

# Struktura, bioraznolikost i ugroženost koraligenske biocenoze istočnog dijela Jadranskog mora

---

**Ačkar, Bruno**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:119561>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

Bruno Ačkar

Struktura, bioraznolikost i ugroženost koraligenske biocenoze  
istočnog dijela Jadranskog mora

Diplomski rad

Zagreb, 2020.

Ovaj rad izrađen je u Laboratoriju za biologiju mora na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Petra Kružića. Predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra struke znanosti o okolišu.

## ZAHVALE

Zahvala profesoru Petru Kružiću na mentorstvu, te ronilačkom centru Foka na pružanju potrebnih znanja i vještina za izvođenje diplomskog rada.

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Struktura, bioraznolikost i ugroženost koraligenske biocenoze  
istočnog dijela Jadranskog mora

Bruno Ačkar

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Koraligenska zajednica je jedna od najvažnijih biocenoza po bogatstvu vrsta u Sredozemnom moru, pa tako i u istočnom dijelu Jadrana. Veliku bioraznolikost unutar koraligenske biocenoze imaju alge, spužve, koralji i mahovnjaci, skupine koje pokazuju veliku osjetljivost na globalne klimatske promjene. Istraživanje se napravilo na 20 lokaliteta sa dobro razvijenom koraligenskom zajednicom. Istraživane postaje su smještene duž obale i otoka sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana. Utvrđeno je ukupno 556 vrsta morskih alga i životinja. Utvrđene vrste koraligenske biocenoze na istraživanim postajama široko su rasprostranjene duž cijele istočne strane Jadranskog mora, te pokazuju relativnu uniformnost vrsta koraligena Jadrana. Nagle promjene ekoloških čimbenika, prvenstveno temperature mora, glavni su razlog masovnih uginuća vrsta u koraligenu koja su zabilježena u posljednjih dvadesetak godina. Temperature mora istraživanih postaja na dubinama od 30 i 40 metara pokazuju visoke ljetne temperaturne anomalije za ove dubine i penju se do 24°C. Utjecaj povišene temperature mora primijećen je na svim istraživanim postajama, ali je bio manji nego prijašnjih godina. Sve odabrane vrste indikatori pokazuju stupnjeve oštećenja među kojima su najugroženije gorgonije *Eunicela cavolini* i *Paramuricea clavata*. Ugrožene su spužve, kameni koralji i mahovnjaci. Iako postoji velika prijetnja sesilnim morskim organizmima zbog globalnih klimatskih promjena, stanje koraligenske biocenoze u Jadranskom moru i dalje je dobro i zadovoljavajuće.

Rad sadrži: 114 stranica, 81 slika, 4 tablice, 37 literaturna navoda. Jezik izvornika: hrvatski.

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: koraligen, bioraznolikost, klimatske promjene, Jadransko more

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

Ocjenitelji: izv. prof. dr. sc. Nenad Buzjak, doc. dr. sc. Petar Žutinić, prof. dr. sc. Alan Moro

Rad prihvaćen: 28.02.2020

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

### Structure, biodiversity and vulnerability of coralligenous biocenosis of the eastern part of the Adriatic Sea

Bruno Ačkar

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Coralligenous community is one of the most important and rich biocenoses in the Mediterranean Sea, and so in the eastern Adriatic Sea. The high biodiversity of the community mainly consists of algae, sponges, corals, and bryozoa. These organisms are vulnerable to global climate change. The research was made on 20 sites with abundant coralline communities. Research sites were positioned along the coast and on the northern, middle and southern islands of the Adriatic Sea. A total of 556 species of algae and animals were determined. Coralligenous communities found on the eastern coasts of the Adriatic Sea, show a relatively uniform structure regarding the species they are made of. A high number of coralligenous species have died over the past 20 years due to the massive change of environmental factors, primarily the sea temperature. Temperatures on research sites taken from the depths of 30 and 40 meters show high-temperature anomalies during the summer months, which climb up to 24-degree Celsius. High-temperature effects have been sighted on all of the sites, having a larger impact now than ever before. All of the chosen indicator species are showing some degree of damage. The most endangered ones are gorgonians *Eunicela cavolini* and *Paramuricea clavata*. There is a great number of sponge, coral and bryozoa species who are also endangered. Despite the threats of climate change on the sessile organisms of the coralligenous community, the state of the community is still good.

Thesis contains: 114 pages, 81 figures, 4 tables, 37 references. Original in: Croatian.

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: coralligenous, biodiversity, climate change, Adriatic Sea

Supervisor: dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Reviewers: Assoc. Prof. dr. sc. Nenad Buzjak, Assist. Prof. dr. sc. Petar Žutinić, Prof. dr. sc. Alan Moro

Thesis accepted: 28.02.2020

## **Sadržaj:**

### 1. Uvod

- 1.1. Jadransko more
- 1.2. Oceanografska svojstva Jadranskog mora
- 1.3. Korali genska biocenoza
- 1.4. Geografska rasprostranjenost koraligena
- 1.5. Okolišni čimbenici neophodni za rast koraligenih zajednica
  - 1.5.1. Svjetlost
  - 1.5.2. Temperatura
  - 1.5.3. Morske struje
  - 1.5.4. Nutrijenti
- 1.6. Građa koraligena
- 1.7. Alge
- 1.8. Životinjski graditelji
- 1.9. Izgled koraligenih zajednica
- 1.10. Erozija koraligena
- 1.11. Utjecaj globalnog zagrijavanja na more

### 2. Cilj rada

### 3. Materijal i metode

- 3.1. Područje istraživanja

### 4. Rezultati

- 4.1. Opis istraživanih postaja
- 4.2. Ekološki čimbenici na istraživanim postajama
  - 4.2.1. Temperatura mora
  - 4.2.2. Salinitet, pH morske vode, koncentracija otopljenog kisika na istraživanim postajama
- 4.3. Stanje vrsta indikatora na istraživanim postajama

### 5. Rasprava

### 6. Zaključak

### 7. Literatura

### 8. Prilog

# 1. Uvod

## 1.1. Jadransko more

Jadransko more je najsjeverniji i najizoliraniji dio Sredozemnog mora. Kopno okružuje more sa zapadne sjeverne i istočne strane, a s južne strane granicu čine Otrantska vrata koja odvajaju Jadransko od ostatka Sredozemnog mora.

Jadransko more smješteno je između Apeninskog poluotoka sa zapadne strane i Balkanskog poluotoka s istočne strane. Mlado ulančano gorje Dinarida nastalo je sudarom jadranskih mikroploča s balkanskom pločom tijekom eocena i oligocena. Najviši dijelovi tektonskih poremećaja su planine i otoci, a najdublji dijelovi morski klanci.

Nakon posljednjeg ledenog doba u pleistocenu, došlo je do podizanja morske razine za 96 metara i Jadranska obala poprima današnji oblik. Zapadni dio Jadrana duga je nerazvedena obala s pokojim otokom. Podmorje zapadnog dijela građena je od pješćanih terasa čija dubina blago pada udaljavanjem od obale. Na sjeveru Jadrana nalaze se brojne lagune smještene u blizini ušća rijeke Po. Sjeverni dio Jadrana ujedno je i najplići dio s maksimalnom dubinom od 50 metara. Istočna obala Jadrana po kojoj je Jadransko more prepoznatljivo u svijetu, sastoji se od brojnih otoka, poluotoka i razvedene obalne linije. Obala je građena od vapnenca i dolomita. To su polupropusne stijene podložne eroziji. Trošenjem vapnenca nastaju brojni reljefi: špilje, jame, kaverne, škrape i ponikve. Pod morem trošenjem vapnenca nastaju rasjedi, pukotine, špilje, usjeci i vertikalni zidovi. Na dubinama se taloži pijesak, fliš i mulj.

## 1.2. Oceanografska svojstva Jadranskog mora

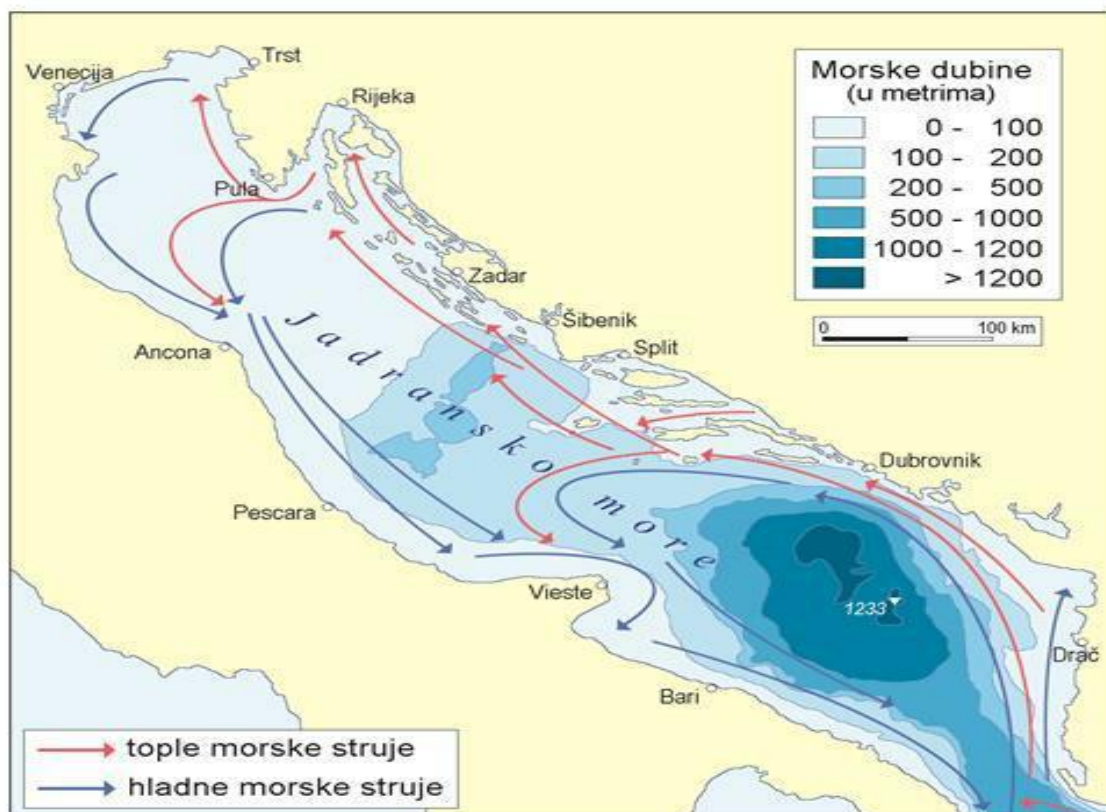
Jadransko more je pliće, slanije i s manjom promjenom godišnje temperature od ostatka Sredozemlja (Slika 1). Razlog tome je izolirani položaj Jadranskog mora od ostatka Sredozemlja. Izmjena mora vrši se kroz 75 kilometara široki prolaz Otrantska vrata, toplom morskom strujom koja kruži Jadranom obrnuto od kazaljke na satu. Ona ulazi u Jadransko more na jugu i kreće se uzlazno uz istočnu obalu. Dolaskom do sjeverne obale nastavlja se kretati uz zapadnu obalu, noseći aluvijalni sediment iz rijeke Po. Spušta se niz zapadnu obalu i izlazi ponovo kroz Otrantska vrata završavajući svoj ciklus.

Temperatura jadranskog mora ljeti penje se na 30 stupnjeva Celzijevih, s odvajanjem toplog površinskog sloja i hladnog dubinskog sloja. Zimi dolazi do homogenizacije mora, dakle



miješaju se topli i hladni sloj mora. Prosječna zimska temperatura mora iznosi 13 stupnjeva Celzijevih.

Boja jadranskog mora je tamno plava, što je karakteristično za oligotrofna mora. U idealnim uvjetima vidljivost mora dobra je do 50 metara dubine. Svjetlost u idealnim uvjetima dopire do 100 metara.



**Slika 1.** Jadransko more, njegove dubine i strujanja.

### 1.3. Koraligenska biocenoza

Koraligenska biocenoza razvija se na tvrdoj podlozi cirkalitorala te predstavlja jedinstvene biogene formacije unutar Nacionalnog parka Kornati. Razvija se na dubinama između 20 i 120 metara (Ballesteros, 2003; 2006). Koraligenska biocenoza je, prema broju vrsta koje je naseljavaju, drugo stanište u Sredozemnom moru, nakon naselja posidonije (Boudouresque, 2004). U koraligenskoj biocenozi dominiraju mahovnjaci (Bryozoa) s reprezentativnom brojnošću od 62 %, zatim mnogočetinaši (Polychaeta) s 23,4% te manje

zastupljeni žarnjaci (Cnidaria) s 4%, mekušci (Mollusca) s 4%, spužve (Spongia) s 4%, rakovi (Crustacea) s 1,6 % i krednjaci (Foraminifera) s 0,8% (Hong, 1983). 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. Upravo smanjena količina svjetlosti je jedan od glavnih uvjeta koji je potreban za rast koraligena (Ballesteros, 2006).

Osnovni graditelji ove konstrukcije su crvene alge iz reda Corallinales, po kojima je i cijela zajednica dobila ime. One rastu u uvjetima polutame i jakih morskih struja. Koraligenske zajednice naseljavaju čvrsto dno u cirkalitoralu, okomite stijene, vanjske dijelove morskih špilja, zasjenjena i poluzasjenjena staništa. Akumulacijom ljuštura crvenih algi stvara se supstrat za daljnji razvitak kompleksnih organizama. Česti kolonizatori koraligena su spužve, koralji i mahovnjaci. Osim biološke izgradnje, koraligen karakterizira i biološka razgradnja. Razgradnju u najvećoj mjeri rade mekušci i spužve, oni otapaju nastalu vapnenačku podlogu. Rezultat ovih procesa je stijenska masa s brojnim šupljinama i rupama u kojima obitavaju brojne vrste riba, rakova, mnogočetinaša i drugih beskralježnjaka. Zajednice se na malom prostoru mogu međusobno jako razlikovati ovisno o vrsti crvenih alga, dubini i fizikalnih svojstava okoliša. Glavni fizikalni faktori koji ograničavaju rast koraligenskih zajednica su svjetlost, morske struje, temperatura mora, sedimentacija i nutrijenti.

Radi se o veoma osjetljivom staništu koje se konstantno mijenja i sadrži brojne kompleksne interakcije. Brojem vrsta koraligenska biocenoza jedna je od najbogatijih u Sredozemnom moru te je unutar međunarodnog Europskog sustava zaštite staništa Natura 2000. Zemlje potpisnice dokumenta o zaštiti područja Natura 2000 vrše monitoring i popisivanje koraligenskih zajednica. Zaštita koraligena neophodan je za očuvanje brojnih ugroženih vrsta koje se pod pritiskom globalnih promjena sve više umanjuju.

Istraživanje bioraznolikosti bentoskih zajednica jedno je od najboljih pokazatelja stanja očuvanosti okoliša i mogućih utjecaja negativnih promjena uzrokovanih prirodnim i antropogenim čimbenicima. Koraligenska zajednica je jedna od najvažnijih biocenoza po bogatstvu vrsta u Sredozemnom moru, pa tako i u istočnom dijelu Jadrana. Karakteriziraju je scijafilne crvene alge iz porodice *Corallinaceae*, po čemu je i dobila ime. Tako nastaju biogene nakupine kompleksne strukture s puno zasjenjenih šupljina i rupa u kojima obitava velik broj različitih taksonomskih svojti i vrsta beskralježnjaka. Do danas su podaci o koraligenskoj biocenozi istočnog Jadrana prilično oskudni, prvenstveno zbog malog broja istraživača, njene

rasprostranjenosti na većim i ponekad nedostupnim dubinama, što iziskuje veći i dugotrajniji istraživački napor. Nekolicina provedenih istraživanja, počevši od prvih bionomskih istraživanja Helene Gamulin-Brida 1960-tih do recentnijih istraživanja i projekata kartiranja staništa u ovom stoljeću, ipak stvaraju potpuniju sliku njegove rasprostranjenosti te daju naslutiti veliku raznolikost vrsta, kao i strukturalnu kompleksnost. Još uvijek ne postoji cjelovit popis vrsta koje nalazimo u koraligenskoj biocenozi Jadranskog mora, kao ni cjelovit opis strukture zajednice duž istočnog dijela Jadranskog mora ili varijabilnosti duž vertikalnog i horizontalnog gradijenta s čimbenicima koji ih određuju. Veliku bioraznolikost unutar koraligenske biocenoze imaju alge, spužve, koralji i mahovnjaci, skupine koje pokazuju veliku osjetljivost na globalne klimatske promjene. Masovni pomori organizama u koraligenskoj biocenozi u zadnja dva desetljeća uzrokovanim neuobičajeno visokim temperaturama morske vode tijekom ljetnih mjeseci utvrđeni su i u Jadranskom moru. Ovakav negativan utjecaj primjećuje se kao odumiranje (nekroza) tkiva na spomenutim skupinama. Kao posljedice toga, neke su vrste nestale, nekima je opstanak ozbiljno ugrožen, a brojne su populacije morskih organizama u koraligenu prorijeđene. Većina ugroženih vrsta u koraligenskoj biocenozi je dugoživuća, sporo rastu, teško se obnavljaju, imaju malu stopu smrtnosti, te je svako njihovo uništavanje gotovo nepovratan proces. Ovo je istraživanje usmjereno na prikupljanje podataka kako bi se procijenilo sadašnje stanje, monitoring i planiranje budućih mjera očuvanja, a to su sastav i struktura koraligenske zajednice istočnog dijela Jadrana te njena varijabilnost duž vertikalnog gradijenta na istraživanim postajama.

#### **1.4. Geografska rasprostranjenost koraligena**

Koraligenske zajednice nalazimo po cijelom sredozemnom moru izuzev obala Libanona i Izraela. Najbolje opisane zajednice nalaze se na zapadnom Jadranu. U ovom radu imat ćemo pregled stanja na istočnoj strani Jadrana. Iako se radi o istome moru istočna obala je razvedenija i pruža drugačije mogućnosti za razvoj koraligenske zajednice. Strme kamenite padine na istočnoj strani pogoduju razvitku koraligena na manjim dubinama. Zasjenjena područja s mnoštvom podvodnih špilja omogućuju razvitak velikog broja različitih zajednica duž cijele istočne obale.

## **1.5. Okolišni čimbenici neophodni za rast koraligenih zajednica**

### **1.5.1. Svjetlost**

Svjetlost je glavni ograničavajući faktor u distribuciji koraligena na morskome dnu. Glavninu koraligena čine crvene alge kojima je potrebna svjetlost za fotosintezu, no zbog svoje osjetljivosti na preveliku izloženost sunčevim zrakama nalazimo ih na dubinama između 35 i 100 metara. Ove brojke odgovaraju 0,05% do 3% sunčeve radijacije na površini. U jadranskom moru nalazimo ih na dubinama između 30 i 80 metara, dok su pliće zajednice nađene na okomitim stijenama i zasjenjenim špiljama istočnog Jadrana.

### **1.5.2. Temperatura**

Jedan od najvažnijih okolišnih faktora za sve organizme u moru je temperatura. Temperatura utječe na rast i metabolizam živoga svijeta. Organizmi koraligenske zajednice uglavnom pokazuju stenotermna svojstva, pogotovo one zajednice koje nalazimo na većim dubinama. Većina koraligenih zajednica u Jadranu nalaze se na dubinama većim od 30 metara, gdje se ljetna termoklina rijetko spušta ispod te granice. Zimi dolazi do homogenizacije mora, proces u kojem se izjednačava temperatura u svim slojevima. Zajednice koje se nalaze pliće, bolje podnose sezonske promjene temperatura, one na Jadranu iznose u prosjeku 15 Celzijevih stupnjeva.

### **1.5.3. Morske struje**

Jedan od ograničavajućih faktora za rast koraligena su morska strujanja. Prostori gdje nema strujanja imaju smanjen dotok nutrijenata i povećanu sedimentaciju što negativno utječe na rast crvenih algi. Taloženjem mulja i pijeska na koraligenu, onemogućen je rast algi zbog nedostatka sunčeve svjetlosti.

### **1.5.4. Nutrijenti**

Jadransko more je po svojim svojstvima oligotrofno. Donos nutrijenata dolazi od rijeka ili obale, najviše djelovanjem ljudi. Za obalne vode Mediterana najveća koncentracija nutrijenata prisutna je zimi, dok je ljeti najmanja. Koncentracija nutrijenata na dubinama između 18 i 40 metara iznosi oko 0,6 do 1,5 zimi, dok su ljeti vrijednosti premalena da bi se očitale. Koraligenu pogoduje niža koncentracija nutrijenata, kakvu nalazimo u Jadranskom moru. Višak nutrijenata inhibira rast i konstrukciju koraligenske mase i ujedno povećava njegovu destrukciju.

## 1.6. Građa koraligena

Koraligen je kompleksna zajednica organizama, u kojoj se odvijaju 2 procesa: konstrukcija i destrukcija. Glavni graditelji koraligena su kalciformni organizmi, biljnog ili životinjskog porijekla. Umiranjem graditeljskih organizama za njima ostaje kostur koji služi kao podloga i buduće stanište za kompleksnije organizme kao što su koralji, mahovnjaci i spužve.

Novonastalo stanište naseljavaju organizmi koji eksploatiraju vapnenačke naslage. Oni buše koraligen i druge sjedilačke organizme, tvoreći šupljikavu strukturu u stijeni. Šupljine i rupe pružaju dom brojnim beskralježnjacima i ribama čineći je jednom od najraznolikijih i brojem vrsta najdragocjenijih biocenoza u Sredozemlju.

## 1.7. Alge

Alge čine većinu biomase koraligena. Rastu na kamenim supstratima ili na dnima gdje nisu aktivni taložni procesi. Crvene alge roda *Corallinales* glavni su graditelji koraligena. Taksonomija ove grupe se konstantno mijenja i teško je točno definirati vrste. Glavne vrste graditelja ovise o dubini i fizikalnim svojstvima okoliša, no većina autora složila se da su najzastupljeniji graditelji: *Mesophyllum alternans*, *Pseudolithophyllum expansum* i *Lithophyllum stictiforme*.

## 1.8. Životinjski graditelji

Životinjske graditelje većinom čine mahovnjaci, spužve, cjevaši i koralji. Prema Hongu (1983) podijeljeni su u 3 skupine: veliki graditelji, koji direktno utječu na rast koraligena, zatim životinje s manjom graditeljskom funkcijom zbog svoje manjeg rasta i organizme koji aglomeriraju ugljikove čestice.

U prvu skupinu pripadaju mahovnjaci poput *Schizomavella* spp., *Onychocella marioni*, *Cribilaria radiata*, *Entalophoroecia deflexa*, *Celleporina caminata*, *Myriapora truncata*, *Brodiaella armata* i *Turbicellepora coronopus*, serpulidi *Serpula vermicularis*, *Serpula concharum*, *Spirobranchus polytremma*, mekušci *Vermetus* sp., *Serpulorbis arenarius* i *Clavagella melitensis*, tekameni koralji *Hoplangia durotrix*, *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata* i *Caryophyllia smithii*.

Drugu skupinu čine manje vrste mahovnjaka poput *Mollia patellaria* i *Crassimarginatella maderensis*, serpulida *Hydroides* spp., *Filograna* spp., and *Spirorbis* spp., ciripidija *Verruca strömia* i *Balanus perforatus*, te foraminifera *Miniacina miniacea*.

Trećoj skupini pripadaju spužve poput *Geodia* spp., *Spongia virgultosa* i *Faciospongia cavernosa*, te mahovnjaci *Beania* sp i alcionarija *Epizoanthus arenaceus*.

### 1.9. Izgled koraligenkih zajednica

Morfologija i unutarnja struktura koraligena ovisi o dubini, topografiji i prirodi dominirajuće graditeljske alge. Izdvojene su dvije najčešće morfologije: masivna i ivična.

Masivni koraligen je plošne građe s varirajućom debljinom od 0,5 do 4 metra. Rastu na horizontalnim podlogama, katkada okruženim sedimentnim dnima. Izgledom nalikuju kavernama s mnogim šupljinama i rupama.

Ivični koraligen nalazimo na vertikalnim podlogama ili na vanjskim dijelovima morskih špilja. Obično ih nalazimo na plićim dubinama od masivnog koraligena. Debljina konstrukcije varira između 20 cm i 2 metra. Ivični koraligen u plićim vodama ima folikularnu građu sa zaobljenom strukturom. Porastom dubine mijenja mu se izgled koji je onda postaje sličniji masivnoj strukturi.

U Jadranskom moru koraligen obilježavaju veliki mahovnjaci, gorgonije i spužve (Kružić, 2007). Pored sesilnih organizama, kao česte stanovnike koraligena, nalazimo i rakove poput jastoga *Palinurus elephas*, kuke *Scyllarides latus*, zezavca *Scyllarides arctus* i strigljača *Galathea strigosa*. Među ribama koje nastanjuju rupe u koraligenu karakteristična je jera ili kirnjica *Anthias anthias* koja živi u manjim plovama te šrkpina *Scorpaena scrofa* koja je bojom stopljena s koraligenkim dnom (Kružić, 2009; 2012; Babačić-Ajduk, 2010).

### 1.10. Erozijska koraligena

Životinje koje erodiraju kalciformne strukture dominiraju kao uništavači koraligena. Ovdje nalazimo organizme koje se hrane algama i drugim životinjskim graditeljima koraligena.

Prema načinu ishrane podijeljeni su na lutalice, makrobušitelje i mikrobušitelje. Lutalice su morski ježinci *Sphaerechinus granularis* i *Echinus melo*. Oni pasu površinske alge, spužve, mahovnjake i serpulidne mnogočetinaše. U makrobušitelje spadaju mekušci *Lithophaga lithophaga*, *Gastrochaena dubia*, *Petricola lithophaga*, *Hyatella arctica*, spuniculida *Aspidosiphon mülleri*, *Phascolosoma granulatum*, mnogočetinaši *Dipolydora* spp., *Dodecaceria concharum* i nekoliko spužvi od kojih je najzastupljenija *Cliona viridis*. U mikrobušitelje spadaju cijanobakterije, zelene alge i gljivice. Bioraznolikost pada s dubljim koraligenkim zajednicama.

### 1.11. Utjecaj globalnog zagrijavanja na more

Globalno zatopljenje podrazumijeva porast temperature zraka, te porast temperature u morima i oceanima, koji je uzrokovan efektom staklenika, nastalim zbog prevelike emisije stakleničkih plinova uslijed antropogenih aktivnosti izgaranja fosilnih goriva (Daryl i Harvey, 2000). Jadransko more je zadnjih 20 godina pod stalnim utjecajem rasta temperature mora, zajedno sa promjenama saliniteta, što dovodi do promjena na svim razinama morskog ekosustava (Bianchi, 1997; Garrabou i sur. 2001). Neke od njih primijećene su u broju, raznolikosti i podjeli morskih vrsta, te njihovoj geografskoj rasprostranjenosti.

Manja i zatvorena mora uglavnom reagiraju brže od oceana na novonastale promjene u okolišu, zbog čega je Jadransko more idealno područje za proučavanje promjena nastalih utjecajem globalnih promjena klime.

Kao jedna od posljedica globalnog zatopljenja, javlja se sve veća geografska rasprostranjenost termofilnih vrsta prema morima koja se zagrijavaju, karakterističnih za topla tropska mora, koje se šire prema polovima, dok se vrste koje su karakteristične za hladna mora povlače u hladnija područja (Bianchi i Morri, 2003). Ovakve promjene dovode do smanjenja geografske rasprostranjenosti određenih vrsta, što može ugroziti njihov opstanak i uzrokovati nestanak ovih vrsta, što bi rezultiralo smanjenjem biološke raznolikosti i nepovratnim posljedicama koje su štetne za funkcioniranje morskog ekosustava. Fenomen širenja termofilnih i tropskih vrsta je zabilježen u svim svjetskim morima, pa tako i u Sredozemnom i u Jadranskom moru (Bianchi, 2000; Bianchi i Morri, 2003; Dulčić, 2002).

Laboratorijskim istraživanjima dokazano je da uslijed naglih temperaturnih promjena, povećava se rizik od razvoja patogenih uzročnika, što je na kraju dovelo do masovne smrtnosti organizama (Cerrano i sur. 2000; Garrabou i sur. 2009; Cebrian i sur. 2012). Masovne epizode smrtnosti organizama u drastičnom su porastu u svim morskim ekosustavima, a posebno u tropima, te u navije vrijeme i u umjereno toplim morima. U zadnjih dvadesetak godina zabilježeno je nekoliko epizoda masovne smrtnosti sesilnih beskralježnjaka poput spužvi, koralja i školjkaša u Sredozemnom moru (Gaino i sur. 1992; Harmelin i Marinopoulos 1994; Bevestrello i sur. 1997; Morri i Bianchi 2000; Rodolpho-Metalpa i sur. 2000; Kružić 2016).

Najviše podataka o masovnoj smrtnosti zabilježeno je kod gorgonija (Cerrano i sur. 2000; Garrabou i sur. 2001; 2009; Linares i sur. 2005; Coma i sur. 2006, Kružić 2016), što ostavlja značajne posljedice, budući da gorgonije ne samo da obilježavaju koraligensku biocenuzu, već uvelike pridonose estetskoj vrijednosti i privlačnosti za turističko ronjenje (Cerrano i sur. 2000).

Većina ugroženih vrsta u koraligenskoj biocenozi je dugoživuća, sporo rastu, teško se obnavljaju i imaju malu stopu smrtnosti, te svako njihovo uništavanje gotovo je nepovratan proces (Garrabou i Harmelin 2002; Coma i sur. 2004; Linares i sur. 2005; Garrabou i sur. 2009; Kružić 2016).

Zbog sve češćih klimatskih promjena i globalnog zagrijavanja mogu se očekivati nove pojave masovne smrtnosti koje će uzrokovati krizu bioraznolikosti u Sredozemnom moru (Cerrano i Bevestrello, 2009; Garrabou i sur. 2009). Kako bi se spriječio sve veći gubitak bioraznolikosti, potrebna je izrada planova zaštite i planova restauracije (obnove) oštećenih morskih zajednica (Garrabou i sur., 2009).

## **2. Cilj rada**

Cilj ovog rada je istražiti raznolikost karakterističnih vrsta koraligenske zajednice na 20 odabranih lokaliteta (u zaštićenim (nacionalni parkovi i parkovi prirode) i nezaštićenim područjima) u istočnom dijelu Jadrana, te proučiti njihovu dubinsku rasprostranjenost, status i ugroženost. Time bi se dobio uvid u trenutno stanje i stupanj ugroženosti koraligenske biocenoze kako bi se mogla planirati zaštita ove ekološki iznimno važnog staništa u Jadranskom moru. Procijenit će se i zastupljenost ugroženih i zakonom zaštićenih vrsta, te njihov status unutar koraligenske biocenoze. Istražit će se negativni utjecaji poremećaja unutar koraligenske biocenoze povezanih sa globalnim promjenama (klimatske anomalije, negativan utjecaj intenzivnog ribarstva, invazivne vrste) unutar zaštićenih i nezaštićenih područja uzduž istočne obale Jadranskog mora.



### 3. Materijal i metode

Na svim lokacijama napravljena su izravna opažanja *in situ*, uz korištenje autonomne ronilačke opreme. Postaje su snimljene podvodnom kamerom do dubine od 50 metara. Odredio se tip i konfiguracija dna, te nacrtao istraživani profili koji se dodatno snimio podvodnom kamerom. Na svim istraživanim postajama istraživane su karakteristične vrste za koraligensku biocenu (prvenstveno alge, spužve, koralji i ribe) njihova rasprostranjenost, brojnost i ugroženost (kao stupanj smrtnosti jedinki unutar populacija).

Temperatura mora kontinuirano je mjerena godinu dana na dubinama od 10, 20, 30 i 40 metara pomoću Onset Computers data loggera (Slika 2). To su elektronički mjerni uređaji s memorijom za pohranu podataka koji izabrane parametre mogu mjeriti u programiranim razmacima i trajanju od više godina (ovisno o količini raspoložive memorije i trajanju baterija). Temperatura je mjerena svakih sat vremena te su iz tih podataka izračunate prosječne mjesečne vrijednosti za svaku postaju. Uspoređene su 2017. i 2019. godina.

Ostali fizikalno-kemijski parametri (salinitet, pH morske vode, koncentracija otopljenog kisika) mjereni su pomoću oceanografske sonde Seabird SBE19plus V2 tijekom ljetnog razdoblja. Ekološki čimbenici usporedili su se sa stanjem populacija na istraživanim postajama.

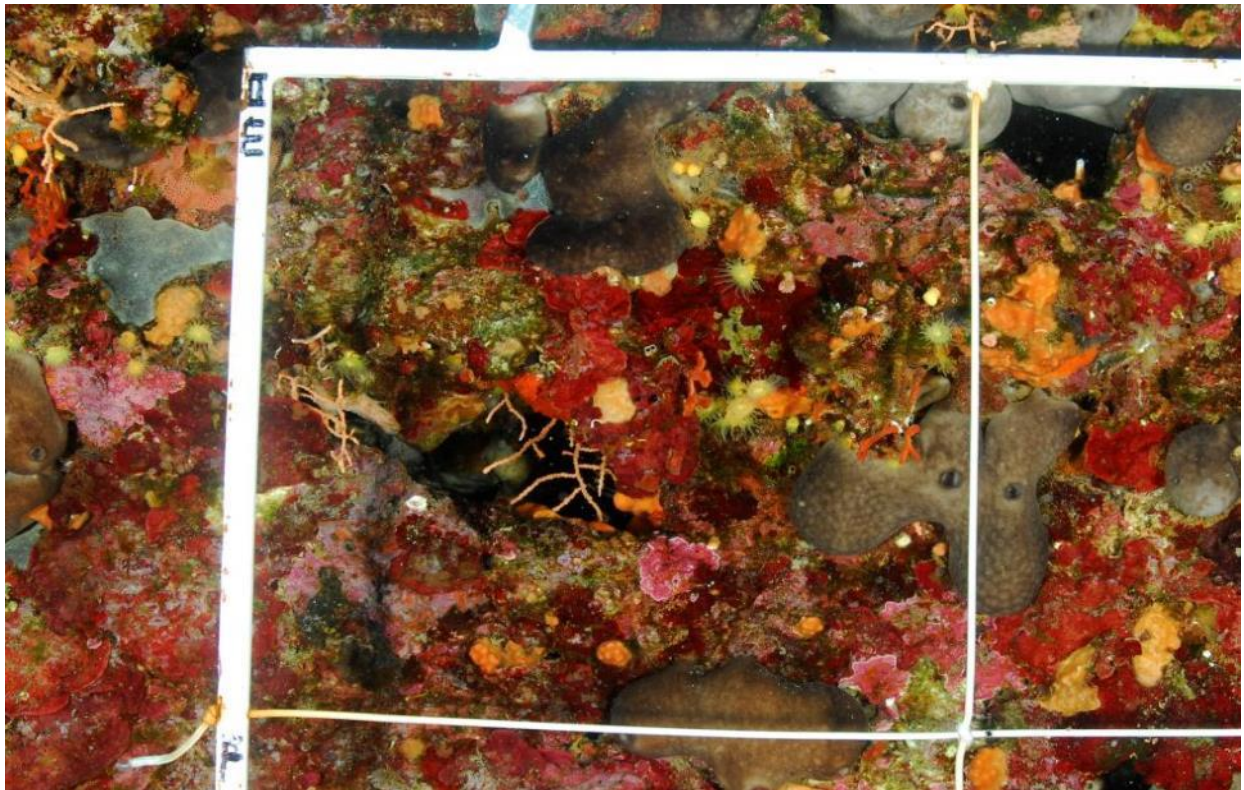
Za praćenje stanja u koraligenskoj biocenozi odabrane su vrste indikatori. To su vrste koje su karakteristične za koraligensku biocenu istočnog dijela Jadranskog mora i istovremeno osjetljive na promjene temperature mora, te negativne antropogene utjecaje, čiji je status i promjene potrebno dugoročno pratiti.

Metoda fotografiranja kvadrata korištena je za istraživanja i monitoring sesilnih vrsta u koraligenskoj biocenozi na istraživanim postajama. Po postaji je fotografirano 45 kvadrata (50 x 50 cm, podijeljenih na 4 polja (25 x 25 cm)) (Slika 3). Analizom kvadrata obuhvaćena je pokrivenost kvadrata florom i faunom, te određena brojnost i stanje oštećenosti vrsta.

Radi detaljnije obrade, sakupljeni su uzorci onih vrsta koje nije bilo moguće odrediti izravnim opažanjem te konzervirani u 70%-tnom alkoholu ili 4%-tnom formalinu. Uzorci su determinirani u Laboratoriju za biologiju mora Zoologijskog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu uz korištenje sljedećih radova: Calvo (1995), Riedl (1991), Schmidt (1972), Tortonese (1965), Weinberg, S. (1993), Zavodnik i Šimunović (1997) Turk (2011), i Zibrowius (1980).



Slika 2. Data logger za mjerenje temperature i količine svjetlosti na postaji Mana (NP Kornati).



Slika 3. Snimljeni kvadrat (25 x 25 cm) za analizu sastava koraligenske biocenoze.

Posebno su se pratile indikatorske vrste koraligenske biocenoze. Sve indikatorske vrste karakteristične su za koraligensku biocenozu istočnog dijela Jadranskog mora i istovremeno vrste koje su osjetljive na promjene temperature mora, te negativne antropogene utjecaje.

Vrste indikatori koraligenske biocenoze istraživani za ovaj rad:

### **ALGE**

*Lithophyllum stictaeforme* (J.E. Areschoug Hauck, 1877)

### **SPUŽVE**

*Axinella cannabina* (Esper, 1794)

*Axinella polypoides* (Schmidt, 1862)

*Aplysina cavernicola* (Vacelet, 1959)

### **KORALJI**

*Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862)

*Savalia savaglia* (Bertoloni, 1819)

*Eunicella cavolini* (Koch, 1887)

*Eunicella singularis* (Esper, 1791)

*Paramuricea clavata* (Risso, 1826)

*Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758)

*Madracis pharensis* (Heller, 1868)

*Caryophyllia inornata* (Duncan, 1878)

*Leptopsammia pruvoti* (Lacase-Duthiers, 1897)

### **RAKOVI**

*Palinurus elephas* (Fabricius, 1787)

### **MEKUŠCI**

*Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797)

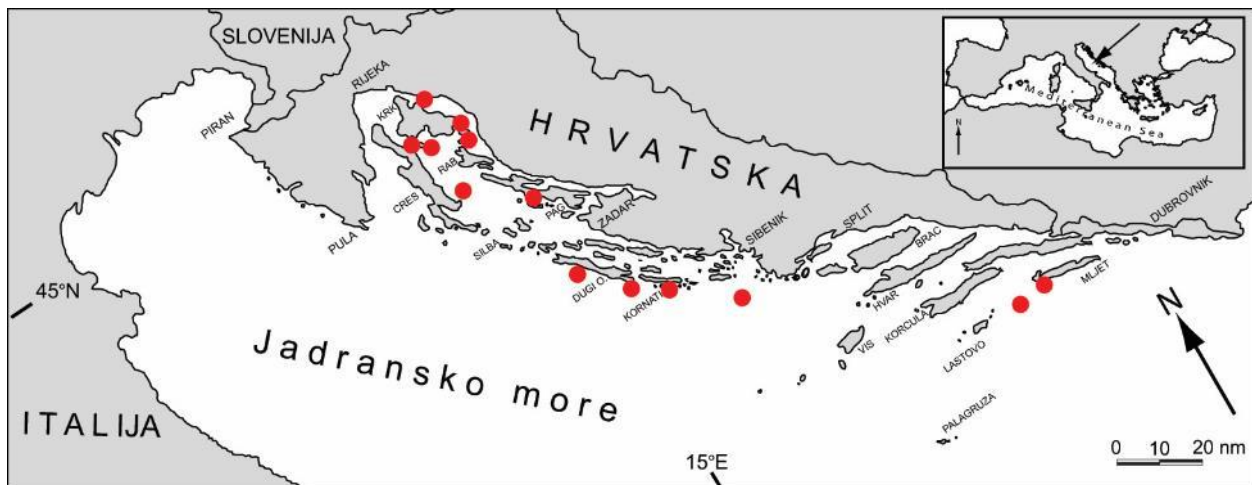
### **RIBE**

*Scorpaena scrofa* (Linnaeus, 1758)

Za statističku obradu podataka koristila se metoda multidimenzionalnog skaliranja (MDS) pomoću programa PRIMER 6.0.

