

# Raznolikost kamenih koralja (Anthozoa, Scleractinia) na području Kvarnera

---

**Alač, Iva**

**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:217:921288>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

Iva Alač

Raznolikost kamenih koralja (Anthozoa, Scleractinia) na  
području Kvarnera

Diplomski rad

Zagreb, 2020.

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

## ZAHVALE

Zahvaljujem mentoru, izv. prof. dr. sc. Petru Kružiću na pomoći, suradnji, izdvojenom vremenu i trudu od samog početka upisa na Fakultet pa sve do izrade diplomskog rada. Također zahvaljujem svojoj obitelji i dečku, koji su imali razumijevanja, podržavali me i gurali naprijed na sve moguće načine. Hvala i svim prijateljima i kolegama koji su mi tijekom studija postali prijatelji, koji su bili samnom, uljepšavali mi život i bili mi potpora.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

### Raznolikost kamenih koralja (Anthozoa, Scleractinia) na području Kvarnera

Iva Alač

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Biogeografsko tumačenje faune kamenih koralja Jadranskog mora još se uvijek zasniva na problemima sistematike i nedostatku podataka. Prema podacima iz literature te nedavnih istraživanja, u području Kvarnera pronađeno je i sakupljeno 16 vrsta kamenih koralja s šezdeset i dvije postaje. Pronađene vrste predstavljaju oko 57% dosad ukupno pronađenih kamenih koralja u Jadranskom moru i oko 50% u Sredozemnom moru. Četiri vrste smatraju se endemima Sredozemnog mora. Raznolikost podloge i bentoskih biocenoza značajna je za rasprostranjenost kamenih koralja u području Kvarnera. Velika bioraznolikost koralja na području Kvarnera pod jakim je antropogenim utjecajem te negativnim utjecajem klimatskih promjena i zagrijavanja mora. Tijekom istraživanja kamenih koralja u području Kvarnera utvrđeno intenzivno širenje invazivne alge *Caulerpa cylindracea* Sonder na svim istraživanim postajama. Najviše su ugrožene vrste biocenoze fotofilnih alga poput solitarnog koralja *Balanophyllia europaea* i kolonijalne vrste *Cladocora caespitosa*. Riba papigača *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) utvrđena je na većini istraživanih postaja u južnom dijelu Kvarnera. Sve istraživane vrste pokazuju stupnjeve oštećenja populacija vezano za temperaturne anomalije. Najviše su ugroženi kameni koralji *Cladocora caespitosa*, *Balanophyllia europaea*, *Madracis pharensis* te *Leptopsammia pruvoti*. Utvrđeno je i izbjeljivanje polipa kod vrsta *Cladocora caespitosa*, *Madracis pharensis* i *Balanophyllia europaea* tijekom ljetnih mjeseci 2019. godine. Ovi koralji pokazali su se kao odlične indikatorske vrste na kojima se može provoditi monitoring, jer su izuzetno osjetljive na klimatske i negativne antropogene utjecaje.

Rad sadrži: 61 stranica, 25 slika, 2 tablice, 41 literaturni navod. Jezik izvornika: hrvatski.

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: kameni koralji, Scleractinia, Kvarner, Jadransko more

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

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

Dr. sc. Marija Gligora Uvodić, izv. prof.

Dr. sc. Ana Galov, izv. prof.

Rad prihvaćen:

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

Diversity of scleractinian corals (Anthozoa, Scleractinia) in the Kvarner region

Iva Alač

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Biogeographical interpretation of the Scleractinian fauna of the Adriatic Sea is still based on taxonomical problems and shortage of data. Using data of recent research and previous literature records, sixteen Scleractinian species were recorded and collected in the area of Kvarner Region from 62 stations. Recorded species account for about 57% of Scleractinians known in the Adriatic Sea, and for about 50% of Scleractinians known in the Mediterranean Sea. Four species are considered to be Mediterranean endemics. Heterogeneity of substrates and benthic communities is considerable in the Kvarner Region, with Scleractinians present on most different kinds of substrates and in a wide range of benthic communities. The large biodiversity of corals in the Kvarner area is strongly influenced by anthropogenic influences and the negative impact of climate change and sea warming. During the research of stone corals in the Kvarner area, intensive spread of the invasive alga *Caulerpa cylindracea* found Sonder at all investigated stations. The most endangered species are biocenosis of photophilous algae that lives on corals such as the solitary coral *Balanophyllia europaea* and the colonial species *Cladocora caespitosa*. The parrot fish *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) was found at most of the investigated stations in the southern part of Kvarner. All studied species show degrees of damage to populations related to temperature anomalies. The most endangered are the stone corals *Cladocora caespitosa*, *Balanophyllia europaea*, *Madracis pharensis* and *Leptopsammia pruvoti*. Polyp bleaching was also found in the species *Cladocora caespitosa*, *Madracis pharensis* and *Balanophyllia europaea* during the summer months of 2019. These corals have proven to be excellent indicator species on which monitoring can be carried out, as they are extremely sensitive to climatic and negative anthropogenic influences.

Thesis contains: 61 pages, 25 figures, 2 table, 41 references. Original in: Croatian.

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: stony corals, Scleractinia, Kvarner, Adriatic Sea

Supervisor: Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Reviewers: Dr. sc. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Dr. sc. Marija Gligora Uvodić, Assoc. Prof.

Dr. sc. Ana Galov, Assoc. Prof.

Thesis accepted:

## Sadržaj:

1. UVOD.....	1
1.1 Jadransko more.....	1
1.2 Kvarner i prirodne značajke Kvarnera.....	5
1.2.1. Položaj i klima.....	5
1.2.2. Morsko dno kvarnerskog područja.....	6
1.2.3. Vjetrovi na Kvarneru.....	7
1.2.4. Biocenoze kvarnerskog područja.....	7
2. KORALJI.....	8
2.1. Fiziološke karakteristike koralja.....	8
2.1.1. Građa i funkcija koralja.....	8
2.1.2. Vanjski i unutarnji skelet koralja.....	11
2.1.3. Razmnožavanje i embrionalni razvitak.....	12
2.2. Koralji, koraljni grebeni i simbioza sa zooksantelama.....	13
2.3. Kameni koralji (Scleractinia ili Madreporaria).....	14
3. CILJ RADA.....	15
4. MATERIJALI I METODE.....	15
5. REZULTATI.....	16
5.1. Životne zajednice na području Kvarnera.....	17
5.2. Utvrđene vrste kamenih koralja na području Kvarnera.....	17
5.3. Temperatura mora na području Kvarnera.....	30
5.4. Sličnost istraživanih postaja ovisno o utvrđenim vrstama kamenih koralja na području Kvarnera.....	33
5.5. Usporedba starijih podataka i podataka o vrstama kamenih koralja na području Kvarnera dobivenih ovim istraživanjem.....	35
5.6. Ugroženost vrsta kamenih koralja na području Kvarnera.....	35
6. RASPRAVA.....	39
7. ZAKLJUČAK.....	43
8. LITERATURA.....	44

# 1. Uvod

## 1.1 Jadransko more

Jadransko more je najvjerojatnije dobilo ime po etrušćanskoj koloniji Adrija, koja je bila smještena pokraj ušća rijeke Po koja se nalazi u današnjoj Italiji (More plavo Jadransko, 2014). Ilirska riječ „adur“ u prijevodu znači voda ili more. Kroz povijest je Jadransko more mijenjalo mnoga imena pa se tako na latinskom jeziku zvalo *Mare Hadriaticum* ili *Mare Adriaticum* (Lipovšćak i Lakoš, 2015). Rimljani su ga nazivali *Mare superum* dok je stari hrvatski naziv za Jadransko more bio „Sinje more“(More plavo Jadransko, 2014).

Jadransko more geografski se nalazi između Apeninskog i Balkanskog poluotoka (Bertić i sur., 2005) (Slika 1.). Od Sredozemnog mora odvojeno je Otrantskim vratima i predstavlja njegov najsjeverniji dio. Površina cjelokupnog Jadrana iznosi 138 595 km<sup>2</sup> od čega 54 031 km<sup>2</sup> pripada Hrvatskoj. Širina mu je približno 380, a dužina 700 km. Najveći dio obalne linije (74%) pripada Republici Hrvatskoj (5 835 od 7 911 km). Zapadna obala Jadrana duljine 1272 km pripada Italiji, a tek manji dio obale pripada Albaniji, Crnoj Gori, Grčkoj, Sloveniji i Bosni i Hercegovini.





*Slika 1.* Georafski položaj Jadranskog mora

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adriatic\\_Sea\\_map\\_hr.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adriatic_Sea_map_hr.svg))

S obzirom na različite karakteristike pojedinih dijelova Jadrana, podijeljeno je na 3 zone (Slika 2.): sjeverni, južni i srednji Jadran (Divlja Priroda Hrvatske, 2020). Jabučka kotlina (Srednjejadranska - 272m) čini granicu između sjevernog i srednjeg, a Palagruški prag između srednje i južnog Jadrana. Najdublji je južni Jadran kojeg obilježava Južnojadranska kotlina (1 228m), potom srednji, a najplići je sjeverni Jadran.



*Slika 2.* Podjela Jadranskog mora na sjeverni, srednji i južni Jadran (Jardas i sur., 2008).

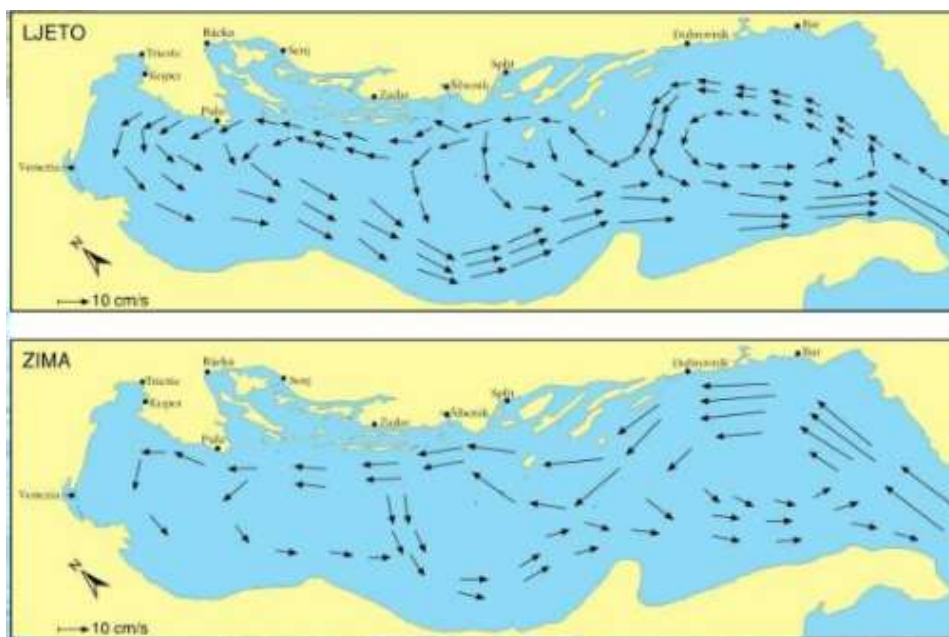
Na život u moru i raspodjelu populacija utječe mnogo čimbenika od kojih su najvažniji: temperatura, salinitet, hranjive tvari, morske struje, itd. (Viličić, 2014).

U sjevernom Jadranu na donos hranjivih tvari uvelike utječe rijeka Po (Degobbis i Gilmartin, 1990) koja utječe i na samu otoplenu organsku tvar (Gašparović i Čosović 2001.) te raspodjelu fitoplanktona (Smodlaka, 1986).

Morske struje su fluktuacije vodenih masa na koje uvelike utječe dubina i hidrogeografske karakteristike. Jadransko more se svrstava u plitka mora, a struje u njemu su slabe te na njih utječu vjetrovi (najvažniji su bura i jugo) i plima i oseka. Gledajući vodeni stupac, slojevi se mogu podijeliti na tri tipa vode: površinski sloj vode, intermedijarni i pridneni. Svaki od tih slojeva ima zasebne struje. Slojevi međusobno utječu jedan na drugog.

U površinskom sloju vode na dubini od 10-40 m je strujanje morske vode ciklonalno. U tom sloju, struje iz Sredozemnog mora ulaze u Jadransko more i gibaju se uzduž istočne obale pa sve do sjeverozapadnog Jadrana gdje dolazi do promjene smjera gibanja struja tako što se struje zakreću uz obalu te se vraćaju uz zapadnu obalu u Sredozemno more (Jardas i sur., 2008) (Slika 3.). Uspoređujući struje uz istočnu i zapadnu obalu, može se zaključiti da su morske struje uz istočnu obalu toplije i sporije (Bertić i sur., 2005).

U intermedijarnom tj. srednjem sloju na dubini od 40 do 400-500 m je ulazno strujanje iz Sredozemnog mora koje prevladava tijekom cijele godine zbog visokog saliniteta dok izlazno



*Slika 3.* Gibanja morskih struja u Jadranskom moru (<https://www.slideserve.com/pules/mjerenje-morskih-struja-i-termohalinih-svojstava-za-potrebe-projektiranja-i>)

strujanje prevladava u pridnom sloju (Jardas i sur., 2008). Za cjelokupnu izmjenu vode u Jadranskom moru, potrebno je oko 3.5 godina (Prvan i sur., 2016).

Salinitet kao jedan od najvažnijih morskih čimbenika utječe i na druge čimbenike kao što su gustoća, osmolarnost i viskoznost. Svojim porastom moru snižava točku ledišta, a točku vrelišta povećava, pa time utječe na živi svijet u moru (Turk, 2011). Usvojim kolebanjima salinitet postiže u jednoj godini dva maksimuma u rujnu i veljači te dva minimuma u travnju i svibnju (jedan) i prosincu i siječnju (drugi) koji nastaju zbog većih dotoka slatke vode rijekama u more (Jardas i sur., 2008).

Usporedivši Jadransko more s drugim morima, ono spada u slanija mora. Prosječni salinitet Jadranskog mora iznosi 38.3‰. Prosječni salinitet južnog Jadrana je 38.43‰ što je više nego salinitet sjevernog Jadrana (37‰) zbog veće evaporacije u južnom Jadraniu i više padalina u sjevernom Jadraniu te utjecaja rijeke Po (Jardas i sur., 2008 i Turk, 2011).

Temperatura i salinitet međusobno utječu jedan na drugog. Kao i salinitet, temperatura ima velik utjecaj na biotičke i abiotičke čimbenike, a samim time i na živi svijet u moru. Ona varira s obzirom na godišnje doba, slojeve mora i hidrogeomorfološke karakteristike. Idući od površine mora prema dnu, temperatura opada. Sezonski se javlja termoklina koja čini naglu temperaturnu razliku između gornjeg i donjeg sloja te je jako izražena tijekom ljeta zbog naglog zagrijavanje površinskog sloja i smanjene turbulencije. U jesenskom periodu započinje hlađenje, pa je termoklina sve slabije izražena, a tijekom zime nestaje hlađenja morske vode i

miješanja morskih slojeva (Divlja Priroda Hrvatske, 2020). Jadransko more spada u topla mora. Površinske temperature variraju od 23 do 25 °C, a u pridnenim slojevima temperature se kreću od 11 do 13°C. Tijekom zime temperatura varira od 14-16°C u površinskim slojevima, a minimalna temperatura je oko 12°C (Lipovšćak i Lakoš, 2015). Tijekom zime u sjevernom Jadranu temperature mora variraju od 6 do 12°C, a u južnom od 13 do 15°C. Tijekom ljeta u sjevernom Jadranu temperatura može doseći i 26°C, dok se u južnom Jadranu temperature kreću između 23 i 24 °C. Općenito gledajući sjeverni Jadran ima veće sezonske varijacije u temperaturi zbog toga što je plitak. (Turk, 2011).

## 1.2. Kvarner i prirodne značajke Kvarnera

### 1.2.1. Položaj i klima

Kvarner je područje RH koje se nalazi u dijelu sjevernog Jadrana, odnosno zauzima prostor između istočnog dijela istarskog poluotoka i vinodolsko-velebidske obale (Slika 4.). Područje obuhvaća Riječki zaljev, Kvarner i Kvarnerić te akvatorij otoka Krka, Cresa, Raba, Lošinja, Suska, Unija i dijela otoka Paga te kanalska područja Velih Vrata, Srednjih Vrata, Vinodolskog kanala, Velebitskog i Rapskog kanala.



*Slika.4.* Zemljopisna karta područja Kvarnera

<https://images.app.goo.gl/8KCzsRJfFTL4cP4X7>

Područje Kvarnera nalazi se na približno 45<sup>0</sup> sjeverne geografske širine i karakterizira ga submediteranska i mediteranska klima s općenito hladnijim vlažnim razdobljima u toku zime i sušim toplijim razdobljem tijekom ljetnih mjeseci.

Na formiranje dna, obala i sastav živog svijeta ovog područja utjecali su hidrogeografski, geološki i geografski čimbenici. Hidrogeografski parametri sezonski variraju i na njihove promjene utječu dotoci slatkih voda, otpadni komunalni ispusti i ispusti industrijskih voda. Dotoci slatkih voda (vrulje i rijeke) su u akvatoriju Kvarnera značajni. To je naročito izraženo u Riječkom zaljevu i Vinodolsko-velebitskom kanalu, što je i dokazano temeljem analiza satelitskih snimaka u infracrvenom dijelu spektra (Horvat i Rubinić, 2006). U proljeće se zbog jačeg dotoka slatkih voda uspostavlja vrtložna cirkulacija koja može izazvati površinsku struju koja prolazi kroz Vela vrata pravcem Kvarner-Riječki zaljev, dok su zimi struje usmjerene od Kvarnerića i Vinodolskog kanala prema Riječkom zaljevu (Ružić, 2014).

Raslojenost vodenog stupca je prisutna tijekom cijele godine, a izraženija je u površinskom sloju (Pijevac, 2008).

Podaci o mjerenju morskih valova, struja, saliniteta i temperatura za područje Kvarnera su oskudni i potječu od istraživanja lokalnog karaktera koja su vezana uz pojedine projekte (Ružić, 2014).

