzgve *Parazoanthus axinellae*, ručice *Alcyonium acaule* (Marion, 1878) i obrubnjaka *Eudendrium racemosum* (Cavolini, 1785). Na dubini od 16 do 17 metara u zasjenjenom dijelu utvrđena je koraligenska biocenoza s crvenom algom *Lithophyllum stictiforme* ((J.E. Areschoug) Hauck, 1877).

Duž strmca na dubini od 24 do 47 metara razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominiraju spužve *Spongia agaricina* (Pallas, 1766), *Axinella cannabina* (Esper, 1794) i *Haliclona mediterranea* (Griessinger, 1971), gorgonije *Eunicella cavolini* i *Paramuricea clavata*, crveni plaštenjak *Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767), te zadružni mnogočemeniš *Filograna* sp. (Slika P5). Na dubini između 42 i 44 metra utvrđene su kolonije vrste *Savalia savaglia* (Bertoloni, 1819) (Slika P6).

Na rubovima polušpilja rastu crvene alge *Mesophyllum expansum* i *Lithophyllum stictiforme*. Mnoge polušpilje i pukotine u stijeni bogato su obrasle karakterističnim vrstama kamenih koralja *Caryophyllia cyathus* (Ellis & Solander, 1786), *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii* i *C. inornata*, te mahovnjaka *Smittina cervicornis* (Pallas, 1766).

Od 47 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna koja se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Ljuštuno dno prekrivaju crvene alge *Vidalia volubilis* ((Linnaeus) Agardh, 186) i *Lithophyllum racemus*. U rupama, na dubini od 46 metara utvrđene su manje populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slika P7). Najveća dubina ronjenja bila je 47 metara.



Slika 11. Profil Blitvenica s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4. 2. Babuljaš Mali (N 43° 52' 37, E 15° 20' 59)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000473 Babuljaši i okolni grebeni

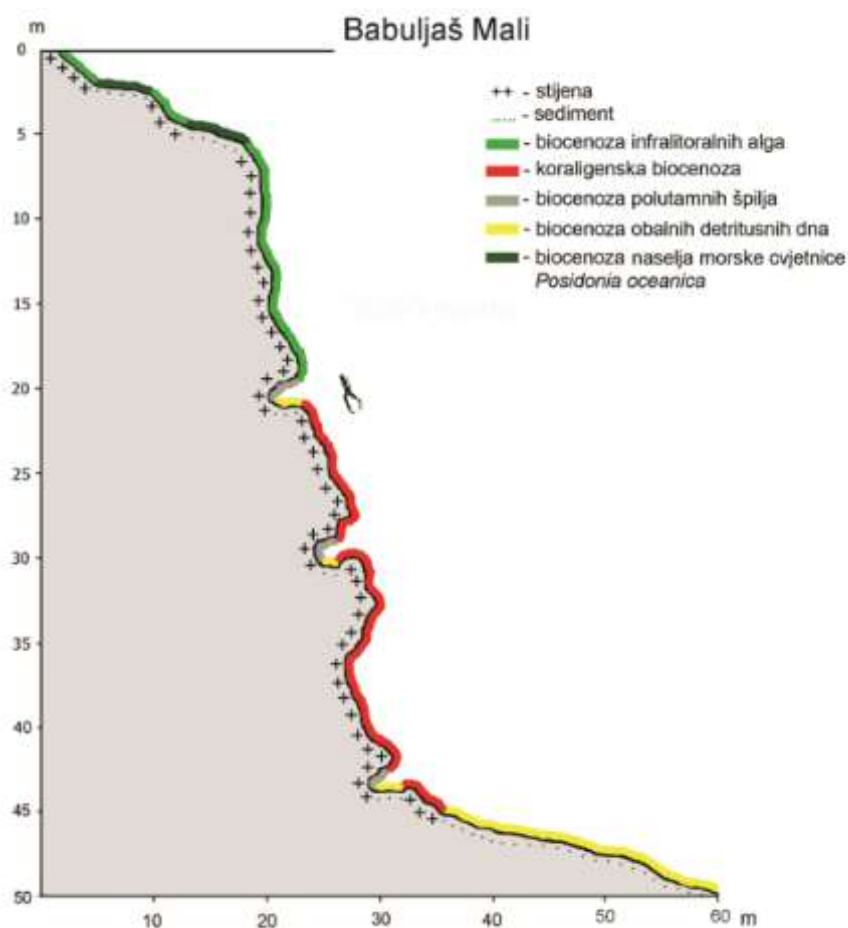
Istraživana postaja nalazi se na zapadnoj, vanjskoj strani otočića Babuljaš Mali (Slika P8). Relativno položena supralitoralna stepenica visoka je oko tri metra i izložena je udarima valova. Do dubine od 6 metara dno pada pod kutom od 15 do 20° (Slika 12). Uz biocenozu fotofilnih alga na tvrdoj podlozi, utvrđena su i gusta naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 19 metara. Ovdje su razvijena gusta naselja vrsta zelenih alga *Codium bursa*, *C. dichotomum*, *Anadyomene stellata* i *Flabellia petiolata*, smeđe alge *Padina pavonica* ((Linnaeus) Thivy, 1960) te crvene invazivne alge *Womersleyella setacea*. Brojne su i jedinke kamenog koralja *Balanophyllia europaea*, moruzgve *Aiptasia mutabilis* (Gravenhorst, 1831) i *Anemonia viridis*, te obrubnjaka *Eudendrium racemosum*, *E. rameum* i *Aglaophenia latecarinata* (Allman, 1877). Česte su i ribe *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758), *Coris julis* (Linnaeus, 1758) i *Spicara maena* (Linnaeus, 1758). Uz biocenozu fotofilnih alga ovdje je u zasjenjenim dijelovima razvijena i koraligenska biocenoza s karakterističnom vrstom žute gorgonije *Eunicella cavolini*. Okomita hridinasta litica s par manjih polušpilja dalje se spušta pod kutom od 80° do dubine od 45 metara. Unutar polušpilja na 20, 30 i 43 metra dubine na tvrdoj podlozi utvrđene su koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja, dok je na sedimentnom (ljuštornom) dnu razvijena biocenoza obalnih detritusnih dna. Uz rubove polušpilja utvrđene su crvene alge *Mesophyllum expansum* i *Lithophyllum stictiforme*, kolonijalni koralj *Madracis pharensis* i jedinke crvene ručice *Alcyonium acaule*.

Dalje duž strmca na dubini od 19 do 45 metara razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominiraju spužve *Axinella cannabina*, *Aplysina cavernicola* (Vacelet, 1959) i *Haliclona mediterranea*. Od žarnjaka su najbrojniji *Parazoanthus axinellae*, *Caryophyllia inornata*, *C. smithii*, *Hoplangia durothrix* (Gosse, 1860) i gorgonije *Eunicella cavolini* i *Paramuricea clavata*, a česti su i mahovnjaci *Calpensia nobilis* (Esper, 1796), *Margaretta cereoides* (Ellis, 1786) i *Schizobrachiella sanguinea* (Norman, 1868), te crveni plaštenjak *Halocynthia papillosa* (Slike P9 i P10).

Na rubovima polušpilja razvijene su crvene alge *Mesophyllum expansum* i *Peyssonnelia squamaria*. U polušpiljama su utvrđene karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Polycyathus muelleriae* (Abel, 1959), *Phyllangia mouchezi* (Lacaze-Duthiers, 1897) *Caryophyllia smithii* (Scacchi, 1856), *Hoplangia durothrix* i *Madracis pharensis* (Heller,

1868). Unutar koraligenske biocenoze pronađen je velik broj ribolovnog materijala, novo bačenih i ostavljenih starih vrša i ribarskih mreža.

Od 45 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Ljuštuno dno prekrivaju crvene alge *Vidalia volubilis* i *Lithophyllum racemus*. Najveća dubina ronjenja bila je 48 metara.



Slika 12. Profil Babuljaš Mali s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4. 3. Hrid Kukuljar (N 43° 45' 34, E 15° 38' 03)

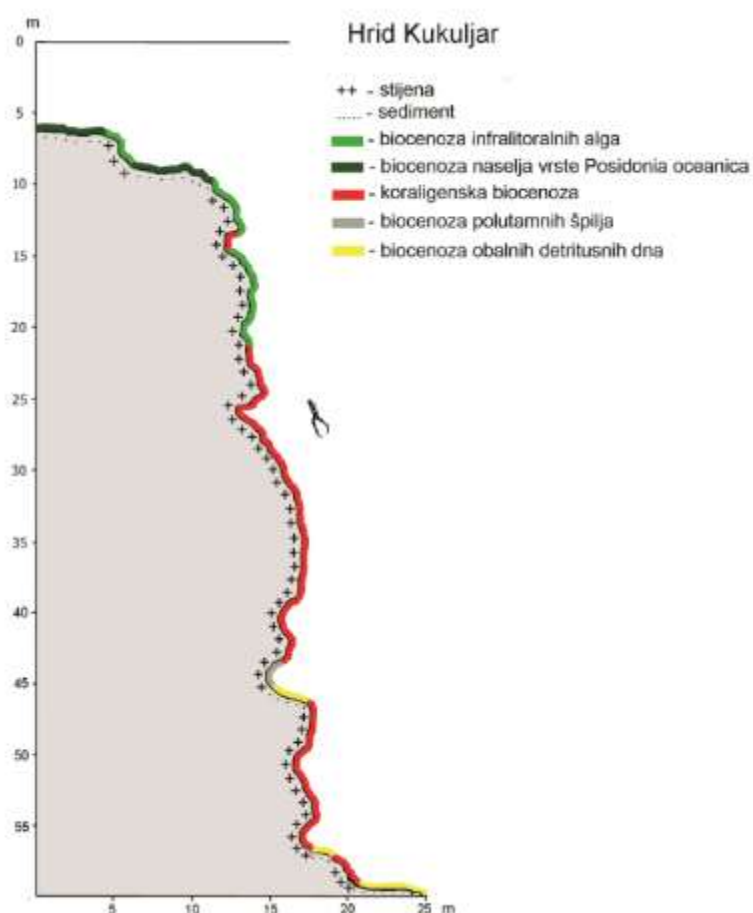
ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000444 Kukuljari

Istraživano područje nalazi se kod otoka Kukuljara, južno od uvale Sv. Nikola na otoku Murteru (Slika P11). Postaja je izrazito izložena udarima valova.

Duž strmca na dubini od 6 do 23 metara razvijena je biocenoza infralitoralnih alga (Slika 13). Prevladavaju zelene alge *Acetabularia acetabulum* i *Codium bursa*, te smeđe alge *Padina pavonica* ((Linnaeus) Thivy, 1960) i *Cystoseira corniculata* ((Turner) Zanardini, 1841). Na dubini od 14

metara utvrđena je manja polušpilja s brojnim žarnjacima, a prevladavaju žuta moruzgva *Parazoanthus axinellae* i kameni koralj *Leptopsammia pruvoti*. Utvrđene su i kolonije crvene ručice *Alcyonium acaule*. Od 22 do 58 metara dubine razvijena je koraligenska biocenoza.

Ovdje su utvrđene karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii*, *C. inornata*, *C. cyathus*, *Coenocyathus anthophyllites*, *C. cylindricus*, *Cladopsammia rolandi* (Lacaze-Duthiers, 1897), *Ceratotrochus magnaghii* (Cecchini, 1914), *Phyllangia mouchezi* i *Hoplangia durothrix*. Utvrđen je i veći broj spužve *Axinella cannabina* i zadružne moruzgve *Parazoanthus axinellae* (Slika P12). Od riba je česta škrpina *Scorpaena scrofa* (Linnaeus, 1758) (Slika P13). Od 58 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocенозом obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 15° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 58 metara.



Slika 13. Profil Hrid Kukuljar s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

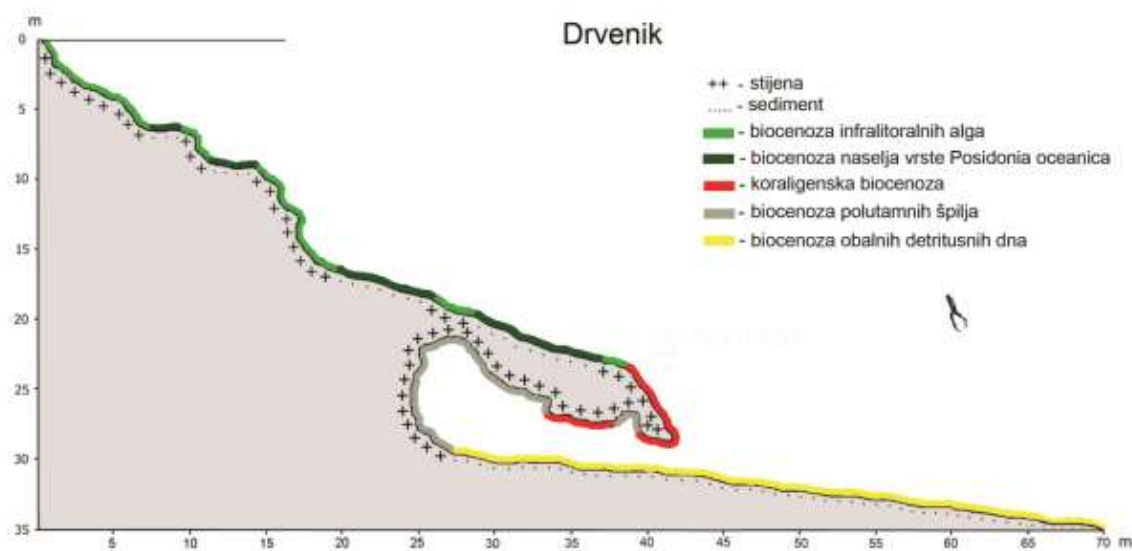
4. 4. Drvenik (špilja) (N 43° 39' 57, E 15° 52' 40)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000474 Otočić Drvenik

Istraživana postaja nalazi se na zapadnoj strani otočića Drvenik (Slika P14). Supralitoralna stepenica visoka je oko četiri metra i izložena je udarima valova. Hridinasto i pjeskovito dno spušta se pod kutom od oko 45° do dubine od 30 metara, a dalje se spušta pjeskovito-muljevito dno (Slika 14).

Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 28 metara. Ovdje su razvijena gusta naselja vrsta zelenih alga *Anadyomene stellata* ((Wulfen) Agardh, 1823) i *Flabellia petiolata*, ((Turra) Nizamuddin, 1987) te smeđe alge *Padina pavonica*. Brojne su jedinke kamenog koralja *Balanophyllia europaea* i moruzgvi *Aiptasia mutabilis* i *Anemonia viridis*. Utvrđena je i bijela gorgonija *Eunicella singularis*. Na dubini između 6 i 23 metara razvijena je biocenoza naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica* koja se miješa sa biocenozom fotofilnih alga na tvrdoj stjenovitoj podlozi.

Na dubini od 29 metara nalazi se špilja koja se od dna diže do 22 metra dubine. Otvor špilje širok je oko 5 metara, a visok oko 2 metra. Dužina same špilje je oko 18 metara. Uz prednji strop špilje kao i na donjim rubovima razvijena je koraligenska biocenoza, dok je pri vrhu razvijena biocenoza polutanmih špilja. Ovdje su utvrđene karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii*, *C. inornata*, *C. cyathus*, *Coenocyathus anthophyllites*, *C. cylindricus*, *Cladopsammia rolandi*, *Ceratotrochus magnaghii*, *Phyllangia*



Slika 14. Profil Drvenik s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

mouchezi i *Hoplangia durothrix*, te zadružna moruzgva *Parazoanthus axinellae* (Slika P15). Na zidu špilje utvrđen je i jastog *Palinurus elephas* (Slika P16).

Na samom dnu špilje, na muljevitom sedimentu utvrđene su opnene voskovice *Cerianthus membranaceus* i kozice *Plesionika narval* (J.C. Fabricius, 1787) (Slika P17). Od 30 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenoza obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 35 metara.

4. 5. Mali Borovnjak (N 43° 42' 04, E 15° 40' 10)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000442 Kakanski kanal

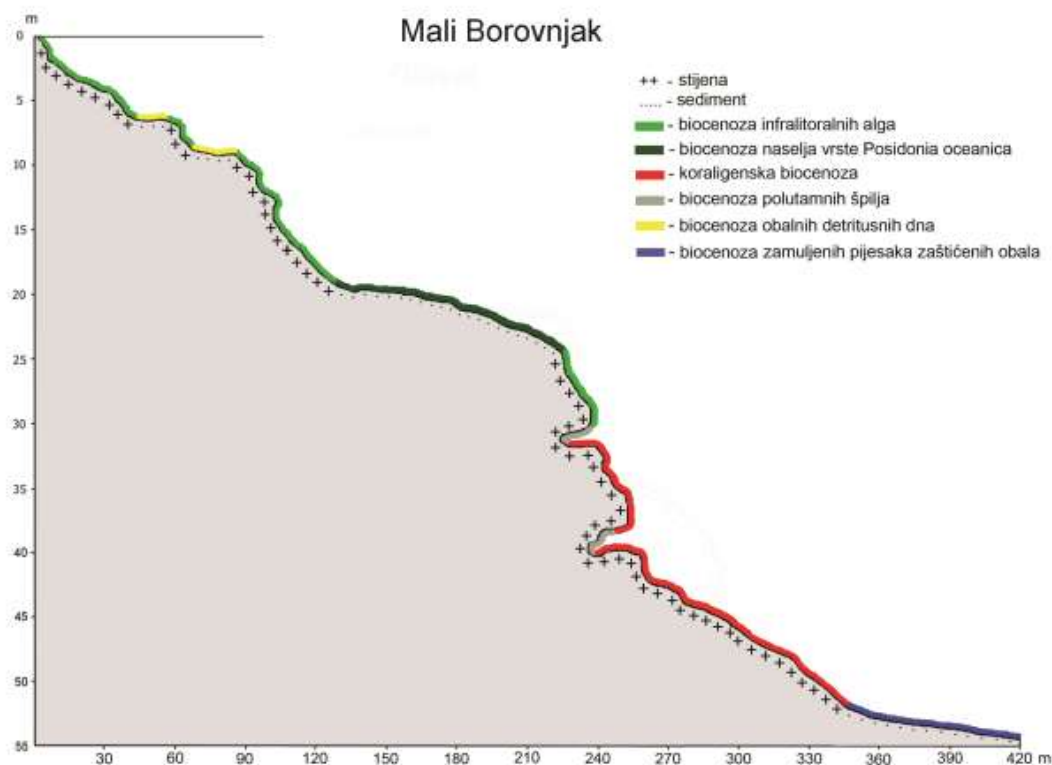
Istraživano dno je nagiba od oko 35°, a ronilo se do 50 metara dubine (Slike 15 i P18). Do 30 metara dubine dno je kamenito s razvijenom biocenoza infralitoralnih alga s dominantnim vrstama spužava *Chondrilla nucula* (Schmidt, 1862), *Aplysina aerophoba* (Nardo, 1833) i *Cliona viridis*. Od alga prevladavaju smeđe alge *Cystoseira corniculata* ((Turner) Zanardini, 1841), *Sargassum vulgare* (Agardh, 1820), *Dictyota dichotoma* ((Hudson) J.V. Lamouroux, 1809), *Padina pavonica*, te zelene alge *Anadyomene stellata* i *Codium bursa*.

Na 6 i 8 metara dubine utvrđena je biocenoza obalnih detritusnih dna s rijetko razvijenom livadom morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* unutar koje su pronađeni veći primjerci jakobove kapice *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758), prave spužve *Spongia officinalis* (Linnaeus, 1758) i zvjezdača *Luidia ciliaris* (Philippi, 1837).

Utvrđena je i jedna jedinka raka kuka *Scyllarides latus* (Latreille, 1803). Između 18 i 24 metra dubine razvijena je biocenoza livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Na stepenici između 24 i 29 metara dubine ponovo je razvijena biocenoza infralitoralnih alga s dominantnim zelenim algama *Codium vermilara*, *Halimeda tuna* ((J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux, 1816) i *Flabellia petiolata*, te crvenom algom *Peyssonnelia polymorpha*. Utvrđeno je i nekoliko jedinki mnogočetinaša cjevaša *Sabella spallanzani* (Gmelin, 1791), te veći broj zmijača *Ophioderma longicaudum* (Bruzellius, 1805). Utvrđena je i nekoliko kolonija bijele gorgonije *Eunicella singularis* (Slika P19).

Koraligenska biocenoza rasprostranjena je od 30 do 52 metra. Većinom prevladavaju crvene alge *Mesophyllum expansum* i *Lithophyllum stictiforme*. Stijene su bogato obrasle karakterističnim vrstama kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii* i *C. inornata* i mahovnjakom *Smittina cervicornis*. Utvrđena je i žuta gorgonija *Eunicella cavolini*,

ali kao manja populacija. Na dubini od 39 metara utvrđen je ježinac *Centrostephanus longispinus* (Slika P20). Dvije polušpilje na 30 i 39 metara bogate su koraljem žuta čaška *Leptopsammia pruvoti*, a na rubovima nalazimo kolonijalni koralj *Madracis pharensis*.



Slika 15. Profil Mali Borovnjak s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4. 6. Rt Kabal (N 43° 37' 42, E 15° 42' 44)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000440 Žirje – Kabal

Postaja se nalazi južno od Uvale Mala Stupica, uz Rt Kabal (Slika P21). Najveća dubina zarona bila je 40 metara. Dno do 10 metara dubine pada pod blagim nagibom između 10 i 15° (Slika 16). Od površine do dubine od 8 metara dno je kamenito s razvijenom biocenoza infralitoralnih alga. Ovdje dominiraju zelene alge *Chaetomorpha linum* ((O.F.Muller) Kutzing, 1845) i *Codium bursa*, te smeđe alge *Halopteris scoparia* ((Linnaeus) Sauvageau, 1904), *Padina pavonica*, *Cystoseira adriatica* (Sauvageau, 1912) i *C. corniculata ssp. laxior*.

Mjestimično se, na sedimentu između stijena (biocenoza obalnih detritusnih dna), pojavljuju manja naselja morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*. Od životinjskih vrsta česte su *Aplysina aerophoba* (Nardo, 1833) i *Cliona viridis* (Schmidt, 1862), kameni koralj *Balanophyllia*

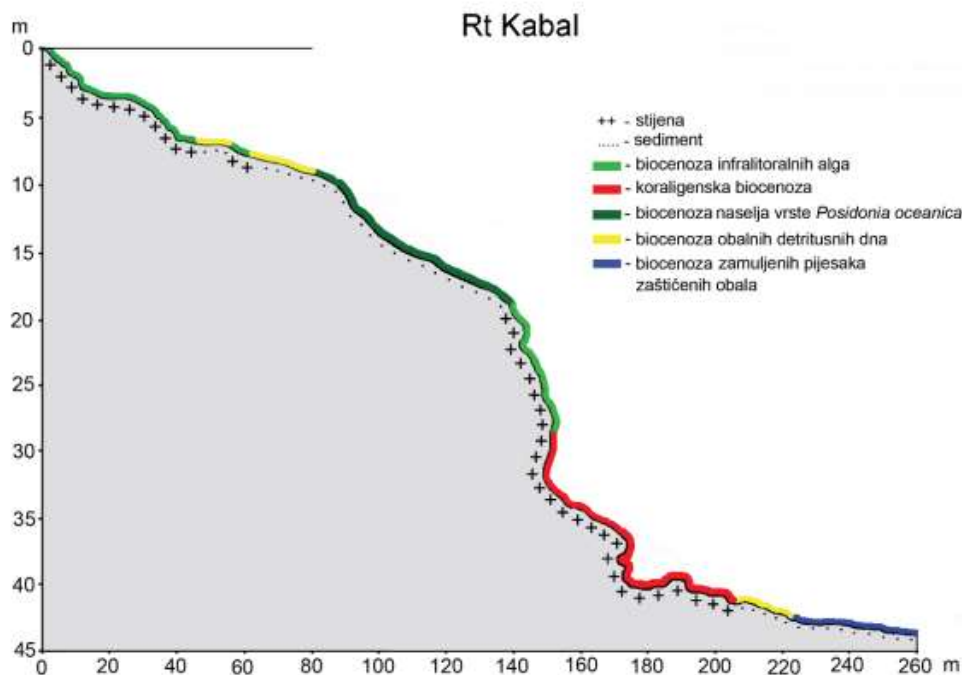
europaea, moruzgve *Cribrinopsis crassa* (Andres, 1881) i *Cereus pedunculatus* (Pennant, 1777), zeleni zvjezdan *Bonellia viridis* (Rolando, 1822), te puževi *Cerithium vulgatum* (Bruguere, 1792), *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778) i *Haliotis tuberculata* (Linnaeus, 1758). Česti su i školjkaši *Mytilaster minimus* (Poli, 1795), *Arca noae* (Linnaeus, 1758) i *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758), mnogočetinaš *Protula tubularia* (Montagu, 1803), te trp *Ocnus planci* (Brandt, 1835). Od riba su utvrđene plove brancina *Dicentrarchus labrax* (Linne, 1758), crneja *Chromis chromis* (Linne, 1758) i trlja *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758).

Od 8 do 11 metara dubine nastavlja se sedimentno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna. Uz manja naselja morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*, ovdje uglavnom prevladavaju moruzgve *Phymanthus pulcher* (Andres, 1883) i *Bunodactis verrucosa* (Pennant, 1777), školjkaš *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758), mnogočetinaš *Lagisca extenuata* (Grube, 1840), plaštenjak *Phallusia mammilata* (Cuvier, 1815), te zvjezdača *Astropecten platyacanthus* (Philippi, 1837). Između 11 i 18 metara dubine utvrđena je dobro razvijena livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

Od 18 do 28 metara ispod naselja posidonije, ponovo je razvijena biocenoza fotofilnih alga. Od 28 do 42 metara dubine razvijena je koraligenska biocenoza. Ovdje su utvrđene karakteristične vrste koralja za ovu biocenozu poput, kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata* i *Madracis pharensis*, te relativno česta žuta gorgonija *Eunicella cavolini* (Slika P22). U donjem dijelu koraligenske biocenoze česta je spužva *Aplysina cavernicola* (Slika P23).

