

# Sastav i struktura sesilnog makrobentosa u koraligenu sjevernog Jadrana

---

**Dravinski, Domagoj**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*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:217:725633>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-02**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Domagoj Dravinski

**Sastav i struktura sesilnog makrobentosa u  
koraligenu sjevernog Jadrana**

Diplomski rad

Zagreb, 2015. godina

Ovaj rad, izrađen u Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka, pod vodstvom doc. sc. Tatjane Bakran-Petricioli i pomoćnim vodstvom dr. sc. Silvije Kipson, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

Zahvaljujem voditeljici doc. dr. sc. Tatjani Bakran-Petricioli što mi je omogućila izradu ovog rada, uputila u jedan potpuno novi svijet koji živi ispod površine mora i pokazala značenje ljubaznog i pristupačnog predavača koji može biti samo uzor drugima.

Zahvaljujem Sari Kaleb čija je pomoć pri determinaciji crvenih alga jedan od najtežih, za početnika gotovo nemogućih poslova na ovom radu učinila najjednostavnijim.

Posebno zahvaljujem asistentici dr. sc. Silviji Kipson, na njenoj predanosti, na svim preporukama i savjetima, na svim utrošenim živcima i noćnim satima kako bi se ovaj rad, a zajedno s njime i njegov autor, istesao u prihvatljivi oblik.

Ovom prilikom također upućujem pozdrave ostalom osoblju Biologije mora, doc. dr. sc. Petru Kružiću, dr. sc. Maji Novosel i tehničarki Jasenki Brunović-Malenica, na gostoljubivosti u njihovom laboratoriju i ugodnoj atmosferi uz pjesmu cvrčaka.

Sveučilište u Zagrebu

Diplomski rad

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Sastav i struktura sesilnog makrobentosa u koraligenu sjevernog Jadrana

Domagoj Dravinski

Roosveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Koraligene zajednice su jedne od ekološki, ekonomski i estetski najvrijednijih biocenoza Sredozemnog mora no podatci o njima u Jadranskom moru su nedostadni. Stoga su specifični ciljevi ovog istraživanja bili utvrditi sastav i strukturu sesilnog makrobentosa u koraligenu sjevernog Jadrana te utvrditi prostornu varijabilnost istraživanih zajednica na temelju sastava i abundancije svojiti te glavnih ekoloških skupina. Obradom fotografskih uzoraka utvrđene su 72 svojite od kojih se 82% javlja na svim postajama. Najveće bogatstvo svojiti utvrđeno je za spužve (28). Po pokrovnosti prevladavaju algni graditelji - crvene kalcificirajuće koraste alge, te potom zelene busenaste alge i spužve. Najabundantnije vrste su crvene alge iz roda *Peyssonnelia*. Od životinjskih graditelja prevladavaju kameni koralji i korasti mahovnjaci. Najznačajniji bioeroder je školjkaš *Gastrochaena dubia*. Morfološki prevladava bazalni sloj (oko 70% ukupne površine), dok je uspravni sloj vrlo slabo razvijen, ukazujući na relativno malu strukturnu kompleksnost istraživanih zajednica. Ovim istraživanjem potvrđena je značajna prostorna varijabilnost koraligenih zajednica, a multivarijantni obrasci bioraznolikosti utvrđeni na temelju sastava i pokrovnosti svojiti te ekoloških skupina međusobno se razlikuju. Kvalitativni i kvantitativni podatci dobiveni ovim istraživanjem pružaju uvid u nulto stanje istraživanih koraligenih zajednica te omogućavaju buduće praćenje njihovog stanja unutar područja NATURA 2000.

Ključne riječi: morska staništa, koraligen, sesilni makrobentos, Jadransko more, bioraznolikost

(54 stranice + VII str. priloga, 22 tablice, 22 slike, 2 priloga, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Voditelj: Dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli, doc.

Neposredni voditelj: Dr. sc. Silvija Kipson

Ocjenitelji: Dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli, doc., dr. sc. Ines Radanović, izv. prof., dr. sc. Zora Popović, red. prof.

Rad prihvaćen: 5. 2. 2015.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Graduation Thesis

Composition and structure of sessile macrobenthos in Northern Adriatic coralligenous assemblages

Domagoj Dravinski

Roosveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Coralligenous assemblages are some of the most important Mediterranean biotic communities from an ecological, economical and aesthetic standpoint, although the data about them in the Adriatic is lacking. The specific goals of this thesis were to determine the composition and structure of sessile macrobenthos, and spatial variability for the Northern Adriatic coralligenous communities based on the composition and abundance of taxa and main ecological groups. 72 taxa were determined by photographic sampling, 82% of which were present at all of the investigated sites. Sponges had the greatest species richness (28). Based on the surface area covered, the main contributors were algal bioconstructors - red calcareous encrusting algae, followed by green turf-forming algae and sponges. The most abundant species were Rhodophyta of genus *Peyssonnelia*. Anthozoans and Bryozoans were the most abundant animal bioconstructors. *Gastrochaena dubia* was the most represented bioeroder. The morphological composition indicates a low structural complexity with approximately 70% of the surface area covered by a basal layer, while the upper layer was poorly developed. Multivariate biodiversity patterns based on the composition and abundance of taxa and ecological groups differed between sites, confirming a significant spatial variability of the coralligenous assemblages. The qualitative and quantitative data documented in this paper could serve as a starting reference for the investigated coralligenous communities enabling their future assessments within NATURA 2000 sites.

Key words: marine habitats, coralligene, sessile macrobenthos, Adriatic, biodiversity  
(54 pages + appendices VII pages, 22 tables, 22 figures, 2 appendices, original in Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Supervisor: Dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli, Assistant Professor

Assistant supervisor: Dr. sc. Silvija Kipson

Reviewers: Dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli, Asst. Prof., dr. sc. Ines Radanović, Assoc. Prof.,  
dr. sc. Zora Popović, Prof.

Thesis accepted: 5. 2. 2015.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Definicija koraligena i njegova vrijednost.....	1
1.2. Distribucija.....	2
1.3. Okolišni uvjeti .....	2
1.4. Biokonstruktori i biodestruktori u koraligenu .....	3
1.5. Bioraznolikost koraligenog staništa.....	4
1.6. Međusobni odnosi.....	4
1.7. Ugroženost koraligena i zaštita .....	4
1.8. Cilj rada.....	8
2. MATERIJALI I METODE.....	9
2.1. Istraživano područje .....	9
2.2. Uzorkovanje.....	13
2.3. Analiza fotografija .....	14
2.4. Statistička obrada podataka .....	15
2.5. Multivarijatna analiza .....	15
2.6. Univarijatna analiza.....	16
3. REZULTATI.....	17
3.1. Bioraznolikost istraživanih koraligenih zajednica.....	17
3.2. Sastav i struktura istraživanih koraligenih zajednica.....	19
3.3. Prostorna varijabilnost obrazaca bioraznolikosti makrobentosa.....	31
3.4. Usporedba istraživanih koraligenih zajednica na temelju pokrovnosti glavnih ekoloških skupina .....	36
4. RASPRAVA.....	41
4.1. Bioraznolikost .....	41
4.2. Sastav i struktura.....	41
4.3. Prostorna varijabilnost .....	43
5. ZAKLJUČCI .....	45
6. LITERATURA.....	46
7. PRILOZI.....	I
ŽIVOTOPIS.....	VIII

# 1. UVOD

## 1.1. Definicija koraligena i njegova vrijednost

Koraligene tvorevine su jedinstveni oblik mediteranskog čvrstog morskog dna. Biogenog su podrijetla, a nastaju nakupljanjem kalcificiranih inkrustirajućih alga koje rastu u uvjetima slabijeg osvjetljenja i umjerenog hidrodinamizma (Ballesteros 2006). Zajedno s livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, to se stanište smatra žarištem bioraznolikosti u Mediteranu (Ballesteros 2006) te je zbog toga iznimno važno za ukupno bogatstvo života, biomasu i produktivnost (Slika 1), u čemu se može usporediti s tropskim koraljnim grebenima (Bianchi 2001). Nadalje, lokacije s koraligenom predstavljaju jedno od omiljenih odredišta turista ronilaca u Sredozemnom moru (Harmelin 1993). Koraligene zajednice su uvrštene u europsku Direktivu o staništima (92/43/EEC) unutar prioritnog stanišnog tipa „1170 Grebeni“ te predstavljaju prioritna područja za zaštitu i praćenje stanja, a s ciljem smanjenja čovjekovog utjecaja radi održavanja statusa dobrog okoliša ("*Good Environment Status*"; UNEP/MAP – RAC/SPA 2014).



**Slika 1.** Koraligena zajednica u podmorju otočića Mali Plavnik (Kvarnerski zaljev, sjeverni Jadran). Autor: P. Kružić.



## 1.2. Distribucija

Najproučavanije i najbolje istražene su koraligene tvorbe sjeverozapadnog Mediterana, dok se smatra kako se neke od najrazvijenijih nalaze u Egejskom moru (Laborel 1961, Ballesteros 2006). Koraligene zajednice Jadranskog mora se prvi put spominju u 18. stoljeću (Olivi 1792 citiran u Casellato i Stefanon 2008), no rađeno je relativno malo studija o njihovom sastavu (Brunetti 1994, Gabriele i sur. 1999, Mizzan 2000, Molin i sur. 2003, Soresi i sur. 2004, Casellato i Stefanon 2008) te prostornoj ili vremenskoj varijabilnosti (Fava i sur. 2009a, b; Ponti i sur. 2011).

Koraligena staništa su široko rasprostranjena duž hrvatske obale. Biogeografski gledano Gamulin-Brida (1965) je ustanovila da su koraligene zajednice uz istočnu obalu Jadrana vrlo slične onima iz sjeverozapadnog Mediterana. No ova staništa uz hrvatsku obalu nisu dovoljno proučena te su podatci o njihovoj rasprostranjenosti, sastavu, ekologiji i konzervacijskom statusu nedostatni. Sustavna, kvantitativna istraživanja koraligene zajednice uz istočnu obalu Jadrana su započela relativno nedavno (Kipson i sur. 2009, Kipson 2013).

Koraligene zajednice se mogu pronaći uglavnom na dubinama od 20 do 120 metara (Laborel 1987), ispod granice rasta morske cvjetnice vrste *Posidonia oceanica*. One predstavljaju vrhunac razvoja biocenoza zone cirkalitorala (Péres 1967) te se razvijaju u uvjetima smanjenog osvjetljenja. Stoga se, ovisno o prozirnosti mora mogu javiti i kao enklave na dubinama manjim od 20 m, unutar biocenoze infralitoralnih alga (Ballesteros 2006).

## 1.3. Okolišni uvjeti

Svjetlost je najvažniji čimbenik rasta i razvoja tih zajednica budući da su uglavnom sastavljene od makroalga kojima je ona potrebna za rast, no koje ne podnose veće količine svjetlosti - idealno između 0.05 i 3% površinskog intenziteta (Péres i Picard 1964, Laubier 1966, Ballesteros 1992). Zbog bogatstva života i prirode njihovog rasta, organizmi se često međusobno prerastaju i time stvaraju složenu strukturu staništa s mnogim različitim mikrouvjetima (Hong 1980, Ballesteros 2006). Različita mikrostaništa unutar ovih zajednica mogu uzrokovati velike razlike u dostupnoj svjetlosti, ponegdje stvarajući uvjete slične batijalu ili unutrašnjosti špilja (Laubier 1966), zajedno sa orijentacijom podloge na kojoj zajednica raste budući da se mogu javiti na horizontalnim platoima, liticama i njihovom podnožju te svodovima (Laborel 1960, 1961). Vrste koje čine ove zajednice su također prilagođene na niske koncentracije nutrijenata u vodi, koje su tijekom ljeta zanemarive (Ballesteros 1992, Garrabou 1997), na način da povećanje koncentracije nitrata inhibira rast i uzrokuje promjenu sastava zajednice (Hong 1980). Strujanja vode se u cirkalitoralu

uglavnom svode na morske struje (Riedl 1966), ali utjecaj valova također može biti zamjetan i na dubinama od 50 metara ako su valovi veći od 1 m, što u kombinaciji s raznovrsnim mikrostaništima i različitim brzinama protoka stvara mnoge dodatne mikrouvjete pogodne za rast i razvoj suspenzivora (Ballesteros i Zabala 1993, Garrabou 1997).

Većina vrsta koraligena može podneti normalne temperaturne varijacije tijekom godišnjih doba, no ove zajednice pokazuju relativnu stenotermnost (Péres i Picard 1951). Neke vrste karakteristične za ove zajednice poput alge vrste *Laminaria rodriguezii* dolaze samo na većim dubinama (> 70 m) gdje su promjene temperature manje (Ballesteros 2006), dok su nedavna masovna ugibanja bentoskih suspenzivora povezana s produljenim trajanjem povišenih, ljetnih temperatura (Perez i sur. 2000, Romano i sur. 2000).

Koraligen se uglavnom razvija na kamenitoj podlozi te može biti debeo od 20-ak cm do nekoliko metara, u pravilu je veća debljina tvorbe što je zajednica na većoj dubini, a često je šupljikava i ispunjena udubinama i tunelima (Laborel 1987). Heterogena struktura koraligena pruža stanište mnogim suspenzivorima - spužvama, koraljima, mahovnjacima, mnogočetinašima, mekušcima i mješčičnicama, a bioraznolikost dodatno povećavaju organizmi koji tamo pronalaze zaklon, hranu, ili nastanjuju nakupine rahlog sedimenta (Ballesteros 2006). Stoga koraligeno stanište svojom složenom strukturom omogućava razvoj nekoliko različitih zajednica: onih u kojima dominiraju alge, suspenzivori, ili organizmi koji se ukapaju u čvrsto, odnosno rahlo dno (Laborel 1961, Laubier 1966).

Koraligen se razvija iznimno sporo, prosječna brzina rasta je 0,19 mm na godinu (Sartoretto 1994, Sartoretto i sur. 1996), a ovisi i o udjelu koraligenih alga u samoj zajednici (Ballesteros 2006). Najveća brzina rasta je utvrđena datiranjem fosilnih nalaza radioaktivnim ugljikom te iznosi 0,8 mm godišnje u razdoblju od prije 8000 do 5000 godina (Sartoretto i sur. 1996), no ni taj rast nije bio kontinuiranog intenziteta te se smanjio promjenom uvjeta i povišenjem razine mora (Ballesteros 2006).

#### **1.4. Biokonstruktori i biodestruktori u koraligenu**

Glavni graditelji ovih tvorevina su koraline crvene alge, kao npr. vrste iz rodova *Mesophyllum*, *Pseudolithophyllum*, *Lithophyllum* i *Neogoniolithon*, nekoraline kalcificirajuće crvene alge iz roda *Peyssonnelia*, koje na manjim dubinama često prekrivaju populacije zelenih alga poput vrsta *Halimeda tuna* i *Flabellia petiolata* (Boudouresque i Denizot 1975, Ballesteros 2006). Analiza fosiliziranih naslaga otkriva isti sastav ovih zajednica prije 7700 godina (Sartoretto i sur. 1996), uz gotovo potpuni izostanak nekoralinih *Peyssonnelia* u fosiliziranom obliku (Sartoretto 1996 citiran u Ballesteros 2006), koje imaju manji udio karbonata od koralinih alga (Laubier 1966, Ballesteros 1992), kojeg također kristaliziraju u

obliku aragonita naspram stabilnijeg kalcita koji puno lakše fosilizira (James i sur. 1988). Od graditelja životinjskog podrijetla naročito su zastupljeni mahovnjaci i mnogočetinaši, a nešto manje žarnjaci i krednjaci (Hong 1980). Kamenotočne spužve, mekušci i mnogočetinaši su najzaslužniji za bioeroziju koraligenih zajednica, na čelu sa spužvom vrste *Cliona viridis* kao najzastupljenijom i najdestruktivnijom (Rosell i sur. 1999, Uriz i sur. 1992a), a manje su istaknuti ježinci (Laubier 1966) te modrozelenne alge i gljivice (Hong 1980, Sartoretto 1998).

### **1.5. Bioraznolikost koraligenog staništa**

Koraligene zajednice obilježava velika bioraznolikost: preliminarnim popisom utvrđeno je 1666 vrsta koje nastanjuju koraligen (Ballesteros 2006), što čini oko 20% vrsta Sredozemnog mora. Do sad je zabilježeno oko 315 vrsta makroalga, 142 vrste spužava, 43 vrste koralja, 191 vrsta mnogočetinaša, 135 vrste mekušaca, oko 170 vrsta mahovnjaka te 82 vrste plaštenjaka s time da se veći dio faune mješćinica (oko 70%) može pronaći u koraligenim zajednicama (Ballesteros 2006 i tamošnji navodi).

### **1.6. Međusobni odnosi**

Biotički odnosi imaju izuzetno važnu ulogu u oblikovanju svih ekosustava, pa tako i koraligenih zajednica na koje najveći utjecaj imaju interakcije između inkrustirajućih alga, sesilnih beskralježnjaka i organizama zaslužnih za bioeroziju (Ballesteros 2006). Ove zajednice imaju mnoge posebnosti jer su glavni organizmi koji ih izgrađuju kalcificirani te stoga nisu lako jestivi (Zabala i Ballesteros 1989), dok drugi imaju kemijske obrane koje ih čine nejestivima ili otrovnima (Martí 2002). Stoga biljojedi i mesojedi nisu ključni članovi ovih zajednica kao što je slučaj u nekih drugih; najveći se broj organizama ubraja u suspenzivore, a dinamika je zajednice niska (True 1970, Zabala i Ballesteros 1989). Alelopatija također igra važnu ulogu u oblikovanju ovih zajednica jer mnogi organizmi luče odbijajuće ili otrovne tvari zbog suzbijanja konkurencije ili odbijanja predatora (Uriz i sur. 1991). Također, budući da je kompeticija za prostor izuzetno velika, mnogi organizmi su neselektivni epibionti, čije se ličinke prihvaćaju i rastu na drugim organizmima (True 1970).

### **1.7. Ugroženost koraligena i zaštita**

Osam vrsta makroalga koraligenog staništa nalazi se na popisu ugroženih vrsta, premda se taj popis može značajno povećati zbog vrsta koje se mogu pronaći isključivo u tim zajednicama, a iznimno su osjetljive na povećanu sedimentaciju i zagađenje (Boudouresque i sur. 1990, Ballesteros 2006). Tako se vrsta *Laminaria rodriguezii* danas jedino može pronaći

u sastavu koraligena jer je iz drugih staništa potpuno istisnuta zbog kočarenja (Ballesteros 2006).

Koralji poput vrste *Corallium rubrum* se komercijalno iskorištavaju u gotovo svim mediteranskim zemljama što drastično smanjuje njihovu brojnost (Weinberg 1991), a rijetki crni koralj vrste *Savalia savaglia* je često na meti kolekcionara što dodatno smanjuje njegovu populaciju (Boudouresque i sur. 1991). Ostale vrste su često na meti rekreacijskih ronilaca (Coma i sur. 2004).

Ugrožene su neke vrste mekušaca poput vrste *Lithophaga lithophaga* premda se u koraligenu mogu pronaći u velikom broju (Boudouresque i sur. 1991), no njihov status ugrožene vrste je vezan uz pokušaj zaštite bentičkih zajednica na manjim dubinama koje su dostupnije roniocima koji ih vade (Russo i Cicogna 1991), kao i periske (Ballesteros 1998).

Neke vrste riba i rakova se često love za hranu te se njihov broj smanjuje, osim onih vrsta koje koriste koraligene zajednice za novačenje, poput kirnje *Epinephelus marginatus* čiji se broj povećava kao rezultat zaštite i zabrane izlova (npr. García-Rubies i sur. 2013). Većina ugroženih vrsta se našla na tom popisu zbog izlova, neposrednog uništavanja staništa kočarenjem, izgradnjom obale, zbog kaskadnog učinka, promjene okolišnih uvjeta, vađenja zbog dekorativnih svrha ili je uzrok nepoznat (Boudouresque i sur. 1991, Chauvet 1991, Templado 1991, Mayol i sur. 2000).

Zabilježeno je nekoliko epizoda masovnih ugibanja suspenzivora koraligenih zajednica sjeverozapadnog Mediterana (Cerrano i sur. 2000, Perez i sur. 2000, Garrabou i sur. 2001, Linares i sur. 2005, Garrabou i sur. 2009) te nekoliko manjih odumiranja (Cerrano i sur. 2000). Smanjenje gustoće populacije crvene gorgonije, *Paramuricea clavata*, u Nacionalnom parku Port-Cros je bilo toliko izraženo da se četiri godine nakon odumiranja 1999. godine ona vratila tek na polovicu prijašnje gustoće (Linares i sur. 2005), a značajno su pogođene i populacije crvenog koralja (Garrabou i sur. 2001). Odumiranje može biti djelomično, zahvaćajući samo neke ogranke kolonije (Slika 2, a i b) ili potpuno. Ovi su događaji najvjerojatnije uzrokovani ljetnim temperaturnim anomalijama jer neki organizmi ne mogu preživjeti produljene periode povišenih temperatura mora, koji uzrokuju prestanak vertikalnog miješanja i smanjenje dostupne hrane za suspenzivore (Coma i sur. 2000, Coma i Ribes 2003). Ako su masovna ugibanja uistinu povezana s trendom globalnog zatopljenja ovi bi se događaji mogli ponoviti i biti puno učestaliji, što može dovesti do temeljitih izmjena u sastavu koraligenih zajednica te uzrokovati njihovu degradaciju (Perez i sur. 2000, Garrabou i sur. 2009).

Zagađenje uzrokovano otpadnim vodama iz urbanih i industrijskih područja smanjuje bioraznolikost koraligena, te uzrokuje smanjenje gustoća populacija i ukupne biomase gotovo svih taksonomskih skupina (Hong 1980, 1983, Cormaci i sur. 1985). Zagađenje usporava rast koraligenih alga (Littler 1976), ortofosfatni ioni inhibiraju kalcifikaciju (Simkiss 1964), a talusi alge *Mesophyllum alterans* su češće zamjenjeni nekoraligenim vrstama roda *Peyssonnelia* čija je sposobnost izgradnje koraligena znatno niža (Hong 1980, Sartoretto 1996). Nadalje, vrste odgovorne za bioeroziju obilnije su u zagađenim područjima (Hong 1980), što ukazuje da zagađenje vode ubrzava razgradnju i degradaciju koraligena (Ballesteros 2006).

Kočarenje je vjerojatno najdestruktivniji oblik ribolova jer izravno uništava staništa, uključujući i koraligene zajednice, te uzrokuje povećanje turbiditeta i sedimentacije na okolnim područjima (UNEP-RAC-SPA 2008). Ribolov najčešće pogađa ciljane vrste riba i rakova čiji se broj može drastično smanjiti, što mijenja sastav zajednice, no te se vrste uglavnom uspijevaju oporaviti nakon zaštite područja i zabrane izlova u njemu (npr. Garcia-Rubies i Zabala 1990, Harmelin 1991, Coll i sur. 1999). Aktivno korišteni ili napušteni ribolovni alati mogu nadalje mehanički oštećivati sesilne organizme u koraligenu (Slika 2 c).