### 3.1. Područje istraživanja

Istraživanje se provodi u području istočnog dijela Jadranskog mora, na 20 lokaliteta (Tablica 1). Lokaliteti su smješteni duž obale i otoka sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana (Slika 4). Postaje karakterizira čvrsta, gotovo okomita podloga. Na svim lokalitetima utvrđena je dobro razvijena koraligenska zajednica. Dio lokaliteta nalazi se unutar, a dio van zaštićenih područja Jadrana. Jedna od postaja je i arheološki lokalitet uz otok Pag (antropogena podloga koraligenske biocenoze).



Slika 4. Postaje istraživanja (crvene točke) u istočnom dijelu Jadranskog mora.

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

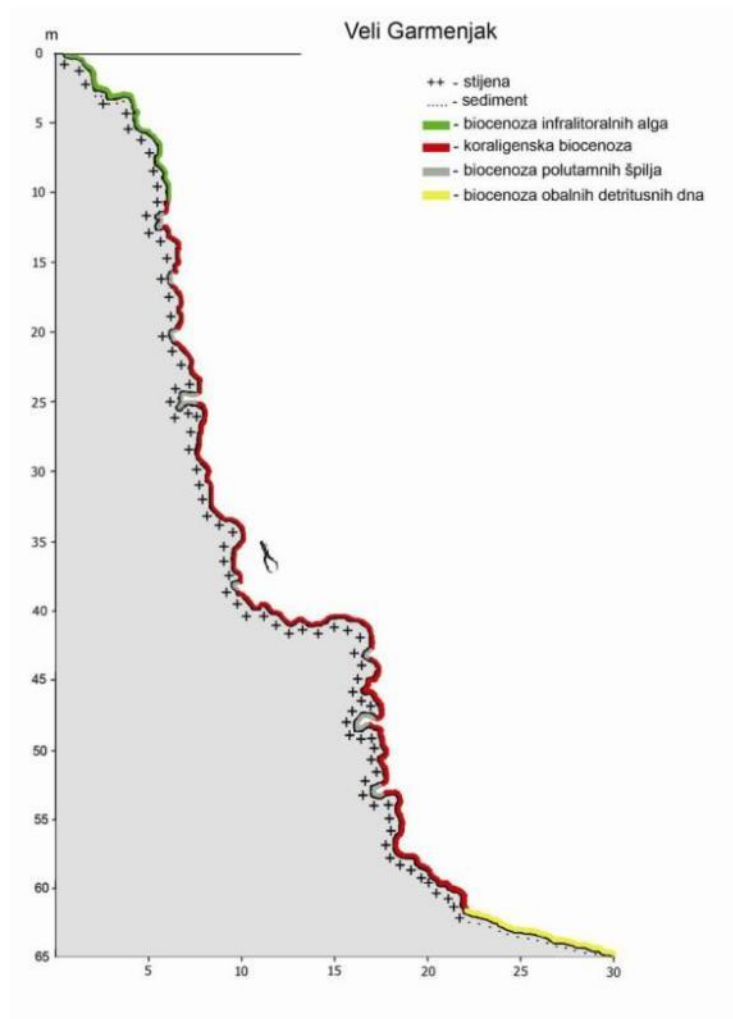
<b>Lokalitet</b>	<b>Postaja</b>	<b>Koordinate</b>		<b>Zaštićeno područje</b>
Park prirode Telašćica	Veli Garmenjak	15° 10' 54.83" E	43° 52' 14.50" N	+
	Vela Sestrica	15° 12' 27.08" E	43° 51' 01.30" N	+
Nacionalni park Kornati	Mana	15° 15' 44.94" E	43° 48' 00.50" N	+
	Vela Panitula	15° 20' 19.80" E	43° 45' 45.12" N	+
Nacionalni park Mljet	Lenga	17° 23' 17.98" E	42° 45' 21.34" N	+
	Štit	17° 19' 55.55" E	42° 46' 21.48" N	+
	Vanji Škoj	17° 24' 03.29" E	42° 45' 08.06" N	+
Goli otok	Hrid Macinj	14° 48' 56.00" E	44° 50' 57.00" N	-
	Rt Markonj	14° 50' 21.13" E	44° 50' 48.89" N	-
Otok Krk	Plić Tenki	14° 43' 17.07" E	45° 04' 17.88" N	-
	Rt Sokol	14° 49' 13.00" E	44° 58' 14.00" N	-
Otok Cres	Rt Slezine	14° 28' 11.00" E	44° 58' 55.00" N	-
Otok Sveti Grgur	Grgur	14° 45' 37.06" E	44° 52' 41.55" N	-
Otočić Mali Ćutin	Mali Ćutin	14° 29' 38.95" E	44° 43' 27.36" N	-
Otočić Mali Plavnik	Mali Plavnik	14° 32' 52.04" E	44° 58' 31.82" N	-
Otok Prvić	Rt Šilo	14° 50' 19.00" E	44° 53' 03.00" N	-
Otok Pag - Šimuni	Pag	14° 56' 39.60" E	44° 27' 45.88" N	-
Sjeverni dio Dugog otoka	Mežanj	14° 55' 01.97" E	44° 05' 27.82" N	-
Otočić Blitvenica	Blitvenica	15° 34' 32.40" E	43° 37' 29.74" N	-
Otočić Glavat	Glavat	17° 08' 47.65" E	42° 45' 53.30" N	-

## 4. Rezultati

### 4.1. Opis istraživanih postaja

#### Postaja Veli Garmenjak

Istraživanje je provedeno na južnoj strani otočića. Izloženost lokaliteta valovima je vrlo velika. Najveća dubina zarona bila je 60 metara (Slika 5). Visina supralitoralne stepenice oko pet metara.



Slika 5. Profil Veli Garmenjak s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Na mediolitoralnoj stepenici nalazimo karakterističnu vrstu moruzgve *Actinia equina*. Stijena obrasla fotofilnim algama stepeničasto pada do 4 metra dubine. U zasjenjenim dijelovima, bliže površini, rastu crvene alge *Jania rubens* i *Corallina elongata*, te žarnjaci roda *Halecium* i *Plumularia*. Između stijena, na dubini 2 do 3 metra, na ljuštornom sedimentu utvrđena su manja naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Zatim slijedi litica koja pada do 40 metara dubine gdje se nalazi ravan plato širine oko 8 metara. U gornjem dijelu litice (do 10 metara dubine) razvijena je biocenoza fotofilnih alga s dominantnom vrstom *Flabellia petiolata* i nekoliko jedinki gorgonije *Eunicella singularis*. Prema dubini litica obiluje rupama, prevjesima i manjim špiljama. Ovdje je razvijena koraligenaska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja. Na 25 metara dubine nalazi se oveća polušpilja u koju su se sklonile ribe *Anthias anthias* i *Phycis phycis*.

Na 40 metara dubine nalazi se terasa širine 10 metara sa velikim primjercima gorgonija *Eunicella cavolini*, žutom moruzgvom *Parazoanthus axinellae*, te rijetkom vrstom kolonijalnog žarnjaka *Gerardia savaglia* (Slika6). Na toj stepenici pronađene je i veća populacija ježinca *Sphaerechinus granularis*. Na dubini od 57 metara ne tako davno postojala je



Slika 6. Žuta rožnjača *Eunicella cavolini* u koraligenaskoj biocenozi na postaji Veli Garmenjak u PP „Telašćica“.

veća populacija crvenog koralja *Corallium rubrum*. Pojedine kolonije bile su duge i do 45 centimetara, dok im je promjer baze iznosio i do 2 centimetra. Danas su ostale samo manje kolonije.

## Postaja Sestrica Vela

Istraživano područje nalazi se na jugo-zapadnoj, vanjskoj strani otočića Sestrica Vela i izrazito je izloženo udarima valova. Razveden okomiti hridinasti strmac s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 63 metra pod kutom od oko 80° (Slika 7).

Visina supralitoralne stepenice je oko četiri metra, a izloženost valovima je vrlo velika. Uz modrozelenu algu *Rivularia atra* na stijinama, u zasjenjenim dijelovima mediolitoralne stepenice bogato su razvijene crvene alge *Corallina officinalis*, *C. elongata* i *Lithophyllum tortuosum*. Utvrđen je i vrlo velik broj crvenihmoruzgvi *Actinia equina*.

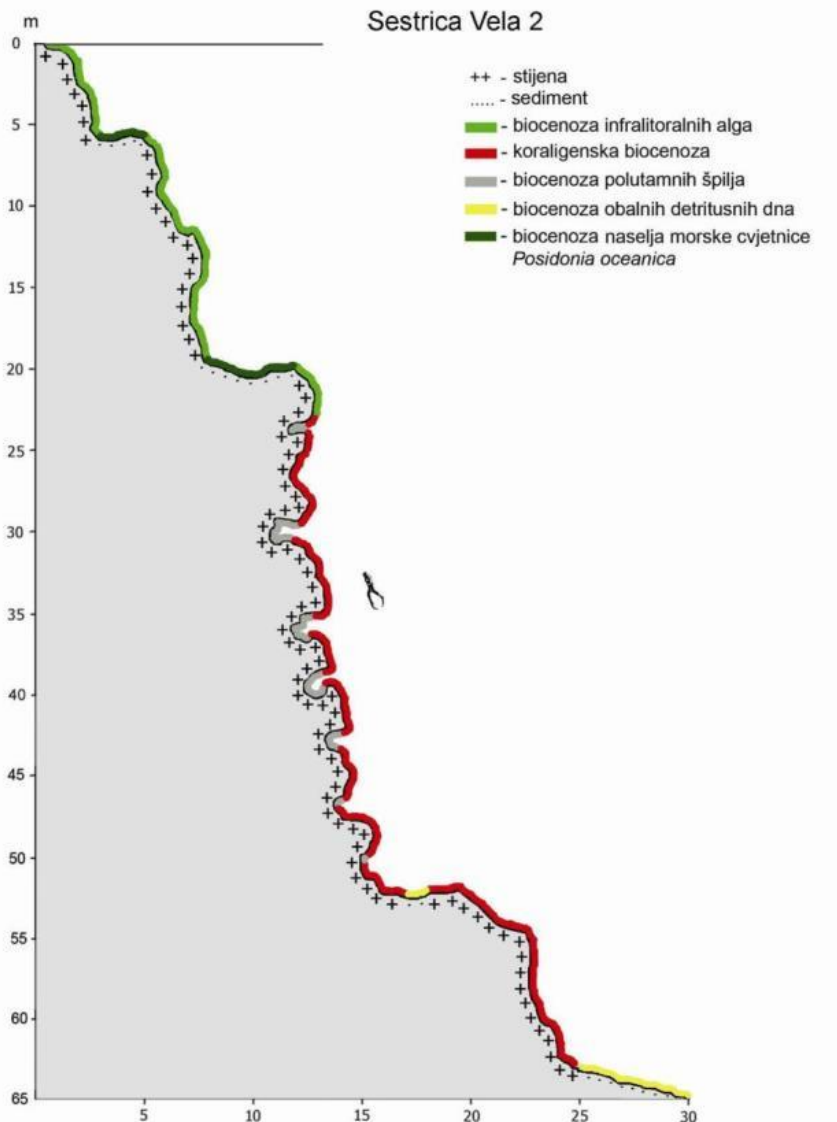
Biocenoza infralitoralnih alga razvijena je do dubine od 23 metra. Ovdje prevladavaju zelene alge *Acetabularia acetabulum*, *Anadyomene stellata*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*, *Codium bursa*, *C. dichotomum*, smeđe alge *Padina pavonica* i *Dictyota dichotoma*, te crvene alge *Jania rubens* i *Laurencia obtusa*. Čest je i kameni koralj *Balanophyllia europaea*. Na dubini od 19 metara utvrđeno je veće naselje žute gorgonije *Eunicella cavolini*, koje se dalje sporadično spušta sve do 52 metra dubine. Uz žutu gorgoniju od životinjskih vrsta prevladavaju spužve *Hexadella racovitzai*, *Scalarispongia scalaris*, *Chondrilla nucula*, *Hemimycale columella*, *Spongia agaricina*, *Spirastrella cunctatrix*, *Petrosia ficiformis* i *Sarcotragus foetidus*, kameni koralji *Balanophyllia europaea* i *Caryophyllia inornata*, te moruzgve *Phymanthus pulcher*, *Cerianthus membranaceus*, *Cereus pedunculatus* i *Aiptasia diaphana*. Na dvije povećane stepenice utvrđena su gusta naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

Nakon 23 metra dubine počinje dobro razvijena koraligenska biocenoza koja se spušta sve do 63 metra dubine. Uz zelene alge *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna*, česte su i crvene alge *Hypoglossum hypoglossoides*, *Wrangelia penicillata* i *Peyssonnelia squamaria*. Od spužava ovdje su česte *Clathrina clathrus*, *Axinella cannabina*, *A. polypoides* i *Acanthella acuta*. Od koralja su česti kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Cladopsammia rolandi*, *Caryophyllia inornata*, *C. smithii*, *Phyllangia mouchezi*, *Madracis pharensis* i *Hoplangia durothrix*, te moruzgve *Cereus pedunculatus* i *Cerianthus membranaceus*. Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* rasprostranjena je od 37 do 62 metra dubine. U polušpiljama razvijena je biocenoza



polutamnih špilja s dominirajućim kamenim koraljima *Hoplangia durothrix*, *Leptopsammia pruvoti* i *Madracis pharensis*, špužvama *Aplysina cavernicola* i *Phorbast tenacior*, te mahovnjacima *Margaretta cereoides* i *Retepora beaniana*. Na dubini od 52 metra utvrđeno je nekoliko većih jedinki žute gerardije *Gerardia savaglia* (Slika 8).

Na dubini od 63 metra započinje pjeskovito-ljuštuno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna koje se spušta dalje u dubinu. Ljuštuno dno prekrivaju crvene alge *Vidalia volubilis* i *Lithophyllum racemus*, te jedinke opnene voskovicice *Cerianthus membranaceus*.



Slika 7. Profil Sestrica Vela s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



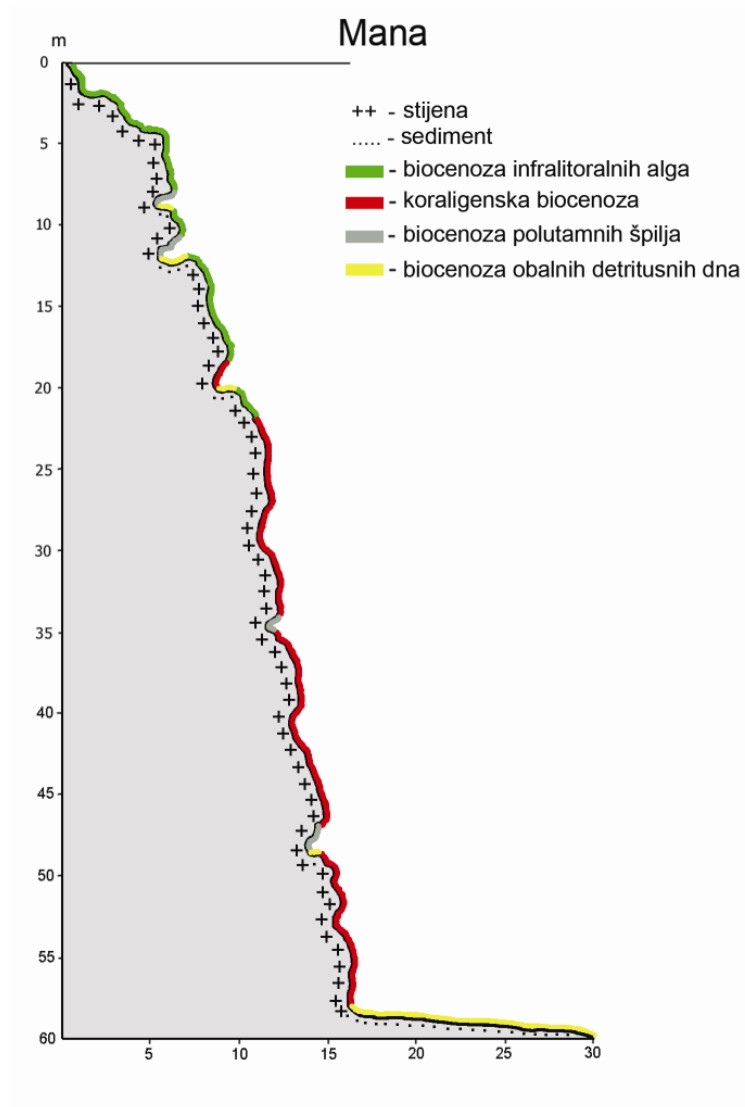
Slika 8. Žuta gerardija *Gerardia savaglia* na postaji Sestrica Vela.

### **Profil Mana**

Istraživano područje nalazi se uz otočje na zapadnoj strani NP „Kornati“ (Slika 4) i izrazito je izloženo udarima valova. Postaja se nalazi na južnoj strani otoka Mana. Razveden okomit hridinasti strmac s nekoliko većih prevjesa i polušpilja spušta se do dubine od 57 metara pod kutom od oko 80° (Slika 9).

Supralitoralna stepenica s karakterističnom biocenozom supralitoralnih stijena visoka je oko pet metara i stalno je pod utjecajem valova. U mediolitoralnoj stepenici prevladava moruzgva *Actinia equina*. Do 2 metra dubine stijene su gotovo bez alga i ovdje prevladavaju ježinac *Arbacia lixula* i kameni koralj *Balanophyllia europaea*. Biocenoza infralitoralnih alga razvijena je do dubine od 22 metra, a u jednom većem usjeku na dubini od 18 metara razvijena je

koraligenska biocenoza s dominantnim kamenim koraljem *Leptopsammia pruvoti*. U biocenozi infralitoralnih alga prevladavaju zelene alge *Acetabularia acetabulum*, *Dasycladus vermicularis*,



Slika 9. Profil Mana s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

*Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*, *Codium bursa*, *C. vermilara*, te smeđa alga *Padina pavonica*. Utvrđena su gusta naselja invazivne alge *Womersleyella setacea*. Na dubini od 8 metara utvrđeno je nekoliko kolonija žarnjaka *Alcyonium acaule*. U zasjenjenim mjestima razvijena je koraligenska biocenoza, gdje dominiraju crvene alge *Amphiroa rigida* i *Peyssonnelia rubra*.

Od 22 do 57 metara razvijena je koraligenska biocenoza koja se miješa s biocenzom polutamnih špilja i biocenzom obalnih detritusnih dna. U koraligenskoj biocenozi prevladavaju

manjim dijelom zelene alge *Halimeda tuna* i *Flabellia petiolata*, te većim dijelom crvene alge *Amphiroa rigida*, *Ceramium diaphanum* var. *strictum*, te razvijene inkrustrirajuće alge *Pseudolithophyllum expansum* i *Lithophyllum byssoides*. Na stijenama od 26 metara dubine prevladava žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, a od 32 metra dubine crvena gorgonija *Paramuricea clavata* (Slika 10).



Slika 10. Crvena gorgonija *Paramuricea clavata*. Profil Mana. Dubina 42 metra.

Na dubini 34 metra nalazi se manja polušpilja. Ovdje prevladavaju spužve *Aplysina cavernicola*, *Oscarella lobularis* i *Petrosia ficiformis*, samostalni kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata*, zadružni koralji *Polycyathus muellerae* i *Madracis pharensis*, te mahovnjaci *Margaretta cereoides*, *Myriapora truncata* i *Smittina cervicornis*, a od riba je utvrđeno nekoliko jedinki tabinje mrkulje *Phycis phycis*. Utvrđene su i dvije jedinke puža golaća *Hypselodoris elegans*, te jedan *Hypselodoris webbi*. Iznad ulaza u polušpilju čest je žarnjak

*Parazoanthus axinellae*. Duž cijele koraligenske biocenoze utvrđen je veći broj zvjezdača *Hacelia attenuata*.

Od 57 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenozom obalnih deritusnih dna koje se spušta pod blagim nagibom od 20° dalje u dubinu. Ljuštuno morsko dno sastoji od ljušturica školjkaša, kućica puževa te skeletnih pločica bodljikaša. Najveća dubina ronjenja bila je 60 metara.

## Profil Velika Panitula

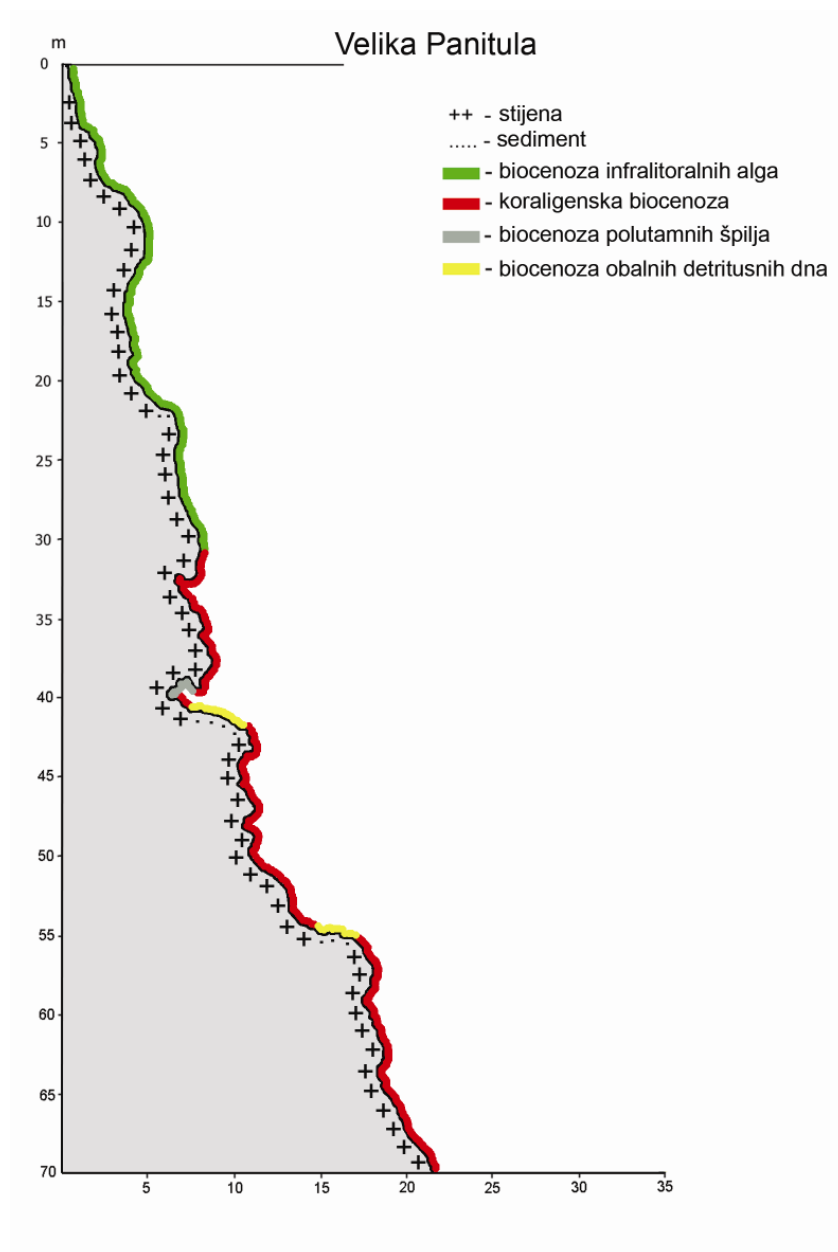
Istraživano područje nalazi se uz sjeverni dio otoka Velika Panitula, na vanjskoj strani NP „Kornati“ i izrazito je izloženo udarima valova. Razveden okomit hridinasti strmac s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 78 metara pod kutom od oko 80° (Slika 11).

Visina supralitoralne stepenice je oko dva metra, a izloženost valovima je vrlo velika. U zasjenjenim dijelovima mediolitoralne stepenice bogato su razvijene crvene alge *Corallina elongata* i *Lithophyllum tortuosum*. Utvrđen je i vrlo velik broj crvenih moruzgvi *Actinia equina*, te školjkaša *Mytilaster minimus*.

Biocenoza infralitoralnih alga razvijena je do dubine od 31 metar. Ovdje prevladavaju zelene alge *Acetabularia acetabulum*, *Anadyomene stellata*, *Dasycladus vermicularis*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*, *Codium bursa*, smeđe alge *Padina pavonica* i *Dictyota dichotoma*, te crvene alge *Jania rubens* i *Polysiphonia fruticulosa*. Na dubini od 16 metara utvrđeno je veće naselje žute rožnjače *Eunicella cavolini*, koje se dalje sporadično spušta sve do 60 metara. Uz žutu rožnjaču (inače karakterističnu za koraligensku biocenu) od životinjskih vrsta prevladavaju spužve *Hexadella racovitzai*, *Scalarispongia scalaris*, *Chondrilla nucula*, *Hemimycale columella*, *Spirastrella cunctatrix* i *Sarcotragus foetidus*, kameni koralji *Balanophyllia europaea* i *Caryophyllia inornata* (u pukotinama i rupama), moruzgve *Cereus pedunculatus* i *Aiptasia diaphana*, vrpčar *Notospermus geniculatus* i zeleni zvjezdan *Bonellia viridis*. Također su česti puževi *Bittium reticulatum*, *Cerithium vulgatum*, puževi golaći *Chromodoris luteorosea* i *Hypselodoris villafranca*, rakovi *Dromia personata* i *Galathea squamifera*, plaštenjak *Halocynthia papillosa*, te ribe *Chromis chromis* i *Diplodus annularis*.

Nakon 31 metra dubine počinje koraligenska biocenoza koja se spušta sve do 78 metara dubine. Uz zelene alge *Dasycladus vermicularis*, *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna*, česte su i

smeđa alga *Sargassum vulgare*, te crvene alge *Hypoglossum hypoglossoides*, *Cryptonemia lomation*, *Halymenia floresia* var. *floresia*, *Wrangelia penicillata* i *Peyssonnelia squamaria*. Od spužava ovdje su česte *Clathrina clathrus*, *Oscarella lobularis*, *Cliona viridis*, *Axinella cannabina* i *Acanthella acuta*.



Slika 11. Profil Velika Panitula s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 12. Zadržna moruzgva *Parazoanthus axinellae* na profilu Velika Panitula. Dubina 39 metara.

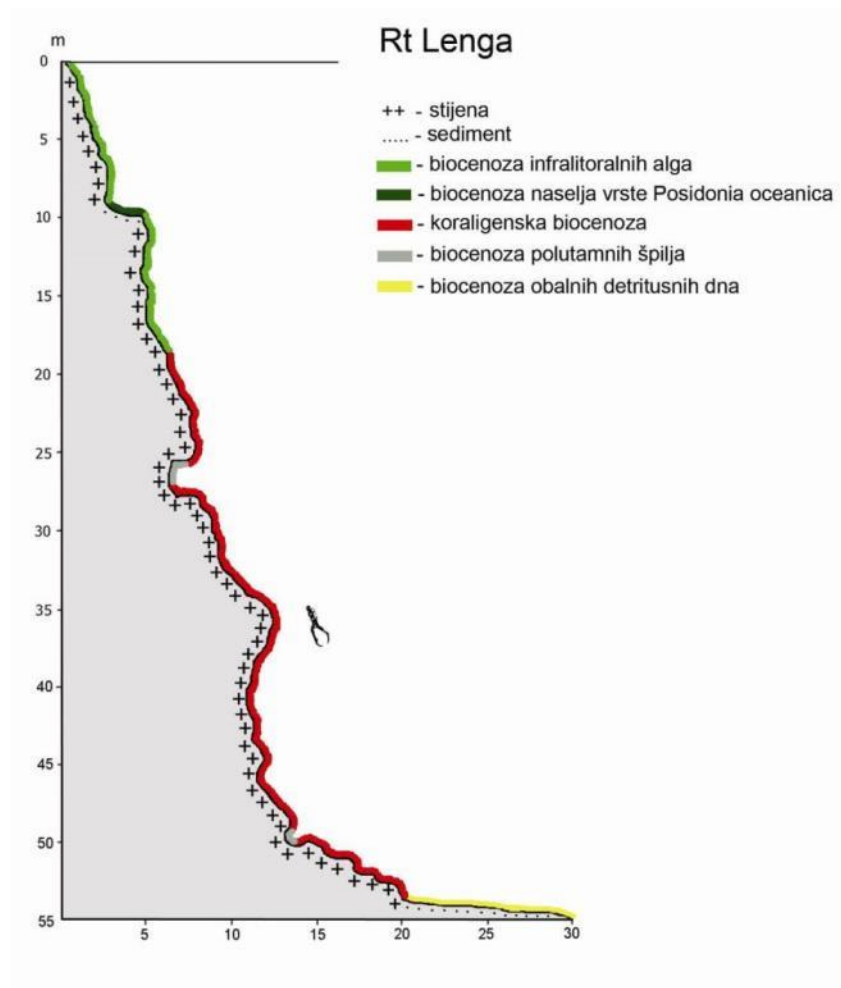
Od koralja su česti kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Cladopsammia rolandi*, *Caryophyllia inornata*, *C. smithii*, *Madracis pharensis* i *Hoplangia durothrix*, te moruzgve *Cereus pedunculatus* i *Cerianthus membranaceus* (u biocenozi obalnih detritusnih dna unutar koraligenske biocenoze na 42 i 54 metara dubine). Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* rasprostranjena je od 36 do 48 metara dubine. Na svodu polušpilje, na dubini od 32 metra, utvrđene su manje populacije crvenog koralja *Corallium rubrum*. U polušpilji na 40 metara dubine razvijena je biocenoza polutamnih špilja s dominirajućim kamenim koraljima *Leptopsammia pruvoti*, *Phyllangia mouchezi* i *Madracis pharensis*, zadržnom moruzgvom *Parazoanthus axinellae*, te špužvom *Aplysina cavernicola* (Slika 12). Na dnu polušpilje je ljuštorni sediment s biocenzom obalnih detritusnih dna.

Na dubini od 78 metara započinje pjeskovito-ljuštorno dno s biocenzom obalnih detritusnih dna koje se spušta dalje u dubinu. Ljuštorno dno prekrivaju crvene alge *Vidalia volubilis* i *Lithophyllum racemus*.

## Postaja Rt Lenga

Istraživani profil nalazi se na južnoj, vanjskoj strani NP „Mljet“, na izlazu iz uvale Velike Blace. Supralitoralna stepenica visoka je oko četiri metra i vrlo je izložena udarima valova. Okomita hridinasta litica s par većih polušpilja spušta se do dubine od 53 metra pod kutom od 80 do 90° (Slika 13).

Na mediolitoralnoj stepenici utvrđena je veća populacija moruzgve *Actinia equina*. U biocenozi fotofilnih alga razvijena su gusta naselja zelene moruzgve alga, te brojni primjerci kamenog koralja *Balanophyllia europaea*. Na manjoj stepenici na 10 metara dubine razvijeno je manje naselje morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Duž strmca na dubini od 27 do 63 metra razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominiraju moruzgve *Cereus pedunculatus* i *Parazoanthus axinellae*, najčešće na rubovima polušpilja.



Slika 13. Profil Rt Lenga s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



U biocenozi polutamnih špilja utvrđeni su kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii*, *C. inornata*, *C. cyathus*, *Coenocyathus anthophyllites*, *Ceratotrochus magnaghii*, *Phyllangia mouchezi* i *Hoplangia durothrix*. Dublje na stijenama utvrđene su rijetke vrste kamenih koralja *Cladopsammia rolandi* i *Dendrophyllia ramea*.

Od 53 metra dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno 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*.



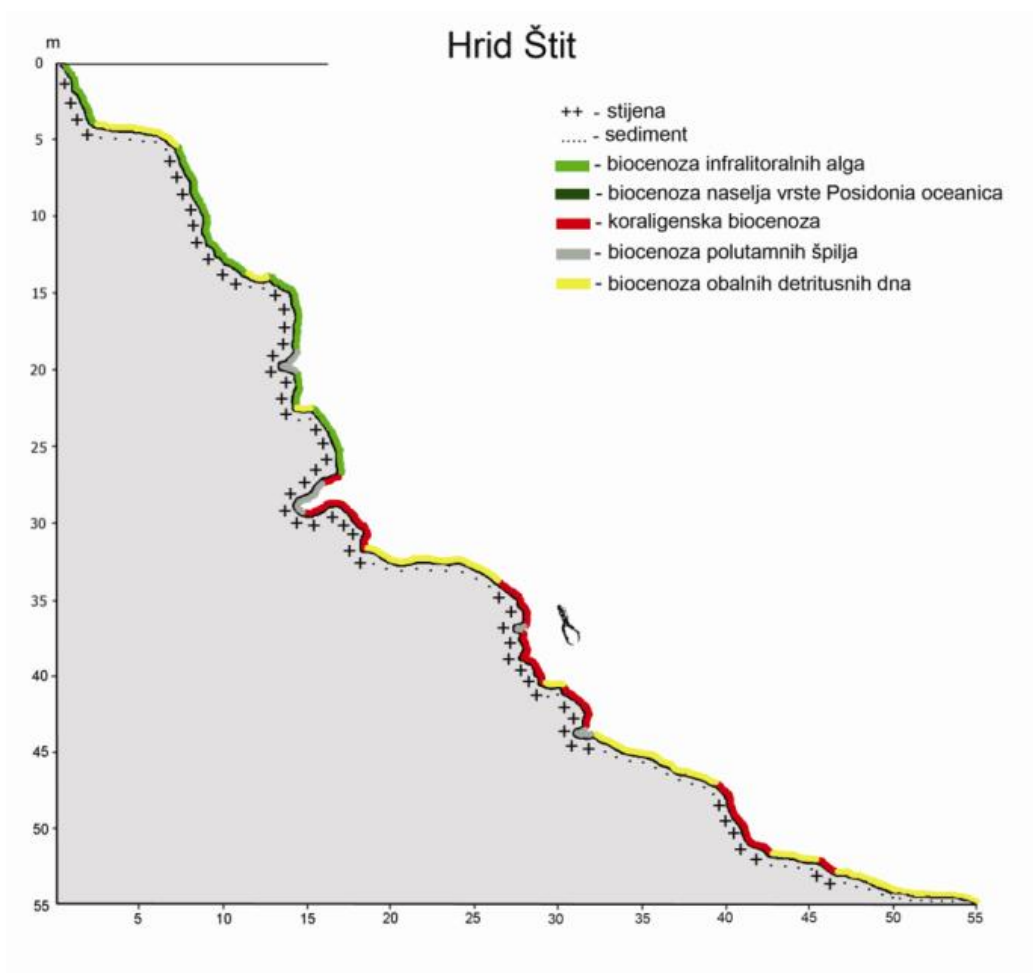
Slika 14. Crveni koralj *Corallium rubrum* na profilu Rt Lenga.

Na dubini od 51 metar utvrđeno je manje degradirano naselje crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slika 14). Najveća dubina ronjenja bila je 53 metra.

## Postaja Hrid Štit

Istraživani profil nalazi se na sjevero-zapadnoj, vanjskoj strani NP „Mljet“. Supralitoralna stepenica visoka je četiri do pet metara i izložena je udarima valova. Hridinasta litica s nekoliko većih polušpilja spušta se pod kutom od 45° do dubine od 53 metra (Slika 15). Nakon završetka koraligenske biocenoze nastavlja se ljuštorni sediment. Na mediolitoralnoj stepenici utvrđena je veća populacija moruzgve *Actinia equina*.

U biocenozi fotofilnih alga, koja se spušta do 25 metra dubine, utvrđeni su brojni primjerci kamenog koralja *Balanophyllia europaea*, žute moruzgve *Parazoanthus axinellae* i moruzgve *Aiptasia mutabilis*.



Slika 15. Profil Hrid Štit s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 16. Bijela gorgonija *Eunicella singularis*.



Slika 17. Crvena alga *Lithophyllum stictiforme*.

Na dubini od 16 metara utvrđeno je nekoliko jedinki bijele gorgonije *Eunicella singularis*, inače vrlo rijetka vrsta na području Nacionalnog Parka „Mljet“ (Slika 16).

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* i *Phyllangia mouchezi*. Na dubini od 44 metra razvijene su crvene alge *Lithophyllum stictiforme* (Slika 17). U manjim udubinama u stijeni utvrđene su male populacije crvenog koralja *Corallium rubrum*.

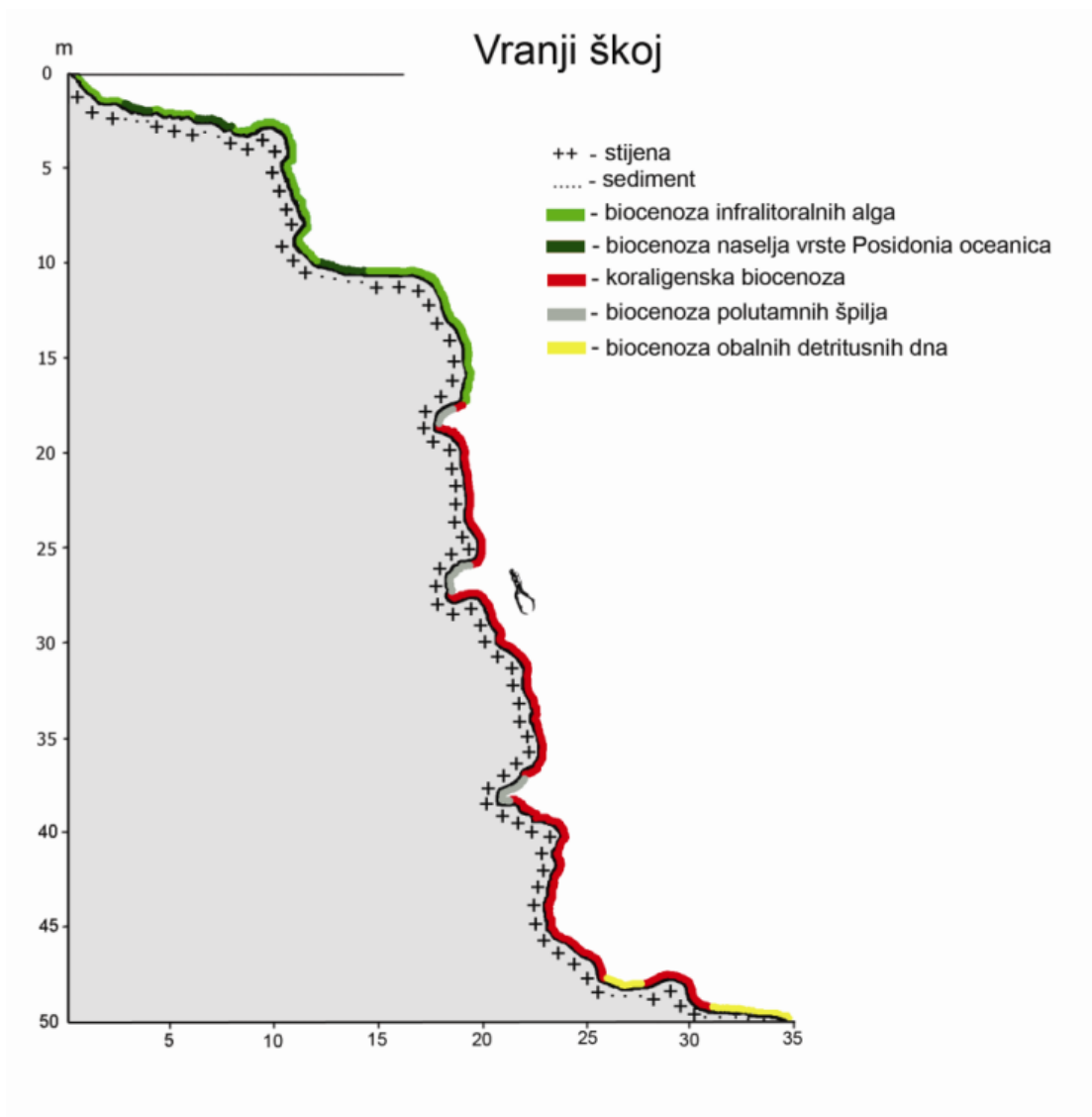
Od 51 metra dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno koje se spušta pod nagibom od 30° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 55 metra.