Od 42 metra u dubinu rasprostranjen je zamuljeni pijesak s razvijenom biocenozom zamuljenih pijesaka zaštićenih obala koji se miješa s ljuštunim pijeskom i biocenozom obalnih detritusnih dna. Čest je mnogočetinaš *Myxicola infundibulum* (Montagu, 1808), te žuti glavoč *Gobius vittatus* (Vinciguerra, 1883).

Duž cijelog istraživanog dijela uočeno je mnogo krutog otpada koji najvjerojatnije potječe od usidrenih brodova.



Slika 16. Profil Rt Kabal s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4. 7. Uvala Tratinska (N 43° 39' 40, E 15° 36' 57)

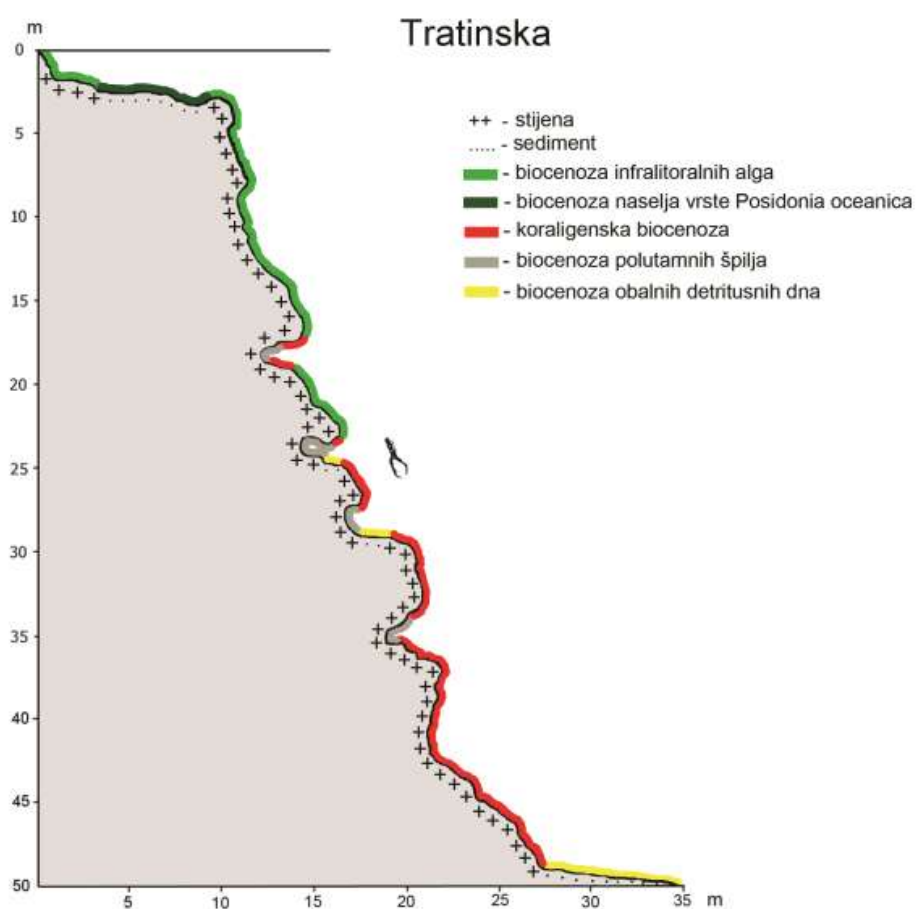
ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000439 Uvale Tratinska i Balun

Postaja se nalazi sjeverno od Uvale Tratinska (Slika P24). Istraživano dno je blagog nagiba do 3 metra dubine, a nakon toga počinje strmac do dubine od 48 metara pod kutom od 75° (Slika 17). Ronilo se do 50 metara dubine. Od površine do dubine od 3 metra dno je kamenito s razvijenom biocenozom infralitoralnih alga. Dominiraju smeđe alge *Halopteris scoparia*, *Padina pavonica* i *Cystoseira adriatica*, te spužve *Chondrilla nucula* i *Aplysina aerophoba*. Hridinasto dno se dalje miješa sa ljušturnim dnom i ovdje je utvrđena biocenoza naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Ovdje su česte vrste mnogočetinaš *Serpula vermicularis* (Linnaeus, 1767) i stapčar *Antedon mediterranea* (Lamarck, 1816).

Na dubini od 4 do 6 metara izmjenjuju se biocenoza infralitoralnih alga, biocenoza obalnih detritusnih dna i biocenoza naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Uz rub biocenoze infralitoralnih alga nalaze se manje livade morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*, u kojima žive mnogočetinaš *Sabella spallanzanii*, te mali broj uginulih jedinki plemenite periske *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758). Bogata je fauna koja živi u sedimentu između korijenja morskih cvjetnica. U livadama morskih cvjetnica često nalazimo plemenitu perisku (*Pinna nobilis*), najvećeg jadranskog školjkaša i zakonom zaštićenu vrstu. Na ljušturama uginulih periski

utvrđeno je prisustvo epibionata, većinom su bilježene spužva *Crambe crambe* (Schmidt, 1862) i mahovnjaci. U livadama morskih cvjetnica sklonište pronalaze mnoge ribe, a prevladavaju vrste iz porodica Labridae, Sparidae, Serranidae, Gobidae i Maenidae.

Na dubini od 25 do 48 metara na stjenovitoj podlozi utvrđena je koraligenska biocenoza u kojoj prevladavaju karakteristične vrste za ovu biocenozu poput združne moruzgve *Parazoanthus axinellae*, kamenog koralja *Leptopsammia pruvoti* i mješćice *Halocynthia papillosa*. Utvrđeno je i nekoliko kolonija crvene ručice *Alcyonium acaule* i zvjezdača *Peltaster placenta* (Müller & Troschel, 1842) (Slike P25 i P26).



Slika 17. Profil Uvala Tratinska s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Na 18, 24, 27 i 35 metara dubine nalaze se polušpilje s biocenzom polutamnih špilja. U svima prevladava kameni koralj *Leptopsammia pruvoti*, dok su uz rubove polušpilja utvrđene crvene alge *Peyssonnelia squamaria* i *Lithophyllum stictiforme*.

Od 48 metara dubine prema dubljem dijelu istraživanog područja nalazi se pjeskovito ljuštorno dno s biocenzom obalnih detritusnih dna.

4. 8. Rt Fauc (N 43° 29' 54, E 15° 57' 44)

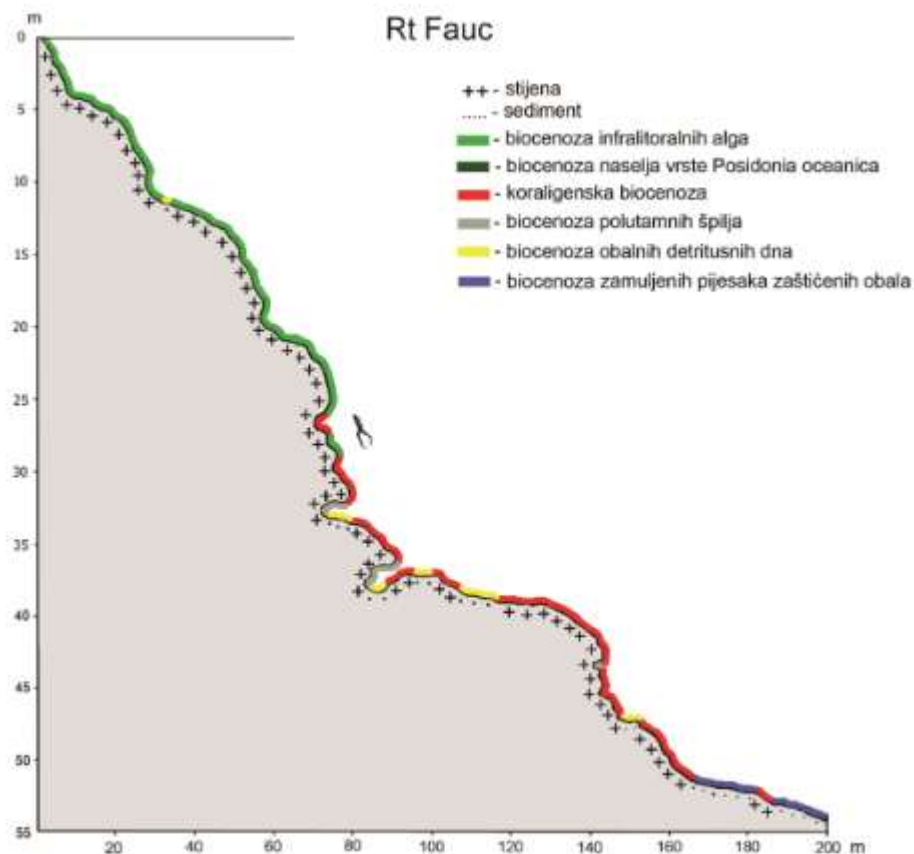
ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000090 Uvala Stivančica

Istraživana postaja nalazi se na južnom dijelu Ražanjskog poluotoka, na sjevernom, vanjskom dijelu uvale Stivančica (Slika P27). Supralitoralna stepenica visoka je dva do tri metra. Hridinasta litica s par polušpilja spušta se pod kutom od 45° do dubine od 52 metra (Slika 18). Nakon završetka koraligenske biocenoze nastavlja se zamuljeni ljuštarni pijesak.

U biocenozi fotofilnih alga, koja se spušta do 27 metara dubine, utvrđeni su brojni primjerci kamenog koralja *Balanophyllia europaea*, žute moruzgve *Parazoanthus axinellae* i moruzgve *Aiptasia mutabilis*. Na dubini od 20 metara utvrđeno je nekoliko jedinki bijele gorgonije *Eunicella singularis*.

Duž strmca na dubini od 27 do 52 metara razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj se nalaze mnogo udubina i polušpilja s biocenzom polutamnih špilja. Ovdje su vrlo česte vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Madracis pharensis*, *Caryophyllia inornata*, *Hoplangia durothrix*, *Ceratotrochus magnaghii* (Cecchini, 1914) i *Phyllangia mouchezi*, te gorgonija *Eunicella cavolini* (Slika P28). U koraligenskoj biocenozi prevladavaju crvene alge roda *Peyssonnelia* i *Lithophyllum*, te spužve *Aplysina cavernicola* i *Haliclona (Reniera) mediterranea* (Griessinger, 1971) (Slika P29).

Od 52 metra dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštarno dno koje se spušta pod nagibom od 30° dalje u dubinu. Na stijenama je razvijena koraligenska biocenoza, a na sedimentu biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Najveća dubina ronjenja bila je 55 metra.



Slika 18. Profil Rt Fauc s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

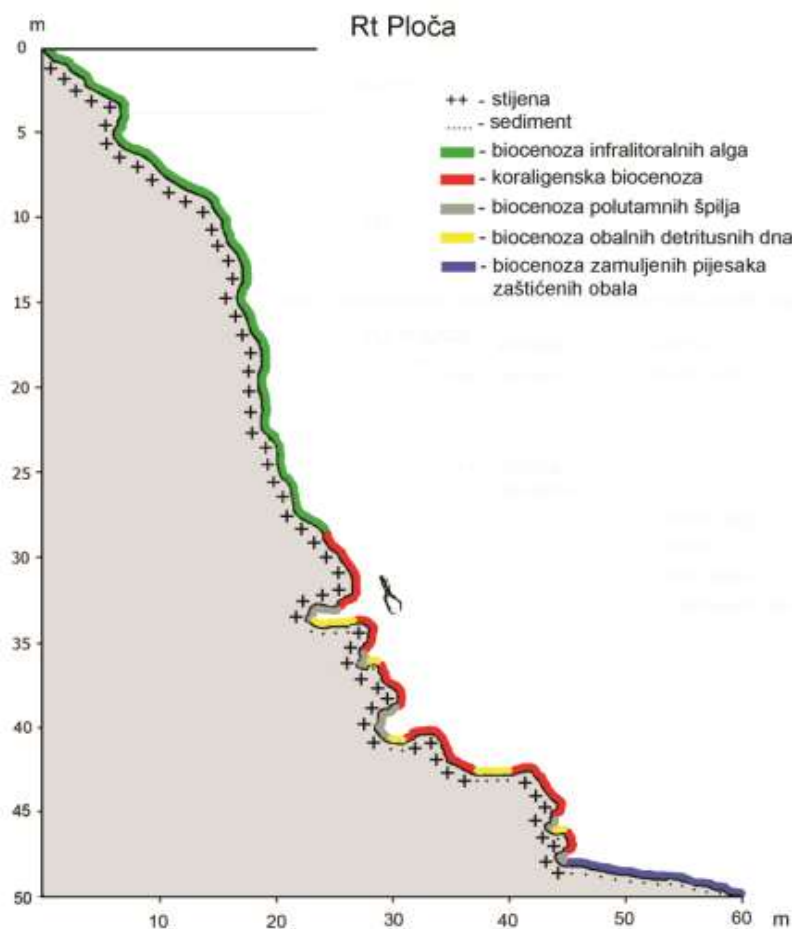
4. 9. Rt Ploča (N 43° 29' 35, E 15° 58' 07)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000089 Uvale oko rta Ploča

Istraživana postaja nalazi se na južnom, vanjskom dijelu uvale Stivančica (Slika P27). Supralitoralna stepenica visoka je oko četiri metra i izložena je udarima valova.

Hridinasta litica s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 48 metra pod kutom od 70° (Slika 19). Stijena obrasla fotofilnim algama stepeničasto pada do 28 metara dubine. Česti su kameni koralji *Balanophyllia europaea* i zelena vlasulja *Anemonia viridis*.

Prema dubini od 28 do 48 metara litica obiluje rupama, prevjesima, prolazima (uglavnom od većih stijena odlomljenih s obale) i manjim špiljama. Ovdje je razvijena koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja. Ovdje dominiraju kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata* i *Madracis pharensis*. Od riba je česta vrsta matulić barjaktarić *Anthias anthias* (Linnaeus, 1758), a utvrđen je i jastog *Palinurus elephas* (Slika P30).



Slika 19. Profil Rt Ploča s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Na stepenici, 43 metra dubine razvijene su crvene alge *Lithophyllum stictiforme*, koje grade veće nakupine (Slika P31).

Od 48 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenozom zamuljenih pijesaka zaštićenih obala koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Ljuštuno dno prekrivaju crvene alge *Vidalia volubilis* i *Lithophyllum racemus*, a između alga utvrđene su opnene moruzgve *Cerianthus membranaceus*.

4. 10. Otočić Dražemanski (N 43° 45' 14, E 15° 40' 31)

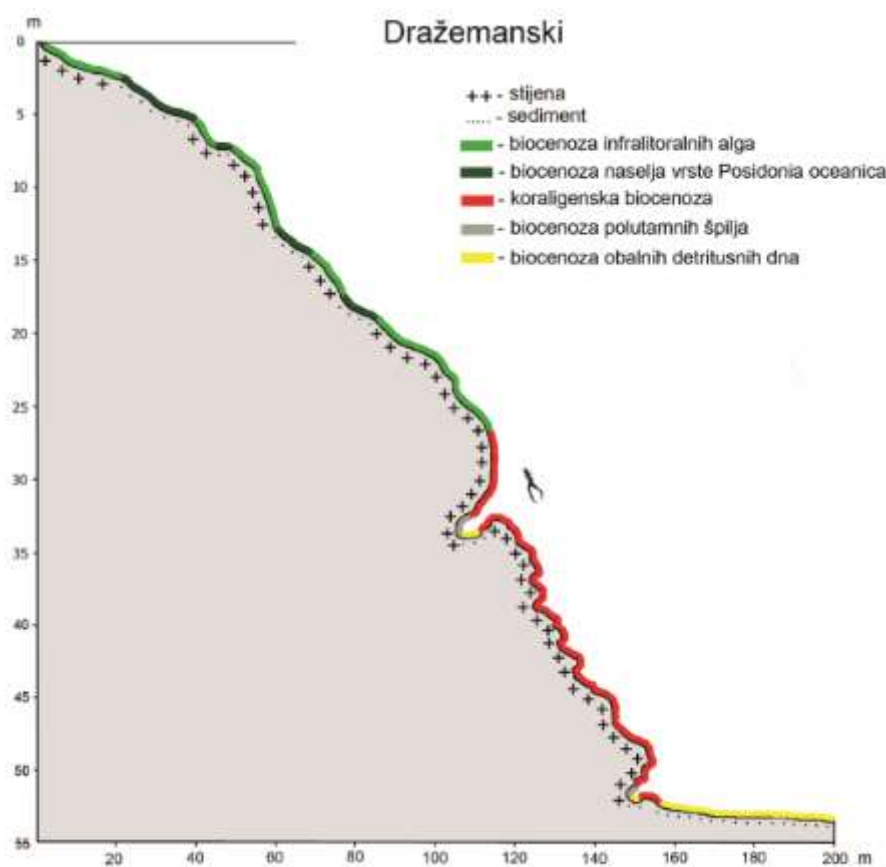
ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000445 Murterski kanal

Istraživana postaja nalazi se na južnoj strani otočića Dražemanski (Slika P32). Stijena obrasla fotofilnim algama i manjim livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica* u džepovima sa sedimentom stepeničasto pada do 26 metara dubine pod kutom od 50°. Zatim slijedi litica s

koraligenskom biocenoza i dvije veće polušpilje koja pada do 52 metra dubine (Slika 20). Najveća dubina zarona bila je 55 metara.

Unutar biocenoze fotofilnih alga većinom prevladavaju smeđe alge *Padina pavonica* i zelene alge *Codium bursa* i *Anadyomene stellata*. Dno je do 25 metara dubine prekriveno invazivnom zelenom algom *Caulerpa cylindracea*. Od životinja česte su spužve roda *Ircinia*, solitarni kameni koralj *Balanophyllia europaea* i kolonijalni busenasti koralj *Cladocora caespitosa*. Na dubini od 22 do 24 metra utvrđeno je nekoliko jedinki bijele gorgonije *Eunicella singularis*, te dubinski ježinac *Cidaris cidaris* (Linnaeus, 1758) (Slika P33). Prema dubini, podmorska litica obiluje rupama i manjim špiljama. Ovdje je razvijena koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja (Slika P34). Na 33 metra dubine nalazi se povećana polušpilja koja je prekrivena kamenim koraljima *Leptopsammia pruvoti* i *Madracis pharensis*.

Na stijeni su česte žute gorgonije *Eunicella cavolini* i spužva *Axinella polypoides* sa žutom moruzgvom *Parazoanthus axinellae*. Između 34 i 48 metara dubine nalaze se platoi sa crvenom algom *Lithophyllum stictiforme*. Na istraživanoj postaji utvrđene su ostavljene ribarske mreže.

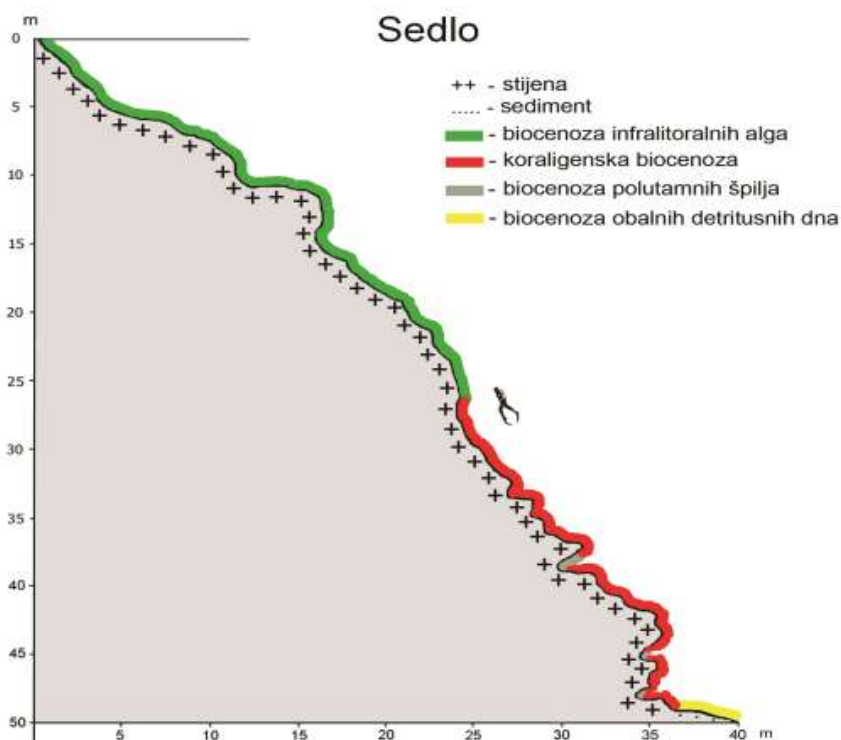


Slika 20. Profil Dražemanski s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4. 11. Otočić Sedlo (N 43° 39' 26, E 15° 33' 29)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000437 Sedlo – podmorje

Istraživano područje nalazi se uz južni dio otočića Sedlo (Slika P35). Okomiti hridinasti strmac s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 49 metara pod kutom između 60° i 70° (Slika 21). Razvedena biocenoza fotofilnih alga razvijena je do 27 metara dubine. U biocenozi fotofilnih alga prevladavaju smeđe alge roda *Cystoseira*, prvenstveno *Cystoseira amentacea* ((C.Agardh) Bory de Saint-Vincent, 1832) i *C. amentacea* var. *stricta*. Na dubini od 15 metara utvrđeno je nekoliko kolonija bijele rožnjače *Eunicella singularis* i mješčićnice *Aplidium conicum* (Olivi, 1792). Od 27 metara dubine počinje koraligenska biocenoza koja se spušta do 49 metara dubine, a dalje se nastavlja biocenoza obalnih detritusnih dna. U koraligenskoj biocenozi, od koralja su najčešći kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata* i *C. smithii*, te združna moruzgva *Parazoanthus axinellae* uglavnom na spužvama roda *Axinella*. Gusta populacija crvene gorgonije *Paramuricea clavata* utvrđena je od 40 do 45 metara dubine (Slika P36), dok je žuta gorgonija rasprostranjena od 22 do 48 metara dubine. U tri polušpilje, na dubini između 37 i 48 metra, prevladavaju kameni koralj žuta čaška *Leptopsammia pruvoti* i spužva *Aplysina cavernicola*. U rupama na dubini od 48 metara utvrđene su manje populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slika P37). Male kolonije visoke su do 10 cm visine. Od 49 metara dubine nastavlja se biocenoza obalnih detritusnih dna.



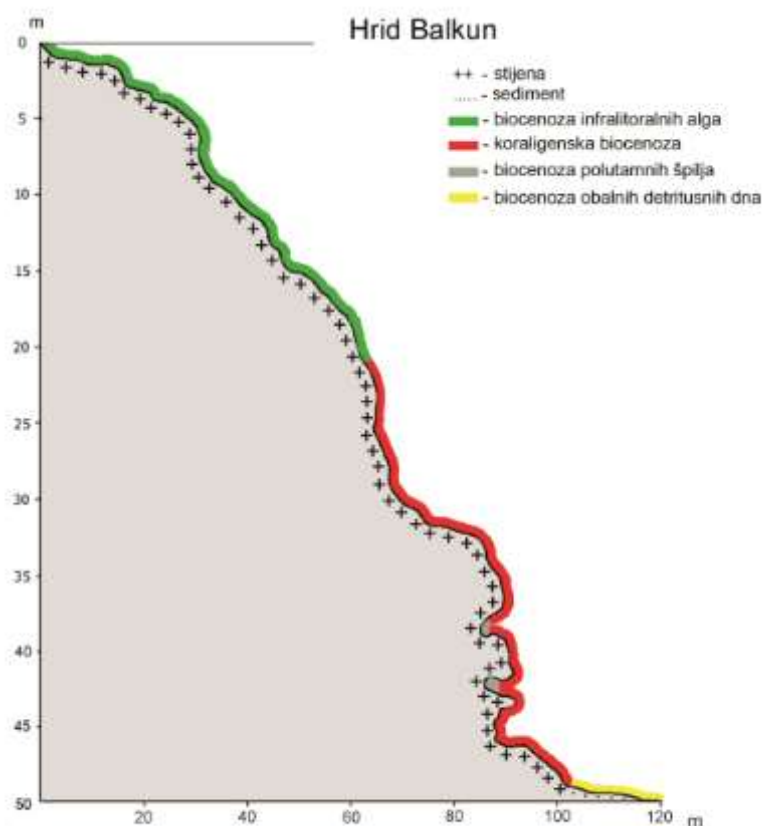
Slika 21. Profil Sedlo s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4. 12. Hrid Balkun (N 43° 37' 58, E 15° 35' 58)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000438 Kosmerka – Prokladnica – Vrtlac – Babuljak – podmorje

Istraživana postaja nalazi se zapadno od otočića Kosmerka (Slika P38). Razveden okomit hridinasti strmac s nekoliko polušpilja spušta se do dubine od 48 metara pod kutom između 70° i 80° (Slika 22).

Biocenoza infralitoralnih alga razvijena je do dubine od 21 metar. Ovdje su razvijena gusta naselja vrsta zelenih alga *Acetabularia acetabulum*, *Halimeda tuna*, *Codium bursa* i *C. vermilara*, smeđe alge *Halopteris scoparia*, *Cystoseira barbata* ((Stackhouse) C.Agardh, 1820) i *Sargasum vulgare* (Agardh, 1820), crvene alge *Amphiroa rigida* (J.V.Lamouroux, 1816) i *Jania rubens* ((Linnaeus) J.V.Lamouroux 1816). Utvrđena je velika populacija invazivne alge *Caulerpa cylindracea*. Brojni su primjerci spužvi roda *Ircinia*, kamenog koralja *Balanophyllia europaea*, žute moruzgve *Parazoanthus axinellae*, ručice *Alcyonium acaule* i obrubnjaka *Eudendrium racemosum*.