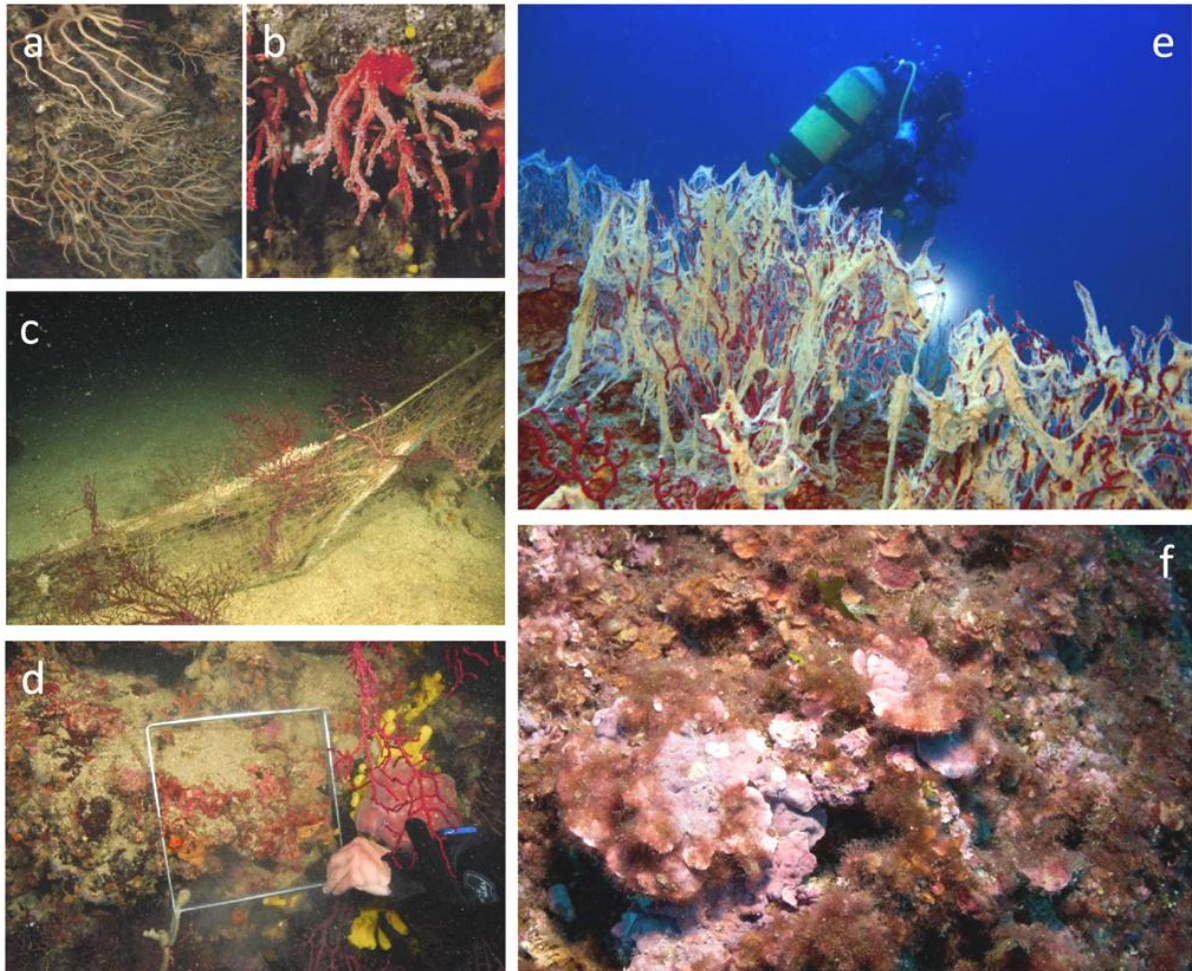
Koraligene zajednice su zbog svoje bioraznolikosti i bogatstva života omiljena mjesta za ronjenje (Harmelin 1993, Boudouresque 2004b), no učestalo i neprimjereno ronjenje na istim lokacijama dovodi do smanjenja bioraznolikosti (Sala i sur. 1996). Na primjer, brojnost kolonija mahovnjaka vrste *Pentapora fascialis* se smanjila za pola u godinu dana nakon otvaranja lokacije za ronjenje u rezervatu otoka Medes (Garrabou i sur. 1998), a zabilježen je i povećani mortalitet odraslih kolonija vrste *Paramuricea clavata* (Coma i sur. 2004). Sidrenje također može negativno utjecati na ove zajednice (Ballesteros 2006).

Nadalje, cvjetanje sluzavih i filamentoznih alga može stvarati nakupine koje oštećuju ili uništavaju organizme, najčešće uspravne suspenzivore kao što su gorgonije, a najvjerojatnije ih uzrokuje eutrofikacija (UNEP-MAP-RAC/SPA 2008, Slika 2 e).

Invazivne vrste koje najviše ugrožavaju koraligen su uglavnom alge koje prerastaju autohtone organizme, ograničavaju im dostupnu svjetlost te povećavaju nakupljanje sedimenta (Airoldi i sur. 1995) ili onemogućavaju novačenje novih jedinki zauzimanjem staništa i istiskivanjem (Ballesteros i sur. 1998, Piazza i sur. 2002, Slika 2 f). To su najčešće vrste *Womersleyella setacea*, *Acrothamnion preissi*, *Caulerpa taxifolia* i *C. racemosa*, *Asparagopsis taxiformis* i *Lophocladia lallemandi* (Ballesteros 2006 i tamošnji navodi).

Akcijskim planom za očuvanje koraligena i ostalih kalcificiranih biogenih tvorevina u Sredozemnom moru (UNEP-MAP-RAC/SPA 2008) predlaže se nekoliko mjera za zaštitu koraligena koje uključuju: (a) zabranu ispuštanja otpadnih voda iznad i u blizini koraligenih

zajednica, (b) zabranu kočarenja na i u okolini ovih zajednica kao i sve ljudske aktivnosti koje povećavaju turbidnost vode i sedimentaciju, (c) izradu planova gospodarenja ribljim fondom kako rekreativno i tradicionalno ribarenje ne bi uzrokovalo prelov ciljanih vrsta, (d) regulaciju ronjenja kako ne bi došlo do povećanih oštećenja osjetljivih organizama te (e) izradu propisa vezanih za kontrolu i suzbijanje invazivnih vrsta.



**Slika 2.** Poremećaji koji utječu na koraligeno stanište. Epizode masovnih ugibanja povezane s klimatskim promjenama: a) ogoljeli ogranci (bez tkiva) crvene gorgonije *Paramuricea clavata* (preuzeto iz Garrabou i sur. 2009) i b) nekroza tkiva (sivkaste boje) crvenog koralja *Corallium rubrum* (preuzeto iz Cerrano i sur. 2000); c) negativan utjecaj ribarskih mreža; d) sedimentacija na površini koraligena; e) sluzave alge nakupine na gorgonijama; f) invazivna crvena busenasta alga *Womersleyella setacea* prerasta kalcificirane alge graditelje koraligena. Autori: c, d) P. Kružić; e) S. Kaleb; f) A. Žuljević. Preuzeto iz Garrabou i Kipson (2014).

## **1.8. Cilj rada**

S krajnjim ciljem doprinosa poznavanju koraligene zajednice u Jadranskom moru i stvaranjem temelja za buduće praćenje stanja, postavljeni su sljedeći specifični ciljevi ovog istraživanja:

1. Utvrditi sastav i strukturu sesilnog makrobentosa u koraligenu sjevernog Jadrana;
2. Utvrditi prostornu varijabilnost istraživanih zajednica na temelju sastava i abundancije svojti i glavnih ekoloških skupina.

## 2. MATERIJALI I METODE

Provedene analize se temelje na determinaciji makroskopskih vrsta analizom fotografija sustavno prikupljenih tijekom autonomnog ronjenja. Takva je nedestruktivna metoda poželjna kada je u pitanju uzorkovanje velikih površina osjetljivog i ugroženog staništa kakav je koraligen, te omogućuje stvaranje trajnih zapisa koje je uvijek moguće dodatno analizirati. Korištena metoda procjene bioraznolikosti se temelji na metodi koju je opisala Kipson i sur. (2011) s ciljem procjene strukture i sastava vrsta koraligenog staništa.

### 2.1. Istraživano područje

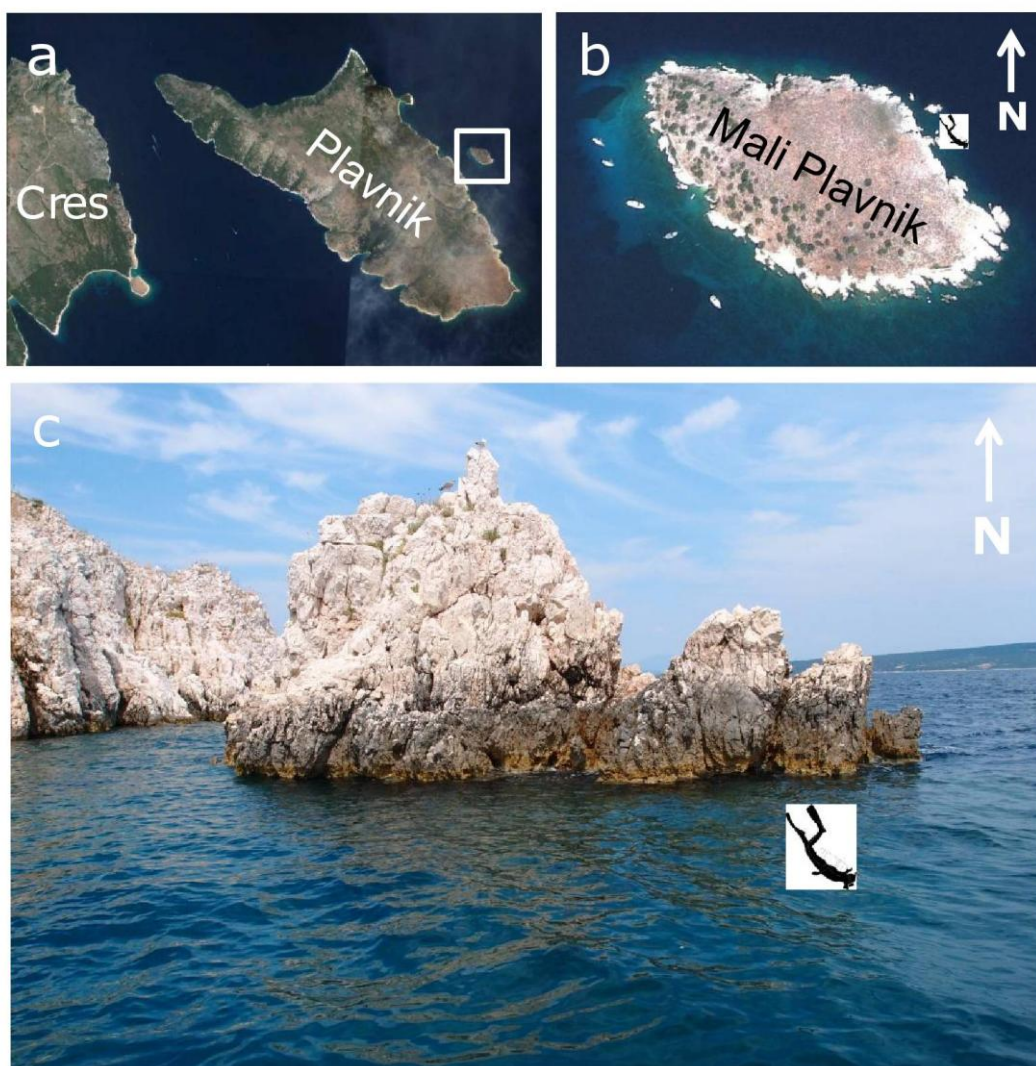
Fotografsko uzorkovanje je provedeno tijekom srpnja 2013. godine na tri lokacije u sjevernom Jadranu (Slika 3): otoku Mali Plavnik ( $44^{\circ}58'31.82''\text{N}$ ,  $14^{\circ}32'52.04''\text{E}$ ), istočnoj obali otoka Prvić ( $44^{\circ}55'03.64''\text{N}$ ,  $14^{\circ}48'51.17''\text{E}$ ) i rtu Markonj na Golom otoku ( $44^{\circ}50'48.89''\text{N}$ ,  $14^{\circ}50'21.13''\text{E}$ ). Sve se lokacije nalaze unutar područja NATURA 2000, s time da je otok Prvić dio i posebnog morskog rezervata „Prvić i Grgurov kanal“. Uzorkovane koraligene zajednice se na sve tri postaje nalaze na okomitim zidovima (strmcima).



**Slika 3.** Istraživane postaje u Kvarnerskom zaljevu (sjeverni Jadran). Preuzeto s Google Earth, Image © 2013 DigitalGlobe.

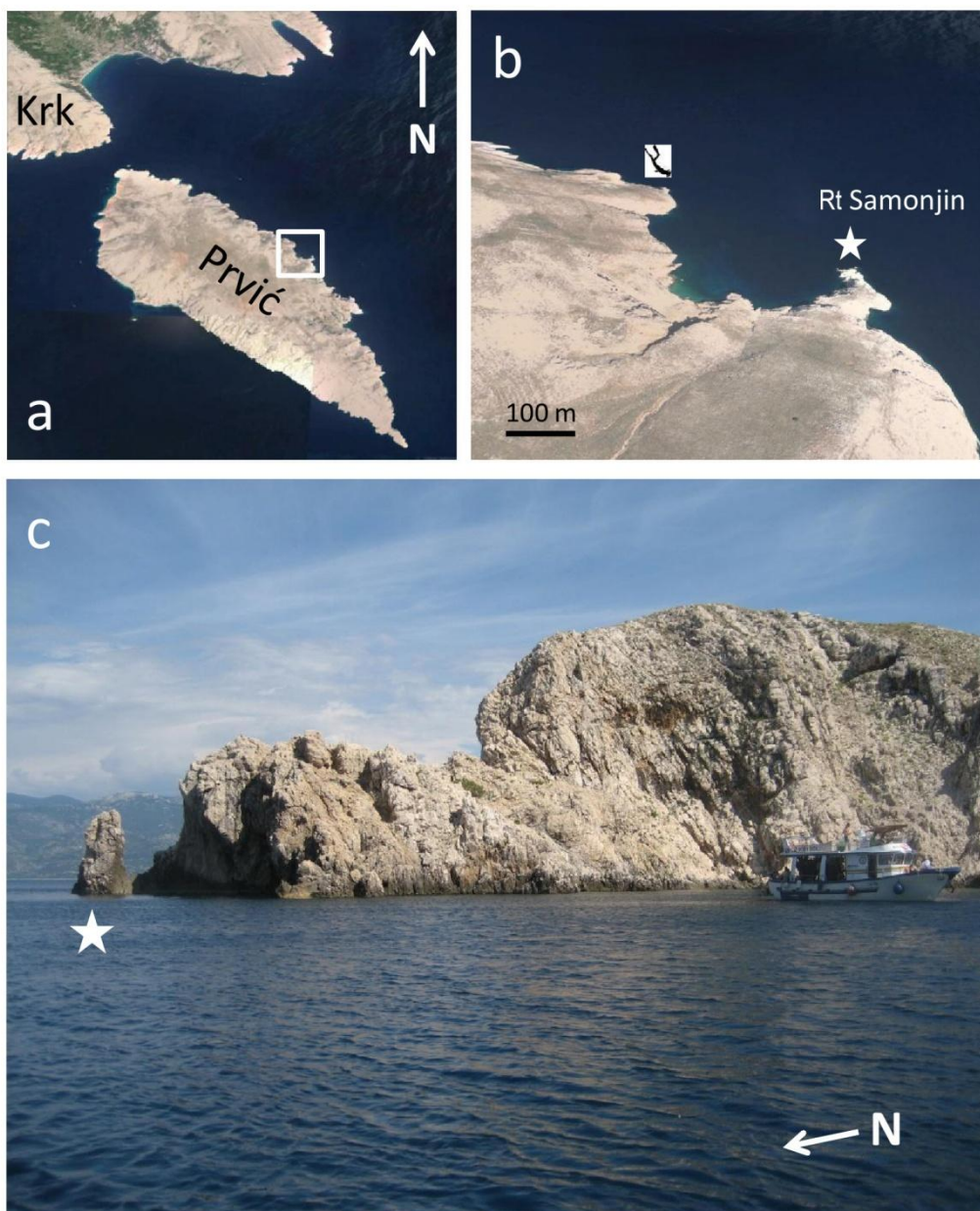


Zaron kod Malog Plavnika započeo je južno od hridi na istočnoj strani otoka (Slika 4 a i b) te se nastavio u smjeru jugoistoka nakon podvodnog šiljka na oko 5 metara dubine. Na toj se postaji biocenoza infralitoralnih alga protezala do 20 metara dubine nakon čega su ju zamjenile zajednice scijafilnih vrsta. Koralično stanište je zabilježeno ispod 25 metara, a na 42 metra dubine kamena litica prelazi u nagnuto taložno dno. Fotografiranje uzoraka je provedeno na jugo-jugoistočnoj strani litice na dubini od 35 do 38 metara.



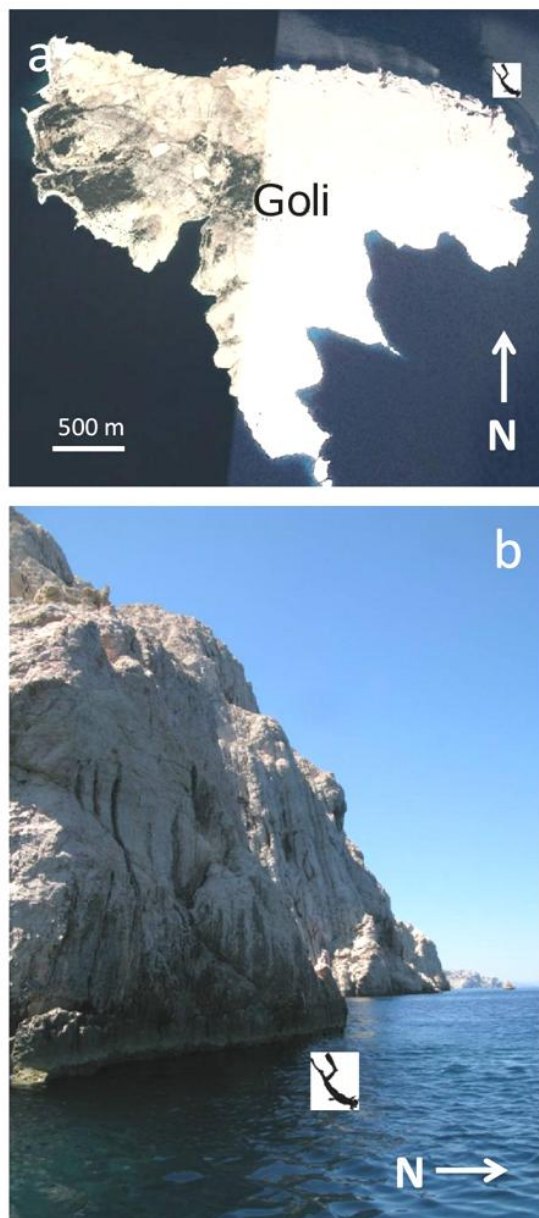
**Slika 4.** Mali Plavnik, označeno područje slike a) je prikazano uvećano na slici b), slika c) označava mjesto zarona. Izvor za a) i b): Google Earth, Image © 2013 DigitalGlobe. Preuzeto iz Garrabou i Kipson (2014).

Na otoku Prvić, ronjenje je obavljeno na istočnoj obali (Slika 5 a), 500 metara sjeverozapadno od rta Samonjin (Slika 5 b). Podvodna litica na mjestu zarona se proteže do 45 metara dubine. Koraligene zajednice se razvijaju od 25 metara, a na 45 metara počinje detritičko dno. Fotografsko uzorkovanje je provedeno između 30 i 33 metara dubine.



**Slika 5.** Otok Prvić (istočna obala). Označeno područje slike a) je prikazano uvećano na slici b), Rt Samonjin je označen zvijezdom. Izvor: a) i b) Google Earth, Image © 2013 DigitalGlobe. Preuzeto iz Garrabou i Kipson (2014).

Na Golom otoku zaron je obavljen kod rta Markonj na sjeveroistočnoj strani (Slika 6 a). Litica se spušta do dubine od 40 metara gdje ju zamjenjuje detritičko dno. Scijafilne vrste su zabilježene od 20 metara, a koraligen od 23 metra dubine. Fotografsko uzorkovanje je provedeno na dubini od 28 do 30 metara.



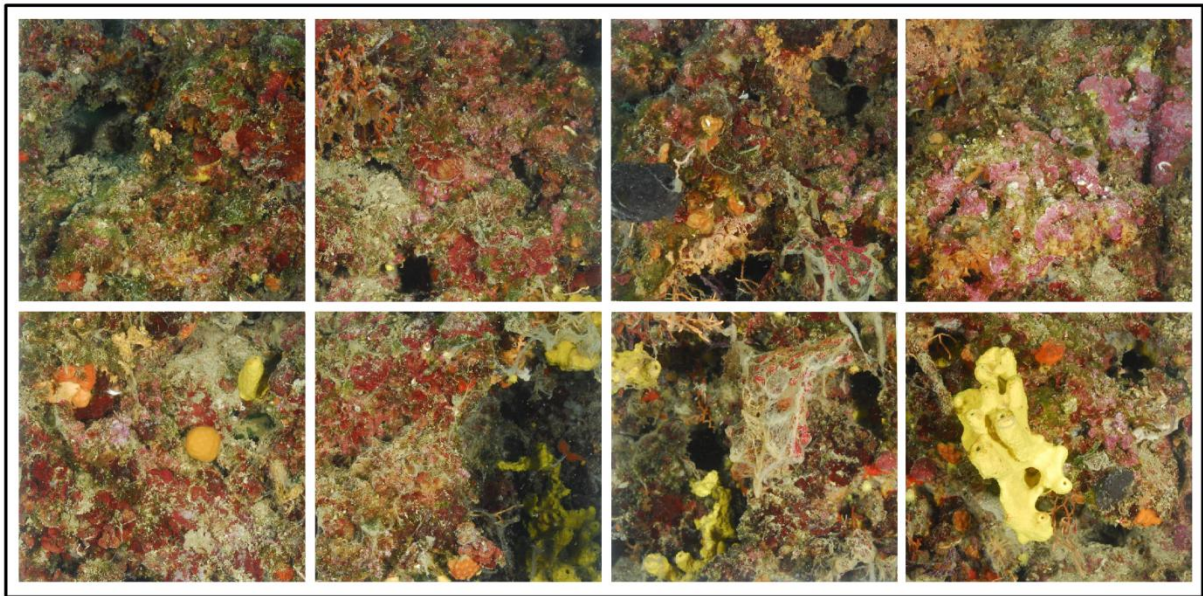
**Slika 6.** Goli otok (Rt Markonj). Izvor: a) Google Earth, Image © 2013 DigitalGlobe. Preuzeto iz Garrabou i Kipson (2014).

## 2.2. Uzorkovanje

Za foto uzorkovanje je korišten digitalni refleksni fotoaparat Nikon D200 s objektivom Nikkor 40 mm makro DX u podvodnom kućištu Sea & Sea (Slika 7). Vanjsko osvjetljenje je bilo osigurano s dvije elektronske svjetiljke na kojima su montirani raspršivači svjetlosti. Kao pomoć pri određivanju ispitivane površine upotrijebljen je metalni okvir duljine stranice 50 cm podijeljen na četiri manja segmenta (25 x 25 cm). Svaki segment je zasebno fotografiran za analizu. Nakon fotografiranja, okvir se translaticirao u desno za jednu njegovu širinu te se fotografiranje ponovilo. Na taj se način dobio osnovni replikat ukupne površine 5000 cm<sup>2</sup> sastavljen od 8 zasebnih segmenata, odnosno fotografija (Slika 8). Nasumičnim odabirom uzorkovano je ukupno pet replikata na svakoj postaji čime je dobiveno konačnih 120 fotografija za obradu (40 po postaji).



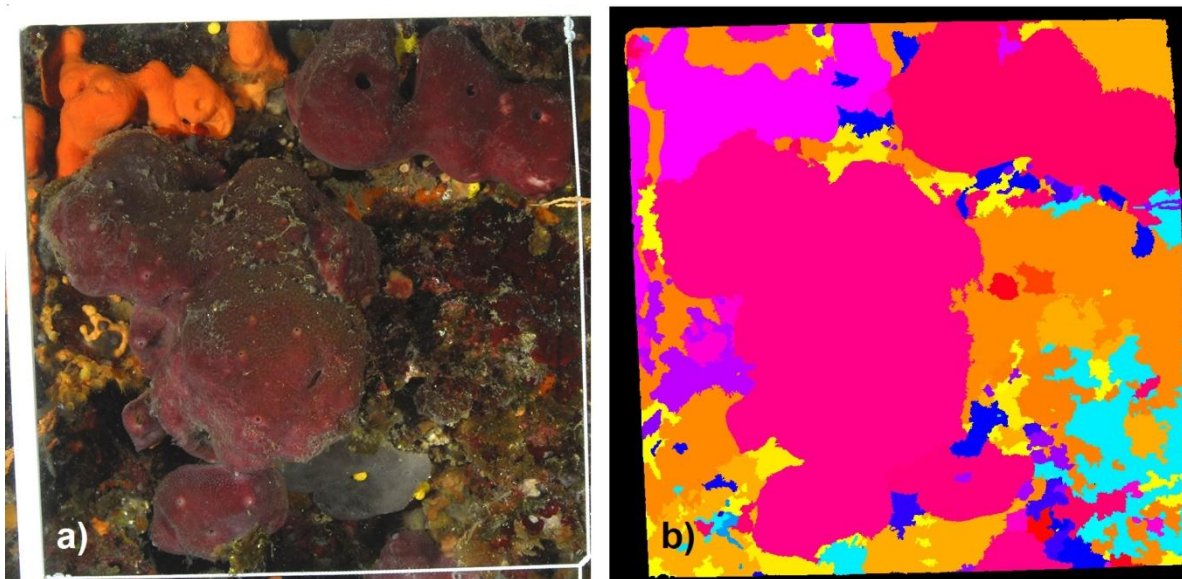
**Slika 7.** Uzorkovanje koraligena fotografskom metodom. Autor: Sara Kaleb.



