

# Raznolikost makroalgi u koraligenskoj zajednici istočnog Jadrana

---

Kučinar, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:885905>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-20**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Iva Kučinar

RAZNOLIKOST MAKROALGI U KORALIGENSKOJ ZAJEDNICI  
ISTOČNOG JADRANA

Diplomski rad

Zagreb, 2016.

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

Zahvaljujem se svojim mentorima izv. prof. dr. sc. Petru Kružiću i doc. dr. sc. Ljiljani Iveši na pomoći, strpljenju i korisnim savjetima tijekom pisanja ovog diplomskog rada.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno – matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

### RAZNOLIKOST MAKROALGI U KORALIGENSKOJ ZAJEDNICI ISTOČNOG JADRANA

Iva Kučinar

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Koraligenska zajednica, nakon livada morske cvjetnice posidonije, predstavlja drugu najvažniju „vruću točku“ raznolikosti vrsta u Sredozemlju. Dobila je ime po inkrustirajućim crvenim algama iz porodice *Corallinaceae* koje čine koraligene nakupine. Glavne makroalge koje možemo naći u tim zajednicama su *Mesophyllum lichenoides* te *Lithophyllum stictaeforme*. Do danas su podaci o algama koraligena istočnog Jadrana posebno oskudni. Prva bionomska istraživanja Helene Gamulin-Brida 1960-tih i recentnija istraživanja u ovom stoljeću ipak stvaraju potpuniju sliku koraligenske rasprostranjenosti i bioraznolikosti u istočnom Jadranu. Glavni cilj istraživanja bio je analizirati vrste i utvrditi rasprostranjenost bentoskih algi koraligenske zajednice u istočnom dijelu Jadranskoga mora na trinaest lokaliteta i dvadeset i jednoj postaji; varijabilnost duž vertikalnog gradijenta te između istraživanih postaja kao i stanje u odnosu na potencijalni utjecaj temperaturnih promjena. U ovom istraživanju zabilježeno je 79 vrsta makroalgi s najvećom brojnošću crvenih algi. Pokazalo se da su najčešći biokonstruktori koraligena crvene alge *Lithophyllum stictaeforme*, *L. incrustans*, *Mesophyllum alternans*, *M. lichenoides*, *Peyssonnelia rubra*, *P. squamaria* i *P. polymorpha*. Varijabilnost u strukturi makroalgalne zajednice značajna je između postaja. Najveća sličnost na temelju vrsta algi je između postaja NP Mljet. Pliće i dublje zajednice se ne razlikuju puno po vrstama algi. Na 40 m dubine najviše su zastupljene *Cladophora* sp., *Mesophyllum alternans*, *Lithophyllum incrustans*, te *Peyssonnelia rubra* dok su na 20 m dubine prisutne iste vrste, ali umjesto alge *Peyssonnelia rubra* česta je *P. squamaria*. U ovom istraživanju unutar fotografiranih kvadrata uočena su i oštećenja koralinskih algi koje bi mogle biti posljedica globalnih klimatskih promjena. Prikupljeni podaci koristit će se za daljnja istraživanja i monitoring koraligenske biocenoze istočnog Jadrana.

(48 stranica, 24 slike, 6 tablica, 65 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: koraligen, bentoske alge, bioraznolikost, sastav vrsta, istočni Jadran

Voditelj 1: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić

Voditelj 2: doc. dr. sc. Ljiljana Iveša

Ocjenitelji: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić, doc. dr. sc. Sunčica Bosak i doc. dr. sc. Duje Lisičić  
Rad prihvaćen: 01.9.2016.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