Slika 22. Profil Hrid Balkun s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Koraligenska biocenoza rasprostranjena je između 21 i 48 metara. Dominira žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, a u rupama kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata*, *C. smithii*, te *Madracis pharensis* u rupama i pukotinama stijena. Populacija kolonija crvene gorgonije *Paramuricea clavata* utvrđena je između 35 do 40 metara dubine (Slika P39). U rupama, na dubini od 45 metra, utvrđene su manje populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slika P40). Kolonije su manje od 10 cm visine. Uz crveni koralj u polušpiljama dominiraju kameni koralji *Leptopsammia pruvoti* i zadružna moruzgva *Parazoanthus axinellae*, te spužva *Aplysina cavernicola*. Nakon 48 metara dubine nastavlja se biocenoza obalnih detritusnih dna.

4. 13. Uvala Balun (N 43° 39' 27, E 15° 38' 01)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000439 Uvale Tratinska i Balun

Uvala Balun nalazi se južno od uvale Tratinska na otoku Žirje (Slika P41). Istraživana postaja ima relativno blagi nagib morskog dna (Slika 23). Od površine do 38 metara dubine dno se izmjenjuje kao sedimentno i hridinasto s razvijenom biocenozom infralitoralnih alga, livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, koraligenska biocenoza i biocenoza obalnih detritusnih dna. Do 10 metara dubine rasprostranjena je biocenoza infralitoralnih alga u kojoj prevladavaju zelene alge *Cladophora prolifera* ((Roth) Kützing, 1843) i *Codium bursa*, te smeđe alge *Padina pavonica*, *Cystoseira corniculata* i *Sargassum vulgare* (Agardh, 1820). U rupama stijena u ovoj biocenozi česte su moruzgve *Anemonia viridis*, *Cereus pedunculatus* i *Cribrinopsis crassa*, te spužva sumporača *Aplysina aerophoba*. Na većem kamenju utvrđena je kamenotočna spužva *Cliona celata*. Između stijena nalazimo ljuštarni pijesak i biocenozu livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (Slika P42).

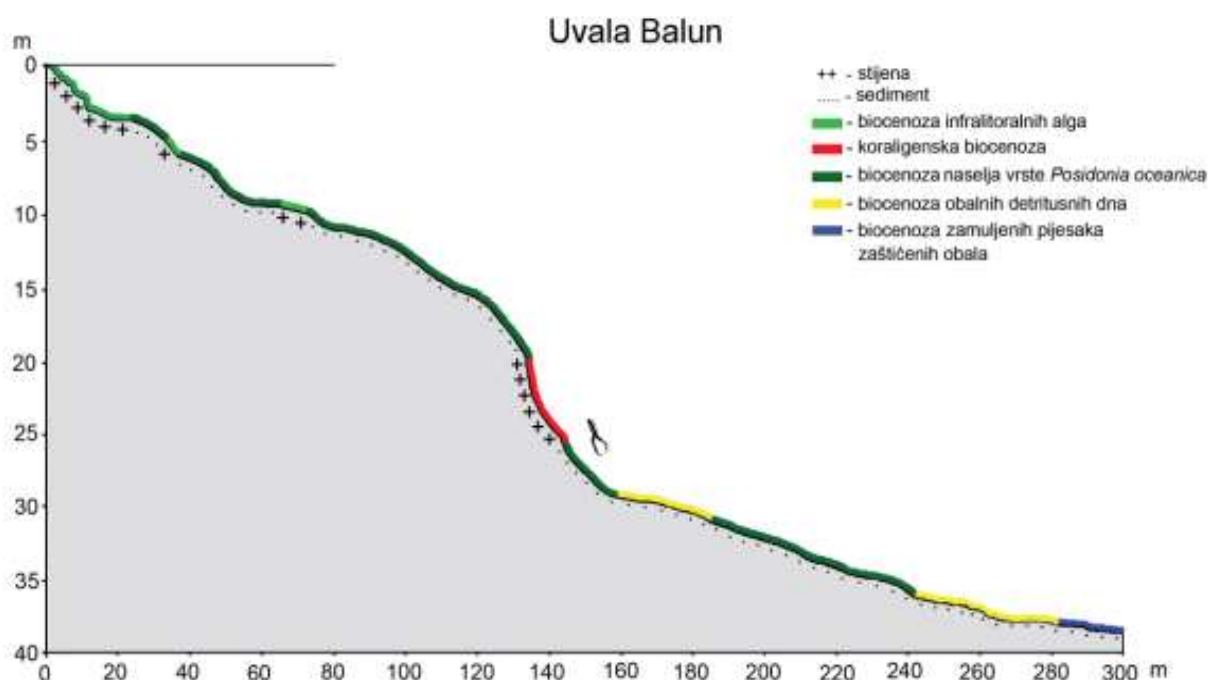
Na dubini od 10 do 19 metara hridinasto dno postupno prelazi u dno ljuštarnog pijeska s livadom morske cvjetnice *Posidonia oceanica* i manjim brojem plaštenjaka *Phallusia mammilata* koji naseljava biogeno učvršćenu podlogu. Unutar livade posidonije česte su uginule jedinke plemenite periske *Pinna nobilis*. Od 19 do 26 metra dubine razvijena je koraligenska biocenoza na čvrstoj, stjenovitoj podlozi (Slika P43). Ovdje su utvrđene karakteristične vrste za ovu biocenozu poput kamenih koralja iz roda *Caryophyllia*, žute čaške *Leptopsammia pruvoti* i puževi *Antiopella cristata*. Utvrđene su i kolonije žute gorgonije *Eunicella cavolini*.

Dublje od 26 metara dno pada pod kutom od 25° i izmjenjuju se biocenoza livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* i biocenoza obalnih detritusnih dna. Pronađeno je nekoliko

uginulih periski *Pinna nobilis*. Velike ljuštore, poput one u periske, su odlične podloge za naseljavanje epibiontskih vrsta. Ovdje nalazimo razne vrste školjkaša, cjevaša s vapnenim cijevima, poput onih iz rodova *Serpula*, *Protula* i *Pomatoceros*, cjevaša s mekanim cijevima poput vrste *Sabella spallanzanii*, zatim razne spužve i mahovnjake.

Od 37 metara prema dubljem dijelu istraživanog područja nastavlja se biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala većinom prekrivena crvenom algom *Vidalia volubilis*, a utvrđena je i zvjezdača *Astropecten spinulosus*.

Na 24 metra dubine nalazi se olupina aviona iz 2. svjetskog rata na sedimentnom dnu. Ispod krila aviona razvila se koraligenska biocenoza u kojoj prevladavaju spužve roda *Ircinia* i vrsta *Haliclona (Reniera) mediterranea* (Slika P44).



Slika 23. Profil Balun s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

4. 14. Veli Tetovišnjak (N 43° 43' 10, E 15° 35' 45)

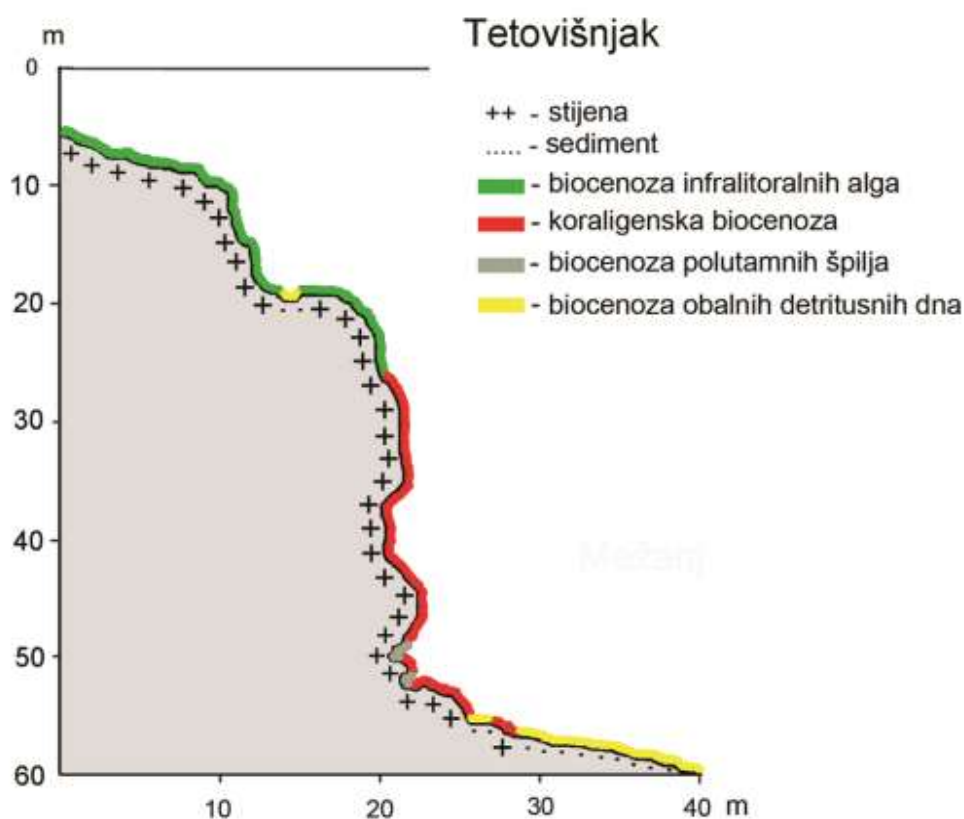
ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000443 Tetovišnjak – podmorje

Istraživana postaja nalazi se na južnoj strani otočića Tetovišnjak (Slika P45). Hridinasta litica spušta se do dubine od 20 metara pod kutom od 45°, a dalje pod kutom od 90° do dubine od 52 metra, gdje prestaje koraligenska biocenoza i nastavlja se u dubinu biocenoza obalnih detritusnih dna (Slika 24).

Do dubine od 26 metara razvijena je biocenoza fotofilnih alga. Uz ovu biocenozu, na nekoliko mjesta nalazimo biocenozu obalnih detritusnih dna. Od alga dominiraju zelene alge *Chaetomorpha linum* i *Flabellia petiolata*, te smeđe alge *Halopteris scoparia*, *Padina pavonica*, a najbrojnija je *Cystoseira (Treptacantha) barbata*. Od životinjskih vrsta česte su *Aplysina aerophoba* i *Cliona viridis*, kameni koralj *Balanophyllia europaea*, moruzgve *Cribrinopsis crassa* i *Cereus pedunculatus*, zeleni zvjezdan *Bonellia viridis*, te puževi *Cerithium vulgatum*, *Bittium reticulatum* i *Haliotis tuberculata*. Česti su i školjkaši *Mytilaster minimus*, *Arca noae* i *Ostrea edulis*, te mnogočetinaš *Protula tubularia*.

U mnogim polušpiljama i pukotinama (procjepima) u stijeni nalazimo karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii* i *C. inornata* (Slika P46). U dobro razvijenoj koraligenskoj biocenozi između 26 i 57 metara dubine dominiraju spužve *Aplysina cavernicola* i *Haliclona mediterranea*, te gorgonije *Eunicella cavolini* i *Paramuricea clavata* (Slika P47). Na dubini između 49 i 52 metara nalazi se dobro razvijena populacija crvenog koralja (Slika P48). Populacija je dobro očuvana, bez naznaka ugroženosti i vađenja.

Nakon 57 metara dubine nastavlja se biocenoza obalnih detritusnih dna. Na istraživanoj postaji nisu utvrđeni ostavljeni ribarski alati.



Slika 24. Profil Veli Tetovišnjak s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

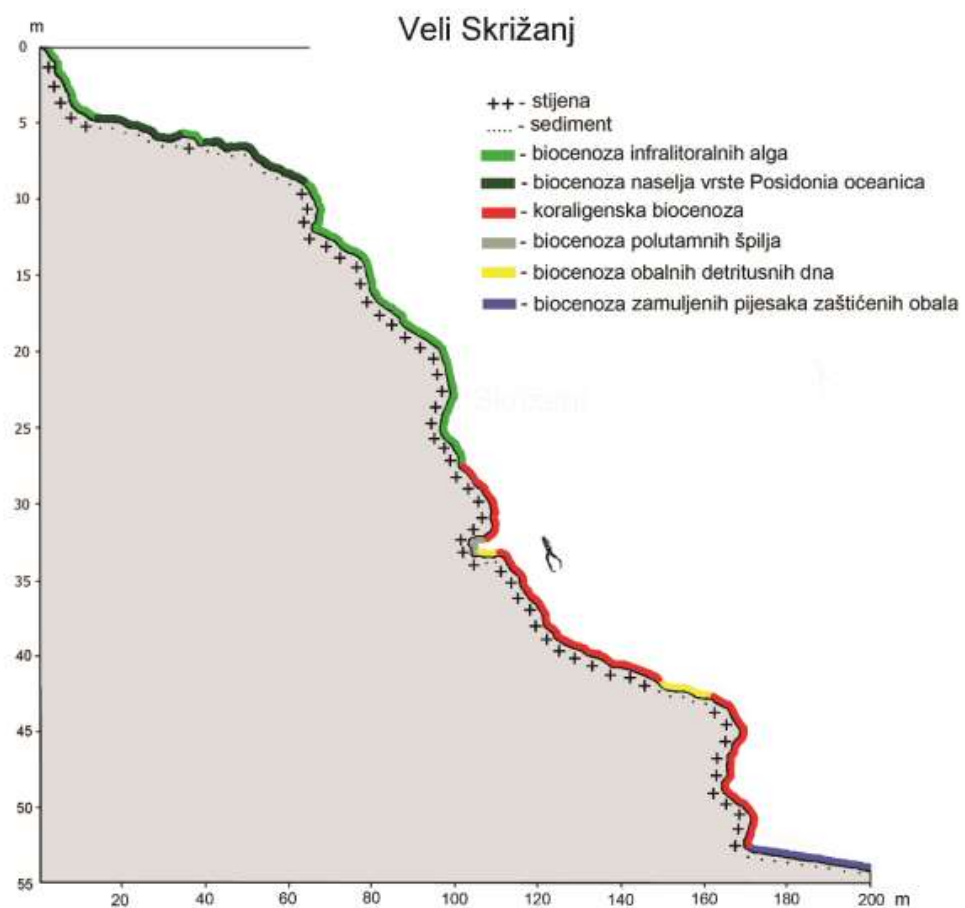
4. 15. Veli Skrižanj (N 43° 41' 54, E 15° 31' 31)

ŠIFRA PODRUČJA EKOLOŠKE MREŽE - HR3000419 Veli Skrižanj

Istraživana postaja nalazi se na istočnoj strani otočića Veli Skrižanj (Slika P49). Hridinasta litica s par većih polušpilja stepeničasto se spušta pod kutom od 75° do dubine od 53 metra (Slika 25). Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 27 metara. Između 5 i 7 metara dubine, na sedimentnom dnu, razvijena je biocenoza livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Na 6 metara dubine utvrđeno je nekoliko kolonija busenastog kamenog koralja *Cladocora caespitosa*. Prevladavaju zelene alge *Flabellia petiolata* i *Codium bursa*, smeđe alge *Padina pavonica*, *Cystoseira crinita* (Duby, 1830) i *Dictyota dichotoma*, te crvene alge *Amphiroa rigida*, *Corallina officinalis* (Linnaeus, 1758) i *Vidalia volubilis*. Od životinjskih vrsta dominira kameni koralj *Balanophyllia europaea*, te spužve *Petrosia ficiformis* i *Chondrilla nucula*, školjkaši *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) i *Mytilaster minimus*, mnogočetinaš *Serpula vermicularis* i mješčićnica *Halocynthia papillosa*.

Utvrđena je i jedna jedinka rijetke periske *Pinna rudis* (Linnaeus, 1758) (Slika P50). Duž strmca na dubini od 27 do 52 metra razvijena je koraligenska biocenoza. Dominira spužva *Axinella cannabina*, dok su od žarnjaka najbrojniji žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, crvena gorgonija *Paramuricea clavata*, žuta zadružna moruzgva *Parazoanthus axinellae* i *Leptopsammia pruvoti* (Slike P51 i P52).

Na dubini od 33 metra nalazi se polušpilja s biocenozom polutamnih špilja. Ovdje su utvrđene karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata*, *Phyllangia mouchezi* i *Hoplangia durothrix*. Pri dnu litice, na dubini od 48 metara utvrđene su manje populacije crvenog koralja *Corallium rubrum*, uglavnom juvenilne kolonije do 5 cm visine (Slika P53). Sva naselja koralja su degradirana vađenjem. Od 52 metra dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 55 metara. Na istraživanoj postaji utvrđene su ostavljene ribarske mreže.



Slika 25. Profil Veli Skrižanj s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Popis životnih zajednica zabilježenih na svih 15 istraživanih postaja prikazan je u Tablici 1. Na svim istraživanim postajama utvrđena su različita staništa Natura 2000. Na strmcima naročito dominiraju: Koraligenska biocenoza (Natura kod: 1170 - Grebeni) i Biocenoza polutamnih špilja (Natura kod: 8330 - Preplavljene morske špilje), dok u plićem djelu uz biocenozu infralitoralnih alga česta je i biocenoza naselja vrste *Posidonia oceanica* (Natura kod: 1120 - prioritarno stanište).

Tablica 1. Životne zajednice na 15 istraživanih postaja.

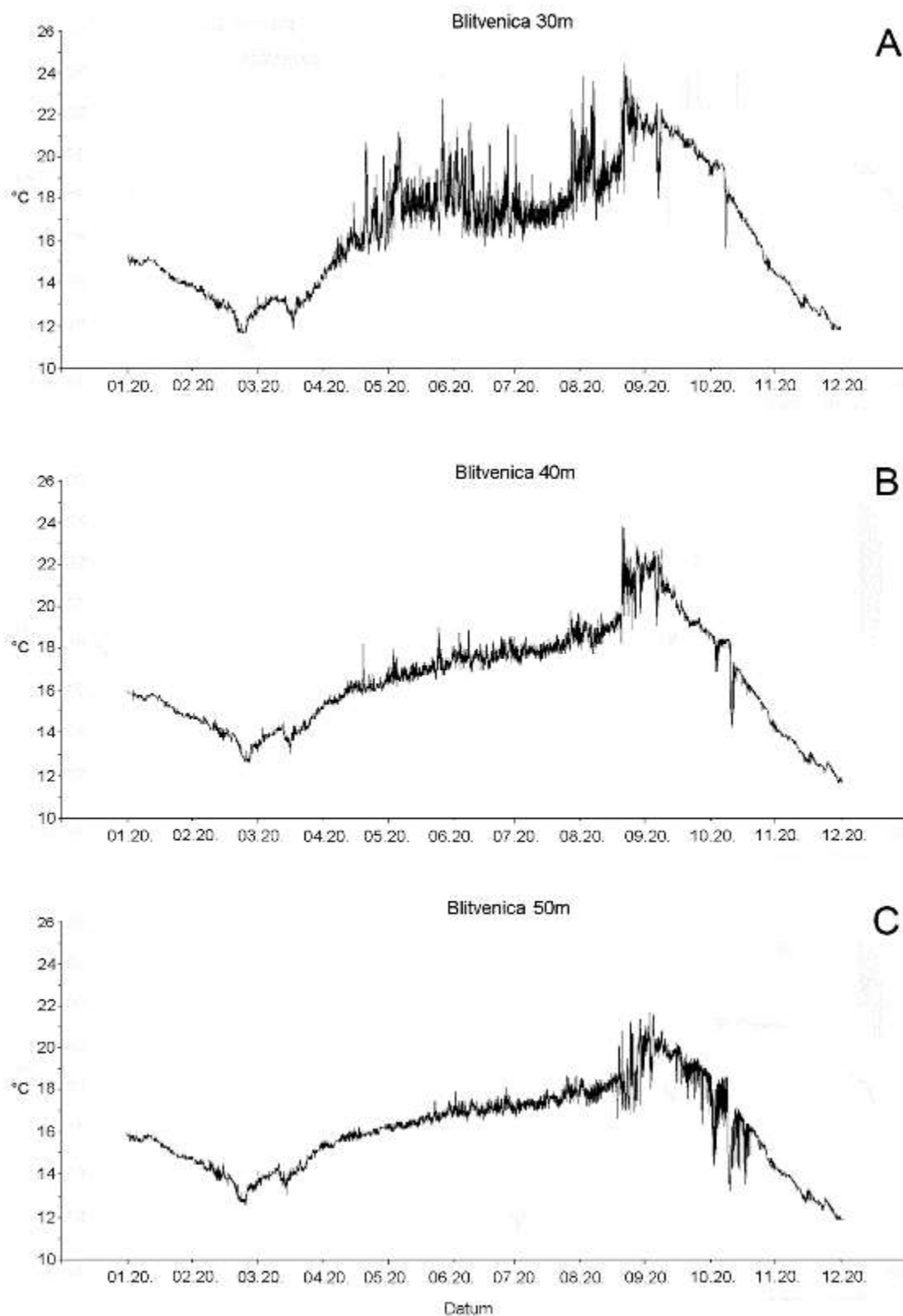
Redni broj	Naziv životne zajednice	NKS kod	Natura 2000 kod
1.	Biocenoza supralitoralnih stijena	F.4.2.1.	1170
2.	Biocenoza gornjih stijena mediolitorala.	G.2.4.1	1170
3.	Biocenoza donjih stijena mediolitorala	G.2.4.2.	1170
4.	Biocenoza infralitoralnih alga	G.3.6.1.**	1170
5.	Biocenoza naselja vrste <i>Posidonia oceanica</i>	G.3.5.1.**	1120
6.	Biocenoza obalnih detritusnih dna	G.4.2.2.	1110
7.	Koraligenska biocenoza	G.4.3.1.**	1170
8.	Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala	G.3.2.3.**	1160
9.	Biocenoza polutamnih špilja	G.4.3.2.**	8330
* - prioritarno stanište – staništa od interesa za cijelu EU; očuvanje takvog staništa zahtjeva određivanje posebno zaštićenih područja prema Direktivi o staništima EU			
** - ugrožen i/ili rijetki stanišni tip koji zahtjeva posebne mjere zaštite prema Pravilniku Narodne novine 07/2006 (NKS – Nacionalna klasifikacija staništa staništa NN 88/2014)			

5. REZULTATI

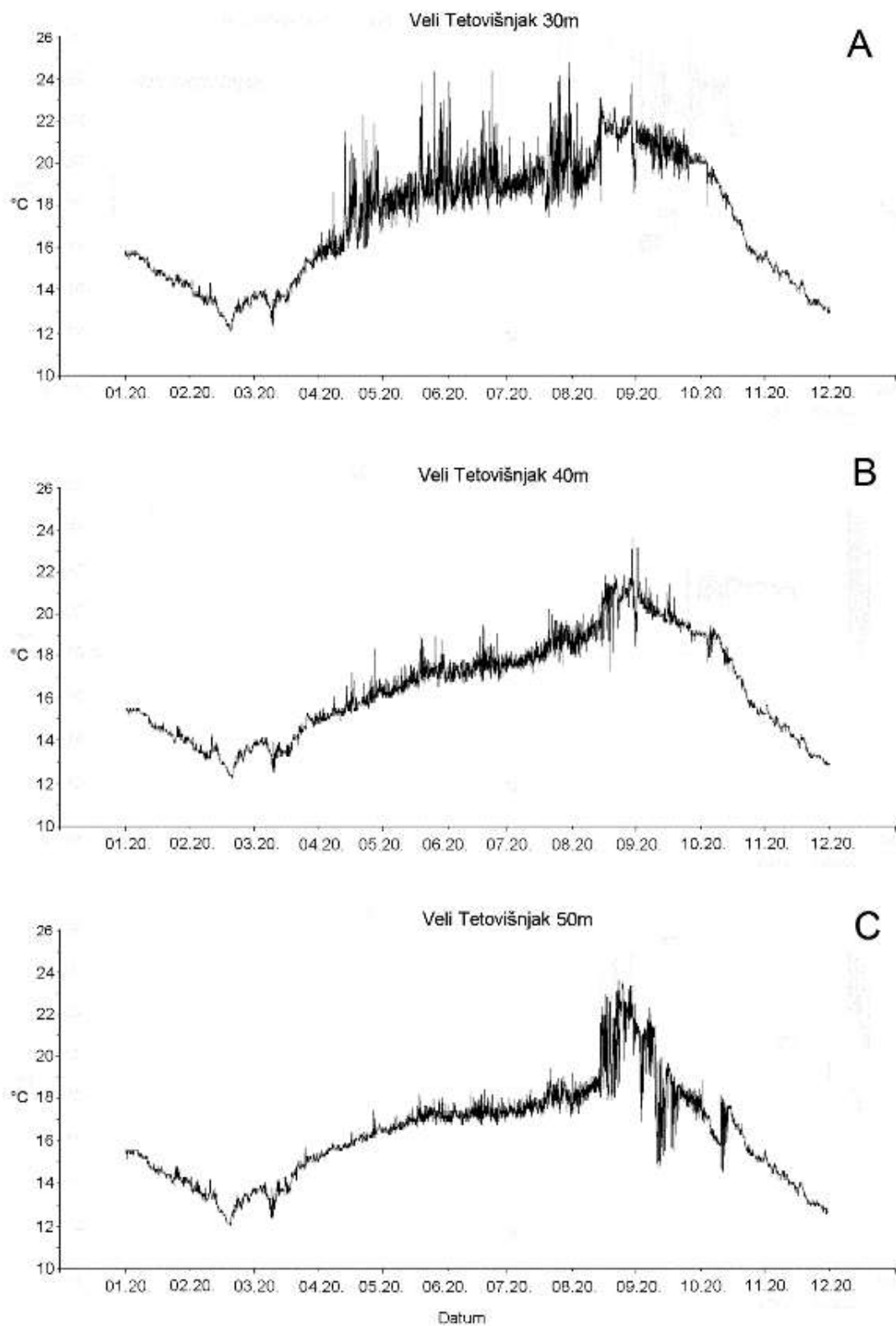
5.1. Fizikalno-kemijski parametri na postajama Blitvenica i Veli Tetovišnjak

Izmjerene temperature mora na istraživanim postajama na dubinama od 30, 40 i 50 metara tijekom 2020. godine pokazuju prisutnost temperaturnih anomalija i neuobičajeno povišene temperature mora za te dubine (Slike 26 i 27). Tijekom 8. i 9. mjeseca 2020. godine temperatura mora se na 50 metara dubine kretala između 18 do 23 °C na postaji Veli Tetovišnjak (Slika 27). Na 30 i 40 metara dubine temperature mora također pokazuju povišene vrijednosti za ove dubinu mora, od 17 °C do 24 °C tijekom ljetnih mjeseci na obje mjerene postaje. Na svim istraživanim postajama vidljiv je negativan utjecaj povišene temperature mora, prvenstveno kao odumiranje (nekroza) tkiva na spužvama, kamenim koraljima i mahovnjacima, a na nekim postajama i kao mortalitet jedinki i smanjenje populacije. Kod gorgonija utvrđen je problem previsoke temperature mora kroz nekroze tkiva kolonija. Na žalost, postaje sa naseljima gorgonija ne pokazuju oporavak zbog povišenih temperatura mora (polipi pojedinih kolonija stalno su uvučeni, pa se kolonija ne hrani). Nekrozom tkiva zbog povišenih temperature mora ostaje goli skelet gorgonija na koji se kasnije hvataju razni organizmi koji trebaju čvrstu

podlogu za život što je primjećeno na skeletu crvenog koralja viđene su crvene alge, obrubnjaci



Slika 26. Vrijednosti temperature mora na postaji Blitvenica tijekom 2020. godine. Dubine 30 (A) , 40 (B) i 50 (C)metara.