Cijelo Jadransko more karakteriziraju vrlo male amplitude plimnih oscilacija, pa to vrijedi i za cijelo područje Kvarnera.

### **1.2.2. Morsko dno kvarnerskog područja**

Kvarnerski zaljev spada u plića područja Jadranskog mora te mu prosječna dubina iznosi 45-55m.

Od vrsta dna, u kvarnerskom području prevladavaju tri tipa: golo kamenito morsko dno nepokriveno sedimentom, morsko dno prekriveno krupno-zrnatim pjeskovitim do šljunkovitim sedimentom i morsko dno prekriveno sitnozrnatim muljevitim sedimentom.

Kamenite odnosno hridinaste podmorske padine načinjene od karbonarnih stijena nalaze se u plićim priobalnim područjima (Ružić, 2014).

Sitnozrnati muljeviti sedimenti mogu se naći u: Riječkom zaljevu, sjevernom dijelu Kvarnera, Kvarneriću te Vinodolskom i Velebitskom kanalu.

Pjeskoviti sedimenti nalaze su uz južni dio otoka: Krka, Raba i Suska, jugoistočno od otoka Cresa i Lošinja (Juračić i sur., 1999).

Prirodni šljunkovito- pješkoviti žali čine mali dio ukupne duljine obale Kvarnera (Benac i sur., 2007).

### **1.2.3. Vjetrovi na Kvarneru**

Od vjetrova koji pušu u području Kvarnera najzastupljeniji su bura i jugo. Bura je sjeveroistočni vjetar, najučestaliji je i doseže najveću brzinu u podvelebitskom području. Najizraženiji je u zimskom periodu kada doseže brzine od nekoliko desetaka km/h. Za buru je karakteristično da puše na mahove ili refule. Naglo nastaje kada se hladni zrak s planinskog područja obrušava niz primorske planine i spušta u toplija područja nad morem. U području Kvarnera najjači zabilježeni udar bure bio je 248 km/h (Ružić, 2014).

Za razliku od bure, jugo puše postojanom brzinom sa jugoistoka. Razvija se sporo. Karakterizira ga razmjerno topao zrak sa dosta vlage. Pod utjecajem juga na moru se mogu razviti dugački, debeli valovi bez šuma i pjene. Oni su veći i razorniji od valova nastalih pod utjecajem bure. Mogu doseći visinu čak i do 5m. Iako na području Kvarnera najčešće puše jugo umjerene snage, može se naročito u zimskom periodu javiti i jugo olujne snage kada može doseći brzine i preko 100 km/h. Jakom su jugu na sjevernom Jadranu izloženi najviše Kvarner i Kvarnerić te otvoreno more.

### **1.2.4. Biocenoze kvarnerskog područja**

Razvedenost obale i morskog dna uvelike utječe na raznolikost biocenoze kvarnerskog područja. U zoni mediolitorala prevladava hridinasta podloga prekrivena algama, dok se s dubinama pojavljuje od krupno-zrnatog pa sve do pješkovitog dna. Fotofilne alge karakteristične su za zonu gornjeg infralitorala, dok su u zoni donjeg infralitorala zastupljene koraligenske alge te cijela infralitoralna zona ima jako bitnu ulogu, jer se u njoj nalaze staništa i skrovišta za brojne morske organizme. U zoni infralitorala jako važnu ulogu ima i *Posidonia oceanica*, morska cvjetnica koja je najrasprostranjenija i najznačajnija u području Kvarnerskog akvatorija. Zajednice pješkovitog dna prevladavaju u cirkalitoralnoj zoni, a na području Velebitskog kanala mogu se naći biocenoze: fotofilnih algi, polutamnih špilja te koraligenske zajednice (Zavodnik i Crnković, 1992).

## **2. Koralji**

Koralji (razred Anthozoa) su morski organizmi koji spadaju u beskralješnjake (Avertebrata). Svrstani su u carstvo životinja (Animalia), podcarstvo tkivnih životinja (Eumetazoa) i natkoljeno radijalno simetričnih životinja (Radiata). Višestanični su organizmi koji zbog žarnih stanica ili knidocita pripadaju koljenu žarnjaka (Cnidaria), u koje su osim koralja još svrstani i razredi: režnjaka (Scyphozoa), kubomeduza (Cubozoa) i obrubnjaka (Hydrozoa).

Prema taksonomiji i osi simetrije koralji su podijeljeni u dva podrazreda: Zoantharia (Hexacorallia) i Alcyonaria (Octocorallia).

Podrazred Hexacorallia karakterizira šest radijalnih osi simetrije (ili broj simetrija po umnošku broja šest) dok podrazred Octocorallia karakterizira osam radijalnih osi simetrije (ili broj simetrija po umnošku broja osam). Kod nekih vrsta moguć je pentameran ili dekameran raspored radijalnih osi simetrije.

U podrazred Hexacorallia spadaju sljedeći redovi: moruzgve (Actinaria), kameni ili madreporni koralji (Scleractinia ili Madreporaria), draguljarke (Corallimorpharia), crni koralji (Antipatharia) i voskovice (Ceriantharia), dok u podrazred Octocorallia spadaju sljedeći redovi: Stolonifera, Indo-Pacifički plavi koralj (Helioporacea), Telestacea, gorgonije (Gorgonacea) i morska perca (Pennatulacea) (Habdija i sur., 2011).

Razred koralja obuhvaća 150 porodica i oko 6 000 vrsta koje obitavaju u svim oceanima i morima. Od tih 6 000 vrsta, 116 vrsta živi u Jadranskom moru, što je 65% vrsta koje obitavaju u Sredozemnom moru. Sama riječ Anthozoa znači „cvjetajuća životinja“ te potječe od grčke riječi „koreion“ i „alos“ što je ukras, ljepota mora (Milišić, 2009).

### **2.1. Fiziološke karakteristike koralja**

#### **2.1.1. Građa i funkcija koralja**

Koralji su sesilni morski organizmi (Juračić, 2013/2014). Pokretan im je dio tijela koji nije pričvršćen za podlogu, što im omogućuju epitelno-mišićne i gastrodermalno-mišićne stanice. Za razliku od većine ostalih žarnjaka koji imaju polipoidnu generaciju i generaciju meduza, imaju samo polipoidnu generaciju te je s toga osnovna jedinica koralja polip. Mogu živjeti u solitarnom obliku kod kojeg je svaki polip zasebna jedinka ili pak u združnom obliku gdje su svi polipi međusobno povezani i mogu izgrađivati koraljne grebene ili atole.

Polip je na aboralnoj strani pričvršćen za podlogu podnožnom pločom dok mu se na oralnoj strani nalaze ovalno izdužena usta koja su okružena lovkama koje posjeduju brojne osjetilne stanice. Mogu biti grupirane u jedan ili više vjenčića te im služe im za obranu od predatora ili za lov plijena. Prema načinu prehranjivanja, većina koralja može biti svrstana u karnivore. Knidociti (žarne stanice) se nalaze na lovkama i koralji ih koriste za omamljivanje plijena koji unose pomoću lovki u gastrovaskularnu šupljinu gdje započinje ekstracelularna probava. U gastrovaskularnoj šupljini žljezdane stanice luče enzime (lipaze i proteaze) pomoću kojih dolazi do usitnjavanja hrane i njezinog cirkuliranja po gastrovaskularnoj šupljini te započinje fagocitoza, a samim time i intracelularna probava. Nakon probavnja hrane, koralji hranjive tvari međusobno dijele između polipa putem solenija, a neprobavljene ostatke izbacuju van kroz usta. Za ekskreciju metaboličkih produkata nemaju specijalizirane organe, kao ni za disanje, već je tu ulogu preuzela površina (stijenka) tijela.

Red Anthozoa zbog svoje radijalne simetrije ima radijalno raspoređene unutarnje strukture. Stijenka tijela im je građena od tri sloja: epiderme, mezogleje i gastroderme.

**Epidermu** ili vanjski sloj čine: živčane, intersticijalne i epitelno-mišićne stanice. Živčane stanice (bipolarne i multipolarne) formiraju subepidermalnu mrežu živaca.

Intersticijalne stanice su totipotente, formativne i multipotentne te iz njih nastaju spolne, živčane, žljezdane i žarne stanice.

Epitelno-mišićne stanice čine osnovu epiderme. Između njih se nalaze knidociti, odnosno žarne stanice sa knidama ili žarnicama koje pri podražaju izlučuju toksine.

**Mezogleju** ili srednji sloj čini želatinozna tvar koja sadrži ameboidne ili zvjezdaste stanice i multipolarne živčane stanice koje čine drugu difuznu živčanu mrežu koja se kod koralja celularizirala.

**Gastrodermu** (unutrašnji sloj) grade gastrodermalno-mišićne stanice. Sama gastroderma oblaže gastrovaskularnu šupljinu te u nju ulaze dva biča sa mišićnih vlakanca. Neki žarnjaci u gastrodermi sadrže i žarne stanice. Enzimatsko-žljezdane stanice, koje se također nalaze u gastrodermi, u citoplazmi sadrže probavne enzime u mjehurićima koje otpuštaju u gastrovaskularnu šupljinu.

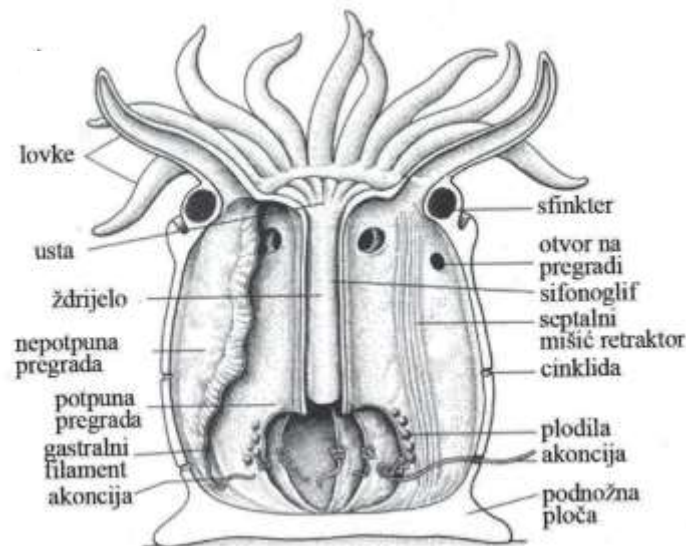
Kod koralja postoje tri tipa žarnih stanica s isto toliko tipova žarnica. Nematociste imaju neurocite koji sadržavaju toksine, spirociste imaju spirocite, a ptihociste ptihocite. Spirociste i ptihociste ne sadrže otrov i od svih žarnjaka imaju ih samo koralji. One sadrže ljepljive cjevčice koje služe za pričvršćivanje na podlogu. Osjetna trepetljika služi za primanje podražaja i smještena je na samom vrhu nematociste koja je prekrivena operkulomom kod



obrubnjaka i režnjaka te je nepokretna i kruta (knidocil), a kod koralja je pokretna (trepetljikavi čunj).

Morfološki gledano (Slika 5.), tijelo koralja je građeno od lovki (tentakula) koji su smješteni oko usta i na usnom polju te se na njima kod mnogih vrsta nalaze perasti izdanci koji se zovu pinule. Oko i spod „korijena“ lovki se nalazi sfinkter. Morska voda struji kroz usta i sifonoglif ili sulkus (trepetljikav žlijeb koji se nalazi na ždrijelu koralja, dok se na suprotnoj strani nalazi asukalna strana) te voda kroz ždrijelo dolazi do gastrovaskularne šupljine. Ždrijelo sadrži žlijezde i trepetljikave stanice i jedini je organ koji nema radijalnu simetriju.

Gastrovaskularna šupljina se nastavlja na ždrijelo te je podijeljena u gastralne džepove pomoću septi ili pregrada (mezentera) koje mogu biti potpune (srasle su sa ždrijelom) ili nepotpune (nisu u potpunosti srasle sa ždrijelom). Septi može biti šest, osam ili umnožak tih brojeva, a to ovisi o radijalnoj simetriji samih koralja. Uzduž septi smješteni su uzdužni mišićni retraktori i gonade koje se razvijaju u gastrodermi te se pomoću njih polip kontrahira. Gastralni, mezenterijalni ili septalni filament, koji sadrži bičaste, žarne stanice i stanice za lučenje probavnih enzima u gastrovaskularnu šupljinu, zapravo je unutarnji rub septe koji viri u gastrovaskularnoj šupljini te bičastim stanicama usmjeravaju strujanje vode sa hranom do stanica koje fagocitiraju. Septalni filament se može produžiti u aknocije tj. končaste tvorbe pri dnu septe (sa žljezdanim i žarnim stanicama) koje u doticaj sa okolnom morskom vodom dolaze preko cinklida (pore na površini tijela koralja).



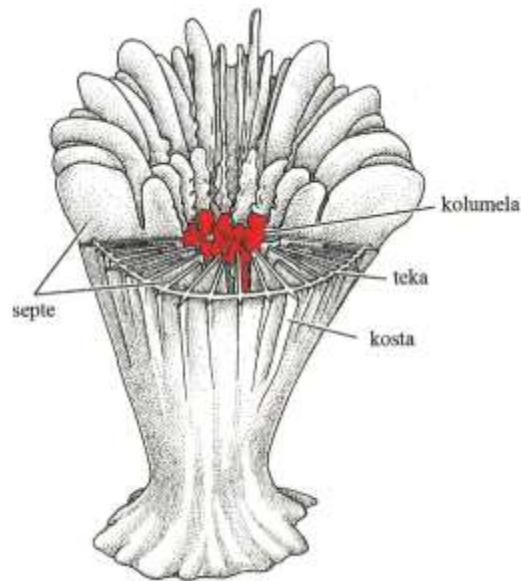
**Slika 5.** Unutarnja građa organa u gastrovaskularnoj šupljini koralja - uzdužni presjek (Habdija i sur., 2011).

### 2.1.2. Vanjski i unutarnji skelet koralja

Koralji mogu živjeti solitarno ili u zajednicama. Skelet pojedinačne jedinke naziva se koralit, dok se skelet koralja koji žive u zadrugama zove koralum. Osnovu zadruga koralja čini mezogleja (drugim imenom nazvana cenenheim) u koju su usađeni polipi. Svaki polip povezan je sa drugim polipima putem solenija (sustav cijevi gastroderme u cenenheimu). Svaki pojedinačni polip koji se nalazi u zadruzi naziva se antokodij. S toga postoji i podjela zadruga koralja prema razgranatosti cenenhima na: nerazgranate, perasto razgranate i žbunasto razgranate zadruga.

Skeleti žaranjaka imaju važnu potpornu i zaštitnu funkciju te se dijele na unutarnje i vanjske skelete. Građeni su od organskih i anorganskih tvari. Epiderma luči vanjski kalcificirani skelet u obliku zaštitne epiteke te „uzima“ kristalizirani oblik kalcijevog karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) (tzv. aragonit kod Octocorallia) iz morske vode za potrebe izgradnje egzoskeleta. Unutarnji skelet tj. endoskelet, za razliku od egzoskeleta, nastaje iz srednjeg želatinoznog sloja (mezogleje ili mezenhima), odnosno iz skleroblasta koji su smješteni u mezenhimu. Oni posjeduju vapnena tjelešca sklerodermite nazvane skleriti. Red Gorgonacea posjeduje sklerite koji su povezani s gorgoninom za potporu cijele zajednice. Za održavanje turgora unutarnje i vanjske strane te stalni oblik polipa koralji posjeduju hidroskelet tj. hidrostatičku gastrovaskularnu šupljine koja im to omogućava.

Kameni koralji (Madreporaria) razvijaju najopsežniji i najsloženiji egzoskelet. Kod solitarnih koralja (Slika. 6.) donji dio polipa je smješten na podnožnoj ploči i stvara osnovnu ploču. Osnovna ploča, točnije rečeno njezina epiderma, izlučuje radijalno raspoređene lamele koje stvaraju nabore pri dnu gastrovaskularne šupljine. Kako epiderma osnovne ploče stvara lamele, tako u isto vrijeme stvara i cilindričan nabor unutar skeleta koralja (cilindar teke) koji se izdiže iz osnovne ploče i ulazi u strukture unutrašnjosti polipa čineći tako cilindrične nabore na epidermi. Teke samom skeletu koralja daju dodatnu čvrstoću i valjkasti (cilindričan) oblik. Radijalno raspoređeni nabori epiderme skupa sa kamenim lamelama čine skleroseptu. Uz teku se kod nekih vrsta koralja može javiti i epiteka, kružni cilindar koji je smješten marginalno. Kameni koralji također imaju i koste tj. radijalno raspoređene septe koje „strše“ s vanjske strane cilindra teke. Iz središnjeg dijela bazalne ploče kod nekih vrsta kamenih koralja epiderma izlučuje i kolumelu, koja je stožastog oblika i zauzima središnji dio koralja.

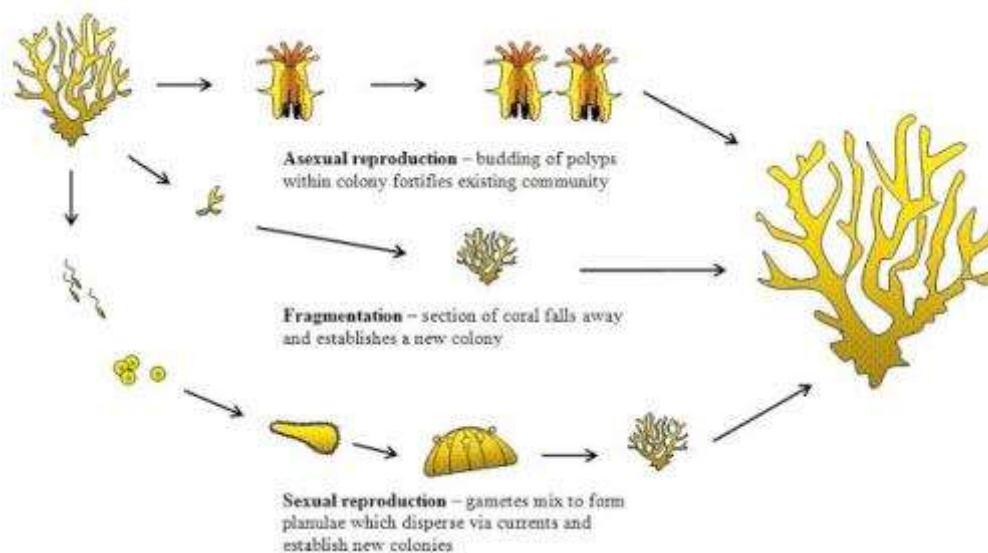


*Slika 6.* Kamena čaška solitarnog kamenog koralja (Habdija i sur., 2011).