## **Postaja Vanji Školj**

Istraživani profil nalazi se na južnoj, vanjskoj strani NP „Mljet“. Supralitoralna stepenica visoka je oko tri metra i vrlo je izložena udarima valova. Okomita hridinasta litica s par većih polušpilja spušta se pod kutom od 80° do dubine od 48 metara (Slika 18).

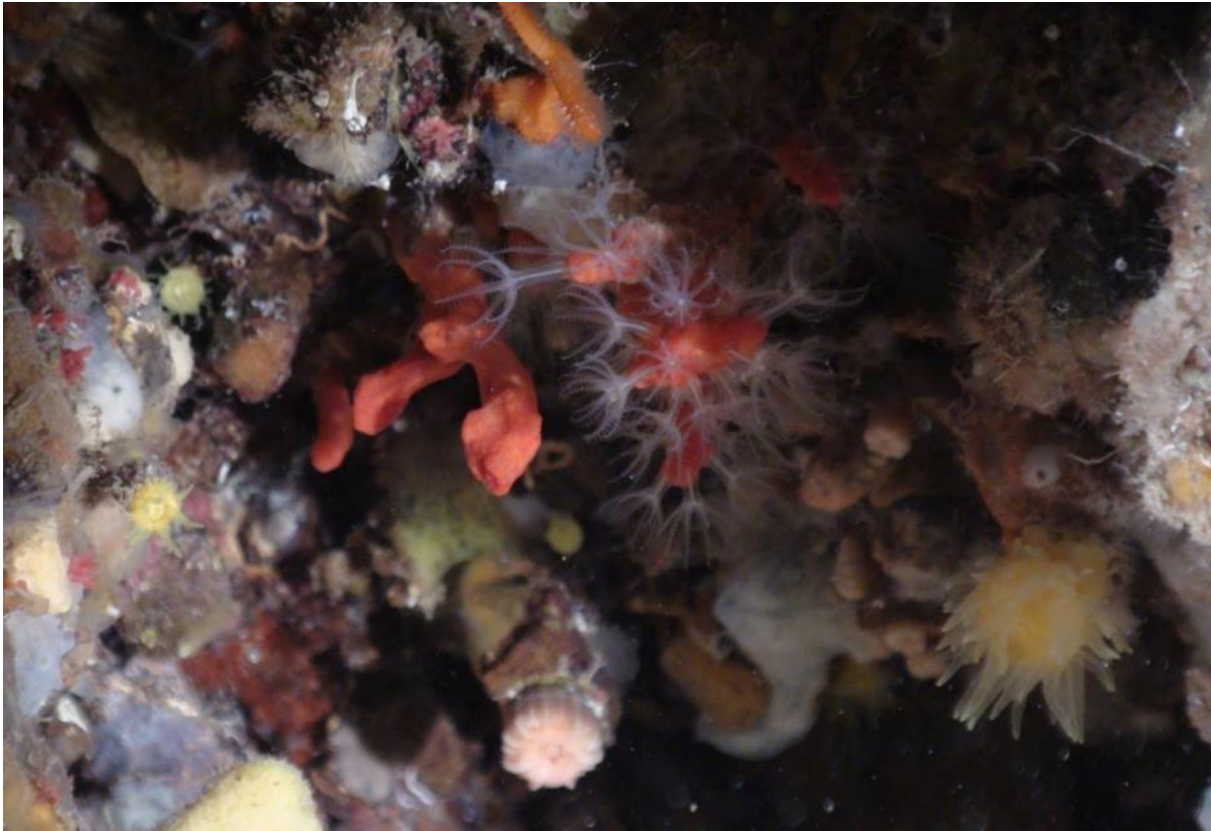
Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 17 metara. Ovdje su razvijena gusta naselja vrsta zelenih alga *Anadyomene stellata* i *Flabellia petiolata*, te smeđe alge *Padina pavonica*. Brojne su vrlo velike (promjer do 5 centimetara) jedinice kamenog koralja *Balanophyllia europaea* i moruzgve *Aiptasia mutabilis*. Na dubini od 2, 3 i 10 metara razvijena je biocenoza naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, u kojoj su utvrđene moruzgve *Cerianthus membranaceus* i *Cereus pedunculatus*. Utvrđeno je i nekoliko kolonija busenastog kamenog koralja *Cladocora caespitosa*.

Duž strmca na dubini od 17 do 48 metara razvijena je koraligenska biocenoza. Od žarnjaka su najbrojniji žuta moruzgva *Parazoanthus axinellae* i *Leptopsammia pruvoti*. Na dubini od 17, 26 i 37 metara nalaze se polušpilje s biocenzom polutamnih 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 mouchezi* i *Hoplangia durothrix*.



Slika 18. Profil Vranji škoj s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Pri dnu litice, na dubini od 45 metara utvrđene su manje degradirane populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slika 19). Od 48 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenzom obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 48 metara.

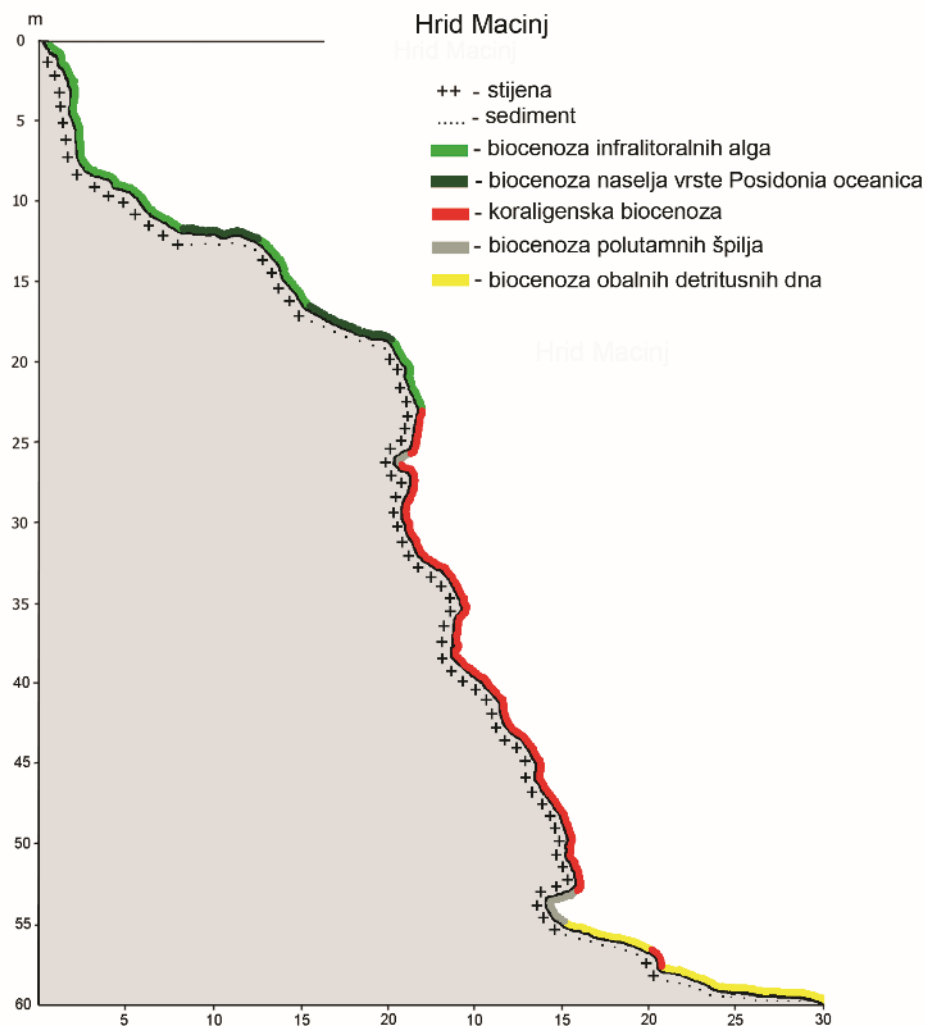


Slika 19. Crveni koralj *Corallium rubrum*. Profil Vranj škoj. Dubina 45 metara.

### **Postaja Hrid Macinj (Goli otok)**

Istraživani profil nalazi se na sjevernoj strani Golog otoka (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je četiri do pet metara i izložena je udarima valova. Hridinasta litica s nekoliko većih polušpilja spušta se pod kutom od 45° do dubine od 55 metra (Slika 20). Nakon završetka koraligenske biocenoze nastavlja se ljuštorni sediment.

Na mediolitoralnoj stepenici utvrđena je veća populacija moruzgve *Actinia equina*. U biocenozi fotofilnih alga, koja se spušta do 23 metra dubine, utvrđeni su brojni primjerci kamenog koralja *Balanophyllia europaea*, žute moruzgve *Parazoanthus axinellae* i moruzgve *Aiptasia mutabilis*. Na dubinama od 12 i 17 metara nalazi se naselje morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Na dubini od 16 metara utvrđeno je nekoliko jedinki bijele gorgonije *Eunicella singularis*.



Slika 20. Profil Hrid Macinj s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Duž strmca na dubini od 23 do 53 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* i *Phyllangia mouchezi*, te gorgonija *Eunicella cavolini* (Slika 21). Od 55 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno koje se spušta pod nagibom od 30° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 58 metara.



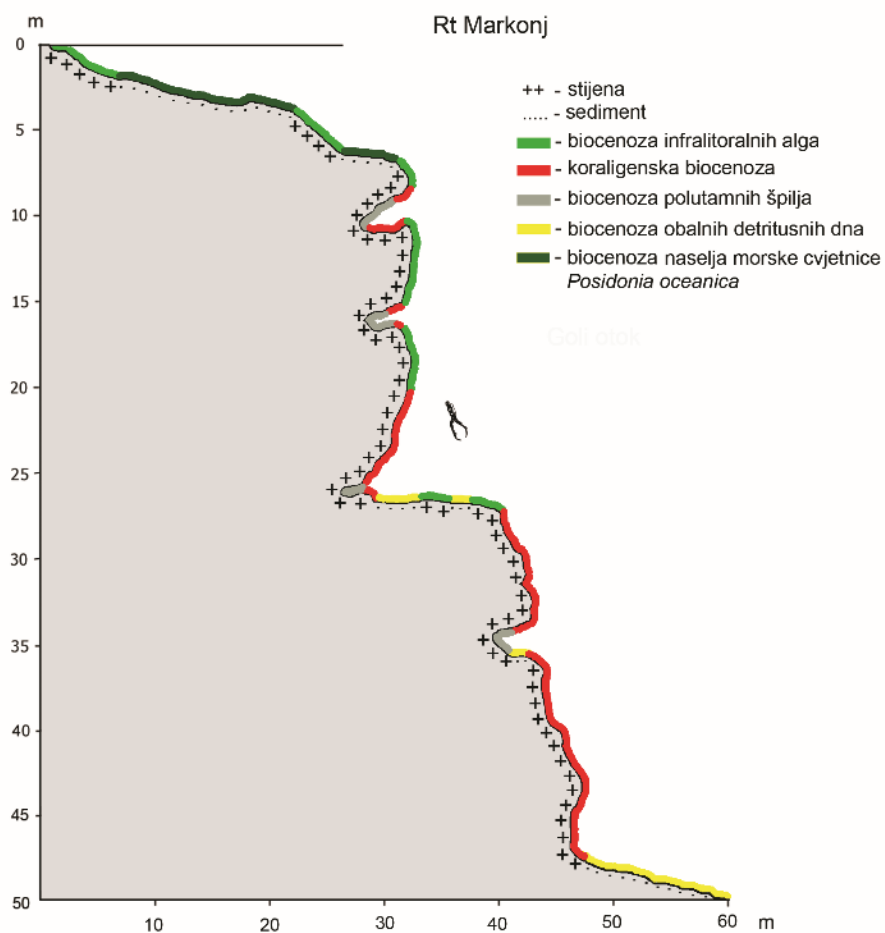
Slika 21. Kameni koralj *Leptopsammia pruvoti* na postaji Hrid Macinj.

### **Postaja Rt Markonj (Goli otok)**

Istraživani profil nalazi se na sjeveroistočnoj strani Golog otoka. Relativno položena supralitoralna stepenica visoka je oko tri metra i izložena je udarima valova. Do dubine od 7 metara dno pada pod kutom od 15 do 20°. Uz biocenozu fotofilnih alga na tvrdoj podlozi, utvrđena su i gusta naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (Slika 15). Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 27 metra. Ovdje su razvijena gusta naselja vrsta zelenih alga *Codium bursa*, *C. dichotomum*, *Anadyomene stellata* i *Flabellia petiolata*, smeđe alge *Padina pavonica*, te crvene invazivne alge *Womersleyella setacea*. Brojne su i jedinke kamenog koralja *Balanophyllia europaea*, moruzgve *Aiptasia mutabilis* i *Anemonia viridis*, te obrubnjaka *Eudendrium racemosum*, *E. rameum* i *Aglaophenia latecarinata*. Česte su i ribe *Chromis chromis*, *Coris julis* i *Spicaramaena*. Okomita hridinasta litica s par manjih polušpilja spušta se pod kutom od 90° do dubine od 26 metara. Ovdje se nalazi terasa dužine oko 10 metara s biocenozom fotofilnih alga na tvrdoj podlozi i biocenozi obalnih detritusnih dna na ljuštornom



sedimentu. Utvrđeno je nekoliko jedinki crvene ručice *Alcyonium acaule* (Slika 23). U polušpiljama je razvijena uz koraligensku biocenozu i biocenoza polutamnih špilja.

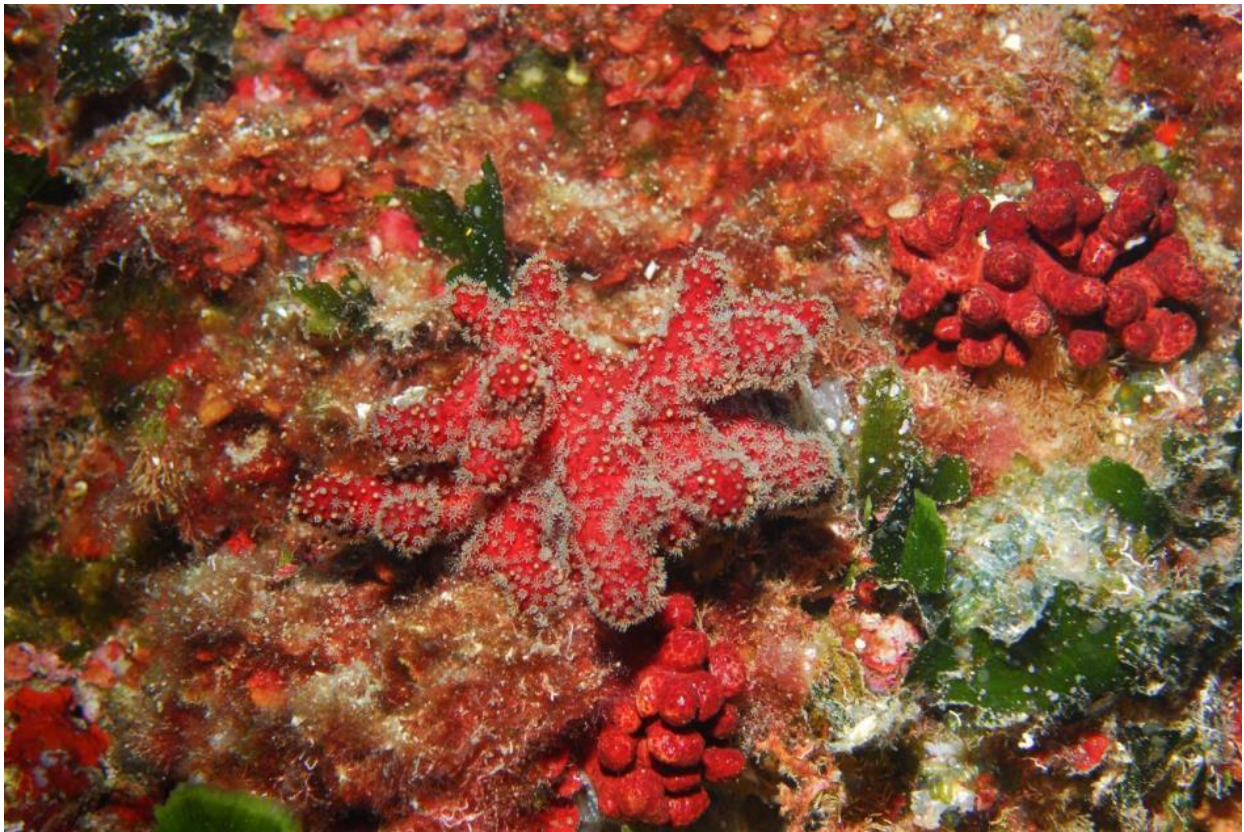


Slika 22. Profil Rt Markonj s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Dalje duž strmca na dubini od 26 do 47 metara razvijena je koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja u kojoj dominiraju spužve *Axinella cannabina*, *Aplysina cavernicola* i *Haliclona mediterranea*. Od žarnjaka su najbrojniji *Parazoanthus axinellae*, *Caryophyllia inornata*, *C. smithii*, *Hoplangia durothrix* i gorgonija *Eunicella cavolini*, a česti su i mahovnjaci *Calpensia nobilis*, *Margaretta cereoides* i *Schizobrachiella sanguinea*, te crveni plaštenjak *Halocynthia papillosa*. Utvrđene su i karakteristične vrste gorgonija, žuta gorgonija *Eunicella cavolini* i crvena gorgonija *Paramuricea clavata*. Na rubovima polušpilja razvijene su crvene alge *Pseudolithophyllum expansum* i *Peyssonnelia squamaria*. U polušpilji na 35 metara

dubine utvrđene su karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Polycyathus muelleriae*, *Phyllangia mouchezi*, *Caryophyllia smithii* i *Hoplangia durothrix*, te združni kameni koralj *Madracis pharensis*.

Od 47 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.

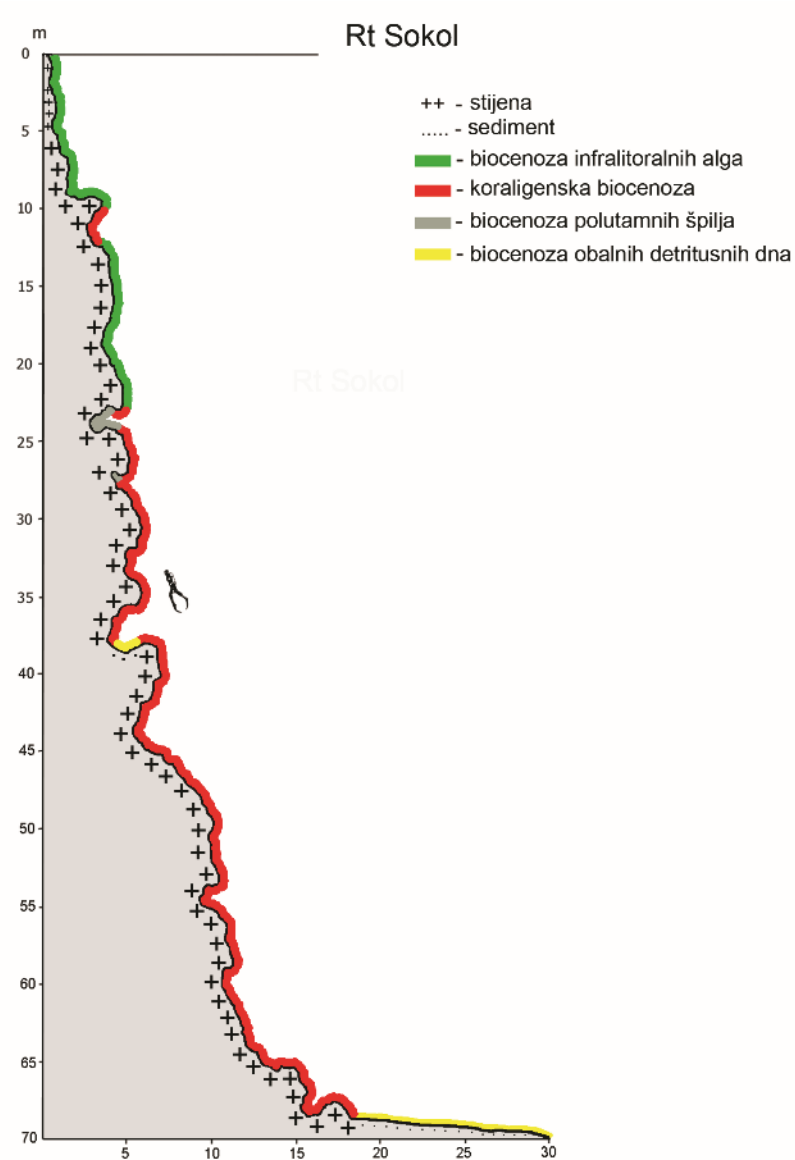


Slika 23. Crvena ručica *Alcyonium acaule* u koraligenskoj biocenozi na postaji Rt Markonj.

### **Postaja Rt Sokol (otok Krk)**

Istraživani profil nalazi se na jugoistočnoj strani otoka Krka (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je oko četiri metra i izložena je udarima valova. Okomita hridinasta litica s par većih polušpilja spušta se pod kutom od 80° do dubine od 68 metara (Slika 24). Supralitoralna stepenica prekrivena modrozelenom algom *Rivularia atra*.

Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 23 metra. Ovdje su razvijena gusta naselja vrsta zelenih alga *Anadyomene stellata* i *Flabellia petiolata*, smeđe alge *Padina pavonica*, crvene invazivne alge *Womersleyella setacea*, te brojne jedinice kamenog koralja *Balanophyllia europaea*, moruzgve *Aiptasia mutabilis* i obrubnjaka *Eudendrium racemosum* i *Aglaophenia latecarinata*. Česte su i ribe *Chromis chromis* i *Coris julis*.



Slika 24. Profil Rt Sokol s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

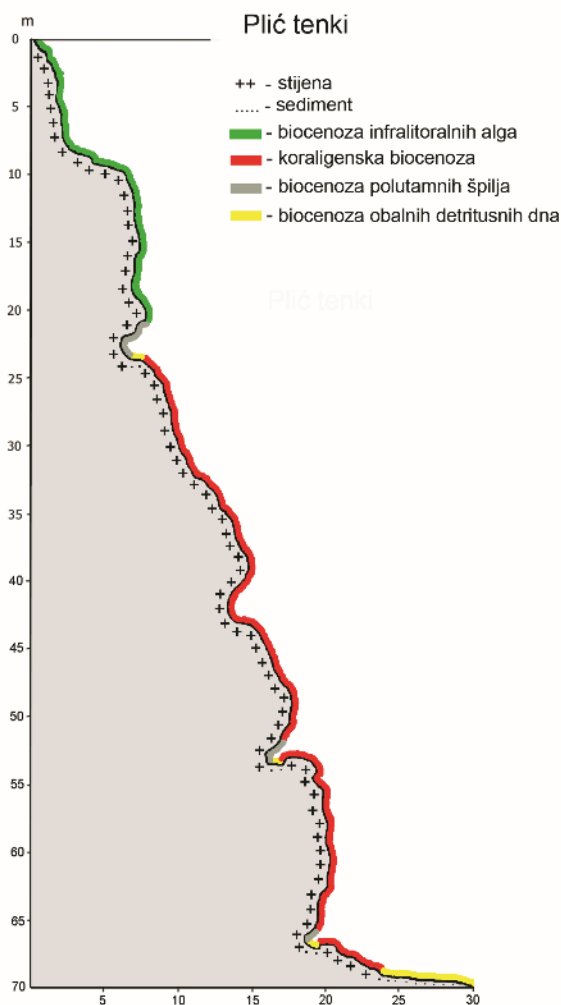
Duž strmca na dubini od 23 do 68 metara razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominiraju spužve *Axinella cannabinar* i *Haliclona mediterranea*. Od žarnjaka su najbrojniji *Parazoanthus axinellae*, *Caryophyllia inornata* i gorgonija *Eunicella cavolini*, a česti su i mahovnjaci *Calpensia nobilis* i *Schizobrachiella sanguinea*, te crveni plaštenjak *Halocynthia papillosa* (Slika 25). Na dubini od 32 metra počinje populacija crvene gorgonije *Paramuricea clavata* koja se spušta sve do kraja koraligenske biocenoza na dubini od 68 metara. Na rubovima polušpilja razvijene su crvene alge *Pseudolithophyllum expansum* i *Peyssonnelia squamaria*. U polušpilji na 36 metara dubine utvrđene su karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii* i *Hoplangia durothrix*, te zadružni kameni koralj *Madracis pharensis*. U udubinama na litici utvrđeno je nekoliko juvenilnih jedinki raka *Palinurus elephas*. Od 68 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenzom 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 65 metara.



Slika 25. Žuta rožnjača *Eunicella cavolini*. Profil Rt Sokol. Dubina 32 metra.

## Postaja Plić Tenki (otok Krk)

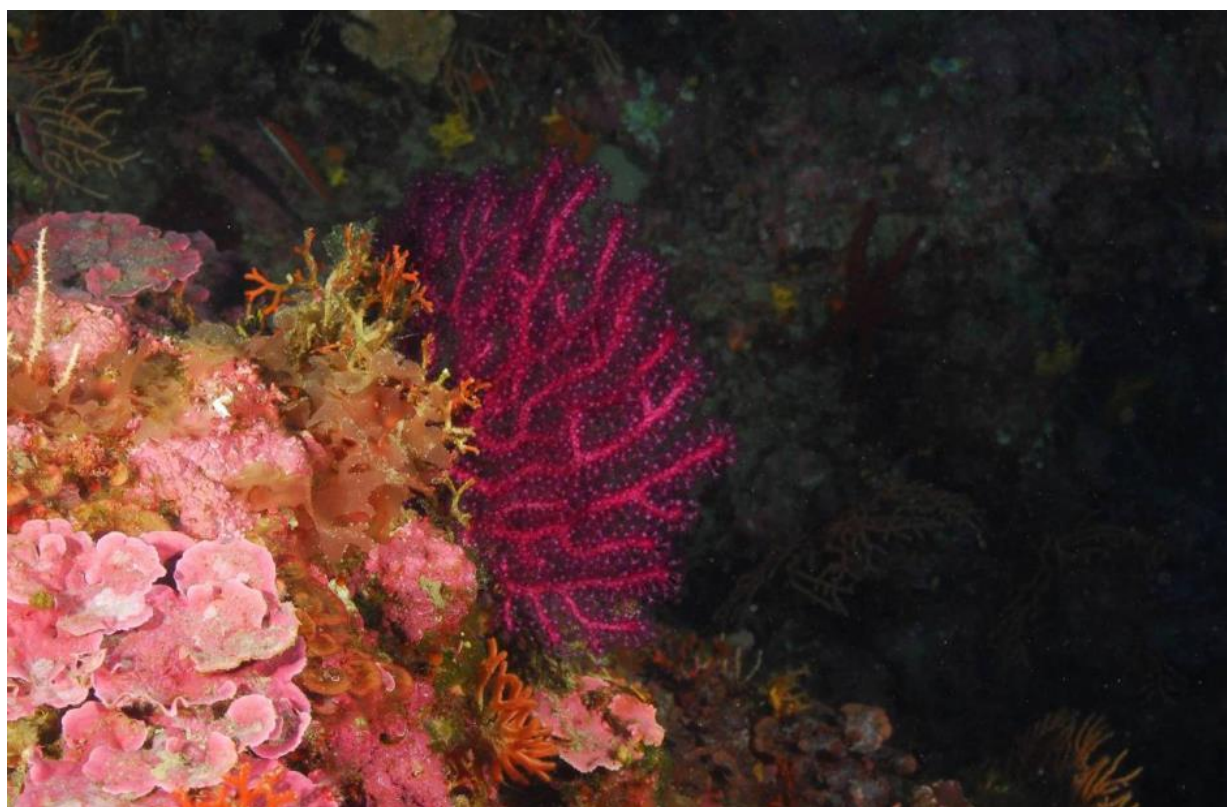
Istraživani profil nalazi se na istočnoj, srednjoj strani otoka Krka (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je oko tri metra i vrlo je izložena udarima valova. Okomita hridinasta litica s par većih polušpilja spušta se do dubine od 68 metra pod kutom od 80 do 90° (Slika 26).



Slika 26. Profil Plić Tenki s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Na mediolitoralnoj stepenici utvrđena je veća populacija moruzgve *Actinia equina*. U biocenozi infralitoralnih alga razvijena su gusta naselja zelene moruzgve, te brojni primjerci kamenog koralja *Balanophyllia europaea*. Biocenoza infralitoralnih alga utvrđena je do dubine

od 22 metra. Na manjoj stepenici na 8 metara dubine razvijena su naselja smeđih alga (dominira *Padina pavonica*). Duž strmca na dubini od 24 do 68 metra razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominiraju moruzgve *Cereus pedunculatus* i *Parazoanthus axinellae*, najčešće na rubovima polušpilja. U biocenozi polutamnih špilja utvrđeni su kameni koralji *Madracis pharensis*, *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii*, *C. inornata*, *C. cyathus*, *Coenocyathus anthophyllites*, *Ceratotrochus magnaghii*, *Phyllangia mouchezi* i *Hoplangia durothrix*. Dublje na stijenama utvrđene su rijetke vrste kamenih koralja *Cladopsammia rolandi* i *Dendrophyllia ramea*. Na stijenama od 27 metara dubine prevladava žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, a od 36 metara i crvena gorgonija *Paramuricea clavata* (Slika 27).

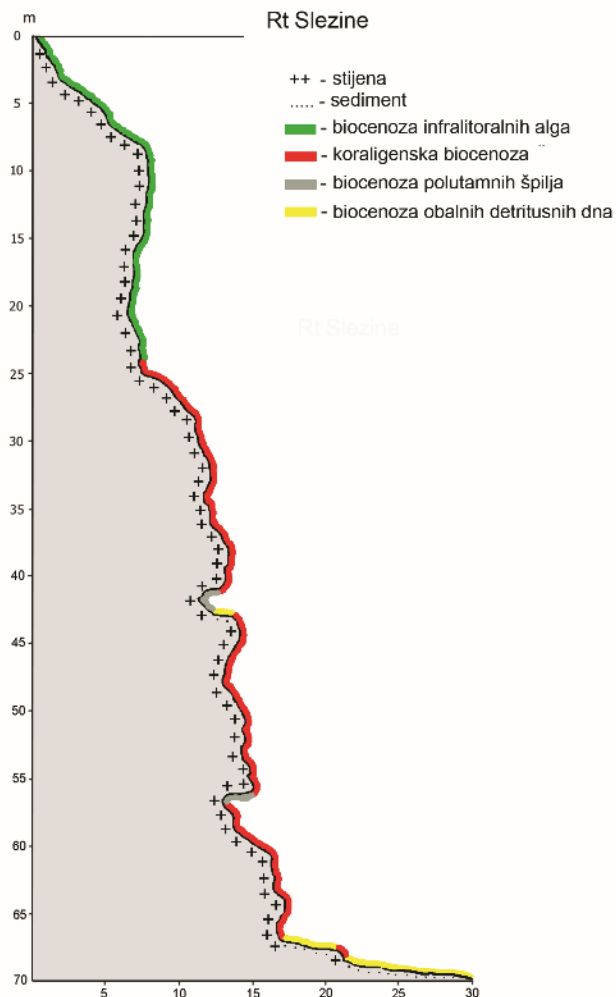


Slika 27. Mala kolonija crvene gorgonije *Paramuricea clavata*. Profil Plić tenki. Dubina 45 metara.

Od 58 metra dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno 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 jedinke opnene moruzgve *Cerianthus membranaceus*. Najveća dubina ronjenja bila je 68 metara.

## Profil Rt Slezine (otok Cres)

Istraživani profil nalazi se na južnoj, vanjskoj strani otoka Cresa (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je oko četiri metra i vrlo je izložena udarima valova. Okomita hridinasta litica s par većih polušpilja spušta se pod kutom od 80° do dubine od 67 metara (Slika 28).

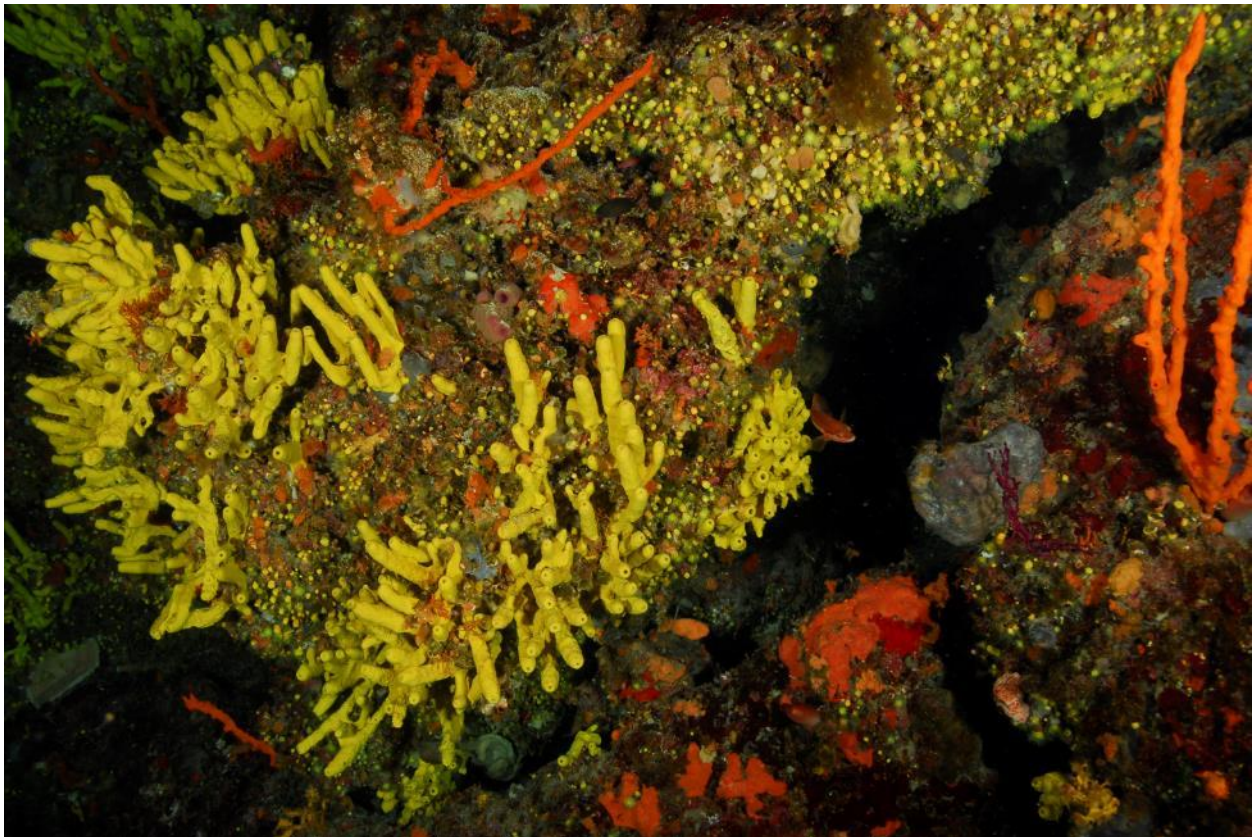


Slika 28. Profil Rt Slezine s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Biocenoza fotofilnih alga razvijena je do dubine od 24 metara. Ovdje su razvijena gusta naselja vrsta zelenih alga *Anadyomene stellata* i *Flabellia petiolata*, te smeđe alge *Padina pavonica*. Brojne su jedinke kamenog koralja *Balanophyllia europaea* i moruzgvi *Aiptasia*

*mutabilis* i *Anemonia viridis*. Na dubini od 7 metara razvijena je biocenoza naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, u kojoj su utvrđene moruzgve *Cerianthus membranaceus* i *Cereus pedunculatus*. Utvrđeno je i nekoliko kolonija busenastog kamenog koralja *Cladocora caespitosa*.

Duž strmca na dubini od 24 do 67 metara razvijena je koraligenska biocenoza (Slika 29). Od žarnjaka su najbrojniji žuta moruzgva *Parazoanthus axinellae* i *Leptopsammia pruvoti*, a utvrđene su i nekoliko kolonija crvene ručice. Na dubini od 42 i 57 metara nalaze se polušpilje s biocenozom polutamnih 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 mouchezi* i *Hoplangia durothrix*. Na stijenama od 25 metara dubine prevladava žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, a od 39 metara i crvena gorgonija *Paramuricea clavata*. Od 67 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštorno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu. Najveća dubina ronjenja bila je 65 metara.



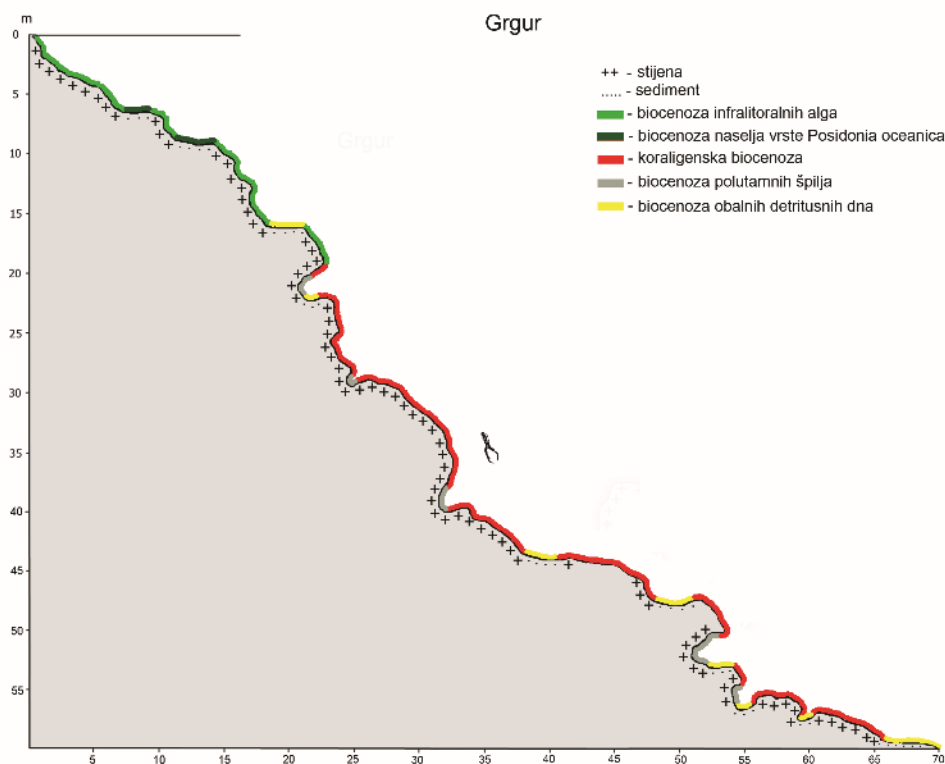
Slika 29. Koraligenska biocenoza. Profil Slezine. Dubina 45 metara.