Slika 27. Vrijednosti temperature mora na postaji Veli Tetovišnjak tijekom 2020. godine. Dubine 30 (A), 40 (B) i 50 (C) metara.

Vrijednosti hranjivih soli izmjerenih u srpnju i listopadu 2020. godine uglavnom pokazuju prosječne vrijednosti za otvoreno more srednjeg Jadrana (Tablica 2). Utvrđena su i cvjetanja mora u 9. i 10. mjesecu na svim istraživanim postajama, najviše uz postaje rt Fauc i Rt Ploča.

Tablica 2. Sezonske varijacije hranjivih soli na istraživanim postajama tijekom istraživanja u lipnju i listopadu 2020. godine.

NO₃⁻(μmol/L)				
	Veli Tetovišnjak		Blitvenica	
Dubina	Lipanj	Listopad	Lipanj	Listopad
30m	0,073	0,85	0,075	0,081
40m	0,068	0,84	0,073	0,074
50m	0,061	0,82	0,068	0,072
60m	0,058	0,77	0,066	0,071
NO₂⁻(μmol/L)				
	Veli Tetovišnjak		Blitvenica	
Dubina	Lipanj	Listopad	Lipanj	Listopad
30m	0,31	0,32	0,38	0,42
40m	0,32	0,31	0,35	0,41
50m	0,30	0,29	0,36	0,40
60m	0,27	0,29	0,35	0,39
PO₄³⁻(μmol/L)				
	Veli Tetovišnjak		Blitvenica	
Dubina	Lipanj	Listopad	Lipanj	Listopad
30m	0,038	0,039	0,041	0,044
40m	0,038	0,037	0,040	0,043
50m	0,035	0,038	0,037	0,041
60m	0,037	0,038	0,036	0,036
NH₄⁺(μmol/L)				
	Veli Tetovišnjak		Blitvenica	
Dubina	Lipanj	Listopad	Lipanj	Listopad
30m	0,033	0,038	0,028	0,033
40m	0,032	0,03	0,027	0,031
50m	0,027	0,033	0,027	0,031
60m	0,022	0,032	0,025	0,030

Vrijednosti saliniteta, koncentracije kisika, te vrijednost pH mjerene na istraživanim postajama u srpnju i listopadu 2020. godine ne odstupaju od normalnih vrijednosti za Jadran i prate normalne promjene vrijednosti u odnosu na dubinu (Tablica 3).

Tablica 3. Srednje vrijednosti mjerenih fizikalno-kemijskih parametara na istraživanim postajama u lipnju i listopadu 2020. godine.

Salinitet (‰)				
	Veli Tetovišnjak		Blitvenica	
Dubina	Lipanj	Listopad	Lipanj	Listopad
30m	37,7	38,1	38,2	38,3
40m	37,8	38,0	38,1	38,2
50m	37,9	37,8	38,1	38,2
60m	37,9	37,9	38,0	38,1
O₂ (mg/L)				
	Veli Tetovišnjak		Blitvenica	
Dubina	Lipanj	Listopad	Lipanj	Listopad
30m	8,12	8,03	8,28	8,21
40m	8,04	7,89	8,26	8,20
50m	7,99	7,86	8,25	8,19
60m	7,92	7,82	8,19	8,11
pH				
	Veli Tetovišnjak		Blitvenica	
Dubina	Lipanj	Listopad	Lipanj	Listopad
30m	8,12	8,08	8,16	8,11
40m	8,14	8,06	8,15	8,10
50m	8,08	8,06	8,12	8,09
60m	8,09	8,04	8,12	8,08

5.2. Stanje koraligenske biocenoze na istraživanim postajama

Dubinska rasprostranjenost indikatorskih vrsta i potencijalni utjecaj povišene temperature mora na njih prikazan je u Tablici 4. Od istraživanih vrsta indikatora posebna pažnja je usmjerena na istraživanje vrsta koje su najosjetljivije na negativne antropogene utjecaje i posljedice zagrijavanja mora zbog klimatskih promjena. To su gorgonije *Eunicella cavolini*, *Paramuricea clavata* i *Corallium rubrum*, te kameni koralj *Leptopsammia pruvoti*.

Tablica 4. Utjecaj temperaturnih anomalija na vrste indikatore na istraživanim postajama. Dubina rasprostranjenosti unutar postaje (m) i mogući utjecaj na vrste indikatore na istraživanim postajama (P = pojačan utjecaj; N = nema utjecaja; - = vrsta nije pronađena na postaji).

Vrsta indikator	Postaja							
	Blitvenica	Babuljaš	Kukuljar	Drvenik	Borovnjak	Rt Kabal	Tratinska	Rt Fauc
	Dubina rasprostranjenosti unutar postaje (m) / utjecaj na vrste							
<i>Parazoanthus axinellae</i>	16-45/P	22-38/P	14-43/P	25-28/P	29-39/P	28-40/P	17-38/P	18-53/P
<i>Savalia savalia</i>	42-44/N	-	52-55/N	-	-	-	-	-
<i>Eunicella cavolini</i>	24-47/P	21-42/P	19-57/P	22-26/N	22-48/P	26-42/P	24-47/P	24-52/P
<i>Eunicella singularis</i>	10-16/P	14-20/P	14-22/P	20-22/P	16-18/N	-	12-15/P	20-22/P
<i>Paramuricea clavata</i>	35-45/P	35-42/P	40-54/P	-	32-38/P	36-42/P	39-44/P	42-54/P
<i>Corallium rubrum</i>	46-47/P	-	-	-	-	-	-	-
<i>Madracis pharensis</i>	30-46/P	18-43/P	24-55/P	23-28/P	28-36/P	22-40/P	23-36/P	28-46/P
<i>Caryophyllia inornata</i>	30-46/P	18-43/P	24-55/P	23-28/P	28-36/P	22-40/P	23-36/P	28-46/P
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	30-46/P	18-43/P	24-55/P	14-52/P	28-38/P	22-40/P	23-45/P	28-46/P

Vrsta indikator	Postaja						
	Rt Ploča	Dražemanski	Sedlo	Balkun	Balun	Tetovišnjak	Skrižanj
	Dubina rasprostranjenosti unutar postaje (m) / utjecaj na vrste						
<i>Parazoanthus axinellae</i>	16-45/P	-	28-38/P	22-44/P	-	28-48/P	24-40/P
<i>Savalia savalia</i>	-	-	42-44/P	46-48/N	-	42-48/P	-
<i>Eunicella cavolini</i>	16-48/P	21-49/P	18-47/P	18-48/P	22-26/P	17-56/P	18-50/P
<i>Eunicella singularis</i>	8-10/P	22-25/P	12-16/P	15-17/P	8-10/P	12-15/P	17-19/P
<i>Paramuricea clavata</i>	42-48/P	45-50/P	39-44/P	34-48/P	-	42-48/P	34-51/P

<i>Corallium rubrum</i>	-	-	44-47/P	44-45/P	-	53-55/P	45-48/P
<i>Madracis pharensis</i>	32-44/P	26-52/P	16-48/P	25-44/P	25-27/P	36-48/P	25-48/P
<i>Caryophyllia inomata</i>	32-44/P	22-52/P	10-48/P	25-44/P	25-27/P	36-48/P	26-48/P
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	32-48/P	22-52/P	15-48/P	31-44/P	24-27/P	32-48/P	26-48/P

5.2. Stanje vrsta indikatora na istraživanim postajama

Parazoanthus axinellae - stanje na postajama

Stres kod žute moruzgve primarno je izražen zatvorenim polipima dijela ili cijele kolonije. Tijekom istraživanja 2019. i 2020. godine na svim postajama bilo je uginulih kolonija i kolonija sa zatvorenim polipima (Slika 28).



Slika 28. Zatvoreni polipi zadružne moruzgve *Parazoanthus axinellae*.

Savalia savaglia - stanje na postajama

Žuta gerardija je zabilježena na pet postaja, a to su Blitvenica, Kukuljar, Sedlo, Balkun i Tetovišnjak. Tijekom istraživanja primijećena su oštećenja i nekroze tkiva samo na postajama Sedlo i Tetovišnjak. Ponekad su polipi kolonije zatvoreni na ostalim postajama (vjerojatan utjecaj povišene temperature ili jačeg pridnenog strujanja mora), ali bez primjetnih oštećenja ili nekroze tkiva. Tijekom istraživanja 2020. godine, polipi kolonija su bili otvoreni, a same kolonije u jako dobrom stanju.

Eunicella cavolini - stanje na postajama

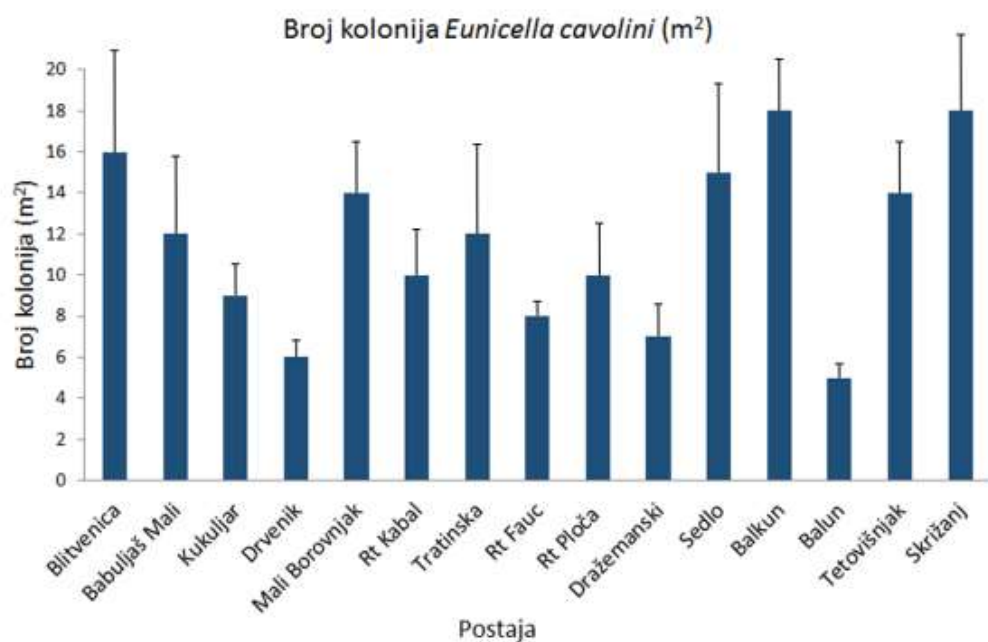
Žuta rožnjača je ugrožena na svim istraživanim postajama. Ugroženost je vidljiva kroz nekrozu vršnih dijelova kolonije (Slika 29). Na svim postajama utvrđene su stare uginule kolonije žute rožnjače i oštećenja od prijašnjih godina, jer je na njima vidljiv jaki obraštaj na skeletu kolonija gorgonije. Nisu utvrđena oštećenja na središnjem dijelu kolonija, već samo na vršnim granama.



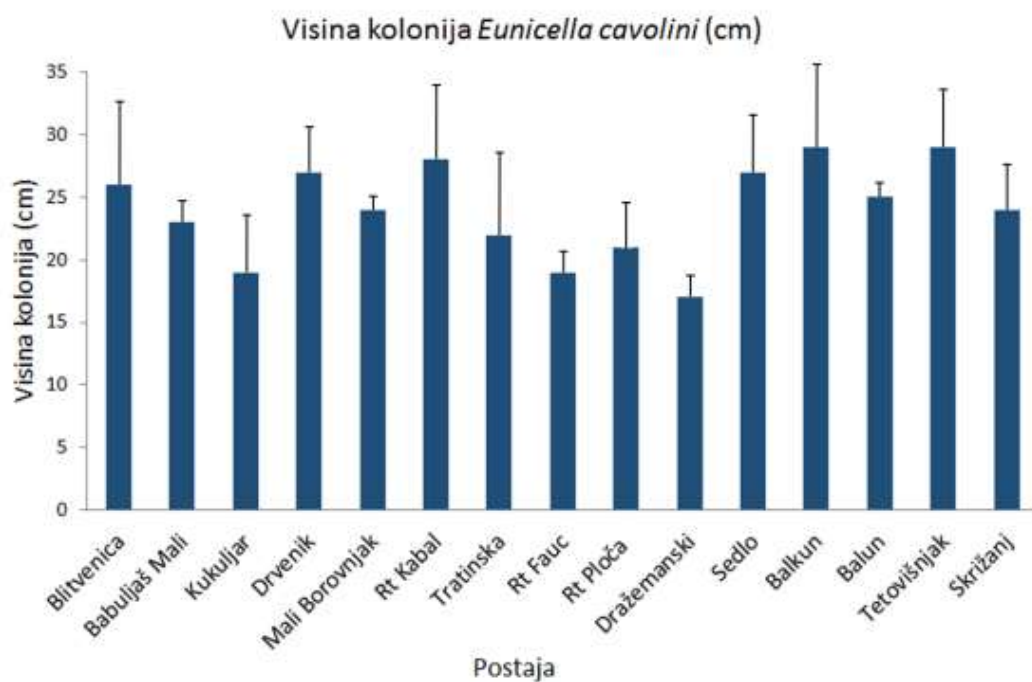
Slika 29. Žuta rožnjača *Eunicella cavolini* na postaji Blitvenica. Dubina 35 metara. Na gornjem dijelu kolonije vidi se obraštaj nakon nekroze tkiva.

Najveći broj kolonija po kvadratnom metru ($\pm$ standardna devijacija (SD)) utvrđen je na postajama Balkun ($18 \pm 2,8$), Skrižanj ($18 \pm 2,2$), Blitvenica ($16 \pm 3,1$) i Sedlo ($15 \pm 2,3$), dok su postaje s najmanje kolonija Balun ($5 \pm 0,7$), Drvenik ($6 \pm 1,1$) i Dražemanski ($7 \pm 1,3$) (Slika 30). Dobiveni brojevi su većinom prosjek za istočni Jadran, gdje vanjski otoci imaju veće vrijednosti gustoće populacija žute rožnjače.

Najveća visina kolonija žute rožnjače izmjerena je na istraživanim postajama Balkun ($29 \pm 5,3$ cm), Tetovišnjak ($29 \pm 3,9$ cm) i Rt Kabal ($28 \pm 3,6$ cm). Najmanje kolonije izmjerene su na postajama Dražemanski ($17 \pm 3,2$ cm), Kukuljar ($19 \pm 2,9$ cm) i Rt Fauc ($19 \pm 2,2$ cm) (Slika 31).



Slika 30. Broj kolonija ($\pm$ standardna devijacija (SD)) vrste *Eunicella cavolini* na 15 istraživanih postaja.

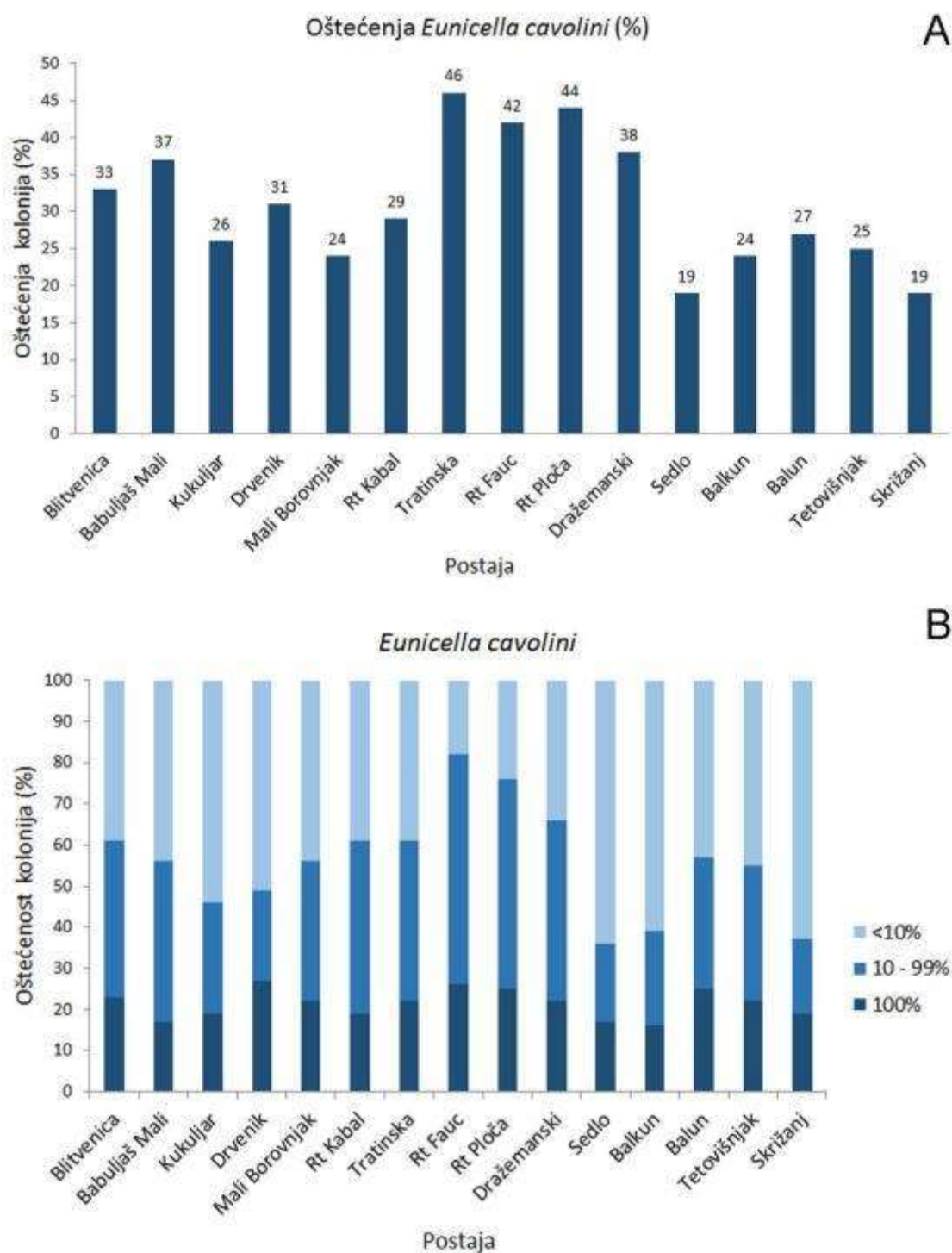


Slika 31. Visina kolonija (cm $\pm$ standardna devijacija (SD)) vrste *Eunicella cavolini* na istraživanim postajama.

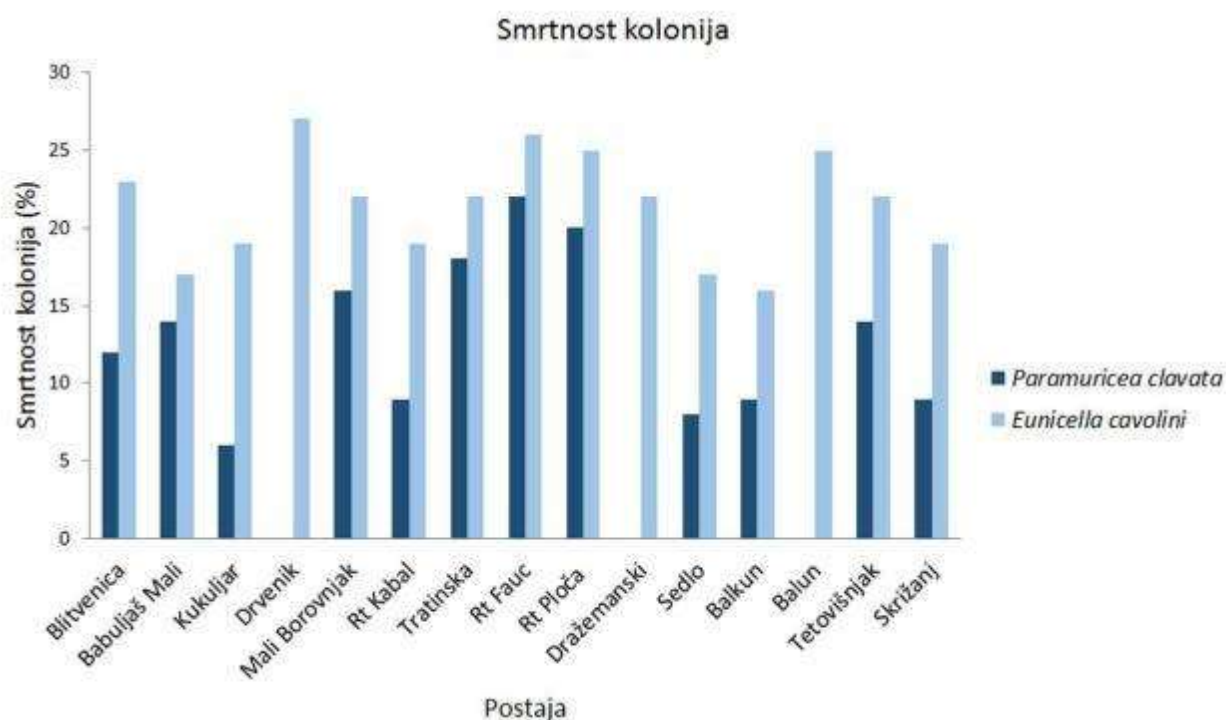
Najviše vršnih oštećenja na kolonijama žute rožnjače utvrđeno je na postajama Tratinska (46%), Rt Ploča (44%), Dražemanski (38%) i Babuljaš Mali (37%), a najmanje na postajama

Sedlo (19%) i Skrižanj (19%) (Slika 32A). Najveća ukupna oštećenja na kolonijama žute rožnjače utvrđena su na postajama Rt Fauc i Rt Ploča (Slika 32B).

Najveća smrtnost kolonija žute rožnjače utvrđena je na postajama Drvenik (27%), Rt Fauc (26%), Rt Ploča (25%) i Balun (25%) (Slika 25). Najmanja smrtnost utvrđena je na postajama Balkun (16%), Sedlo (17) i Babuljaš Mali (17%) (Slika 33).



Slika 32. Oštećenost žute rožnjače *Eunicella cavolini* na istraživanim postajama. A) ukupno oštećenih kolonija; B) postoci zdravih kolonija (<10% oštećenja), zahvaćenih kolonija (između $\geq 10\%$ i $\leq 99\%$ oštećenja) i mrtvih kolonija (100% oštećenja).



Slika 33. Smrtnost dvije najugroženije gorgonije, žute rožnjače *Eunicella cavolini* i crvene gorgonije *Paramuricea clavata* na istraživanim postajama.

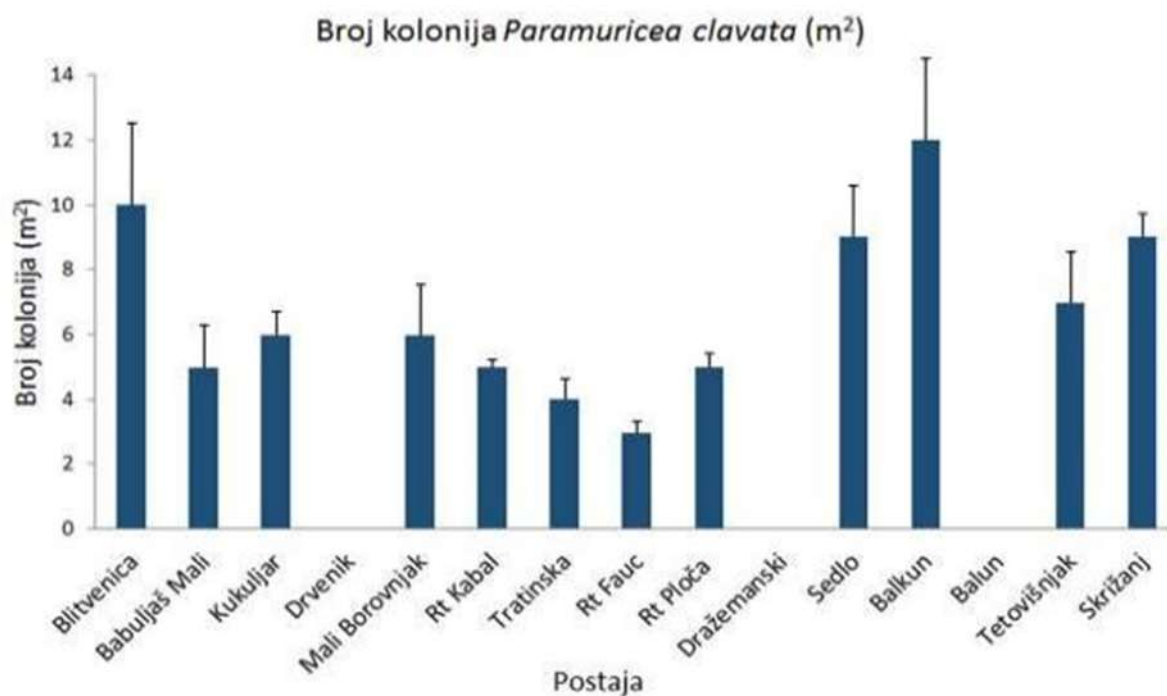
Eunicella singularis - stanje na postajama

Tijekom istraživanja 2019. i 2020. godine utvrđen je negativan utjecaj na kolonije vrste *Eunicella singularis* na svim postajama i to većinom na vrhovima kolonija. Nije utvrđena smrtnost kolonija kao kod vrste *E. cavolini*. Vrhovi kolonija najčešće prvi stradavaju i ne mogu se oporaviti. Niti na jednoj postaji tijekom istraživanja nije utvrđena potpuna smrtnost jedinki.