### MACROALGAL DIVERSITY OF THE CORALLIGENOUS COMMUNITY OF THE EASTERN ADRIATIC

Iva Kučinar

Rooseveltovo trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

The coralligenous community represents the second most important hot spot in the Mediterranean after the seagrass meadows of *Posidonia oceanica*. The coralligenous biocenosis got its name after encrusting red algae from the family *Corallinaceae* that build up coralligenous concretions. The main building algal species are *Mesophyllum lichenoides* and *Lithophyllum stictaeforme*. Until today information on the coralligenous algae in the eastern Adriatic Sea has been scarce. Helena Gamulin Brida conducted the first bionomical studies in the 1960s and together with more recent studies during the last century there is now more information about the distribution and biodiversity of the coralligenous in the eastern Adriatic. The main objective of this study was to make a list of benthic algae and determine their distribution in the coralligenous in 21 locations of the eastern Adriatic; to determine the variability among these locations and the vertical gradient; as well as to determine the condition of the coralligenous in relation to the possible effects of climate change. Of the 79 identified species of macroalgae, red algae were found to be the most frequent. The most common bioconstructors of the coralligenous in the eastern Adriatic were red algae: *Lithophyllum stictaeforme*, *L. incrustans*, *Mesophyllum alternans*, *M. lichenoides*, *Peyssonnelia rubra*, *P. squamaria* and *P. polymorpha*. Variability in the structure of macroalgae was significant among the investigated locations. The biggest similarity regarding algal species was found among the locations in the Mljet National Park. Shallower and deeper communities did not differ much based on algal species. The most common algae at 40 meters of depth were *Cladophora* sp., *Mesophyllum alternans*, *Lithophyllum incrustans* and *Peyssonnelia rubra* while at 20 meters the most common were all the algae found at 40 meters except of *P. squamaria* was found instead of *P. rubra*. From the investigated photographed quadrats of this study, diseases of coralline algae were also noticed, which could be indicative of the effects of global climate change. The results of this study will be used for further research and monitoring of the coralligenous community in the eastern Adriatic Sea.

(48 pages, 24 figures, 6 tables, 65 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: coralligenous, benthic algae, biodiversity, species composition, eastern Adriatic Sea

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

Supervisor 2: Dr. Ljiljana Iveša, Assit. Prof.

Reviewers: Assoc. Prof. Petar Kružić, Asst. Prof., Dr. Sunčica Bosak, Assist. Prof and Dr. Duje Lisičić, Assist. Prof.

Thesis accepted: 01.9.2016.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Alge .....	1
1.2. Koraligenska biocenoza.....	1
1.2.1 Definicija koraligena.....	1
1.2.2. Ekološki čimbenici, distribucija i oblici koraligenske biocenoze.....	1
1.2.3. Alge biokonstruktori koraligena .....	3
1.2.4. Životinje biokonstruktori koraligena .....	5
1.2.5. Bioeroderi koraligena.....	5
1.2.6. Asocijacije u koraligenu.....	6
1.3. Bioraznolikost koraligenskih zajednica.....	6
1.4. Uloga ključnih vrsta u koraligenu Mediterana .....	7
1.4.1. Koralinske alge .....	7
1.4.2. Vrsta <i>Halimeda tuna</i> .....	7
1.4.3. Spužve.....	8
1.4.4. Gorgonije .....	8
1.5. Ugroženost koraligenske biocenoze .....	10
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	11
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	12
4. METODE RADA.....	13
5. REZULTATI.....	14
5.1. Brojnost algi po postajama. ....	14
5.2. Usporedbe sličnosti utvrđenih vrsta algi po postajama .....	21
6. RASPRAVA.....	28
7. ZAKLJUČCI.....	32
8. LITERATURA.....	33
9. PRILOZI.....	38