**Slika 8.** Primjer uzorkovanog replikata površine 5000 cm<sup>2</sup>, podijeljenog na 8 segmenata 25 x 25 cm. Preuzeto iz Garrabou i Kipson (2014).

### 2.3. Analiza fotografija

Fotografije su obrađene na računaru pomoću računalnog programa *Seascape* (ver. 3.2.4) koji omogućuje jednostavnu procjenu pokrovnosti (Slika 9). Program dijeli analiziranu sliku na segmente temeljem homogenosti nijansi boje polazeći od pretpostavke da se sesilne bentičke zajednice mogu promatrati kao mozaik (Teixido i sur. 2011). Nakon hijerarhijske segmentacije, program se ručno kalibrira za veličinu slike te korisnik vizualno determinira vrste do najniže moguće taksonomske razine. Budući da je kalibriran, program može po završetku analize izračunati ukupnu površinu u kvadratnim centimetrima koju na obrađenoj slici zauzima određena taksonomska kategorija. S fotografija se dodatno utvrđivala i gustoća bioerodirajućeg školjkaša vrste *Gastrochaena dubia* na temelju sifonalnih otvora vidljivih na površini supstrata te gustoća organizama koji pridonose strukturnoj kompleksnosti zajednica svojim kolonijama višim od 15 cm. Svi taksonomski nazivi su usklađeni s obzirom na Europski registar morskih vrsta (*ERMS*, [www.marbef.org](http://www.marbef.org)), Svjetsku bazu spužvi (*World Porifera Database*, [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)) te *Algaebase* ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)). Nadalje, utvrđena je i površina koju zauzima sediment i šupljine tj. sve udubine i prostori u strukturi koraligena koje su bile dovoljno duboke da svjetlost nije obasjavala njihovu unutrašnjost.



**Slika 9.** Fotografija segmenta s postaje Mali Plavnik na kojoj prevladavaju spužve *Ircinia* sp. i *Petrosia ficiformis*. a) Originalna fotografija (Autor P. Kružić). b) Slika obrađena u programu *Seascape*.

#### **2.4. Statistička obrada podataka**

Podaci o površinama su pohranjeni u *Excel* datoteke te statistički obrađeni u programu PRIMER-E. Bioraznolikost se razmatrala u obliku bogatstva vrsta, abundanciji temeljenoj na pokrovnosti i strukturalnom sastavu (na temelju Bray-Curtis mjere različitosti).

#### **2.5. Multivarijatna analiza**

Izrađene su Bray-Curtis matrice sličnosti (Bray i Curtis 1957) temeljene na podacima o abundanciji (pokrovnosti) svojiti transformiranih kvadratnim korijenom te o prisutnosti-odsutnosti. Podaci o pokrovnosti i prisutnosti-odsutnosti su korišteni za procjenu da li je sličnost (ili razlika) unutar i između zajednica uzrokovana abundancijom nekoliko svojiti ili njihovim ukupnim sastavom (kada su svim svojitama dane iste vrijednosti, uključujući i one rijetke). Izvršeno je nemetrijsko multidimenzijsko skaliranje (nMDS) kako bi se vizualizirali obrasci sličnosti među zajednicama (Kruskal i Wish 1978). Neparametrijska analiza varijanci PERMANOVA (Anderson 2001a) je korištena za provjeru multivarijatne varijabilnosti između postaja. Kako bi se ispitale razlike između postaja korištena je jednofaktorska PERMANOVA s postajom (3 razine) kao fiksnim faktorom. Ukoliko je glavno testiranje ukazalo na postojanje statistički značajne razlike, izvršene su usporedbe parova za utvrđivanje razlika između specifičnih postaja. Analize značajnosti su temeljene na 9999 nerestriktivnih permutacija sirovih podataka (Anderson 2001b, Anderson i ter Braak 2003) te su p-vrijednosti iznosa manjeg od 0,05 smatrane značajnima. Ukoliko je broj permutacija bio ograničen,

izračunavale su se Monte Carlo p-vrijednosti (Anderson i sur. 2008). SIMPER analiza (Clarke 1993) je korištena za utvrđivanje doprinosa svake svojte utvrđenim sličnostima unutar postaja te razlikama između njih. Za analizu razlika između postaja u beta raznolikosti (stupnju heterogenosti sastava - varijabilnosti sastava vrsta između replikata za dano područje na određenoj površini) korištena je PERMDISP analiza temeljena na podacima o prisutnosti-odsutnosti i Jaccardovoj mjeri sličnosti, koja se u ovom slučaju može protumačiti kao postotak vrsta koje se ne pojavljuju u svim replikatima unutar istraživane postaje (Anderson i sur. 2008). Svi su izračuni vršeni pomoću programa PRIMER v6 s PERMANOVA+ dodatkom (Clarke i Gorley 2006, Anderson i sur. 2008).

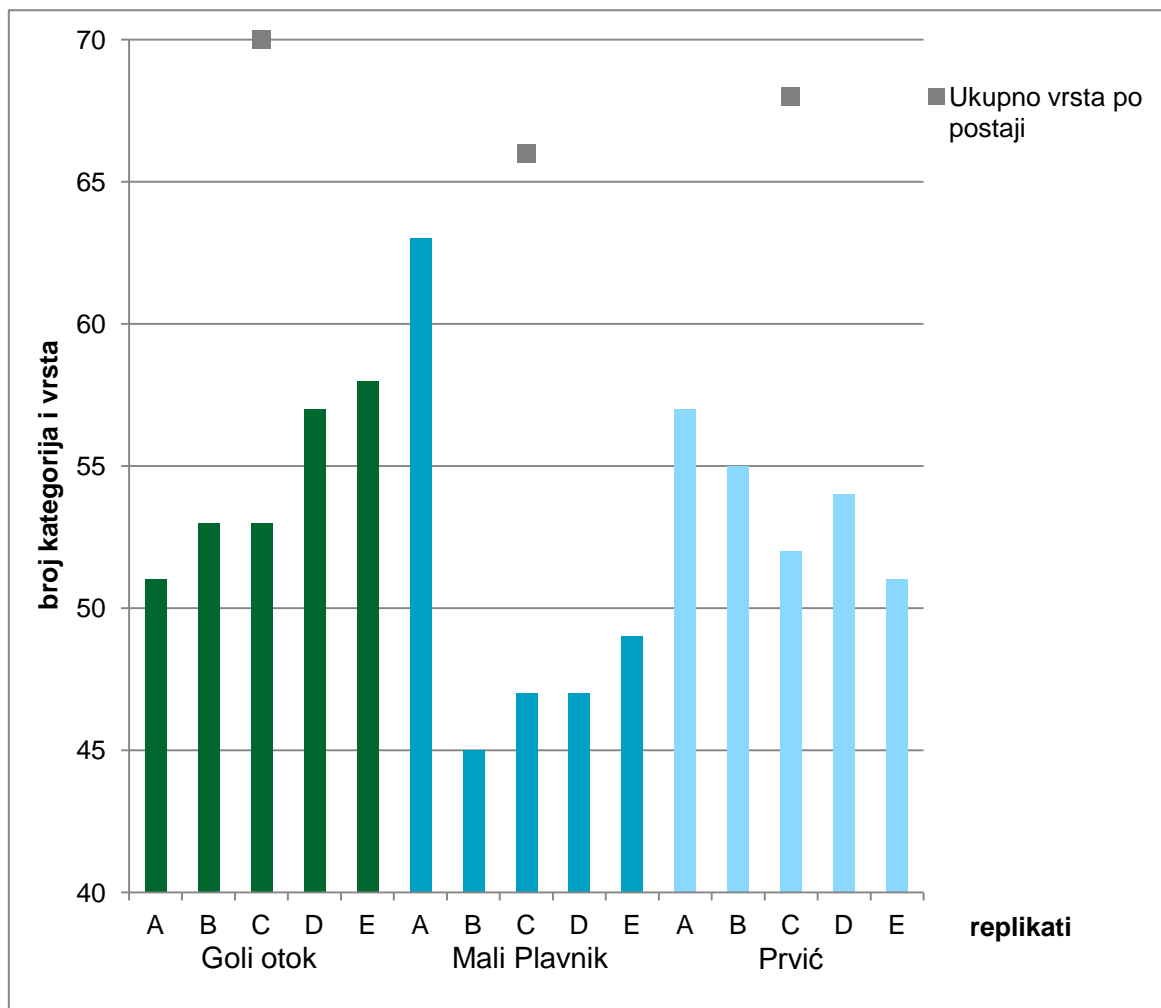
## **2.6. Univarijatna analiza**

Kako bi se daljnje procjenila bioraznolikost, korištena je univarijatna analiza temeljena na indeksima bioraznolikosti kao i na brojnosti vrsta svake više taksonomske skupine te pokrovnosti definiranih funkcionalnih skupina. Shapiro-Wilk test je korišten za procjenu pretpostavke normalne distribucije i Leveneov test za procjenu pretpostavke homogenosti varijanci. Kada su pretpostavke ispunjene, korištena je jednosmjerna ANOVA za procjenu razlika između postaja. Ukoliko je ANOVA ukazala na postojanje značajne razlike, rađene su *a posteriori* usporedbe parova koristeći post-hoc Tukey HSD test. Sve parametrijske univarijatne analize su rađene u programu STATISTICA (verzija 12.0, StatSoft).

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Bioraznolikost istraživanih koraligenih zajednica

U analizi fotografskih uzoraka utvrđene su ukupno 72 svojte (Prilog 1). S obzirom na više taksonomske kategorije, zelene alge (Chlorophyta) su sadržavale 4 svojte, crvene alge (Rhodophyta) 13, spužve (Porifera) 28, obrubnjaci (Hydrozoa) 1, koralji (Anthozoa) 10, mekušci (Mollusca) 1, mnogočetinaši (Polychaeta) 3, mahovnjaci (Bryozoa) 8 i plaštenjaci (Tunicata) 4 svojte. Sličan broj vrsta/kategorija (alfa raznolikost) je zabilježen na svim istraživanim postajama (Slika 10): najviše različitih svojti je zabilježeno na postaji Goli otok (70), a najmanje na Malom Plavniku (66). U replikatima (površine 0,5 m<sup>2</sup>), zabilježeno je između 45 i 63 svojti, prosječno unutar replikata na istoj postaji od 50,2 do 54,4, dok je po fotokvadratu (površine 0,0625 m<sup>2</sup>) zabilježeno od 17 do 39 svojti, prosječno po postaji od 27,9 do 29,6 svojti (Tablica 1, Slika 10).



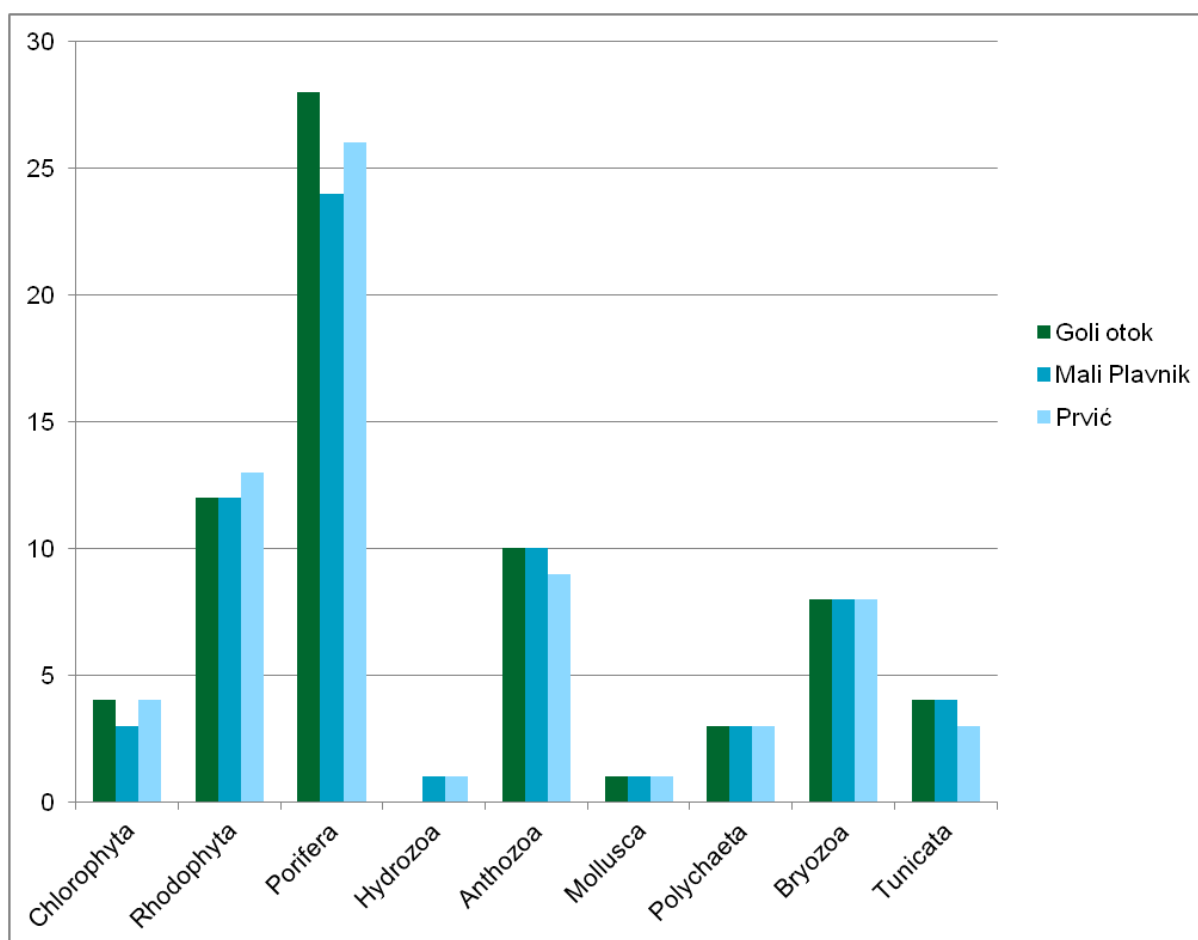
Slika 10. Brojnost svojti po replikatima i postajama.



**Tablica 1.** Broj vrsta zabilježen na različitim površinama unutar istraživanih koraligenih zajednica. Min = najmanji zabilježeni broj svojti, Maks = najveći zabilježeni broj svojti, Pros = prosječan broj svojti.

	Goli otok			Mali Plavnik			Prvić		
	Min	Maks	Pros	Min	Maks	Pros	Min	Maks	Pros
foto (0,0625 cm <sup>2</sup> )	17,0	39,0	29,6	22,0	37,0	28,4	21,0	37,0	27,9
replikat (0,5 m <sup>2</sup> )	51,0	58,0	54,4	45,0	63,0	50,2	51,0	57,0	53,8
postaja (2,5 m <sup>2</sup> )	70,0			66,0			68,0		

Broj svojti unutar pojedinih viših taksonomskih skupina također se nije značajno razlikovao (jednosmjerna ANOVA,  $p > 0,05$ ) između istraživanih koraligenih zajednica (Slika 11). Na svim postajama spužve (Porifera) su bile najbogatije svojstama, čiji je broj varirao od 24 na Malom Plavniku do 28 na Golom otoku, što je bilo dvostruko više od broja zabilježenih svojti unutar sljedeće najraznovrsnije skupine, crvenih alga (Rhodophyta; Slika 11).



**Slika 11.** Brojnost vrsta/kategorija unutar viših taksonomskih skupina za istraživane koraligene zajednice.

PERMDISP analiza je ukazala na veliku homogenost u sastavu svojiti replikata unutar iste postaje: općenito, replikati unutar iste zajednice dijelili su oko 90% svojiti (između 89,7 i 91,3%). Također, s obzirom na navedene slične vrijednosti za istraživane zajednice, one se nisu međusobno značajno razlikovale u varijabilnosti sastava svojiti (tj. beta raznolikosti, PERMDISP analiza,  $P = 0,2$ ).

Istraživane zajednice se međusobno značajno ne razlikuju niti u brojnosti vrsta (ANOVA,  $F=1,14$ ,  $p= 0,35$ ), broju jedinki (ANOVA,  $F = 1,45$ ,  $p = 0,27$ ), bogatstvu vrsta po Margalefu (ANOVA,  $F = 1,46$ ,  $p = 0,27$ ), Pielou-ovom indeksu ujednačenosti vrsta (ANOVA,  $F = 2,04$ ,  $p = 0,17$ ), Shannon-Weaver indeksu (ANOVA,  $F = 1,64$ ,  $p = 0,23$ ) te Gini-Simpson indeksu (ANOVA,  $F = 2,5$ ,  $p = 0,12$ ) (Tablica 2).

**Tablica 2.** Tablica indeksa bioraznolikosti na temelju pokrovnosti svojiti transformiranih kvadratnim korijenom. Sljedeće vrijednosti su izražene za pojedini replikat: S = Brojnost vrsta, N = broj jedinki, d = bogatstvo vrsta (Margalef), J' = Pielou indeks ujednačenosti vrsta, H' = Shannon-Weaver indeks,  $1-\lambda'$  = Gini-Simpson indeks.

	S	N	d	J'	H'(log e)	$1-\lambda'$
GO-A	51	283.96	8.85	0.87	3.42	0.96
GO-B	53	317.76	9.03	0.89	3.55	0.96
GO-C	53	329.30	8.97	0.90	3.58	0.96
GO-D	57	306.03	9.78	0.88	3.55	0.96
GO-E	58	307.85	9.95	0.87	3.54	0.96
MP-A	63	350.70	10.58	0.90	3.74	0.97
MP-B	45	259.22	7.92	0.84	3.19	0.94
MP-C	47	290.97	8.11	0.86	3.31	0.95
MP-D	47	290.04	8.11	0.87	3.34	0.95
MP-E	49	268.34	8.58	0.84	3.26	0.94
PR-A	57	301.25	9.81	0.87	3.54	0.96
PR-B	55	294.39	9.50	0.87	3.47	0.95
PR-C	52	288.82	9.00	0.86	3.40	0.95
PR-D	54	274.28	9.44	0.87	3.45	0.95
PR-E	51	249.85	9.06	0.83	3.28	0.94

### 3.2. Sastav i struktura istraživanih koraligenih zajednica

Na temelju SIMPER analize utvrđena je velika sličnost unutar istraživanih postaja: više od 70% sličnosti na temelju abundancije (pokrovnosti) svojiti te više od 83% na temelju sastava svojiti (Tablica 3).

Velik broj istih svojti su na temelju svoje abundancije (pokrovnosti) najznačajnije doprinjele sličnosti unutar istraživanih koraligenih zajednica. Na Golom otoku to su zelene filamentozne alge, *Peyssonnelia squamaria*, vrste rodova *Mesophyllum* i *Lithothamnion*, *Parazoanthus axinellae*, *Flabellia petiolata* i *Leptopsammia pruvoti* (Tablica 4). Za postaju Mali Plavnik to su zelene filamentozne alge, *Peyssonnelia rubra*, *Peyssonnelia squamaria*, neidentificirane koraline alge, *Mesophyllum macroblastum*, *Parazoanthus axinellae*, crvene filamentozne alge, *Peyssonnelia* sp. i vrste porodica *Mesophyllum* i *Lithothamnion* (Tablica 5). Za postaju Prvić sličnosti najviše pridonose *Peyssonnelia squamaria*, zelene filamentozne alge, *Mesophyllum macroblastum*, *Peyssonnelia* sp., neidentificirane koraline alge, vrste porodica *Mesophyllum* i *Lithothamnion*, crvene filamentozne alge te *Peyssonnelia rubra* (Tablica 6).

**Tablica 3.** Prosječne sličnosti replikata unutar istraživanih koraligenih zajednica na temelju podataka o pokrovnosti transformiranih kvadratnim korijenom i prisutnosti-odsutnosti vrsta/kategorija.

Postaja	Pokrovnost	Prisutnost-odsutnost
Goli otok	75.21	83.82
Mali Plavnik	70.37	85.15
Prvić	76.14	86.25

**Tablica 4.** Doprinos pojedinih svojti zabilježenoj sličnosti unutar postaje Goli otok na temelju pokrovnosti transformirane kvadratnim korijenom. Prikazane su svojte s doprinosom > 2%. Prosječna sličnost za replikate unutar postaje je 75,21%. Prosj. ab. = prosječna abundancija, Prosj. sl. = prosječna sličnost, SD = standardna devijacija.

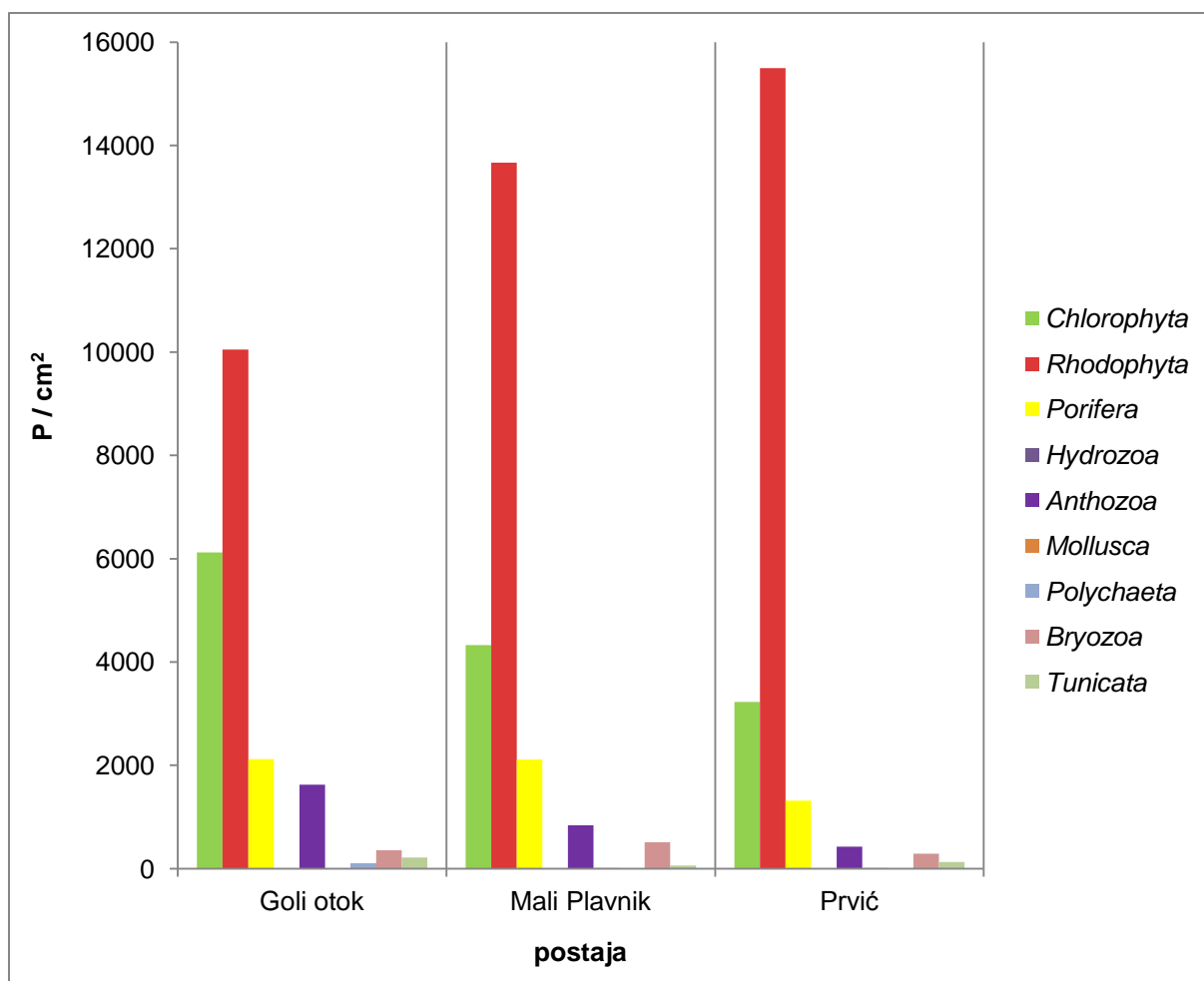
Svojta	Prosj. ab.	Prosj. sl.	Prosj. sl. /SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos(%)
Zelene filamentozne alge	31.68	9.69	26.46	12.89	12.89
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	28.91	8.64	10.89	11.49	24.38
<i>Mesophyllum</i> sp. / <i>Lithothamnion</i> sp.	19.87	5.18	2.64	6.89	31.27
<i>Mesophyllum macroblastum</i>	16.53	4.14	3.07	5.51	36.78
<i>Parazoanthus axinellae</i>	13.07	3.57	2.51	4.74	41.52
<i>Peyssonnelia</i> sp.	13.43	3.19	2	4.24	45.77
<i>Flabellia petiolata</i>	12.84	2.74	2.87	3.65	49.41
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	8.67	2.5	6.73	3.32	52.73
Narančasta korasta spužva	7.17	2.16	11.52	2.88	55.61
<i>Haliclona (Halichocona) fulva</i>	7.94	2.14	4.77	2.84	58.45
<i>Pycnoclavella</i> sp. / <i>Perophora</i> sp.	6.15	1.89	16.89	2.51	60.96
Neidentificirana bijela spužva	6.44	1.83	5.89	2.44	63.4
Crvena uspravna alga	6.16	1.66	6.96	2.21	65.61
<i>Lithothamnion minervae</i>	6.58	1.52	2.81	2.02	67.64
<i>Beania magellanica</i>	5.76	1.52	4.1	2.01	69.65

**Tablica 5.** Doprinos pojedinih svojti zabilježenoj sličnosti unutar postaje Mali Plavnik na temelju pokrovnosti transformirane kvadratnim korijenom. Prikazane su svojte s doprinosom > 2%. Prosječna sličnost za replikate unutar postaje je 70,37%. Prosj. ab. = prosječna abundancija, Prosj. sl. = prosječna sličnost, SD = standardna devijacija.