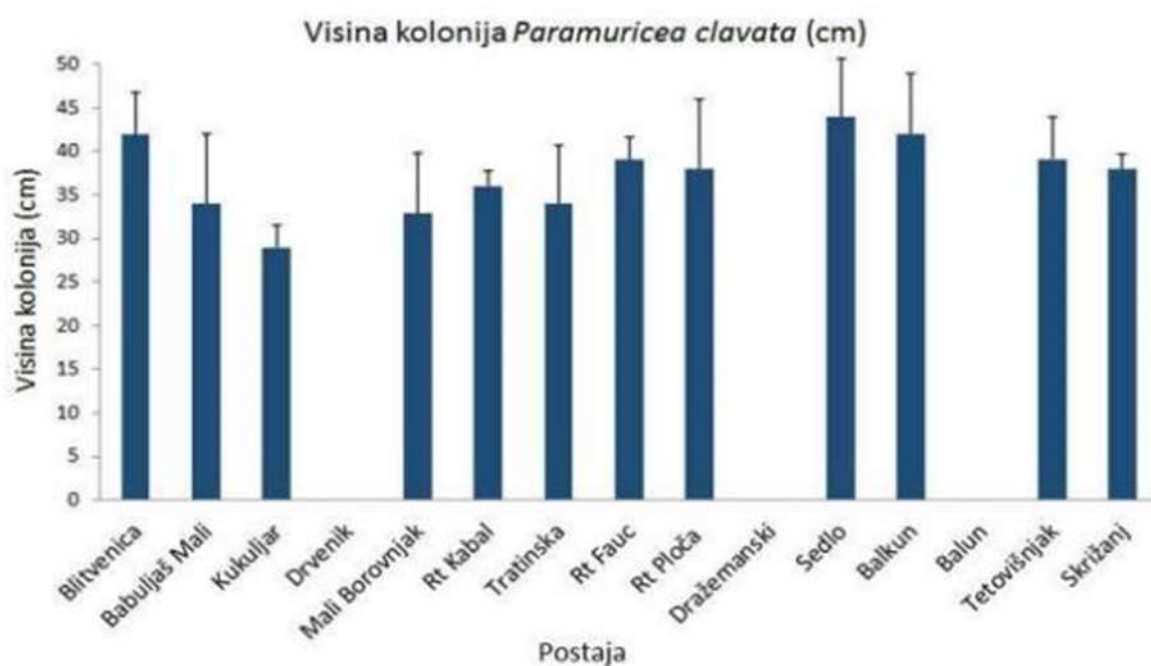
Paramuricea clavata - stanje na postajama

Najveći broj kolonija crvene gorgonije po kvadratnom metru ($\pm$ SD) utvrđen je na postajama Balkun ($12 \pm 2,7$), Blitvenica ($10 \pm 2,3$), Skrižanj ($9 \pm 1,9$) i Sedlo ($9 \pm 2,1$), dok su postaje s najmanje kolonija Rt Fauc ($3 \pm 0,6$) i Tratinska ($4 \pm 1,1$) (Slika 34).

Najveća visina kolonija crvene gorgonije izmjerena je na istraživanim postajama Sedlo ($44 \pm 7,2$ cm), Blitvenica ($42 \pm 6,9$ cm) i Balkun ($42 \pm 7,1$ cm). Najmanje kolonije izmjerene su na postajama Kukuljar ($29 \pm 4,1$ cm) i Mali Borovnjak ($33 \pm 6,4$ cm) (Slika 35).



Slika 34. Broj kolonija ($\pm$ standardna devijacija (SD)) vrste *Paramuricea clavata* na istraživanim postajama.



Slika 35. Visina kolonija (cm $\pm$ standardna devijacija (SD)) vrste *Paramuricea clavata* na istraživanim postajama.

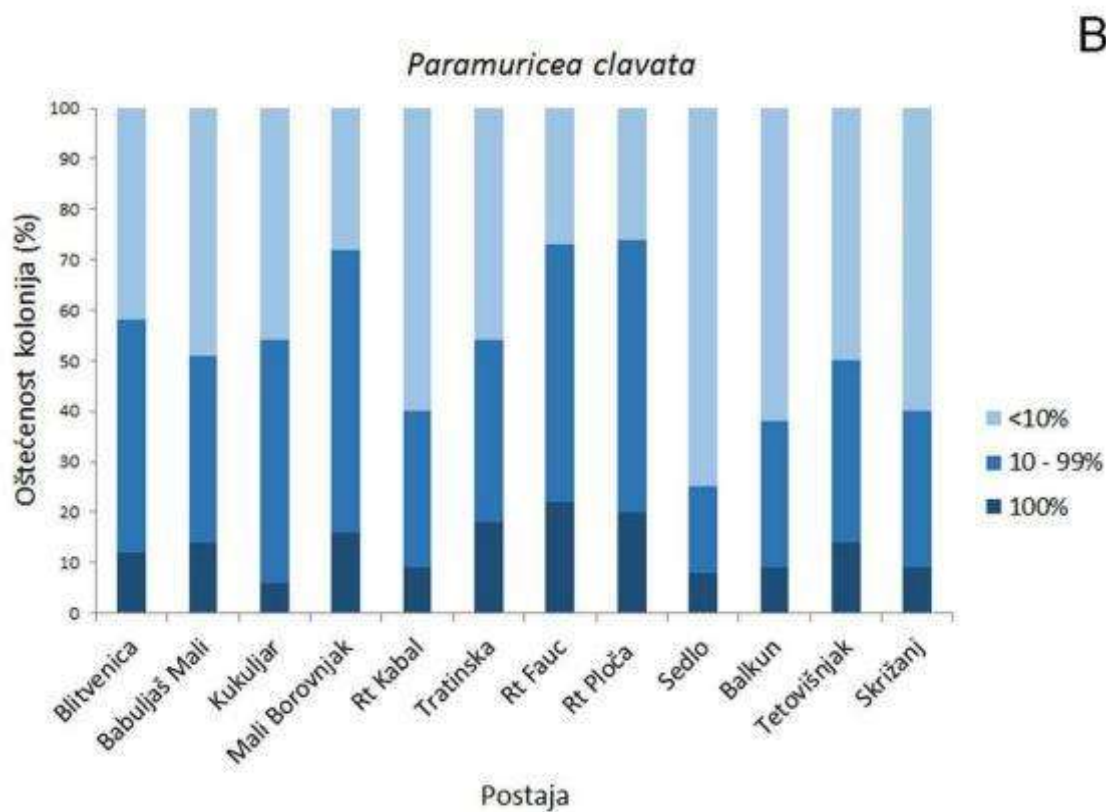
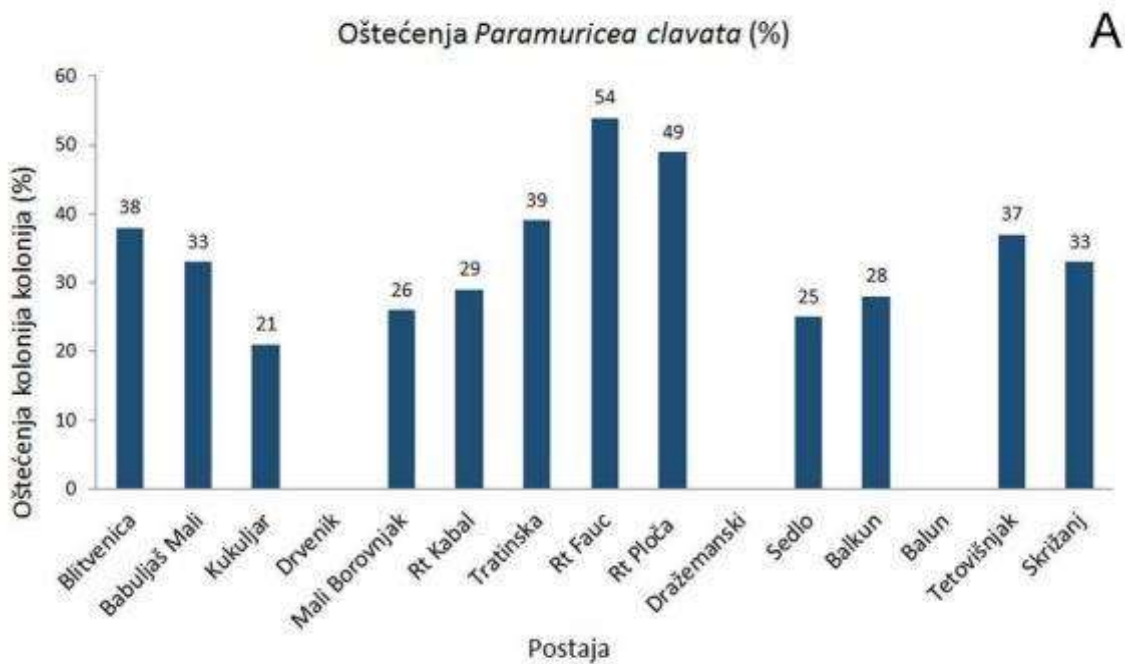
Većina utvrđenih oštećenja kod crvene gorgonije bila je starijeg datuma, jer je rožnati skelet s obraštajem koji nastaje nakon više od godine dana (Slika 36). Novija nekroza se javlja na cijeloj koloniji, iako je najčešća na vrhovima. Najvećim dijelom su ugrožene kolonije na plićem dijelu koraligena i one bliže negativnim antropogenim utjecajem (postaje Rt Fauc i Rt Ploča).



Slika 36. Kolonija crvene rožnjače *Paramuricea clavata* na postaji Tetovišnjak. Dubina 48 metara. Vide se nova oštećenja (goli skelet) i stara oštećenja (obraštaj).

Najviše oštećenja na kolonijama crvene gorgonije utvrđeno je na postajama Rt Fauc (54%), Rt Ploča (49%), Tratinska (39%) i Blitvenica (38%), a najmanje na postajama Kukuljar (21%) i Sedlo (25%) (Slika 37A). Najveća ukupna oštećenja na kolonijama crvene gorgonije utvrđena su na postajama Mali Borovnjak, Rt Fauc i Rt Ploča (Slika 37B).

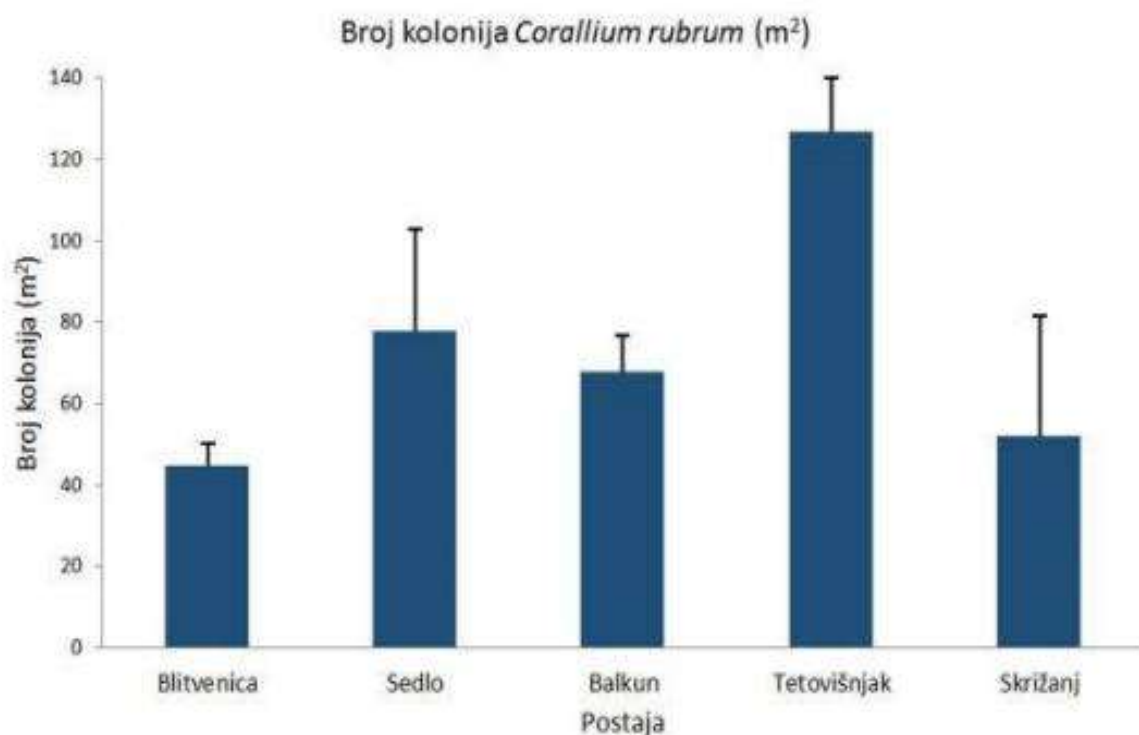
Najveća smrtnost kolonija crvene gorgonije utvrđena je na postajama Rt Fauc (22%), Rt Ploča (20%) i Tratinska (18%). Najmanja smrtnost utvrđena je na postajama Kukuljar (6%) i Sedlo (8%) (Slika 37).



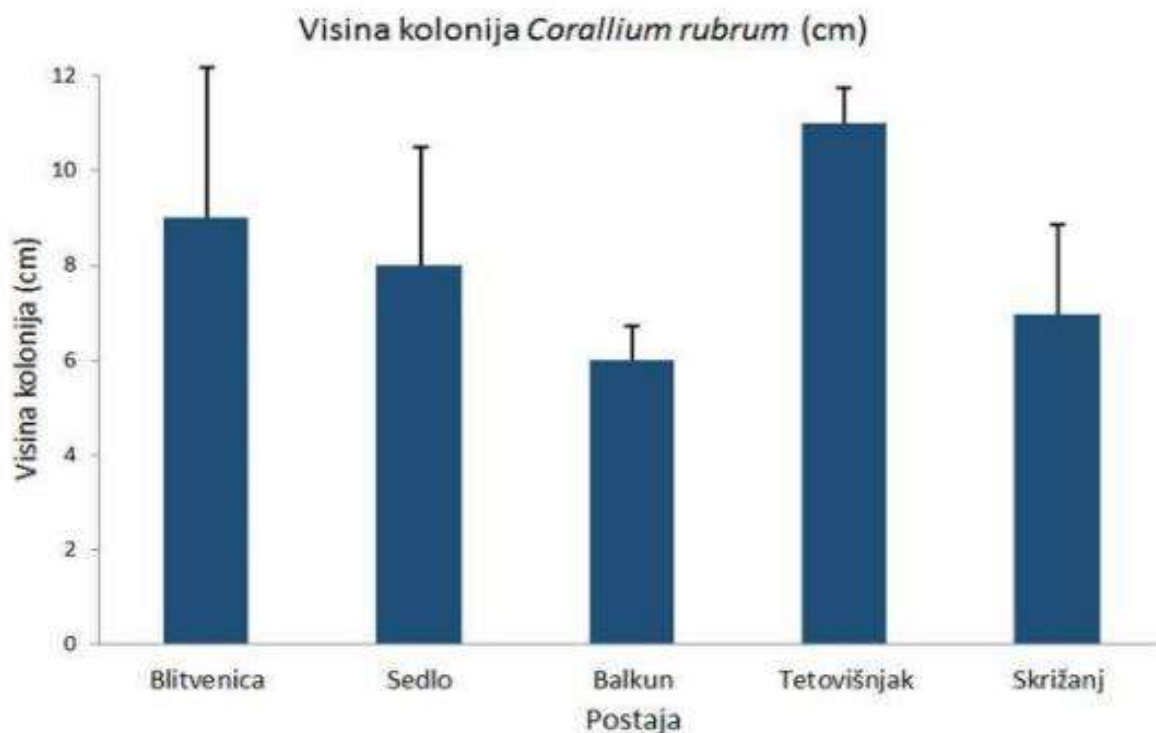
Slika 37. Oštećenost crvene gorgonije *Paramuricea clavata* na istraživanim postajama. A) ukupno oštećenih kolonija; B) postoci zdravih kolonija (<10% oštećenja), zahvaćenih kolonija (između $\geq 10\%$ i $\leq 99\%$ oštećenja) i mrtvih kolonija (100% oštećenja).

Corallium rubrum - stanje na postajama

Najveći broj kolonija crvenog koralja po kvadratnom metru ($\pm$ SD) utvrđen je na postajama Tetovišnjak ($127 \pm 23,5$) i Sedlo ($78 \pm 16,4$), dok su postaje s najmanjim brojem kolonija Blitvenica ($45 \pm 8,3$) i Skrižanj ($52 \pm 8,9$) (Slika 38). Najveća visina kolonija crvenog koralja izmjerena je na istraživanim postajama Tetovišnjak ($11 \pm 0,9$ cm) i Blitvenica ($9 \pm 2,1$ cm) (Slika 39). Najmanje kolonije izmjerene su na postajama Balkun ($6 \pm 0,3$ cm) i Skrižanj ($7 \pm 1,4$ cm).



Slika 38. Broj kolonija ($\pm$ standardna devijacija (SD)) vrste *Corallium rubrum* na istraživanim postajama.



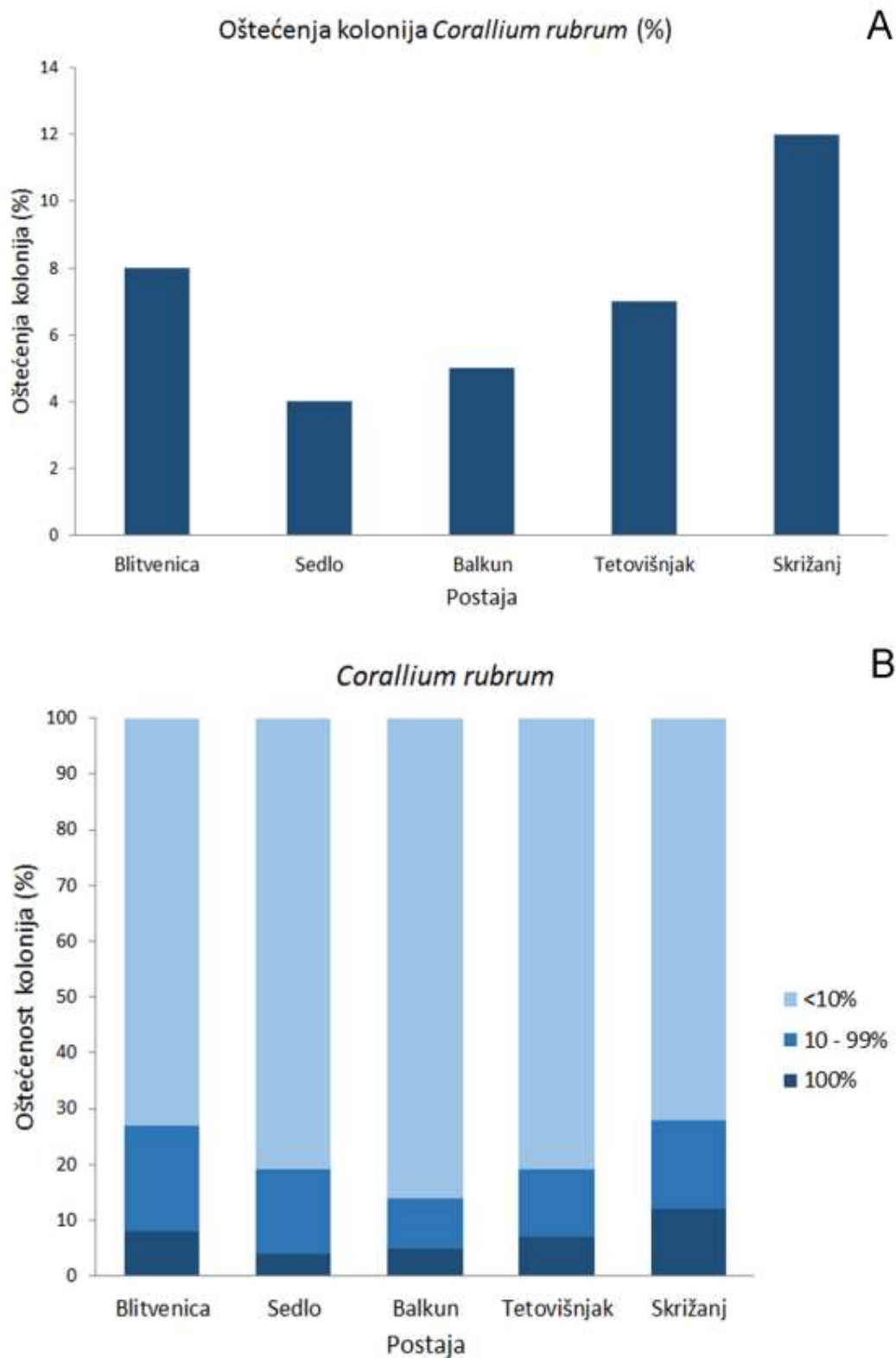
Slika 39. Visina kolonija (cm $\pm$ standardna devijacija (SD)) vrste *Corallium rubrum* na istraživanim postajama.

Većina kolonija je bila sa otvorenim polipima, bez znakova ugroženosti. Kolonije malih visina (3-10 cm) na istraživanim postajama su isto u dobrom stanju. Većina utvrđenih oštećenja kolonija crvenog koralja bila je starijeg datuma, iako ima popriličan postotak kolonija koje su sa zatvorenim polipima i početnom nekrozom tkiva (Slika 40).



Slika 40. Kolonija crvenog koralja *Corallium rubrum* sa zatvorenim (uvučenim) polipima na postaji Balkun. Vidljiv je početak nekroze tkiva. Dubina 44 metra.

Najviše oštećenja na kolonijama crvenog koralja utvrđeno je na postajama Skrižanj (12%) i Blitvenica (8%), a najmanje na postajama Sedlo (4%) i Balkun (5%) (Slika 41A). Najveća ukupna oštećenja na kolonijama crvenog koralja utvrđena su na postajama Blitvenica i Skrižanj (Slika 41B).



Slika 41. Oštećenost crvenog koralja *Corallium rubrum* na istraživanim postajama. A) ukupno oštećenih kolonija; B) postoci zdravih kolonija (<10% oštećenja), zahvaćenih kolonija (između $\geq 10\%$ i $\leq 99\%$ oštećenja) i mrtvih kolonija (100% oštećenja).

Madracis pharensis - stanje na postajama

Tijekom istraživanja 2019. i 2020. godine na svim postajama s ovim koraljem utvrđeno je izbjeljivanje polipa (Slika 42). Najviše oštećenih kolonija tijekom istraživanja utvrđeno je na postajama Mali Borovnjak, Rt Kabel, Tratinska, Rt Fauc, Rt Ploča i Dražemanski.



Slika 42. Kolonija vrste *Madracis pharensis* s prozirnim polipima („bleaching“) na postaji Skrižanj. Dubina 31 metar.

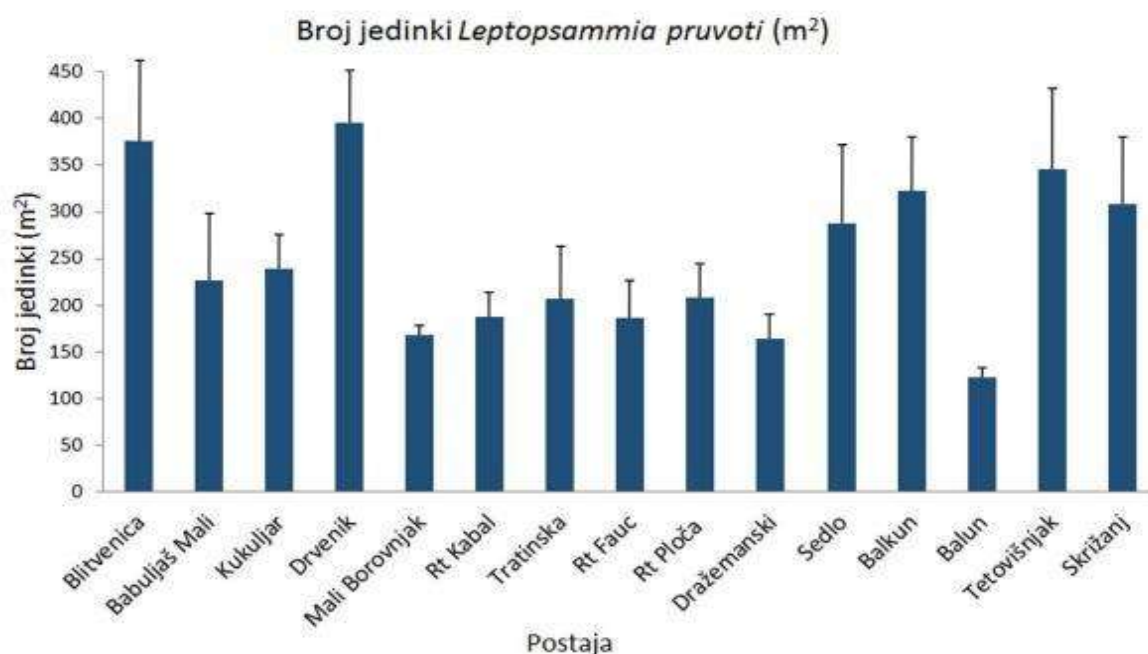
Caryophyllia inornata - stanje na postajama

Kod ove vrste kamenog koralja negativan utjecaj temperature mora je bio znatno manji tijekom istraživanja 2019. godine, nego 2020. godine. Kod ove vrste kamenog koralja nekroza tkiva i smrtnost utvrđena je na svim istraživanim postajama.