Za razliku od solitarnih kamenih koralja, zadružni kameni koralji posjeduju kamenu čašku koja je izgrađena slojevito. U kamenoj čaški nalazi se polip koji izlučuje tabule ili vapnene ploče (poprečne) koje slojevito dijele gastrovaskularnu šupljinu. Kako polip luči tabule u kontinuitetu, tako donji dio epitela polagano odumire i stvara se koraljna slojevita vapnenačka tvorba (Habdija i sur., 2011).

### **2.1.3. Razmnožavanje i embrionalni razvitak**

Koralji se mogu razmnožavati i spolno i nespolno (Slika 7.) i za razliku od ostalih žarnjaka imaju samo polipoidnu generaciju. Kod spolnog razmnožavanja, mogu se razmnožavati kao jednospolci ili kao dvospolci. Jednospolci imaju vanjsku oplodnju, a kod dvospolaca se oplodnja odvija u gastrovaskularnoj šupljini. Kod svih koralja gonade su smještene u septama gastroderme gdje se i razvijaju te nemaju gonodukata. Pošto nemaju gonodukata, gamete kada sazriju dopijevaju u gastrovaskularnu šupljinu i cirkulacijom vode prolaze kroz usta te završavaju u slobodnoj vodi. U slobodnoj vodi (kod dvospolaca se spajaju muška i ženska gameta) se jedanput ili dvaput na godinu razvija planula tj. pokretna ličinka sa trepetljikama. Ona neko vrijeme prvo lebdi u vodi, a potom se spušta i pričvršćuje za dno te prelazi u odrasli stadij.



Slika 7. Spolno i nespolno razmnožavanje koralja (All-species fitness, 2015).

Postoji više načina nespolnog razmnožavanja: pupanje, pedalna laceracija te uzdužno i poprečno dijeljenje (Slika 7.) (Habdija i sur., 2011).

Pupanje se odvija tako da na rubovima ili pak na bazi koralja nastaju malene jedinice koje s vremenom narastu, odvoje se od odrasle jedinice te se pričvrste za novu podlogu (EleganceReef On-line Magazine, 2020).

Pedalna laceracija se događa tako što dolazi do raspada podnožne ploče te iz svakog tog dijela podnožne ploče nastaje druga (nova) jedinka (Habdija i sur., 2011).

Pri uzdužnom dijeljenju matična jedinka se počne uzdužno dijeliti na dvije jedinice koje su prvo manje te potom dosežu veličinu odrasle jedinice. Pri poprečnom dijeljenju nove jedinice nastaju na lovka kao pupovi.

## 2.2. Koralji, koraljni grebeni i simbioza sa zooxantelama

U morskom ekosustavu koralji imaju značajnu ulogu. Oni predstavljaju stanište, sklonište i izvor potrebnih tvari mnogim živim bićima. Scleractinia i Helicoporacea su žarnjaci koji čine osnovu koraljnih grebena te važnu ulogu u izgradnji koraljnih grebena ima njihov vapnenački skelet. Bitnu ulogu u izgradnji koraljnih grebena i održavanju homeostaze cijelo tog „sustava“ imaju i spužve koje posjeduju vapnenački skelet, bakterije te crvene i zelene koraljne alge. Od crvenih algi često su prisutne rodovi *Corallina* i *Lithothamnium*, a od zelenih algi rod *Halimeda* (Habdija i sur., 2011).

Kako u moru ima mnoštvo različitih organizama, postoje i različite vrste mutualističkih odnosa. U Jadranskom i drugim morima iznimno je važan mutualistički odnos između koralja i zooksantela. Zooksantele su dinoflagelati odnosno fotosintetske jednostanične alge koje žive u tkivu koralja (Šolić, 2005).

U tom mutualističkom odnosu koralji pomažu zooksantelama tako što im osiguravaju ugljični (IV) oksid, mineralne soli za fotosintezu (Habdija i sur., 2011) i hranjive tvari te ih koralji štite od predatora. S druge strane zooksantele pomažu koraljima u uklanjanju organskih produkata ekskrecije, u kalcifikaciji koja je bitna za ubrzani rast i formiranje koraljnih grebena. Pomažu im i u sintezi lipida, stvaranju ugljikohidrata te kisika putem fotosinteze. Probleme u simbiozi mogu izazvati različiti uzroci. Neki od njih su: porast temperature mora (Šolić, 2005), nagle promjene temperature, promjene intenziteta svjetla, pojačana sedimentacija te pojava patogena ili teških metala (Perez i sur., 2001). Kada dođe do neke od navedenih promjena, zooksantela napuštaju tkiva koralja, a to uzrokuje njihovu depigmentaciju i na kraju smrt (Šolić, 2005).

### **2.3. Kameni koralji (Scleractinia ili Madreporaria)**

Kameni koralji, kao što je prethodno spomenuto, imaju važnu ulogu u izgradnji koraljnih grebena što im omogućava vapnenački egzoskelet. U morima ima oko 3 600 vrsta kamenih koralja, što ih čini najbrojnijom skupinom koralja. Kameni koralji mogu biti solitarni i zadružni. Od zadružnih kamenih koralja najrasprostranjenija vrsta je *Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) koja i u Jadranskom moru gradi grebenolike zajednice. Drugo ime za *Cladocora caespitosa* je busenasti koralj. *Fungia fungites* (Linnaeus, 1758), *Ballanophyllia* i *Leptopsamnia pruvati* su solitarni kameni koralji koji obitavaju u Jadranskom moru, a najpoznatiji od njih je *Fungia fungites*, drugim imenom nazvana lističava gljivara (Habdija i sur., 2011).

Glavni uzroci smanjenja bioraznolikosti morskog okoliša su onečišćenje otpadnim vodama, globalna promjena klime, invazivne vrste te neracionalno iskorištavanje bioloških dobara. Popisivanje faune morskih staništa u sjevernom dijelu Jadranskog mora je nužno za uspješno planiranje zaštite i za gospodarenje u zaštićenim i nezaštićenim područjima. Biocenoza infralitoralnih alga, koraligenska biocenoza i biocenoza livada morskih cvjetnica su zbog velike biološke raznolikosti, a samim time važne uloge u ekosustavu, najugroženija područja po pitanju antropogenih utjecaja, a posebno mjesto po tom pitanju zauzima turizam. Aktivnosti poput sidrenja brodova, ribolova i ronjenja mogu imati pogubne posljedice na

populacije koralja. Dodatni negativni utjecaji na koralje imaju onečišćenje mora, invazivne vrste te cvjetanje alga u sjevernom Jadranu. Biogeografsko tumačenje faune kamenih koralja Jadranskog mora još se uvijek zasniva na problemima sistematike i nedostatku podataka. Raznolikost podloge i bentoskih zajednica značajna je za rasprostranjenost kamenih koralja u području sjevernog dijela Jadranskog mora. U cilju što boljeg poznavanja faune kamenih koralja na području sjevernog Jadrana, istraživane su vrste i sakupljeni uzorci koralja sa šezdeset i dvije postaje na području Kvarnera. Za utvrđene vrste prikazat će se njihova brojnost i ugroženost. Dobiveni podaci iz ovog rada koristit će se za daljnji monitoring koralja i morskih staništa Kvarnerskog zaljeva, strategiju upravljanja morem, održivo gospodarenje područjem te procjenu mogućih negativnih antropogenih utjecaja.

### **3. Cilj rada**

Ovim diplomskim radom je utvrdili smo raznolikost faune kamenih koralja u podmorju Kvarnera. Posebna pozornost ovog rada usmjerena je na ugrožene i zaštićene vrste kamenih koralja. Uz popis faune koralja, utvrdila se njihova dubinska rasprostranjenost i stupanj ugroženosti vrsta. Istraženi su uzroci negativnih utjecaja poput klimatskih promjena, negativan utjecaj ribarskog alata, onečišćenja mora i pojava invazivnih vrsta (poput invazivne alge *Caulerpa cylindracea*). Uspoređene su istraživane postaje prema sastavu i broju kamenih koralja koji ih naseljavaju.

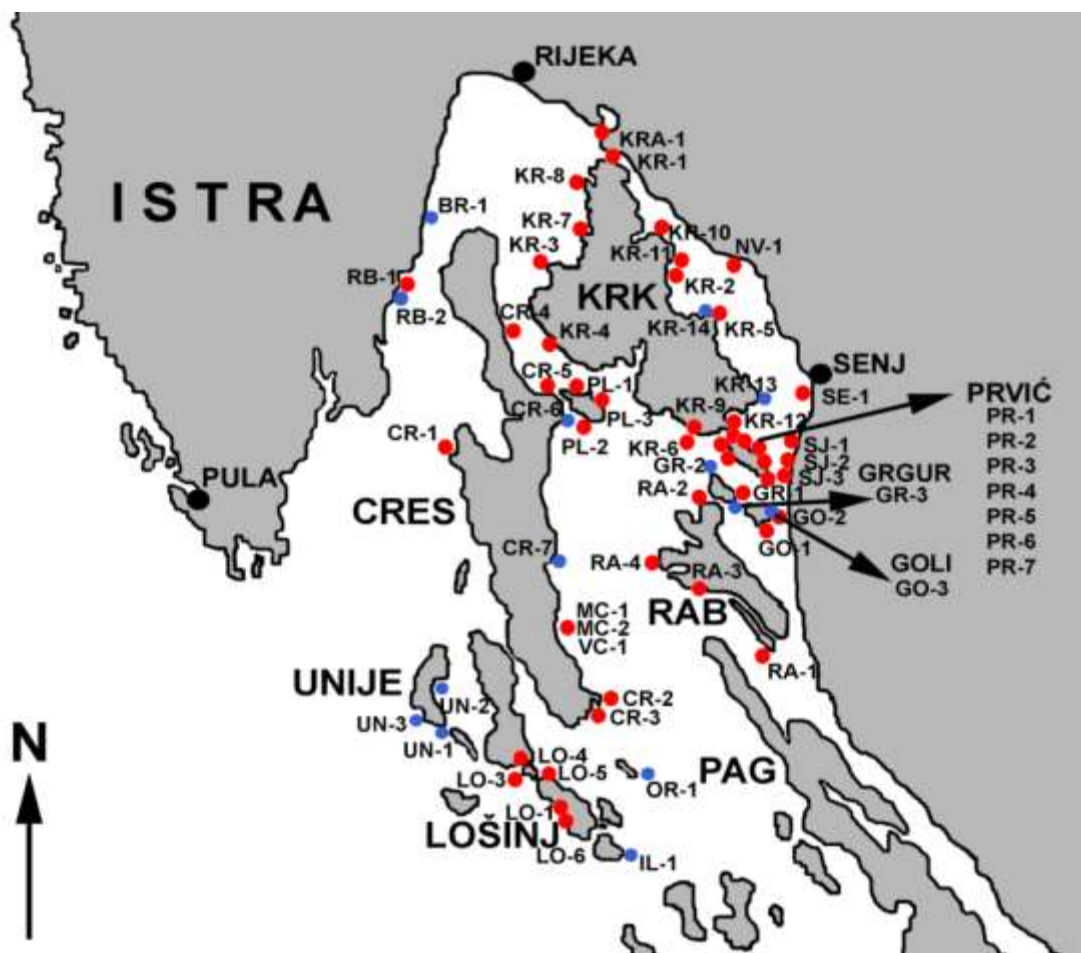
### **4. Materijali i metode**

Terenski dio istraživanja napravljen je ronjenjem s autonomnom ronilačkom opremom na odabranim lokacijama Kvarnerskog zaljeva do 40 metara dubine. Vrste kamenih koralja determinirane su „*in situ*“, a vrste koje nisu determinirane tijekom ronjenja konzervirane su u 75% alkoholu i određene su u Laboratoriju za biologiju mora, na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Određeni su tip i konfiguracija morskog dna, životne zajednice te je procijenjena brojnost (abundancija) pojedine vrsta koralja duž 100 metara transekta (ukupno 200 m<sup>2</sup>) u biocenozi infralitoralnih alga ili 1 m<sup>2</sup> u koraligenskoj biocenozi (polušpilje i rupe) na svakoj istraživanoj postaji. Tijekom istraživanja snimljene su podvodne fotografije utvrđenih vrsta kamenih koralja. Napravljena je excel baza utvrđenih staništa te pripadajuća fauna koralja. Za svaku utvrđenu vrstu koralja upisano je stanje vrste s

obzirom na ugroženost. Također je zabilježena prisutnost invazivne alge *Caulerpa cylindracea*, prisutnost ribolovnog alata (ribarske mreže i vrše), te moguće onečišćenje mora na istraživanim postajama. Analizirana su moguća oštećenja na kamenim koraljima poput nekroze i izbjeljivanje polipa simbiotskih koralja uzrokovane povišenom temperaturom mora. Podaci iz ovog istraživanja (2019. godine) uspoređeni su sa podacima istraživanja u zadnjih 10 godina (između 2008. i 2018. godine), te s literaturnim podacima. *Bray-Curtis*-ov indeks sličnosti postaja ovisno o vrstama kamenih koralja napravljen je u programu Primer 6.0.

## 5. Rezultati

Raznolikost staništa, uključujući špilje i duboke klifove, velika je u priobalnom podmorju Kvarnerskog područja bogatog brojnim otocima. Koristeći podatke nedavnih istraživanja i podatke iz dosadašnje literature, kameni koralji zabilježeni su i prikupljeni na području Kvarnera sa 62 postaje (Slika 8).



**Slika 8.** Karta Kvarnerskog područja s postajama uzorkovanja. Crveno – postaje istraživanja između 2008. i 2018. godine; plavo – postaje istraživanja tijekom 2019. godine.

### 5. 1. Životne zajednice na području Kvarnera

Na istraživanim profilima razvijene su sljedeće životne zajednice:

	<b>Kod po: NKS</b>	<b>Natura 2000</b>
1. Biocenoza supralitoralnih stijena	F.4.2.1.	<b>1170</b>
2. Biocenoza gornjih stijena mediolitorala	G.2.4.1.	<b>1170</b>
3. Biocenoza donjih stijena mediolitorala	G.2.4.2.	<b>1170</b>
4. Biocenoza infralitoralnih šljunaka	G.3.4.1.	<b>1110</b>
5. Biocenoza naselja vrste <i>Posidonia oceanica</i>	G.3.5.1.**	<b>1120*</b>
6. Biocenoza infralitoralnih alga	G.3.6.1.**	<b>1170</b>
7. Biocenoza obalnih detritusnih dna	G.4.2.2.	<b>1110</b>
8. Korali genska biocenoza	G.4.3.1.**	<b>1170</b>
9. Biocenoza polutamnih špilja	G.4.3.2.**	<b>8330</b>

\* - prioritetno stanište - stanište od interesa za cijelu EU; očuvanje takvog staništa zahtjeva određivanje posebno zaštićenih područja prema Direktivi o staništima EU

\*\* - ugrožen i/ili rijetki stanišni tip koji zahtjeva posebne mjere zaštite prema Pravilniku Narodne novine 07/2006

(NKS – Nacionalna klasifikacija staništa NN 07/2006)

Na svim istraživanim postajama utvrđeno je 9 biocenoza, osim na postajama Kraljevica (KRA-1) i Krk (KR-1) gdje nije utvrđena biocenoza polutamnih špilja. Utvrđena je tvrda podloga sa biocenzama supralitoralnih stijena, mediolitorala, infralitoralnih alga, korali genska biocenoza i biocenoza polutamnih špilja, te pomična podloga s biocenzom infralitoralnih šljunaka, naselja naselja vrste *Posidonia oceanica* i obalnih detritusnih dna.

### 5. 2. Utvrđene vrste kamenih koralja na području Kvarnera

Na istraživanim postajama ukupno je utvrđeno 16 vrsta kamenih koralja. Zabilježene vrste čine oko 57% kamenih koralja poznatih u Jadranskom moru i oko 50% poznatih u Sredozemnom moru. Četiri vrste smatraju se mediteranskim endemima (*Ceratotrochus magnaghii*, *Balanophyllia europaea*, *Cladocora caespitosa* i *Madracis pharensis*).

Vrste u ovom radu su posložene abecednim redoslijedom unutar viših svojti.

Porodica CARYOPHYLLIDAE



***Caryophyllia cyathus*** (Ellis & Solander, 1786)

Postaje: BR-1, CR-5, GR-2, 3, IL-1, KRA-1, KR-6, 13, OR-1, PR-3.

Dubina: 48 - 70 m.

Materijal: Jedanaest živih jedinki pričvršćenih na stjenovite padine, na dubini od 48 do 70 m. To je izrazito mala dubina za vrstu *C. cyathus*.

Stanište: Cirkalitoral, obično pričvršćeni na tvrdu podlogu (Zibrowius, 1980).

Napomene: Pax i Müller (1962) te Zibrowius i Grieshaber (1977) su primijetili da su autori iz 19. st. rijetko navodili vrstu *C. cyathus* u popisu faune Jadrana. Pax i Müller (1962) izvijestili su da su u Prirodoslovnom muzeju u Splitu vidjeli primjerak vrste s otoka Šolte, no Zibrowius i Grieshaber (1977) su smatrali te nepotvrđene, stare podatke dvojbenim. Ovdje zabilježeni podaci su prvi pouzdani podaci o vrsti *C. cyathus* u Jadranskom moru.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 6,12 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

***Caryophyllia inornata*** (Duncan, 1878)

Postaje: BR-1, CR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, MC-1, VC-1, GO-1, 2, GR-1, 2, 3, IL-1, KR-1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, LO-1, 3, 5, 6, NV-1, OR-1, PL-1, 2, 3, PR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, RA-1, 2, 3, 4, RB-1, 2, SJ-1, 2, 3, UN-1, 2, 3.