Svojta	Prosj. ab.	Prosj. sl.	Prosj. sl. /SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
Zelene filamentozne alge	26.33	7.93	4.11	11.27	11.27
<i>Peyssonnelia rubra</i>	27.03	7.19	1.5	10.21	21.48
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	26.43	6.27	2.34	8.91	30.39
Neidentificirana koralina alga	20.25	6.25	9.95	8.88	39.27
<i>Mesophyllum macroblastum</i>	12.23	3.01	3.07	4.27	43.55
<i>Parazoanthus axinellae</i>	10.97	2.8	3.81	3.97	47.52
Crvene filamentozne alge	9.15	2.38	2.32	3.38	50.9
<i>Peyssonnelia</i> sp.	11.19	2.22	1.14	3.16	54.06
<i>Mesophyllum</i> sp. / <i>Lithothamnion</i> sp.	7.61	2.2	3.03	3.13	57.19
Crvena uspravna alga	9.29	2.18	2.77	3.09	60.28
<i>Beania magellanica</i>	7.38	2.1	6.47	2.99	63.27
<i>Flabellia petiolata</i>	10.03	2.03	2.16	2.88	66.15
<i>Phorbas tenacior</i>	7.98	1.86	2.32	2.65	68.8
Narančasta korasta spužva	6.19	1.5	3.11	2.13	70.93
<i>Serpulidae</i>	4.87	1.5	7.47	2.13	73.05
Tanka narančasta korasta spužva	4.56	1.48	10.35	2.1	75.15

**Tablica 6.** Doprinos pojedinih svojti zabilježenoj sličnosti unutar postaje Prvić za podatke transformirane kvadratnim korijenom. Prikazane su svojte s doprinosom > 2%. Prosječna sličnost za replikate unutar postaje je 76,14%. Prosj. ab. = prosječna abundancija, Prosj. sl. = prosječna sličnost, SD = standardna devijacija.

Svojta	Prosj. ab.	Prosj. sl.	Prosj. sl. /SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	43.19	14.64	10.15	19.23	19.23
Zelene filamentozne alge	24.07	7.62	10.31	10.01	29.24
<i>Mesophyllum macroblastum</i>	13.75	4.4	12.22	5.78	35.02
<i>Peyssonnelia</i> sp.	12.18	4.02	13.34	5.28	40.3
Neidentificirana koralina alga	14.25	3.74	1.92	4.92	45.22
<i>Mesophyllum</i> sp. / <i>Lithothamnion</i> sp.	15.64	3.62	1.97	4.75	49.97
Crvene filamentozne alge	11.32	3.43	4.86	4.51	54.48
<i>Peyssonnelia rubra</i>	9.45	1.99	0.97	2.61	57.09
Narančasta korasta spužva	5.66	1.81	6.76	2.38	59.47
<i>Lithothamnion minervae</i>	5.25	1.68	7.02	2.2	61.67
<i>Serpulidae</i>	5.07	1.62	9.31	2.12	63.79
<i>Pycnoclavella</i> sp. / <i>Perophora</i> sp.	4.88	1.54	13.12	2.02	65.81

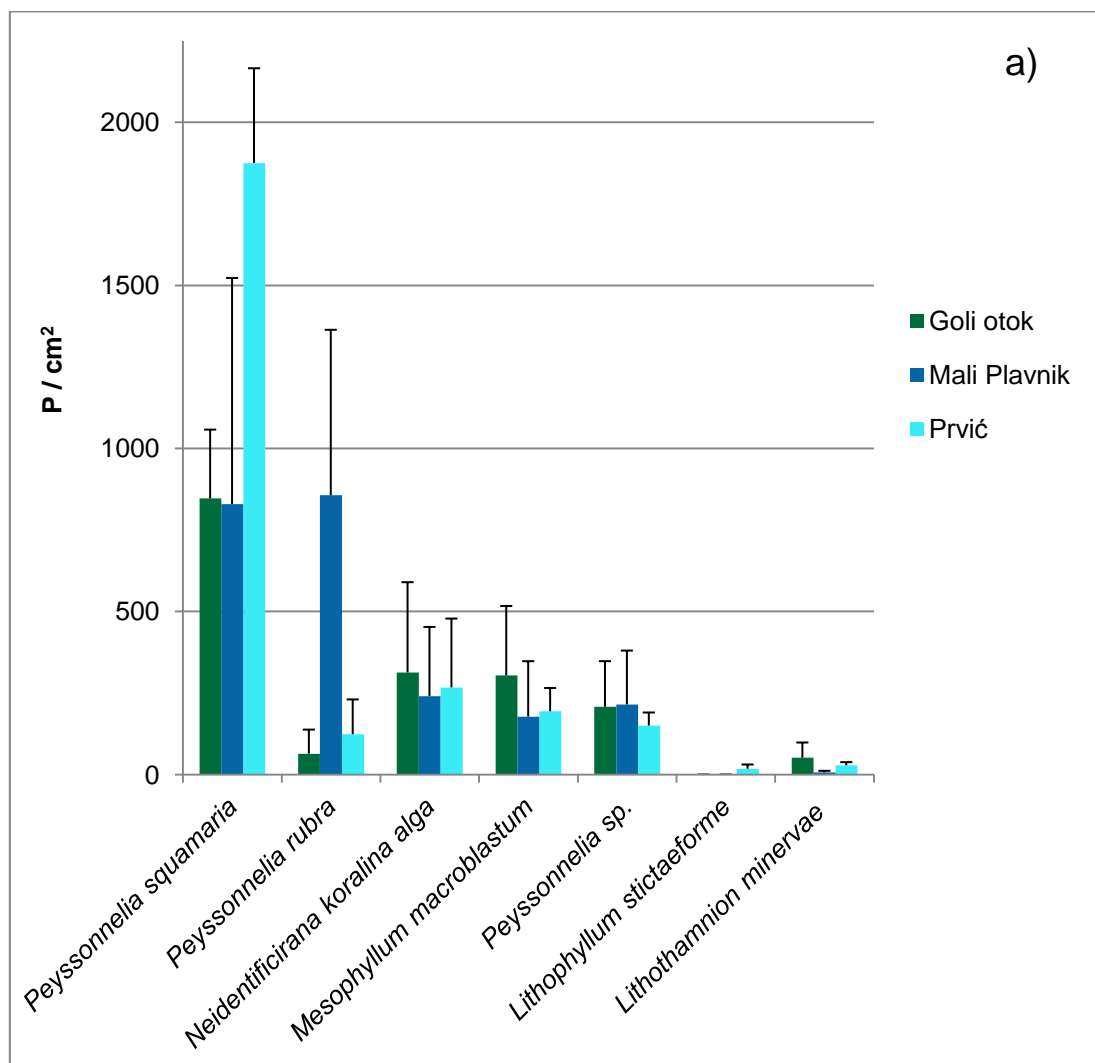


**Slika 12.** Ukupna pokrovnost viših taksonomskih skupina u istraživanim koraligenim zajednicama.

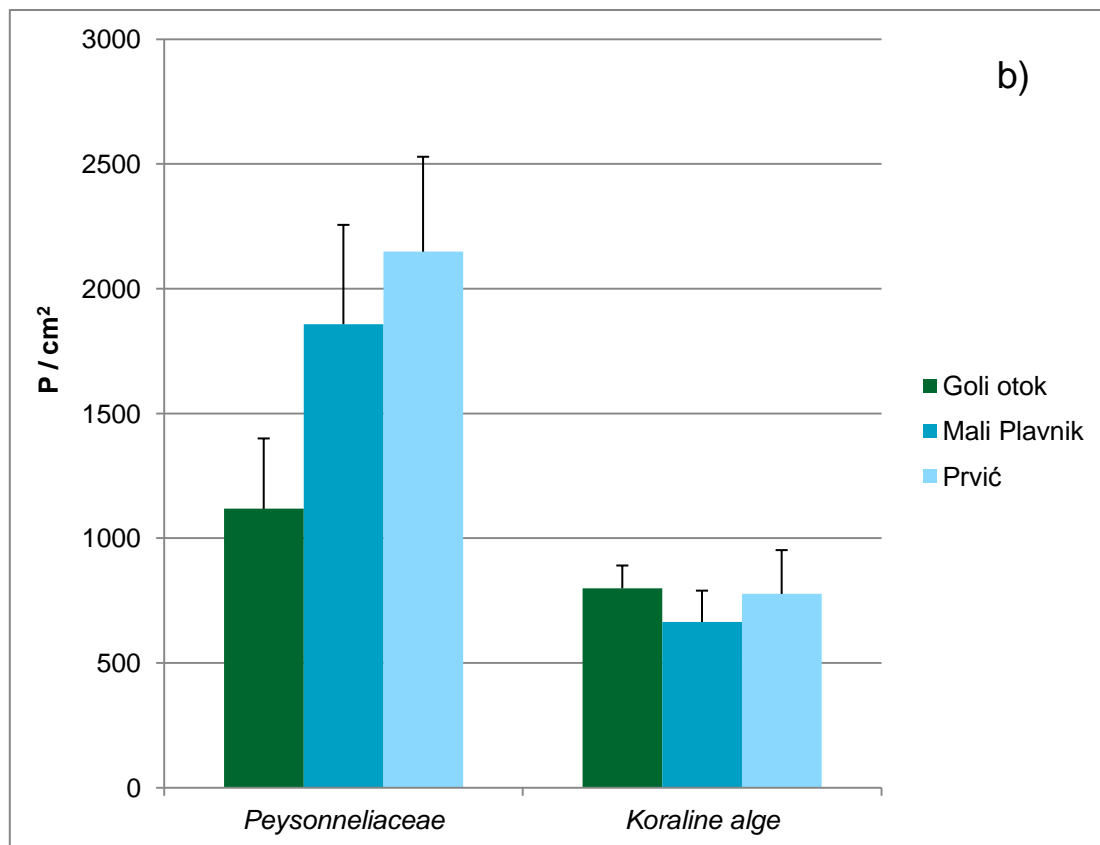
Po ukupnoj površini koju pokrivaju, crvene alge su najzastupljenija taksonomska skupina, a slijede ju zelene alge i spužve (Slika 12, Prilog 1).

Općenito, velik broj svojiti bio je prisutan na svim istraživanim postajama (82%). Glavni aljni graditelji (Slika 13 a) su kalcificirana crvena alga *Peyssonnelia squamaria* i *P. rubra* te nakon njih vrste rodova *Mesophyllum* i *Lithothamnion*. *P. squamaria* je najzastupljenija na postaji Prvić gdje zauzima više od dvostruko veće površine s obzirom na ostale postaje (prosječno  $1875 \text{ cm}^2 \pm 290 \text{ SD}$  po  $0.5 \text{ m}^2$ ). *P. rubra* je najzastupljenija na Malom Plavniku ( $856 \text{ cm}^2 \pm 506$  po  $0.5 \text{ m}^2$ ) dok je na drugim postajama zastupljenost od 63 do  $123 \text{ cm}^2$  po  $0.5 \text{ m}^2$ . Po ukupnoj površini koju pokrivaju, nekoralne *Peyssonneliaceae* su na svim postajama zastupljenije od svih vrsta koralinih alga, na Malom Plavniku i Prviću i više od dvostruko (Slika 13 b). Najzastupljeniji životinjski graditelji su koralj *Leptopsammia pruvoti* te razgranati mahovnjaci *Smittina cervicornis* / *Adeonella pallasii*. Koralj *L. pruvoti* zauzima najveću površinu i najzastupljeniji je na postaji Goli otok ( $77 \text{ cm}^2 \pm 29 \text{ SD}$  po  $0.5 \text{ m}^2$ , Slika 14 a), a prati ga vrsta *Hoplangia durotrix* / mali kameni koralj najviše zastupljen na istoj postaji (12

cm<sup>2</sup>). Vrste porodice *Serpulidae* su najabundantniji mnogočetinaši s relativno najmanjom zastupljenošću na Golom otoku (Slika 14 b). Mahovnjaci s najvećom izmjerenom pokrovnošću su korasti mahovnjaci, uključujući i svojtu *Dentiporella* sp. / *Schizomavella* sp., a zastupljen je i razgranati mahovnjak *Smittina cervicornis* / *Adeonella pallasii* na Prviću i Golom otoku (Slika 14 c). Zamjetno su zastupljene i zelene filamentozne alge (593 do 1009 cm<sup>2</sup> po 0.5 m<sup>2</sup>; Slika 15) i *Flabellia petiolata*. Od aglomerativnih vrsta po zastupljenosti se ističe mahovnjak *Beania magellanica* (167 cm<sup>2</sup> ± 68 SD po 0.5 m<sup>2</sup>). Od spužva su najzastupljenije narančaste i koraste, zatim vrste *Petrosia ficiformis* i *Haliclona* (*Halichoelona*) *fulva*. Jedini utvrđeni bioeroder je školjkaš *Gastrochaena dubia*, čija je prosječna gustoća iznosila od 20,8 jedinki/m<sup>2</sup> na Golom otoku do 43 jedinke/m<sup>2</sup> na Prviću (Slika 16).

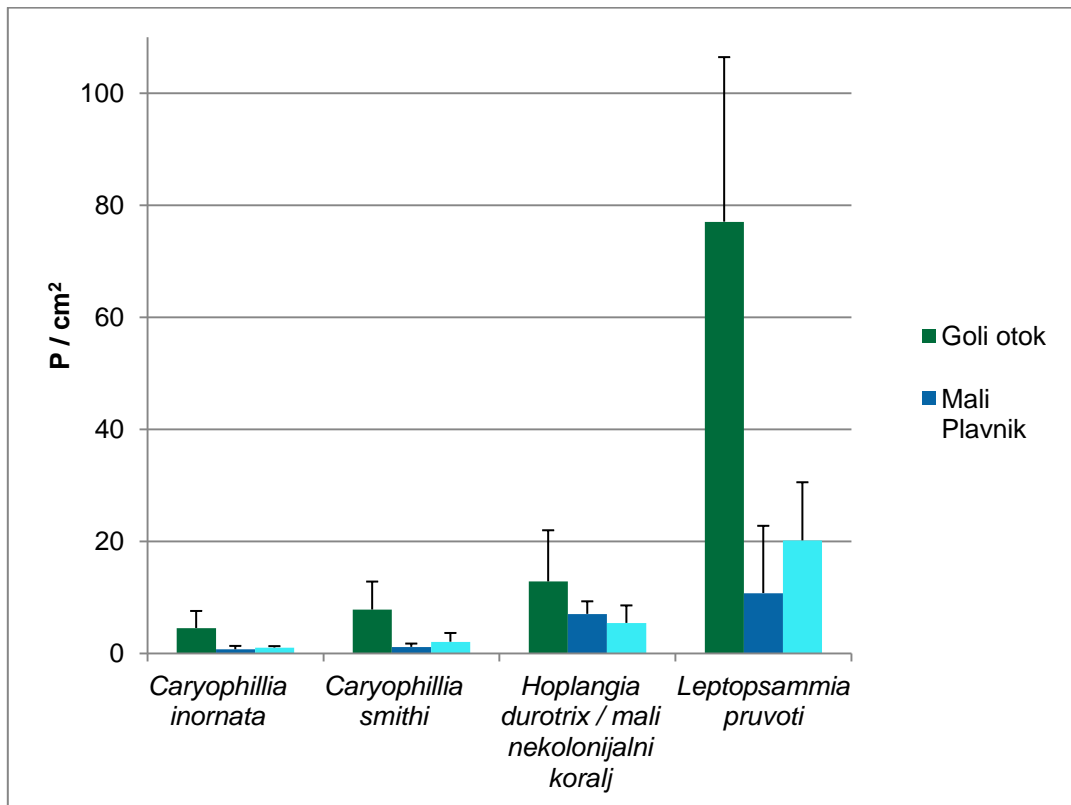


**Slika 13.** Prosječna pokrovnost (s iskazanom standardnom devijacijom) a) glavnih algnih graditelja unutar istraživanih koraligenih zajednica, b) korallinih i nekoralinih alga (na slijedećoj stranici).

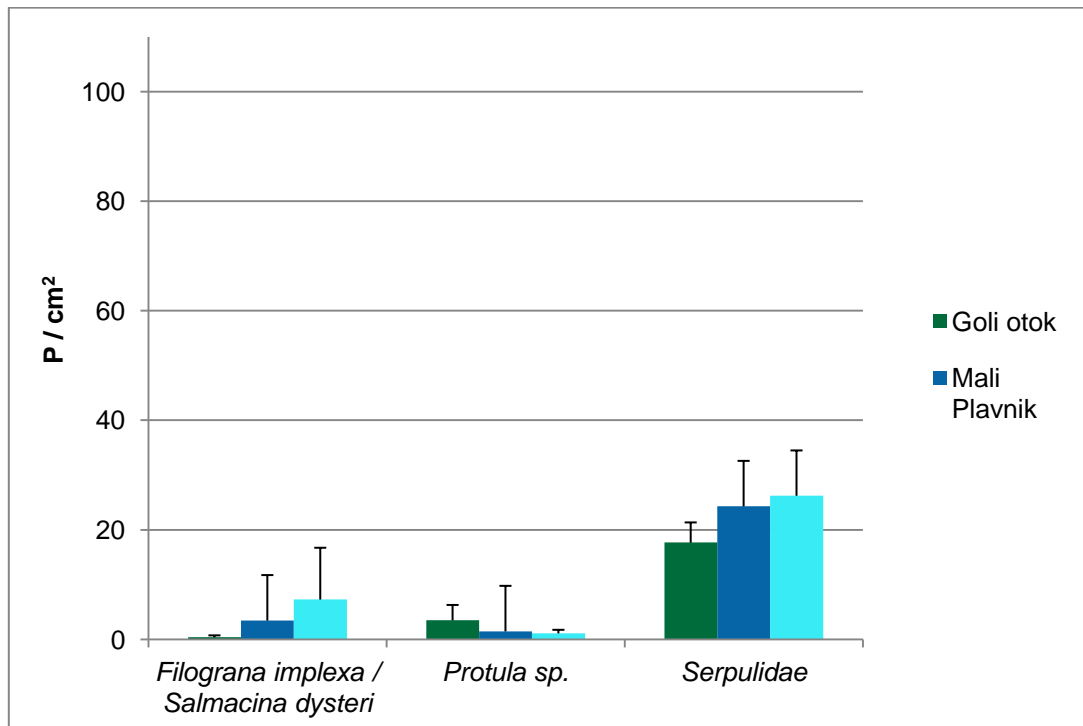


**Slika 13.** Nastavak. Prosječna pokrovnost (s iskazanom standardnom devijacijom) a) glavnih algnih graditelja unutar istraživanih koraligenih zajednica (na prethodnoj stranici), b) korallinih i nekoralinih alga.