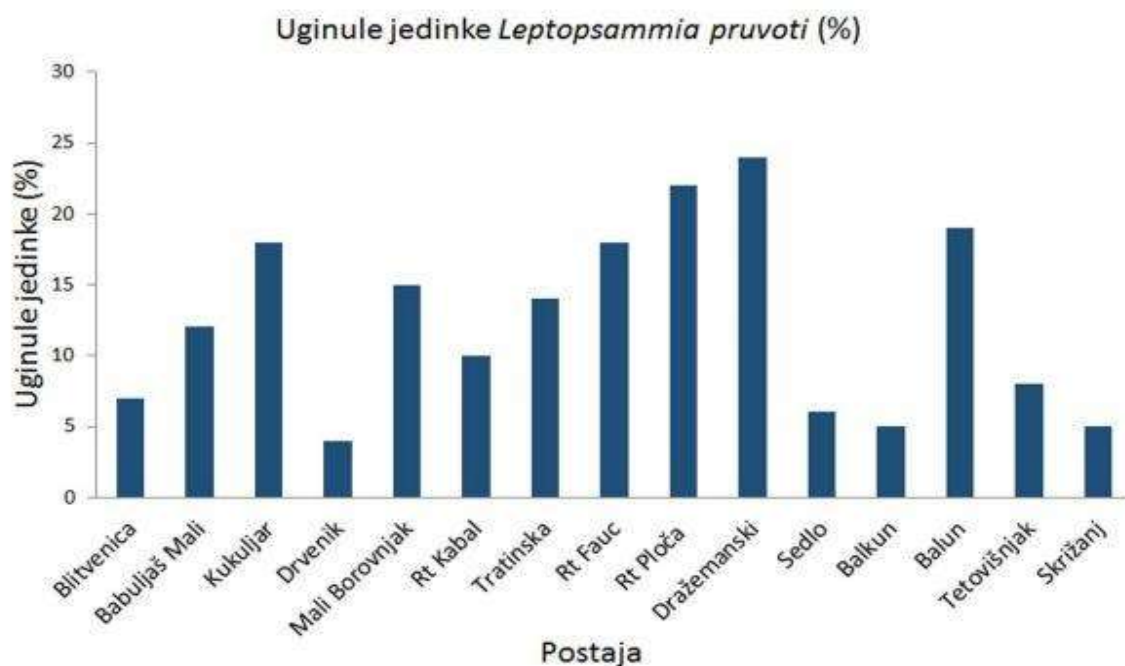
Leptopsammia pruvoti - stanje na postajama

Najveći broj jedinki žute čaške po kvadratnom metru ($\pm$ SD) utvrđen je na postajama Drvenik ($395 \pm 42,4$), Blitvenica ($376 \pm 56,2$), Tetovišnjak ($346 \pm 52,7$) i Balkun ($323 \pm 34,5$), dok su postaje s najmanjim brojem jedinki utvrđene na postajama Balun ($123 \pm 9,5$), Dražemanski ($164 \pm 12,3$) i Mali Borovnjak ($168 \pm 7,9$) (Slika 43).

Kod snimljenih kvadrata na istraživanim postajama tijekom istraživanja 2019. i 2020. godine utvrđen je znatan postotak uginulih jedinki. Najviše uginulih jedinki tijekom istraživanja utvrđeno je na postajama Dražemanski (24,3%), Rt Ploča (22,7%), Balun (19,4%) i Kukuljar (18,6%), a najmanje na postaji Drvanik (10,8%) zbog izoliranosti staništa (špilja) i Balkun (5,2%) (Slika 44).



Slika 43. Brojnost jedinki *Leptopsammia pruvoti* po kvadratnom metru na istraživanim postajama.

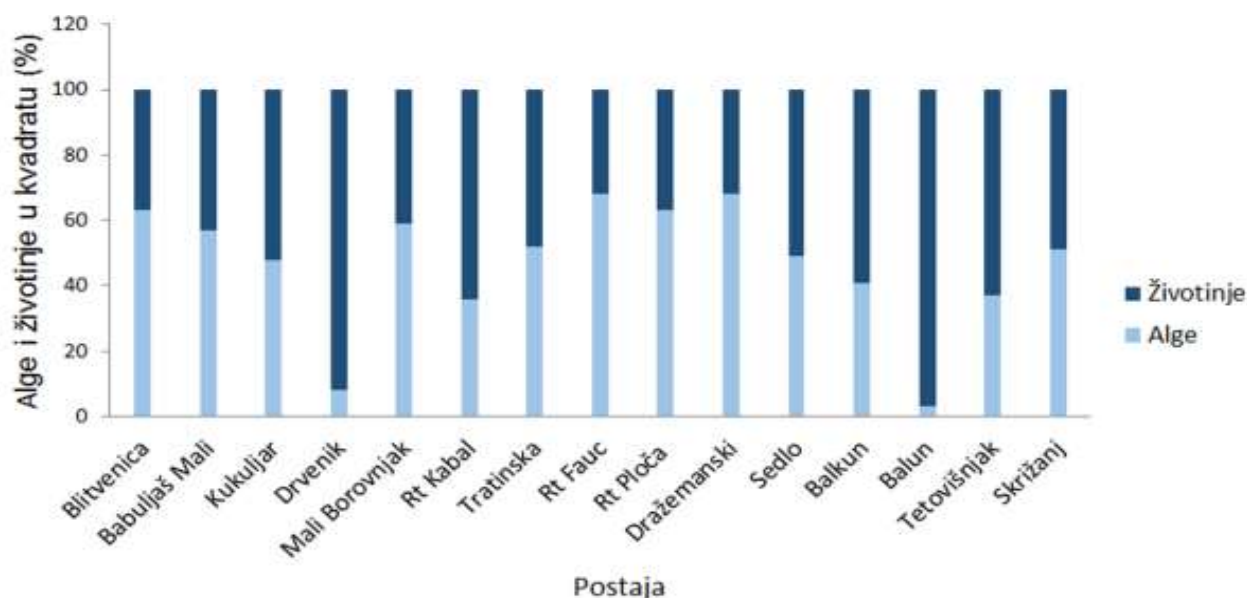


Slika 44. Postotak uginulih jedinki *Leptopsammia pruvoti* po kvadratnom metru na istraživanim postajama.

5.3. Raznolikost vrsta na istraživanim postajama

Tijekom analize snimljenih kvadrata na istraživanim postajama utvrđena je 36 vrsta alga i 98 vrsta životinja. Postotni omjeri biljne i životinjske komponente istraživanih postaja prikazani su na Slici 45. Najveći postotni udio životinja utvrđen je na postajama Balun (97%) i Drvenik (92%). Najveći udio alga unutar snimljenih kvadrata utvrđeno je na postajama Rt Fauc (68%) i Dražemanski (68%).

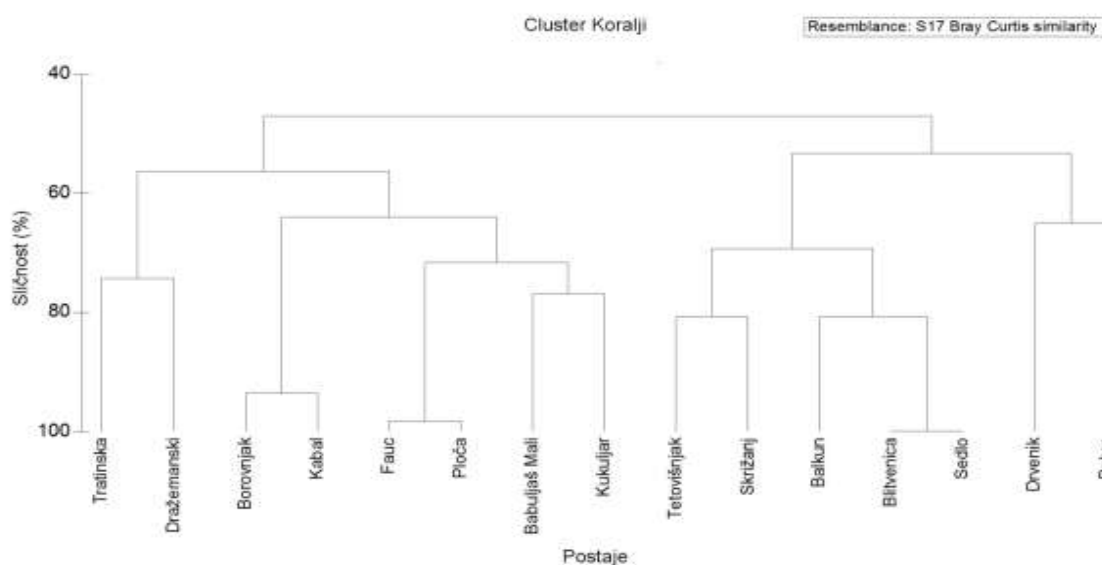
Uz brojnost vrsta dobivenih analizom snimljenih kvadrata, određivane su vrste *in situ* za vrijeme ronjenja te analizom sakupljenog materijala u laboratoriju. Ukupno je određeno 439 vrsta alga i životinja na 15 istraživanih postaja (Prilog 1). Od 56 vrsta alga, utvrđeno je 8 vrsta zelenih alga, 8 vrsta smeđih alga i 40 vrsta crvenih alga. Utvrđeno je 37 spužvi, 43 žarnjaka, 106 vrsta puževa, 38 vrsta mnogočestinaša, 34 vrste rakova, 41 vrsta mahovnjaka, 22 vrste bodljikaša, 14 plaštenjaka i 41 vrsta ribe. Usporedba između postaja Bray-Curtis-ovim indeksom sličnosti prikazuje kolika je sličnost istraživanih postaja koraligenske biocenoze ovisno o utvrđenim vrstama koralja, ukupno njih 45 vrsta.



Slika 45. Odnos brojnosti biljnih (alge) i životinjskih vrsta u snimljenim kvadratima (25x25 cm) na istraživanim postajama.

Najveća vrijednost indeksa pokazuje najveću sličnost u sastavu utvrđenih vrsta između postaja i obrnuto. Najveća sličnost među vrstama koralja utvrđena je između postaja Blitvenica i Sedlo (100,00%), Rt Ploča i Rt Fauc (98,25%), Borovnjak i Rt Kabal (93,62%) i Babuljaš i Rt Kabal (81,63%). Najviše su različite postaje Borovnjak i Blitvenica, Tratinska i Blitvenica, Borovnjak

i Drvenik, Borovnjak i Sedlo, Tratinska i Sedlo (svi 50,00% sličnosti), Rt Kabal i Blitvenica, Rt Kabel i Sedlo (50,98%), te postaje Rt Kabal i Drvenik, Sedlo i Dražemanski (51,16%) (Prilog 2).



Slika 46. Dendrogram sličnosti svih postaja prema utvrđenim vrstama koralja (Bray-Curtis indeks sličnosti).

Kod istraživanih postaja izdvajaju se dvije grupe postaja ovisno o sličnosti vrsta koralja (Slika 46). Grupe su podijeljene ovisno broju zajedničkih vrsta koralja i prema pregledu postaja one se ne grupiraju prema geografskoj bliskosti postaja, već prema staništima i sličnostima ekoloških čimbenika koji djeluju na istraživanim postajama. Posebno se izdvaja grupa u kojoj su postaje Blitvenica, Sedlo, Balkun, Tetovišnjak i Skrižanj kao vanjske istraživane postaje. MDS graf pokazuje veliku raspršenost postaja u kojoj se i dalje vidi povezanost vanjskih postaja i postaja koje su uz kopno ili otok Žirje (Kabel) (Slika 47). Jedan od razloga za posebno izdvajanje ove postaje iz ostalih grupa vezanih za sličnost postaja po utvrđenim vrstama je i taj da su ovdje utvrđena strmija staništa sa bržim gubitkom svjetlosti koja karakterizira koraligensku biocenozu. Sva grupiranja unutar MDS grafa jednaka su grupiranju na dendrogramu sličnosti.



Slika 47. MDS prikaz grupiranja i udaljenosti postaja prema utvrđenim vrstama koralja (Bray-Curtis indeks sličnosti)

6. RASPRAVA

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) (Ballesteros, 2006). Ovakve biokonstrukcije tvore kompleksne strukture koje omogućuju život brojnim vrste životinja, pa ih se smatra „vrućim točkama“ („hot spot“) biološke raznolikost u Sredozemnom moru. Ova biocenoza je značajna za vanjski dio podmorja obale i otoka istočnog Jadrana (Rodić, 2015). Za očuvanje bentoskih vrsta nije potrebno zaštititi samo vrste, već je važno zaštititi i njihovo stanište. To se prvenstveno odnosi na staništa koja su pod izravnim antropogenim utjecajem ili u samoj blizini takvih negativnih utjecaja. Među vrlo ugrožene zajednice ulaze i biocenoza polutamnih špilja i koraligenska biocenoza. Najugroženije su gorgonije *Corallium rubrum*, *Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolini*, *E. verrucosa* (relativno rijetka vrsta gorgonije u Jadranu), zadružna moruzgva *Parazoanthus axinellae* te kameni koralji *Madracis pharensis* (u simbiozi sa zooxantelama), *Leptopsammia pruvoti*, *Polycyathus muellerae*, *Hoplangia duthoiri* i rod *Caryophyllia*. Ove vrste ugrožene su antropogenim utjecajem, te globalnim zagrijavanjem mora (Rodić, 2015; Garrabou 2009; 2018; Kružić, 2015; 2019). Rezultati ovih istraživanja u skladu su s rezultatima prethodnih koji ukazuju da je glavna ugroza globalno zagrijavanje mora.

Povećane temperature mora (temperaturne anomalije) do 50 metara dubine utvrđene su u Jadranskom moru u zadnjih 20-tak godina (Kružić i sur., 2016). Rijetke su godine kada nije bilo povišenih temperatura mora uz istočnu jadransku obalu. Takav mirniji „trend“ temperature mora na istraživanim postajama vjerojatno je posljedica znatno nemirnijeg mora (prvenstveno bura i maestral u srednjem dijelu Jadrana) koji je more donekle hladio tijekom ljetnih mjeseci. Tada također nije bilo dugotrajnih izuzetno toplih dana (više od 30 dana u nizu) na području srednjeg Jadrana, koji bi zagrijali more, niti čestog južnog vjetra koji bi potpomognuo zagrijavanje uzobalnog mora (Kružić i sur., 2016).

Tijekom ovog istraživanja utvrđene su povećane temperature mora do 50 metara dubine na istraživanim postajama. Izmjerene temperature mora na postajama Blitvenica i Veli Tetovišnjak na dubinama od 30 do 50 metara tijekom istraživanih godina pokazuju trend temperaturnih anomalija tijekom ljetnih mjeseci, iako blaži nego prijašnjih godina (usporedba s mjerenim temperaturama mora u NP Kornati) (Kružić i sur., 2016). Na mjerenim dubinama temperature mora pokazuju povišene vrijednosti za ove dubine mora od 7. do 10. mjeseca. Izmjereni su

temperaturni maksimumi od 22,4 °C na dubini od 40 metara, što je znatno manje nego prijašnjih godina (do 25 °C) (Rodić, 2015). Tijekom ove dvije godine istraživanja nisu utvrđene veće temperaturne anomalije mora tijekom ljetnih mjeseci, pa je s time i biljni i životinjski podmorski svijet ostao pošteđen većih smrtnosti jedinki i kolonija. Pitanje ostaje je li ovaj scenarij samo mali predah u klimatskim promjenama koje znatno utječu na Jadransko more. Nekroze tkiva kod spužava, kamenih koralja i gorgonija utvrđeni su svih godina s temperaturnim anomalijama (Rodić, 2015; Kružić, 2015, 2019).

Sve odabrane vrste indikatori pokazuju stupnjeve oštećenja populacija vezano za temperaturne anomalije. Ovim istraživanjem je utvrđeno da temperaturne anomalije najviše ugrožavaju kamene koralje *Madracis pharensis* i *Leptopsammia pruvoti*, te gorgonije roda *Eunicella* i *Paramuricea*. Kod zadružne moruzgve *Parazoanthus axinellae* zatvoreni su polipi zbog previsoke temperature mora. Ova vrsta često pokazuje nešto veću otpornost na povišenu temperaturu mora i patogene od drugih vrsta moruzgvi i koralja, ali dugotrajna visoka temperatura mora ugrožava preživljavanje ove vrste. Tijekom ovog istraživanja na svim postajama bilo je znatno manje uginulih kolonija i kolonija sa zatvorenim polipima nego prijašnjih godina u srednjem Jadranu (Kružić, 2015; 2019; 2019a). Izbjeljivanje polipa kod vrste *Madracis pharensis* utvrđeno je u ovom istraživanju tijekom ljetnih mjeseci. Prije desetak godina bile su ugrožene kolonije na plićim dubinama, do 25 metara (Kružić, 2009), međutim u današnje vrijeme zbog povišene temperature mora ugrožene su i kolonije sve do 40 metara dubine (Kružić i sur., 2016). Temperatura mora je kod ove vrste glavni čimbenik ugroze, jer su ostali mogući negativni čimbenici, poput ribolovnih alata na istraživanim postajama izuzetno mali zbog staništa na kojem ova vrsta živi (polušpilje i rupe u stijenama).

Kod žute čaške *Leptopsammia pruvoti* i vrste *Caryophyllia inornata* utvrđene su mrtve jedinke, ali i veći postotak zatvorenih polipa prilikom istraživanja u 9. i 10. mjesecu na svim istraživanim postajama. Kod vrsta *Eunicella cavollini*, *E. singularis* i *Paramuricea clavata* utvrđuju se svake godine nove nekroze tkiva (većinom kao nekroza na vrhovima grana ili na cijeloj gorgoniji kao kod crvene gorgonije) na svim istraživanim postajama (Slika P54). Istraživanja provedena od 2004. do 2019. godine u Francuskoj također pokazuju smanjenje broja populacija ovih vrsta kao posljedica temperaturnih anomalija (Iborra i sur., 2022).

Populacije crvenog koralja (*Corallium rubrum*) su ugrožene ilegalnim vađenjem, te previsokim temperaturama mora na dubinama ispod 40 metara. Na vanjskim istraživanim postajama (Blitvenica, Skrižanj, Balkun) prilikom ronjenja izmjerena je temperatura od 23 °C na 60 metara dubine, što je za 10 °C više od inače uobičajene temperature za tu dubinu (Rodić, 2015; Garrabou, 2009, 2018; Kružić, 2015, 2019a). Veliki dio kolonija je sa zatvorenim polipima ili

je utvrđena nekroza tkiva, što je znak ugroženosti povišenom temperaturom mora (Rodić, 2015).

Na većini istraživanih postaja utvrđeno je da velik problem predstavljaju i ostavljene ribolovne mreže koje kidaju kolonije i nepovratno uništavaju vrste (prvenstveno koralji, spužve i mahovnjaci) u koraligenskoj biocenozi. Najviše ostavljenih ribarskih alata utvrđeno je na postaji Blitvenica, poznatoj kao lokacija za ribarenje (Slike P55 i P56). Ovdje primarno spadaju mreže stajačice, kočarice, parangali i vrše. Svako oštećenje gorgonija može biti pogubno za jedinku, a ako se ona i počne oporavljati, taj proces traje vrlo sporo i može trajati desetljećima. Na oštećenim mjestima (goli skelet) brzo se naseljavaju epibionti (crvene alge, obrubnjaci i mahovnjaci) koji dodatno usporavaju oporavak.

Utvrđena su i cvjetanja mora u 9. i 10. mjesecu na svim istraživanim postajama, prvenstveno smeđe alge *Acinetospora crinita* (Slika P57). Ova alga prekriva sesilne vrste, poput spužvi i koralja (kamenih koralja i gorgonija) i razgradnjom ove alge bakterije napadaju spomenute sesilne vrste (Kružić i sur., 2016). Ovakvim procesom mogu stradati veće populacije crvene i žute gorgonije. Tijekom ovog istraživanja ovakva cvjetanja mora su bila učestalija na postajama koje su bliže naseljima (Rt Fauc, Rt Ploča). Ovo kasnije cvjetanje moglo bi se povezati s turizmom na Jadranu i kanalizacijskim sustavom obalnih gradova i turističkih naselja zbog kanalizacijskih ispusta.

Veliki problem je i smanjenje populacija jastoga na istraživanim postajama, jer je jastog prelovljen u cijelom Jadranu, a djelomično se povlači u veće dubine zbog zagrijavanja mora. Iako je utvrđen na svim postajama i dalje su izlov i povišena temperatura mora veliki problem za populacije jastoga (Kružić, 2015, 2016, 2019a, 2019b).

Jedinke mnogočetinaša *Hermodice carunculata* utvrđene su na svim istraživanim postajama u koraligenskoj biocenozi i vrsta predstavlja ugrozu za sesilne vrste poput gorgonija i kamenih koralja u Jadranu. Ova vrsta mnogočetinaša postaje sve češća u srednjem Jadranu, a povezuje se s globalnim zagrijavanjem mora, te se širi prema sjevernom dijelu Jadrana (Kružić, 2015, 2016, 2019a).

Na svim istraživanim postajama utvrđena je invazivna zelena tropska alga *Caulerpa cylindracea*, na dubinama od 5 do 30 metara (Slike P58 i P59). Alga tvori sve gušća naselja i zbog brzog rasta i širenja predstavlja veliku opasnost za sesilne organizme koraligenske biocenoze, jer se pomalo širi u dubinu. Ova vrsta predstavlja ozbiljan problem na postajama problem su postaje bliže otoku Žirje, ali je i otočić Blitvenica dobrim dijelom prekrivena ovom algom koja pomalo prelazi i u koraligen. U istraživanju Kružić i sur. (2021) na vanjskim postajama NP Mljet utvrđeno je da ova alga raste unutar koraligenske biocenoze do 40 metara

dubine. Stoga je vrlo vjerojatno da će se isto dogoditi i s koraligenom u drugim dijelovima Jadrana.

Invazivna riba papigača *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) predstavlja i dalje veliki problem za koralje u Jadranu (Slika P60). Hranjenje papigače morskim beskralježnjacima tipično je za ovu vrstu i jednako je pogubno za koralje kao i u tropskim morima. Predstavlja opasnost za kamene koralje u koraligenskoj biocenozi. Iako uglavnom obitava u biocenozi fotofilnih alga, često se spušta do većih dubina unutar koraligena (Kružić, 2015, 2016, 2019a, 2019b). Vrsta se širi prema sjeveru i danas je uobičajena vrsta na vanjskim otocima srednjeg Jadrana. Oštećenja od papigače na vrstama koraligena (primarno koralji) nisu utvrđene na istraživanim postajama. Znatna oštećenja od ove vrste utvrđena su u PP Telašćica i NP Mljet na koralju *Madracis pharensis* u koraligenu, tako da je vrlo moguće da se to događa i u ovom istraživanom području (Kružić, 2019).

Utvrđene kolonije crvenog koralja na istraživanim postajama su u relativno dobrom stanju. (Slika P61). Nije primijećeno vađenje koralja u vidu ostataka dijelova kolonija koje otpadaju prilikom vađenja, iako su neke postaje (Blitvenica, Sedlo) vrlo vjerojatno eksploatirane. To se vidi kao gole površine stijena između populacije crvenog koralja na kojima je vjerojatno bio koralj. Koraljari (legalni i ilegalni) vade koralj tako da odlome i dio stijene uz bazu koralja.

S obzirom da se istraživane postaje nalaze i unutar područja Natura 2000, bilo bi poželjno pojačati zaštitu područja između otoka Žirje i otočića Blitvenica kao „no take“ zonu. Na taj način bi se povećao riblji fond u području „no take“ zone, a ribe bi se širile u okolna ribolovna područja. Ovakve uspješne „no take“ zone potvrđene su svugdje u svijetu. Usporedbom istraživanja u NP Kornati i ovog projekta utvrđene su veće populacije ribljih vrsta u području koje nije zaštićeno, nego u području Nacionalnog parka Kornati. To je dobro za ovo Natura 2000 područje u županiji, ali loše za zaštitu u NP Kornati. Također su primijećeni veći ribarski brodovi u području između otoka Žirja i otočića Blitvenica. Ti ribarski brodovi rade znatnu štetu ribljem fondu, ali i koraligenskoj biocenozi. Zaštitom ovog područja, zaštitila bi se i koraligenska biocenoza i vrste koje obitavaju u njoj. Možda ne možemo zaustaviti klimatske promjene i njihov negativan utjecaj, ali ovakvim zaštićenim zonama barem možemo pomoći morskim sesilnim vrstama na način da smanjimo negativni antropogeni utjecaj na minimum.

7. ZAKLJUČCI

- Ukupno je određeno 43 vrste žarnjaka na 15 istraživanih postaja.
- Najveća sličnost među vrstama koralja utvrđena je između postaja Blitvenica i Sedlo (100,00%), Rt Ploča i Rt Fauc (98,25%), Borovnjak i Rt Kabal (93,62%) i Babuljaš i Rt Kabal (81,63%).
- Temperature mora na dubinama od 30, 40 i 50 metara pokazuju visoke ljetne temperaturene anomalije za te dubine. Temperatura se kretala od 17 °C do 24 °C.
- Povišena temperatura mora je primarni uzrok nekroze tkiva na kamenim koraljima, a na nekim postajama uzrokuje i mortalitet jedinki te smanjenje populacija.
- Sve odabrane vrste indikatori pokazuju stupnjeve oštećenja populacija uzrokovane temperaturnim anomalijama, a najosjetljivije na negativne antropogene utjecaje i posljedice zagrijavanja mora su gorgonije žuta rožnjača (*Eunicella cavolini*), crvena rožnjača (*Paramuricea clavata*) i crveni koralj (*Corallium rubrum*), te kameni koralj žuta čaška (*Leptopsammia pruvoti*).
- Invazivne vrste također predstavljaju prijetnju za koraligensku zajednicu, a najveći problem trenutno predstavljaju *Hermodice carunculata*, *Caulerpa cylindracea* i *Sparisoma cretense*.
- Na nekoliko postaja pronađene su ribolovne mreže koje kidaju kolonije i nepovratno uništavaju vrste, a najviše je uništen koraligen Blitvenice.

8. LITERATURA

Aguilar R. (2004): *The Corals of the Mediterranean*. Oceana, Madrid.

Babačić Ajduk A., Škunca O. (2011): Ronjenje u najčudesnijem dijelu Sredozemlja. Ronilački vodič podmorjem Šibensko – Kninske županije. Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjima i drugim zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Šibensko–kninske županije. Šibenik: 1-128.

Ballesteros E., (1992): Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució. Institut d'Estudios Catalanas, Barcelona.