Dubina: 6 - 48 m.

Materijal: Slično kao *C. smithii*, ali čaška ima okrugle obrise. Promjer čaške je do 12 mm, a visina do 15 mm. Koralj je cilindričan.

Stanište: Pričvršćen je na stijene u špiljama, pukotinama ili drugim zaklonjenim mjestima.

Napomene: Predstavlja jednu od najčešćih vrsta kamenih koralja koji se pojavljuju u Jadranskom moru.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 15,26 jedinki

Ugroženost: Najugroženije su jedinke do 20 metara dubine što se direktno može povezati s temperaturnim anomalijama. Oštećenja nastaju nekrozom polipa i kasnijim uginućem jedinke. Iako je vrlo ugrožena vrsta, smrtnost jedinki ne prelazi 50% populacije na istraživanim postajama.

***Caryophyllia smithii*** (Stokes i Broderip, 1828)

Postaje: BR-1, CR-1, 2, 3, 4, 5, MC-1, 2, VC-1, GO-1, 2, GR-2, 3, KR-2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, LO-3, 6, OR-1, PL-1, 2, PR-2, 4, 5, 6, 7, RA-1, 2, 4, RB-1, 2, SJ-1, 2, UN-2, 3.

Dubina: 14 - 86 m.

Materijal: Solitarni subcilindrični kameni koralji vrste *C. smithii*, suženi su u donjem dijelu s izdignutom septom. Pali okružuje kolumelu koja je građena od upletenih lamela ili štapićastih struktura. Koste su dobro razvijene na gornjoj margini teka. Lovke na polipu su dugačke i u potpunosti rastegnute. Osnova čaške je duga do 23 mm, a visina do 50 mm. Ima veliku abudanciju na svim stanicama.

Stanište: Pričvršćeni su za stijene ili školjkaše na dubinama do 86 m (GO-2).

Napomene: Uspoređujući uzorke koji su uzorkovani pomoću grabila, jedinke sa većih dubina (GO-2) su bile krupnije od jedinki prikupljenih sa plićih područja.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 3,18 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

#### ***Ceratotrochus magnaghii* (Cecchini, 1914)**

Postaje: BR-1, CR-1, 5, 7, MC-1, VC-1, GO-2, IL-1, KR-1, 5, 6, 10, PL-2, PR-2, 3, 4, 5, 6, RA-2, SJ-1.

Dubina: 12 - 44 m.

Materijal: Koraliti sa područja Kvarnera mogu doseći visinu do 18 mm s promjerom do 6 mm.

Kolumela im je dobro razvijena, a septa malo izdignuta. Posjeduju zadebljalu teku s lako uočljivim kružnim valovitim dijelom.

Stanište: Pričvršćeni su za stijene i uglavnom se nalaze u pukotinama, na zidovima špilja te na strmim stranama jaraka.

Napomene: Na većini stanica *C. magnaghii* su pronađeni ispod nakupina crvenih vapnenastih algi vrste *Pseudolithophyllum expansum* (Philippi) Lemoine, inače se nalaze u pukotinama.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 2,21 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

***Coenocyathus anthophyllites* (Milne Edwards i Haime, 1848)**

Postaje: BR-1, GR-2, KR-13, OR-1, PR-1, 2.

Dubina: 78 m.

Materijal: Vrsta koja živi u kolonijama. Pronađeno je samo par malih, nepravilnih skupina, ne većih od 6 mm u promjeru i svi su bili mrtvi. Primarno pupaju uglavnom sa bočne strane koralita koji ima prilično usku bazu. Individualni koraliti mogu narasti do 21 mm i imati promjer do 9 mm. Čaške su im skoro pa kružne te dosta duboke i uske, a površina koralja je glatka.

Broj septa varira od 42 do 48 i raspoređene su u 4 kruga. Septe iz prva dva kruga su veće u odnosu na ostale. Nemaju pali. Sakupljeni su samo mrtvi uzorci (bijeli kostur).

Stanište: Uzorci koralja uzorkovani su sa dubljeg cirkalitoralnog dna. U trenutku uzorkovanja već su bili odvojeni od podloge.

Napomene: Na postaji Prvić (PR-1) grabilom su uzorkovani samo mrtvi uzorci sa muljevitog grubog pijeska sa dubine od 78 m. Pax i Müller (1962) referirali su se na stare zapise iz literature o vrsti *C. Anthophyllites*, ali uz postojeće dokaze, nisu je poznavali. U skladu s tim, Zibrowius i Grieshaber (1977) su također sumnjali u postojanje ove vrste koralja u Jadranskom moru, čije je postojanje konačno potvrđeno ovim nalazima.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 200 m<sup>2</sup>): Nepoznato.

Ugroženost: Nepoznata.

***Hoplangia durothrix* (Gosse, 1860)**

Postaje: BR-1, CR-2, 3, 4, 5, 6, 7, MC-1, VC-1, GO-1, 2, GR-1, 2, 3, IL-1, KR-1, 3, 5, 7, 10, 12, 13, 14, LO-3, 6, OR-1, PL-1, 3, PR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, RA-1, 2, 3, 4, RB-1, SJ-1, UN-2, 3.

Dubina: 6 - 38 m.

Materijal: Vrsta kamenog koralja koja živi u kolonijama te formira male skupine. Koste su im dobro razvijene i strše prema gore. Koralit je cilindričan promjera do 5 mm i visine 10 mm. Ne posjeduju pali ni kolumelu, septa je malo izdignuta.

Stanište: Pričvršćeni su za stijene u špiljama i pukotinama te se obično nalaze na sjenovitim ili tamnim mjestima.

Napomene: Na postajama PL-1, 3 i SJ-1 kolonije su pronađene ispod nakupina crvenih algi *Pseudolithophyllum expansum* (Philippi) Lemoine.

Prosječna brojnost kolonija na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 7,56 kolonija

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.



*Slika 9.* Koralj *Hoplangia durothrix* sa postaje BR-1.

***Paracyathus pulchellus*** (Philippi, 1842)

Postaje: BR-1, IL-1, KR-13, 14, OR-1, PL-2, PR-1, 2.

Dubina: 45 - 78 m.

Materijal: Oblika su obrnutog stošca sa uskom osnovicom. Čaška je eliptičnog do kružnog oblika. Septa je izdužena s fino granuliranom površinom. Pali i kolumela su dobro razvijene. Kosta je razvijena prema gornjoj margini teke. Visina uzoraka s može doseći do 20 mm, a promjer do 15 mm.

Stanište: Špilje, pukotine i druga zaklonjena mjesta.

Napomene: Mrtvi uzorci sa stanice Prvić (PR-1) uzorkovani su sa grabilom sa muljevitog pijeska.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 3,17 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

***Phyllangia americana mouchezii*** (Lacaze-Duthiers, 1897)

Postaje: BR-1, CR-1, 4, 5, 7, MC-1, GO-2, GR-2, 3, KR-6, 10, 12, LO-6, OR-1, PL-3, PR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, RA-2, RB-2, SJ-1,2, 3, UN-3.

Dubina: 22 - 45 m.

Materijal: Vrsta koja živi u kolonijama te formira skupine ekstratentakularnim pupanjem. Imaju kružan obris čaške i izduženu septu. Teku ima dosta izražene koste. Boja polipa varira od prozirno-bijele do ružičaste. Uzorkovane su žive kolonije sa ulaza pukotine. Promjer kolonije bio je do 15 cm, a promjer čaške do 10 mm.

Stanište: Tvrdo dno u zaklonjenim nišama.

Napomene: Zibrowius (1980) je smatrao *P. mouchezii* termofilnom vrstom neuobičajenom u hladnijim dijelovima Mediterana. Na stanici SJ-2 temperatura mora je bila samo 9 °C.

Prosječna brojnost kolonija na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 4,36 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

***Polycyathus muelleriae*** (Abel, 1959)

Postaje: CR-4, 5, MC-1, VC-1, GR-3, IL-1, KR-1, 5, 7, 14, PL-1, 2, PR-1, 2, 4, 5, 6, 7, RB-2, SJ-1, 2, 3.

Dubina: 12 - 19 m.

Materijali: Vrsta koja živi u kolonijama te formira male skupine. Ima dobro razvijen pali i kolumelu. Najveća visina uzoraka nađenih u Kvarneru bila je 22 mm, s promjerom čaške do 6 mm.

Stanište: Špilje i pukotine.

Napomene: Jedinke su bile inkrustrirane sa crvenim algama.

Prosječna brojnost kolonija na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 3,78 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

***Thalamophyllia gastii*** (Döderlein, 1913)

Postaje: PL-3, PR-2, 4, 5.

Dubina: 27 - 47 m.

Materijal: Tvori male busenaste kolonije. Koralliti su visine do 70 mm, a promjer čaške do 6 mm sa izdignutom septom. Nemaju kolumelu ni pali, a polipi su prozirno-bijeli.

Stanište: Špilje i procjepi.

Napomene: Na stanici PR-2, u procjepu je pronađena mala kolonija na dubini od 38 m povezana s crvenim algama vrste *Pseudolithophyllum expansum* (Philippi) Lemoine.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 6,23 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

## Porodica DENDROPHYLLIIDAE

***Balanophyllia europaea*** (Risso, 1826) (Slika 10.)

Postaje: BR-1, CR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, MC-1, 2, VC-1, GO-1, 2, GR-1, 2, 3, IL-1, KR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, LO-1, 3, 4, 5, 6, OR-1, PL-1, 3, PR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, RA-1, 2, 4, RB-1, 2, SJ-1, 2, 3, UN-1, 2, 3.

Dubina: 1.5 - 32 m.

Materijal: Solitarni koralj koji živi u simbiozi sa zooksantelama. Kod mlađih jedinki čaška je kružna dok je kod odraslih jedinki manje-više zbijena. Najveća visina uzoraka nađenih u Kvarneru je 30 mm, s promjerom čaške do 36 mm.

Septa je malo izdužena, a boja polipa je prozirno-zelena do žuta.

Stanište: Tvrdo dno u eufotičkoj zoni.

Napomene: Ovo je najčešća vrsta solitarnog kamenog koralja koji obitava u eufotičkoj zoni.

Na postaji MC-1 jedan uzorak imao je promjer 36 mm.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 200 m<sup>2</sup>): 56,58 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama, unatoč visokim temperaturama mora, utvrđeno je tek nekoliko jedinki s nekrozom polipa. Problem kod istraživanja vrste *Balanophyllia europaea* je u točnom određivanju smrtnosti koralja. S obzirom da ova vrsta ima zatvorene polipe preko dana (osim u zasjenjenom području mora), često se može ova pojava zamijeniti sa ugroženošću vrste. Zato se prilikom istraživanja popisuju kao ugrožene (ili uginule) samo one na kojima je vidljivo izbjeljivanje (prozirni polip ili bijeli skelet) ili nekroza tkiva (djelomičan nedostatak tkiva polipa).



*Slika 10.* Koralj *Balanophyllia europaea* sa postaje LO-3.

***Leptopsammia pruvoti*** (Lacaze-Duthiers, 1897)

Postaje: BR-1, CR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, MC-1, VC-1, GO-1, 2, GR-2, IL-1, KR-1, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, LO-3, OR-1, PL-1, 2, 3, PR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, RA-1, 2, RB-2, SJ-1, 2, UN-3.

Dubina: 16 - 52 m.

Materijal: Koralit varira oblicima od kružnog do stožastog i visinom od niskog do visokog. Može doseći visinu do 50 mm i imati promjer čaške do 15 mm. Kolumela mu je velika i spužvaste strukture. Koste su prilično izražene, a oralna strana i lovke su žuti, ponekad, ali rijetko narančasti.

Stanište: Pričvršćeni su za stijene, uobičajeno se nalaze na gornjim dijelovima špilja ili pukotina. U neke uzorke su bile inkrustirane kalcificirane crvene alge, spužve i mahovnjaci.

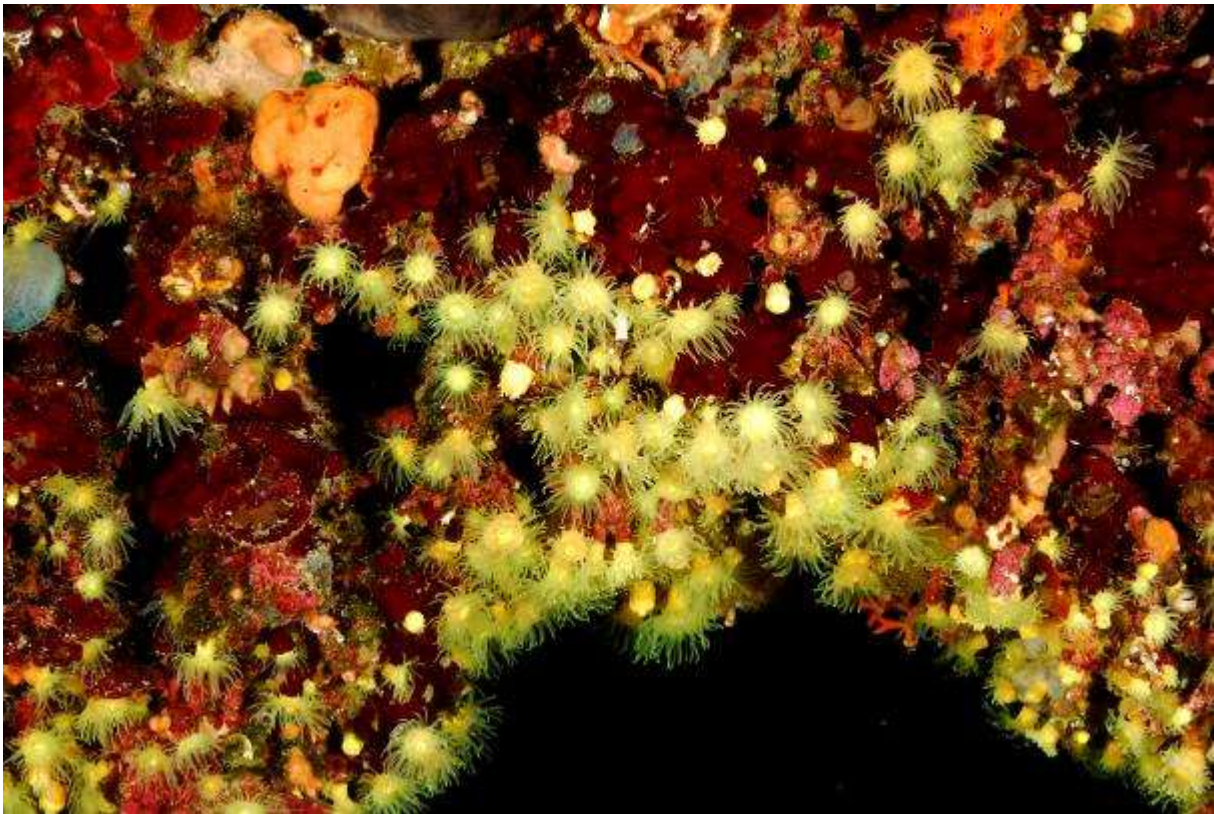
Napomene: Uobičajena vrsta uzduž istočne obale Jadrana.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 94,68 jedinki

Ugroženost: 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. 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 11.. Koralj *Leptopsammia pruvoti* sa postaje BR-1.

## Porodica FAVIIDAE

*Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) (Slika 11,)

Postaje: BR-1, CR-1, 2, 3, MC-1, 2, VC-1, GO-1, 2, GR-1, 2, 3. IL-1, KR-2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 13, 14, LO-1, 3, 4, 5, 6, NV-1, PL-1, PR-1, 2, 3, 5, 7, RA-1, 2, 3, RB-1, 2, SE-1, SJ-1, 2, 3, UN-1, 2, 3.

Dubina: 6-27 m.

Materijal: Koraliti usko zbijeni, do 360 po dm<sup>2</sup>. U starijim kolonijama visina može biti veća od 150 cm. Koraliti su okrugli s promjerom od 3-6 mm. Imaju od 30 do 44 septa čiji broj nije uvijek povezan s promjerom koralita.



Stanište: Obitavaju na tvrdoj ili mekoj podlozi na dubini do 40 m, na područjima koja su izložena svjetlosti zbog prisutnosti zooxantela.

Napomene: *C. Caespitosa* je najčešća vrsta koralja mediteranske eufotičke zone koja tvori kolonije i u simbiozi je sa zooxantelama. Njezine kolonije na postaji PR-1 tvore veliku biohermu koja pokriva površinu od 230 m<sup>2</sup> na dubinama od 12-19 m (Kružić, 2001). Ova bioherma uspijeva u posebnim uvjetima struje, temperature i sedimentacije. U bogatoj endofauni dominiraju kolonije filter-feedera i deposit-feedera.



*Slika 12.* Kolonijalni koralj *Cladocora caespitosa* sa postaje PR-1.

Prosječna brojnost kolonija na istraživanim postajama (na 200 m<sup>2</sup>): 9,22 jedinki

Ugroženost: Nekroza tkiva i izbjeljivanje polipa koralja zbog povećane temperature mora i dalje je glavni problem kolonijalnog koralja *C. caespitosa* na svim istraživanim postajama. Česta su oštećenja kolonija zbog krupnog otpada. Izbjeljivanje polipa kolonija utvrđeno je na svim dubinama, ali u malim postocima (Slika 13). Visoka temperatura mora na dubini od 15 metara utvrđena je tijekom ljetnih mjeseci na svim istraživanim postajama i ona je glavni

razlog nekroze izbjeljivanja tkiva polipa. Mogućnost oporavka koralja na postajama nije utvrđen, već sve kolonije nakon izbjeljivanja polipa uginu.