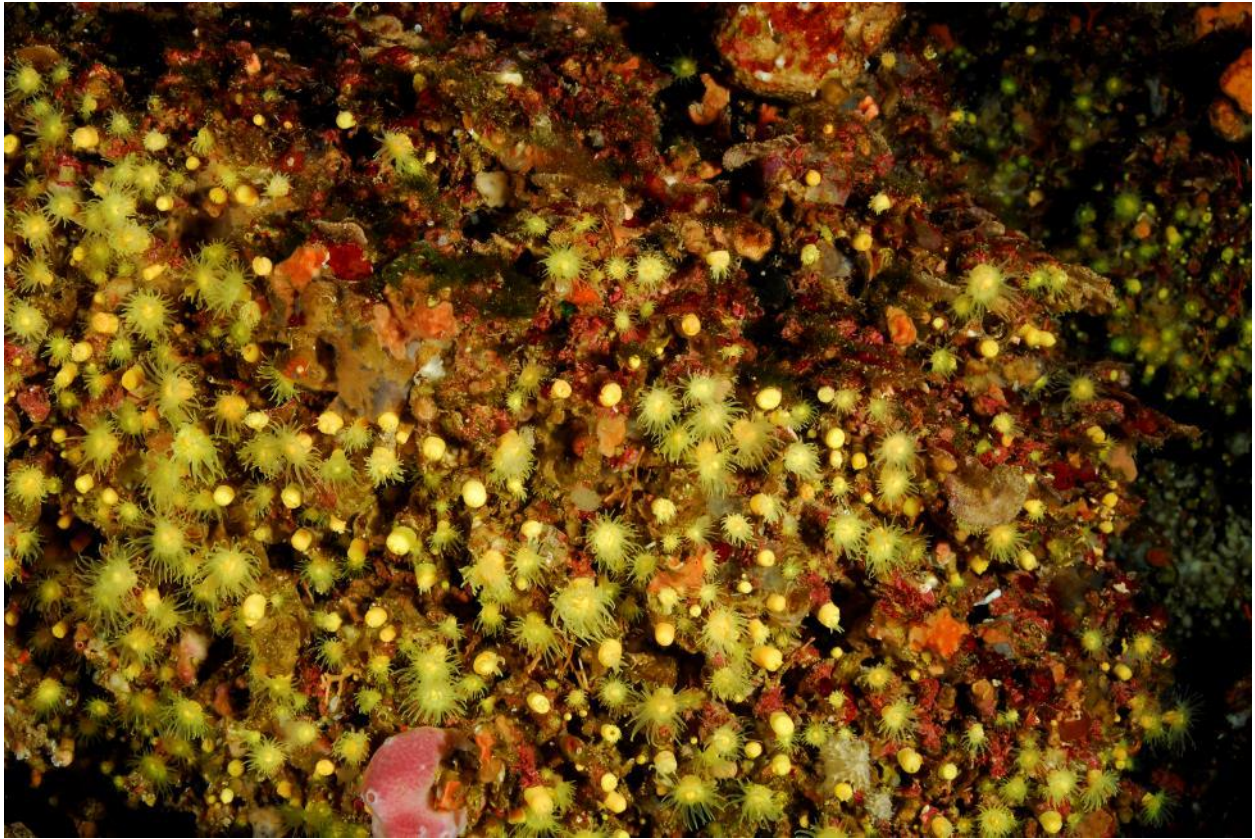
## Postaja Grgur (otok Sveti Grgur)

Istraživani profil nalazi se na jugoistočnoj strani otoka Sveti Grgur (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je oko četiri metra i izložena je udarima valova. Hridinasta litica s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 57 metara pod kutom od 45° (Slika 30).

Na mediolitoralnoj stepenici nalazimo karakterističnu crvenu moruzgvu *Actinia equina*. Stijena obrasla fotofilnim algama stepeničasto pada do 18 metara dubine. Česti su kameni koralji *Balanophyllia europaea* i vrlo rijetka vrsta u Jadranu, *Balanophyllia regia*. Na 6 i 8 metara dubine nalaze se manje livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Uz rizome morske cvjetnice česte su opnena voskovica *Cerianthus membranaceus* i *Anthopleura ballii*. Prema dubini (od 18 metara) litica obiluje rupama, prevjesima, prolazima (uglavnom od većih stijena odlomljenih s obale) i manjim špiljama. Ovdje je razvijena koraligenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja. Ovdje dominiraju kameni koralji *Leptopsammia pruvoti* i *Madracis pharensis* (Slika 31). Česte su i žuta rožnjača *Eunicella cavolini*, a od 37 metara dubine crvena gorgonija *Paramuricea clavata*.



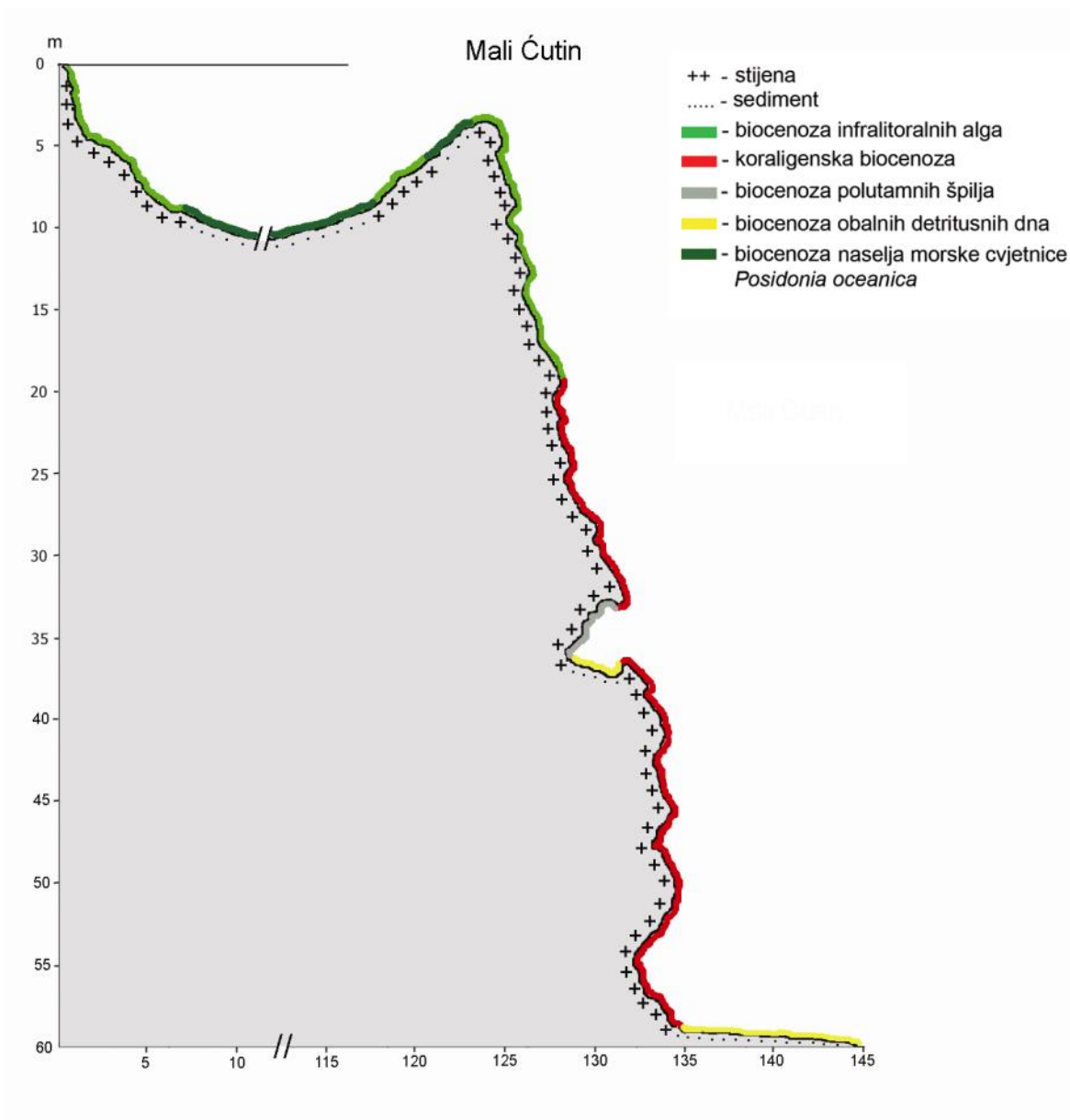
Slika 30. Profil Grgur s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 31. Koraličenska biocenoza na postaji Velika priveza.

### Postaja Mali Ćutin

Istraživano područje nalazi se na sjeveroistočnoj strani otočića Mali Ćutin (Slika 4). Visina supralitoralne stepenice je oko pet metara, a izloženost valovima je vrlo velika. Kamenito morsko dno s biocenozom fotofilnih alga, zajedno sa sedimentnim dnom i biocenozom morske cvjetnice *Posidonia oceanica* pada pod kutem od 40° do 11 metara dubine te se na oko 120 metara od obale penje do 4 metra dubine nakon čega počinje strmac koji pada do 59 metara dubine (Slika 32). Na samoj litici biocenoza fotofilnih alga razvijena je do 19 metara dubine. Na sedimentnom dnu utvrđena je morska cvjetnica *Posidonia oceanica*. Na početnom dijelu litice utvrđena su i veća naselja zelene alge *Acetabularia acetabulum*, te nekoliko jedinki moruzgve *Cereus pedunculatus*. Prema dubini strmac obiluje rupama te jednom manjom polušpiljom na 34 metra dubine. Ovdje je razvijena koraličenska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja (Slika 33).



Slika 32. Profil Mali Ćutin s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Na gornjem rubu polušpilje utvrđeni su združni kameni koralji *Madracis pharensis*, *Polycyathus muelleriae*, *Hoplangia durothrix* i *Phyllangia mouchezi*, te solitarni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii* i *Caryophyllia inornata*. Na zidu profila česte su žuta rožnjača *Eunicella cavolini* i crvena gorgonija *Paramuricea clavata*. Pjeskovito-ljuštuno dno započinje na dubini od 59 metara te se spušta dalje u dubinu.

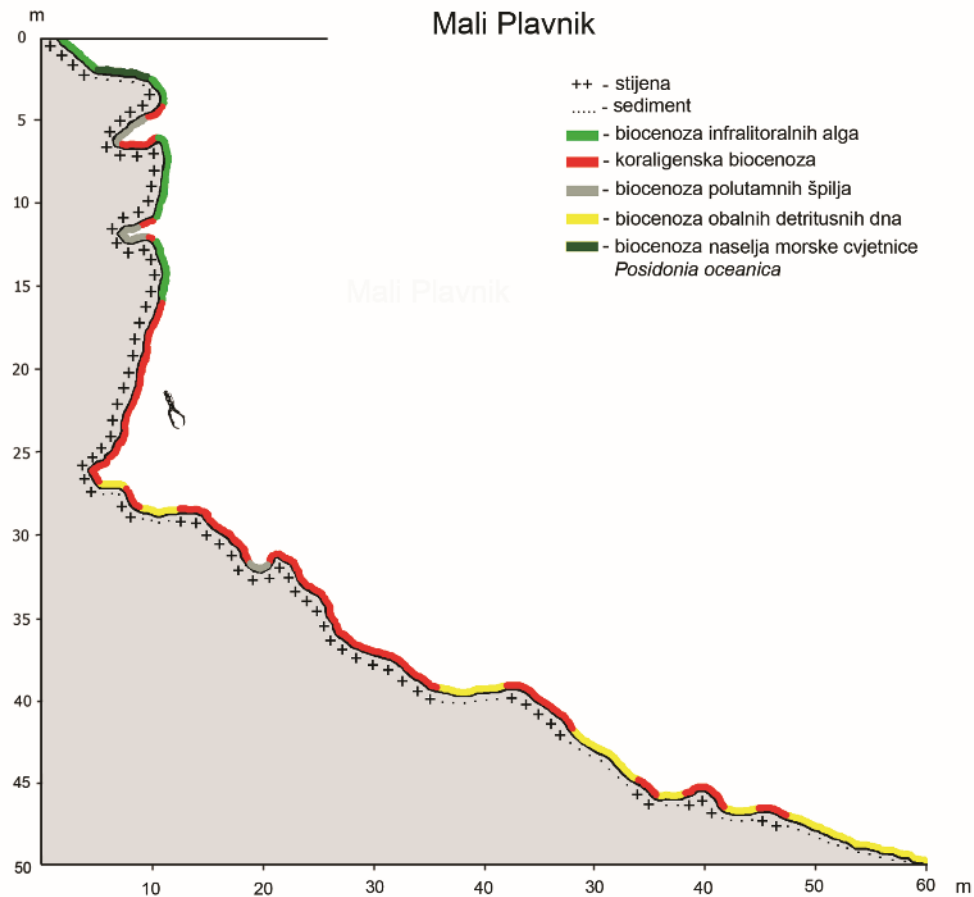


Slika 33. Korali genska biocenoza na profilu Mali Ćutin. Dubina 38 metara.

### Postaja Mali Plavnik

Relativno okomita supralitoralna stepenica visoka je oko tri metra i izložena je udarima valova. Do dubine od 3 metra dno pada pod kutom od 15 do 20° (Slika 34). Uz biocenozu fotofilnih alga na tvrdoj podlozi, na više lokacija utvrđena su i manja naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na pjesku koji se nalazi između stijena. Biocenoza infralitoralnih alga razvijena je do dubine od 17 metara. U ovoj biocenozi su razvijena gusta naselja vrsta zelenih alga *Codium bursa*, *C. dichotomum*, *Anadyomene stellata* i *Flabellia petiolata*, smeđe alge *Padina pavonica*, te crvene invazivne alge *Womersleyella setacea*. Brojne su i jedinke kamenog koralja *Balanophyllia europaea* i kolonije koralja *Cladocora caespitosa*, moruzgve *Aiptasia mutabilis* i *Anemonia viridis*, te obrubnjaka *Eudendrium racemosum*, *E. rameum* i *Aglaophenia latecarinata*.

Na okomitoj stijeni u biocenozi infralitoralnih alga dno je većinom prekriveno zelenom algom *Flabellia petiolata* i crvenim algama *Vidalia volubilis* i *Rytiphloea tinctoria*. Utvrđeno je i



Slika 34. Profil Mali Plavnik s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

nekoliko jedinki mješćinice *Phallusia mammilata*. Na dubini od 17 metara utvrđena je veća jedinka spužve *Geodia gigas*, a na 22 metra dubine i par morskih kokota *Trigloporus lastoviza*, te nekoliko jedinki usnjače *Labrus merula*. 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 spušta se pod kutom od 90° do dubine od 26 metara. Ovdje se nalazi terasa dužine oko 1 metar s biocenozom obalnih detritusnih dna s ljuštornim sedimentom. Uz rub na tvrdoj podlozi utvrđena je veća populacija jedinki crvene ručice *Alcyonium acaule*, te bijele gorgonije *Eunicella singularis*. U polušpiljama je razvijena uz koraligensku biocenozu i biocenoza polutamnih špilja. Ovdje prevladavaju spužve *Aplysina cavernicola*, *Reniera sarai* i *Haliclona mediterranea*, zadružna moruzgva *Parazoanthus axinellae* (uglavnom na spužvi *Axinella damicornis*), kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Hoplangia durothrix*, *Madracis pharensis*, *Phyllangia mouchezi* i *Caryophyllia inornata*, gorgonija *Eunicella cavolini*, mahovnjaci *Margaretta cereoides*,

*Myriapora truncata* i *Pentapora fascialis* (koja gradi velike kolonije), te mješćićnice *Clavelina nana* i *Halocynthia papillosa*.

Dalje duž istraživanog profila na dubini od 26 do 50 metara razvijena je koraligenška biocenoza (kao koraligeni plato) i biocenoza obalnih detritusnih dna (Slika 35). Ovdje dominiraju spužve *Axinella cannabina*, žarnjaci *Parazoanthus axinellae*, *Caryophyllia smithii* i *Corynactis viridis*. Na rubovima polušpilja i na položenom koraligenu razvijene su crvene alge *Mesophyllum expansum* i *Peyssonnelia squamaria*. U polušpilji na 26 metara dubine utvrđene su karakteristične vrste kamenih koralja *Leptopsammia pruvoti*, *Polycyathus muelleriae*, *Phyllangia mouchezi*, *Caryophyllia smithii* i *Hoplangia durothrix*, te zadružni kameni koralj *Madracis pharensis*.

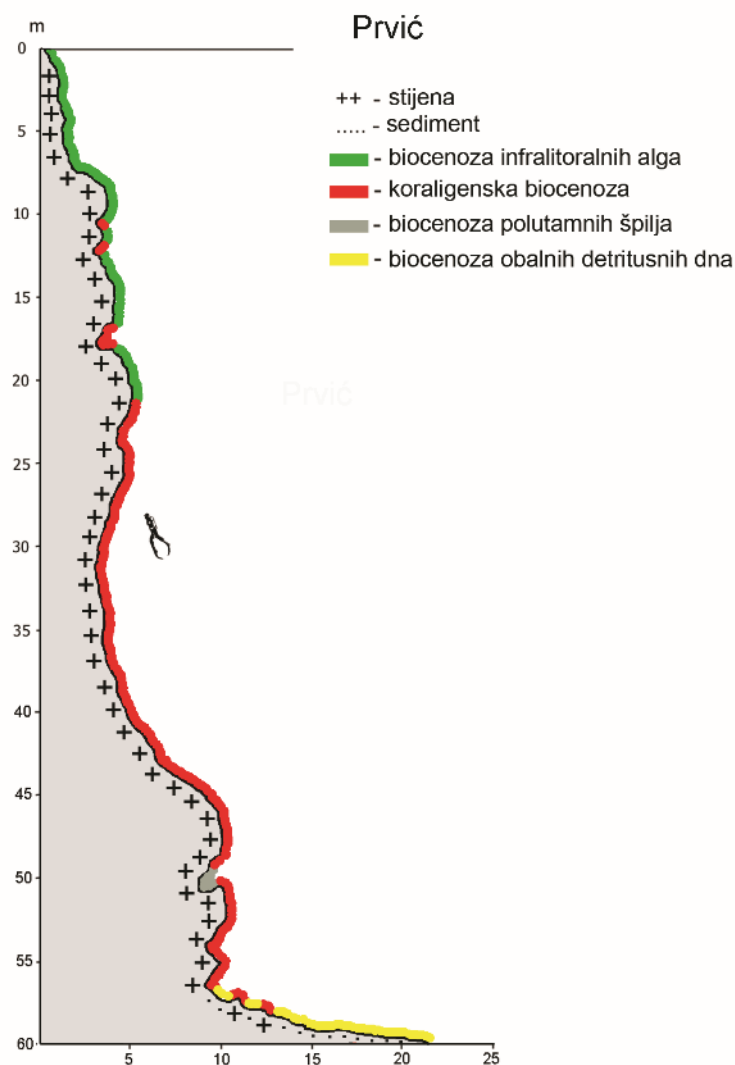
Na pjeskovito-ljuštarnom dnu s biocenozom obalnih detritusnih dna koje se spušta pod nagibom od 20° dalje u dubinu razvijene su crvene alge *Vidalia volubilis* i *Lithophyllum racemus*.



Slika 35. Žuta gorgonija *Eunicella cavolini* u koraligenškoj biocenozi.

## Postaja Rt Šilo (Otok Prvić)

Istraživani profil nalazi se na južnoj strani otoka Prvića (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je četiri do pet metara i izložena je udarima valova. Okomita hridinasta litica s nekoliko većih polušpilja spušta se do dubine od 57 metara (Slika 36).



Slika 36. Profil Rt Šilo s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Uz infralitoralni rub razvijena su gusta naselja inkrustirajućih crvenih alga, većinom vrsta *Corallina officinalis*, *Lithophyllum byssoides* i *L. tortuosum*. Na mediolitoralnoj stepenici utvrđena je veća populacija moruzgve *Actinia equina*.

U biocenozi fotofilnih alga, koja se spušta do 22 metra dubine, razvijena su gusta naselja vrsta zelenih alga *Acetabularia acetabulum*, *Codium bursa* i *Codium vermilara*, crvene alge *Womersleyella setacea* te brojni primjerci kamenog koralja *Balanophyllia europaea*, žute moruzgve *Parazoanthus axinellae*, ručice *Alcyonium acaule* i obrubnjaka *Eudendrium racemosum*.

Duž strmca na dubini od 22 do 57 metara razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominiraju spužve *Spongia agaricina*, *Axinella cannabina* i *Haliclona mediterranea*, gorgonije *Eunicellacavolini* i *Paramuricea clavata*, lažni koralj *Alcyonium coralloides*, crveni plaštenjak *Halocynthia papillosa*, te zadružni mnogočenináš *Filograna* sp. (Slika 37). Na rubovima polušpilja raste crvena alga *Pseudolithophyllum expansum*.



Slika 37. Kolonijažute gorgonije *Eunicella cavolini*. Profil Rt Šilo. Dubina 38 metara.

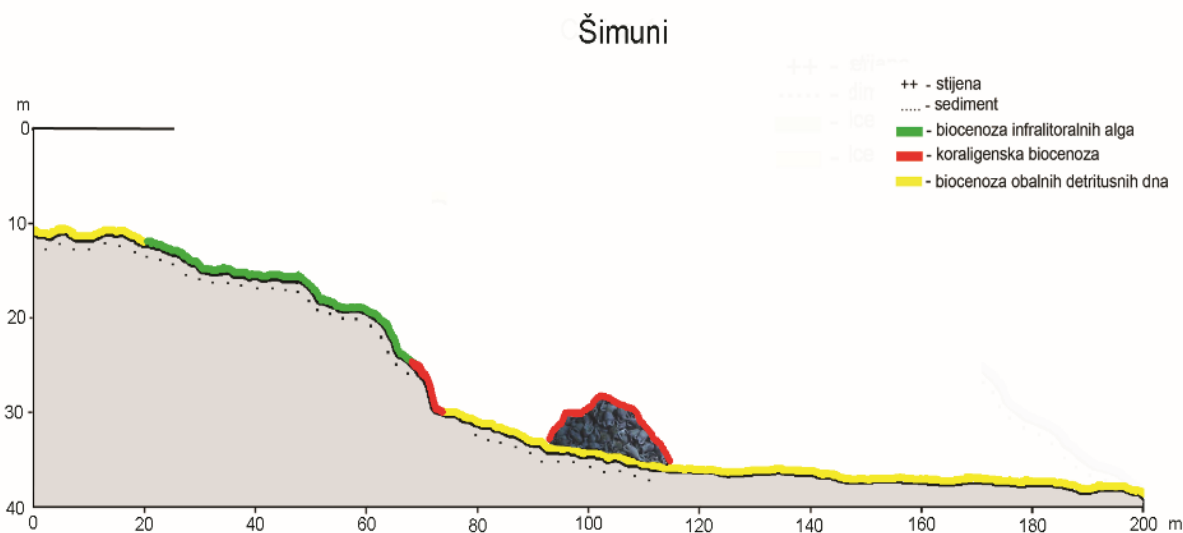
Mnoge polušpilje i pukotine u stijeni bogato su obrasle karakterističnim vrstama kamenih koralja *Caryophyllia cyathus*, *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia smithii* i *C. inornata*,



mahovnjaka *Smittina cervicornis*. Od 57 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno koje se spušta pod nagibom od 30° dalje u dubinu. Ljuštuno dno prekrivaju crvene alge *Vidalia volubilis* i *Lithophyllum racemus*. Najveća dubina ronjenja bila je 55 metra.

## Postaja Otok Pag - Šimuni

Postaja se nalazi sjeverno od mjesta Šimuni na otoku Pagu (Slika 4). Najveća dubina zarona bila je 38 metara. Dno pada pod blagim nagibom između 10 i 15° do dubine od 25 metara, a nakon toga se spušta pod kutom od 40°. Dno je većinom kamenito (djelomično se pojavljuju „otoci“ sedimenta) s razvijenom bioconozom infralitoralnih alga. Ovdje dominiraju smeđe alge *Cystoseira adriatica* i *C. corniculata ssp. laxior*. Mjestimično se, na sedimentu između stijena, pojavljuju manja naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Od životinjskih vrsta česte su *Aplysina aerophoba* i *Cliona viridis*, moruzgve *Cribrinopsis crassa* i *Cereus pedunculatus*, zeleni zvjezdan *Bonellia viridis*, te puževi *Cerithium vulgatum* i *Bittium reticulatum*. Česti su i školjkaši *Mytilaster minimus* i *Arca noae*, mnogočetinaš *Protula tubularia*, te trp *Ocnus planci*. Utvrđene su i kolonije bijele gorgonije *Eunicella singularis*. O riba su utvrđene plove brancina *Dicentrarchus labrax* i trlja *Mullus surmuletus*.



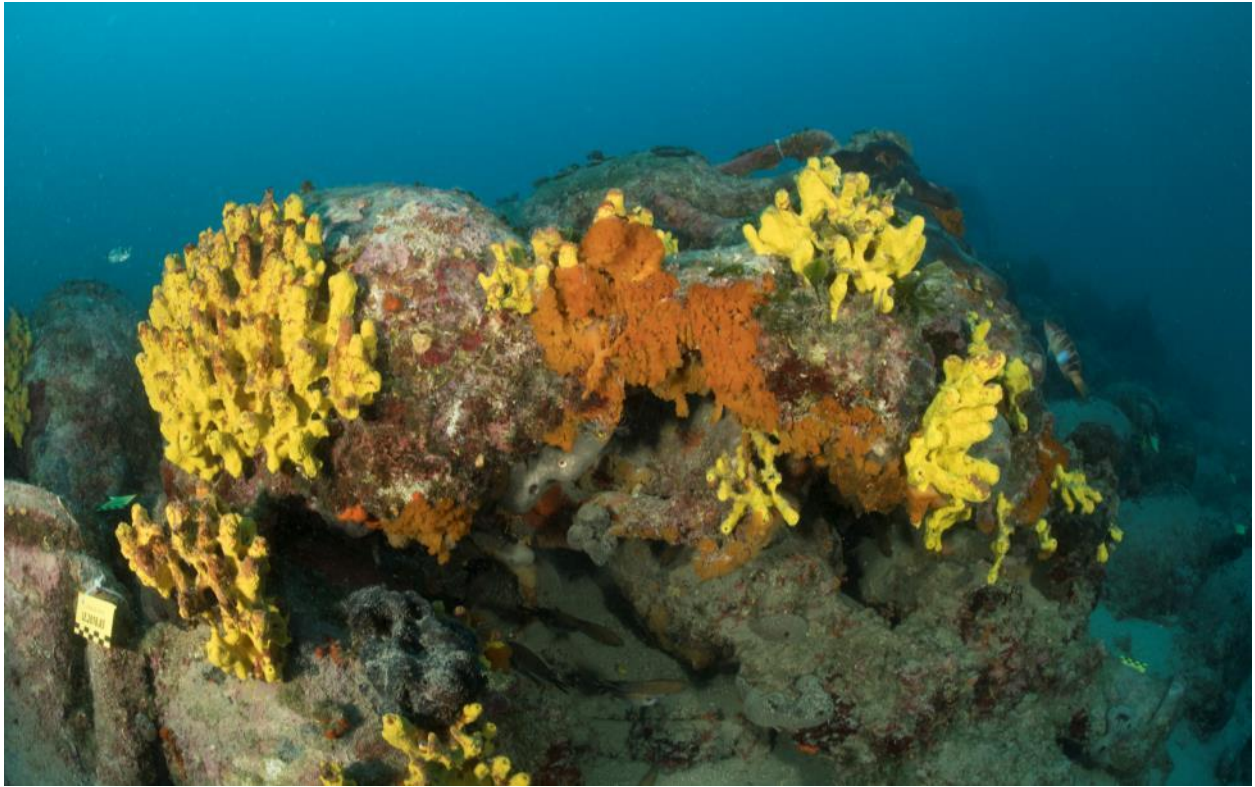
Slika 38. Profil Šimuni s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza i nalazištem amfora.



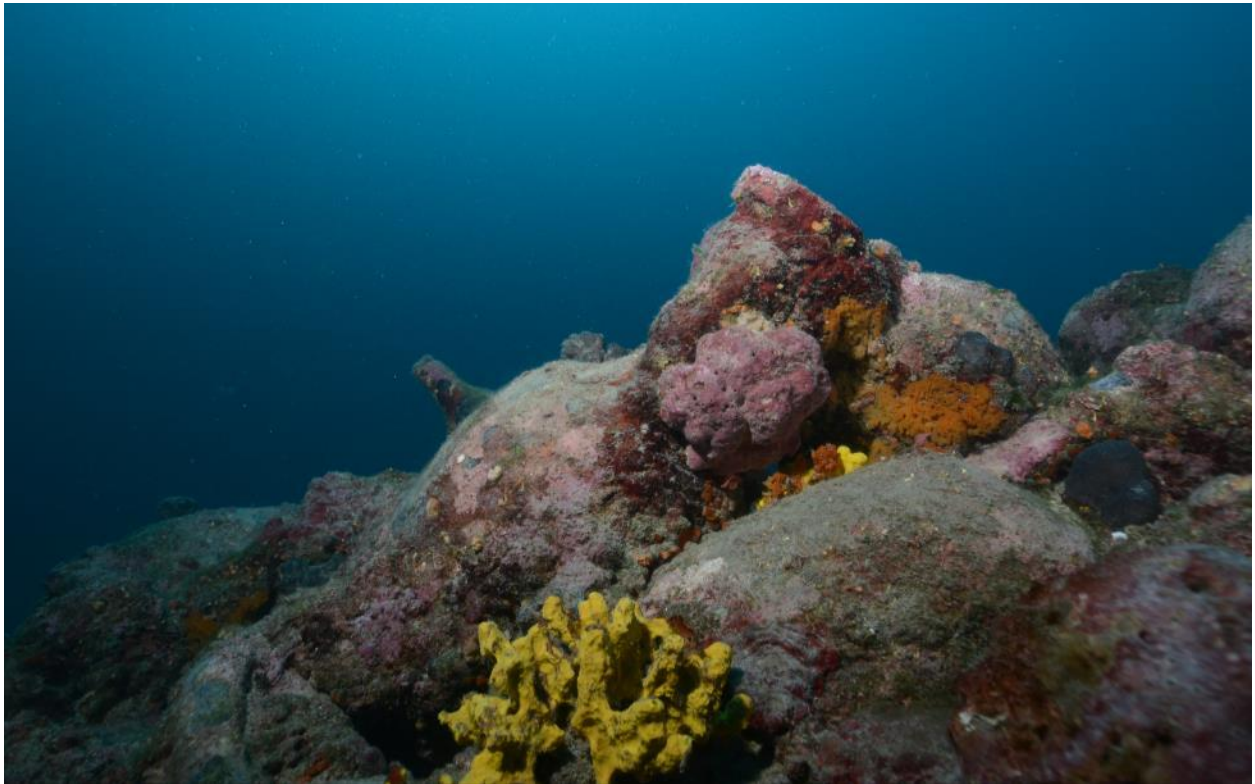
Slika 39. Amfore na postaji Šimuni. Dubina 37 metara.



Slika 40. Koraligenska biocenoza na amforama na postaji Šimuni.



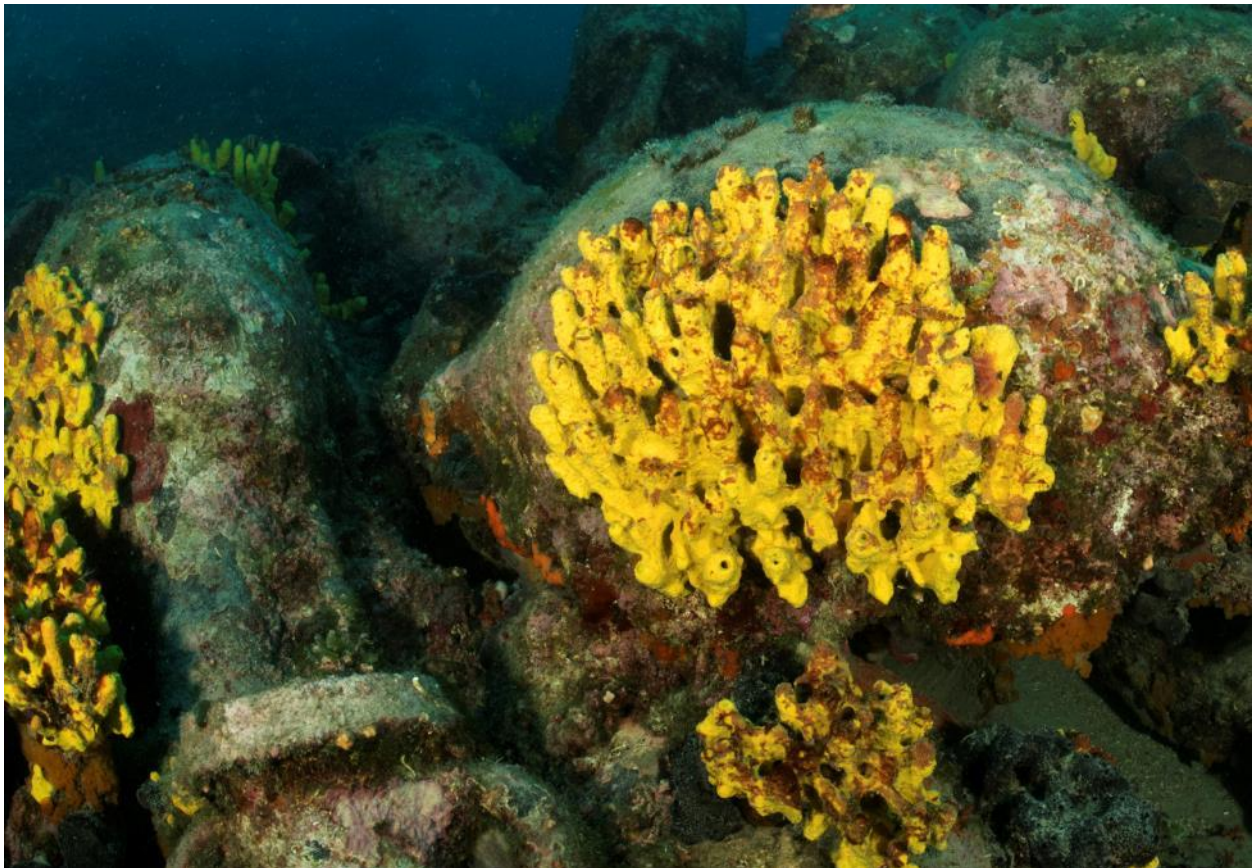
Slika 41. Koraligenska biocenoza na amforama na postaji Šimuni.



Slika 42. Koraligenska biocenoza na amforama na postaji Šimuni.

Nakon 25 metara dubine započinje koraligenska biocenoza s karakterističnim vrstama poput spužve *Axinella canabina* i žute gorgonije *Eunicella cavolini*. Nakon 31 metra dubine nastavlja se sedimentno dno sa zamuljenim pijeskom. Nedaleko od stijene, na sedimentnom dnu nalazi se nalazište amfora (između 400 do 600 amfora) u dužini od 21 metra rimskog brodoloma s početka prvog stoljeća prije Krista. Nalazište leži na dubini od 37 do 39 metara, na granici stjenovite i pješčane padine morskoga dna, na udaljenosti od oko 130 metara od morske obale. Na amforama je razvijena koraligenska biocenoza (Slike 39, 40, 41 i 42). Većinom prevladavaju spužve *Aplysina cavernicola*, *Reniera sarai* i *Oscarella lobularis*, te kameni koralji *Caryophyllia inornata* i *Hoplangia durothrix* (Slika 43).

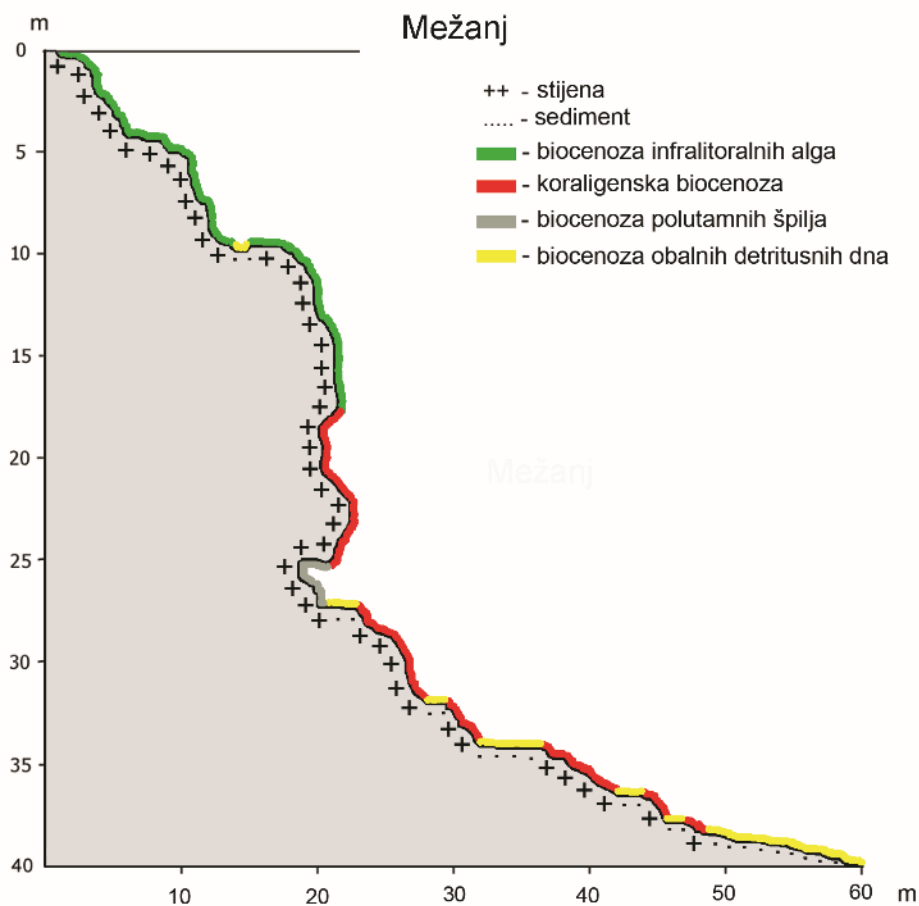
Od 39 metara u dubinu rasprostranjen je zamuljeni pijesak s razvijenom biocenozom zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Čest je mnogočetinaš *Myxicola infundibulum*.



Slika 43. Spužva *Aplysina cavernicola* na amforama na postaji Šimuni.

## Postaja Mežanj

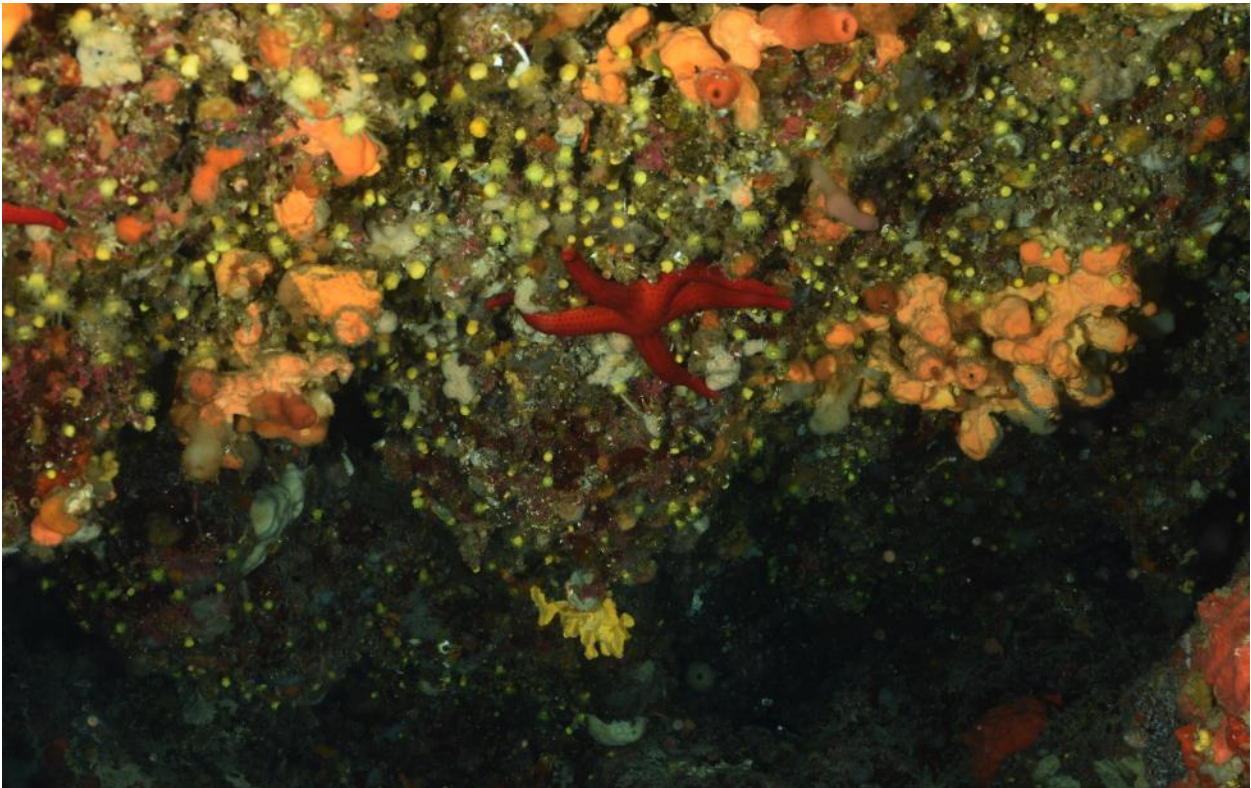
Istraživani profil nalazi se na južnoj strani otočića Mežanj (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je oko tri metra i vrlo je izložena udarima valova. Hridinasta podmorska litica s biocenozom fotofilnih alga spušta se do dubine od 17 metara pod kutom između 45° i 90° (Slika 44). Unutar biocenoze infralitoralnih alga utvrđene su manje nakupine ljuštarnog sedimenta s biocenozom obalnih detritusnih dna. Ovdje je česta bijela gorgonija *Eunicella singularis* (Slika 45). Korali genska biocenoza se nastavlja do dubine od 38 metara, a dalje se nastavlja biocenoza obalnih detritusnih dna. U koraligenu prevladavaju žuta gorgonija *Eunicella cavolini* i kameni koralj žuta čaška *Leptopsammia pruvoti*. Unutar koraligenske biocenoze također nalazimo mjestimično nakupine ljuštarnog sedimenta s biocenozom obalnih detritusnih dna, dok se na dubini od 25 metara nalazi veća polušpilja s biocenozom polutamnih špilja.