a) kameni koralji



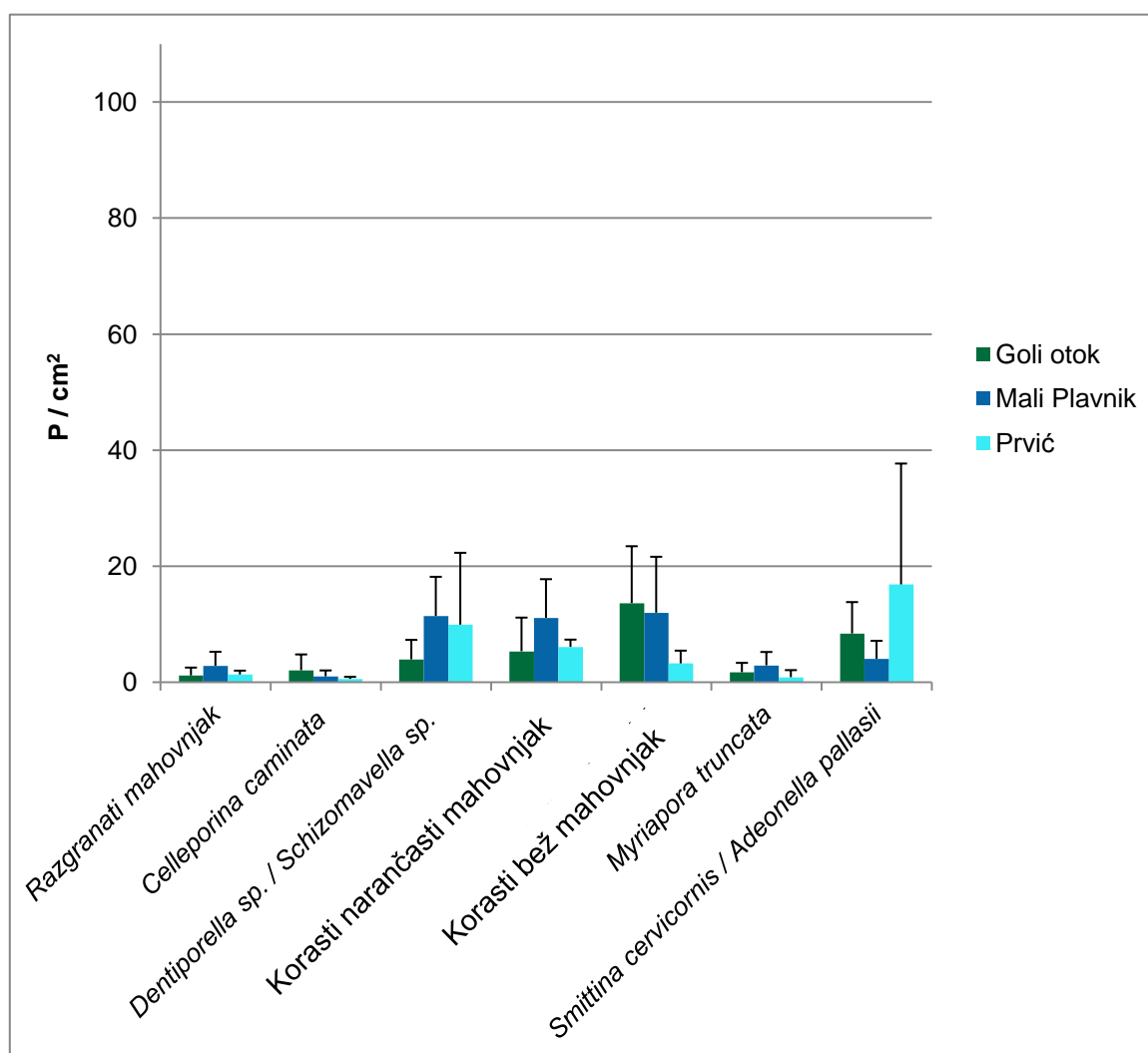
b) mnogočestinaši



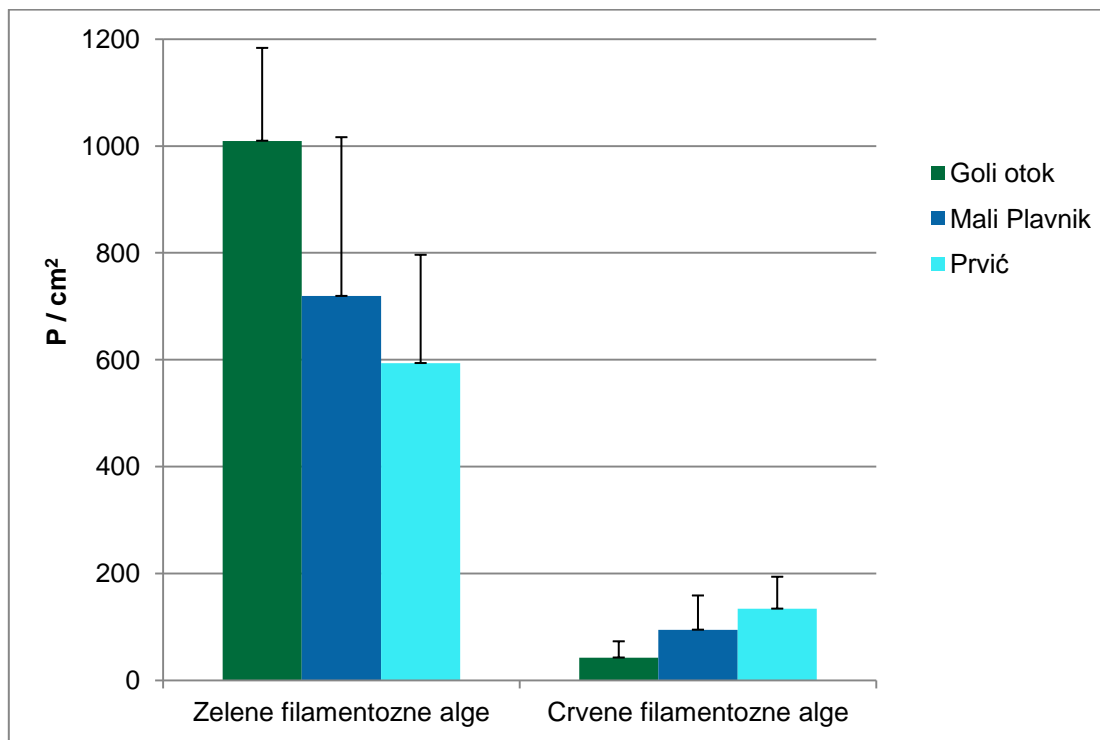
**Slika 14.** Prosječna pokrovnost (s iskazanom standardnom devijacijom) životinjskih graditelja unutar istraživanih koraligenih zajednica: a) kamenih koralja, b) mnogočestinaša i c) mahovnjaka (na slijedećoj stranici).



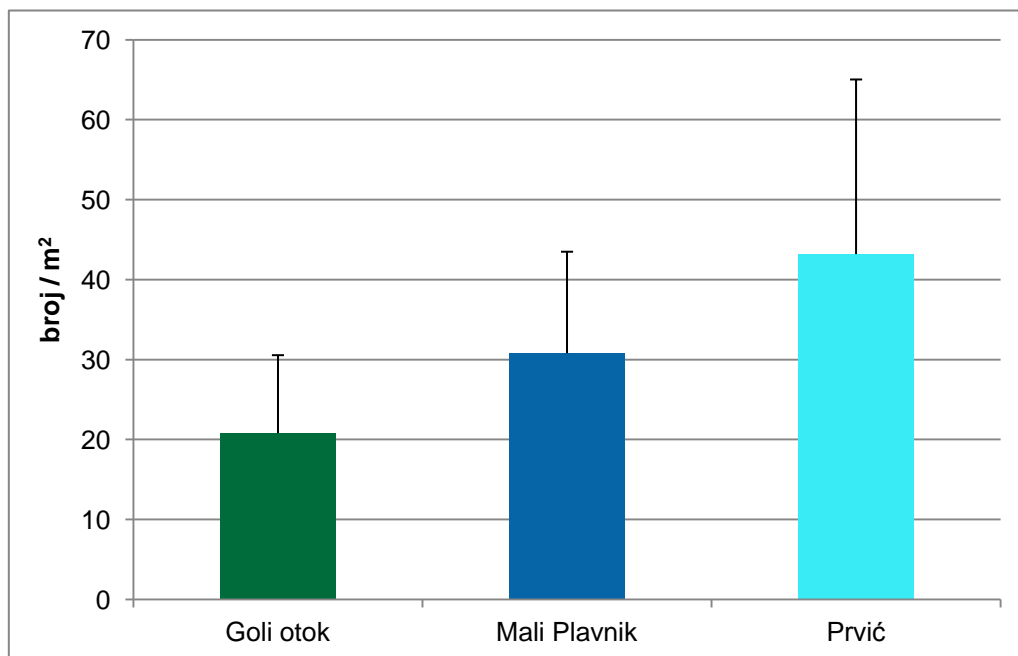
c) mahovnjaci



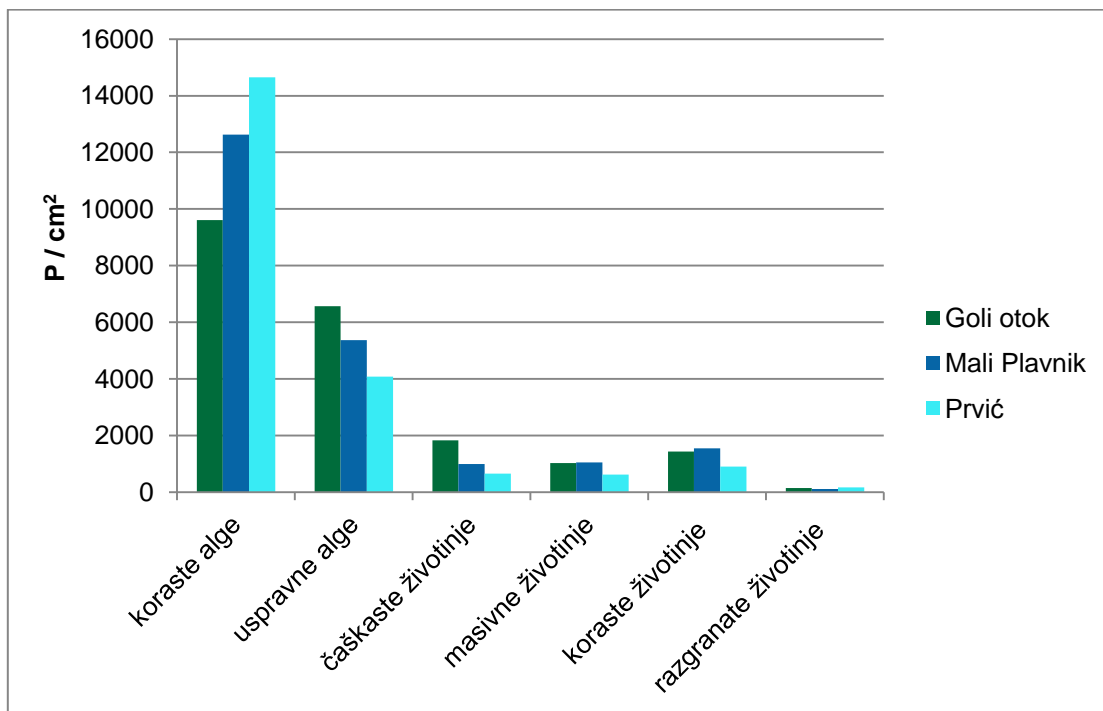
**Slika 14.** Nastavak. Prosječna pokrovnost (s iskazanom standardnom devijacijom) životinjskih graditelja unutar istraživanih koraligenih zajednica: a) kamenih koralja, b) mnogočetiinaša (na prethodnoj stranici) i c) mahovnjaka.



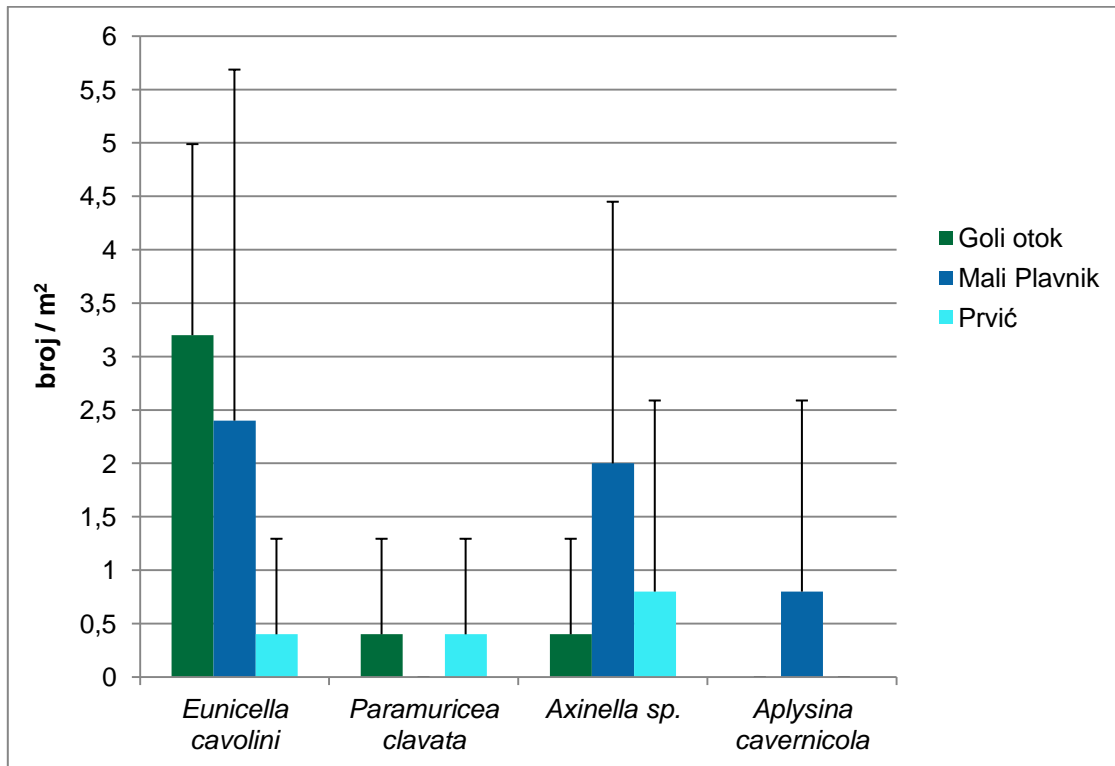
**Slika 15.** Prosječna pokrovnost (s iskazanom standardnom devijacijom) zelenih i crvenih busenastih alga unutar istraživanih koraligenih zajednica.



**Slika 16.** Gustoća bioerodirajućeg školjkaša *Gastrochaena dubia* unutar istraživanih koraligenih zajednica. Prikazana je prosječna vrijednost sa standardnom devijacijom.



**Slika 17.** Ukupna pokrovnost morfoloških skupina u istraživanim koraligenim zajednicama

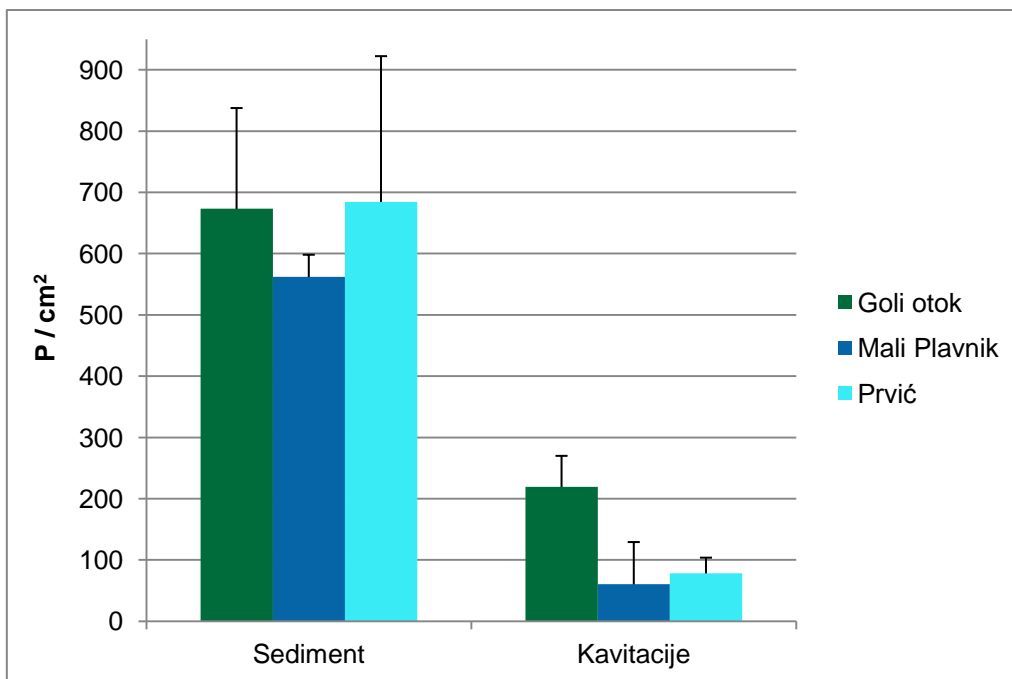


**Slika 18.** Gustoća kolonija/jedinki viših od 15 cm koje tvore uspravni sloj unutar istraživanih zajednica.

S obzirom na pokrovnost glavnih morfoloških skupina, u svim zajednicama prevladavaju koraste alge (od 9609 do 14648 cm<sup>2</sup> po postaji), a druge po učestalosti su uspravne alge (od 6563 do 4076 cm<sup>2</sup>; Slika 17). Ako se razmatra struktura (stratificiranost) zajednica u vidu 3 osnovna sloja (bazalni koji tvore korasti organizmi, intermedijarni koji tvore organizmi do otprilike 15 cm visine te uspravni koji tvore organizmi veći od 15 cm), u istraživanim koraligenim zajednicama prevladava bazalni sloj ( $\approx 70\%$  ukupne površine), intermedijarni zauzima 29%, a uspravni zauzima manje od 1% ukupne površine.

Unutar uspravnog sloja zabilježena je mala gustoća jedinki većih od 15 cm spužvi *Axinella* sp. (od 0,4 jedinki/m<sup>2</sup> na Golom otoku do 2 jedinke/m<sup>2</sup> na Malom Plavniku) i *Aplysina cavernicola* (od 0 jedinki/m<sup>2</sup> na Golom otoku i Prviću do 0,8 jedinki/m<sup>2</sup> na Malom Plavniku) te gorgonija *Eunicella cavolini* (od 0,4 kolonija/m<sup>2</sup> na Prviću do 3,2 kolonija/m<sup>2</sup> na Golom otoku) i *Paramuricea clavata* (od 0 kolonija/m<sup>2</sup> na Malom Plavniku do 0,4 kolonija/m<sup>2</sup> na Golom otoku i Prviću) (Slika 18).

Određena površina koraligena je bila prekrivena sedimentom na svim postajama, ali ta površina u prosjeku nije prelazila 15%. Prosječne površine koje pokriva sediment po replikatu (0.5 m<sup>2</sup>) iznose 673 cm<sup>2</sup> ( $\pm 164$  SD) za Goli otok, 562 cm<sup>2</sup> ( $\pm 36$  SD) za Mali Plavnik te 684 cm<sup>2</sup> ( $\pm 237$  SD) za Prvić (Slika 19) te nisu zabilježene značajne razlike između postaja (ANOVA,  $p = 0,47$ ; Tablica 7). Naprotiv, utvrđena je značajna razlika između zajednica u površini koja otpada na šupljine (ANOVA,  $p = 0,0007$ , Tablica 7) i pri tom se Goli otok značajno razlikivao od ostale dvije postaje (Tukey HSD test, Tablica 8). Prosječna površina po replikatu (0.5 m<sup>2</sup>) koju zauzimaju šupljine unutar koraligene zajednice na Golom otoku značajno je veća u usporedbi s druge dvije postaje i iznosi 219 cm<sup>2</sup> ( $\pm 50$  SD), dok na Malom Plavniku iznosi 60 cm<sup>2</sup> ( $\pm 69$  SD), a na Prviću 78 cm<sup>2</sup> ( $\pm 25$  SD) (Slika 19).



**Slika 19.** Prosječna pokrovnost (s iskazanom standardnom devijacijom) sedimenta i šupljina unutar istraživanih koraligenih zajednica.

**Tablica 7.** Rezultati ANOVA testa za usporedbu postaja na temelju pokrovnosti sedimenta i šupljina.

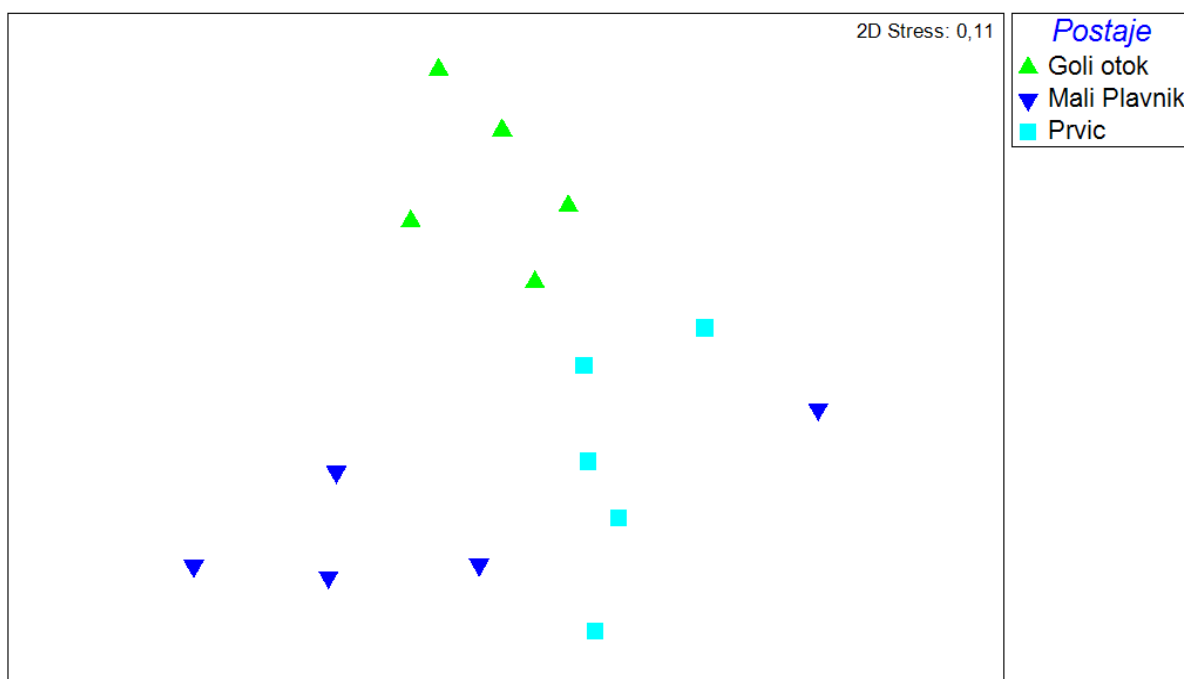
Sediment					
Izvor	SS	df	MS	F	p
Postaja	45844	2	22922	0.8084	0,468435
Pogreška	340267	12	28356		
Kavitacije					
Izvor	SS	df	MS	F	p
Postaja	75807.2	2	37903.6	14.16710	0,000693
Pogreška	32105.6	12	2675.5		

**Tablica 8.** Rezultati Tukey HSD testa za provjeru razlika između parova postaja na temelju pokrovnosti šupljina.

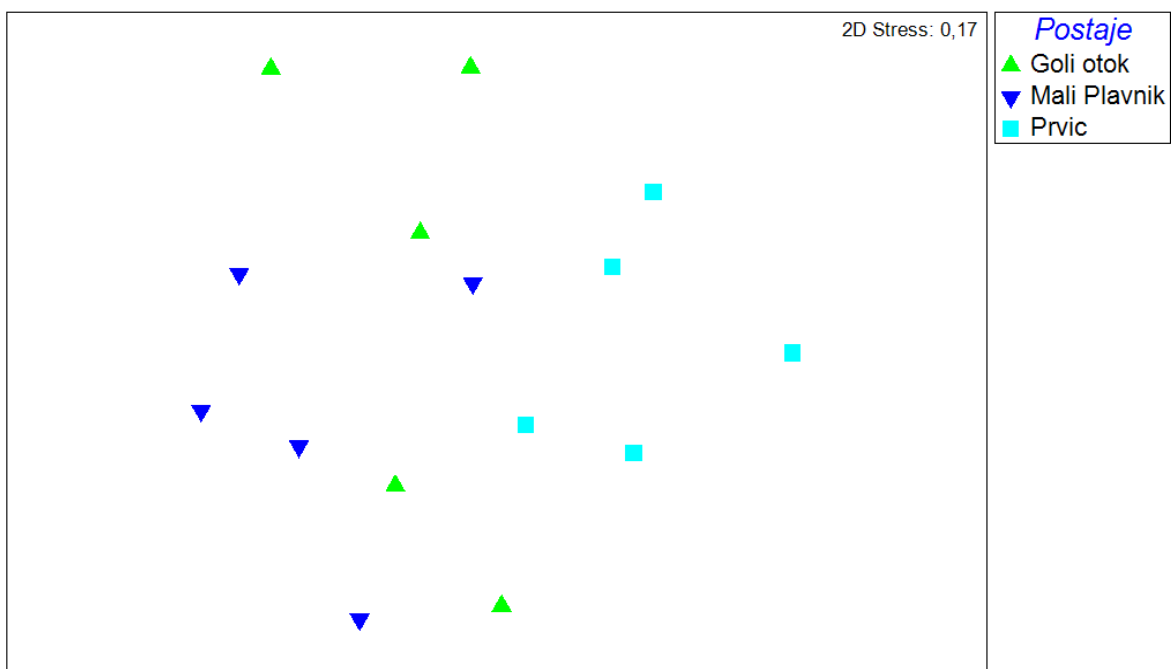
Postaje	p
Goli otok, Mali Plavnik	0.0012
Goli otok, Prvić	0.0028
Mali Plavnik, Prvić	0.8504

### 3.3. Prostorna varijabilnost obrazaca bioraznolikosti makrobentosa

Na temelju abundancije (pokrovnosti svih zabilježenih svojti) MDS analiza jasno ukazuje na odijeljenost koraligenih zajednica na tri istraživane postaje (Slika 20), a rezultati PERMANOVA testa potvrđuju značajne razlike između njih ( $p = 0,001$ , Tablica 9 a). Usporedbom parova utvrđeno je da se sve istraživane zajednice međusobno značajno razlikuju (Tablica 10 a). Značajna razlika između postaja se javlja i na temelju sastava svojti (prisutnosti-odsutnosti; PERMANOVA,  $P = 0,003$ , Tablica 9 b), no u ovom slučaju nema značajne razlike između postaja Goli otok i Mali Plavnik ( $p = 0,1085$ , Tablica 10 b, Prilog 2) što se u rezultatu MDS analize očituje izostankom jasne odijeljenosti te dvije postaje (Slika 21).