*Slika 13.* Izbjeljivanje polipa koralja *C. caespitosa* na postaji Prvić.

## Porodica FLABELLIDAE

*Monomyces pygmaea* (Risso, 1826)

Postaje: CR-5, KR-5, 12, OR-1, PR-1, 2, 3, 4, 5.

Dubina: 18-53 m.

Materijali: Solitarna vrsta koralja s promjenjivim oblikom koralita, koji je često zbijen. Čaška je skoro kružna, a može biti i vrlo izdužena. Nekoliko jedinki uzorkovano je sa svake postaje. Koralit do 20 mm visine, promjera do 12 mm.

Stanište: Zidovi špilja te procjepi ili zaklonjene stjenovite površine.

Napomene: Svi prikupljeni uzorci su inkrustirani vapnenačkim crvenim algama, serpulidima i mahovnjacima.

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 100 m<sup>2</sup>): 8,12 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

## Porodica GUYNIIDAE

*Guynia annulata* (Duncan, 1872)

Postaje: VC-1, KR-10, LO-1, 3, 6, PR-1, 3, 4, 5, 6.

Dubina: 32-39 m.

Materijali: Nekoliko jedinki je uzorkovano iz špilje na dubinama od 32 m (VC-1) i 36 m (LO-3). Mrtvi primjerci zarobljeni u sedimentu ispod nadvoja na ostalim stanicama.

Stanište: Sićušni koralj, čiji oblik nalikuje na crva, živi pričvršćen na površini špilja ili u koraligenim zajednicama. Mrtvi uzorci mogli su se naći u sedimentu unutar ili izvan špilja.

Napomene: Daljnji zapisi o vrsti *G. annulata* iz hrvatskog dijela Jadranskog mora su sa otoka Mljeta (Kružić i sur., 2002).

Prosječna brojnost jedinki na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 6,54 jedinki

Ugroženost: Na istraživanim postajama ova vrste nije pokazivala znakove ugroženosti.

## Porodica POCILLOPORIDAE

*Madracis pharensis* (Heller, 1868)

Postaje: CR-1, 4, 5, GO-1, IL-1, KR-5, 6, 10, LO-6, OR-1, PL-1, 2, 3, PR-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, RA-3.

Dubina: 14-57 m.

Materijali: Koralj koji živi u kolonijama sa niskim koralitima međusobno blisko smještenim. Kolumela im je jednostavna i povezana septama koje su malo izdužene. Promjer čaške do 3 mm, s prozirno-bijelim polipima (ako nisu u simbiozi sa zooksantelama) ili smeđe-zelene boje (ako su u simbiozi sa zooksantelama). U Kvarneru su kolonije zabilježene na strmim liticama, na gornjim dijelovima špilja ili procjepa.

Stanište: Na gornjim dijelovima (stropovima) špilja i procjepa ili na zaklonjenim mjestima.

Napomena: Ovisno o razini svjetlosti, ova vrsta može i ne mora biti u simbiozi sa zooksantelama. Ako se nalazi u staništima bez svjetla kao što je špilja, tada nema simbioze, a ako je svjetlost prisutna, tada nastupa simbioza. Prije razvoja suvremenih metoda ronjenja, vrsta *M. pharensis* je bila rijetko zabilježena u Jadranskom moru. Zapravo je, široko rasprostranjena i uobičajena u istočnom dijelu Jadranskog mora (Zibrowius i Grieshaber, 1977).

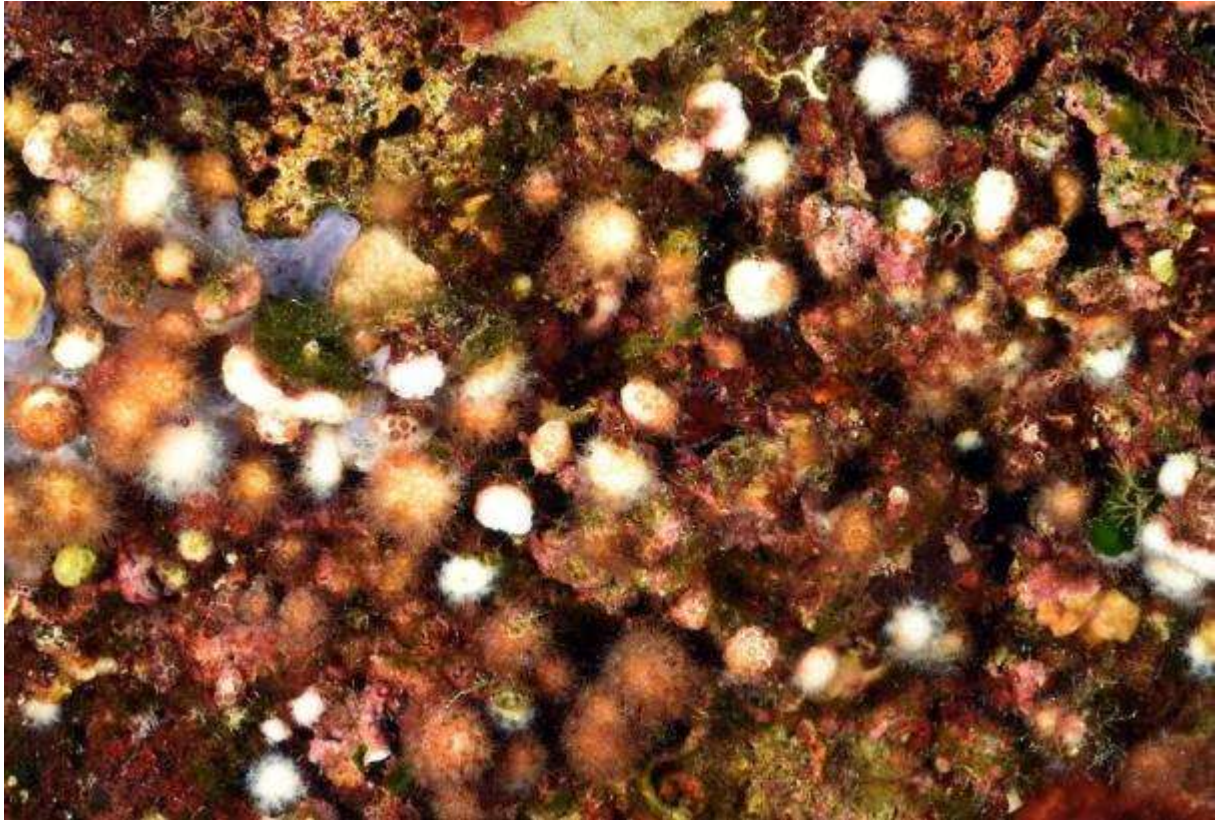
Prosječna brojnost kolonija na istraživanim postajama (na 1 m<sup>2</sup>): 44,36 jedinki



Ugroženost: Ovaj kolonijalni simbiotski koralj pripada među najosjetljivije vrste kamenih koralja. 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 14). Posebno su ugrožene kolonija na dubinama do 25 metara. Temperatura mora je kod ove vrste glavni čimbenik ugroze uz ribolovne alate.



*Slika 14.* Kolonijalni koralj *Madracis pharensis* sa postaje PR-1.

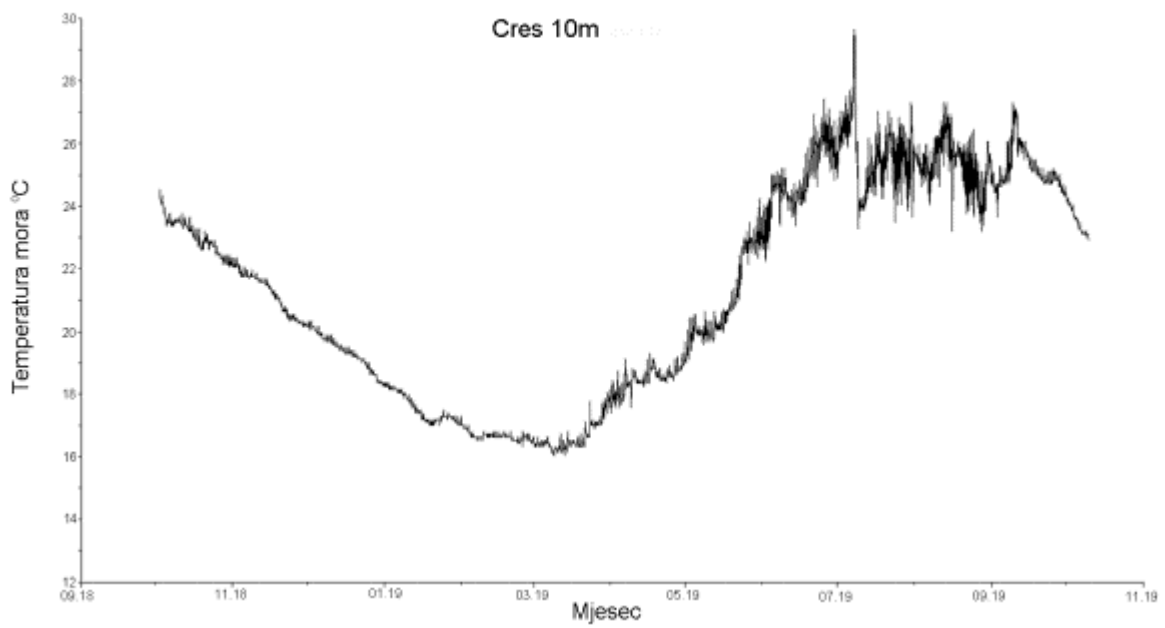


*Slika 15.* Izbjeljivanje i nekroza tkiva kod vrste *Madracis pharensis* na postaji Rab (RA-1).

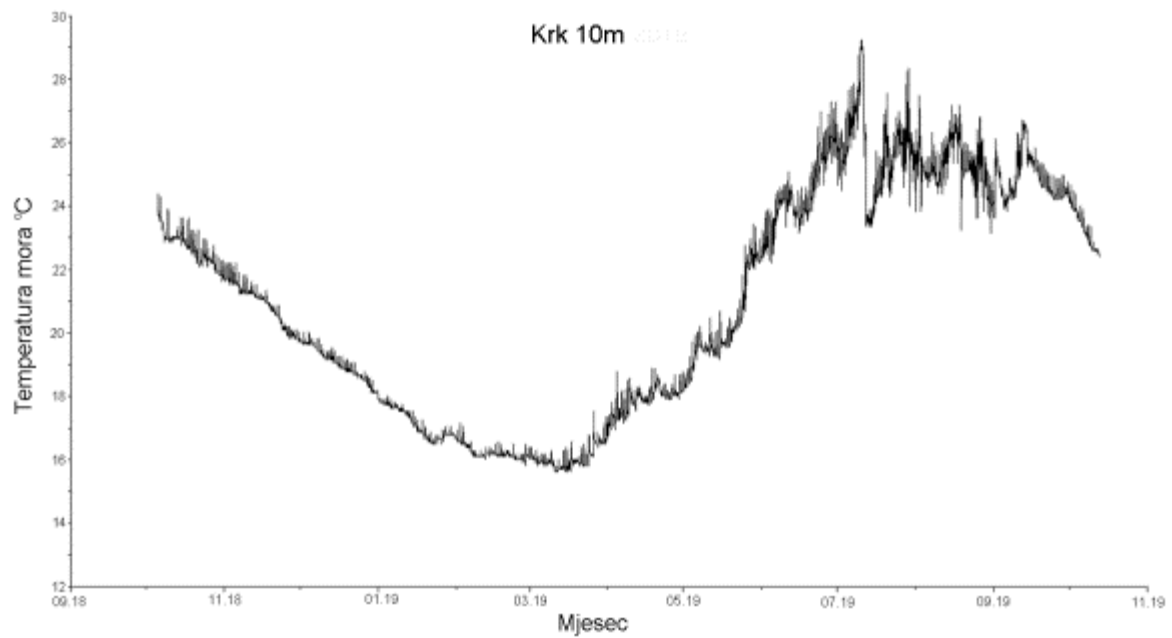
### **5. 3. Temperatura mora na području Kvarnera**

Izmjerene temperature mora na 10 metara dubine na istraživanim postajama na otocima Cres (CR-5), Krk (KR-9), Prvić (PR-7) i Rab (RA-1) tijekom 2019. godine pokazuju mogući utjecaj temperaturnih anomalija na koralje. Na postaji Cres (CR-5), na dubini od 10 metara tijekom 2019. godine najviša temperatura mora izmjerena je sredinom 7. mjeseca i iznosila je 29,8°C, a kroz 8., 9. i 10. mjesec varirala je između 23,3 i 27,5°C (Slika 16).

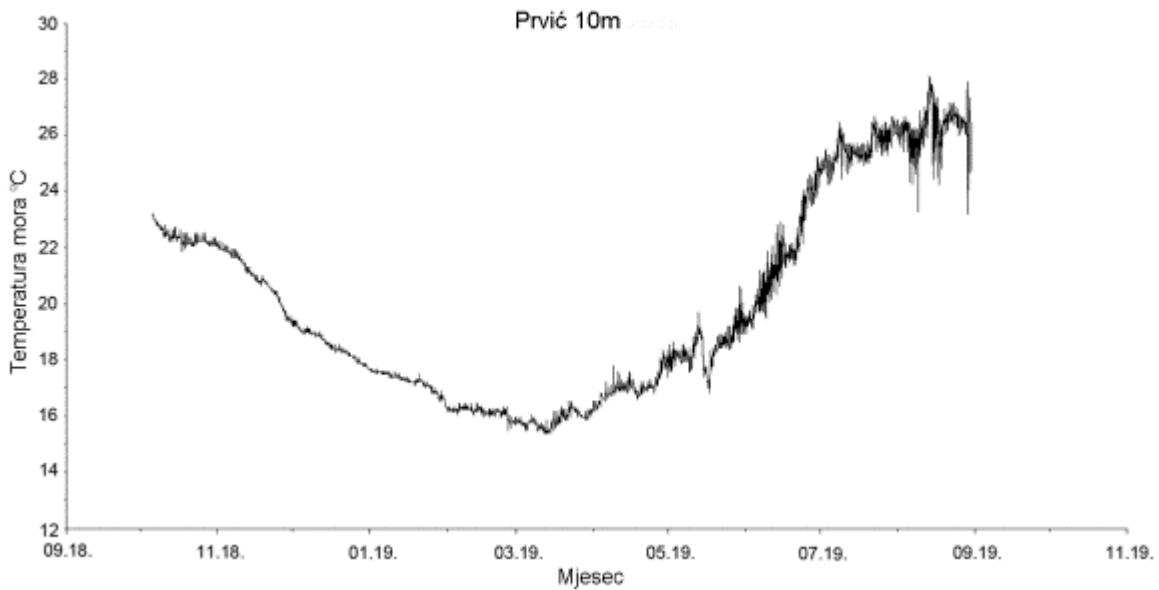
Na postaji Krk (KR-9) temperature mora gotovo su identične kao na postaji Cres. Temperatura mora imala je najveću vrijednost također u 7. mjesecu (29,4°C), a dalje kroz ljeto varirala je između 23,4 i 28,3°C (Slika 17).



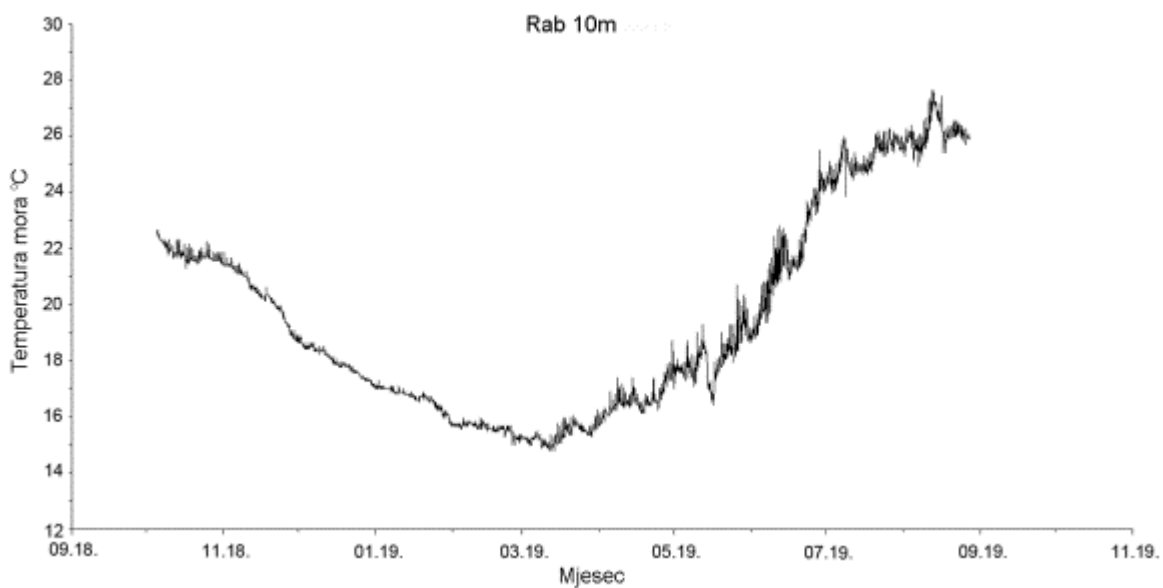
**Slika 16.** Vrijednosti temperature mora na postaji Cres (CR-5) (2018. i 2019.godina). Dubina mora 10 metara.