Slika 44. Profil Mežanj s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 45. Bijela gorgonija *Eunicella singulari* sna postaji Mežanj. Dubina 15 metara.



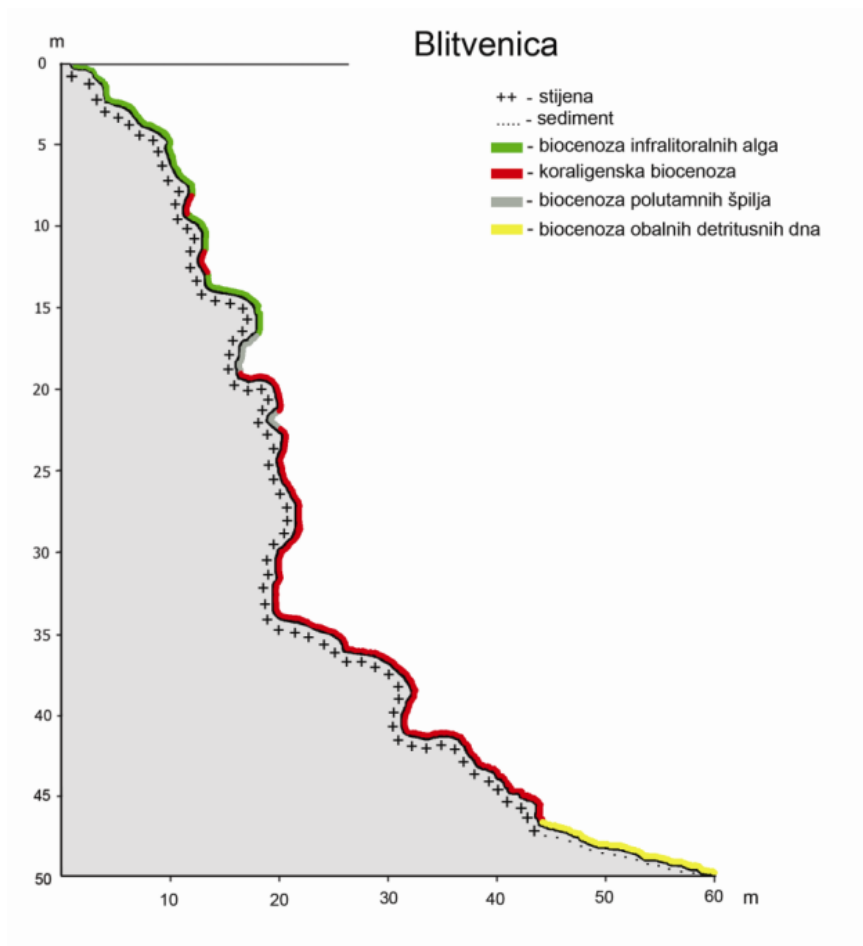
Slika 46. Koraličena postaji Mežanj. Dubina 25 metara.

## Postaja Blitvenica (Otočić Blitvenica)

Istraživani profil nalazi se na južnoj, vanjskoj strani otočića Blitvenica (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je četiri do pet metara i izložena je udarima valova. Okomita hridinasta litica s nekoliko većih polušpilja spušta se do dubine od 34 metra, a dalje se spušta pod kutom od 45° do dubine od 45 metara, gdje prestaje koraligenska biocenoza (Slika 47).

Uz infralitoralni rub razvijena su gusta naselja inkrustrirajućih crvenih alga, većinom vrsta *Corallina officinalis*, *Lithophyllum byssoides*, te *Laurencia obtusa*. Na mediolitoralnoj stepenici utvrđena je veća populacija moruzgve *Actinia equina*.

U biocenozi fotofilnih alga, koja se spušta do 17 metara dubine, razvijena su gusta naselja vrsta zelenih alga *Acetabularia acetabulum*, *Codium bursa* i *Codium vermilara*, crvene alge *Womersleyella setacea* te brojni primjerci kamenog koralja *Caryophyllia inornata*, žute



Slika 47. Profil Blitvenica s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

moruzgve *Parazoanthus axinellae*, ručice *Alcyonium acaule* i obrubnjaka *Eudendrium racemosum*.

Duž strmca na dubini od 19 do 46 metara razvijena je koraligenska biocenoza u kojoj dominiraju spužve *Spongia agaricina*, *Axinella cannabina* i *Haliclona mediterranea*, gorgonije *Eunicellacavolini* i *Paramuricea clavata*, crveni plaštenjak *Halocynthia papillosa*, te zadružni mnogočenišaš *Filograna* sp. Na rubovima polušpilja raste crvena alga *Pseudolithophyllum expansum*. Na 32 metra dubine počinje velika popuklacija crvene gorgonije *Paramuricea clavata* (Slika 49).

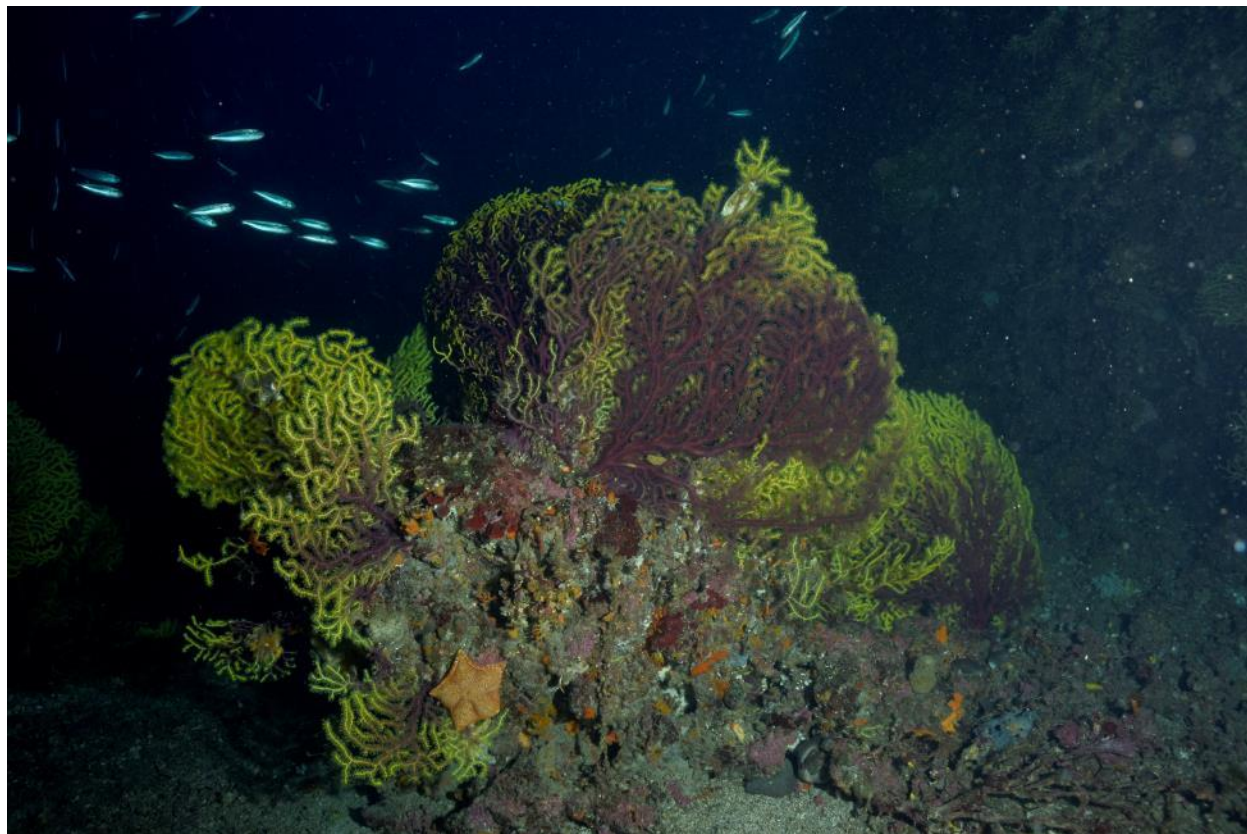


Slika 48. Kameni koralj *Leptopsammia pruvoti* na postaji Blitvenica. Dubina 28 metara.

Mnoge polušpilje i pukotine u stijeni bogato su obrasle karakterističnim vrstama kamenih koralja *Caryophyllia cyathus*, *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophylliasmithii* i *C. inornata*, mahovnjaka *Smittina cervicornis* (Slika 48). Utvrđen je i ugor *Conger conger* i veći broj rakovica *Maja squinado*. Od 46 metara dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenozom obalnih detritusnih dna koja se spušta pod nagibom od 30° dalje u dubinu. Ljuštuno



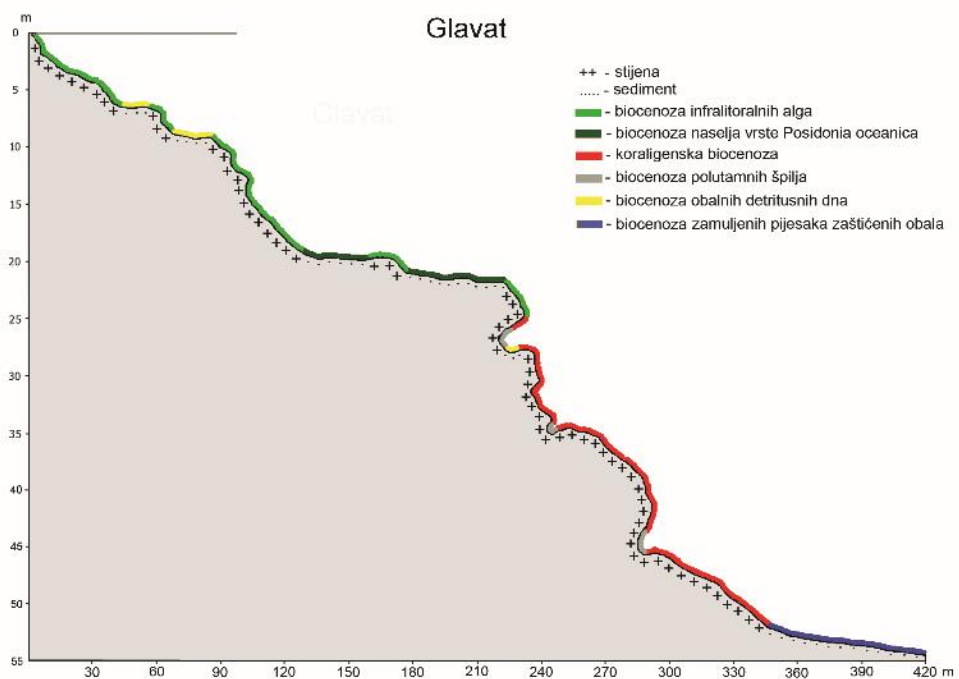
dno prekrivaju crvene alge *Vidalia volubilis* i *Lithophyllum racemus*. Najveća dubina ronjenja bila je 48 metara.



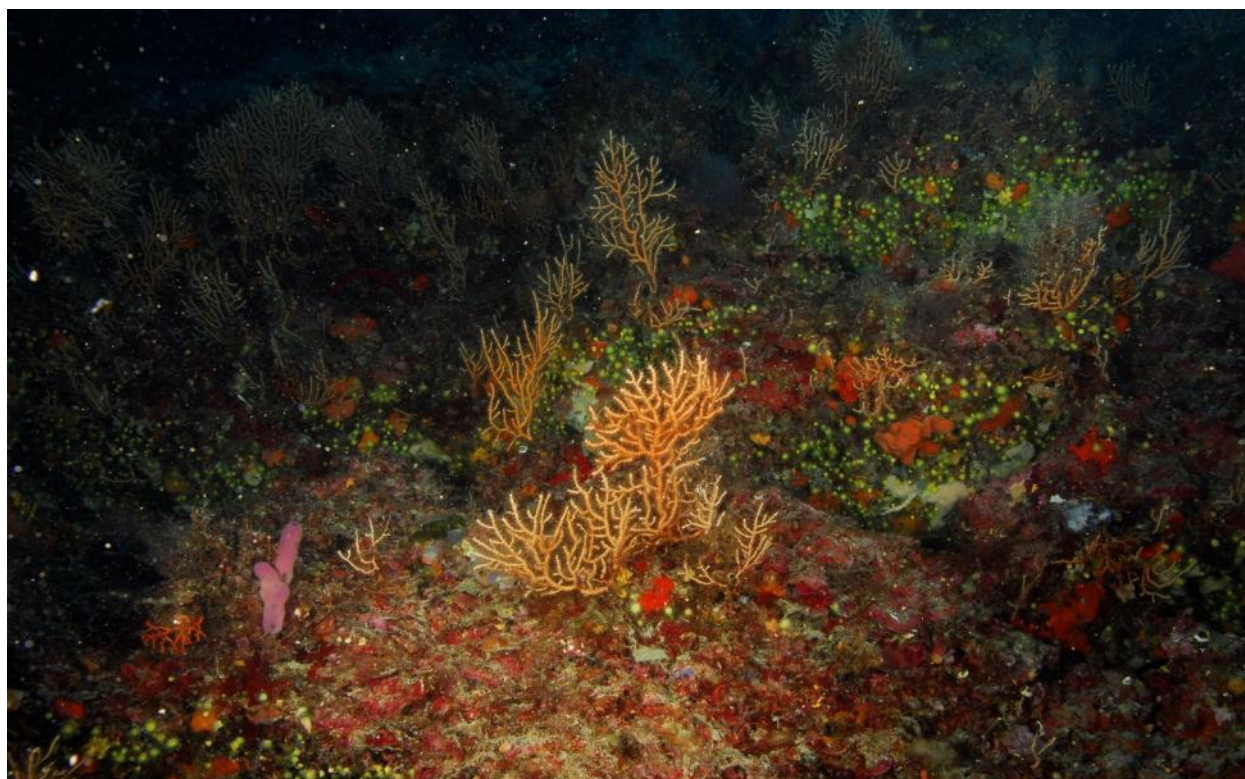
Slika 49. Kolonije crvene gorgonije *Paramuricea clavata* postaji Blitvenica. Dubina 42 metra.

### **Postaja Glavat (Otočić Glavat)**

Istraživani profil nalazi se na istočnoj strani otočića Glavat (Slika 4). Supralitoralna stepenica visoka je oko četiri metra i izložena je udarima valova. Hridinasta litica s nekoliko manjih polušpilja spušta se do dubine od 52 metra pod kutom od 45° (Slika 50). Na mediolitoralnoj stepenici nalazimo karakterističnu crvenu moruzgvu *Actinia equina*. Stijena obrasla fotofilnim algama stepeničasto pada do 18 metara dubine. Česti su kameni koralji *Balanophyllia europaea* i zelena vlasulja *Anemonia viridis*. Na 6 i 8 metara dubine nalaze se



Slika 50. Profil Glavat s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.



Slika 51. Koraligenska biocenoza na postaji Glavat. Dubina 42 metra.

manje livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Uz rizome morske cvjetnice česte su opnena voskovica *Cerianthus membranaceus* i moruzgva *Anthopleura ballii*.

Prema dubini nakon 20 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 (Slika 51). Ovdje dominiraju kameni koralji *Leptopsammia pruvoti*, *Caryophyllia inornata* i *Madracis pharensis*. Česte su kolonije žute gorgonije *Eunicella cavolini* koje se rasprostiru od 25 do 50 metara dubine. Od riba je česta vrsta matulić barjaktarić *Anthias anthias*. Na 48 metara dubine utvrđene su manje kolonije crvenog koralja *Corallium rubrum* (Slika 52).

Od 51 metar dubine nastavlja se pjeskovito-ljuštuno dno s biocenzom 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*.



Slika 52. Male kolonije crvenog koralja *Corallium rubrum* u koraligenskoj biocenozi. Dubina 52 metra.

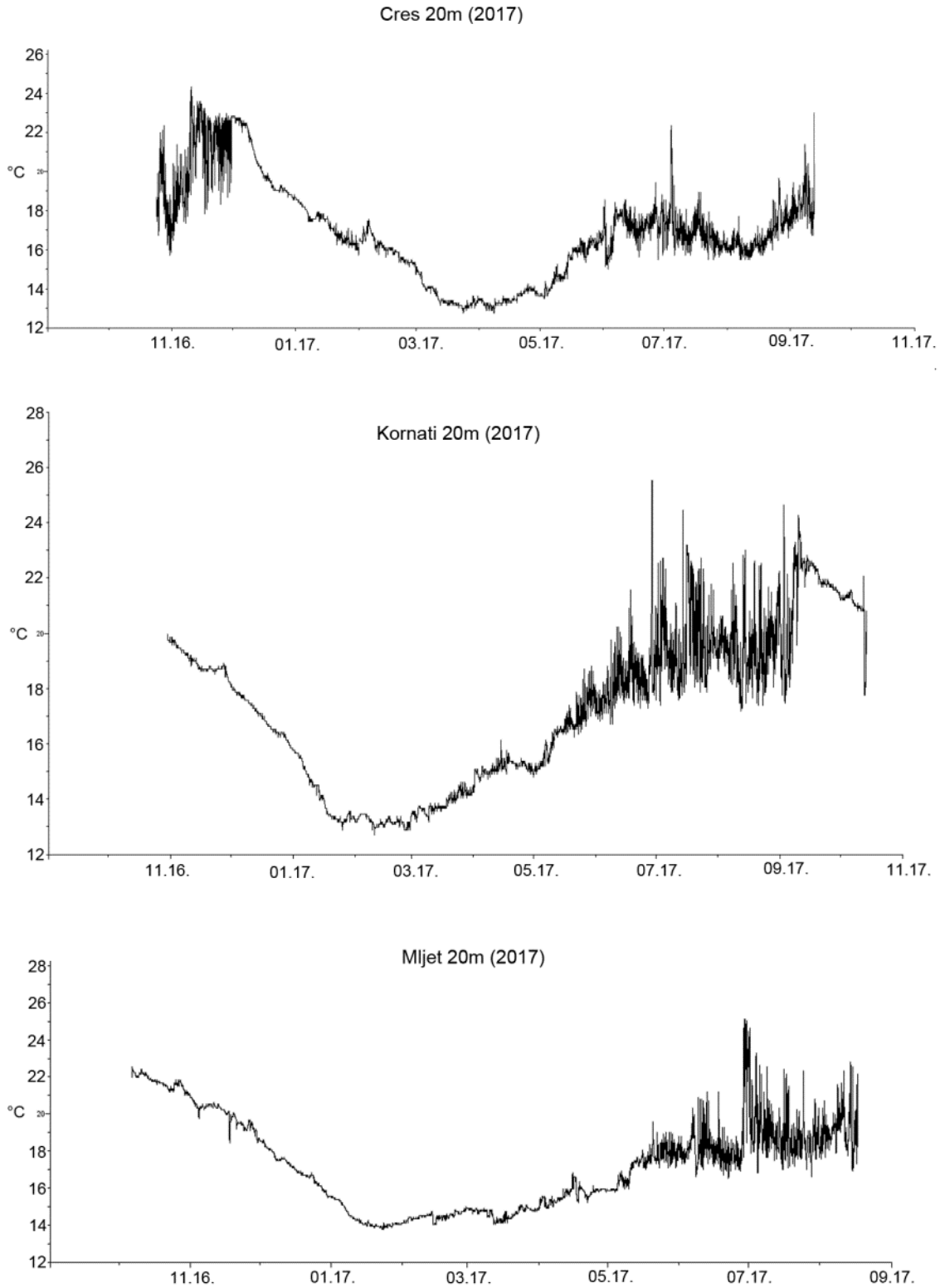
## 4.2. Ekološki čimbenici na istraživanim postajama

### 4.2.1. Temperatura mora

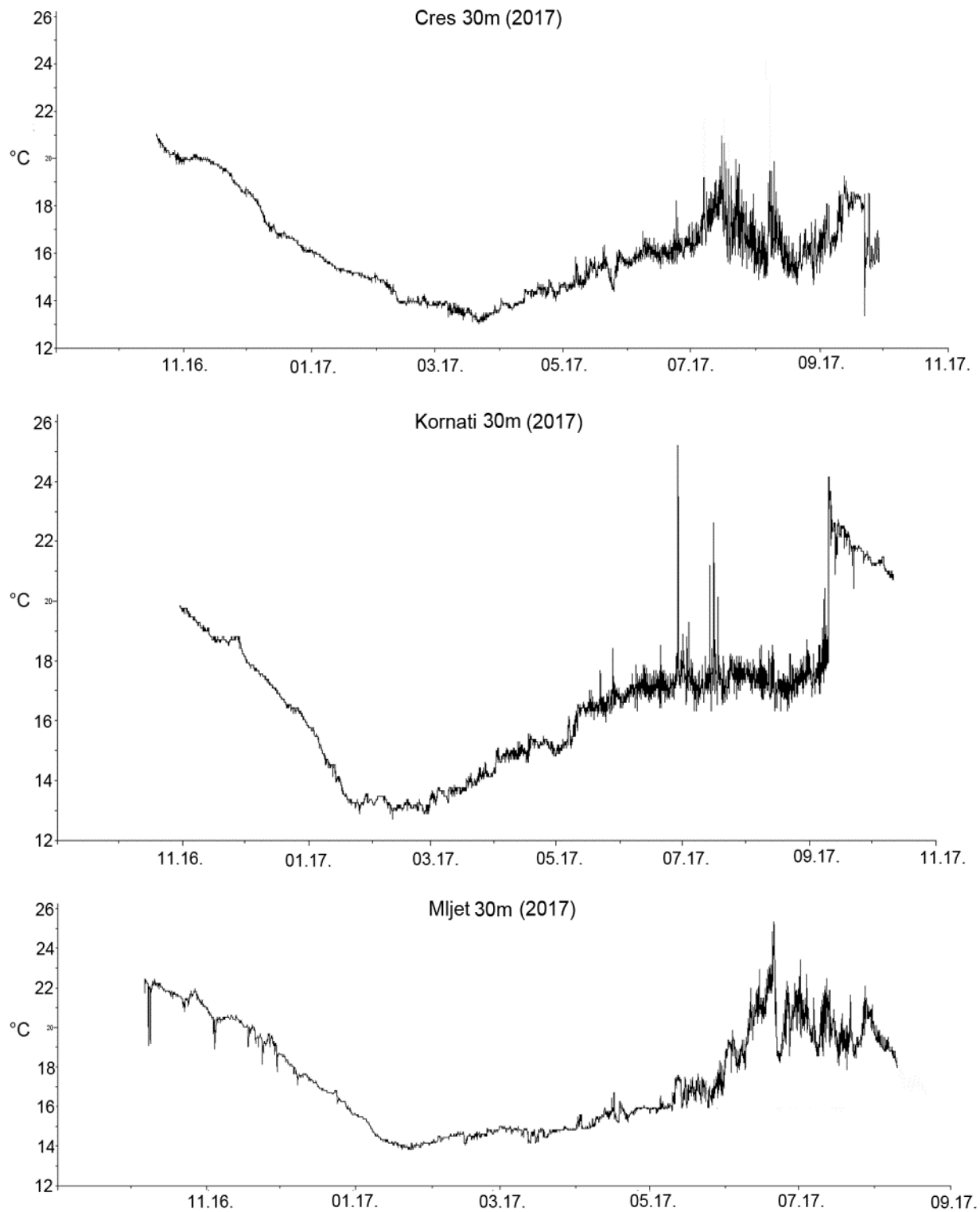
Tijekom ljetnih mjeseci 2017. godine najviša temperatura mora na 20 metara dubine iznosila je 25,58°C na postaji Mljet (prosjeck 20,39±3,42) početkom srpnja (Tablica 2; Slika 53). Na 30 metara dubine tijekom ljeta 2017. godine najviše vrijednosti temperature mora izmjerene su početkom srpnja na postaji Mljet (25,28°C) (prosjeck 19,24±4,72°C). Na postaji Cres na toj dubini izmjerena je najniža prosječna temperatura mora (17,66±3,17°C). Na dubini od 40 metara ponovno je najviša temperatura mora izmjerena na postaji Mljet (24,91°C) (prosjeck 20,16±4,46°C). Najniža temperatura mora na 40 metara dubine izmjerena je na postaji Cres (13,09°C) s prosjekom 16,78±2,41°C. Tijekom istraživanja 2019. godine najviša temperatura mora ponovo je izmjerena na postaji Mljet na svim mjerenim dubinama (na 20 metara dubine 24,91°C, na 30 metara dubine 24,05°C i na 40 metara dubine 22,37°C). Prosjeck najviše temperature mora na 40 metara dubina na Mljetu bio je 18,53±3,97°C. Najniža temperature mora na 40 metara dubine izmjerena je ja postaji Cres (15,63°C) s prosjekom (16,22±3,29°C).

Tablica 2. Vrijednosti temperature mora (u °C; prosjeck sa standardnom devijacijom) na 20, 30 i 40 metara dubine tijekom toplijih mjeseci (od lipnja do listopada) u 2017. i 2019. godini na istraživanom području.

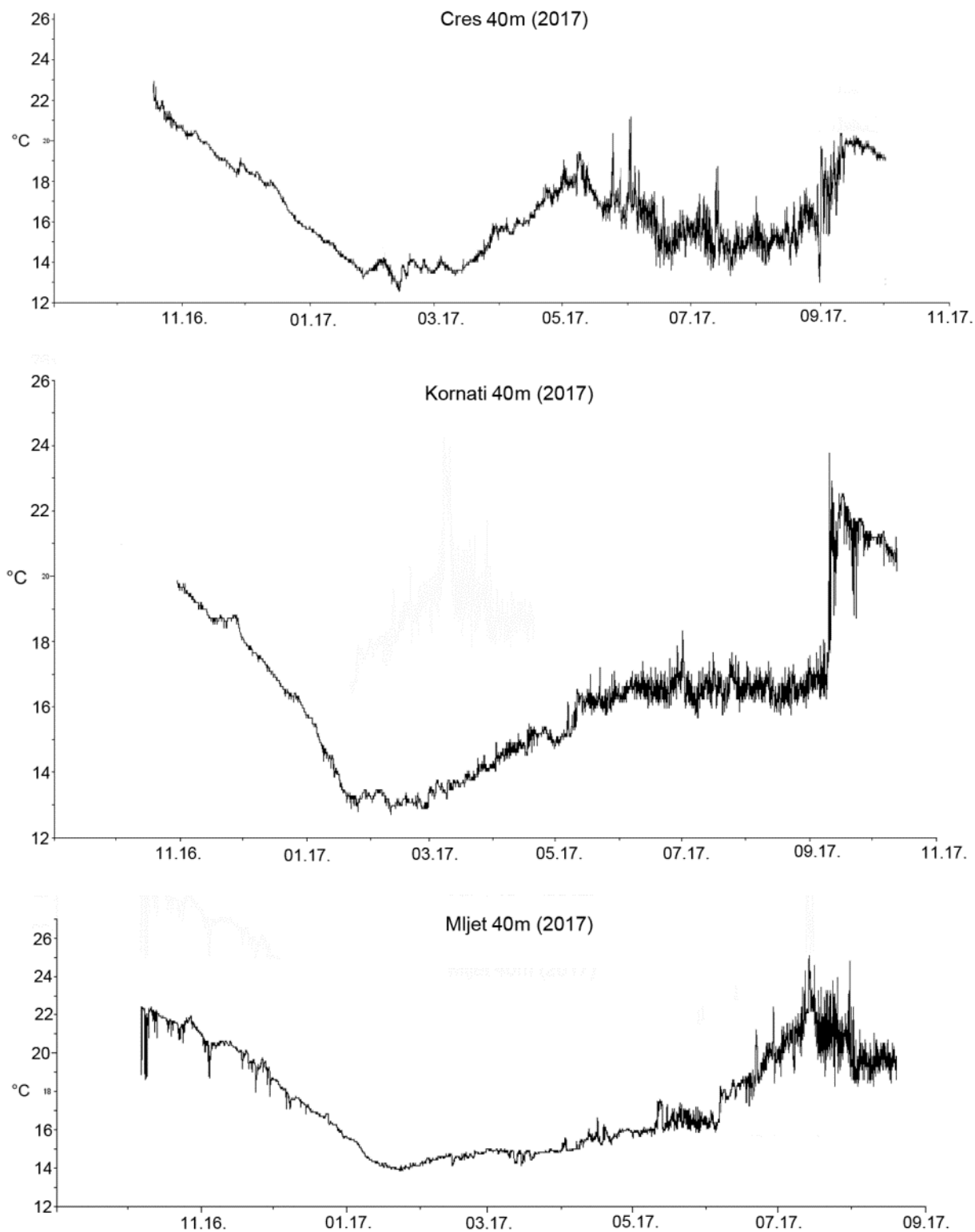
Dubina / postaja	2017			2019		
	Prosjeck	Tmin	Tmax	Prosjeck	Tmin	Tmax
<b>20 m</b>						
Cres	18,39±2,27	15,03	22,68	21,67±3,22	16,07	22,31
Kornati	20,32±3,31	16,67	25,19	21,08±5,37	16,21	23,32
Mljet	20,39±3,42	16,74	25,58	21,46±2,41	17,24	24,91
<b>30 m</b>						
Cres	17,66±3,17	13,07	21,07	16,54±4,56	13,82	18,67
Kornati	18,73±2,94	16,52	25,07	17,55±3,73	15,71	19,27
Mljet	20,02±3,26	17,23	25,28	19,24±4,72	15,31	24,05
<b>40 m</b>						
Cres	16,78±2,41	13,09	20,16	16,22±3,29	15,63	21,16
Kornati	17,85±4,97	16,58	23,92	17,44±4,16	15,91	19,27
Mljet	20,16±4,46	17,64	24,91	18,53±3,97	15,73	22,37



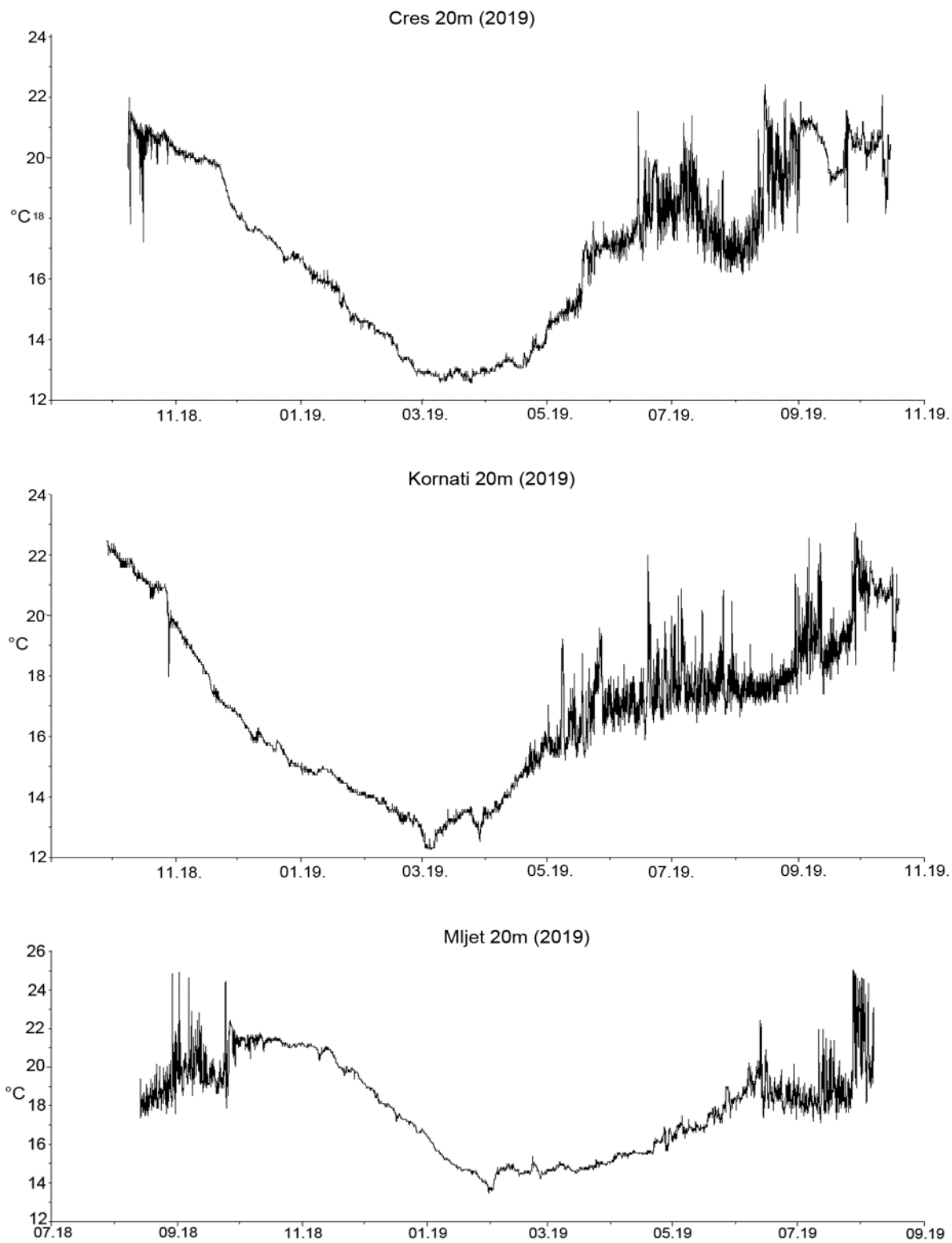
Slika 53. Temperatura mora na 20 metara dubine na istraživanim postajama tijekom 2017. godine.



Slika 54. Temperatura mora na 30 metara dubine na istraživanim postajama tijekom 2017. godine.

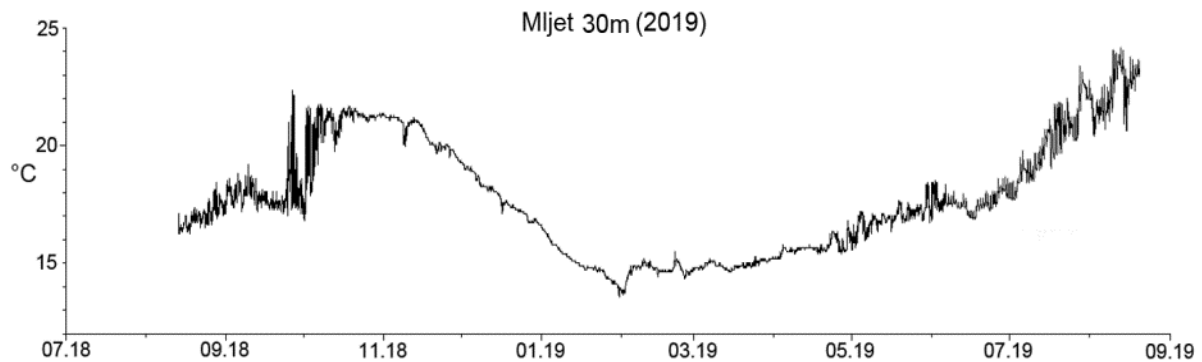
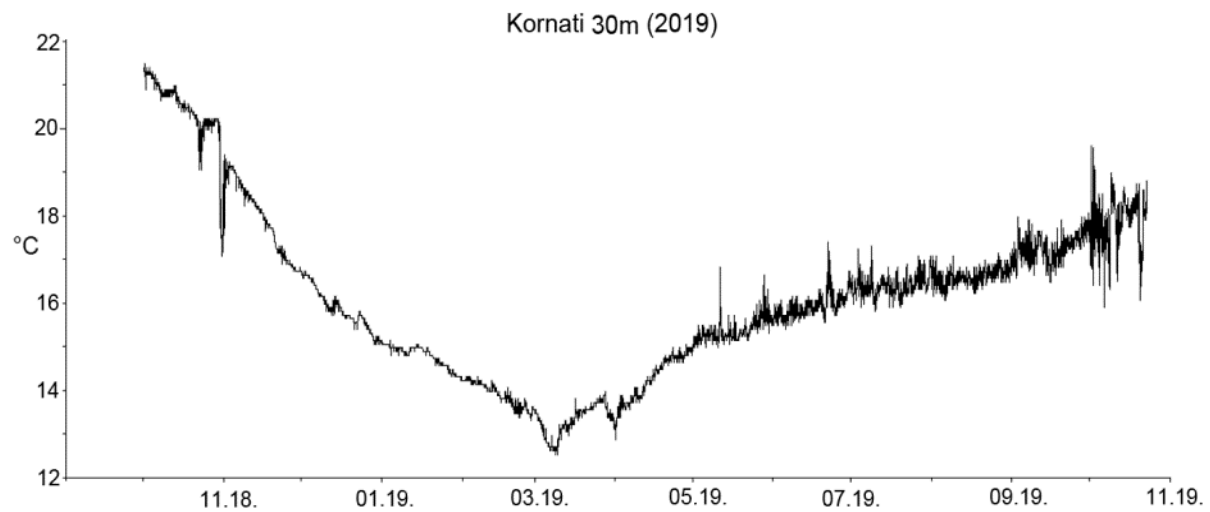
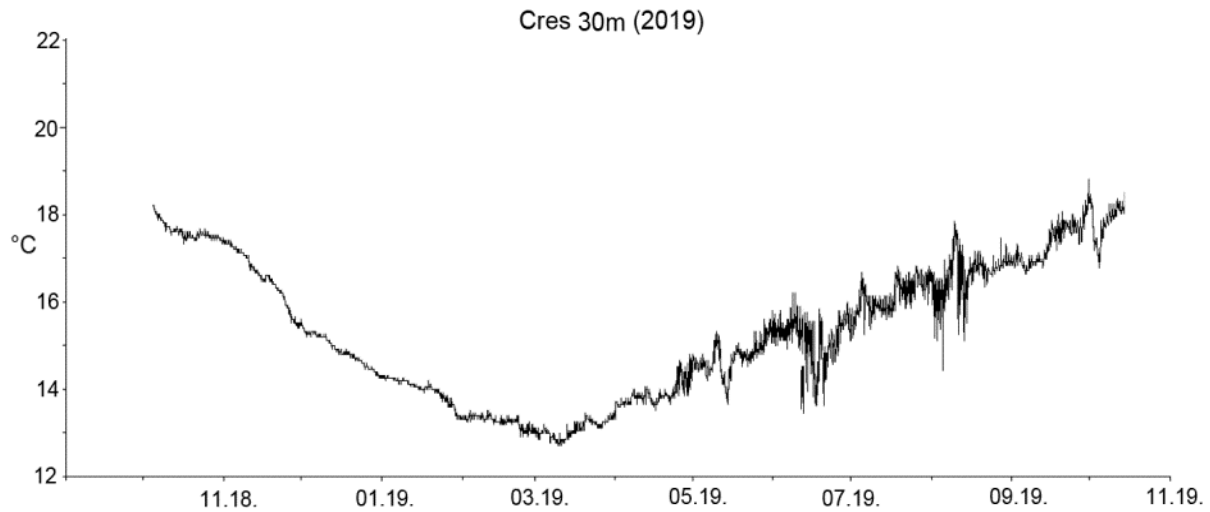


Slika 55. Temperatura mora na 40 metara dubine na istraživanim postajama tijekom 2017. godine.