**Slika 20.** Usporedba istraživanih koraligenih zajednica sjevernog Jadrana. Rezultati MDS analize na temelju Bray Curtis mjere različitosti za podatke o abundanciji (pokrovnosti) transformirane kvadratnim korijenom.



**Slika 21.** Usporedba istraživanih koraligenih zajednica sjevernog Jadrana. Rezultati MDS analize na temelju Bray Curtis mjere različitosti za podatke o sastavu (prisutnosti-odsutnosti) svojti.

**Tablica 9.** Rezultati multivarijatne PERMANOVA analize za utvrđivanje razlike među postajama na temelju a) abundancije (pokrovnosti) transformirane kvadratnim korijenom, b) sastava (prisutnosti-odsutnosti) svojti.

a)						
Izvor	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Jedinstvene permutacije
Postaja	2	2967.2	1483.6	4.1644	0.0001	9536
Ostatak	12	4275.1	356.26			
Ukupno	14	7242.3				

b)						
Izvor	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Jedinstvene permutacije
Postaja	2	683.49	341.75	2.9784	0.0003	9524
Ostatak	12	1376.9	114.74			
Ukupno	14	2060.4				

Na temelju abundancije (pokrovnosti) svojiti najveću sličnost pokazuju Goli otok i Prvić (67,6%), a najmanju Goli otok i Mali Plavnik (63,9%). Na temelju sastava (prisutnost-odsutnost) svojiti najveću sličnost pokazuju postaje Goli otok i Mali Plavnik (83,1%) koje se ujedno jedine statistički značajno ne razlikuju (Tablica 10 b), dok se ostale postaje značajno razlikuju iako im je sličnost tek neznatno niža (oko 82%, Tablica 11).

Procjenom komponenata varijance je utvrđeno da statistički značajnoj razlici najviše pridonosi razlika između replikata unutar postaja, te potom razlike između postaja (Tablica 12).

**Tablica 10.** Usporedbe parova postaja za utvrđivanje razlika između njih na temelju: a) abundancije (pokrovnosti) i b) sastava (prisutnosti-odsutnosti) svojiti. Zbog ograničenog broja raspoloživih permutacija, prikazane su i p vrijednosti dobivene Monte Carlo (MC) procedurom.

a)				
Grupe	t	P(perm)	Jedinstvene permutacije	P(MC)
Goli otok, Mali Plavnik	2.1184	0.0075	126	0.0058
Goli otok, Prvić	2.2131	0.0084	126	0.0052
Mali Plavnik, Prvić	1.8016	0.0156	126	0.0212

b)				
Grupe	t	P(perm)	Jedinstvene permutacije	P(MC)
Goli otok, Mali Plavnik	1.4157	0.0754	126	0.1085
Goli otok, Prvić	1.7751	0.0071	126	0.0214
Mali Plavnik, Prvić	1.9854	0.0148	126	0.0176

**Tablica 11.** Prosječne sličnosti između postaja na temelju abundancije (pokrovnosti) i sastava (prisutnosti-odsutnosti) svojiti.

	pokrovnosti	prisutnost-odsutnost
Goli otok, Mali Plavnik	63.917	83.115
Goli otok, Prvić	67.604	82.06
Mali Plavnik, Prvić	67.191	82.28



**Tablica 12.** Procjene komponenata varijance za rezultate PERMANOVA analize, a) za podatke o abundanciji (pokrovnosti) transformiranih kvadratnim korijenom, b) za podatke o sastavu (prisutnosti-odsutnosti) svojiti.

a)		
Izvor	Procjena	Kvadratni korijen
S(Postaja)	225.47	15.016
V(Ostatak)	356.26	18.875

b)		
Izvor	Procjena	Kvadratni korijen
S(Postaja)	45.401	6.738
V(Ostatak)	114.74	10.712

Uočenim razlikama između zajednica najviše pridonose razlike u abundanciji (pokrovnosti) crvenih koralinih i zelenih alga. Na Golom otoku je pokrovnost crvene alge *Peyssonnelia rubra* i neidentificirane koraline alge bila znatno manja nego na Malom Plavniku, dok je pokrovnost crvenih alga rodova *Mesophyllum* / *Lithothamnion* kao i zelenih filamentoznih alga i vrste *Flabellia petiolata* bila veća (Tablica 13). Na Golom otoku je također bila veća pokrovnost vrsta roda *Mesophyllum* / *Lithothamnion*, zelenih filamentoznih alga i vrste *Flabellia petiolata*, dvostruko veća pokrovnost vrsta *Parazoanthus axinellae*, *Leptopsammia pruvoti*, *Haliclona fulva* i *Hexadella racovitzai* nego na Prviću gdje su bile zastupljenije *Peyssonnelia squamaria* i *P. rubra* kao i neidentificirane koraline i crvene filamentozne alge, a gdje se jedino pojavljuje i *Lithophyllum stictaeforme* (Tablica 14). Na Malom Plavniku su u odnosu na Prvić bile zastupljenije vrste *Peyssonnelia rubra*, *Flabellia petiolata* i crvene uspravne alge te spužve vrsta *Aplysina cavernicola* i *Phorbas tenacior*, dok na Prviću veću površinu pokrivaju *P. squamaria*, *Mesophyllum* sp. / *Lithothamnion* sp., *Lithothamnion minervae* te *Lithophyllum stictaeforme* (Tablica 15).

**Tablica 13.** Svojte koje su najviše doprinjele razlici između postaja Goli otok i Mali Plavnik na temelju podataka o pokrovnosti. Prikazane su svojte s doprinosom većim od 2%. Pros. Ab. = Prosječna abundancija, Pros. raz. = Prosječna različitost, SD = standardna devijacija

Svojta	Goli otok	Mali Plavnik	Pros. raz.	Pros.raz. /SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
	Pros. Ab	Pros. Ab				
<i>Peyssonnelia rubra</i>	6.95	27.03	3.57	2.04	9.91	9.91
Nedentificirana koralina alga	1.82	20.25	3.06	5.56	8.47	18.38
<i>Mesophyllum</i> sp. / <i>Lithothamnion</i> sp.	19.87	7.61	2.04	1.94	5.66	24.04
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	28.91	26.43	1.82	1.8	5.04	29.08
<i>Flabellia petiolata</i>	12.84	10.03	1.28	1.16	3.54	32.62
<i>Peyssonnelia</i> sp.	13.43	11.19	1.23	1.37	3.41	36.03
<i>Mesophyllum macroblastum</i>	16.53	12.23	1.19	1.36	3.3	39.33
Zelene filamentozne alge	31.68	26.33	1.01	1.39	2.79	42.12
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	8.67	2.89	0.97	2.67	2.69	44.81
<i>Lithothamnion minervae</i>	6.58	0.97	0.95	1.69	2.63	47.44
<i>Parazoanthus axinellae</i>	13.07	10.97	0.86	1.69	2.39	49.83
<i>Petrosia ficiformis</i>	5.37	4.62	0.74	1.37	2.06	51.89
<i>Phorbas tenacior</i>	4.05	7.98	0.74	1.36	2.05	53.94
Crvene filamentozne alge	6.07	9.15	0.73	1.52	2.03	55.96
<i>Hexadella racovitzai</i>	4.33	0	0.73	1.18	2.02	57.98

**Tablica 14.** Svojte koje su najviše doprinjele razlici između postaja Goli otok i Prvić na temelju podataka o pokrovnosti. Prikazane su svojte s doprinosom većim od 2%. Pros. Ab. = Prosječna abundancija, Pros. raz. = Prosječna različitost, SD = standardna devijacija

Svojta	Goli otok	Prvić	Pros. raz.	Pros.raz. /SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
	Pros. Ab	Pros. Ab				
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	28.91	43.19	2.43	3	7.51	7.51
Nedentificirana koralina alga	1.82	14.25	2.12	1.99	6.55	14.06
<i>Mesophyllum</i> sp. / <i>Lithothamnion</i> sp.	19.87	15.64	1.47	1.37	4.52	18.59
Zelene filamentozna alge	31.68	24.07	1.31	1.73	4.06	22.64
<i>Flabellia petiolata</i>	12.84	6.14	1.3	1.11	4	26.64
<i>Parazoanthus axinellae</i>	13.07	6.12	1.28	1.95	3.97	30.61
<i>Peyssonnelia rubra</i>	6.95	9.45	1.08	1.6	3.34	33.95
Crvene filamentozne alge	6.07	11.32	0.91	1.59	2.8	36.75
<i>Mesophyllum macroblastum</i>	16.53	13.75	0.9	1.32	2.79	39.53
<i>Haliclona (Halichoelona) fulva</i>	7.94	2.98	0.84	1.98	2.59	42.13
<i>Petrosia ficiformis</i>	5.37	4.26	0.82	1.39	2.52	44.64
<i>Peyssonnelia</i> sp.	13.43	12.18	0.81	1.79	2.51	47.15
<i>Hexadella racovitzai</i>	4.33	0	0.74	1.18	2.28	49.43
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	8.67	4.37	0.73	2.42	2.25	51.68
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	0	3.9	0.66	2.62	2.03	53.71

**Tablica 15.** Svojte koje su najviše doprinjele razlici između postaja Mali Plavnik i Prvić na temelju podataka o pokrovnosti. Prikazane su svojte s doprinosom većim od 2%. Pros. Ab. = Prosječna abundancija, Pros. raz. = Prosječna različitost, SD = standardna devijacija

Svojta	Mali Plavnik	Prvić	Pros. raz.	Pros.raz./SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
	Pros. Ab	Pros. Ab				
<i>Peyssonnelia rubra</i>	27.03	9.45	3.47	2.13	10.59	10.59
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	26.43	43.19	3.02	1.42	9.21	19.8
<i>Mesophyllum</i> sp. / <i>Lithothamnion</i> sp.	7.61	15.64	1.58	1.48	4.82	24.62
Neidentificirana koralina alga	20.25	14.25	1.18	1.34	3.61	28.23
<i>Flabellia petiolata</i>	10.03	6.14	1.06	1	3.22	31.46
<i>Parazoanthus axinellae</i>	10.97	6.12	0.99	1.28	3.02	34.47
Zelene filamentozne alge	26.33	24.07	0.98	1.37	3	37.47
<i>Peyssonnelia</i> sp.	11.19	12.18	0.93	1.04	2.85	40.31
<i>Phorbas tenacior</i>	7.98	2.83	0.92	1.44	2.82	43.13
<i>Mesophyllum macroblastum</i>	12.23	13.75	0.88	1.66	2.68	45.81
Crvena uspravna alga	9.29	5.02	0.86	1.15	2.63	48.45
<i>Ircinia</i> sp.	3.04	2.74	0.78	0.68	2.36	50.81
<i>Lithothamnion minervae</i>	0.97	5.25	0.76	2.68	2.3	53.11
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	0	3.9	0.68	2.6	2.07	55.18
<i>Aplysina cavernicola</i>	4.04	0.95	0.67	0.79	2.05	57.23

### 3.4. Usporedba istraživanih koraligenih zajednica na temelju pokrovnosti glavnih ekoloških skupina

Na temelju pokrovnosti glavnih ekoloških skupina, statistički značajna razlika između istraživanih zajednica se javlja jedino u slučaju algnih graditelja (korastih kalcificiranih crvenih alga; ANOVA,  $p = 0,0015$ , Tablica 16). Koraligena zajednica na postaji Goli otok ima značajno manju abundanciju algnih graditelja od ostale dvije postaje (Tukey HSD test, Tablica 17, Slika 13). Razlike između zajednica u pokrovnosti životinjskih graditelja i aglomerativnih organizama nisu statistički značajne, ali imaju rubne  $p$  vrijednosti ( $0,0584$  u prvom slučaju i  $p = 0,0517$  u drugom, Tablica 17).

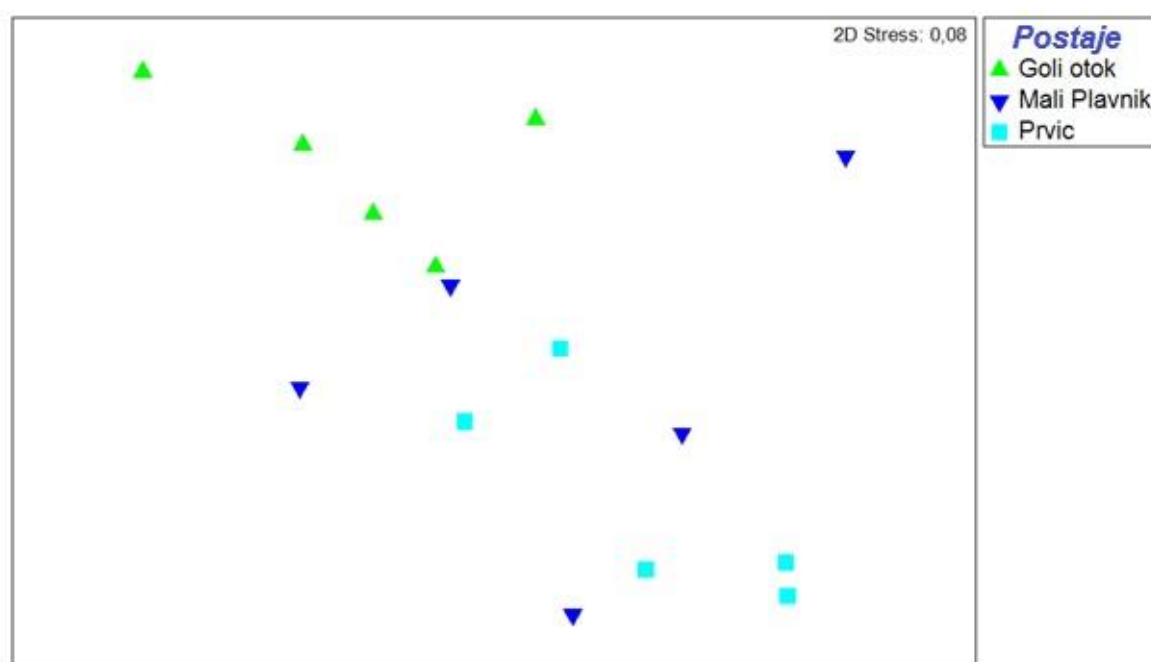
**Tablica 16.** Rezultati ANOVA testa za usporedbu istraživanih koraligenih zajednica na temelju pokrovnosti glavnih ekoloških skupina.

Koraste kalcificirajuće crvene alge					
Izvor	SS	df	MS	F	p
Postaja	2878276	2	1439138	11.7161	0.0015
Pogreška	1474011	12	122834		
Busenaste alge					
Izvor	SS	df	MS	F	p
Postaja	282581	2	141290	2.1418	0.1602
Pogreška	791626	12	65969		
Životinjski graditelji					
Izvor	SS	df	MS	F	p
Postaja	12899.8	2	6449.9	3.6324	0.0584
Pogreška	21307.8	12	1775.6		
Bioeroderi					
Izvor	SS	df	MS	F	p
Postaja	1259.20	2	629.60	2.57470	0.1174
Pogreška	2934.40	12	244.53		
Aglomerativi organizmi (logaritamska transformacija)					
Izvor	SS	df	MS	F	p
Postaja	0.42770	2	0.21385	3.8294	0.0517
Pogreška	0.67012	12	0.05584		

**Tablica 17.** Rezultati Tukey HSD testa usporedbe parova postaja na temelju pokrovnosti korastih kalcificirajućih crvenih alga.

Postaje	p
Goli otok, Mali Plavnik	0.0338
Goli otok, Prvić	0.0013
Mali Plavnik, Prvić	0.1763

Ti su rezultati potvrđeni i multivarijantnom analizom. MDS analiza (Slika 22) ukazuje na odvojenost postaje Goli otok od ostale dvije postaje, a rezultati PERMANOVA testa potvrđuju da postoje značajne razlike između istraživanih zajednica ( $p = 0,003$ , Tablica 18) pri čemu se zajednica na Golom otoku značajno razlikuje od ostale dvije postaje s obzirom na abundanciju glavnih ekoloških skupina (Tablica 18). Prosječna sličnost između Golog otoka i Prvića je 87,9%, a između Golog otoka i Malog Plavnika 89,8%, dok je između Malog Plavnika i Prvića 91,3% (Tablica 20). Značajnoj razlici su najviše doprinijele razlike u pokrovnosti korastih kalcificirajućih crvenih alga koje su na Golom otoku manje zastupljene nego na Malom Plavniku i Prviću, no busenaste alge i životinjski graditelji tamo prekrivaju veću površinu nego na ostale dvije postaje (Tablica 21, Tablica 22).



**Slika 22.** Usporedba istraživanih koraligenih zajednica sjevernog Jadrana. Rezultati MDS analize na temelju Bray Curtis mjere različitosti za podatke o pokrovnosti glavnih ekoloških skupina (transformirane kvadratnim korijenom).

**Tablica 18.** Rezultati multivarijantne PERMANOVA analize za utvrđivanje razlika među postajama na temelju pokrovnosti glavnih ekoloških skupina transformirane kvadratnim korijenom.

Izvor	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Jedinstvene permutacije
Postaja	2	360.44	180.22	5.5071	0.0033	9578
Ostatak	12	392.71	32.725			
Ukupno	14	753.15				

**Tablica 19.** Usporedbe parova postaja za utvrđivanje razlika na temelju abundancije (pokrovnosti) ekoloških skupina. Zbog ograničenog broja raspoloživih permutacija, prikazane su i p vrijednosti dobivene Monte Carlo (MC) procedurom.

Postaje	t	P(perm)	Jedinstvene permutacije	P(MC)
Goli otok, Mali Plavnik	2.0182	0.0248	125	0.0274
Goli otok, Prvić	3.6022	0.0092	126	0.004
Mali Plavnik, Prvić	1.355	0.1281	126	0.1734

**Tablica 20.** Prosječne sličnosti između i unutar postaja na temelju abundancije (pokrovnosti) ekoloških skupina.

	Goli otok	Mali Plavnik	Prvić
Goli otok	93.252		
Mali Plavnik	89.822	90.534	
Prvić	87.895	91.284	93.437

**Tablica 21.** Ekološke skupine koje su najviše doprinjele razlici između postaja Goli otok i Mali Plavnik na temelju podataka o pokrovnosti. Pros. Ab. = Prosječna abundancija, Pros. raz. = Prosječna različitost, SD = standardna devijacija.

Ekološka grupa	Goli otok	Mali Plavnik	Pros. raz.	Pros. raz./SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
	Pros. Ab.	Pros. Ab.				
Koraste kalcificirajuće crvene alge	41.26	48.31	3.76	1.48	36.98	36.98
Busenaste alge	32.33	28.05	3.14	1.34	30.81	67.79
Životinjski graditelji	12.52	9.54	1.76	1.67	17.32	85.11
Aglomerativni organizmi	5.77	7.38	1.23	1.23	12.04	97.15

**Tablica 22.** Ekološke grupe koje su najviše doprinjele razlici između postaja Goli otok i Prvić na temelju podataka o pokrovnosti. Pros. Ab. = Prosječna abundancija, Pros. raz. = Prosječna različitost, SD = standardna devijacija.

Ekološka grupa	Goli otok	Prvić	Pros. raz.	Pros. raz./SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
	Pros. Ab.	Pros. Ab.				
Koraste kalcificirajuće crvene alge	41.26	52.63	6.06	2.96	50.02	50.02
Busenaste alge	32.33	26.69	3.33	1.55	27.53	77.55
Životinjski graditelji	12.52	9.99	1.53	1.45	12.66	90.21

## 4. RASPRAVA

Ovaj rad predstavlja jednu od rijetkih analiza koraligene zajednice u istočnom dijelu Jadrana koja se temelji na kvantitativnim podacima o pokrovnosti sesilnog makrobentosa.

### 4.1. Bioraznolikost

Utvrđena je prisutnost 72 različite svojte od kojih se veliki dio (82%) pojavljuje u sve tri istraživane zajednice, te nema značajne razlike u bogatstvu svojti između postaja. Tom rezultatu pridonosi geografska blizina postaja (međusobna udaljenost manja od 20 km), slična dubina uzorkovanja i sličnost samog staništa (strmci). No treba imati na umu da mnoge kategorije koje su uzimane u obzir (kao npr. kategorija crvene koraste spužve) zapravo mogu sadržavati veći broj vrsta tako da je na razini vrsta sličnost dobivena u radu potencijalno manja, budući da je neke vrste nemoguće razlikovati samo na temelju fotografija.

Broj zabilježenih svojti u ovom radu gotovo je isti kao prethodno zabilježeni broj svojti na 3 druge postaje u sjevernom Jadranu (73) u jedinom drugom istraživanju u Jadranu koje je koristilo usporedivu metodu uzorkovanja (Kipson 2013). U tom istraživanju dobiven je raspon od 34 do 65 svojti po replikatu od 5000 cm<sup>2</sup> (prosječno 50,6), te raspon od 47 do 79 svojti po postaji, što je u usporedivo s rezultatima ovog istraživanja gdje je po replikatima zabilježeno od 45 do 63 svojte (prosječno 53,7), a po postajama od 66 do 70 svojti. Nadalje, Kipson i sur. (2011) su usporedivom metodom u sjeverozapadnom Mediteranu utvrdili 36 do 49 svojti (prosječno 42,4). Iz toga se može zaključiti da su istraživane jadranske koraligene zajednice bogatije svojtima od zapadno mediteranskih.

Također, u ovom radu kao i u drugim istraživanjima koraligena na temelju fotografske metode (npr. Kipson i sur. 2011, Ponti i sur. 2011, Kipson 2013) svojtima su najmnogobrojnije bile spužve (Porifera).

### 4.2. Sastav i struktura

Za sve je postaje karakteristično da u pokrovnosti prevladavaju kalcificirajuće crvene alge, te potom busenaste alge i spužve. Od algnih graditelja koraligena, najzastupljenije su bile vrste roda *Peyssonnelia*. Vrsta *Peyssonnelia squamaria* je bila naročito zastupljena na postaji Prvić, a u zajednici na otoku Mali Plavnik dominantna je bila i *P. rubra*, inače slabije zastupljena u ostalim istraživanim zajednicama. Ostali tipični algni graditelji u istočnom dijelu



Jadrana, poput koralinih alga *Mesophyllum macroblastum* i *Lithophyllum stictaeforme* (Kipson 2013, Kipson i sur. 2014) bili su slabije zastupljeni. Koralina alga *Lithophyllum stictaeforme* zastupljena je samo na postaji Prvić i to u izrazito maloj abundanciji, dok je bila zabilježena na drugim postajama unutar Kvarnerskog zaljeva (Garrabou i Kipson 2014). Ova vrsta također predstavlja jednog od glavnih algnih graditelja koraligena uz talijansku obalu sjevernog Jadrana (Ponti i sur. 2010) gdje su uz ovu svojtu zastupljene i vrste *Hydrolithon farinosum*, *Jania rubens*, *Lithophyllum frondosum*, *L. incrustans* i *L. pustulatum* (Curiel i sur. 2001). Za razliku od Jadrana, *Mesophyllum alterans* je identificiran kao glavni algni graditelj u koraligenu sjeverozapadnog Mediterana (Sartoretto 1996, Garrabou i Ballesteros 2000, Piazzzi i sur. 2010). Općenito se smatra da je sposobnost kalcifikacije talusa u vrsta roda *Peyssonnelia* manja od one koralinih alga (Laubier 1966, Ballesteros 1992), a njihova znatno veća pokrovnost u usporedbi s pokrovnošću koralinih alga (Slika 13, b) potencijalno bi se mogla dovesti u vezu s njihovom većom tolerancijom na sedimentaciju s obzirom da je sediment zabilježen u svim istraživanim zajednicama (Slika 19). Naime, veća abundancija crvenih alga roda *Peyssonnelia* već je prije zabilježena na postajama s većom pokrovnošću sedimenta (Holon i sur. 2014).

Glavni životinjski graditelji bili su kameni koralj *Leptopsammia pruvoti*, mnogočetinaši porodice *Serpulidae*, korasti mahovnjaci i razgranati mahovnjak *Smittina cervicornis*, koji su već utvrđeni kao tipični životinjski graditelji koraligena istočnog Jadrana (Kipson i sur. 2014)., zajedno s ostalim vrstama zabilježenim u ovom istraživanju s istom ekološkom ulogom. Mahovnjaci se općenito smatraju jednim od najabundantnijih životinjskih graditelja koraligena (Hong 1982) te potencijalnim bioindikatorima (Deter i sur. 2012, Gatti i sur. 2012), no u istraživanim zajednicama njihova je abundancija, kao općenito i ostalih životinjskih graditelja, bila dosta mala (Slika 14).