**Slika 17.** Vrijednosti temperature na postaji Krk (KR-9) (2018. i 2019. godina). Dubina mora 10 metara.



**Slika 18.** Vrijednosti temperature mora na postaji Prvić (PR-7) (2018. i 2019. godina). Dubina mora 10 metara.



**Slika 19.** Vrijednosti temperature mora na postaji Rab (RA-1) (2018. i 2019. godina). Dubina mora 10 m.

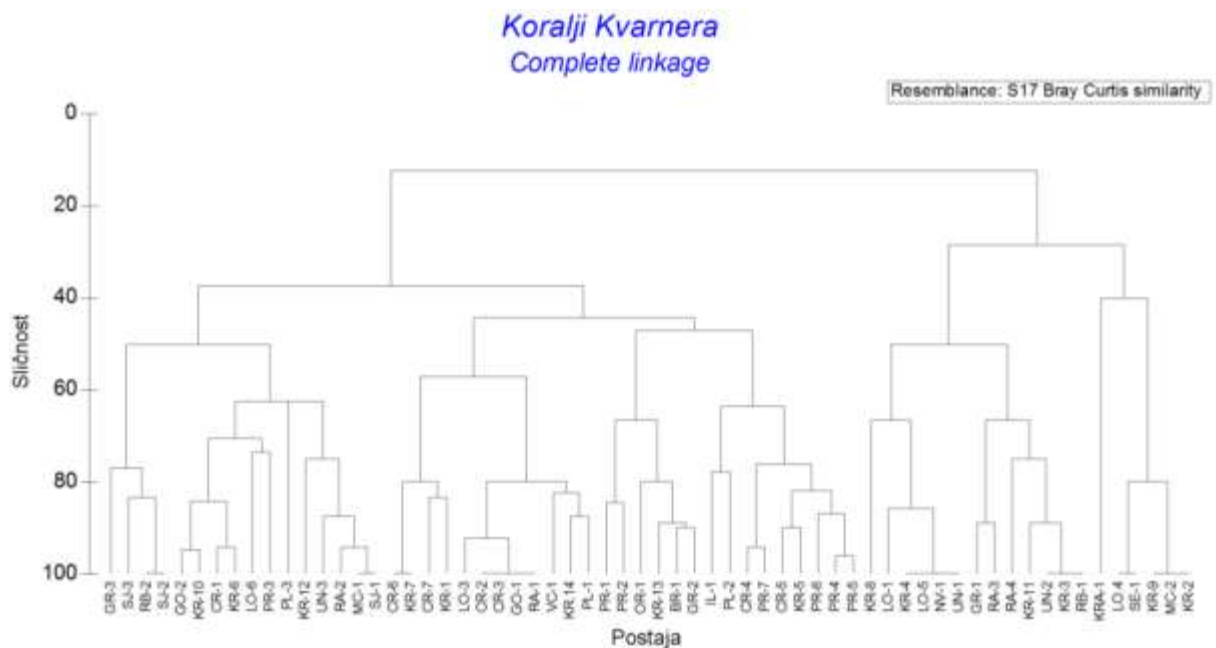
Na postaji Prvić (PR-7) najviše vrijednosti temperature mora izmjerene su kolovozu (28,2°C), kao i na postaji Rab (RA-1) (27,6°C). Razlog nižih temperatura je prisutnost podmorskih vrulja u tom području, koje znatno hlade more tijekom ljetnih mjeseci. Treba napomenuti da su ove izmjerene vrijednosti tijekom 2018. i 2019. godine, u odnosu na prijašnja mjerenja, bile relativno umjerene što se tiče temperature mora na dubini od 10 metara.



## 5. 4. Sličnost istraživanih postaja ovisno o utvrđenim vrstama kamenih koralja na području Kvarnera

Usporedba između postaja *Bray-Curtis*-ovim indeksom sličnosti prikazuje kolika je sličnost istraživanih postaja na Kvarneru ovisno o utvrđenim vrstama koralja. Najveći postotak pokazuje najveću sličnost utvrđenih vrsta između postaja i obrnuto.

Postaje su vrlo pomiješane što se tiče sličnosti utvrđenih vrsta koralja. To dokazuje kako su vrste kamenih koralja široko rasprostranjene duž obale Kvarnera. Na ovakve dobivene podatke utječe i raznolikost biocenoza u kojima su utvrđene vrste kamenih koralja. Velik je broj postaja koje imaju 100% indeks sličnosti.



**Slika 20.** Dendrogram sličnosti svih postaja prema utvrđenim vrstama koralja.

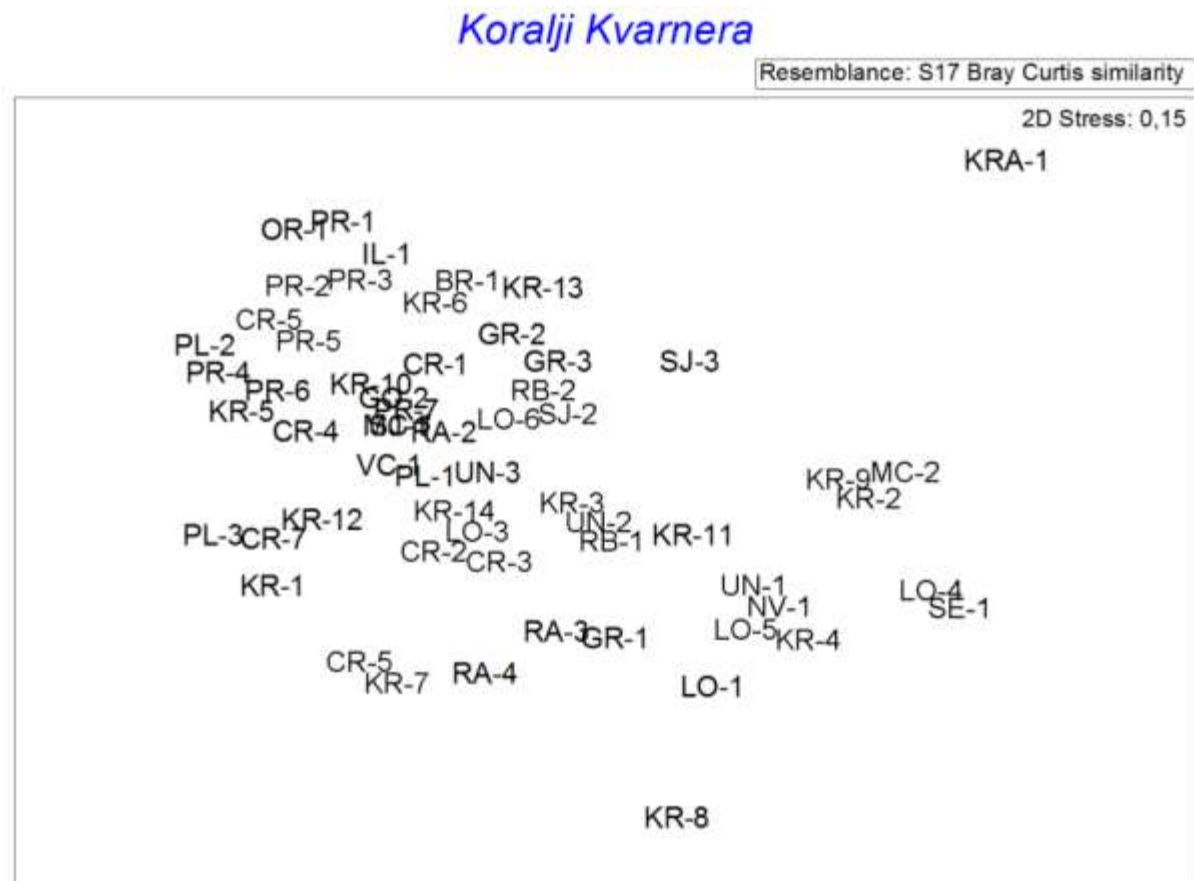
Najveća sličnost među vrstama utvrđena je između postaja Cres (CR-2, CR-3), Goli otok (GO-1) i Rab (RA-1); Krk (KR-4), Lošinj (LO-1), Novi Vinodolski (NV-1) i Unije (UN-1); Krk (KR-3), Unije (UN-2) i Rabac (RB-1); Krk (KR-2, KR-9) i Mali Ćutin (MC-2); Rabac (RB-2) i Sveti Juraj (SJ-2); Mali Ćutin (MC-1) i Sveti Juraj (SJ-1); Cres (CR-6) i Krk (KR-7); Lošinj (LO-4) i Senj (SE-1) sa čak 100% sličnosti, sto znači da su na svim tim postajama utvrđene iste vrste kamenih koralja. Najviše je udaljena postaja Kraljevica (KRA-1) čija sličnost sa ostalim postajama varira od 12,5 do 50%.

Kod istraživanih postaja izdvajaju se tri grupe postaja ovisno o sličnosti vrsta koralja (Slika 20). Grupe su podijeljene ovisno broju zajedničkih vrsta kamenih koralja i prema pregledu



postaja one se ne grupiraju prema geografskoj bliskosti postaja, već prema staništima, to jest biocenoza. Na svim istraživanim postajama utvrđena je vrsta *Balanophyllia europaea*, a na većini *Caryophyllia inornata*, *C. smithii*, *Cladocora cespitosa* i *Leptopsammia pruvoti* (Tablica 2).

MDS graf pokazuje veliku raspršenost postaja u kojoj se jedino posebno izdvaja postaja Kraljevica (KRA-1) najvjerojatnije zbog veće prisutnosti onečišćenja na toj postaji (Slika 21). Jedan od razloga za posebno izdvajanje ove postaje iz ostalih grupa vezanih za sličnost postaja po utvrđenim vrstama je i taj da su ovdje utvrđene samo dvije vrste, *Caryophyllia cyathus* i *Balanophyllia europaea*. Sva ostala grupiranja unutar MDS grafa jednaka su grupiranju na dendrogramu.



**Slika 21.** MDS prikaz grupiranja i udaljenosti postaja prema utvrđenim vrstama koralja.

## 5. 5. Usporedba starijih podataka i podataka o vrstama kamenih koralja na području Kvarnera dobivenih ovim istraživanjem

Istraživanje kamenih koralja Kvarnera tijekom 2019. godine upotpunilo je bazu podataka koja je rađena zadnjih deset godina zajedno sa literaturnim podacima (kojih je, na žalost, premalo).

Ovim istraživanjem nisu utvrđene nove vrste kamenih koralja na područje Kvarnera, tako da je njihov broj i dalje 16 vrsta. Na novih 13 postaja utvrđene su vrste uobičajene za sjeverni dio Jadrana i već utvrđene na drugim, starijim, istraživanim postajama. Također je dokazano kako su podaci o nekim vrstama kamenih koralja zapisanim u radovima (poput vrste *Astroides calycularis* (Pallas, 1766)) krivo određene i zapisane za područje Kvarnera.

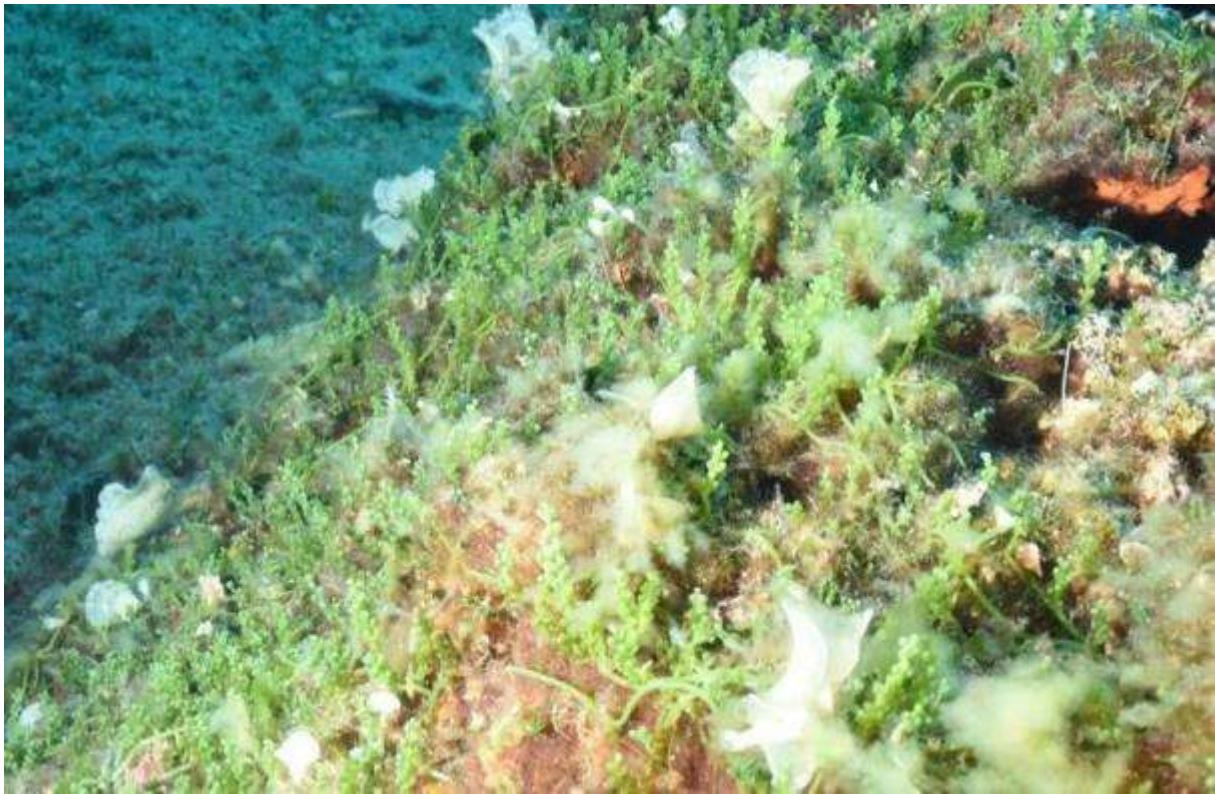
## **5. 6. Ugroženost vrsta kamenih koralja na području Kvarnera**

Utvrđene vrste kamenih koralja ugrožene su najviše antropogenim utjecajem, primarno kroz onečišćenje mora i pripadajućeg staništa. Uz antropogeni utjecaj, negativan utjecaj na koralje imaju alga *Caulerpa cylindracea*, cvjetanje fitoplanktonskih vrsta tijekom kasnog proljeća i jeseni, riba *Sparisoma cretense* te najviše povišena temperatura mora (Tablica 1).

Tijekom istraživanja kamenih koralja u području Kvarnera utvrđeno intenzivno širenje invazivne alge *Caulerpa cylindracea* Sonder na svim istraživanim postajama. Koralji su u opasnosti od ove alge koja guši vrste prerastajući preko njih (Slika 22).

Najviše su ugrožene vrste biocenoze fotofilnih alga poput solitarnog koralja *Balanophyllia europaea* i kolonijalne vrste *Cladodora caespitosa* preko kojih alga prerasta (Slika 23).

Plove riba papigača *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) predstavljaju veliki problem za koralje u Jadranu (Slika 24). U zadnjih desetak godina riba se proširila na cijeli Jadran i u ljetnim mjesecima nalazimo je i u Kvarneru. Utvrđena je na većini istraživanih postaja u južnom dijelu Kvarnera. Stalno se utvrđuju nove štete na vrstama *Cladocora caespitosa*, *Madracis pharensis*, *Balanophyllia europaea* i *Caryophyllia inornata* prvenstveno na vanjskim postajama, prema otvorenom moru. Hranjenje papigače morskim beskralješnjacima tipično je za ovu vrstu i jednako je pogubno za koralje kao i u tropskim morima.



**Slika 22.** Alga *Caulerpa cylindracea* na postaji Krk (KR-1).

Populacija riba papigača se u zadnjih desetak godina utrostručila i njena velika brojnost danas predstavlja opasnost za kamene koralje u Jadranskom moru.

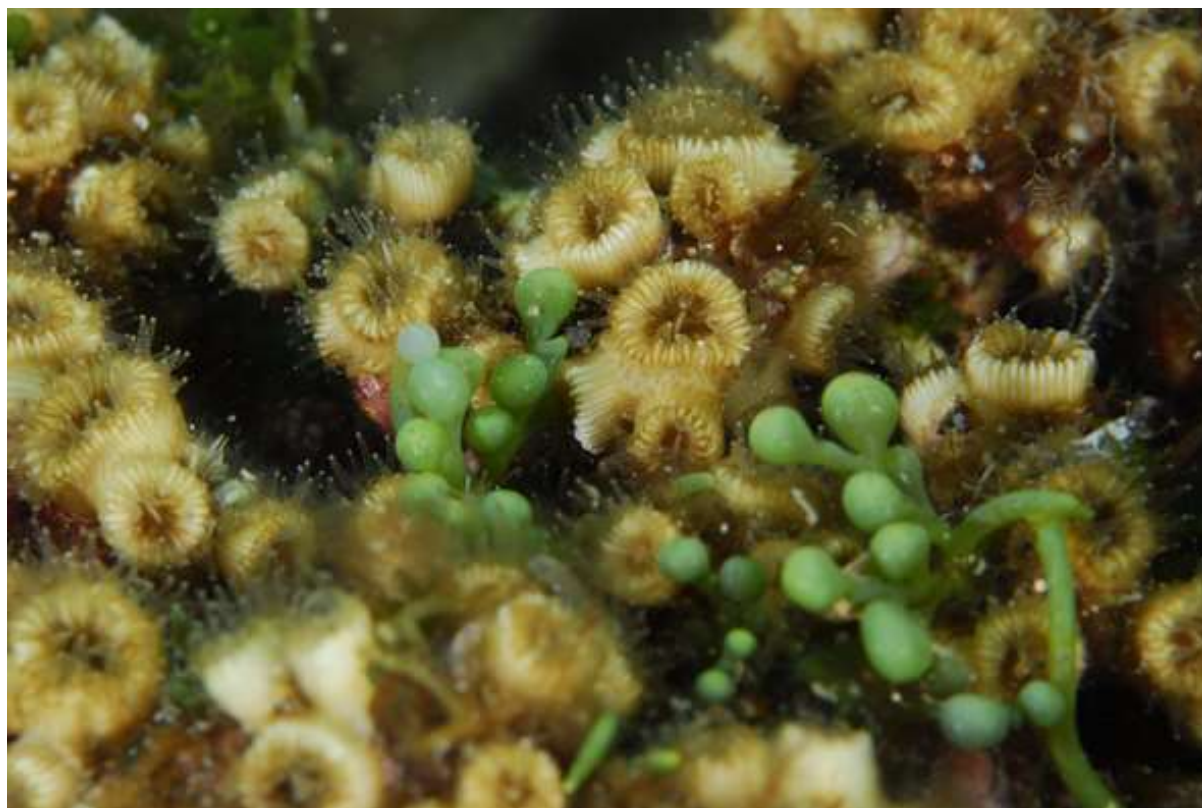
Na većini koralja u Kvarneru utvrđeno je cvjetanje alga i mukus (većinom smeđa alga *Acinetospora crinita*) koji prekriva i guši prvenstveno kolonije vrsta *Cladocora caespitosa* (Slika 25). „Tepih“ mukusa i kompeticija sa zelenim algama (*Anadyomene stellata* i rodovi *Codium* i *Valonia*) može biti pogubno za ovu vrstu koralja.