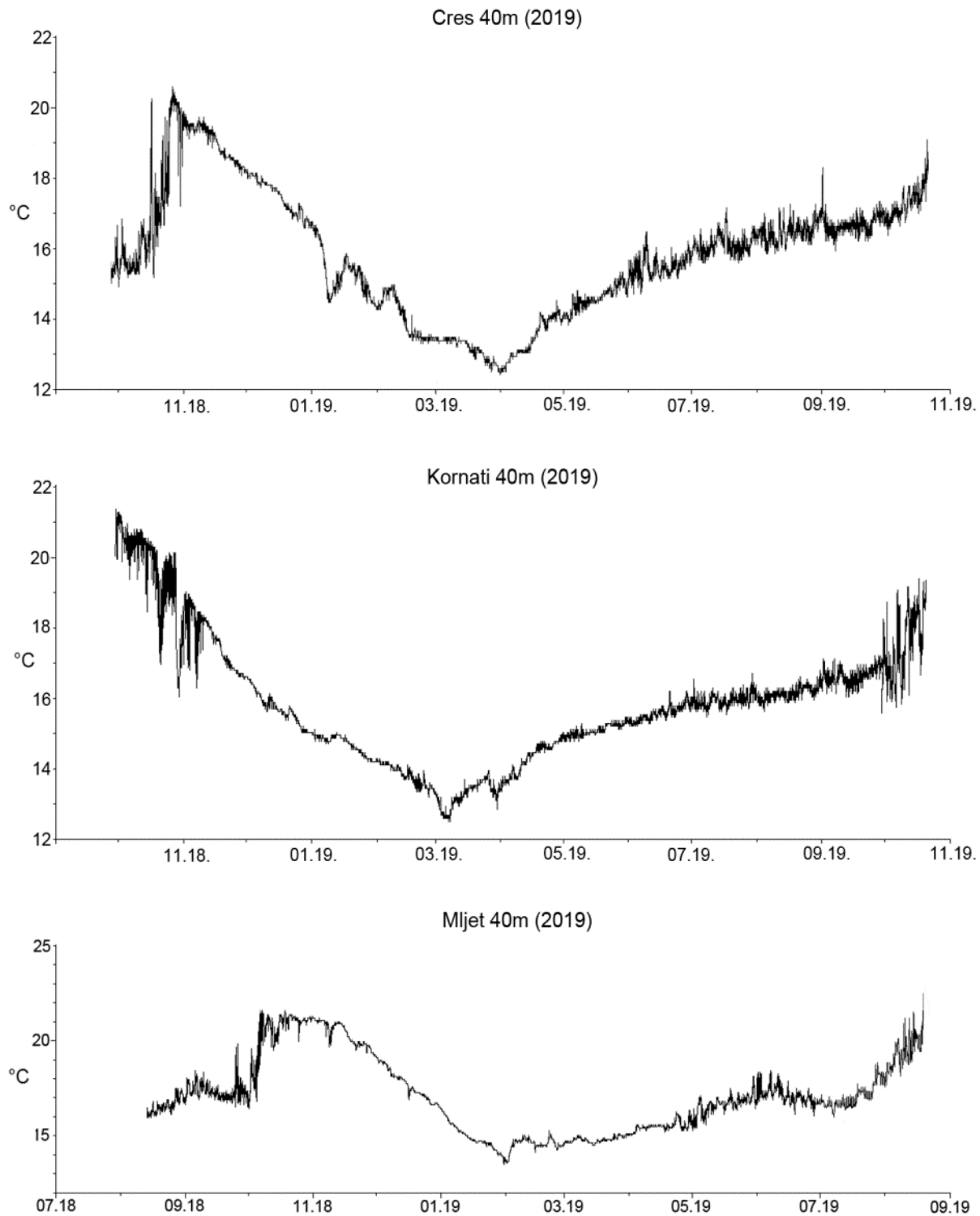


Slika 56. Temperatura mora na 20 metara dubine na istraživanim postajama tijekom 2019. godine.





Slika 57. Temperatura mora na 30 metara dubine na istraživanim postajama tijekom 2019. godine.



Slika 58. Temperatura mora na 40 metara dubine na istraživanim postajama tijekom 2019. godine.

#### 4.2.2. Salinitet, pH morske vode, koncentracija otopljenog kisika na istraživanim postajama

Vrijednosti saliniteta, koncentracije kisika, te vrijednost pH mjerene na istraživanim postajama (Cres, Kornati, Mljet) u rujnu 2017. i 2019. godine ne odstupaju od normalnih vrijednosti za istočni Jadran i prate uobičajene promjene vrijednosti u odnosu na dubinu (Tablice 3 i 4; Prilog) i za to doba godine. Variranja vrijednosti pH vjerojatno je posljedica rasta fitoplanktona krajem ljetnih mjeseci. Sniženje pH vrijednosti može stvarati probleme

Tablica 3. Vrijednosti mjerenih hidrografskih parametara na istraživanim postajama u rujnu 2017. godine.

##### Postaja Cres

Dubina (m)	Salinitet (‰)	O <sub>2</sub> (mg/L)	pH
0,1	38,21	7,92	8,21
5	38,20	7,93	8,24
10	38,21	7,91	8,23
20	38,23	7,87	8,21
30	38,22	7,79	8,22
40	38,23	7,73	8,22

##### Postaja Kornati

Dubina (m)	Salinitet (‰)	O <sub>2</sub> (mg/L)	pH
0,1	38,25	7,98	8,22
5	38,25	7,94	8,21
10	38,23	7,83	8,21
20	38,24	7,87	8,18
30	38,11	7,86	8,20
40	38,23	7,84	8,21

##### Postaja Mljet

Dubina (m)	Salinitet (‰)	O <sub>2</sub> (mg/L)	pH
0,1	38,28	8,02	8,26
5	38,26	7,91	8,31
10	38,22	7,84	8,32
20	38,22	7,85	8,33
30	38,22	7,66	8,33
40	38,20	7,65	8,37

Tablica 4. Vrijednosti mjerenih hidrografskih parametara na istraživanim postajama u rujnu 2019. godine.

#### Postaja Cres

Dubina (m)	Salinitet (‰)	O <sub>2</sub> (mg/L)	pH
0,1	38,21	6,92	8,51
5	38,14	6,93	8,49
10	38,19	6,94	8,48
20	38,39	7,37	8,49
30	38,41	7,62	8,49
40	38,43	7,73	8,47

#### Postaja Kornati

Dubina (m)	Salinitet (‰)	O <sub>2</sub> (mg/L)	pH
0,1	38,55	7,03	8,27
5	38,59	7,04	8,28
10	38,63	7,05	8,27
20	38,64	7,07	8,27
30	38,58	7,08	8,26
40	38,61	7,12	8,26

#### Postaja Mljet

Dubina (m)	Salinitet (‰)	O <sub>2</sub> (mg/L)	pH
0,1	38,61	7,01	8,52
5	38,60	7,06	8,49
10	38,60	7,02	8,46
20	38,63	7,08	8,43
30	38,65	7,08	8,39
40	38,67	7,09	8,36

prvenstveno kod kalcifikacije biokonstruktora, poput crvenih alga, koralja i mahovnjaka, ali takve vrijednosti kod ovog istraživanja nisu utvrđena, pogotovo na većim dubinama (30 i 40 metara dubine). Pad količine kisika prema dubini na istraživanim postajama može se protumačiti unosom toplije vode s hranjivim solima. Slične pojave su česte na većim dubinama zbog veće bakterijske razgradnje. Takve pojave mogu se dogoditi tijekom dužeg, mirnijeg ljetnog, a pogotovo zimskog razdoblja bez bure ili juga, što je za zimsko vrijeme na Jadranu relativno rijetko.

### 4.3. Stanje vrsta indikatora na istraživanim postajama

Utjecaj na vrste indikatore na istraživanim postajama prikazan je u tablici 3.

**Tablica 3.** Utjecaj 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).

	Veliki Garmenjaki	Vela Sestrica	Mana	Vela Panitula	Lenga	Štit	Vanji Škoj	Hrid Macinj	Rt Markonj	Plić Tenki
<b>Vrsta indikator</b>	<b>Dubina rasprostranjenosti unutar postaje (m) / utjecaj na vrste</b>									
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	28-65/P	28-45/P	29-56/P	25-45/N	38-68/N	37-65/P	41-56/P	38-51/N	33-47/P	39-46/P
<i>Aphysina cavernicola</i>	28-68/N	22-48/N	24-62/N	21-48/P	42-68/P	38-65/P	33-45/P	27-46/P	32-55/P	35-48/P
<i>Axinella cannabina</i>	25-38/N	25-32/N	28-33/N	-	-	24-35/N	29-47/N	-	27-33/N	24-37/N
<i>Axinella polyoides</i>	18-36/N	19-38/N	18-46/N	19-30/N	28-46/N	36-38/N	30-38/N	27-36/N	26-39/N	22-32/N
<i>Parazoanthus axinellae</i>	18-65/P	18-62/P	14-56/P	18-39/P	12-38/P	14-46/P	15-32/P	14-38/P	17-42/P	15-36/P
<i>Savalia savaglia</i>	57-60/N	48-55/N	55-56/N	44-46/N	-	-	-	44-46/N	47-52/N	48-49/N
<i>Eunicella cavolini</i>	14-57/P	16-60/P	18-48/P	15-35/P	-	-	-	18-39/P	15-46/P	18-49/P
<i>Eunicella singularis</i>	10-16/P	10-18/P	8-14/P	-	-	16-22/P	18-21/P	-	21-26/P	10-18/P
<i>Paramuricea clavata</i>	39-44/P	32-55/P	29-62/P	29-45/P	-	-	-	38-48/P	40-51/P	38-46/P
<i>Corallium rubrum</i>	52-57/P	56-58/P	-	38-40/P	52-62/P	48-54/P	45-51/P	-	-	-
<i>Madracis pharensis</i>	22-38/P	15-42/P	17-31/P	16-30/P	21-55/P	16-45/P	25-48/P	26-34/P	29-32/P	18-30/P
<i>Caryophyllia inornata</i>	10-65/P	10-55/P	7-62/P	10-48/P	6-65/P	10-56/N	8-46/P	16-45/P	12-44/P	19-39/P
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	15-65/P	15-56/P	27-62/P	14-46/P	8-62/P	16-56/P	14-56/P	12-48/P	16-52/P	12-49/P
<i>Palinurus elephas</i>	45-66/P	36-62/P	48-50/P	38-52/P	46-65/P	55-65/P	41-56/P	-	42-44/P	-
<i>Octopus vulgaris</i>	10-30/P	12-36/P	10-30/P	12-36/P	10-38/P	6-22/P	6-15/P	12-18/P	16-26/P	16-25/P
<i>Scorpaena scrofa</i>	18-35/P	18-32/P	14-36/P	18-26/P	18-33/P	28-60/P	28-44/P	22-32/P	15-28/P	18-30/P

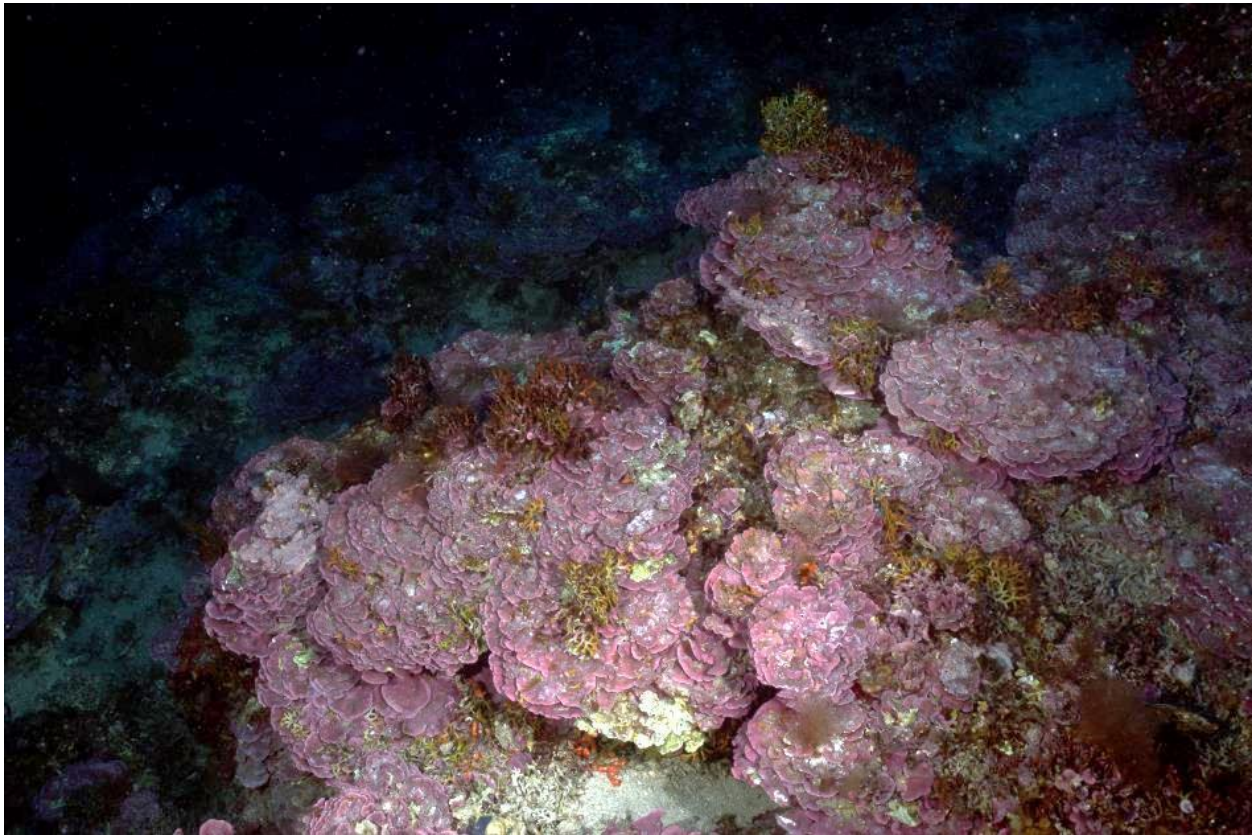
**Tablica 3 (nastavak).** Utjecaj na vrste indikatore na istraživanim postajama. Dubina rasprostranjenosti unutar postaje (m) i mogući utjecaj na vrste indikatore na istraživanim postajama (P - pojačan utjecaj; N - nema utjecaja).

	Rt Sokol	Rt Slezine	Grgur	Mali Ćutin	Mali Plavnik	Rt Šilo	Šimuni	Mežanj	Blitvenica	Glavat
<b>Vrsta indikator</b>										
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	32-66/P	20-48/P	38-56/P	37-58/N	26-48/N	23-56/P	23-33/P	27-38/N	19-47/P	35-54/P
<i>Aplysina cavernicola</i>	36-55/P	28-45/N	34-52/N	34-56/P	26-28/P	27-50/P	30-37/P	26-33/P	22-39/P	25-46/P
<i>Axinella cannabina</i>	-	24-32N	-	-	-	-	-	22-27/N	23-39/N	27-30/N
<i>Axinella polyoides</i>	26-36/N	20-35/N	31-42/N	28-33/N	32-35/N	43-45/N	24-39/N	33-36/N	35-40/N	-
<i>Parazoanthus axinellae</i>	12-25/P	16-45/P	18-38/P	19-40/P	18-26/P	22-35/P	20-39/P	18-24/P	9-38/P	25-33/P
<i>Savalia savaglia</i>	49-58/N	44-46/N	51-56/N	52-56/N	-	-	-	-	44-48/P	-
<i>Eunicella cavolini</i>	18-58/P	16-48/P	22-48/P	19-46/P	18-42/P	23-56/P	22-29/P	18-37/P	16-46/P	28-49/P
<i>Eunicella singularis</i>	12-15/P	10-16/P	18-20/P	16-26/P	-	12-26/P	16-23/P	12-18/P	14-16/P	19-26/P
<i>Paramuricea clavata</i>	38-54/P	34-40/P	34-44/P	33-47/P	39-43/P	46-48/P	-	36-38/P	32-44/P	36-48/P
<i>Corallium rubrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	36-37/P	48-56/P	45-48/P
<i>Madracis pharensis</i>	23-56/P	20-48/P	19-36/P	19-43/P	12-28/P	17-49/P	-	17-26/P	17-39/P	25-42/P
<i>Caryophyllia inornata</i>	10-58/P	10-46/P	18-51/P	21-54/P	13-26/P	12-52/P	29-39/P	16-33/P	15-46/P	25-49/P
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	23-55/P	14-46/P	23-54/P	24-56/P	17-27/P	17-52/P	-	17-26/P	16-48/P	24-46/P
<i>Palinurus elephas</i>	-	45-52/P	-	48-55/P	48-50/P	49-57/P	-	32-33/P	38-46/P	43-45/P
<i>Octopus vulgaris</i>	-	8-30/P	-	18-25/P	12-15/P	12-25/P	15-20/P	12-26/P	10-18/P	10-22/P
<i>Scorpaena scrofa</i>	24-45/P	20-40/P	23-29/P	15-38/P	14-26/P	15-27/P	23-32/P	28-36/P	16-38/P	28-38/P

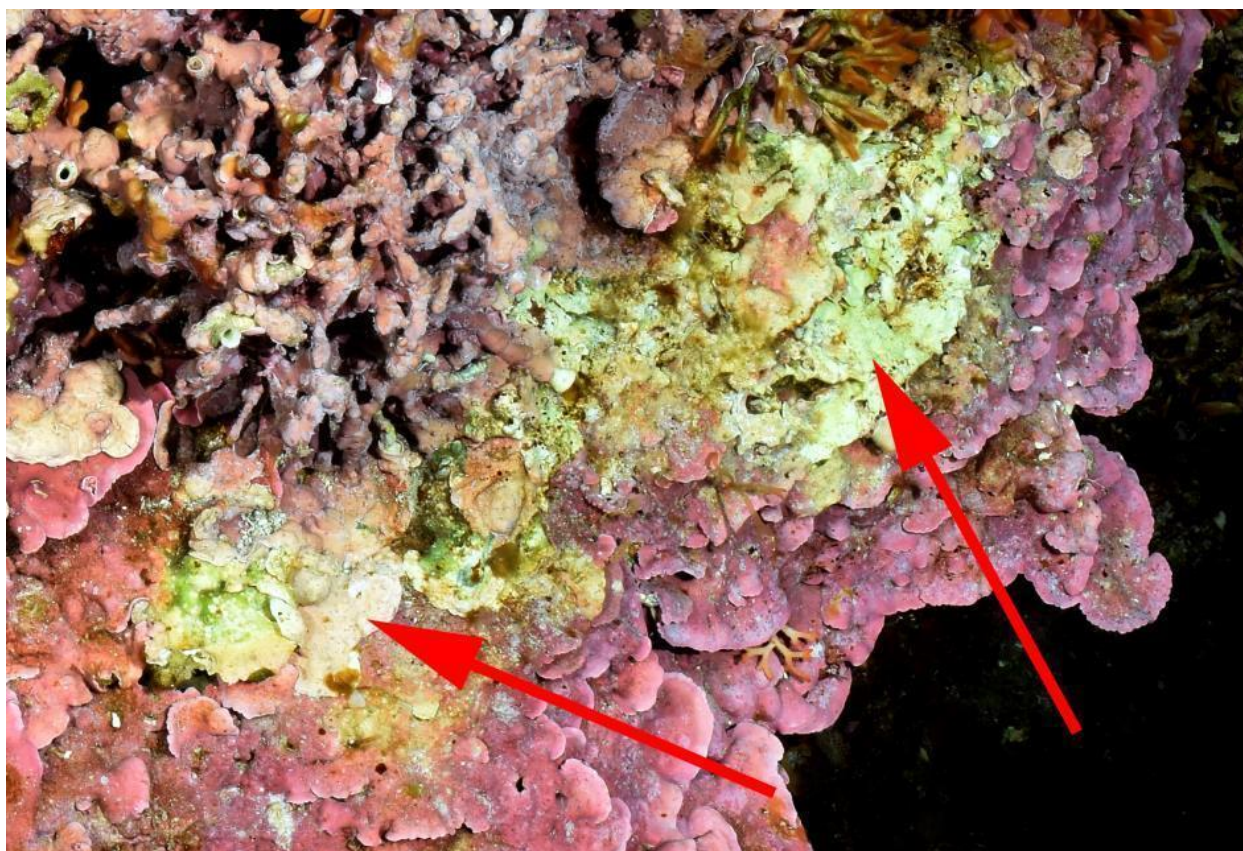
**Lithophyllum stictaeforme (J.E. Areschoug Hauck 1877)**

**Opis:** Ova vrsta ima jako kalcificiranu listastu steljku svijetlo-ljubičaste boje i polukružna oblika. Steljka ima relativno tanke listove koji su postavljeni pojedinačno jedan na drugome.

**Stanište:** Budući da voli sjenovite predjele, obično je nalazimo u spiljama i raspuklinama (čak i ako se one nalaze na izloženim mjestima). Raste tijekom čitave godine, od površine pa do dubine od 60 metara.



Slika 59. Crvena alga *Lithophyllum stictaeforme* na postaji Štit. Dubina 45 metara.



Slika 60. Oštećenja na crvenoj algi *Lithophyllum stictaeforme* (crvene strelice) na postaji Mana. Dubina 42 metra.

#### *Lithophyllum stictaeforme* - stanje na postajama

Crvene alge koje kalcificiraju su u zadnjih desetak godina također svrstane u popis morskih vrsta koje su ugrožene povećanjem temperature mora na većim dubinama (ispod 30 metara dubine). Alga *Lithophyllum stictaeforme* gradi vrlo lijepe i velike forme (naselja) na svim istraživanim postajama (Slika 59). Takva veća naselja nalazimo većinom ispod 30 metara dubine, dok su na manjim dubinama naselja relativno mala. Negativan utjecaj je temperature mora vrlo vidljiv na postajama na dubinama između 30 i 40 metara. Oštećenja su vidljiva kao bijeli rubovi ili „fleke“ na samoj steljci (Slika 60). Na svim postajama na kojima su utvrđena oštećenja ona nisu bila veća od 10% naselja. Oštećenja su moguća i od udaranja peraja ronionca, s obzirom da su na pojedinim lokacijama dozvoljena turistička ronjenja s ronilačkim bocama. Isto se događa i sa crvenom algom *Mesophyllum expansum*, ali sa znatno manjim oštećenjima na postajama gdje je utvrđena.



***Aplysina cavernicola* (Vacelet, 1959)**

**Opis:** *Aplysina cavernicola* je spužva živo-žute boje. Građena je od više okomitih, cjevastih izraslina s izlaznom cijevi na kraju svake izrasline, koje mogu narasti više od 20 cm u duljinu. Površina spužve prekrivena je vrlo sitnim trnolikim izraslinama. Skelet je jako atrofiran.



Slika 61. Spužva *Aplysina cavernicola* na postaji Mali Ćutin. Dubina 38 metara.

**Stanište:** Spužvu *A. cavernicola* je scijafilna i živi na većim dubinama, najčešće ispod 25 metara dubine. Naseljava podmorske šupljine i jako sjenovite predjele donjeg infralitorala i cirkalitoralne stepenice (Slika 61).

***Aplysina cavernicola* - stanje na postajama**

Negativan utjecaj temperature mora utvrđen je na većini postaja (osim na postajama uPP Telašćica), uglavnom na jedinkama u plićim dijelovima njihovih staništa (do 30 metara dubine). Oštećenja se vide kao bijeli vršni dijelovi spužve ili kada nakon nekroze tkiva ostaje samo smeđi skelet (poput mrežice). I ova vrsta na postajama može biti na udaru nesavjesnih ronioaca.

**Axinella cannabina (Esper, 1794)**

**Opis:** *Axinella cannabina* je bez mikrosklera a njene su velike skeletne iglice potpuno ravne. Raste okomito i nije pretjerano razgranata. Njena je površina grbava; na vrhu pojedine grbe otvara se oskulum. Prevladava žuto-narančasta boja. Može narasti do 50 cm. **Stanište:** Živi dubinama ispod 15 metara, pogotovo na tvrdim otočićima koji se nalaze na pomičnom dnu. Često pod različitim kutovima izrasta iz strmih podmorskih stijena. Ponekad je obrasta žuta moruzgva *Parazoanthus axinellae*.



Slika 62. Spužva *Axinella cannabina* na postaji Veli Garmenjак. Dubina 35 metara.

**Axinella cannabina - stanje na postajama**

Kod spužve *Axinella cannabina* (niti kod vrste *A. polypoides*) nije utvrđena nekroza tkiva tijekom istraživanja 2017. i 2019. godine. Jedinke jedne i druge vrste su u dobrom stanju, bez vidljivih oštećenja (Slika 62). Obje vrste roda *Axinella* pokazuju određenu otpornost na povišenu

temperaturu mora, jer je kod njih smrtnost relativno rijetka. Kod spužve *Axinella cannabina* nije utvrđena nekroza tkiva. Jedinke su u dobrom stanju, bez vidljivih oštećenja. Kod vrste *Axinellapolypoides* utvrđenoa su manja oštećenja na postajama Mana i Mali Plavnik. Moguće da su nekroze tkiva posljedica povišene temperature mora, iako je vjerojatnije da su oštećenja posljedica ribarskih alata koji su pronađeni u blizini ronilačkih postaja.

### **Parazoanthus axinellae Schmidt, 1862**

**Opis:** *Parazoanthus axinellae* je vrsta koja živi u obliku kolonija karakteristične zlatnožute ili narančaste boje. 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* (Slika 15) ili *Agelas*, kao i druge organizme, npr. neke vrste mješćinica. Raste i na golj kamenitoj podlozi u sjenovitim pukotinama. Dubina



Slika 63. Polipi zadružne moruzgve *Parazoanthus axinellae* na spužvi *Axinella damicornis* na postaji Plić Tenki. Vide se i zatvoreni polipi žute moruzgve.

rasprostranjenosti na istraživani postajama je od 9 do 65 metara. **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora.

#### Parazoanthus axinellae - stanje na postajama

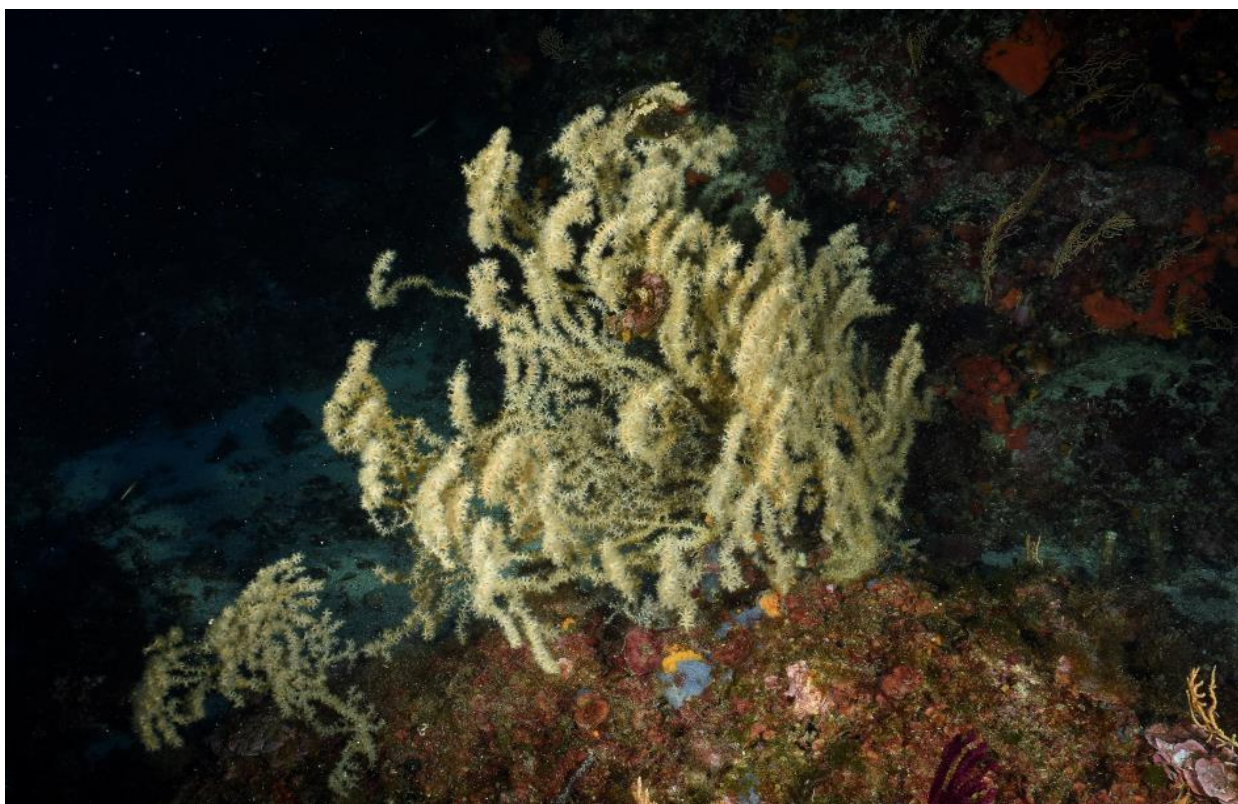
Stres kod žute moruzgve primarno je izražen zatvorenim polipima dijela ili cijele kolonije. Ova vrsta često pokazuje nešto veću otpornost na povišenu temperaturu mora i patogene od drugih vrsta moruzgvi i koralja (uglavnom kolonije koje rastu pliće, do 20 metara dubine), ali dugotrajna visoka temperatura mora ugrožava preživljavanje ove vrste. Tijekom istraživanja na postajama su utvrđeni dijelovi kolonija sa zatvorenim polipima (znak negativnog utjecaja, prvenstveno temperature mora), ali bez veće nekroze tkiva (Slika 63). Na postajama u sjevernom Jadranu tijekom istraživanja u 10. mjesecu utvrđeno je cvjetanje mora i alga *Acinetospora crinita* koja prekriva kolonije žute moruzgve, ali samo na manjem dijelu koraligenske biocenoze (između 25 i 30 metara). Iako je stanje ove kolonijalne moruzgve na istraživanim postajama bolje nego prijašnjih godina, još uvijek je ova vrsta prilično ugrožena zbog globalnih klimatskih promjena.

#### Savalia savaglia (Bertoloni, 1819)

**Opis:** *Savalia savaglia* ima rožnat skelet koji podupire zadrugu. 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 stijinama cirkalitoralnog pojasa na dubinama većim od 30 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.

#### Savalia savaglia - stanje na postajama

Kod žute gerardija nisu utvrđene nekroze tkiva niti na jednoj postaji. Ponekad su polipi kolonije zatvoreni, ali bez primjetnih nekroza. Ova vrsta živi na većim dubinama (rijetko kada pliće od 40 metara dubine) i ne pokazuje veću ugroženost od povećane temperature mora (Slika 64). Jedino su kolonije na postaji Blitvenica ugrožene od ribolovnih alata (ribarske mreže i ostavljeni konopi)



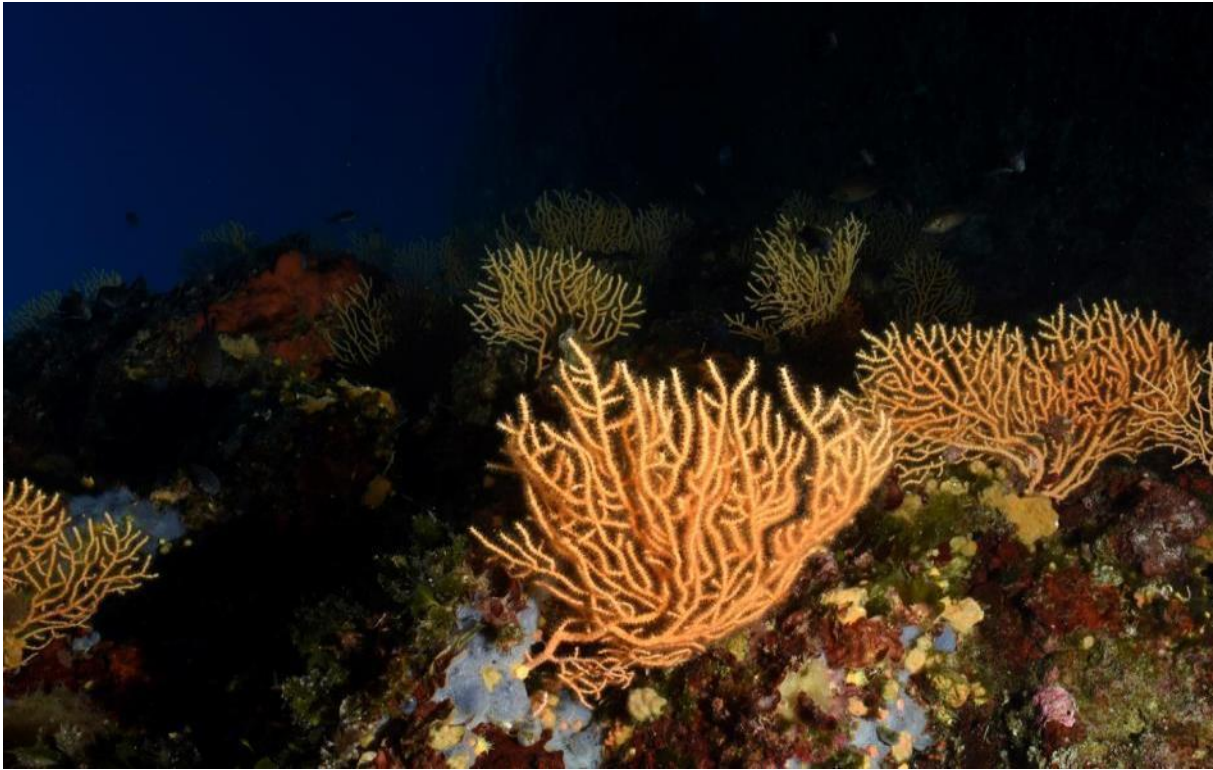
Slika 64. Gerardija *Savalia savaglia* na postaji Vela Sestrica. Dubina 56 metara.

### ***Eunicella cavolini* (Koch, 1887)**

**Opis:** Žuta rožnjača je kolonija polipa s unutarnjim mekim osnim skeletom. Kolonija je razgranata i lepezastog oblika. Polipi su vrlo mali. Osnovna je boja zadruga 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. Grančice kolonije morskog stabalca često prerasta vrsta *Alcyonium coralloides*. Dubina rasprostranjenosti na istraživanim postajama je od 14 do 60 metara (Slika 65).

### ***Eunicella cavolini* - stanje na postajama**

Žuta rožnjača je ugrožena na svim istraživanim postajama. Većinom je to vidljivo kroz nekrozu vršnih dijelova kolonije (Slika 66). Na postajama su utvrđene i uginule kolonije žute



Slika 65. Kolonije žute rožnjače *Eunicella cavolini* na postaji Balun. Dubina 43 metra.



Slika 66. Nova nekroza tkiva na vrhovima kolonije žute rožnjače *Eunicella cavolini* na postaji Mana. Dubina 24 metra.

rožnjače, ali od prijašnjih godina, jer je na njima vidljiv jaki obraštaj na skeletu gorgonije. Za kolonije očiti ne vrijedi „pravilo“ da su kolonije u plićem dijelu (do 20 metara dubine) otpornije na negativan utjecaj povišene temperature mora, jer je ugroženost ove vrste utvrđena na svim dubinama na kojima se rasprostire. S obzirom da se istraživalo i u 10. mjesecu, lako je uočiti novije nekroze tkiva na žutoj gorgoniji (goli skelet vršnih dijelova žute gorgonije).

### **Eunicella singularis (Esper, 1791)**

**Opis:** Bijela gorgonija je kolonija polipa koji izrastaju iz gotovo ravnih grančica raspoređenih u lepezu. 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 u polipima često može biti i zelena. Dosiže visinu do 50 cm. **Stanište:** *Eunicella singularis* naseljava gornje dijelove većih ili manjih stijena na dubinama između 10 i 30 metara. Česta je i



Slika 67. Novija nekroza tkiva na vrhovima kolonije bijele gorgonije *Eunicella singularis* na postaji Rt Markonj. Dubina 18 metara.

na mekom dnu, na kojem se pričvršćuje na manje tvrde ostatke. Dubina rasprostranjenosti na istraživanim postajama je od 8 do 26 metara. 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 stresa gubi simbiotske zooksantele.

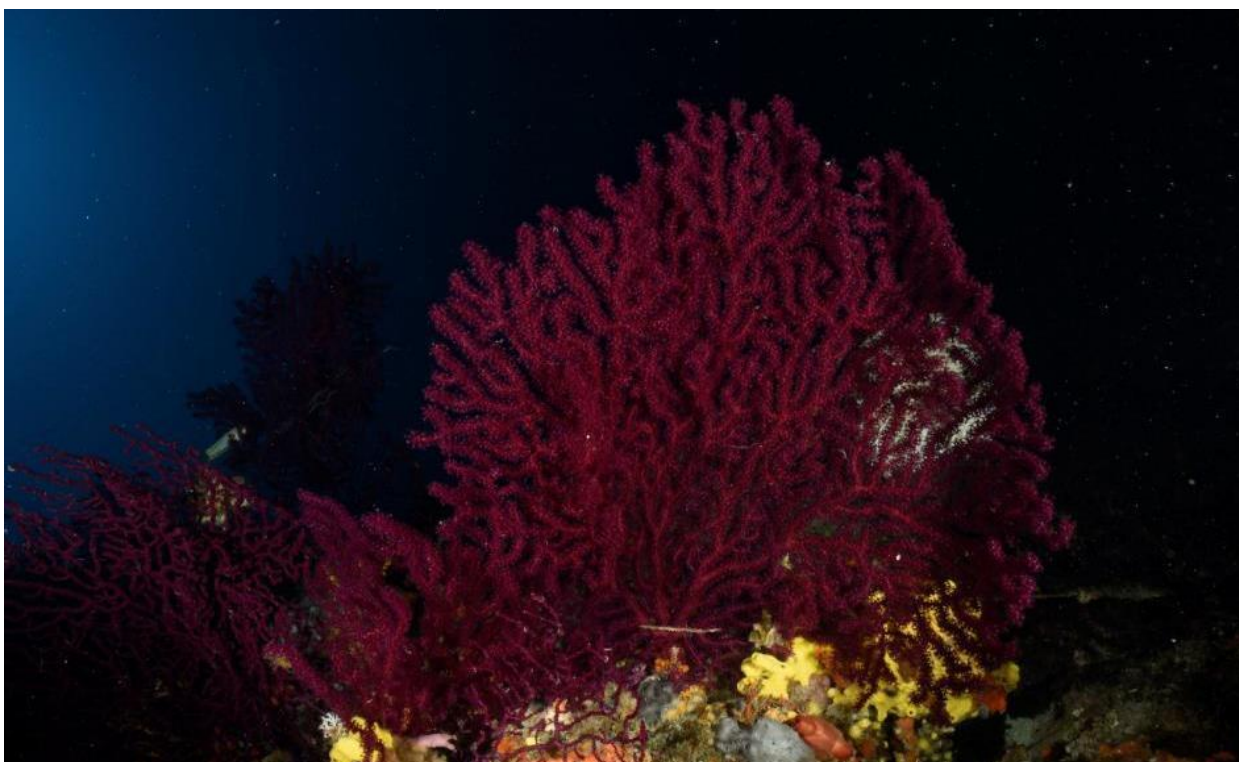
#### *Eunicella singularis* - stanje na postajama

Negativni utjecaji na kolonije bijele gorgonije utvrđeni na svim postajama na kojima je utvrđena ova vrsta. Kod ove vrste dolazi do izbacivanja simbiotskih zooksantela iz polipa kolonija (kao kod simbiotskih kamenih koralja), što je najčešće dokaz temperaturnog šoka. Iako je vrsta poznata po otpornosti na negativne vanjske čimbenike, jer živi pliće od ostalih gorgonija, na svim kolonija je utvrđena nekroza tkiva na vrhovima kolonija kao i kod žute gorgonije (Slika 67). Vrhovi kolonija se ne mogu oporaviti, jer se na njih vrlo brzo (unutar 2 mjeseca) hvata obraštaj (alge, te sesilni beskralješnjaci). Nije utvrđena potpuna smrtnost jedinki niti na jednoj postaji sa bijelim gorgonijama. Povišena temperatura mora je jedini čimbenik koji direktno ugrožava ovu vrstu u Jadranu. Od negativnih antropogenih utjecaja i dalje je najveća ugroženost od bačenih vrša i ribarskih mreža koje su česte na istraživanim postajama.