Ballesteros E. (2006): Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology* 44: 123-195.

Boudouresque P. (2004): Marine biodiversity in the mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Repors* 20: 97–146.

Cabioch J., Floch J-Y, Le Toquin A., Boudouresque C.F., Meinesz A., Verlaque M. (1992): *Guide des Algues des Mers d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Paris, 1-232.

Calvo J. C. C. (1995): *El Ecosistema Marino Mediterráneo. Guia de su Flora y Fauna*. Equipo de Diseño. La Luna de Madrid S.A, Murcia.

Cerrano C., Bavestrello G. (2009): Mass mortalities and extinctions. In: Wahl M. (Ed.) *Marine Hard Bottom Communities*. *Ecological Studies* 206: 295–307.

Coma R., Ribes M., Serrano E., Jimenez E., Salat J., Pascual J. (2009): Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 6176–6181.

Coma R., Polà E., Ribes M., Zabala M. (2004): Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns in protected and unprotected areas: a contribution to conservation and management needs. *Ecological Applications* 14: 1466–1478.

Falciai L., Minervini R. (1992): Guida dei Crostacei Decapodi d'Europa. Science naturali, Muzzio.

Garrabou J., Coma R., Bally M., Bensoussan N., Chevaldonne P., Cigliano M., Diaz D., Harmelin J.G., Gambi M.C., Kersting D.K., Lejeusne C., Linares C., Marschal C., Perez T., Ribes M., Romano J.C., Serrano E., Teixido N., Torrents O., Zabala M., Zuberer F., Cerrano C. (2009): Mass mortality in northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology* 15: 1090–1103.

Garrabou J., Kipson S., Kaleb S., Kružić P., Jaklin A., Žuljević A., Rajković Ž., Rodić P., Jelić K., Župan D. (2015): Monitoring protocol for coralligenous community. Tunis: RAC/SPA publications 1-39.

Garrabou J., Bensoussan N., Azzurro E. (2018): Monitoring Climate-related responses in Mediterranean Marine Protected Areas and beyond: FIVE STANDARD PROTOCOLS. Institute of Marine Sciences, Spanish Research Council ICM-CSIC, Barcelona, 37-49.

Habdija I., Primc Habdija B., Radanović I., Špoljar M., Matoničkin Kepčija R., Vujčić K., Miliša S., M., Ostojić A., Sertić Perić M. (2021): Protista-protozoa i metazoa-invertebrata: strukture i funkcije. Alfa, Zagreb.

Hoegh-Guldberg O., Mumby P J., Hooten A J., Steneck R S., Greenfield P., Gomez E. (2007): Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318: 1737–1742.

Hong J. S. (1980): Étude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos). Thèse de Doctorat. Université d'Aix, Marseille

Iborra L., Leduca M., Fullgrabea L., Cuny P., Gobertac S. (2022): Temporal trends of two iconic Mediterranean gorgonians (*Paramuricea clavata* and *Eunicella cavolini*) in the climate change context . *Journal of Sea Research* 186: 1-15.

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

Jardas I. (1997): Ribe i glavonošci Jadranskog mora. Svjetlost, Sarajevo.

Kružić P. (2007): Anthozoan fauna of Telašćica Nature Park (Adriatic sea, Croatia). *Natura Croatica* 16: 233-266.

Kružić P. (2009): Kartiranje morskih staništa na vanjskim strmcima NP Kornati - Izvještaj. Biološki odsjek, Sveučilište u Zagrebu, PMF: 59 str.

Kružić P. (2015): Monitoring of coralligenous community on the cliffs of the Nature Park Telašćica. *Park prirode Telašćica* 1-32.

Kružić P., Rodić P., Popijač A., Sertić M. (2016): Impacts of temperature anomalies on mortality of benthic organisms in the Adriatic Sea. *Marine ecology* 37: 1190-1209.

Kružić P. (2019a): Monitoring of coralligenous community on the cliffs of the Nature Park Telašćica. *Park prirode Telašćica* 1-35.

Kružić P. (2019b): Monitoring of coralligenous community on the cliffs of the National Park Kornati 1-36.

Kružić P., Ankon P., Gračan R. (2021): Depth distribution of the invasive alga *Caulerpa cylindracea* Sonder in the marine protected areas in the eastern Adriatic Sea. 4th Croatian Symposium on Invasive Species, Zagreb, 8.

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 of Port-Cros National Park* 13: 97–126.

Laubier L. (1966): Le coralligène des Albères: monographie biocénétique. *Annales de l’Institut Océanographique de Monaco* 43: 139–316.

Marshall J. P. (1983): The fate of borings: relations between bioerosion, internal sediment infill and submarine cementation. Proceedings of the inaugural GBR conference, Australia, 129-234.

Matoničkin I., Habdija I., Primc-Habdija B. (1998): Biologija nižih avertebrata. Školska knjiga, Zagreb.

Meinesz A. (1999): Killer algae. The true tale of a biological invasion. University of Chicago Press, Chicago.

Novosel M. (2007): Mahovnjaci (Bryozoa) čvrstih dna Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb

Pérès J., Picard J. M. (1964): Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Recueil Travaux Station Marine d'Endoume 31: 1-131.

Poppe G.T, Goto Y. (1991): European Seashells. I Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda. Hemmen, Hallstadt.

Poppe G.T, Goto Y. (1993): European Seashells. II Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda. Hemmen, Wiesbaden.

Riedl R. (1991): Fauna e flora del Mediterraneo. Franco Muzzio, Padova.

Rodić P. (2015): Ekološka obilježja koraligenske zajednice u istočnom dijelu Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Biološki odsjek, Zagreb.

Rodriguez-Prieto C., Ballesteros E., Boisset F., Afonso-Carrillo J. (2013): Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental. Ediciones Omega, Barcelona.

Sabelli B., Giannuzzi-Savelli R., Bedulli D. (1990): Catalogo annotato dei moluschi marini del Mediterraneo. 1. S. I. M, Bologna.

Sala E., Garrabou J., Zabala M. (1996): Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. Marine Biology 126: 451-459.

Sartoretto S. (1996). Vitesse de croissance et bioérosion des concrétionnements “coralligènes” de Méditerranée nord-occidentale. Rapport avec les variations Holocènes du niveau marin. Thèse Doctorat d'Écologie, Université d'Aix, Marseille.

Sartoretto S., Verlaque M, Laborel J. (1996): Age of settlement and accumulation rate of submarine “coralligène” (-10 to -60 m) of the northwestern Mediterranean Sea; relation to Holocene rise in sea level. *Marine Geology* 130: 317-331.

Schmidt H. (1972): *Prodromus zu einer Monographie der mediterranen Aktinien*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Tortonese E. (1965): *Echinodermata: Fauna d'Italia*. Calderini, Bologna.

Turk T. (1996): *Živalski svet Jadranskega morja*. DSZ, Ljubljana.

Turk T. (2011): *Pod površinom Mediterana*. Školska knjiga, Zagreb.

Weinberg S. (1991): Faut-il protéger les gorgones de Méditerranée? In *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*, C.F. Boudouresque et al. (eds), GIS Posidonie, Marseille, 47-52.

Weinberg S. (1993): *Découvrir la Méditerranée*. Nathan, Paris.

Zavodnik D., Šimunović A. (1997): *Beskralješnjaci morskog dna Jadrana*. Svjetlost, Sarajevo.

Zibrowius H, (1980): *Les scléactiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental*. Mémoires de l'Institut Océanographique, Monaco.

9. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 2.4.1994 u Splitu. Osnovnu školu Mertojak sam završila 2009. godine. Iste godine sam upisala Prirodoslovnu gimnaziju u Splitu koju sam završila 2013. godine. Te godine sam upisala Preddiplomski studij biologije i ekologije mora na Sveučilišnom odjelu za studije mora u Splitu, a zvanje Sveučilišne prvostupnice biologije i ekologije mora sam stekla 2017. godine. Iste godine upisala sam Diplomski studij eksperimentalne biologije u Zagrebu. Članica sam sekcije za Biologiju mora i udruge Oceanus s kojima sam sudjelovala na nekoliko terenskih istraživanja i na ekološkim akcijama čišćenja podmorja. Volontirala sam na Institutu za oceanografiju i ribarstvo u Splitu u Laboratoriju za akvakulturu te u Laboratoriju za plankton i toksičnost školjkaša. Ronilac sam s dvije zvjezdice te se aktivno služim engleskim jezikom. Slobodno vrijeme volim provoditi u prirodi i baviti se plesom.

10.PRILOG

PRILOG 1. Popis vrsta utvrđenih u koraligenskoj biocenozi na istraživanim postajama (BLI - Blitvenica; BM - Babuljaš Mali; KU - Kukuljar, DR - Drvenik; MB - Mali Borovnjak; RK - Rt Kabal; TR - Tralinska; RF - Rt Fauć; RP - Rt Ploča; DRA - Dražemanski; SE - Sedlo; BAL - Balun; BA - Balun; TET - Tetovišnjak; SK - Skrižanj) (raspon učestalosti: česta (C), rijetka (R), vrlo rijetka (V))

	BLI	BM	KU	DR	VP	RK	TR	RF	RP	DRA	SE	BAL	BA	TET	SK
CNIDARIA - ŽARNJACI															
<i>Alcyonium acaule</i> Marion, 1878	C		R	V							R	R	V	R	C
<i>Alcyonium coralloides</i> (Pallas, 1766)		R			R	R				R		R	V	V	R
<i>Alcyonium palmatum</i> Pallas, 1766	R		R					V	R		V		V	V	
<i>Amphianthus dohrni</i> (Koch, 1878)	R	R	R	R				R	R		R				
<i>Anemonactis mazeli</i> Jourdan, 1880)		V					R	R	R						
<i>Anthopleura balii</i> (Cocks, 1851)		R	R	R	R	V	R	R	V					R	R
<i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis & Solander, 1786)	R		V								R	V			
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)	C	C	C	R	C	R	C	C	C	C	R	C	C	C	C
<i>Caryophyllia smithii</i> Stokes et Broderip, 1828	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Cereus pedunculatus</i> (Pennant, 1777)		R	R		R	R		R	R	R		R		R	R
<i>Cerianthus membranaceus</i> (Gmelin, 1796)	R	R	R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Cladopsammia rorandi</i> Lacaze-Duthiers, 1897	R						R		R	R	R	R		R	R
<i>Coenocyathus anthophyllites</i> M. Edwards & H., 1848					R	R	R						R	R	R
<i>Corallium rubrum</i> (Linnaeus, 1758)	R										R	V		R	V
<i>Corularia cornucopiae</i> (Pallas, 1766)		R				R	R	R	R	R		R	R		
<i>Cribinopsis crassa</i> (Andres, 1883)					R	R		R	R				R	R	
<i>Dendrophyllia cornigera</i> (Lamarck, 1816)															R
<i>Desmophyllum cristagalli</i> Milne Edwards & H., 1848	V	V						V	R		V				
<i>Diadumene lineata</i> (Verrill, 1869)	R		R	R											
<i>Epizoanthus arenaceus ingeborgae</i> Pax, 1953		R	R		R		R	R	R		V		R		
<i>Epizoanthus paxi</i> Abel, 1955															R
<i>Eunicella cavolini</i> (Koch, 1887)	C	C	C	R	C	C	V	V	R	R	C	C	R	C	C
<i>Eunicella singularis</i> (Esper, 1791)	R	V	R	R	V	V	R	V	V	R	R	V	R	R	V
<i>Guynia annulata</i> Duncan, 1872	V				V	V					V	V		V	
<i>Haplangia durathrix</i> Gosse, 1860	R	R	R	V	R	R	V	R	R	V	V	R	R	C	C
<i>Leptopsammia pruvoti</i> Lacaze-Duthiers, 1897	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
<i>Maasella edwardsi</i> (de Lacaze-Duthiers, 1888)		R				R							R		
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)	C	C	R	C	R	R	R	R	R	R	C	C	R	C	C
<i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826)	V		V	V				R	V		V		V	V	
<i>Nausithoe punctata</i> Kolliker, 1853	R	R	R	R	V	R		V	R		V		R	R	R

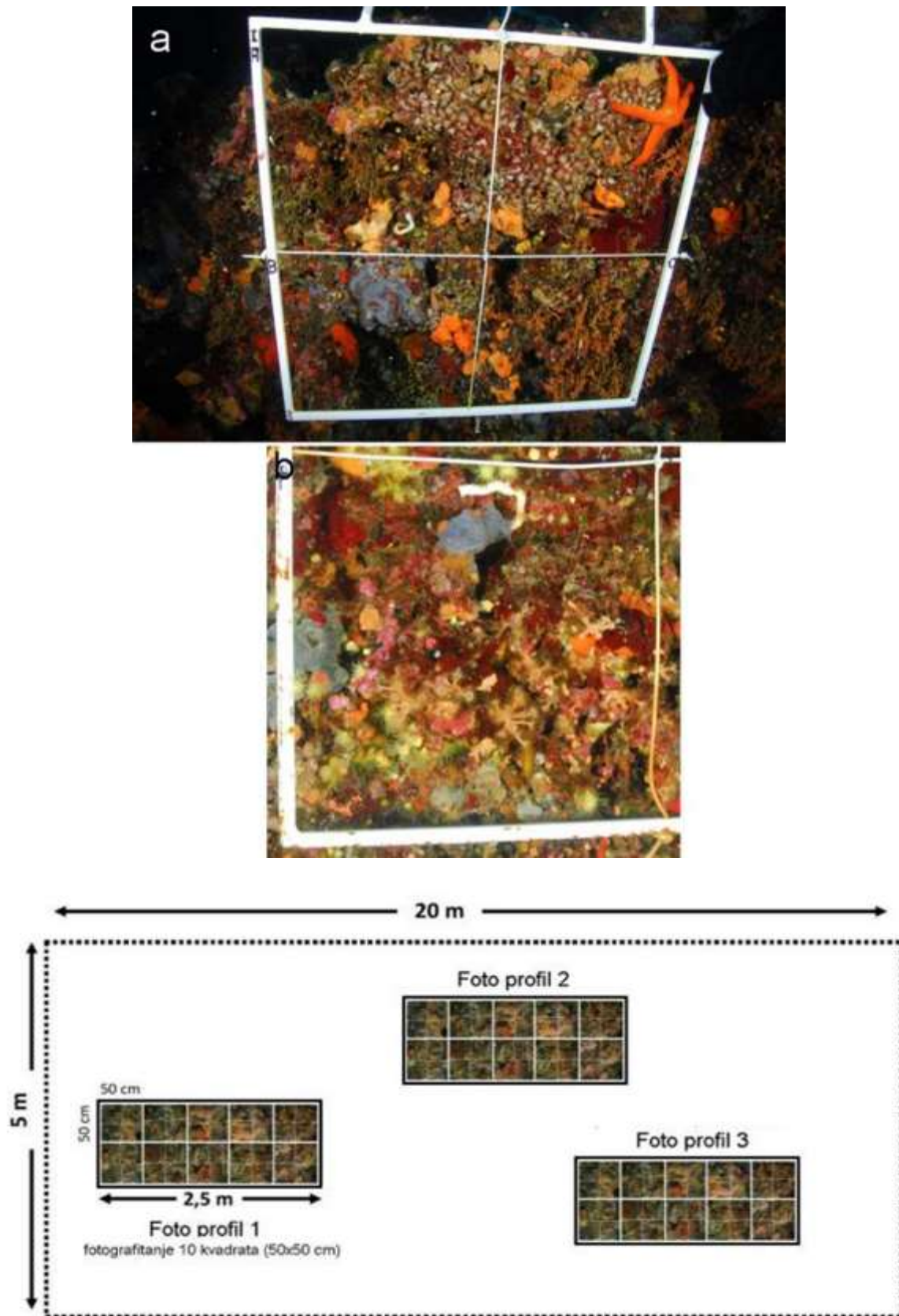
	BLI	BM	KU	DR	VP	RK	TR	RF	RP	DRA	SE	BAL	BA	TET	SK
<i>Pachycerianthus multiplicatus</i> Carlgren, 1912	R	V	V								V	R		R	R
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842)	R			R							R	R		R	R
<i>Paramuricea clavata</i> (Risso, 1826)	R	R	R		R	R	R	R	R		R	R		R	R
<i>Savalia savaglia</i> (Bertoloni, 1819)	R		V								R	R		V	
<i>Paranemonia cinerea</i> (Contarini, 1844)			R					R	R				R		
<i>Parazoanthus axinellae</i> Schmidt, 1862	C	C	C	C	C	C	C	R	V	R	C	C	R	C	C
<i>Phyllangia americana mouchezi</i> (Lacaze-D., 1897)	R		R								R	R		R	R
<i>Phymanthus pulcher</i> Andres, 1883					R	R		R	R						
<i>Polycyathus muelleriae</i> (Abel, 1959)	R	R	R	R	R	R		R	R	R	R	R			
<i>Sagartia elegans</i> (Dalvell, 1848)		V	R		V	V								R	R
<i>Sagartiogeton entellae</i> Schmidt, 1972	V	R	R		R	V					R	V		R	R
<i>Telmatactis forskalii</i> (Ehrenberg, 1834)				R				V	V	V			V		
<i>Virgularia mirabilis</i> (O. F. Müller, 1776)								V	V						

PRILOG 2. Bray-Curtis koeficijent sličnosti prikazuje koliko zajedničkog u numeričkim vrijednostima (izraženo u postotcima) imaju istraživane postaje s obzirom na utvrđene vrste koralja na istraživanim postajama.

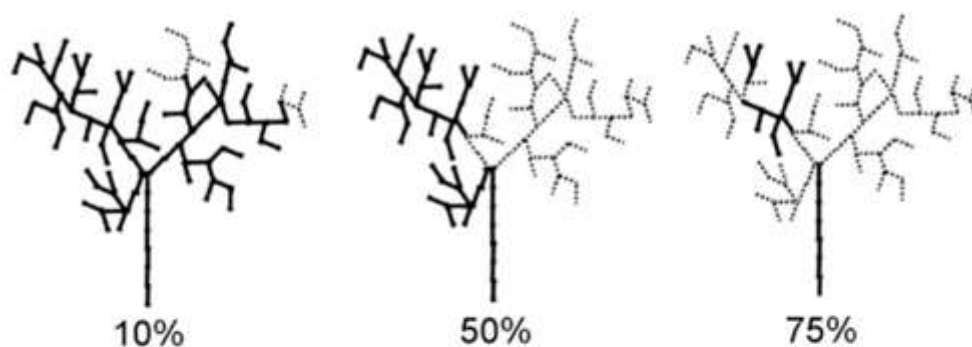
	Blitvenica	Babuljaš	Kukuljar	Drvenik	Borovnjak	Rt Kabal	Tratinska	Rt Fauc	Rt Ploča	Dražemanski	Sedlo	Balkun	Balun	Tetovišnjak	Skrižanj
Blitvenica															
Babuljaš	60,00000														
Kukuljar	77,77778	76,92308													
Drvenik	72,72727	61,90476	65,21739												
Borovnjak	50,00000	73,91304	64,00000	50,00000											
Rt Kabal	50,98039	81,63265	64,15094	51,16279	93,61702										
Tratinska	50,00000	71,42857	60,86957	55,55556	60,00000	65,11628									
Rt Fauc	59,25926	73,07692	75,00000	69,56522	68,00000	71,69811	69,56522								
Rt Ploča	61,81818	71,69811	73,68421	68,08511	66,66667	70,37037	72,34043	98,24561							
Dražemanski	51,16279	68,29268	57,77778	62,85714	56,41026	61,90476	74,28571	66,66667	69,56522						
Sedlo	100,00000	60,00000	77,77778	72,72727	50,00000	50,98039	50,00000	59,25926	61,81818	51,16279					
Balkun	80,76923	68,00000	74,07407	54,54545	58,33333	62,74510	63,63636	55,55556	58,18182	74,41860	80,76923				
Balun	54,16667	65,21739	64,00000	65,00000	59,09091	68,08511	65,00000	72,00000	70,58824	66,66667	54,16667	54,16667			
Tetovišnjak	80,00000	64,15094	73,68421	59,57447	70,58824	70,37037	55,31915	59,64912	62,06897	52,17391	80,00000	76,36364	62,74510		
Skrižanj	69,38776	63,82979	62,74510	58,53659	62,22222	62,50000	63,41463	47,05882	50,00000	55,00000	69,38776	73,46939	53,33333	80,76923	



Slika P1. Mjerač temperature mora (Onset Computers data logger).



Slika P2. A) Kvadrat za slikanje 50 x 50 cm. B) Kvadrat za slikanje 25 x 25 cm. C) Shema fotografiranja kvadrata unutar koraligenke biocenoze na istraživanim postajama (prema Garrabou i sur. 2015).

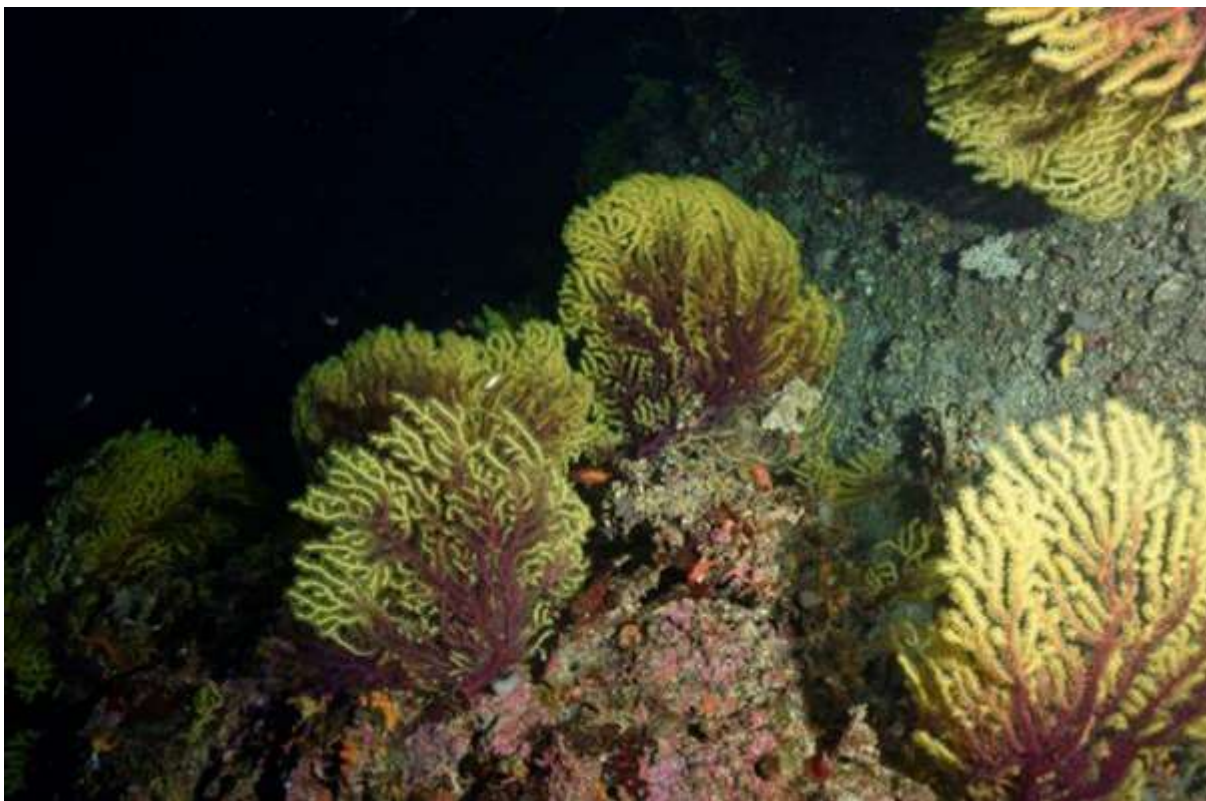


<10%		BEZ UTJECAJA
POD UTJECAJEM (>10%)		Goli skelet/Nove epibioze
		Stare epibioze (obraštaj)
		Miješanje golog skeleta sa starom i novom epobiozom

Slika P3. Kriteriji koji se koriste za procjenu oštećenosti gorgonija u postotcima i kategorije koje se koriste za karakterizaciju oštećenja tkiva gorgonija (prema Garrabou i sur. 2015).



Slika P4. Položaj istraživane postaje Blitvenica (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P5. Naselje crvene gorgonije *Paramuricea clavata* unutar koraligenske biocenoze na postaji Blitvenica. Dubina 40 metara.



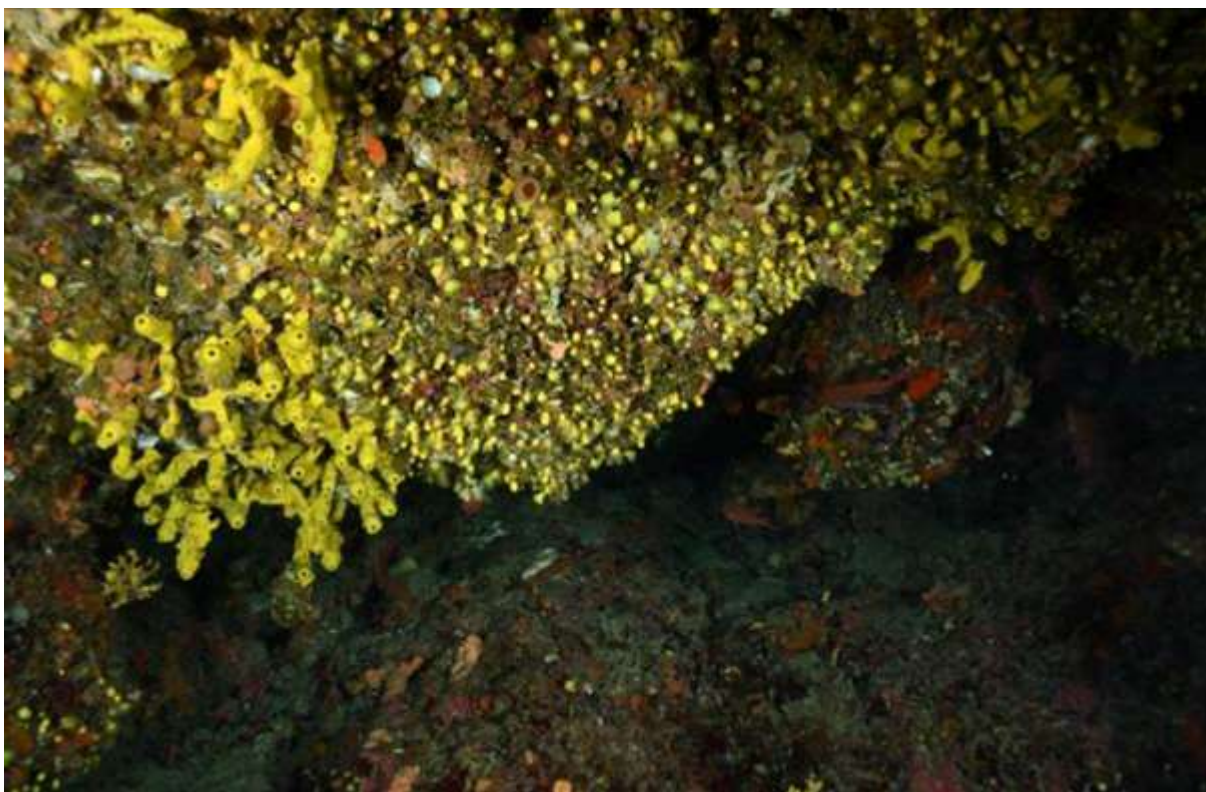
Slika P6. Kolonija *Savalia savaglia* na postaji Blitvenica. Dubina 44 metra.