**Tablica 1.** Ugroženost vrsta kamenih koralja na istraživanim postajama u Kvarnerskom zaljevu.

Vrsta / Uzrok	Alga <i>Caulerpa cylindracea</i>	Cvjetanje fitoplanktona	Riba <i>Sparisoma cretense</i>	Temperatura mora	Ribarski alat
<i>Caryophyllia cyathus</i>	Nema	Nema	Nema	Nema	Nema
<i>Caryophyllia inornata</i>	Nema	Slaba	Slaba	Umjerena	Nema
<i>Caryophyllia smithii</i>	Nema	Umjerena	Nema	Umjerena	Nema
<i>Ceratotrochus magnaghii</i>	Nema	Nema	Nema	Nema	Nema
<i>Coenocyathus anthophyllites</i>	Nepoznato	Nepoznato	Nepoznato	Nepoznato	Nepoznato
<i>Hoplangia durothrix</i>	Slaba	Slaba	Jaka	Jaka	Nema
<i>Paracyathus pulchellus</i>	Nema	Nema	Nema	Umjerena	Nema

<i>Phyllangia mouchezii</i>	<b>Slaba</b>	<b>Slaba</b>	<b>Jaka</b>	<b>Jaka</b>	<b>Nema</b>
<i>Polycyathus muelleriae</i>	<b>Slaba</b>	<b>Slaba</b>	<b>Umjerena</b>	<b>Umjerena</b>	<b>Nema</b>
<i>Thalamophyllia gastii</i>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>
<i>Balanophyllia europaea</i>	<b>Jaka</b>	<b>Jaka</b>	<b>Jaka</b>	<b>Jaka</b>	<b>Nema</b>
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Slaba</b>	<b>Jaka</b>	<b>Nema</b>
<i>Cladocora caespitosa</i>	<b>Jaka</b>	<b>Jaka</b>	<b>Jaka</b>	<b>Jaka</b>	<b>Nema</b>
<i>Monomyces pygmaea</i>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>
<i>Guynia annulata</i>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>
<i>Madracis pharensis</i>	<b>Nema</b>	<b>Nema</b>	<b>Umjerena</b>	<b>Jaka</b>	<b>Nema</b>

Na istraživanim postajama utvrđen je ribolovni alat, ali bez direktnog negativnog utjecaja na vrste koralja. Ribarske mreže i parangali mogu oštetiti kolonije vrste *Cladocora caespitosa* na način da prevrću kolonije i tako stradavaju polipi. Na sreću, to nije utvrđeno kroz ovo istraživanje.



**Slika 23.** Invazivna alga *Caulerpa cylindracea* na kolonijama kamenog koralja *Cladocora caespitosa* na postaji Mali Ćutin.





*Slika 24.* Jedinke vrste *Sparisoma cretense* na postaji Rt Lenga.



*Slika 25.* Istaložen mukus alga na kolonijama vrste *Cladocora caespitosa* na postaji Prvić (PR-2).

## 6. Rasprava

Podatke o kamenim koraljima koji obitavaju u Jadranskom moru moguće je pronaći u starijoj literaturi. O njima su pisali autori: Grube (1840), Heller (1868), Graeffe (1884), Babić i Rössler (1912), Krumbach (1914), Cori (1928) i Vatova (1928). Povijest istraživanja kamenih koralja na području Kvarnera seže još od Grube-a (1861, 1864), Lorenz-a (1863), Karl-a (1873) i Stossich-a (1885). Daljnji doprinos povećanju znanja o fauni koralja dali su Broch (1953) i Abela (1955), a Pax i Müller (1962) su prikupili veliku količinu literature i izvornih podataka o jadranskim koraljima u svojoj Regionalnoj monografiji. Pax i Müller naveli su 79 vrsta (61 Hexacorallia i 18 Octocorallia) većinom na osnovu Paxovih osobnih istraživanja koja su se odvijala u periodu od 1906. do 1956. godine. Monografija je obuhvaćala područje od Trsta do Dubrovnika, ali je samo nekoliko područja u sjevernom dijelu Jadranskog mora bilo temeljito istraženo u usporedbi s modernim standardima, pošto je Monografija rađena prije primjene ronjenja sa bocama, koje je značajno utjecalo na istraživanja u području biologije mora.

Mnogo podataka o kamenim koraljima dobiveno je iz biocenoloških istraživanja u sklopu kompleksnih istraživanja Kvarnerskog područja (Zavodnik, 1979, 1981; Zavodnik i Vidaković, 1982; Zavodnik i sur., 1981). Podatke o jadranskim koraljima revidirali su Zibrowius i Grieshaber (1977) dodavši 6 vrsta na popis faune Jadrana. Sve do sada poznate vrste u Kvarnerskom području u potpunosti je opisao i ilustrirao Zibrowius (1980) i Aguilar (2004).

Rubne vapnenačke padine u Kvarnerskom području imaju veoma raznolike geomorfološke značajke, od kompozitnog primarnog i sekundarnog tvrdog dna i izoliranih stijena, sve do okomitih litica bogatih pukotinama, procjepima i špiljama. Velikim sezonskim fluktuacijama fizikalnih i kemijskih čimbenika, pogotovo temperature, saliniteta te morskih struja, uvelike je povećana raznolikost staništa. Raznolikost tipova morskog dna i bentičkih zajednica zamjetna je u Kvarnerskom području gdje se kameni koralji mogu pronaći na različitim tipovima podloge i u širokom spektru bentičkih zajednica. Na južnom dijelu otoka Prvića kameni koralj *Cladocora caespitosa* koji živi u kolonijama gradi velike impozantne strukture nalik na grebene na područjima koje karakterizira snažan pridneni hidrodinamizam. Pax i Müller (1962) izvijestili su o prisutnosti kamenih koralja *Caryophyllia cyathus* i *Coenocyathus anthophyllites* u ovom dijelu Jadrana. Do nedavno se sumnjalo u točnost tih podataka, jer su izvješća bila bazirana na starim, moguće nepreciznim podacima. S toga se sumnjalo u točnost

identifikacije i podrijetlo samih uzoraka, no sada je prisutnost navedenih vrsta koralja u ovom području potvrđena.

Kameni koralj *Guynia annulata* prethodno evidentiran u Jadranskom moru samo na južnom dijelu talijanske obale, u blizini grada Bari, pronađen je i na hrvatskoj obali sve do sjevernog dijela otoka Prvića i Lošinja. Daljnja istraživanja vezana za stanje kamenih koralja čini se da su neophodna.

U radu je dan pregled starih i recentnih publikacija te neobjavljenih podataka iz nedavnih biocenoloških istraživanja i povremenih osobnih uzorkovanja u cilju objedinjavanja sadašnjih spoznaja o kamenim koraljima Kvarnerskog područja. Iako reprezentativni regionalni podaci o kamenim koraljima postoje (Pax i Müller, 1962; Zibrowius i Grieshaber, 1977), popis Jadranske faune kamenih koralja zaslužuje povećan interes i daljnja istraživanja. U morskom području Kvarnera bioraznolikost bentoskih zajednica je velika. Uzorci su uzorkovani sa različitih bionomskih stepenica: iz dobro osvjetljene zone, livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, polutamnih staništa, iz podmorskih špilja te pjeskovitih ili muljevitih podloga.

Ukupno je prikupljeno 16 vrsta kamenih koralja sa područja istraživanja, što čini oko 57% kamenih koralja zabilježenih u Jadranskom moru te oko 50% vrsta kamenih koralja zabilježenih u Sredozemnom moru. Mediteranskim endemima smatraju se 4 vrste: *Ceratotrochus magnaghii*, *Balanophyllia europaea*, *Cladocora caespitosa* and *Madracis pharensis*. Raznolikost faune kamenih koralja je na Kvarnerskom području manja u usporedbi s ostalim područjima Jadranskog mora, a naročito u usporedbi s južnim Jadranom.

Kvarnerski zaljev smješten je u sjevernom Jadranu te ga odlikuje veoma izraženo smanjenje subtropskih elemenata i prisutnost nekih vrsta iz umjereno hladnih voda. To daje ovom području hladna, sjevernjačka svojstva, pogotovo u sjevernom dijelu Velebitskog kanala gdje postoji puno hladnih, slatkovodnih izvora. Na određenim područjima postoje i „termofilne oaze“, gdje prevladavaju topliji lokalni uvjeti koji postoje zahvaljujući topografiji i zaklonjenosti od hladnih sjevernih vjetrova poput bure. Za vrstu koralja *Phyllangia americana mouchezii* Zibrowius (1980) je smatrao da gotovo uopće ne nastanjuje hladnije dijelove Sredozemlja.

Što se tiče ekologije kamenih koralja, postoje vrste koje nastanjuju jasno definirane i karakteristične supstrate, dok neke druge vrste imaju široki raspon staništa. *Cladocora caespitosa* je najistaknutija vrsta kamenog koralja koja zauzima velika područja i gradi grebenaste strukture te u blizini otoka Prvića (postaja PR-1) zauzima površinu od 230 m<sup>2</sup> gdje koristi prednosti jakih struja i optimalne temperature. Velike kolonije koje stvara, kontinuirano doprinose stvaranju grebenastih struktura koje se može nazvati koraljnim

biohermom ili grebenom (Pierano i sur., 1998). Velika brojnost sakupljenih uzoraka koralja *Madracis pharensis* daje mogućnost da se osiguraju podatci o konstrukcijskom potencijalu ove vrste.

Najbrojnija vrsta kamenih koralja je *Balanopyllia europaea*. Ova vrsta nastanjuje kamenita dna, uglavnom prekrivena algama u gornjoj infralitoralnoj zoni. Na pretkoraligenim površinama zabilježene su određene vrste kamenih koralja poput: *Caryophyllia smithii*, *Caryophyllia inornata* i *Phyllangia americana mouchezii* koje po podrijetlu pripadaju koraligenskoj biocenozi. Uobičajena koraligena zajednica bogata je špiljskim vrstama i stanovnicima zasjenjenih niša, kao što su: *Caryophyllia inornata*, *Ceratotrochus magnaghii*, *Paracyathus pulchellus*, *Monomyces pygmaea*, *Guynia annulata* i *Leptopsammia pruvoti*. *Madracis pharensis*, *Hoplangia durothrix*, *Polycyathus muelleriae* neke su od kolonijalni vrsta koje prekrivaju velike površine gornjih dijelova i zidova špilja i podmorskih prolaza.

Glavni problem koji se tiče podataka o kamenim koraljima u Jadranskom moru je mali broj i nedovoljna preciznost (npr. godina i lokalitet) ranije prikupljenih podataka. Ne postoji niti jedan pravi povijesni pregled istraživanja, a nije ni jednaka pažnja posvećena svim dijelovima Jadrana. Neke od proučavanih vrsta čini se da su veoma rijetke i pojavljuju se samo na određenim područjima. Nova istraživanja ne ukazuju na to da su se ti organizmi tek nedavno naselili neko područje, već da su te ograničene populacije tijekom istraživanja jednostavno nezamijećene. Nedostatak intenzivnih proučavanja Jadranskog mora mogući je razlog zašto je fauna kamenih koralja brojčano siromašnija vrstama u odnosu na druga Mediteranska područja.

Usporedba između postaja *Bray-Curtis*-ovim indeksom sličnosti prikazuje kako su postaje na Kvarneru i njihova raznolikost koralja prilično heterogene. Postaje su podijeljene isključivo po vrstama koje se nalaze u određenim biocenozama, a geografski se često ne poklapaju, pa su ponegdje najbližnje postaje koje su geografski udaljenije. Samo je jedna postaja (Kraljevica) odstupala, a razlog je mali broj utvrđenih vrsta zbog mogućeg onečišćenja mora (luka i brodogradilište).

Još jedan problem u razumijevanju jadranske faune kamenih koralja predstavlja nedostatak podataka iz dubljih dijelova mora. Pošto je fauna kamenih koralja još uvijek nedovoljno istražena, može se u ovom području očekivati otkriće novih vrsta.

Pronalaženje novih vrsta može se očekivati u južnim dijelovima Jadranskog mora, potvrđujući opći dojam o tome da se bioraznolikost povećava idući prema jugu, odnosno udaljavajući se od sjevera gdje prevladavaju ekstremniji okolišni uvjeti. Zbog toga je postojala sumnja oko



izvještaja Paxa i Müllera (1962) o pojavljivanju vrste *Astroides calycularis* u sjevernom, hladnijem dijelu Jadransko mora, točnije u Kvarnerskom zaljevu.

Vrsta *A. calycularis* je dobro poznata kao južna, termofilna vrsta koja ne bi mogla preživjeti zimski period u sjevernom području. Sve do sada, ova vrsta pronađena je samo u središnjem i južnom dijelu Jadranskog mora, ali postoji i mogućnost da u sjevernom Jadranu nije uočena zbog malih populacija koje stvara (Kružić et al., 2002; Grubelić et al., 2004).

Tijekom ovog istraživanja tijekom 2019. godine utvrđene su povećane temperature mora (temperaturne anomalije) do 50 metara dubine na svim istraživanim postajama, iako su one bile puno blaže nego prijašnjih godina. Temperature zraka bile su u skladu s klimatskim promjenama te je sjeverni Jadran tijekom ljetnih i jesenskih mjeseci imao relativno visoku temperaturu zraka. Temperature mora nisu slijedile trend povećanja, najvjerojatnije zbog znatno nemirnijeg mora (prvenstveno bura i maestral) koji je većinu istraživanih postaja donekle hladio. Također nije bilo dugotrajnih izuzetno toplih dana na području Kvarnera, koji bi zagrijali more, niti čestog južnog vjetra koji bi potpomogao zagrijavanje uzobalnog mora. Na svim istraživanim postajama vidljiv je negativan utjecaj povišene temperature mora, prvenstveno kao odumiranje (nekroza) tkiva na spužvama, kamenim koraljima i mahovnjacima, a na nekim postajama i kao mortalitet jedinki i smanjenje populacije. Usporedba promjena u zadnjih 20 godina kod istraživanih morskih staništa Kvarnera pokazuje pozitivnu korelaciju između povišenja temperature mora i povećanja nekroze tkiva kod pojedinih vrsta kamenih koralja.

Cvjetanje mora ugrožava podmorski svijet i utvrđeno je na svim istraživanim postajama, ali još uvijek ne u tolikoj količini da bi to izazvalo anoksiju pridnenog dijela podmorja poput one uz istočnu obale Istre. Za sada nije utvrđena povezanost mukusa od cvjetanja mora sa mortalitetom jedinki koralja, tako da je mortalitet gotovo isključivo povezan sa povišenom temperaturom mora i povezanim bakterijskim bolestima.

Sve istraživane vrste pokazuju stupnjeve oštećenja populacija vezano za temperaturne anomalije. Najviše su ugroženi kameni koralji *Cladocora caespitosa*, *Balanophyllia europaea*, *Madracis pharensis* te *Leptopsammia pruvoti*. Izbjeljivanje polipa kod vrsta *Cladocora caespitosa*, *Madracis pharensis* i *Balanophyllia europaea* utvrđeno je tijekom ljetnih mjeseci 2019. godine. Ovi koralji pokazali su se kao odlične vrste na kojima se može provoditi monitoring, jer su izuzetno osjetljive na klimatske i negativne antropogene utjecaje. 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 koralje.

## 7. Zaključak

- Na istraživanim postajama ukupno je utvrđeno 16 vrsta kamenih koralja.
- S obzirom na raznolikost koralja postaje su vrlo pomiješane što se tiče sličnosti utvrđenih vrsta koralja po postajama. To dokazuje kako su vrste kamenih koralja široko rasprostranjene duž obale Kvarnera. Na ovakve dobivene podatke utječe i velika raznolikost morskih biocenoza u kojima su utvrđene vrste kamenih koralja.
- Zabilježene vrste čine oko 57% kamenih koralja poznatih u Jadranskom moru i oko 50% poznatih u Sredozemnom moru. Četiri vrste smatraju se mediteranskim endemima (*Ceratotrochus magnaghii*, *Balanophyllia europaea*, *Cladocora caespitosa* and *Madracis pharensis*).
- Na 20 postaja (od ukupno 62 istraživane postaje) utvrđene su iste vrste kamenih koralja.
- Na svim istraživanim postajama utvrđena je vrsta *Balanophyllia europaea*, a na većini *Caryophyllia inornata*, *C. smithii*, *Cladocora caespitosa* i *Leptopsammia pruvoti*.
- Tijekom istraživanja kamenih koralja u području Kvarnera utvrđeno intenzivno širenje invazivne alge *Caulerpa cylindracea* Sonder na svim istraživanim postajama. Najviše su ugrožene vrste biocenoze fotofilnih alga poput solitarnog koralja *Balanophyllia europaea* i kolonijalne vrste *Cladocora caespitosa*.
- Riba papigača *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) utvrđena je na većini istraživanih postaja u južnom dijelu Kvarnera. Stalno se utvrđuju nove štete na vrstama *Cladocora caespitosa*, *Madracis pharensis*, *Balanophyllia europaea* i *Caryophyllia inornata* prvenstveno na vanjskim postajama, prema otvorenom moru.
- Na većini koralja u Kvarneru utvrđeno je cvjetanje alga i mukus (većinom smeđa alga *Acinetospora crinita*) koji prekriva i guši prvenstveno kolonije vrsta *Cladocora caespitosa*.
- Sve istraživane vrste pokazuju stupnjeve oštećenja populacija vezano za temperaturne anomalije. Najviše su ugroženi kameni koralji *Cladocora caespitosa*, *Balanophyllia europaea*, *Madracis pharensis*, te *Leptopsammia pruvoti*.
- Izbjeljivanje polipa kod vrsta *Cladocora caespitosa*, *Madracis pharensis* i *Balanophyllia europaea* utvrđeno je tijekom ljetnih mjeseci 2019. godine.
- Ovim istraživanjem nije utvrđena vrsta *Astroides calycularis* (Pallas, 1766)), zapisana u nekoliko radova o koraljima Kvarnera te je vrsta vjerojatno krivo određena.