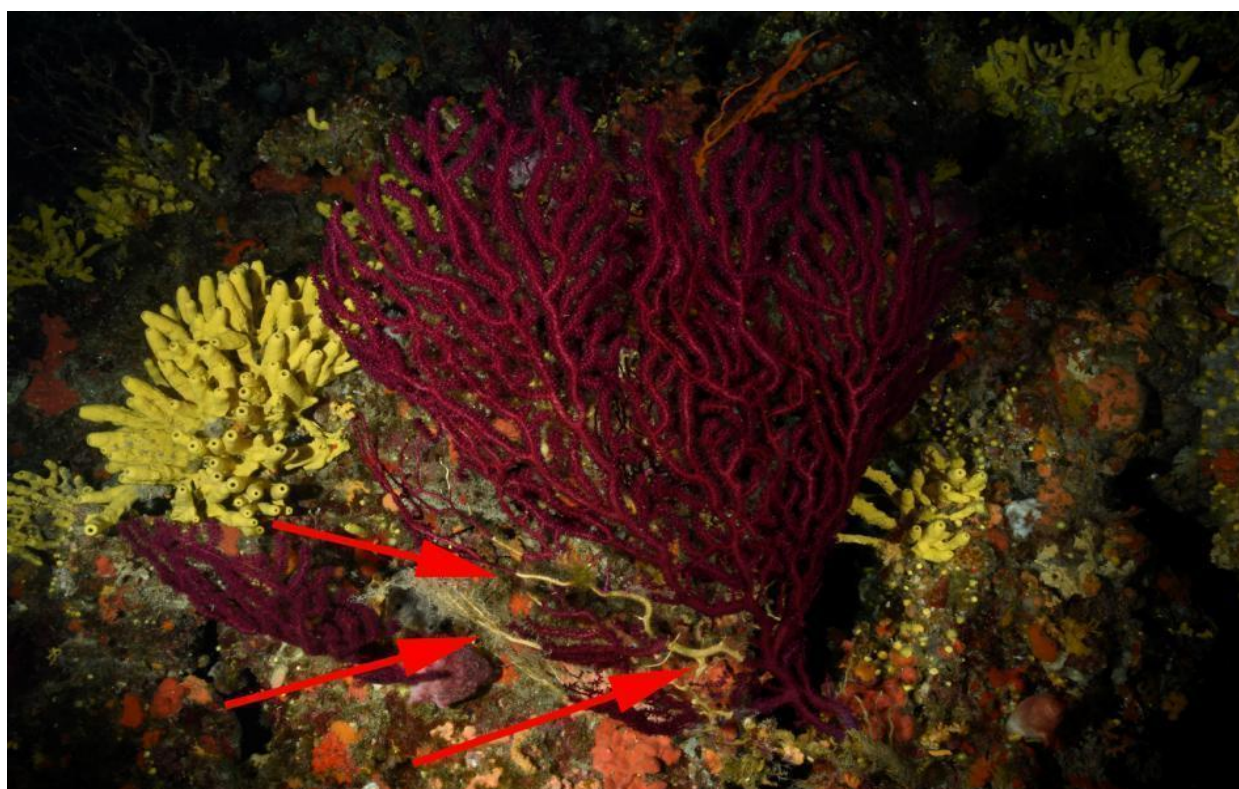
#### *Paramuricea clavata* (Risso, 1826)

**Opis:** Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* tvori velike lepezaste kolonije s jakim središnjim rožnatim skeletom. Kolonije su vrlo razgranate, no obično samo u jednoj ravlini. Polipi su mnogo veći nego u morskih stabalaca iz roda *Eunicella*. Cijela je kolonija grimiznocrvene 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. **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. Zahtijeva nisku sedimentaciju i čisto more. Dubina rasprostranjenosti na istraživanim postajama je od 29 do 62 metra (Slika 68).





Slika 68. Kolonije crvene rožnjače *Paramuricea clavata* na postaji Mana. Dubina 45 metara.



Slika 69. Nekroza tkiva (strelice) na crvenoj rožnjači *Paramuricea clavata* na postaji Mali Ćutin. Dubina 42 metra.

### Paramuricea clavata - stanje na postajama

Kod crvene gorgonije utvrđena je nekroza tkiva na svim postajama, ali na relativno malom broju po postaji (manje od 10% crvenih gorgonija) za razliku od prijašnjih godina. Većina tih oštećenja je novijeg datuma, jer je rožnati skelet gol, bez obraštaja koji nastaje nakon više od godine dana (Slika 69). Nekroza se javlja na cijeloj koloniji (vrhovi, baza i središnji dio). Najvećim dijelom su ugrožene kolonije na pliće dijelu koraligena (do 35 metara dubine). Vrlo je ugrožena ribarskim alatima i ronionicima. Ribarske mreže i konopi utvrđeni su između kolonija na većini istraživanih postaja i predstavljaju veliku opasnost za crvenu gorgoniju.

### Corallium rubrum (Linnaeus, 1758)

**Opis:** Crveni koralj gradi razgranate kolonije s tvrdim unutarnjim rožnatim skeletom i vapnenim skleritima. Organska je kora mutnocrvene boje i u nju su usađeni pojedinačni bijeli polipi. 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 Sredozemlju, a pogotovo u Jadranu, sakupljaju je u velikom broju, te je vrsta ponegdje vrlo rijetka i smatra se ugroženom. U Jadranu je crveni koralj strogo zaštićen. Dubina rasprostranjenosti na istraživanim postajama je od 36 do 62 metra. **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora. Vrlo je ugrožena vrsta i zbog nekontroliranog vađenja.

### Corallium rubrum - stanje na postajama

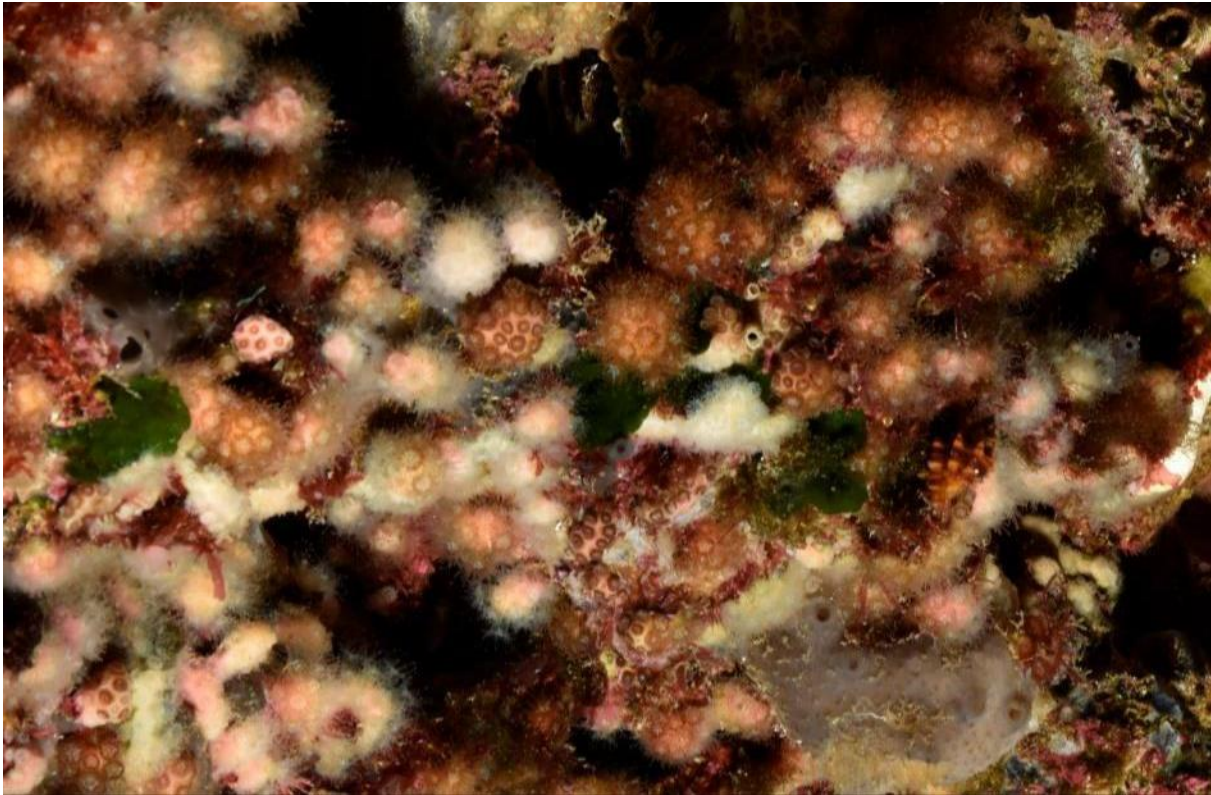
Na istraživanim postajama nisu utvrđeni znakovi vađenja kolonija crvenog koralja tijekom istraživanja 2017. godine. Na postajama je utvrđeno preko 50% kolonija sa zatvorenim polipima, sa nešto manje nekroze tkiva nego prošlih godina, iako je na svim postajama utvrđen utjecaj povišene temperature mora (Slika 70). Najugroženije su kolonije malih visina (3-10 cm), kojih je najviše do dubine od 50 metara. Pliće kolonije (postaje Mežanj i Velika Panitula) su puno osjetljivije na temperaturne anomalije, pogotovo što se na tim dubinama povišena temperaturamora ponekad zadržava i preko dva mjeseca. Dublje postaje s crvenim koraljima su u boljoj „kondiciji“. Na postajama nisu utvrđeni ostavljeni ribarski alati (ribarske mreže).



Slika 70. Kolonije crvenog koralja *Corallium rubrum* na postaji Vela Panitula. Nekroza tkiva vidi se kod stražnjih kolonija.

### ***Madracis pharensis* (Heller, 1868)**

**Opis:** Vrsta *Madracis pharensis* živi u manjim zadrugama. U pojedinoj se zadrugi nalazi oko 10-15 primjeraka koralita (čaški). Ležišta pojedinih polipa udubljena su u vapneneni skelet kolonije. Pojedina zadruga ima promjer od nekoliko cm i oblik malih jastučića. Kolonija je obično prljavobijele boje. Polipi su bijeli ili blijedoružičasti kod kolonija u špiljama, a zelenosmeđi (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 na istraživanim postajama je od 15 do 56 metara. **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora. Kod stresa gubi simbiotske zooxantele (izbjeljivanje ili „bleaching“ koralja).



Slika 71. Izbjeljivanje i nekroza tkiva kod vrste *Madracis pharensis* na postaji Mana.

#### *Madracis pharensis* - stanje na postajama

Ovaj kolonijalni simbiotski kameni koralj pripada među najosjetljivije odabrane vrste indikatore na Jadranu. Tijekom istraživanja na svim postajama s ovim koraljem utvrđeno je izbjeljivanje i nekroza tkiva polipa zbog povišenih temperatura mora. Kod kolonija koje žive na rubovima rupa i polušpilja dolazi do izbacivanja simbiotskih zooksantela (izbjeljivanje koralja), što je dokaz temperaturnog šoka ili dolazi do direktne nekroze tkiva polipa (Slika 71). Posebno su ugrožene kolonija na plićim dubinama od 12 do 25 metara. Na svim istraživanim postajama utvrđeno je oko 25% kolonija s izbjeljivanjem, jedino je na postaji Štit u NP Mljet postotak uginulih kolonija i kolonija s izbijeljenim polipima dosezao 50%. Temperatura mora je kod ove vrste glavni čimbenik ugroze, jer su ostali mogući negativni čimbenici izuzetno mali u zaštićenim područjima (jedino ilegalna ribolovna djelatnost).

**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. 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 smečkaste,



Slika 72. Jedinke vrste *Caryophyllia inornata* na postaji Rt Lenga. Sve jedinke na fotografiji su uginule.

bijele ili ružičaste boje, te mogu narasti do 3 cm. **Stanište:** Vrste roda *Caryophyllia* uglavnom žive u šupljinama i većim rupama, kao i na drugim tvrdim podlogama dubinama od 10 do 500 metara. Dubina rasprostranjenosti na istraživanim postajama je od 6 do 65 metara. **Ugroženost:** Vrlo osjetljiva vrsta na onečišćenja i povišenu temperaturu mora.

### *Caryophyllia inornata* - stanje na postajama

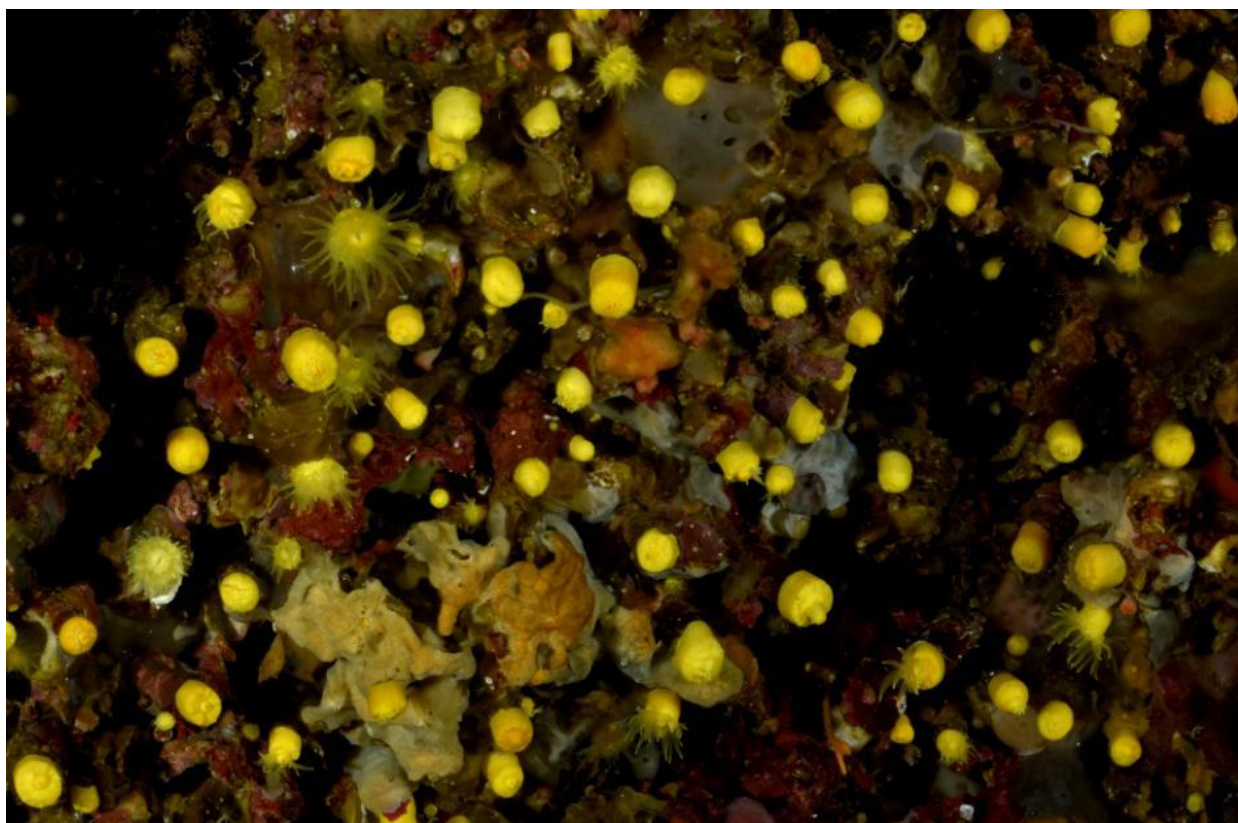
Jedinke crvene čaške ugrožene su na svim istraživanim postajama. Najugroženije su jedinke do 20 metara dubine što se direktno može povezati s temperaturnim anomalijama. Primarno se vide zatvoreni polipi unutar čaške ili kao čaška koralja bez polipa i sa obraštajem na sebi (crvene alge, mahovnjaci) (Slika 72). Kasnije nastaju oštećenja nekrozom polipa i kasnijim uginućem jedinke. Iako je vrlo ugrožena vrsta, smrtnost jedinki ne prelazi 50% populacije na istraživanim postajama.

### *Leptopsammia pruvoti* (Lacase-Duthiers, 1897)

**Opis:** *Leptopsammia pruvoti* je solitaran kameni koralj s polipima boje limuna. 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. Dubina rasprostranjenosti na istraživanim postajama je od 8 do 65 metara. **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.

### *Leptopsammia pruvoti* - stanje na postajama

Slično kao i kod vrste *Caryophyllia inornata*, žuta čaška dijeli sličnu sudbinu s obzirom na temperaturne anomalije i antropogene utjecaje. Također ove dvije vrste dijele staništa (procjepi, manje i veće rupe, polušpilje i špilje) u koraligenu. Negativan utjecaj promjene temperature dokazan je na svim istraživanim postajama na kojima je utvrđena ova vrsta. Vrsta primarno zatvara polipe kod negativnih utjecaja, a zatim stradava zbog nekroze tkiva polipa (Slika 73). Kod snimljenih kvadrata na istraživanim postajama i dalje je vidljiv velik postotak zatvorenih polipa (čak i preko 50%). Iako je u zadnjih desetak godina vidljiv izrazito negativan trend utjecaja temperaturnih anomalija na žutu čašku (povećanja od oko 10% smrtnosti jedinki na istraživanim postajama godišnje), tijekom ovog istraživanja nije bilo većeg mortaliteta ove vrste.



Slika 73. Zatvoreni polipi i nekroza tkiva kod vrste *Leptopsammia pruvoti* na postaji Hrid Macinj.

### *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787)

**Opis:** Jastog je na prvi pogled prepoznatljiva vrsta s vrlo dugim drugim parom ticala. Cijeli glavopršnjak i donji rub zatka posuti su mnogobrojnim trnolikim izraslinama. Oklop je snažan, smeđe-ljubičaste boje sa žutim mrljama, dok su peraje i noge za plivanje modro obrubljene. Antene su sastavljene od prstenova boje rđe. Oči se nalaze na stapkama. Dužina pojedinih jastoga (bez antena) može iznositi i do 50 cm, no prosječni su primjerci dugi oko 30 cm i teški oko 0,5 kilograma. **Stanište:** Jastog je stanovnik cirkalitoralnog pojasa i živi na dubinama od 30 do 70 metara. Naseljava rupe u strmim podvodnim stijenama, stoga je čest uz otoke južnog Jadrana. U sjevernom je Jadranu rijedak. U južnim Jadranu jastog predstavlja najvažniju lovnu vrstu rakova. Glavna su lovišta jastoga oko otoka Lastova, Visa, Mljeta, Korčule i Sušca, no zbog pretjeranog izlova vrsta postaje sve rjeđa. Isto vrijedi i za područje cijelog Sredozemlja. Dubina rasprostranjenosti na istraživanim postajama je od 32 do 66 metara.



Slika 74. Jastog *Palinurus elephas* na postaji Štit. Dubina 46 metara.

#### *Palinurus elephas* - stanje na postajama

Utvrđen je relativno malo jastoga na istraživanim postajama tijekom istraživanja. Ovaj podatak predstavlja prilično veliki problem, s obzirom da je koraligen njihovo stanište, iako je stvarni pokazatelj stanja kod ove vrste. I dalje nije moguće utvrditi da li je riječ o pretjeranom izlovu ili o smanjenju populacije zbog globalnog zagrijavanja mora pa su se jedinke povukle u dublje područje. Vjerojatni razlog rijetkih pojava jastoga je i pretjerani izlov (utvrđene su vrše i ribarske mreže na većini postaja, pa čak i u zonama vrlo stroge zaštite, unutar zaštićenih područja). Drugi veliki razlog za izostanak vrsta su i klimatske promjene i zagrijavanje mora zbog kojih se jastozi spuštaju u dublja područja. Tijekom istraživanja 2019. godine utvrđeno je mnogo više jedinki jastoga nego prošlih godina. Na svim istraživanim postajama utvrđeno je 3 do 8 jedinku jastoga, većinom juvenilnih. Sve jedinke utvrđene su na dubini ispod 40 metara.



### *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797)

**Opis:** Hobotnica ima osam otprilike jednako dugih lovki (krakova) povezanih kožnatom opnom. Na lovkama se nalaze u dva reda i u naizmjeničnom uzorku raspoređene prijanjalke. Tijelo je vrećasto, s pojedinačnim bradavičastim izraslinama, bez rubne peraje i bez unutarnjeg skeleta. Oči su velike i dobro razvijene. Osnovna je boja tijela smeđa, no životinja može mijenjati boju i prilagođavati geometrijske uzorke tijela okolini. Može narasti do dužine od 1 metra. **Stanište:** Hobotnica uglavnom živi na primarno tvrdom dnu gornjeg infralitorala, a zimi i dublje na pješčanom dnu. Tijekom dana skriva se u rupama i raspuklinama stijena, a noću odlazi u lov. Njeno obitavalište često ćemo prepoznati po nakupinama ostataka ljusaka drugih mekušaca koje odlaže pred rupu u kojoj se skriva. Na istraživanim postajama hobotnica je utvrđena u biocenozi fotofilnih alga i koraligenskoj biocenozi između 6 i 36 metara dubine.

### *Octopus vulgaris* - stanje na postajama

Hobotnica je vrsta koja se nekada vrlo često sretala u podmorju istočnog dijela Jadrana. Nije se primjećivao utjecaj povećane temperature mora na ovu vrstu, te je vrlo vjerojatno jedini razlog za smanjenje populacije ove vrste na istraživanim postajama pretjerani izlov (uglavnom vršama). Hobotnice su prilikom istraživanja u 7. i 10. mjesecu utvrđene u koraligenskoj biocenozi na svim postajama, ali u vrlo malom broju (1 - 2 jedinke).

### *Scorpaena scrofa* (Linnaeus, 1758)

**Opis:** Škrpina ima vrlo veliku glavu, gubicu i oči, te zdepasto tijelo. Na glavi se nalazi mnogo kožnatih izraslina, a nekoliko ih izrasta i iz donje čeljusti. Izraslina iznad očiju kraća je nego u škrpuna. Više bodlji na škržnom poklopcu okruženih je otrovnim žlijezdama. Otrovnih je i prvih 12 bodljastih šipčica leđne peraje. Repna je peraja veslastog oblika, a rub je nešto zaobljeniji nego u škrpuna. Cijelo je tijelo ružičasto-crvene boje sa smeđim mrljama i pjegama. Vrlo su rijetki i potpuno žuti primjerci. Škrpina može narasti do dužine od 60 cm i težiti do nekoliko kilograma. U prosjeku je duga oko 30 cm. **Stanište:** Škrpina živi na dubinama od nekoliko metara do 60 metara. Najčešća je između 20 i 40 metara. Nepomično leži pred ulazima u veće ili manje rupe, često u društvu još jedne ili dviju drugih škrpina. Uzorkom tijela vrlo se dobro prilagođava okolišu, stoga ćemo je rijetko spaziti. Budući da se potpuno pouzdaje u svoju

»nevidljivost«, možemo joj se s lakoćom približiti. Vrlo je proždrljiva i lovi druge ribe, mekušce i rakove. Na istraživanim postajama škrpina je utvrđena u koraligenskoj biocenozi između 14 i 60 metara dubine.



Slika 75. Škrpina *Scorpaena scrofa* na postaji rt Sokol. Dubina 38 metara.

#### *Scorpaena scrofa* - stanje na postajama

Populacije škrpina su na istraživanim postajama relativno stabilne, iako su i one pod stalnim pritiskom ribolova (Slika 75). Najviše jedinki utvrđeno je na postajama u zaštićenim područjima (Telašćica, Kornati i Mljet). Većinom su utvrđene na većim dubinama (ispod 25 metara dubine), te na svakoj postaji između tri i šest jedinki. Vrsta ne pokazuje ugroženost zbog globalnih klimatskih promjena.

#### 4.4. Usporedbe sličnosti utvrđenih vrsta koraligenske biocenoze po postajama

Usporedba vrsta koraligena između postaja *Bray-Curtis*-ovim indeksom sličnosti nalaze se u Tablici 4. Postotci prikazuju kolika je sličnost istraživanih postaja ovisno o utvrđenim vrstama koraligena. Najveći postotak pokazuje najveću sličnost utvrđenih vrsta između postaja i obrnuto.

Prema dobivenim statističkim podacima postaje su vrlo pomiješane između sebe što se tiče sličnosti utvrđenih vrsta. To dokazuje kako su vrste koraligenske biocenoze široko rasprostranjene duž cijele istočne strane Jadranskog mora. Najveća sličnost među vrstama utvrđena je između postaja Glavat (kod okoka Lastova) i Rt Sokol (otok Krk) sa čak 95,15% sličnosti. Vrlo visok postotak sličnosti imaju postaje Rt Šilo (otok Krk) i Vanji Škoj (NP Mljet) sa 95,02% sličnosti. Slijede postaje Plić Tenki i Blitvenica (92,56% sličnosti), postaje Mežanj i Rt Markonj (89,53% sličnosti), postaje Pag i Veli Garmenjak (38,98%), te Veli Garmenjak i Vela Sestrica (98,08%) kao jedine postaje koje su najbliže međusobne udaljenosti.

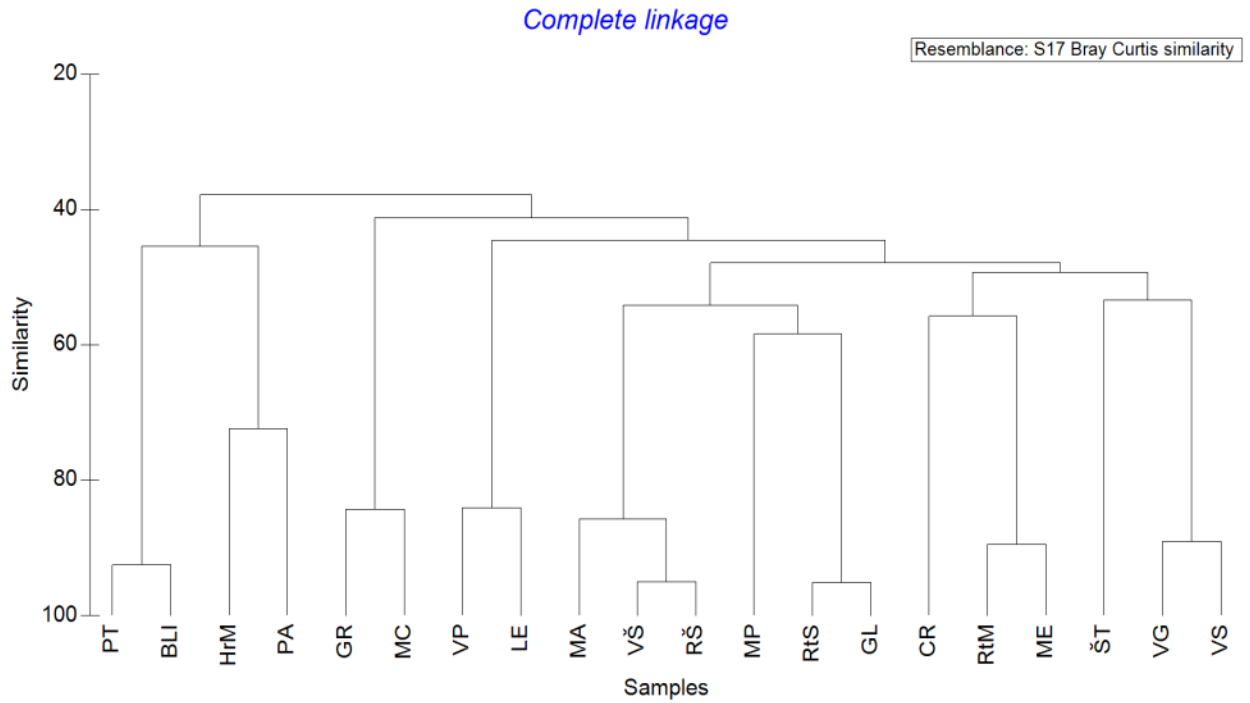
Najmanja sličnost utvrđenih vrsta je između postaja Rt Šilo i Pag (nalazište amfora) sa 37,91% sličnosti vrsta. Manju sličnost imaju i postaje Plić Tenki i Veli Garmenjak (38,00%), postaje Pag i Mana (38,16%), te postaje Pag i Mali Ćutin (39,32%). Kod većine ostalih postaja međusobna sličnost iznosi između 45 i 60% sličnosti utvrđenih vrsta.

Kod utvrđenih vrsta koraligena istraživanih postaja izdvajaju se dvije grupe postaja ovisno o sličnosti vrsta (Slike 76 i 77). Prva grupa uključuje svega nekoliko postaja (Plić tenki, Blitvenica, Hrid Macinj i Pag), a druga grupa uključuje sve ostale istraživane postaje.

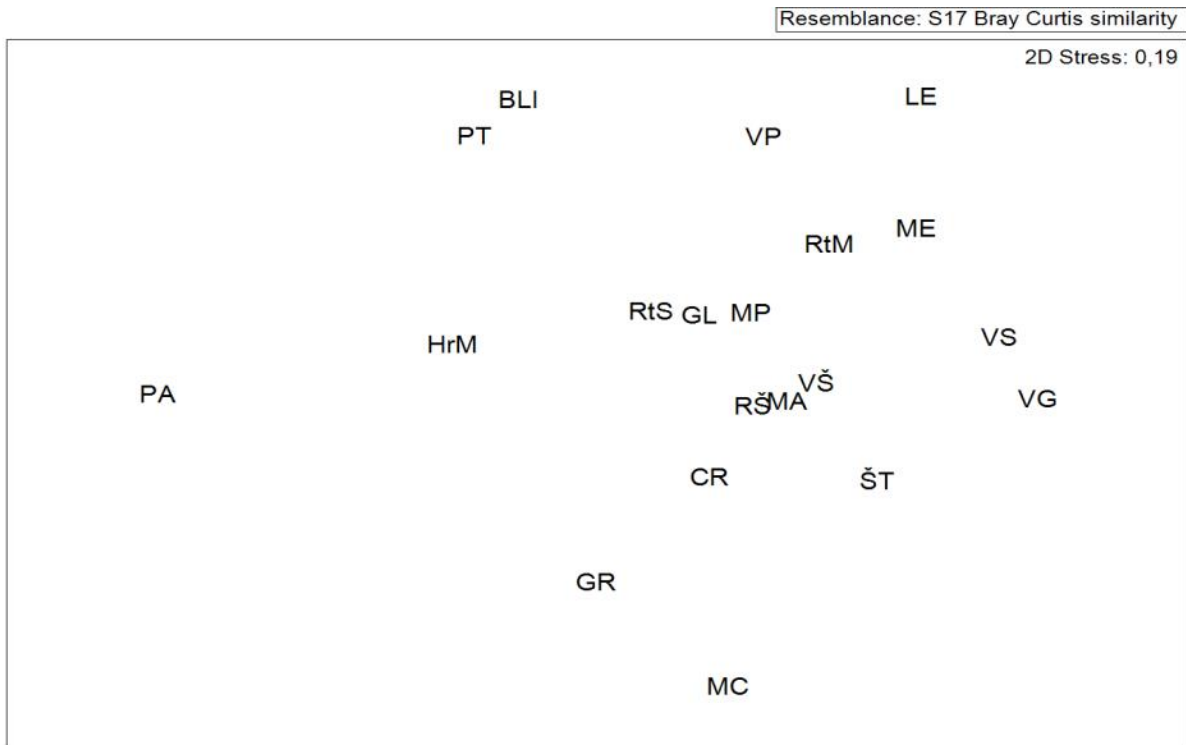
MDS graf pokazuje veliku raspršenost postaja u kojoj se jedino posebno izdvaja postaja Pag (nalazište amfra) kao jedinstveni oblik koraligenske zajednice u Jadranu (Slika 77). Ova postaja zauzima najmanju površinu sa najmanje utvrđenih vrsta, pa je i to jedan od razloga za posebno izdvajanje ove postaje iz ostalih grupa vezanih za sličnost postaja po utvrđenim vrstama. Dva veća grupiranja su postaje Rt Šilo, Mana i Vanji Škoj, te postaje Rt Sokol, Mali Plavnik i Glavat. Grupu tvore i postaje Plić Tenki i Blitvenica. Zanimljivo je da nema posebnog grupiranja postaja zaštićenih područja, osim postaja Veli Garmenjak i Vela Sestrica.

Tablica 4. Usporedba utvrđenih vrsta u koraligenu između postaja Bray-Curtis-ovim indeksom sličnosti.

	V. Garmerijak		V. Sestrice		Mana		V. Panitula		Lenga		Štit		V. Škoj		Hr Macinj		Rt Markonj		Plic Tenki		Rt Sokol		Rt Slezine		Ggur		M. Cutin		M. Plavnik		Rt Silo		Pag		Mežanj		Blitvenica		Glavat	
	VG	VS	VS	MA	VP	LE	ŠT	VŠ	HRM	RHM	PT	RIS	CR	GR	MC	MP	PA	ME	BLU	GL																				
VG																																								
VS	89,076																																							
MA	52,362	57,090																																						
VP	48,842	52,087	50,093																																					
LE	49,224	48,434	44,618	84,100																																				
ŠT	54,000	53,409	55,714	48,956	50,099																																			
VŠ	53,592	56,354	86,261	50,185	52,124	58,201																																		
HRM	43,521	44,851	49,041	48,165	44,175	46,855	47,899																																	
RHM	49,321	49,362	50,199	50,320	48,539	50,202	49,509	52,109																																
PT	39,000	43,458	52,174	48,244	43,672	44,690	49,251	52,078	48,223																															
RIS	48,858	49,785	54,217	52,043	51,701	51,429	56,238	52,632	51,852	50,769																														
CR	51,522	51,868	50,513	48,458	47,907	53,027	54,251	56,186	58,432	46,966	47,962																													
GR	43,902	46,119	51,915	47,140	43,099	53,247	48,637	50,135	49,505	46,409	49,500	50,900																												
MC	44,216	41,247	48,107	45,192	46,429	53,061	48,246	43,429	46,997	42,229	47,493	48,913	84,330																											
MP	49,784	53,061	56,705	52,761	51,183	52,140	55,955	51,537	57,018	48,792	58,407	56,236	51,887	49,132																										
RŠ	52,121	54,685	85,766	48,276	46,586	53,748	95,018	49,123	51,534	50,559	56,495	54,852	51,204	50,000	56,582																									
PA	39,983	39,267	38,164	42,520	43,137	40,887	39,905	72,381	38,506	46,405	43,605	44,444	43,671	39,322	40,761	37,905																								
ME	51,868	52,588	51,262	51,452	50,655	52,860	52,107	47,115	89,532	43,735	48,090	55,760	44,125	43,939	53,305	48,606	41,551																							
BLU	41,363	46,469	53,503	51,142	46,377	46,220	52,301	49,462	46,914	92,562	46,883	45,641	43,968	42,614	48,000	49,782	45,426	48,325																						
GL	51,919	52,229	56,064	54,468	54,709	53,737	59,216	50,990	51,716	46,582	95,150	48,815	50,370	48,958	59,081	58,367	43,553	51,556	48,768																					



Slika 76. Dendrogram sličnosti svih postaja prema svim utvrđenim vrstama u koraligenskih biocenozi.



Slika 77. MDS prikaz grupiranja i udaljenosti postaja prema svim utvrđenim vrstama u koraligenskih biocenozi.

## 5. Rasprava

Izmjerene temperature mora na postajama Cres, Kornati i Mljet tijekom 2019. godine pokazuju manji utjecaj temperaturnih anomalija nego 2017. godine, ali i nižu temperaturu mora na svim mjerenim dubinama nego u razdoblju od 2010. do 2016. godine (Kružić, 2016). Istočni dio Jadranskog mora je tijekom 2019. godine bila je često pod udarom bure koja je miješanjem i strujanjem mora hladila njegove gornje slojeve. Vrijednosti na 30 i 40 metara dubine i dalje su više od prosjeka za 20 stoljeće na tim dubinama (maksimalne vrijednosti 15°C), ali pokazuju ovisnost o meteorološkim uvjetima tijekom ljetnih mjeseci. U odnosu na prijašnja mjerenja, može se reći da su zadnje tri godine bile relativno umjerene što se tiče temperature mora Jadrana.

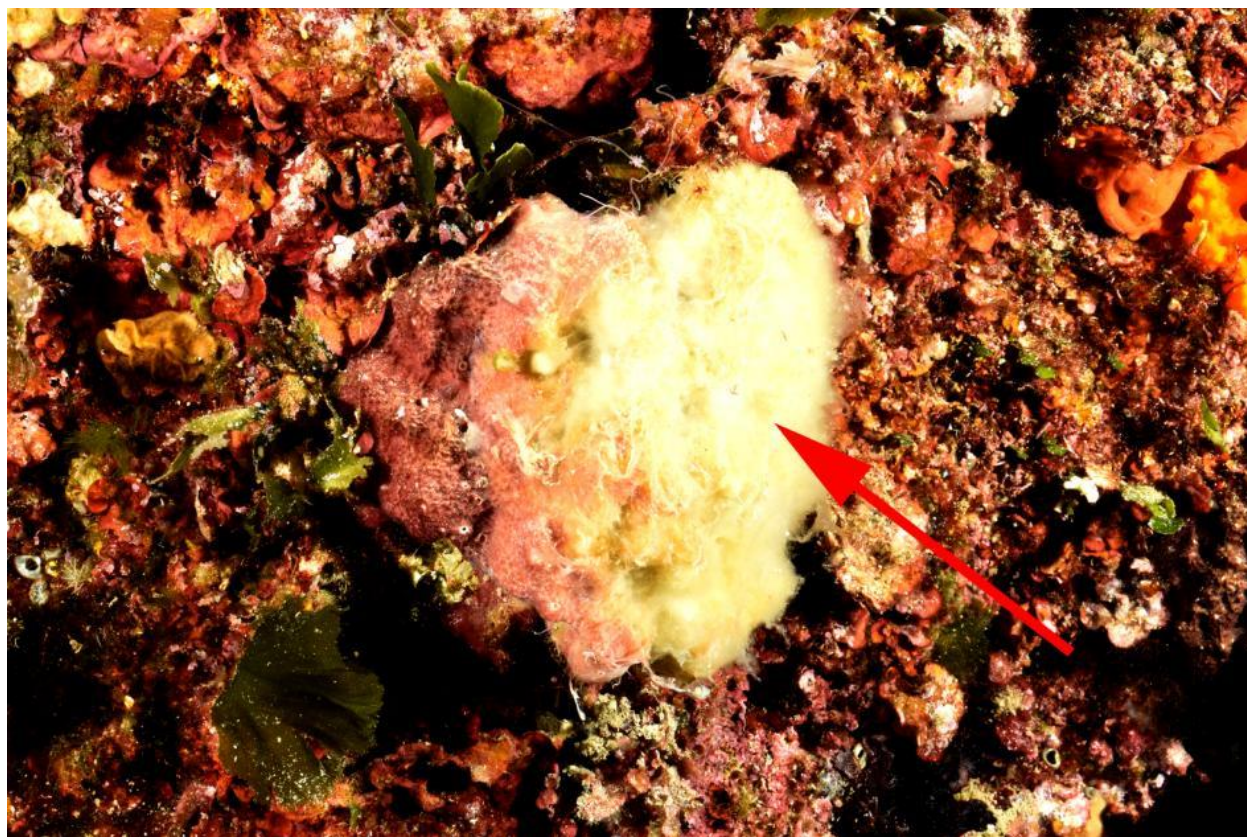
Iako su vrijednosti temperature mora manje nego prije tri godine, ona i dalje povremeno raste i više od 10°C od uobičajene temperature unutar koraligenske biocenoze. Najviše vrijednosti temperature mora na 40 metara, na sve tri mjerene postaje iznosile su i do 24°C, što je gotovo dvostruko od uobičajenog prosjeka za tu dubinu u Jadranskom moru. Posljedice povišene temperature mora često su ugibanje sesilnih morskih vrste. I alge (prvenstveno crvene kalcificirajuće) stradavaju od povišene temperature mora, iako je poprilično teško utvrditi sa sigurnošću pravi uzrok oštećenja i nekroze tkiva algi. Posljednjih godina sve je češće taloženje sluzi kao posljedica cvjetanja mora u kasno proljeće i kasno ljeto. Taloženje alga prisutno je i u koraligenskoj biocenozi, a bakterijskom razgradnjom sluzi stradavaju sve sesilne vrste, a najviše inkrustrirajuće crvene alge, spužve, kameni koralji, gorgonije i mahovnjaci.