Slika P7. Kolonije crvenog koralja *Corallium rubrum* na postaji Blitvenica. Dubina 46 metara.



Slika P8. Položaj istraživane postaje Babuljaš Mali (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P9. Koraligenska biocenoza na postaji Babuljaš Mali. Dubina 43 metra.



Slika P10. Žuta gorgonija *Eunicella cavolini* na postaji Babuljaš Mali. Dubina 32 metra.



Slika P11. Položaj istraživane postaje Hrid Kukuljar (odgovara položaju vrha strelice).



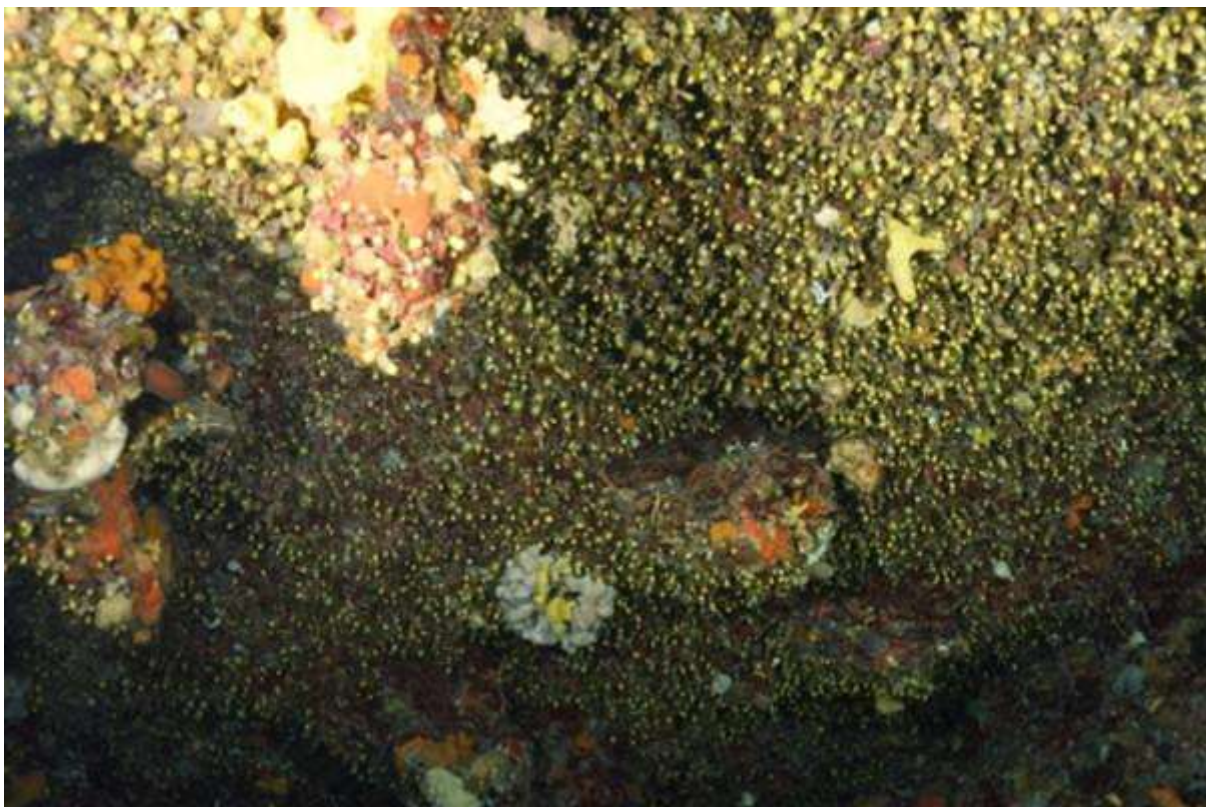
Slika P12. Spužva *Axinella cannabina* i zadružne moruzgve *Parazoanthus axinellae* u koraligenskoj biocenozi na postaji Hrid Kukuljar. Dubina 38 metara.



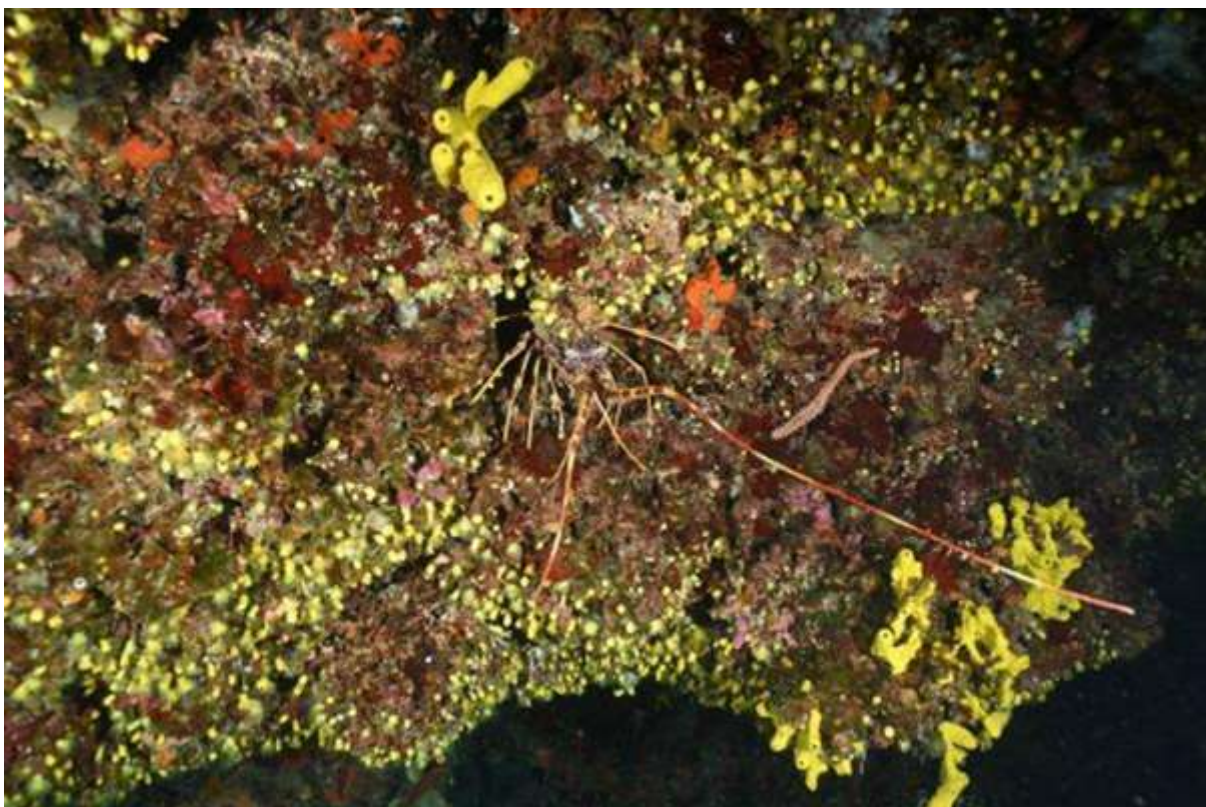
Slika P13. Škrpina *Scorpaena scrofa* na postaji Hrid Kukuljar. Dubina 35 metara.



Slika P14. Položaj istraživane postaje Drvenik (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P15. Koralji *Leptopsammia pruvoti* u špilji na postaji Drvenik. Dubina 26 metara.



Slika P16. Jastog *Palinurus elephas* u špilji na postaji Drvenik. Dubina 26 metara.



Slika P17. Kozice *Plesionika narval* na dnu špilje na postaji Drvenik. Dubina 29 metara.



Slika P18. Položaj istraživane postaje Mali Borovnjak uz otok Kakan (odgovara položaju vrha strelice).



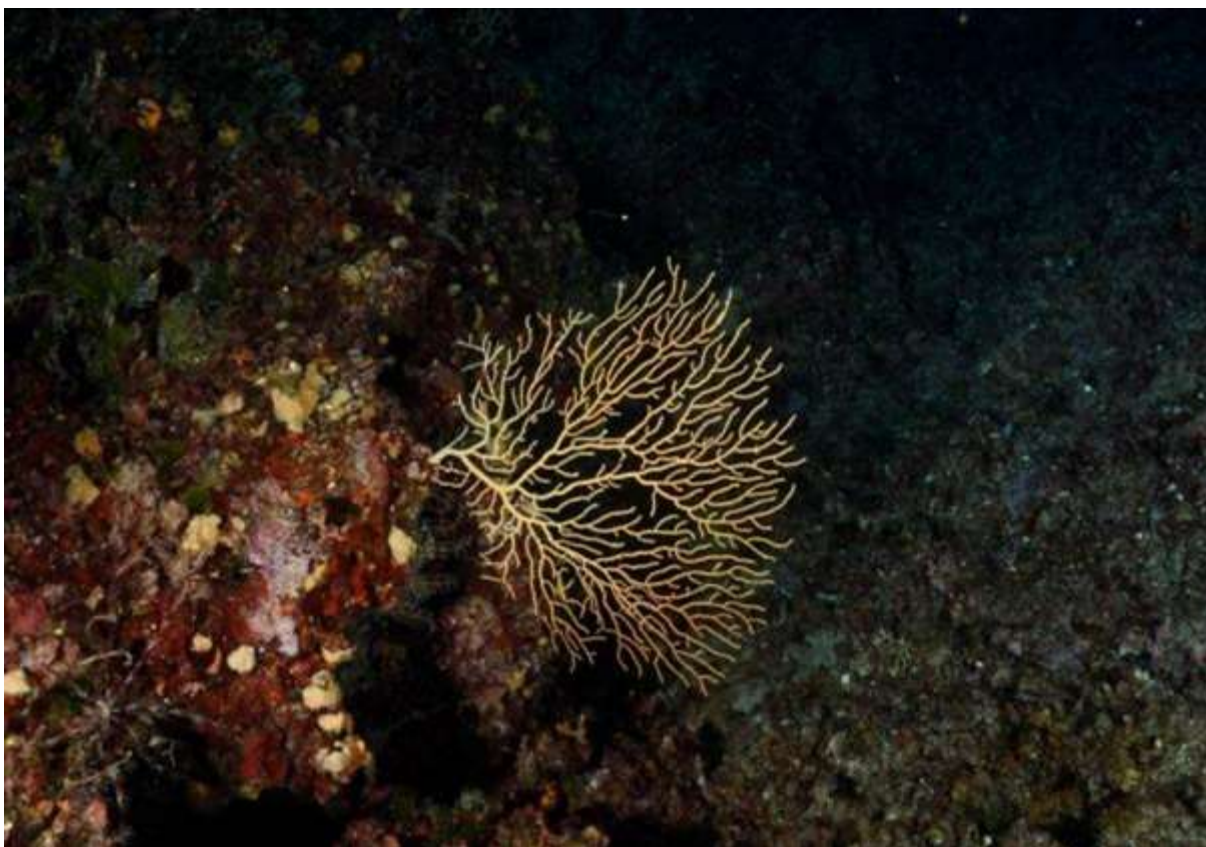
Slika P19. Bijela gorgonija *Eunicella singularis* na postaji Mali Borovnjak. Dubina 18 metara.



Slika P20. Ježinac *Centrostephanus longispinus* na postaji Mali Borovnjak. Dubina 39 metara.



Slika P21. Položaj istraživane postaje Rt Kabal (odgovara položaju vrha strelice).



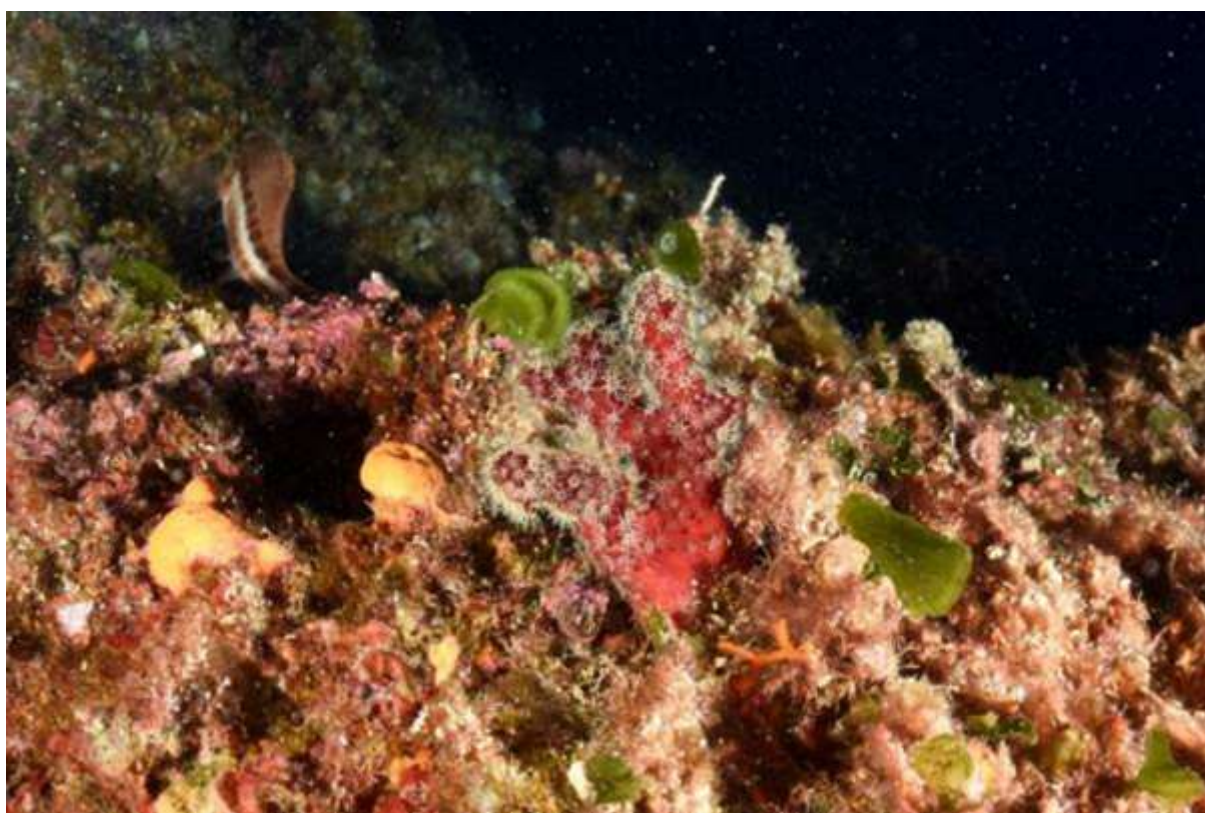
Slika P22. Žuta gorgonija *Eunicella cavolini* na postaji Rt Kabal. Dubina 32 metra.



Slika P23. Spužva *Aplysina cavernicola* na postaji Rt Kabal. Dubina 38 metara.



Slika P24. Položaj istraživane postaje Uvala Tratinska (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P25. Crvena ručica *Alcyonium acaule* na postaji Uvala Tratinska. Dubina 25 metara.



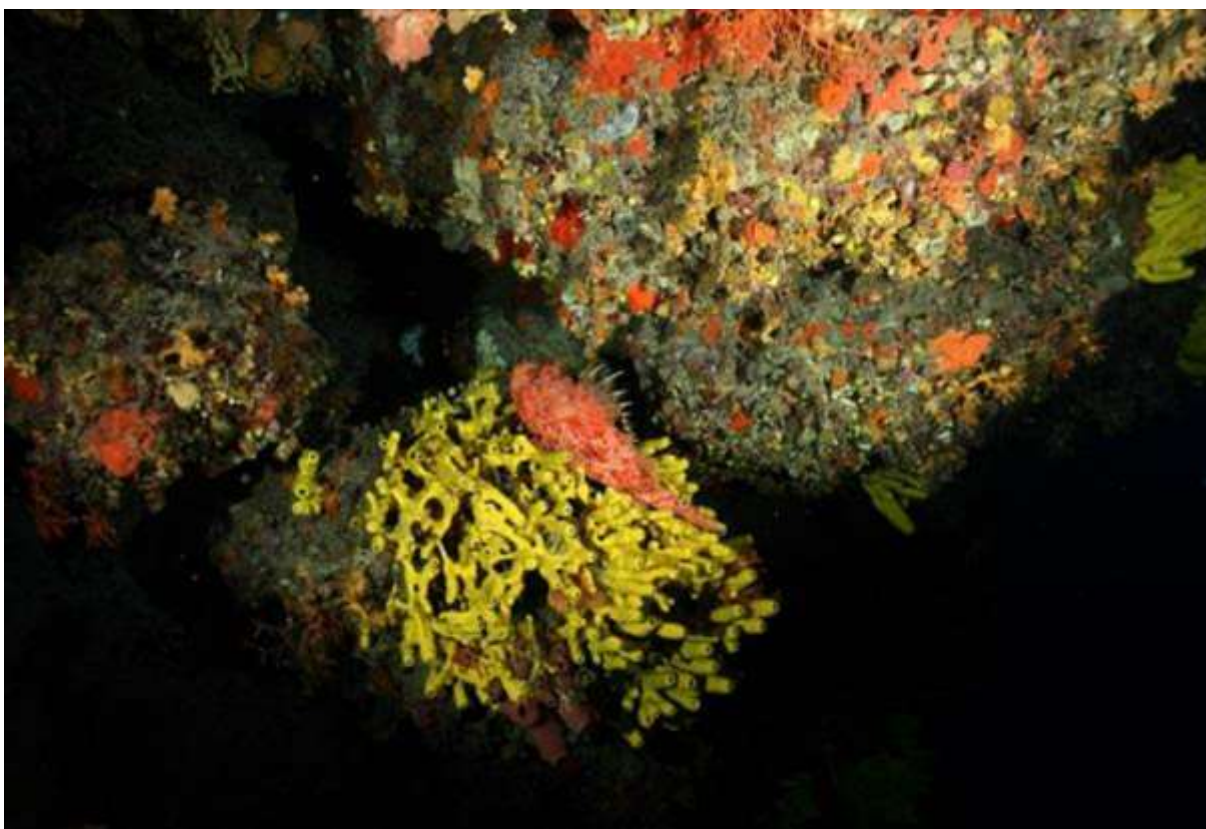
Slika P26. Zvezdača *Peltaster placenta* na postaji Uvala Tratinska. Dubina 45 metara.



Slika P27. Položaj istraživanih postaja Rt Fauca i Rt Ploče (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P28. Žuta gorgonija *Eunicella cavolini* na postaji Rt Fauc. Dubina 32 metra.



Slika P29. Koraligen na postaji Rt Fauc. Dubina 38 metara.



Slika P30. Jastog *Palinurus elephas* na postaji Rt Ploča. Dubina 38 metara.



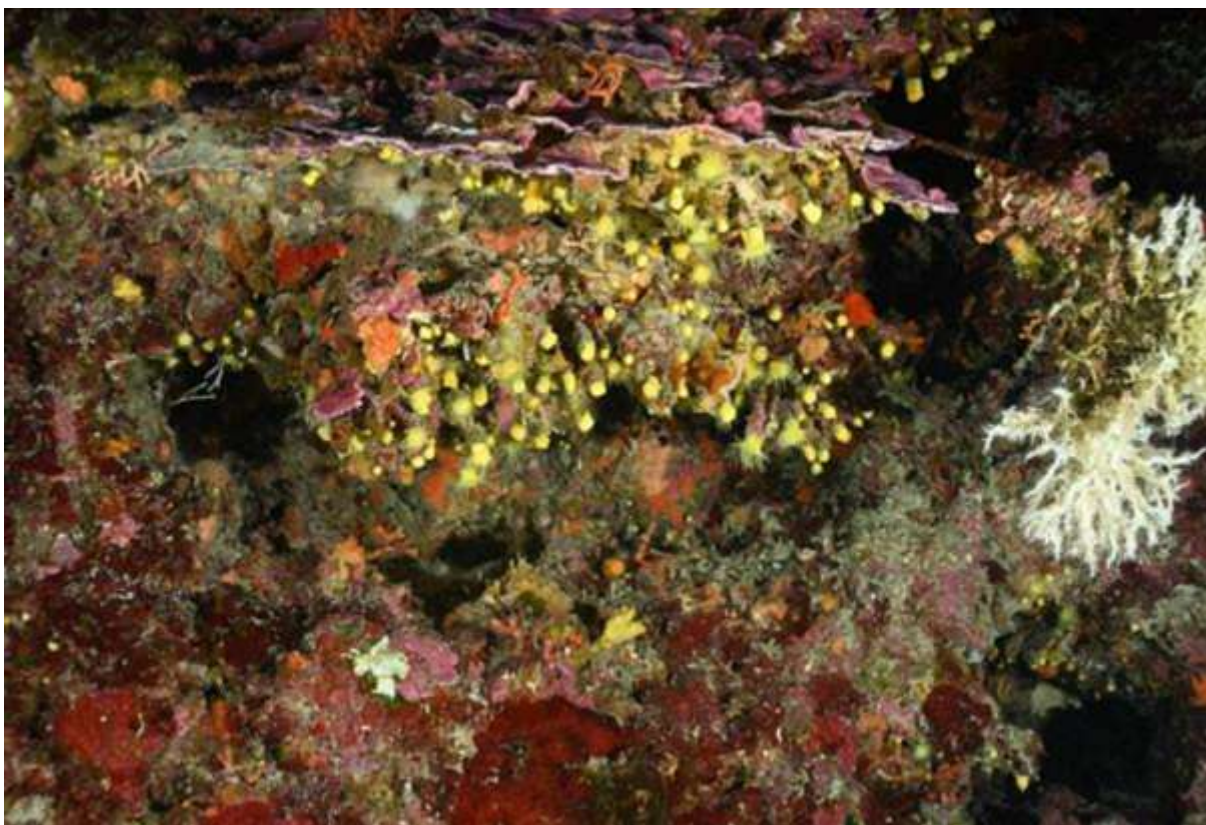
Slika P31. Crvena alga *Lithophyllum stictiforme* na postaji Rt Ploča. Dubina 43 metra.



Slika P32. Položaj istraživane postaje Otočić Dražemanski (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P33. Dubinski ježinac *Cidaris cidaris* na postaji Dražemanski. Dubina 23 metra.



Slika P34. Koraligenska biocenoza na postaji Dražemanski. Dubina 44 metra.



Slika P35. Položaj istraživane postaje otočić Sedlo (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P36. Kolonija crvene gorgonije *Paramuricea clavata* postaji Sedlo. Dubina 42 metra.



Slika P37. Kolonija crvenog koralja *Corallium rubrum* na postaji Sedlo. Dubina 47 metara



Slika 38. Položaj istraživane postaje Hrid Balkun (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P39. Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* i žuta gerardia *Savalia savaglia* na postaji Hrid Balkun. Dubina 46 metara



Slika P40. Crveni koralj *Corallium rubrum* na postaji Hrid Balkun. Dubina 45 metara.



Slika P41. Položaj istraživane postaje Uvala Balun (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P42. Livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na postaji Balun. Dubina 15 metara.



Slika P43. Koraligenska biocenoza na postaji Balun. Dubina 25 metara.



Slika P44. Koraligenska biocenoza na krilu olupine aviona na postaji Balun. Dubina 24 metra.



Slika P45. Položaj istraživane postaje Veli Tetovišnjak (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P46. Koraligenska biocenoza na postaji Veli Tetovišnjak. Dubina 38 metara.



Slika P47. Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* na postaji Veli Tetovišnjak. Dubina 44 metara.



Slika P48. Crveni koralj *Corallium rubrum* na postaji Veli Tetovišnjak. Dubina 52 metra.



Slika P49. Položaj istraživane postaje Veli Skrižanj (odgovara položaju vrha strelice).



Slika P50. Periska *Pinna rudis* na postaji Veli Skrižanj. Dubina 23 metra.



Slika P51. Koraligenska biocenoza na postaji Veli Skrižanj. Dubina 30 metara.



Slika P52. Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* na postaji Veli Skrižanj. Dubina 48 metara.



Slika P53. Crveni koralj *Corallium rubrum* na postaji Veli Skrižanj. Dubina 45 metara.



Slika P54. Oštećenja tkiva na crvenoj gorgoniji *Paramuricea clavata*.



Slika P55. Ostavljena ribarska mreža u koraligenu na postaji Blitvenica. Dubina 52 metra.



Slika P56. Novo postavljena ribarska mreža na postaji Blitvenica.



Slika P57. Alga *Acinetospora crinita* na postaji Rt Fauc. Dubina 26 metara.



Slika P58. Alga *Caulerpa cylindracea* na postaji Tetovišnjak. Dubina 22 metra.



Slika P59. Novo postavljena ribarska mreža na postaji Blitvenica.



Slika P60. Papigača *Sparisoma cretense* na postaji Blitvenica.



Slika P61. Crveni koralj *Corallium rubrum* na postaji Blitvenica. Dubina 48 metara.