## 8. Literatura

- Abel, E. F. (1955) Eine neue Krustenanemone der Adria, *Epizoanthus paxi*, nov.spec. *Österr zool. Zeitschr*, 6 (1-2), 1-6.
- Aguilar, R. (2004) The Corals of the Mediterranean. *Oceana* Madrid, 1-86.
- All-species fitness (24.08.2015). Dostupno na:  
<http://www.allspeciesfitness.com/2015/08/when-coral-meets-micro-algae.html>  
[16.06.2020.]
- Benac, Č., Ružić, I., Žic, E. (2007) Ranjivost obala u području Kvarnera. *Pomorski zbornik Annals of maritime Studies*, 44, 201-214.
- Bertić, I., Šehić, D., Šehić, D. (2005) *Geografski atlas Hrvatske*. Zagreb: Europapress holding d.o.o.
- Bianchi, C. N. (1997) Climate change and biological response in the marine benthos. U: Piccazzo, M. (ur.). *Proceedings of the Italian Association for Oceanology and Limnology*, Genova: 1, 3-20.
- Degobbis, D., Gilmartin, M. (1990) Nitrogen, phosphorus and biogenic silicon budgets for the northern Adriatic Sea. *Oceanologica acta*, 13, 31 - 45.
- Divlja Priroda Hrvatske: JADRANSKO MORE Dostupno na:  
<http://priodahrvatske.com/jadran/> [17.06.2020.]
- Elegance Reef On-line Magazine (2020) Dostupno na:  
<http://www.elegancereef.com/magazin/broj1/bioligijamekihkorajja.htm> [16.06.2020.]
- Gašparović, B., Čosović, B. (2001) Distribution of surface - active substances in the northern Adriatic Sea. *Marine chemistry*, 75, 301-313.
- Grube, A. E. (1840) Actinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeers nach eigenen Sammlungen beschrieben. - *J.H.Bon*, Königsberg, 1-92.
- Grubelić, I., Antolić, B., Despalatović, M., Grbec, B., Beg Paklar, G. (2004) Effect of climatic fluctuations on the distribution of warm-water coral *Astroides calycularis* in the Adriatic Sea: new records and review. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 84, 599-602.

Habdija, I., Primc, Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin, Kepčija, R., Vujčić, Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić, Perić, M. (2011) *PROTISTA-PROTOZOA METAZOA-INVERTEBRATA*. Strukture i funkcije, I. izdanje, Zagreb, Alfa.

Horvat, B., Rubinić, J. (2008) Annual runoff estimate - an example of karstic aquifers in the transboundary region of Croatia and Slovenia. *Hydrological Sciences Journal*, 51, 314-324.

Jardas, I., Pallaoro, A., Vrgoč, N., Jukić-Peladić, S., Dadić, V. (2008) *Crvena knjiga morskih riba Hrvatske*. Zagreb, Ministarstvo kulture i Državni zavod za zaštitu prirode.

Juračić, M., Benac, Č., Crmarić, R. (1999) Seabeded and surface sediments map of the Kvarner Bay, Adriatic Sea, Croatia. *Geologica Croatica*, 52, 131-140.

Juračić, M. (2013/2014.) *Život na morskom dnu*. Presentacija. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet.

Kružić, P. (2001) Grebenaste tvorbe vrste *Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) (Anthozoa, Scleractinia) u Jadranskom moru. M. Sc. Thesis. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, 1-107.

Kružić, P., Zibrowius, H., Požar-Domac, A. (2002) Actiniaria and Scleractinia (Cnidaria, Anthozoa) from the Adriatic Sea (Croatia): first records, confirmed occurrences and significant range extensions of certain species. *Ital. J. Zool.*, 69 (4), 345-353.

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.

Lipovščak, B., Lakoš S. (2015). Položaj veličina i podjela Jadrana. *Meteorološki priručnik za nautičare*. Dostupno na:

<http://lipovscak.com/meteo/polozaj.html> [17.06.2020.]

Milišić, N. (2009) *Enciklopedija jadranskih koralja*. Profil, str. 9-25.

More plavo Jadransko (2014.). Dostupno na:

<http://www.hrvatskarijec.rs/vijest/A8733/More-plavo-Jadransko/> [23.06.2020.]

PAX, F., MÜLLER, I. (1962) Die Anthozoenfauna der Adria - *Fauna et Flora Adriatica*. Split: 3, 1-343.

Peirano, A., Morri, C., Mastronuzzi, G., Bianchi, C. N. (1998) The coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) as a bioherm builder in the Mediterranean Sea. - *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, 52 (1994.), 59-74.

Perez, S., Cook, C., Brooks, W. (2001) The role of symbiotic dinoflagellates in the temperature-induced bleaching response of *Aiptasia pallida*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 256, 1-14.

Pijevac, M. A. (2008) Biološka i geološka valorizacija Kvarnerskog područja (sjeverni Jadran), *More-hrvatsko blago*, 862-875. Dostupno na:

<https://morehrvatskobлаго.wordpress.com/o-knjizi/> [16.06.2020.]

Prvan, M., Berković, B., Jakl, Z., Žuljević, A., Bitunjac, I., Plepel, I., Dragičević, B., Plesić, G., Holocer, D. (2016.) Priručnik za zaštitu mora i prepoznavanje živog svijeta Jadrana. *Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj Sunce*. Dostupno na:

[https://sunce-st.org/wp-content/uploads/2016/10/Prirucnik\\_za\\_zastitu\\_mora\\_Final\\_screen.compressed.pdf](https://sunce-st.org/wp-content/uploads/2016/10/Prirucnik_za_zastitu_mora_Final_screen.compressed.pdf)  
[19.06.2020.]

Ružić, I. (2014) *Dinamika žala u području Kvarnera*, Doktorska disertacija. Rijeka: Građevinski fakultet.

Smodlaka, N. (1986) Primary production of the organic matter as an indicator of the eutrophication in the northern Adriatic Sea. *Science of the total environment*, 56, 211 - 220.

Šolić, M. (2005) *Ekologija mora*. Split: Institut za oceanografiju i ribarstvo.

Turk, T. (2011). *Pod površinom Mediterana*. Zagreb: Školska knjiga, d.d., 1-590.

Viličić, D. (2104). Specifična oceanološka svojstva hrvatskog dijela Jadrana. *Hrvatske vode*, 22(90), 297-314.

Zavodnik D., Crnković D. (1992). Prilozi morskoj flori i fauni lošinjske otočne skupine, VIII. *Ribe, otočni ljetopis Cres-Lošinj*, str. 265-272.

Zavodnik, D. (1979). Cruises of the Research Vessel „Vila Velebita“ in the Kvarner region of

the Adriatic Sea. *XXI Benthic investigations. Thalassia Jugosl.*, 15 (3/4), 313-350.

Zavodnik, D. (1981). Benthos of the western coast of the island Krk (Rijeka Bay, North Adriatic Sea). *Thalassia Jugosl.*, 17, 289-330.

Zavodnik, D., Šimunović, A. (1997) *Beskralješnjaci morskog dna Jadrana*. Sarajevo: Svjetlost, 1-217.

Zavodnik, D., Vidaković, J. (1982). Bentoske zajednice na području Rapca. *Acta Adriat.*, 23 (1/2), 243-258.

Zibrowius, H. (1980). Les Scléactiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental Monaco: *Mémoires de l'Institut océanographique*, 11, 1-284.

Zibrowius, H., Grieshaber, A. 1977 (1975): Scléactiniaires de l'Adriatique. - *Téthys*, 7 (4), 375-384.

Zvodnik, D., Špan, A., Zavodnik, N., Šimunović, A., Antolić, B. (1981). Benthos of the western coast of the Island Krk (Rijeka Bay, the North Adriatic Sea). *Thalassia Jugosl.*, 17 (3/4), 285-337.

PRILOG:

**Tablica 2.** Kameni koralji zabilježeni na postajama uzorkovanja u Kvarnerskom zaljevu.

Vrsta / Postaja	BR-1	CR-1	CR-2	CR-3	CR-4	CR-5	CR-6	CR-7	MC-1
<i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis et Solander, 1786)	x					x			
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Caryophyllia smithii</i> (Stokes et Broderip, 1828)	x	x	x	x	x	x			x
<i>Ceratotrochus magnaghii</i> (Cecchini, 1914)	x	x				x		x	x
<i>Coenocyathus anthophyllites</i> (Milne Edwards et Haime, 1848)	x								
<i>Hoplangia durothrix</i> (Gosse, 1860)	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842)	x								
<i>Phyllangia americana mouchezii</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x	x			x	x		x	x
<i>Polycyathus muelleræ</i> (Abel, 1959)					x	x			x
<i>Thalamophyllia gasti</i> (Döderlein, 1913)									
<i>Balanophyllia europæa</i> (Risso, 1826)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptopsammia pruvoti</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cladocora cespitosa</i> (Linnaeus, 1767)	x	x	x	x					x
<i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826)						x			
<i>Gynia annulata</i> (Duncan, 1872)									
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)		x			x	x			

Vrsta / Postaja	MC- 2	VC- 1	GO- 1	GO- 2	GR- 1	GR- 2	GR- 3	IL- 1	KRA- 1
<i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis et Solander, 1786)						x	x	x	x
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Caryophyllia smithii</i> (Stokes et Broderip, 1828)	x	x	x	x		x	x		
<i>Ceratotrochus magnaghii</i> (Cecchini, 1914)		x		x				x	
<i>Coenocyathus anthophyllites</i> (Milne Edwards et Haime, 1848)						x			
<i>Hoplangia durothrix</i> (Gosse, 1860)		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842)								x	
<i>Phyllangia americana mouchezii</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)				x		x	x		
<i>Polycyathus muelleræ</i> (Abel, 1959)		x					x	x	
<i>Thalamophyllia gastii</i> (Döderlein, 1913)									
<i>Balanophyllia europæa</i> (Risso, 1826)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptopsammia pruvoti</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)		x	x	x		x		x	
<i>Cladocora cespitosa</i> (Linnaeus, 1767)	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826)									
<i>Guynia annulata</i> (Duncan, 1872)		x							
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)				x				x	



Vrsta / Postaja	KR-1	KR-2	KR-3	KR-4	KR-5	KR-6	KR-7	KR-8	KR-9
<i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis et Solander, 1786)						x			
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)	x		x	x	x	x	x	x	
<i>Caryophyllia smithii</i> (Stokes et Broderip, 1828)		x	x		x	x			x
<i>Ceratotrochus magnaghii</i> (Cecchini, 1914)	x				x	x			
<i>Coenocyathus anthophyllites</i> (Milne Edwards et Haime, 1848)									
<i>Hoplangia durothrix</i> (Gosse, 1860)	x		x		x		x		
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842)									
<i>Phyllangia americana mouchezii</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)						x			
<i>Polycyathus muelleræ</i> (Abel, 1959)	x				x				
<i>Thalamophyllia gastii</i> (Döderlein, 1913)									
<i>Balanophyllia europæa</i> (Risso, 1826)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptopsammia pruvoti</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x				x	x	x		
<i>Cladocora cespitosa</i> (Linnaeus, 1767)		x	x	x		x			x
<i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826)					x				
<i>Guynia annulata</i> (Duncan, 1872)									
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)					x	x			

Vrsta / Postaja	KR-10	KR-11	KR-12	KR-13	KR-14	LO-1	LO-3	LO-4	LO-5
<i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis et Solander, 1786)				x					
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Caryophyllia smithii</i> (Stokes et Broderip, 1828)	x	x	x	x	x		x		
<i>Ceratotrochus magnaghii</i> (Cecchini, 1914)	x								
<i>Coenocyathus anthophyllites</i> (Milne Edwards et Haime, 1848)				x					
<i>Hoplangia durothrix</i> (Gosse, 1860)	x		x	x	x		x		
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842)				x	x				
<i>Phyllangia americana mouchezii</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x		x						
<i>Polycyathus muelleræ</i> (Abel, 1959)					x				
<i>Thalamophyllia gastii</i> (Döderlein, 1913)									
<i>Balanophyllia europæa</i> (Risso, 1826)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptopsammia pruvoti</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x		x	x	x		x		
<i>Cladocora cespitosa</i> (Linnaeus, 1767)	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826)			x						
<i>Guynia annulata</i> (Duncan, 1872)	x					x	x		
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)	x								

Vrsta / Postaja	LO-6	NV-1	OR-1	PL-1	PL-2	PL-3	PR-1	PR-2	PR-3
<i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis et Solander, 1786)			x						x
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Caryophyllia smithii</i> (Stokes et Broderip, 1828)	x		x	x	x			x	
<i>Ceratotrochus magnaghii</i> (Cecchini, 1914)					x			x	x
<i>Coenocyathus anthophyllites</i> (Milne Edwards et Haime, 1848)			x				x	x	
<i>Hoplangia durothrix</i> (Gosse, 1860)	x		x	x		x	x	x	x
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842)			x		x		x	x	
<i>Phyllangia americana mouchezii</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x		x			x	x	x	x
<i>Polycyathus muelleræ</i> (Abel, 1959)				x	x		x	x	
<i>Thalamophyllia gastii</i> (Döderlein, 1913)						x		x	
<i>Balanophyllia europæa</i> (Risso, 1826)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptopsammia pruvoti</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)			x	x	x	x	x	x	x
<i>Cladocora cespitosa</i> (Linnaeus, 1767)	x	x		x			x	x	x
<i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826)			x				x	x	x
<i>Guynia annulata</i> (Duncan, 1872)	x						x		x
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)	x		x	x	x	x	x	x	x

Vrsta / Postaja	PR-4	PR-5	PR-6	PR-7	RA-1	RA-2	RA-3	RA-4	RB-1
<i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis et Solander, 1786)									
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Caryophyllia smithii</i> (Stokes et Broderip, 1828)	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Ceratotrochus magnaghii</i> (Cecchini, 1914)	x	x	x			x			
<i>Coenocyathus anthophyllites</i> (Milne Edwards et Haime, 1848)									
<i>Hoplangia durothrix</i> (Gosse, 1860)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842)									
<i>Phyllangia americana mouchezii</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x	x	x	x		x			
<i>Polycyathus muelleriae</i> (Abel, 1959)	x	x	x	x					
<i>Thalamophyllia gastii</i> (Döderlein, 1913)	x	x							
<i>Balanophyllia europaea</i> (Risso, 1826)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptopsammia pruvoti</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x	x	x	x	x	x			
<i>Cladocora cespitosa</i> (Linnaeus, 1767)		x		x	x	x	x		x
<i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826)	x	x							
<i>Guynia annulata</i> (Duncan, 1872)	x	x	x						
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)	x	x	x	x			x		

Vrsta / Postaja	RB- 2	SE- 1	SJ- 1	SJ- 2	SJ- 3	UN- 1	UN- 2	UN- 3
<i>Caryophyllia cyathus</i> (Ellis et Solander, 1786)								
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)	x		x	x	x	x	x	x
<i>Caryophyllia smithii</i> (Stokes et Broderip, 1828)	x		x	x			x	x
<i>Ceratotrochus magnaghii</i> (Cecchini, 1914)			x					
<i>Coenocyathus anthophyllites</i> (Milne Edwards et Haime, 1848)								
<i>Hoplangia durothrix</i> (Gosse, 1860)			x				x	x
<i>Paracyathus pulchellus</i> (Philippi, 1842)								
<i>Phyllangia americana mouchezii</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x		x	x	x			x
<i>Polycyathus muelleræ</i> (Abel, 1959)	x		x	x	x			
<i>Thalamophyllia gasti</i> (Döderlein, 1913)								
<i>Balanophyllia europæa</i> (Risso, 1826)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Leptopsammia pruvoti</i> (Lacaze-Duthiers, 1897)	x		x	x				x
<i>Cladocora cespitosa</i> (Linnaeus, 1767)	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Monomyces pygmaea</i> (Risso, 1826)								
<i>Guynia annulata</i> (Duncan, 1872)								
<i>Madracis pharensis</i> (Heller, 1868)								

## ŽIVOTOPIS

Rođena sam 11.11.1992. godine u Rijeci gdje sam završila Osnovnu školu Nikola Tesla i 2010. g. Gimnaziju Andrija Mohorovičić. Nakon završene gimnazije upisala sam se na Pravni fakultet u Rijeci, ali sam tek 2013. godine bila spremna otići iz rodnog grada i upisati fakultet koji doista volim. Iz ljubavi prema prirodi i moru upisala sam 2013. g. na Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli smjer Znanost o moru. 2015. g. sudjelovala sam na 13. Festivalu znanosti u Puli. 2018. g. obranila sam završni rad pod nazivom "Utjecaj nanočestica cerija na embrionalni razvoj triju morskih ježinaca: *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus* i *Sphaerechinus granularis*" i stekla zvanje Sveučilišna prvostupnica struke Znanosti o moru. Iste 2018. g. sudjelovala sam na 13. hrvatskom biološkom kongresu sa radom pod nazivom „Određivanje potencijalne toksičnosti nanočestica cerijeva dioksida u razvoju embrija: utjecaj na tri mediteranske vrste ježinaca *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus* i *Sphaerechinus granularis*" autora: P. Burić, I. Alač i D.M. Lyons i upisala Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, smjer: Ekologija i zaštita prirode, modul: More. Tijekom studija učlanila sam se u udrugu BIUS te sam 2018. g. s njom sudjelovala u manifestaciji "Noć biologije".