Sredozemno more smatra se jednim od glavnih vrućih točaka biološke raznolikosti (kao i koraligenska biocenoza) gdje utjecaj klimatskih promjena zajedno s drugim antropogenim djelovanjem, ostavlja negativne posljedice na pričvršćene bentoske organizme, koji zbog svoje sesilne prirode takav utjecaj ne mogu izbjeći (Bianchi i Morri, 2000; Cerrano i Bevestrello, 2009). Rezultati ovog istraživanja, nažalost, ukazuju na to da ni područje Jadrana nije pošteđeno tih negativnih utjecaja.

Promjene ekoloških čimbenika, prvenstveno temperature mora kroz česte anomalije, glavni su razlog masovne smrtnosti bentoskih organizama koja su zabilježena u posljednjih dvadesetak godina (Garrabou i sur. 2009). No, pored njih, u obzir treba uzeti i antropogene utjecaje poput nepropisnog sidrenja i destruktivnog ribolova, rekreativnog ronjenja, cvjetanja alga, invazivne vrste, te nekontrolirano vađenje i skupljanje morskih organizama koraligenske biocenoze (Bavestrello i sur. 1997; Cerrano i sur. 2000; Coma i sur. 2004; Giuliani i su. 2005;

Linares i sur. 2005; Kružić, 2009, 2016; Cebrian i sur. 2012). Visoke temperature mora (do 24°C) uz duži vremenski period koji može trajati i do 3 mjeseca vrlo je vjerojatni uzrok ugibanja kamenih koralja i gorgonija na istraživanim postajama (Kružić, 2009; 2016). Negativan utjecaj primijećen je kao odumiranje (nekroza) tkiva, a na nekim postajama i kao uginuće jedinki i smanjenje populacije. Promjeneklime u zadnjih 20 godina pokazuje pozitivnu korelaciju između povišenja temperature mora i povećanja nekroze tkiva kod vrsta indikatora koraligenske biocenoze (Kružić, 2016).

Čest je razvoj filamentoznih alga također je utvrđen kao jedan od ključnih pokretača nekroze tkiva i masovne smrtnosti kod koralja, zabilježenih u Jadranskom moru (Kružić, 2009). Kao posljedica cvjetanja mora (zbog filamentoznih makroalga *Acinetospora crinita*, *Chrysonephos lewisii* i *Nematochryopsis marine*) kod ovog istraživanja, utvrđena je nekroza tkiva kod gorgonija i kamenih koralja na svim istraživanim postajama, iako znatno manje nego u zadnjih dvadesetak godina. Cvjetanje mora ugrožava podmorski svijet i utvrđeno je na svim istraživanim postajama, ali još uvijek ne u tolikoj količini da bi to izazvalo veću zabrinutost.



Slika 78. Nekroza tkiva kod spužve *Ircinia* sp. na postaji Mana. Dubina 26 metara.

Nove nekroze tkiva kod spužava, kamenih koralja i gorgonija utvrđeni su i prilikom istraživanja u 2019. godini, ali srećom kao i 2017. godine, u manjoj količini (Slika 78). Većina odabranih vrsta indikatora pokazuju stupnjeve oštećenja populacija vezano za temperaturne anomalije. Najviše su ugroženi kameni koralji *Madracis pharensis* i *Leptopsammia pruvoti*, te gorgonije roda *Eunicella* i *Paramuricea*. Izbjeljivanje polipa kod vrste *Madracis pharensis* utvrđeno je i tijekom ljetnih mjeseci 2019. godine, ali sa manje kolonija koje su pod nekrozom tkiva polipa. Kod žute čaške *Leptopsammia pruvoti* polipi su također bili zatvoreni na nekim postajama i preko 50%, što je znak ugroze, ali nije utvrđena znatnija nekroza tkiva kod ove vrste. Kod vrsta *Eunicella cavollini*, *E. singularis* i *Paramuricea clavata* utvrđene su novije nekroze tkiva (većinom kao nekroza na vrhovima grana ili na cijeloj gorgoniji kao kod crvene gorgonije), ali u manjoj mjeri nego prijašnjih godina.

Populacije crvenog koralja (*Corallium rubrum*) su najviše ugrožene ilegalnim vađenjem, ali sada postoji i problem previsoke temperature mora na dubinama ispod 40 metara. Veliki dio kolonija je sa zatvorenim polipima, što je znak ugroženosti povišenom temperaturom mora. Populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* jedne su od ugroženijih u cijelom Sredozemnom moru, tako da je tijekom ovog istraživanja, posebna pozornost bila usmjerena na ovu vrstu. Crveni koralj rijetko se može naći u plitkim područjima (iznad 40 m dubine) na istraživanim postajama, jer je većina populacija drastično smanjena (Kružić, 2002). Uz klimatske promjene u Sredozemnom moru, budućnost crvenog koralja, pogotovo u plitkim područjima, vrlo je neizvjesna (Kružić, 2009; 2016).

Negativni antropogeni utjecaji (ribarstvo) utvrđeni su na svim istraživanim postajama (ribarske mreže i vrše). Jastog je prelovljen u cijelom Jadranu, a djelomično se i povlači u veće dubine zbog zagrijavanja mora. Srećom u zadnjih godina populacije se oporavljaju, što je dokazano i ovim istraživanjima. Populacije škrpina su i dalje relativno stabilne, bez nekih većih oscilacija.

Na svim istraživanim postajama utvrđena je zelena tropska alga *Caulerpa cylindracea*, na dubinama od 5 do 40 metara (Slika 79). Alga više nije novost za vanjske strnce (prvi put utvrđena prije deset godine na postaji Rt Lenga) i zbog brzog rasta i širenja predstavlja veliku opasnost za sesilne organizme koraligenske biocenoze. Problem je i taj što se alga na istraživanim postajama ne može čistiti zbog gustih naselja ove alge na kamenitoj podlozi (puno se teže čisti nego sa sedimenta). Potrebne su i mjere kako bi se smanjila mogućnost prijenosa





Slika 79. Alga *Caulerpa cylindracea* na postaji Mana. Dubina 26 metara.



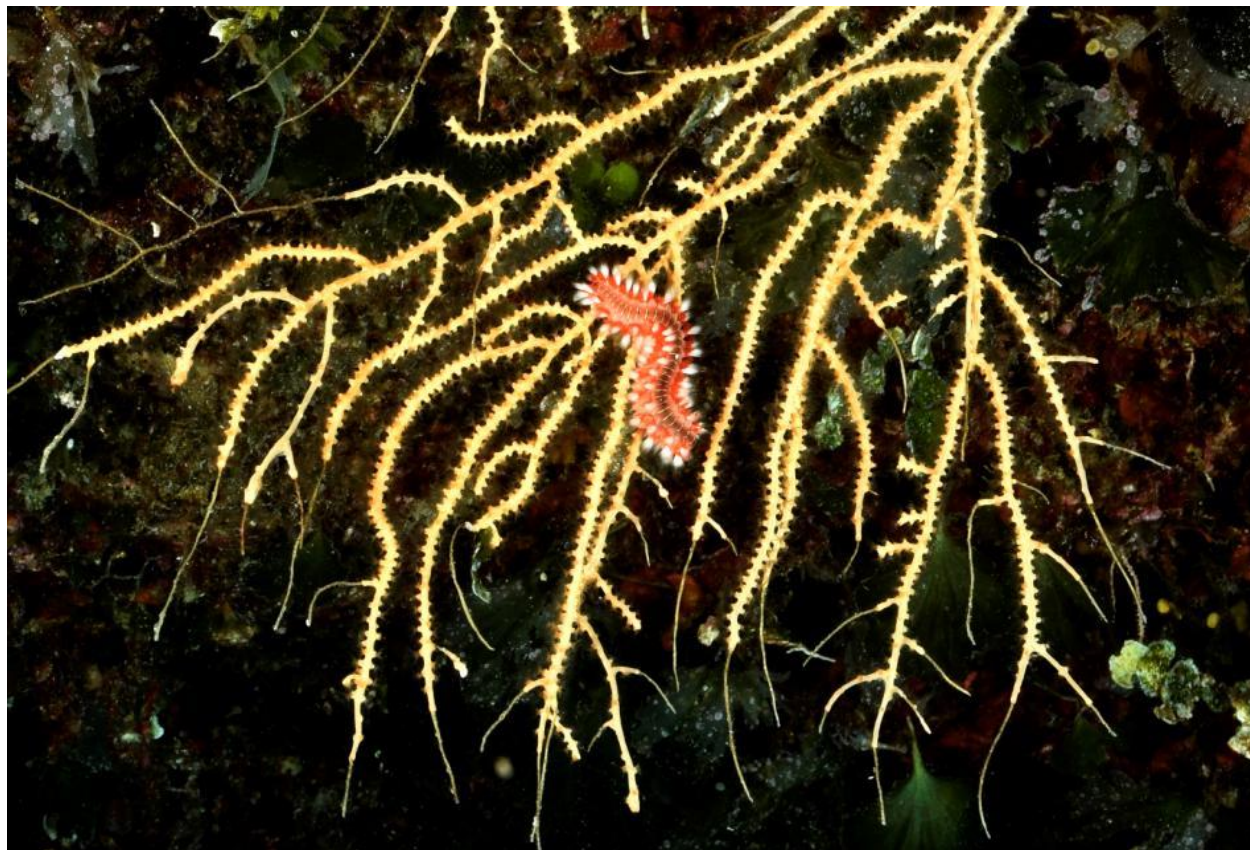
Slika 80. Jedinka papigače *Sparisoma cretense* na postaji Purara.

alge ribolovnim alatima i sidrima (posebno nautičkim brodovima) na nova područja unutar parka.

Od invazivnih vrsta utvrđena je i crvena alga *Womersleyella setacea* na postajama Blitvenica i Vanji Škoj (NP Mljet), te na postajama u NP Kornati i PP Telašćica. Ova alga zbog intenzivnog rasta zauzima velike površine unutar koraligenske biocenoze i „guši“ ostale sesilne organizme (većinom alge).

Plove riba papigača *Sparisoma cretense* predstavljaju i dalje veliki problem za koralje u NP Kornati (Slika 80). Hranjenje papigače morskim beskralješnjacima tipično je za ovu vrstu i jednako je pogubno za koralje kao i u tropskim morima. Populacija papigače se u zadnjih desetak godina utrostručila i njena velika brojnost danas predstavlja opasnost za kamene koralje u Jadranskom moru. Vrste se širi prema sjeveru i danas je uobičajena vrsta na vanjskim otocima unutar PP Telašćice i NP Kornati.

Jedinke mnogočetinaša *Hermodice carunculata* utvrđene su ponovo u većem broju na svim istraživanim postajama u koraligenskoj biocenozi u srednjem i južnom dijelu Jadrana.



Slika 81. Mnogočetinaš *Hermodice carunculata* na žutoj rožnjači na postaji Klobučar. Dubina 28 metara.

U sjevernom dijelu ova vrsta još nije utvrđena. Veći broj jedinki ove vrste predstavlja potencijalnu ugrozu za sesilne vrsta poput gorgonija (Slika 81). Ova vrsta mnogočestinaša postaje sve češća u srednjem Jadranu, a povezuje se s globalnim zagrijavanjem mora.

Prema dobivenim statističkim podacima postaje su vrlo pomiješane što se tiče sličnosti utvrđenih vrsta. To dokazuje kako su vrste koraligenske biocenoze široko rasprostranjene duž cijele istočne strane Jadranskog mora. Odvajanje postaje Pag vjerojatno je zbog manje površine koraligenske biocenoze i manje utvrđenih vrsta. Manja grupiranja postaja dokazuju relativnu uniformnost vrsta koraligena istočnog dijela Jadrana. Postaje unutar NP Mljet ne odskaču po toj uniformnosti, iako na tim postajama nisu utvrđene gorgonije tipične za koraligensku biocenozu Jadrana, *Eunicella cavolini* i *Paramuricea clavata*.

Iako postoji velika prijetnja morskim organizmima (pogotovo sesilnim) zbog globalnih klimatskih promjena (prvenstveno zbog zagrijavanja mora), stanje koraligenske biocenoze u Jadranskom moru i dalje je dobro i zadovoljavajuće. To vrijedi za sve istraživane postaje u ovom radu. Jedan od razloga je i da su istraživane postaje ipak udaljene od većih negativnih antropogenih utjecaja, prvenstveno otpadnih voda. Također su većinom prisutne jake pridnene struje koje čiste istraživana područja. Neke se vrste i dalje uspijevaju oduprijeti negativnim posljedicama klimatskih promjena, bilo da su naseljene na većim dubinama (poput crvene gorgonije) ili da pokazuju djelomičnu tolerantnost na povišene vrijednosti temperature (poput kolonija žute moruzgve).

S obzirom na uzlazni trend negativnih utjecaja na morske organizme zbog globalnih klimatskih promjena, smanjen mortalitet na istraživanim postajama vjerojatno je tek mali „predah“ pred nova zagrijavanja mora u Jadranu i daljnji negativan utjecaj na indikatorske vrsta globalnih klimatskih promjena.

## 6. Zaključak

- Na 20 istraživanih postaja u sakupljenom i obrađenom biološkom materijalu utvrđeno je ukupno 556 vrsta morskih alga i životinja.
- Istraživane postaje su vrlo pomiješane što se tiče sličnosti utvrđenih vrsta, što pokazuje kako su vrste koraligenske biocenoze široko rasprostranjene duž cijele istočne strane Jadranskog mora, te relativnu uniformnost vrsta koraligena.
- Na istraživanim postajama nisu utvrđeni veći negativni antropogeni utjecaji, osim starog ribolovnog alata.
- Temperature mora istraživanih postaja na dubinama od 30 i 40 metara pokazuju visoke ljetne temperaturne anomalije za ove dubine i penju se do 24°C. Utjecaj povišene temperature mora primijećen je na svim istraživanim postajama, ali je bio manji nego prijašnjih godina.
- Primarni uzrok nekroze tkiva istraživanih vrsta posljedica je naglih temperaturnih anomalija, te poremećaja u prehrani.
- Sve je veći pritisak invazivnih vrsta na vrste u koraligenskoj biocenozi. Trenutno su najveći problem invazivne alge *Caulerpa cylindracea*, ali i termofilne vrste, poput ribe *Sparisoma cretense* i mnogočetinaša *Hermodice carunculata*.
- Sve odabrane vrste indikatori pokazuju stupnjeve oštećenja među kojima su najugroženije gorgonije *Eunicela cavolini* i pogotovo *Paramuricea clavata*. Također su ugrožene spužve, kameni koralji i mahovnjaci.
- Populacije crvenog koralja *Corallium rubrum* su najviše ugrožene ilegalnim vađenjem, ali i previsokim temperaturama mora na dubinama ispod 40 metara. Na istraživanim postajama sa ovim koraljem utvrđena je nekroza tkiva kolonija.

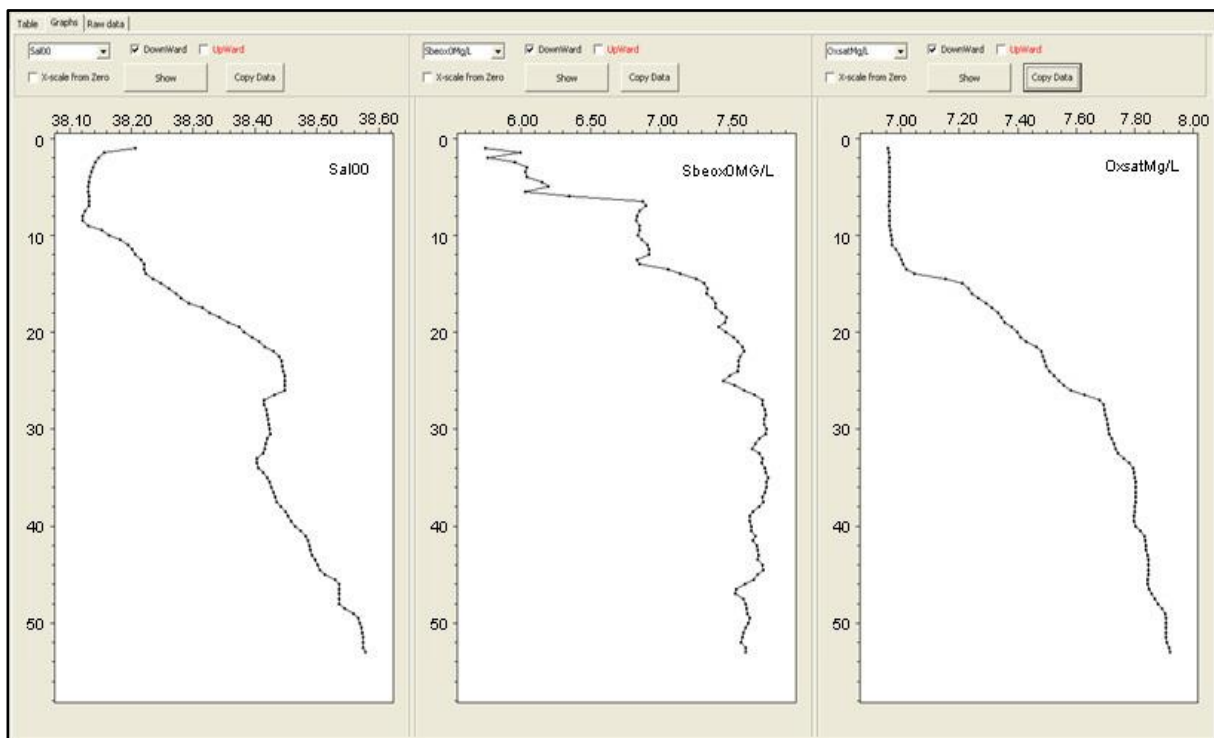
## 7. Literatura

- Aguilar, R. (2004): The Corals of the Mediterranean. *Oceana*, Madrid, 1-86
- Babačić Ajduk, A., Škunca, O. (2011): Ronjenje u najčudesnijem dijelu Sredozemlja. Ronilački vodič podmorjem Šibensko – Kninske županije, Šibenik, 1 – 128.
- Ballesteros, E., (2003): The coralligenous in the Mediterranean sea. 1-74.
- Ballesteros, E., (2006): Mediterranean coralligenous assemblages: A synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. An Annu. Rev.* 44, 123–195.
- Bavestrello, G., Cerrano, C., Zanzi, D., Cattaneo-Vietti, R. (1997): Damage by fishing activities to the gorgonian coral *Paramuricea clavata* in the Ligurian Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 7: 253–262.
- Bianchi, C.N., (1997): Climate change and biological response in the marine benthos. *Atti Associazione Italiana Oceanologia Limnologia*, 1: 3–20.
- Bianchi, C.N., Morri, C. (2000): Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40: 367–376.
- Bianchi, C.N., Morri, C. (2003): Global sea warming and 'tropicalization' of the Mediterranean Sea: Biogeographic and ecological aspects. *Biogeographia*; 24: 319 – 327.
- Bianchi, C.N. (2007): Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 580: 7 – 21.
- Boudouresque, P., (2004): Marine biodiversity in the mediterranean: status of species, populations and communities. *Sci.Rep. Port-Cros Natl. Park* 20, 97–146.
- Calvo, J. C. C. (1995): El Ecosistema Marino Mediterráneo. Guia de su Flora y Fauna. Equipo de Diseño. La Luna de Madrid S.A. 1-797.
- Casellato, S., Stefanon, A., (2008): Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: an overview. *Mar. Ecol.* 29, 321–341.
- Cebrian, E., Linares, C., Marschal, C., Garrabou, J. (2012): Exploring the effects of invasive algae on the persistence of gorgonian populations. *Biol. Invasions*, 14:2647–2656.
- Cerrano, C., Bavestrello, G., Bianchi, C.N., Cattaneo-Vietti, R., Bava, S., Moranti, C., Morri, C., Picco, P., Sara, G., Schiapparelli, S., Siccardi, A., Sponga, F., (2000): A catastrophic mass mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (north western Mediterranean). *Ecology Letters*, 3, 284–293.

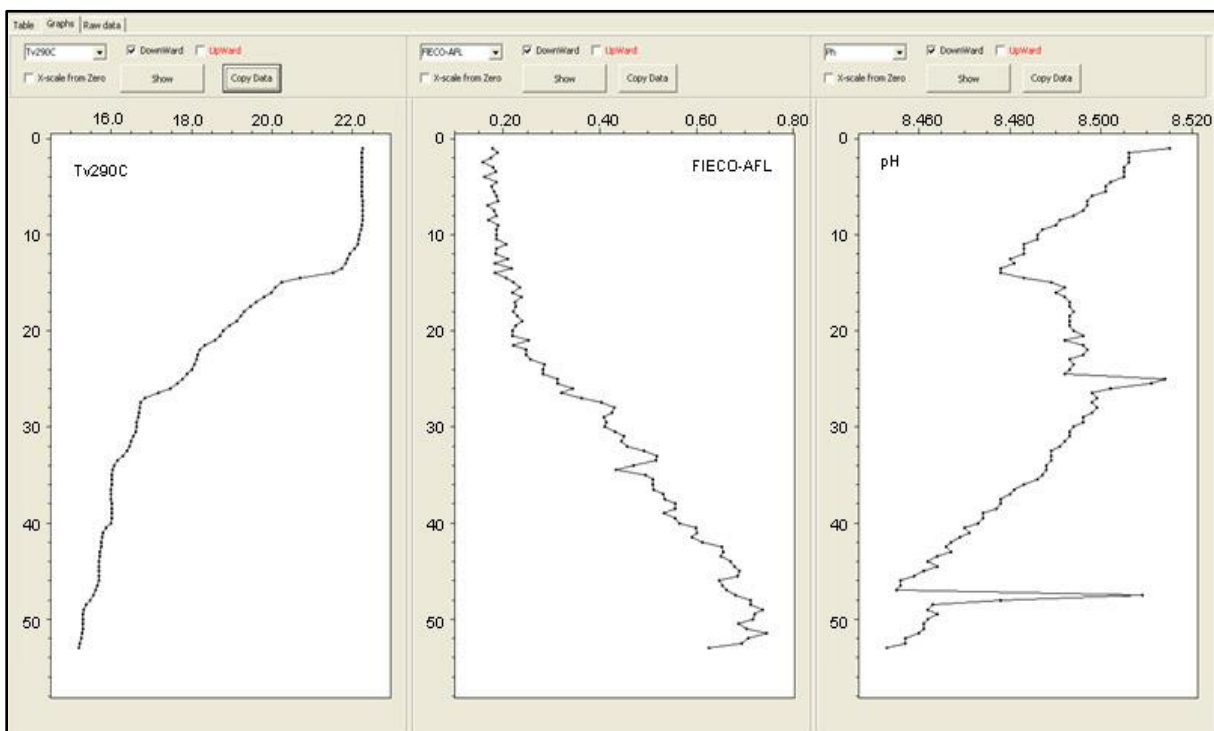
- Cerrano, C., Bavestrello, G. (2009): Massive mortalities and extinctions. U: Wahl, M.(ur.), Marine Hard Bottom Communities. Patterns, Dynamics, Diversity, and Change.Springer-Verlag, Berlin: Ch. 21. *Ecological Studies*, 206: 295–307.
- Cerrano, C., Bavestrello, G. (2009): Massive mortalities and extinctions. U: Wahl, M.(ur.), Marine Hard Bottom Communities. Patterns, Dynamics, Diversity, and Change.Springer-Verlag, Berlin: Ch. 21. *Ecological Studies*, 206: 295–307.
- Coma, R., Pola, E., Ribes, M., Zabala, M. (2004): Long-term assessment of the patterns of mortality of a temperate octocoral in protected and unprotected areas: a contribution to conservation and management needs. *Ecological Applications*14: 1466–1478.
- Daryl, L.,Harvey, D. (2000): Global warming: the hard science. *Prentice Hall*: 336 str.
- Dulčić, J., Grbec, B. (2000): Climate change and Adriatic ichthyofauna. Short communication. *Fish. Oceanogr.* 9 (2): 187-91.
- Garrabou, J., Perez, T., Sartoretto, S., Harmelin, J.-G. (2001) Massmortality event in red coral (*Corallium rubrum*, Cnidaria, Anthozoa,Octocorallia) population in the Provence region (France,NW Mediterranean). *Marine Ecology*; 217, 263–272.
- Garrabou J., Harmelin J.G. (2002): A 20-year study on life-history traits of a harvested long-lived temperature coral in the NW Mediterranean: insight into conservation and management needs. *J. Anim. Ecol.* 71: 966-978.
- Garrabou J., Coma R., Bensoussan N., Bally M., Chevaldonné P., Cigliano M., Diaz D., Harmelin J.G., Gambi M.C., Kersting D.K., Ledoux J.B., Lejeusne C., Linares C., Marschal C., Pérez 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
- Hong, J.S. (1983): Impact of the pollution on the benthic community: environmental impact of the pollution on the benthic coralligenous community in the Gulf of Fos, northwestern Mediterranean. *Bulletin of the Korean Fisheries Society*, 16; 273–290.
- Kružić, P. (2002): Marine fauna of the Mljet National Park (Adriatic Sea, Croatia). 1. Anthozoa. *Natura Croatica*. 11 (3): 265-292.
- Kružić, P. (2007): Anthozoan fauna of Telašćica Nature Park (Adriatic sea, Croatia). *Natura Croatica* 16/4. 233-266.

- Kružić, P. (2009): Kartiranje morskih staništa na vanjskim strmcima NP Kornati - Izvještaj. Biološki odsjek, Sveučilište u Zagrebu, PMF: 59 str.
- Kružić, P., Sršen, P., Beković, L. (2012): The impact of seawater temperature on coral growth parameters of the colonial coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the eastern Adriatic Sea. *Facies*. 58 (4): 477-491.
- 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 (6): 1190-1209
- Laborel, J., (1987): Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Sci. Reports Port-Cros Natl. Park* 13, 97–126.
- Linares, C., Coma, R., Diaz, D., Zabala, M., Hereu, B., Dantart, L. (2005): Immediate and delayed effects of a mass mortality event on a gorgonian population dynamics and benthic community structure in the NW Mediterranean Sea. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*305: 127 – 137.
- Riedl, R. 1991. Fauna e flora del Mediterraneo. Franco Muzzio, Padova: 1-777.
- Schmidt, H. 1972. Prodrömus zu einer Monographie der mediterranen Aktinien. Schweizerbartische Verlagsbuchhandlung. Stuttgart: 1-146.
- Tortonese, E. 1965. Echinodermata. Fauna d'Italia, 6. Calderini, Bologna: 1-419.
- Turk T., (2011): Pod površinom Mediterana. Školska knjiga, d.d., Zagreb. 1-590.
- Weinberg, S. (1993): Découvrir la Méditerranée. Nathan Paris. 1-351.
- Zavodnik, D., Šimunović, A. (1997): Beskralješnjaci morskog dna Jadrana. Svjetlost Sarajevo. 1-217
- Zibrowius, H. (1980): Les Scléactiniaux de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental. *Mé. Inst. Océanogr.* 11. 1-284.

## 8. Prilog

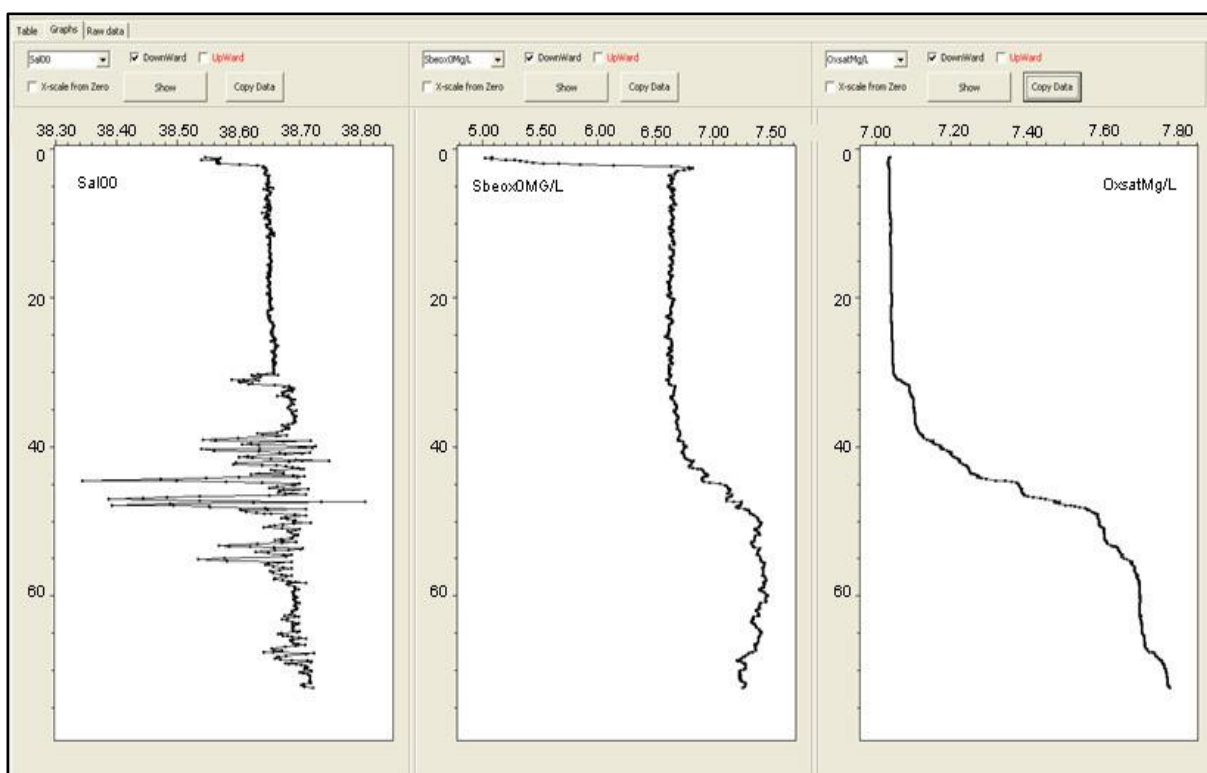


Slika 83. Vrijednosti saliniteta i količine kisika na postaji Cres (9. mjesec 2019. godine).

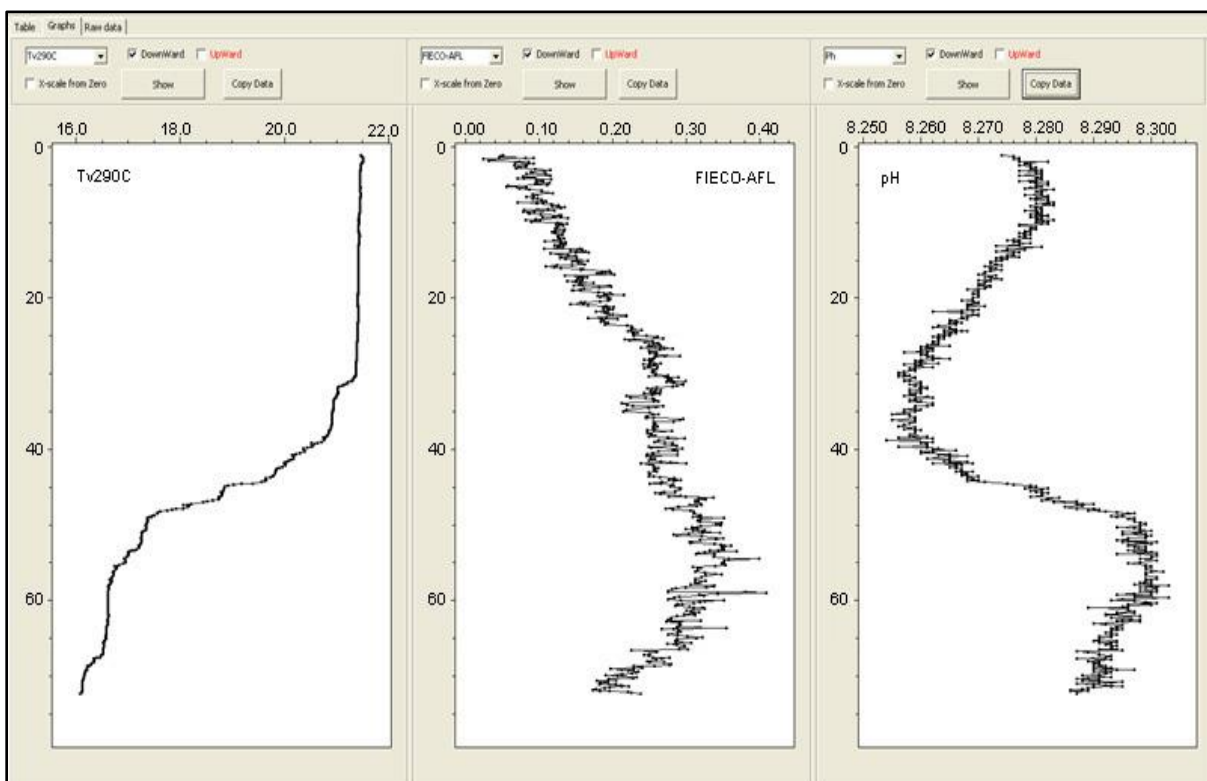


Slika 84. Vrijednosti temperature mora, klorofila i pH na postaji Cres (9. mjesec 2019. godine).

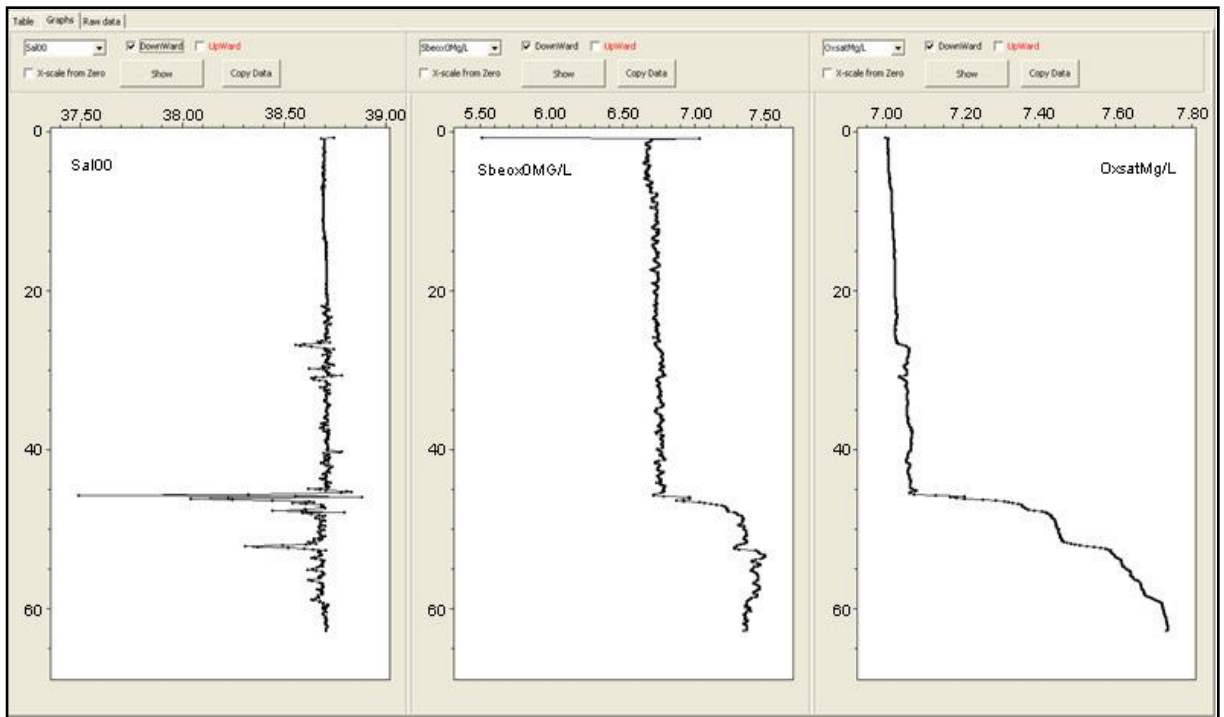




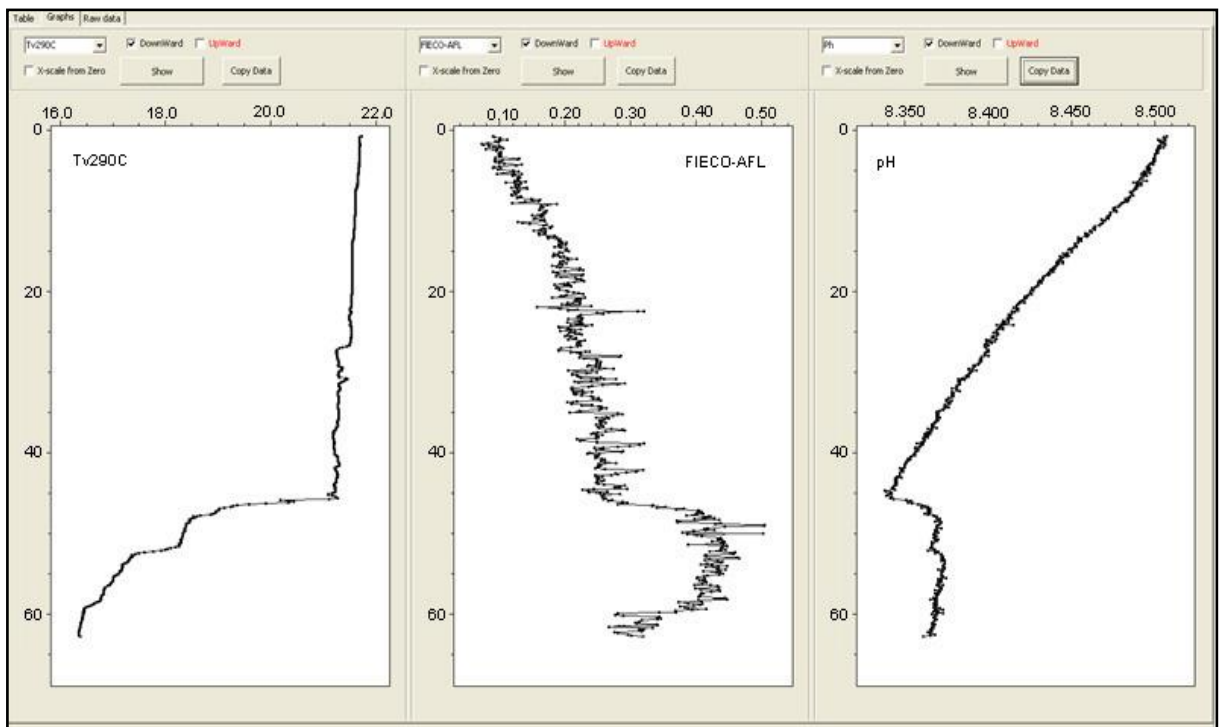
Slika 85. Vrijednosti saliniteta i količine kisika na postaji Kornati (9. mjesec 2019. godine).



Slika 86. Vrijednosti temperature mora, klorofila i pH na postaji Kornati (9. mjesec 2019. godine).



Slika 87. Vrijednosti saliniteta i količine kisika na postaji Mljet (9. mjesec 2019. godine).



Slika 88. Vrijednosti temperature mora, klorofila i pH na postaji Mljet (9. mjesec 2019. godine).