Glavni bioeroder u istraživanim zajednicama je školjkaš *Gastrochaena dubia*, dok na temelju fotografija nije bilo moguće utvrditi prisustvo drugih najčešćih bioerodera koraligenih zajednica Jadranskog mora i Mediterana, kamenotočnih spužvi roda *Cliona* (Ballesteros 2006, Castellato i Stefanon 2008, Ponti i sur. 2011b, Kipson 2013, Kipson i sur. 2014). Brojnost ovog školjkaša je prosječno iznosila od 20,8 do 43,2 jedinice/m<sup>2</sup>, što bi se moglo smatrati velikom abundancijom na temelju polukvantitativne metode korištene za procjenjivanje stanja koraligena u sjeverozapadnom Mediteranu (Gatti i sur. 2012).

Istraživane koraligene zajednice bile su slične strukture. Prevladavao je bazalni sloj (≈70% ukupne površine) koji su tvorili korasti organizmi (uglavnom kalcificirane alge i spužve), dok je uspravni sloj koji uključuje organizme više od 15 cm poput velikih spužvi te gorgonija

*Paramuricea clavata* i *Eunicella cavolini* bio je iznimno slabo razvijen. Prosječna gustoća tih organizama nije prelazila 3,2 kolonije/m<sup>2</sup>. U sjeverozapadnom Mediteranu uspravni sloj je ponekad zauzimao i do 60% površine što ukazuje na veću kompleksnost tih zajednica (Gatti i sur. 2012), u usporedbi s istraživanim zajednicama.

Ako se razmatraju potencijalne ugroze (vidi Uvod), kao što je već navedeno, određena površina koraligena je bila prekrivena sedimentom na svim postajama, ali ta površina u prosjeku nije prelazila 15%. Nadalje, tijekom terenskog istraživanja u srpnju 2013. godine, u istraživanom su području zamijećene sluzave algne nakupine koje su se najviše nakupljale na značajnije izdignutim suspenzivorima poput velikih spužvi i odraslih gorgonija, no s obzirom da su takvi organizmi relativno rijetki na istraživanim postajama, niti količina sluzavih nakupina nije bila značajna. Nadalje, invazivne vrste nisu zabilježene u ovom radu, premda je na nekim drugim postajama u istočnom Jadranu zapažena zelena alga vrste *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* i invazivna crvena busenasta alga *Womersleyella setacea* (Kipson i sur. 2009, Kipson i sur. 2014).

### **4.3. Prostorna varijabilnost**

U ovom radu utvrđena je značajna varijabilnost između istraživanih postaja na temelju sastava i abundancije svih svojti te abundancije glavnih ekoloških skupina.

Ako se uzima u obzir pokrovnost svih svojti, postoje statistički značajne razlike između svih uspoređivanih zajednica, dok se na temelju sastava (prisutnosti – odsutnosti svojti) razlike smanjuju i nisu značajne između Golog otoka i Malog Plavnika. Taj rezultat ukazuje kako uočene razlike između postaja uglavnom potječu od razlika u abundanciji najzastupljenijih svojti, dok se razlike smanjuju kako se svim svojutama, uključujući i one rijetke, daje ista važnost. U svim slučajevima (na temelju sastava, pokrovnosti svojti, pokrovnosti ekoloških skupina) značajnoj prostornoj varijabilnosti prvenstveno pridonose razlike u abundanciji crvenih kalcificirajućih alga (algnih graditelja). Nadalje, multivarijatni obrasci bioraznolikosti utvrđeni na temelju sastava i pokrovnosti svojti te ekoloških skupina međusobno se razlikuju (značajne razlike su uvijek postojale, no između drugih parova postaja), što treba imati na umu ukoliko se odabiru isključivo netaksonomski (ekološke skupine) deskriptori zajednice.

Ovo istraživanje potvrđuje prostornu varijabilnost u sastavu i abundanciji svojti koraligenih zajednica, što je u skladu s ranijim istraživanjima u istočnom Jadranu (Kipson 2013), talijanskom dijelu sjevernog Jadrana (Ponti i sur. 2011b) te zapadnom Mediteranu (npr. Ferdeghini i sur. 2000, Cocito i sur. 2002, Piazzi i sur. 2004, 2010, Balata i sur. 2005, Virgilio i sur. 2006, Kipson i sur. 2011, Holon i sur. 2014).

Razlike između koraligenih zajednica koje se razvijaju na istoj dubini mogu biti uzrokovane brojnim čimbenicima, od abiotičkih čija je varijabilnost potencirana strukturalnom kompleksnošću te koja je u koraligenu prisutna i na velikoj i maloj prostornoj skali (Ballesteros 2006), pa do biotičkih čimbenika poput npr. međusobne kompeticije za prostor između alga i životinja (Bressan i sur. 2001). Kao što je već spomenuto, istraživane se zajednice nalaze geografski relativno blizu (međusobna udaljenost manja od 20 km), te su razvijene na sličnom staništu (strmci). Dvije istraživane zajednice (Prvić i Goli otok) se nalaze u Velebitskom kanalu, u potencijalno sličnijim uvjetima i imaju istu orijentaciju strmaca na kojima se razvijaju (istok-sjeveroistok) dok se zajednica Mali Plavnik nalazi dalje od obale, izvan Velebitskog kanala i razvila se na strmcu s orijentacijom jug-jugoistok. S obzirom na te uvjete, intenzitet svjetlosti mogao bi biti veći u zajednici na Malom Plavniku, no za općenito utvrđivanje čimbenika odgovornih za zabilježene razlike potrebno je provesti dodatna istraživanja. Holon i sur. (2014) npr. kao utjecajne okolišne čimbenike prepoznaje temperaturu mora, turbiditet i sedimentaciju te oblik podloge. Usporedbom pokrovnosti i ekoloških čimbenika za sjeverozapadni Mediteran zaključio je da je brojnost vrsta negativno povezana s razinom turbidnosti te da su zelene alge učestalije na manjim dubinama, busenaste filamentozne alge obilnije na manjim temperaturama, a vrste roda *Peyssonnelia* i vrste uspravnih mahovnjaka zastupljenije na postajama s izraženijom sedimentacijom. Ponti i sur. (2011b) značajnu prostornu varijabilnost zajednica uz talijansku obalu sjevernog Jadrana pripisuju prisutnosti riječnih pritoka koje utječu na količinu dostupne svjetlosti, hranjivih tvari i sedimentacije na postajama bližima obali.

Prikupljanje podataka o prirodnoj varijabilnosti koraligenog staništa i utvrđivanje čimbenika odgovornih za prisutne razlike značajno će doprinjeti našem razumijevanju ovog kompleksnog staništa te omogućiti razvoj metoda procjene čovjekovog utjecaja na njih (Ponti i sur. 2011). U zaključku, kvalitativni i kvantitativni podatci dobiveni ovim istraživanjem pružaju uvid u nulto stanje istraživanih koraligenih zajednica te omogućavaju buduće praćenje njihovog stanja unutar jadranskih područja NATURA 2000.

## 5. ZAKLJUČCI

Koristeći metodu fotografskog uzorkovanja u koraligenu na tri postaje Kvarnerskog zaljeva (sjeverni Jadran) utvrđena je prisutnost 72 svojte sesilnog makrobentosa, te je bogatstvo svojti, zabilježeno usporedivim naporom uzorkovanja, u rasponu vrijednosti zabilježenih u istočnom Jadranskom moru i zapadnom Mediteranu.

Spužve su prisutne s najvećim brojem različitih svojti, što je u skladu s rezultatima drugih istraživanja temeljenih na fotografskoj metodi u Jadranu i Mediteranu.

Od ekoloških grupa najzastupljeniji su aljni graditelji i busenaste alge te potom životinjski graditelji. Glavni aljni graditelji istraživanih zajednica su kalcificirane vrste roda *Peyssonnelia* (*Peyssonnelia squamaria* i *P. rubra*), dok su koraline alge relativno slabije zastupljene.

Najzastupljeniji životinjski graditelji su koralj *Leptopsammia pruvoti*, razgranati mahovnjaci *Smittina cervicornis* / *Adeonella pallasii*, korasti mahovnjaci, *Hoplangia durotrix* / mali kameni koralj te vrste porodice *Serpulidae*, koje predstavljaju već utvrđene tipične životinjske graditelje koraligena istočnog Jadrana.

Najzastupljeniji bioeroder je školjkaš *Gastrochaena dubia* dok prisutnost kamenotočnih spužvi roda *Cliona* nije bilo moguće utvrditi na temelju fotografskog uzorkovanja.

Morfološki sastav proučavanih zajednica ukazuje na malu kompleksnost trodimenzionalne strukture zbog prevladavanja organizama bazalnog sloja (oko 70% ukupne površine), dok su uspravni organizmi s kolonijama većim od 15 cm rijetki.

Ovim istraživanjem potvrđena je značajna prostorna varijabilnost koraligenih zajednica na temelju sastava i pokrovnosti svojti te pokrovnosti ekoloških skupina, što je u skladu s prethodnim istraživanjima u Jadranu i zapadnom Mediteranu. Značajnoj prostornoj varijabilnosti u pokrovnosti svojti najviše pridonose razlike u abundanciji crvenih kalcificirajućih i zelenih alga, tj. algnih graditelja i busenastih alga u slučaju pokrovnosti glavnih ekoloških skupina.

Multivarijatni obrasci bioraznolikosti utvrđeni na temelju sastava i pokrovnosti svojti te ekoloških skupina međusobno se mogu razlikovati, što treba imati na umu prilikom odabira taksonomskih (svojte) ili netaksonomskih (ekološke grupe) deskriptora zajednice.

Kvalitativni i kvantitativni podatci dobiveni ovim istraživanjem pružaju uvid u nulto stanje istraživanih koraligenih zajednica te omogućavaju buduće praćenje njihovog stanja unutar područja NATURA 2000.

## 6. LITERATURA

- Airoldi L., Rindi F., Cinelli F. (1995): Structure, seasonal dynamics and reproductive phenology of a filamentous turf assemblage on a sediment influenced, rocky subtidal shore. *Botanica Marina*, **38**: 227–237.
- Anderson M. J. (2001a): A new method for a non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* **26**: 32–46.
- Anderson M. J. (2001b): Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **58**: 629–636.
- Anderson M. J., ter Braak C. J. F. (2003): Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. *Journal of Statistical Computation and Simulation* **73**: 85–113.
- Anderson M. J., Gorley R. N., Clarke K. R. (2008): PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. Plymouth: PRIMER-E. 213 p.
- Balata D., Piazzì L., Cecchi E., Cinelli F. (2005): Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in turbidity and sediment deposits. *Marine Environmental Research* **60**: 403–421.
- Ballesteros E. (1992): Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució. *Arxius Secció Ciències* **101**: 1–616.
- Ballesteros E. (1998): Addicions a la fauna d' invertebrats bentònics de l' arxipèlag de Cabrera (Illes Balears, Mediterrània Occidental). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* **41**: 41–48.
- Ballesteros E. (2006): Mediterranean coralligenous assemblages, a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* **44**: 123–195.
- Ballesteros E. i Zabala M. (1993): El bentos: el marc físic. In *Historia Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*, J. A. Alcover et al. (eds), *Monografies de la Societat d'Història Natural de Balears 2*. Palma de Mallorca: CSIC-Ed. Moll, 663–685.
- Ballesteros E., Sala E., Garrabou J., Zabala M. (1998): Community structure and frond size distribution of a deep water stand of *Cystoseira spinosa* (Phaeophyta) in the northwestern Mediterranean. *European Journal of Phycology* **33**: 121–128.
- Bianchi C. N. (2001): La biocostruzione negli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biologia Marina Mediterranea* **8**: 112–130.
- Boudouresque C. F. i Denizot M. (1975): Revision du genre *Peyssonnelia* (Rhodophyta) en Méditerranée. *Bulletin Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille* **35**: 7–92.

- Boudouresque C. F., Meinesz A., Ballesteros E., Ben Maiz N., Boisset F., Cinelli F., Cirik S., Cormaci M., Jeudy de Grissac A., Laborel J., Lanfranco E., Lundberg B., Mayhoub H., Panayotidis P., Semroud R., Sinnassamy J. M., Span A. (1990): Livre Rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée. MAP Technical Report Series **43**: Athens: UNEP/IUCN/GIS Posidonie, 1-250.
- Boudouresque C. F., Avon M., Gravez V. (1991): Les espèces marines à protéger en Méditerranée. Marseille: GIS Posidonie.
- Bray J. R. & Curtis J. T. (1957): An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecological Monographs **27**: 325–349.
- Bressan G., Babbini L., Ghirardelli L., Basso D. (2001): Bio-costruzione e biodistribuzione di Corallinales nel Mar Mediterraneo. Biologia Marina Mediterranea **8** (1): 131–174.
- Brunetti R. (1994): Ascidiens of the northern Adriatic Sea. Aplouso-branchia 1. Italian Journal of Zoology **61**: 89–96.
- Casellato S., Stefanon A. (2008): Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: an overview. Marine Ecology **29**: 321–341.
- Cerrano C., Bavestrello G., Bianchi C. N., Cattaneo-Vietti R., Bava S., Morganti C., Morri C., Picco P., Sara G., Schiaparelli S., Siccardi A., Sponga F. (2000): A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (NW Mediterranean), summer 1999. Ecology Letters **3**: 284-293.
- Chauvet C. (1991): Statut d' *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1757) et éléments de dynamiques des populations méditerranéenne et atlantique. In Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée, C.F. Boudouresque et al. (eds), Marseille: GIS Posidonie, 255-275.
- Clarke K. R. (1993): Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology **18**: 117–143.
- Clarke K. R., Gorley R. N. (2006): PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Plymouth: PRIMER-E. 192 p.
- Cocito S., Bedulli D., Sgorbini S. (2002): Distribution patterns of the sublittoral epibenthic assemblages on a rocky shoal in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). Scientia Marina, **66**: 175–181.
- Coll J., Garcia-Rubies A., Moranta J., Stefanni S., Morales-Nin B. (1999): Efectes de la prohibició de la pesca esportiva sobre l' estructura poblacional de l' anfos (*Epinephelus marginatus* Lowe, 1834. Pisces, Serranidae) en el Parc Nacional de Cabrera. Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears **42**: 125-138.

- Coma R. i Ribes M. (2003): Seasonal energetic constraints in Mediterranean benthic suspension feeders: effects at different levels of ecological organization. *Oikos* **101**: 205-215.
- Coma R., Ribes M., Gili J. M., Zabala M. (2000): Seasonality in coastal benthic ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* **15**: 448–452.
- Coma R., Polà E., Ribes M., Zabala M. (2004): Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. unprotected areas. *Ecological Applications* **14**: 1466-1478.
- Cormaci M., Furnari G., Scamacca B. (1985): Osservazioni sulle fitocenosi bentoniche del golfo di Augusta (Siracusa). *Bollettino dell'Accademia Gioenia Scienze Naturali* **18**: 851-872.
- Curiel D., Orel G., Marzocchi M. (2001): Prime indagini sui popolamenti algali degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. *Bollettino Societa' Adriatica di Scienze*, **80**: 3–16.
- Deter J., Descamp P., Boissery P., Ballestac L., Holon F. (2012): A rapid photographic method detects depth gradient in coralligenous assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **418-419**: 75–82.
- Fava F., Ponti M., Abbiati M. (2009a): Coralligenous assemblages in the northern Adriatic continental shelf. In: *Proceedings of the 1st Mediterranean symposium on the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions*, Tabarka, Tunisia, pp 194–196.
- Fava F., Ponti M., Abbiati M. (2009b): Spatial-temporal variability of epibenthic assemblages on rocky outcrops in the northern Adriatic continental shelf. In: *Science and management of estuaries and coasts: a tale of two hemispheres. Abstract of the European Community Shipowners' Associations 44th international conference. European Community Shipowners' Associations Buletin* **53**, Bahía Blanca, Argentina, p 24.
- Ferdeghini F., Acunto S., Cocito S., Cinelli F. (2000): Variability at different spatial scales of a coralligenous assemblage at Giannutri Island (Tuscan Arcipelago, northwestern Mediterranean). *Hydrobiologia* **440**: 27–36.
- Gabriele M., Bellot A., Gallotti D., Brunetti R. (1999): Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cahiers de Biologie Marine* **40**: 65–76.
- Gamulin-Brida H. (1965): Contribution aux recherches bionomiques sur les fonds coralligenes au large de l' Adriatique moyenne. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* **18** (2): 69-74.

- Garcia-Rubies A. i Zabala M. (1990): Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes islands marine reserve. *Scientia Marina* **54**: 317-328.
- García-Rubies A, Hereu B, Zabala M (2013) Long-Term Recovery Patterns and Limited Spillover of Large Predatory Fish in a Mediterranean MPA. *PLoS ONE* **8**(9): e73922. doi:10.1371/journal.pone.0073922
- Garrabou J. (1997): Structure and dynamics of north-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient: a Geographical Information System (GIS) approach. PhD Thesis. University of Barcelona.
- Garrabou J., Ballesteros E. (2000): Growth of *Mesophyllum alternans* and *Lithophyllum frondosum* (Corallinaceae, Rhodophyta) in the Northwestern Mediterranean. *European Journal of Phycology* **35**: 1-10.
- Garrabou J., Kipson S. (2014): Testing of monitoring protocol for coralligenous community: Field Report, MedMPAnet Project.
- Garrabou J., Sala E., Arcas A., Zabala M. (1998): The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. *Conservation Biology* **12**: 302-312.
- Garrabou J., Perez T., Sartoretto S., Harmelin J. G. (2001): Mass mortality event in red coral (*Corallium rubrum*, Cnidaria, Anthozoa, Octocorallia) population in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series* **217**: 263-272.
- Garrabou J., Coma R., Bensoussan N., Bally M., Chevaldonne P., Cigliano M., Diaz D., Harmelin J. G., Gambi M. C., Kersting D. K., Ledoux J. B., Lejeusne C., Linares C., Marschal C., Perez T., Ribes M., Romano J. C., Serrano E., Teixido N., Torrents O., Zabala M., Zuberer F., Cerrano C. (2009): Mass mortality in northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Global Change Biology* **15** :1090–1103.
- Gatti G., Montefalcone M., Rover A., Parravicini V., Morri C., Albertelli G., Bianchi C. N. (2012): Seafloor integrity down the harbor waterfront: the coralligenous shoals off Vado Ligure (NW Mediterranean). *Advances in Oceanography and Limnology* **3** (1): 51–67.
- Harmelin J. G. (1991): Statut du corb (*Sciaena umbra*) en Mediterranee. In *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*, C. F. Boudouresque et al. (eds), Marseille: GIS Posidonie, 219-227.
- Harmelin J. G. (1993): Invitation sous l'écume. *Cahiers Parc National Port-Cros* **10**: 1–83.



- Holon F., Boissery P., Deter J. (2014): Environmental factors explaining taxonomic heterogeneity of coralligenous outcrops across France (Northwestern Mediterranean). 2nd Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous & other Calcareous Bio-Concretions (Portorož, Slovenia, 29-30 October 2014).
- Hong J. S. (1980): Étude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos). These de Doctorat. Université d'Aix-Marseille II.
- Hong J. S. (1982): Contribution à l'étude des peuplements d'un fond coralligène dans la région marseillaise en Méditerranée Nord-Occidentale. Bulletin of Korea Ocean Research and Development Institute **4**: 27-51.
- Hong J. S. (1983): Impact de la pollution on the benthic community. Environmental impact of the pollution on the benthic coralligenous community in the Gulf of Fos, northwestern Mediterranean. Bulletin of the Korean Fisheries Society **16**: 273–290.
- James N. P., Wray J. L., Ginsburg R. N. (1988): Calcification of encrusting aragonitic algae (Peyssonneliaceae): implications for the origin of late Paleozoic reefs and cements. Journal of Sedimentary Petrology **58**: 291–303.
- Kipson S. (2013): Ecology of gorgonian dominated communities in the Eastern Adriatic Sea. PhD thesis, University of Zagreb, Zagreb.
- Kipson S., Novosel M., Radić I., Kružić P., Požar-Domac A. (2009): The biodiversity of macrobenthos within the coralligenous community dominated by the red gorgonian *Paramuricea clavata* in the central part of the Eastern Adriatic Sea (Croatia): preliminary results. Proceeding of the 1st International Symposium on coralligenous and other bioconstructions in the Mediterranean, 14-16 January, Tabarka, Tunis, str. 210-212.
- Kipson S., Fournier M., Teixidó N., Cebrian E., Casas E., Ballesteros E., Zabala M., Garrabou J. (2011): Rapid biodiversity assessment and monitoring method for high diverse benthic communities: a case study of Mediterranean coralligenous outcrops. PLoS ONE **6** (11) e27103 [doi:10.1371/journal.pone.0027103].
- Kipson S., Kaleb S., Kružić P., Žuljević A., Bakran-Petricioli T., Garrabou J. (2014): Preliminary list of typical/indicator species within croatian coralligenous monitoring protocol. 2nd Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous & other Calcareous Bio-Concretions (Portorož, Slovenia, 29-30 October 2014).
- Kruskal J. B., Wish M. (1978): Multidimensional Scaling. Beverly Hills: Sage Publications. pp 93.

- Laborel J. (1960): Contribution a l'etude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Mediterranee. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume **20** (33): 117–174.
- Laborel J. (1961): Le concretonnement algal "coralligene" et son importance geomorphologique en Mediterranee. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume **23** (37): 37–60.
- Laborel J. (1987): Marine biogenic constructions in the Mediterranean. Scientific Reports of Port-Cros National Park **13**: 97–126.
- Laubier L. (1966): Le coralligene des Alberes: monographie biocenotique. Annales de l'Institut Océanographique de Monaco **43**: 139–316.
- Linares C., Coma R., Diaz D., Zabala M., Hereu B., Dantart L. (2005): Immediate and delayed effects of a mass mortality event on gorgonian population dynamics and benthic community structure in the NW Mediterranean Sea. Marine Ecology Progress Series **305**: 127–137.
- Littler M. M. (1976): Calcification and its role among the macroalgae. *Micronesica* **12**: 27–41.
- Marti R. (2002): Spatial and temporal variability of the natural toxicity in benthic communities of Mediterranean caves. PhD Thesis. University of Barcelona.
- Mayol J., Grau A., Riera F., Oliver J. (2000): Llista vermella dels peixos de les Balears. Quaderns de Pesca **4**: 1–126.
- Mizzan L. (2000): Localizzazione e caratterizzazione di affioramenti rocciosi delle coste veneziane: primi risultati di un progetto di indagine. Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia **50**: 195–212.
- Molin E., Gabriele M., Brunetti R. (2003): Further news on hard substrates communities of the northern Adriatic Sea with data on growth and reproduction in *Polycitor adriaticus* (Von Drasche, 1883). Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia **54**: 19–28.
- Péres J. (1967): The Mediterranean benthos. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* **5**: 449–533.
- Pérez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J. G., Francour P., Vacelet J. (2000): Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes Rendus Académie des Sciences Série III, Life Sciences* **323**: 853–865.
- Perez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J.G., Francour P., Vacelet J. (2000): Mortalite massive d'invertebres marins: un evenement sans precedent en

Mediterranee nord-occidentale. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Série III, Life Sciences **323**: 853–865.

- Péres J. i Picard J. M. (1951): Notes sur les fonds coralligenes de la region de Marseille. Archives de Zoologie Expérimentale et Générale **88**: 24–38.
- Péres J. i Picard J. M. (1964): Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Mediterranee. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume **31(47)**: 1–131.
- Piazzi L., Pardi G., Balata D., Cecchi E., Cinelli F. (2002): Seasonal dynamics of a subtidal northwestern Mediterranean macroalgal community in relation to depth and substrate inclination. Botanica Marina **45**: 243–252.
- Piazzi L., Balata D., Pertusati M., Cinelli F. (2004): Mediterranean coralligenous phytobenthic assemblages: temporal dynamics and influence of substrate inclination. Botanica Marina **47**: 105–115.
- Piazzi L., Balata D., Cecchi E., Cinelli F., Sartoni G. (2010): Species composition and patterns of diversity of macroalgal coralligenous assemblages in the northwestern Mediterranean Sea. J Nat Hist **44**: 1–22.
- Ponti M., Perlini R. A., Ventra V., Grech D., Previati M., Huete Stauffer C., Abbiati M., Cerrano C. (2011a): Effects of gorgonian forests on the recruitment of epibenthic species, 42. Congresso della Societa` Italiana di Biologia Marina, Olbia.
- Ponti M., Fava F., Abbiati M. (2011b): Spatial–temporal variability of epibenthic assemblages on subtidal biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. Marine Biology **158**: 1447–1459.
- Riedl R. (1966): Biologie der Meereshöhlen. Hamburg: Paul Parey.
- Romano J. C., Bensoussan N., Younes W. A. N., Arlhac D. (2000): Anomalies thermiques dans les eaux du Golfe de Marseille durant l'ete 1999. Une explication partielle de la mortalite des invertebres fixes. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Série III, Life Sciences **323**: 853–865.
- Rosell D., Uriz M. J., Martin D. (1999): Infestation by excavating sponges on the oyster (*Ostrea edulis*) populations of the Blanes littoral zone (northwestern Mediterranean Sea). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **79**: 409–413.
- Russo G. F. i Cicogna F. (1991): The date mussel (*Lithophaga lithophaga*), a case in the Gulf of Naples. In Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée, C.F. Boudouresque et al. (eds), Marseille: GIS Posidonie, 141–150.
- Sala E., Garrabou J., Zabala M. (1996): Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. Marine Biology **126**: 451–459.

- Sartoretto S. (1994): Structure et dynamique d' un nouveau type de bioconstruction a *Mesophyllum lichenoides* (Ellis) Lemoine (Corallinales, Rhodophyta). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Série III, Life Sciences **317**: 156-160.
- Sartoretto S. (1996): Vitesse de croissance et bioérosion des concrétionnements "coralligènes" de Méditerranée nord-occidentale. Rapport avec les variations Holocenes du niveau marin. These Doctorat d'Ecologie, Université d'Aix-Marseille, II.
- Sartoretto S. (1998): Bioerosion des concrétions coralligènes de Méditerranée par les organismes perforants: essai de quantification des processus. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Séries IIA, Earth and Planetary Sciences **327**: 839-844.
- Sartoretto S., Verlaque M., Laborel J. (1996): Age of settlement and accumulation rate of submarine "coralligène" (-10 to -60 m) of the northwestern Mediterranean Sea; relation to Holocene rise in sea level. Marine Geology **130**: 317-331.
- Simkiss K. (1964): Phosphates as crystalpoisons of calcification. Biological Reviews **39**: 487-505.
- Soresi S., Cristofoli A., Masiero L., Casellato S. (2004): Benthic communities of rocky outcrops in the northern Adriatic Sea: a quantitative survey. In: Rapport du 37e Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée, Barcelona, 7-11 June 2004, 331 str.
- Templado J. (1991): Las especies del genero *Charonia* (Mollusca: Gastropoda) en el Mediterraneo. In Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée, C.F. Boudouresque et al. (eds), Marseille: GIS Posidonie, 133-140.
- True M. A. (1970): Etude quantitative de quatre peuplements scaphiles sur substrat rocheux dans la région marseillaise. Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco **69**: str. 48.
- UNEP/MAP – RAC/SPA (2008): Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions in the Mediterranean Sea. RAC/SPA, ed. RAC/SPA, Tunis, str. 21.
- UNEP/MAP – RAC/SPA (2014): Proceedings of the second Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous and other Calcareous Bio-Concretions (Portorož, Slovenia, 29-30 October 2014). BOUAFIF C., LANGAR H., OUERGHI A., edits., RAC/SPA publ., Tunis: str. 247.
- Uriz M. J., Martin D., Turon X., Ballesteros E., Hughes R., Acebal C. (1991): An approach to the ecological significance of chemically mediated bioactivity in Mediterranean benthic communities. *Marine Ecology Progress Series* **70**: 175-188.
- Uriz M. J., Rosell D., Martin D. (1992a): The sponge population of the Cabrera Archipelago (Balearic islands): characteristics, distribution, and abundance of the

most representative species. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli I: Marine Ecology* **13**: 101–117.

- Virgilio M., Airoidi L., Abbiati M. (2006): Spatial and temporal variations of assemblages in a Mediterranean coralligenous reef and relationships with surface orientation. *Coral Reefs*. **25**: 265-272.
- Weinberg S. (1991): Faut-il protéger les gorgones de Méditerranée? In *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*, C.F. Boudouresque et al. (eds), Marseille: GIS Posidonie, 47–52.
- Zabala M. i Ballesteros E. (1989): Surface-dependent strategies and energy flux in benthic marine communities or, why corals do not exist in the Mediterranean. *Scientia Marina* **53**: 3–17.

## 7. PRILOZI

Prilog 1. Podatci o pokrovnosti svih svojti po replikatima izraženi u cm<sup>2</sup>.

Postaja/Replikat	Goli otok					Mali Plavnik					Prvić				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Kategorija/svojta															
<b>CHLOROPHYTA</b>															
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin 1987	640.00	183.4 3	88.55	110.5 2	29.52	10.81	36.70	69.08	99.29	506.90	10.42	10.26	23.66	67.19	125.71
Zelene filamentozne alge	795.02	1158. 28	1213. 16	912.3 5	969.06	372.54	828.73	469.93	820.06	1104.4 7	657.22	869.46	653.68	407.10	380.19
<i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst, 1868	6.72	0.89	2.88	8.61	2.65	3.30	3.07		4.99	0.27	11.87	1.19	1.33	2.65	1.34
<i>Valonia macrophysa</i> Kützing, 1843			2.17											2.94	
<b>RHODOPHYTA</b>															
<i>Botryocladia</i> sp.	5.23	5.41	3.92	7.55	15.56	1.97	1.61	13.20	3.79	2.85	4.76	21.04	8.73	3.10	8.02
Razgranata crvena alga	5.85	2.11	2.61							32.01				8.26	
<i>Lithophyllum stictaeforme</i> (J.E. Areschoug) Hauck, 1878											33.80	27.59	3.00	16.41	7.13
<i>Lithothamnion minervae</i> Basso, 1995	119.02	81.60	16.37	24.66	15.49	9.84	2.91				26.04	43.30	16.20	26.73	28.68
<i>Mesophyllum macroblastum</i> (Foslie) Adey, 1970	515.53	548.6 9	140.7 1	98.99	216.16	54.26	200.94	460.92	121.99	50.62	141.51	151.28	311.24	212.65	152.32
Neidentificirana koralina alga	284.2	95.99	594.7 3	627.7 2	644.33	706.12	424.36	349.89	379.48	562.3	741.48	539	638.53	333.41	435.88
<i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh, 1851	86.87	21.25	17.94	183.8 7	9.12	28.22	756.04	1004.5 6	1206.0 9	1289.2 8		32.38	236.66	128.40	219.90
<i>Peyssonnelia</i> sp.	114.32	21.78	359.3 2	226.3 8	316.24	126.63		106.13	459.45	168.05	141.62	123.34	119.04	149.13	217.98
<i>Peyssonnelia squamaria</i> F. Schmitz ex J.J.Rodriguez	639.76	893.1 6	632.1 6	1125. 70	942.35	1352.1 1	1743.5 6	622.02	297.78	130.45	1451.4 5	1783.1 0	1917.8 7	2246.3 1	1976.4 3

Postaja/Replikat	Goli otok					Mali Plavnik					Prvić				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Crvena uspravna alga	28.81	19.87	77.74	46.38	28.45	31.47	22.64	275.85	135.14	61.46	31.31	47.97	14.64	47.78	3.43
Crvene filamentozne alge	7.73	14.56	75.97	47.92	65.89	38.17	20.47	146.99	102.23	164.72	165.93	208.89	63.72	83.98	147.13
<b>PORIFERA</b>															
<i>Acanthella acuta</i> Schmidt, 1862		6.15				2.35	0.88				0.88		11.61	3.38	15.06
<i>Agelas oroides</i> (Schmidt, 1864)		29.94		1.57	31.58	4.09			1.25			0.16		18.98	
<i>Aplysina cavernicola</i> (Vacelet, 1959)		4.78			0.16	238.67	16.72			0.42	2.29		2.56		2.63
<i>Axinella polyoides</i> Schmidt, 1862	8.91	56.79												10.65	
<i>Axinella</i> sp.					3.85	66.03						8.81	2.10	25.49	
Svijetlo žuta spužva	0.12	8.55		3.53		3.81	1.04	5.90	0.86		20.67	5.89	0.93		0.14
<i>Clathrina</i> sp.			26.46	10.57	1.87						7.07	13.90	1.72	9.89	
<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862) / <i>Spirastrella cunctatrix</i> Schmidt, 1868	6.43			2.28	8.50	10.64	6.65	16.98		4.42	14.93		15.87	11.27	4.21
Kremasta spužva	16.76	1.82	12.43	16.53	12.54	26.44	7.29	22.60	18.03	1.23	2.96	19.65	17.00	3.39	5.51
<i>Dysidea</i> sp.	1.21	15.04	44.88	5.39	5.55	26.16	3.03		0.81	1.46	3.78	6.19	1.73	2.49	6.48
<i>Fasciospongia cavernosa</i> (Schmidt, 1862)					1.16						2.25	2.17			8.19
<i>Haliclona (Halichoclona) fulva</i> (Topsent, 1893)	27.74	106.75	85.76	72.71	39.69	61.51	9.90	3.46	29.01	24.06	22.60	24.57	4.87	1.91	2.63
<i>Haplosclerida</i> indet.			3.41		3.89	2.04				2.48	12.01	1.86			
<i>Hexadella racovitzai</i> Topsent, 1896	43.10	73.67		42.07											
<i>Ircinia</i> sp.			16.24	5.57		230.97					187.08				
Keratozna spužva	7.59	12.95	12.41	13.13	10.41	18.97	0.76	1.03	7.17	9.72		8.18	4.15		1.50
Narančasta korasta spužva	50.89	38.64	64.99	60.83	43.93	116.86	46.38	22.69	33.24	7.89	33.54	40.74	40.33	32.31	16.58

Postaja/Replikat	Goli otok					Mali Plavnik					Prvić				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
<i>Petrosia ficiformis</i> (Poiret, 1789)	10.36	172.56	80.91		2.31	76.19	8.35	36.88	7.57	7.14	17.09		61.76	2.80	58.18
<i>Phorbas tenacior</i> (Topsent, 1925)	5.98	27.82	17.38	16.45	18.56	48.02	42.03	190.58	95.64	8.35	7.10	15.35	13.39	6.01	2.10
Ružičasta mrežasta spužva		2.72			26.04	8.98	3.89				1.78				
Ljubičasta spužva			0.64	0.39	0.47	1.43		1.76		1.92	1.92	2.09		7.62	0.39
<i>Pleraplysilla spinifera</i> (Schulze, 1879)	3.57		5.59	0.35	6.99	27.65					15.28	1.88	27.59	9.71	4.70
Crvena masivna spužva			2.05	4.76	4.23	1.14				1.34					
Crvena korasta spužva	1.59	17.00	12.33	1.25	15.11	1.78	1.13	3.40	1.16	15.66		12.91			0.86
Tanka narančasta korasta spužva	1.42	0.87		11.65	17.28	26.57	20.16	21.74	15.43	20.69	45.53	22.84	21.93	13.93	6.73
Bijela spužva	27.62	45.75	24.57	55.28	61.03	51.13	9.69	4.50	19.16	0.24	17.34	29.19	32.03	17.63	7.17
Žuta korasta spužva	17.89	21.20	40.09	14.43	51.45	42.22	29.25	6.74	27.31	13.27	26.56	22.63	27.27	10.97	8.61
Žuta spužva	2.81	15.22	11.86	4.50	54.15	38.63	11.00	25.98	16.10	7.99	6.46				0.20
<b>HYDROZOA</b>															
Neidentificirani obrubnjak						0.06	0.41	1.70			0.57	0.62			0.12
<b>ANTHOZOA</b>															
<i>Alcyonium acaule</i> (Marion, 1878)					1.61	2.46									
<i>Alcyonium coralloides</i> (Pallas, 1766)	10.80	2.63	10.50			1.44							3.37	1.70	
<i>Caryophyllia inornata</i> (Duncan, 1878)	1.28	4.31	9.47	4.84	2.75	1.46		0.47	1.23	0.50	0.93	1.40	1.20	0.83	0.94
<i>Caryophyllia smithi</i> Stokes & Broderip, 1828	6.88	12.79	12.84	1.88	4.75	1.93	0.68	1.17	1.52	0.50	3.31	3.89	2.15	0.25	0.81
<i>Eunicella cavolini</i> (Koch, 1887)	5.11	14.97	11.88	7.85	2.47	24.80	9.01	1.01	1.29	2.10	4.75	1.20	5.67	1.42	3.98



Postaja/Replikat	Goli otok					Mali Plavnik					Prvić				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
<i>Hoplangia durotrix</i> Gosse, 1860 / mali kameni koralj	6.90	6.43	27.77	18.86	4.23	9.84	4.49	6.63	8.81	5.46	2.55	6.57	10.37	3.72	3.99
<i>Leptopsammia pruvoti</i> Lacaze-Duthiers, 1897	40.32	84.45	101.74	95.43	63.26	30.95	7.81	1.83	11.37	1.88	18.13	30.80	31.12	9.37	11.48
<i>Paramuricea clavata</i> (Risso, 1826)		41.81		1.49	0.79	3.86					1.29	8.40	4.46	6.39	
<i>Cornularia cornucopiae</i> (Pallas, 1766)		9.95	54.01	11.63	6.27					9.72				5.96	
<i>Parazoanthus axinellae</i> (Schmidt, 1862)	215.60	210.77	204.04	35.04	254.81	75.70	79.17	325.66	169.99	37.80	107.34	45.42	8.86	62.45	6.92
<b>MOLLUSCA</b>															
<i>Gastrochaena dubia</i> (Pennant, 1777)	1.46	0.87	1.24	3.45	0.89	1.05	1.76	2.45	4.82	3.58	1.67	3.45	1.96	2.25	1.20
<b>POLYCHAETA</b>															
<i>Filograna implexa</i> Berkeley, 1835 / <i>Salmacina dysteri</i> (Huxley, 1855)	0.61	0.41		0.88	0.10	17.25					23.80	1.81	2.19	1.86	6.79
<i>Protula</i> sp.	4.23	1.22	8.08	1.61	2.31	1.21	0.90	2.32	1.20	1.77	2.20	0.97	0.54	1.18	0.71
<i>Serpulidae</i>	13.69	18.05	14.97	18.41	23.24	22.57	16.10	16.93	31.70	34.17	22.76	35.17	34.06	23.67	15.53
<b>BRYOZOA</b>															
<i>Beania magellanica</i> (Busk, 1852)	11.12	28.04	61.81	30.74	45.58	107.05	70.45	39.70	45.17	26.53	20.80	35.73	15.10	17.50	5.16
Razgranati mahovnjak	3.02			0.67	2.13	6.59	1.00	1.67	3.90	0.94	2.17	1.49	0.44	0.96	1.59
<i>Celleporina caminata</i> (Waters, 1879)		6.84	1.24	0.95	1.26	2.81	0.62	0.32	0.71	0.55	0.86	0.28	1.02	0.42	0.30
<i>Dentiporella</i> sp. / <i>Schizomavella</i> sp.	1.72	4.26	2.96	1.22	9.55	14.37	12.09	17.82	12.76		2.75	23.21	23.62		
Korasti narančasti mahovnjak	5.46	3.35	2.75	15.10		21.48	13.57	4.53	7.70	8.22	6.18	6.33	6.34	7.51	4.06

Postaja/Replikat	Goli otok					Mali Plavnik					Prvić				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Korasti bež mahovnjak	4.76	10.37	30.46	11.78	10.77	12.73	5.27	6.42	28.42	7.05	1.73	6.72	4.10	2.03	1.62
<i>Myriapora truncata</i> (Pallas, 1766)	0.49	2.48	4.01	1.64		5.09		3.03	1.23	5.17		2.62	1.68		
<i>Smittina cervicornis</i> (Pallas, 1766) / <i>Adeonella pallasii</i> (Heller, 1867)	7.61	13.02	14.82	2.53	4.00	7.35		6.33	4.75	1.80	49.05	1.03		8.00	26.16
<b>TUNICATA</b>															
<i>Didemnum</i> sp. (narančasti)			10.43	3.95	0.12			0.73	0.13						
<i>Didemnum</i> sp. (bijeli)	1.46		4.82		0.96	0.90		0.23	0.64		1.26	0.05	0.81		
Narančasta kolonijalna <i>Synascidia</i>				1.14		5.60			1.65		0.48	1.67		2.33	
<i>Pycnoclavella</i> sp. / <i>Perophora</i> sp.	31.14	44.77	32.57	37.84	43.94	4.50	8.58	13.56	12.31	9.77	21.63	40.49	25.69	15.64	19.10

**Prilog 2.** Doprinos pojedinih svojti razlikama postaja: a) Goli otok i Prvić te b) Mali Plavnik i Prvić na temelju sastava (prisutnost-odsutnost). Prikazane su svojte s doprinosom > 2%. Pros. Ab. = prosječna abundancija, Pros. raz. = prosječna različitost, SD = standardna devijacija.

a)	Goli otok	Prvić				
Svojta	Pros. Ab.	Pros. Ab.	Pros raz.	Pros. raz. / SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	0	1	0.93	31.2	5.16	5.16
<i>Acanthella acuta</i>	0.2	0.8	0.63	1.43	3.51	8.66
<i>Cornularia cornucopiae</i>	0.8	0.2	0.63	1.43	3.49	12.15
<i>Hexadella racovitzai</i>	0.6	0	0.56	1.2	3.12	15.27
Žuta spužva	1	0.4	0.56	1.2	3.1	18.36
Neidentificirana korallina alga	0.4	1	0.55	1.2	3.09	21.45
Neidentificirani obrubnjak	0	0.6	0.55	1.2	3.08	24.53
Crvena korasta spužva	1	0.4	0.55	1.2	3.08	27.61
Crvena masivna spužva	0.6	0	0.55	1.2	3.05	30.66
<i>Didemnum</i> sp. (narančasti)	0.6	0	0.55	1.2	3.05	33.7
Razgranata crvena alga	0.6	0.2	0.52	1.1	2.92	36.63
<i>Axinella</i> sp.	0.2	0.6	0.52	1.1	2.9	39.52
<i>Myriapora truncata</i>	0.8	0.4	0.52	1.1	2.89	42.42
<i>Fasciospongia cavernosa</i>	0.2	0.6	0.52	1.1	2.89	45.3
Narančasti kolonijalni <i>Synascidia</i>	0.2	0.6	0.51	1.1	2.87	48.17
<i>Mesophyllum</i> sp. / <i>Lithothamnion</i> sp. / <i>Neogoniolithon</i> sp.	0.6	0.2	0.51	1.1	2.87	51.03
<i>Alcyonium coralloides</i>	0.6	0.4	0.48	1.02	2.69	53.72
<i>Aplysina cavernicola</i>	0.4	0.6	0.48	1.02	2.69	56.41
<i>Agelas oroides</i>	0.6	0.4	0.48	1.02	2.67	59.09
<i>Didemnum</i> sp. (bijeli)	0.6	0.6	0.44	0.94	2.48	61.56
<i>Haplosclerida</i>	0.4	0.4	0.44	0.94	2.46	64.03
<i>Clathrina</i> sp.	0.6	0.8	0.41	0.87	2.3	66.33
<i>Paramuricea clavata</i>	0.6	0.8	0.41	0.87	2.3	68.63
Ružičasta spužva	0.6	0.8	0.41	0.87	2.3	70.93
<i>Axinella polypoides</i>	0.4	0.2	0.41	0.87	2.3	73.22
<i>Crambe crambe</i> / <i>Spirastrella cunctatrix</i>	0.6	0.8	0.41	0.87	2.28	75.51
Svijetložuta spužva	0.6	0.8	0.4	0.87	2.26	77.76
<i>Ircinia</i> sp.	0.4	0.2	0.4	0.87	2.26	80.02
Ružičasta mrežasta spužva	0.4	0.2	0.4	0.87	2.25	82.27
Razgranati mahovnjak	0.6	1	0.37	0.8	2.09	84.36
<i>Dentiporella</i> sp. / <i>Schizomavella</i> sp.	1	0.6	0.37	0.8	2.09	86.44
Keratozna spužva	1	0.6	0.36	0.8	2.03	88.47

**Prilog 2.** Nastavak. Doprinos pojedinih svojiti razlikama postaja: a) Goli otok i Prvić te b) Mali Plavnik i Prvić na temelju sastava (prisutnost-odsutnost). Prikazane su svojite s doprinosom > 2%. Pros. Ab. = prosječna abundancija, Pros. raz. = prosječna različitost, SD = standardna devijacija.

b)	Mali Plavnik	Prvić				
Svojita	Pros. Ab.	Pros. Ab.	Pros raz.	Pros. raz. / SD	Doprinos (%)	Ukupni doprinos (%)
<i>Lithophyllum stictaeforme</i>	0	1	0.97	15.93	5.45	5.45
<i>Pleraplysilla spinifera</i>	0.2	1	0.79	1.96	4.48	9.93
<i>Filograna implexa</i> / <i>Salmacina dysteri</i>	0.2	1	0.79	1.96	4.48	14.41
<i>Clathrina</i> sp.	0	0.8	0.77	1.94	4.33	18.74
<i>Paramuricea clavata</i>	0.2	0.8	0.67	1.43	3.76	22.5
<i>Lithothamnion minervae</i>	0.4	1	0.59	1.2	3.34	25.84
Žuta spužva	1	0.4	0.58	1.19	3.27	29.11
<i>Fasciospongia cavernosa</i>	0	0.6	0.58	1.19	3.25	32.36
Crvena korasta spužva	1	0.4	0.58	1.19	3.25	35.61
<i>Acanthella acuta</i>	0.4	0.8	0.55	1.1	3.1	38.71
<i>Axinella</i> sp.	0.2	0.6	0.55	1.1	3.08	41.79
<i>Myriapora truncata</i>	0.8	0.4	0.54	1.1	3.04	44.83
<i>Mesophyllum</i> sp. / <i>Lithothamnion</i> sp. / <i>Neogoniolithon</i> sp.	0.6	0.2	0.53	1.1	3.01	47.83
Narančasti kolonijalni <i>Synascidia</i>	0.4	0.6	0.5	1.02	2.84	50.67
<i>Didemnum</i> sp. (bijeli)	0.6	0.6	0.47	0.94	2.63	53.3
Neidentificirani obrubnjak	0.6	0.6	0.47	0.94	2.63	55.93
<i>Aplysina cavernicola</i>	0.6	0.6	0.47	0.94	2.63	58.55
<i>Agelas oroides</i>	0.4	0.4	0.46	0.94	2.59	61.15
<i>Haplosclerida</i>	0.4	0.4	0.46	0.94	2.58	63.73
Ružičasta spužva	0.6	0.8	0.43	0.87	2.45	66.18
<i>Dentiporella</i> sp. / <i>Schizomavella</i> sp.	0.8	0.6	0.43	0.87	2.42	68.59
<i>Alcyonium coralloides</i>	0.2	0.4	0.42	0.86	2.38	70.97
Ružičasta mrežasta spužva	0.4	0.2	0.42	0.86	2.35	73.32
<i>Didemnum</i> sp. (narančasti)	0.4	0	0.4	0.8	2.24	75.56
Keratozna spužva	1	0.6	0.38	0.8	2.14	77.71
Crvena masivna spužva	0.4	0	0.37	0.8	2.07	79.77

# ŽIVOTOPIS

Ime i prezime: Domagoj Dravinski

Datum i mjesto rođenja: 28.08.1989. godine, Zagreb

Adresa: 1. stenjevečki odvojak 26, 10090 Zagreb

## OBRAZOVANJE:

1996. do 2004. godine - Osnovna škola Ante Kovačića, Zagreb

2004. do 2008. godine - Gimnazija Lucijana Vranjanina, Zagreb

2008. do 2015. godine - Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Biološki odsjek