## **1. UVOD**

### **1.1. Alge**

Alge pripadaju carstvu Protista, mogu biti jednostanične i višestanične. To su fotosintetski organizmi koji žive u slatkovodnim i morskim staništima. Morske alge mogu živjeti pričvršćene za morsko dno (bentoske alge) ili živjeti slobodno u vodenom stupcu (planktonske alge). Njihova važnost je velika ukoliko se smatra da proizvode više od polovice količine kisika dostupne u atmosferi Zemlje; samim time svi morski organizmi su ovisni o njihovoj primarnoj produkciji. Morske makroalge su većinom višestanični organizmi koji rastu na čvrstoj podlozi od plitkog obalnog pojasa sve do većih dubina; najprilagođenije vrste mogu rasti čak do 200 metara dubine. Glavni ograničavajući ekološki čimbenik njihovog rasta je svjetlost s obzirom da rastu do onih dubina gdje ima dovoljno svjetla za fotosintezu. Makrobentoske alge se svrstavaju u tri skupine: zelene alge (Chlorophyceae), smeđe alge (Phaeophyceae) i crvene alge (Rhodophyceae). Fotosintetski pigmenti koji određuju boju algi imaju važnu ulogu u klasifikaciji istih. Alge se mogu razmnožavati nespolno pomoću vegetativne fragmentacije i spolno pomoću gameta. Česta je i izmjena spolnih i nespolnih generacija (Van Den Hoek i sur., 1995).

### **1.2. Korali genska biocenoza**

#### **1.2.1 Definicija koraligena**

Koraligenska biocenoza dobila je ime po inkrustirajućim crvenim algama iz porodice *Corallinaceae* koje čine biogene nakupine (Turk, 2011). Glavne makroalge koje čine takve biogene nakupine su *Mesophyllum lichenoides* (J. Ellis) Me.Lemoine, te *Lithophyllum stictaeforme* (J. E. Areschoug) Hauck. Takve biološke konstrukcije posljedica su sporog rasta talusa algi i sukcesivne fosilizacije određenih odumrlih dijelova (Chemello, 1989). Rastu u uvjetima slabije svjetlosti, dakle scijafilne su, i umjerene sedimentacije te čine podloge za rast drugih makroalgi i beskralježnjaka (Laborel, 1961; Laubier, 1966).

#### **1.2.2. Ekološki čimbenici, distribucija i oblici koraligenske biocenoze**

Svjetlost je glavni ekološki čimbenik koji utječe na rast koraligenske biocenoze s obzirom da su glavni graditelji makroalge kojima treba svjetlost da izvrše fotosintezu ali koja opet mora biti umjerena (Peres i Picard, 1964; Laubier, 1966). Korali genska biocenoza razvija se na čvrstoj podlozi cirkalitoralne stepenice. Smanjena količina svjetlosti, relativno konstantna



temperatura i salinitet, umjerena sedimentacija te bogata zasićenost kisikom su glavne karakteristike cirkalitorala koji se proteže od donjeg ruba zajednice infralitoralnih algi do donje granice rasprostranjenosti scijafilnih algi (Laubier, 1966). Visoka sedimentacija predstavlja problem za koraligensku biocenu, jer sedimentne čestice mogu prekriti talus inkrustrirajućih algi i onemogućiti im dotok svjetla i daljnje razmnožavanje (Sartoretto, 1996). Sedimentne čestice koje se procesom litifikacije ugrade u koraligenske nakupine mogu sačinjavati i do 95% vapnenačke komponente i na taj način doprinose kompleksnosti koraligenskih nakupina (Laubier, 1966; Marshall, 1983). Dubina do koje se razvija koraligen ovisi o količini svjetlosti koja dopire do morskog dna; razvija se na dubinama do koje dopire 0.05-3% površinske svjetlosti (Ballesteros, 1992). Ovisno o hidrodinamici i jačini sedimentacije u moru takve dubine variraju od plićih 20-60 metara u kojima morska voda mora biti dovoljno замуćena da svjetlost ne bude prejaka inkrustrirajućim algama što je karakteristično za zapadni Mediteran (Laborel, 1987; Sartoretto, 1994) do dubljih 130 metara gdje morska voda mora biti prozirnija što je karakteristično za istočni Mediteran (Laborel, 1961, 1987; Peres i Picard, 1964). Pregled dubinske rasprostranjenosti koraligena u Sredozemlju nalazi se u Tablici 1. Koraligenske tvorbe se nalaze svugdje u Mediteranu, međutim za područje Libanona i Izraela ne postoje još nalazi (Laborel, 1987). U Jadranu je

**Tablica 1.** Dubinska rasprostranjenost koraligena u različitim dijelovima Sredozemnog mora. Preuzeto iz Ballesteros (2006).

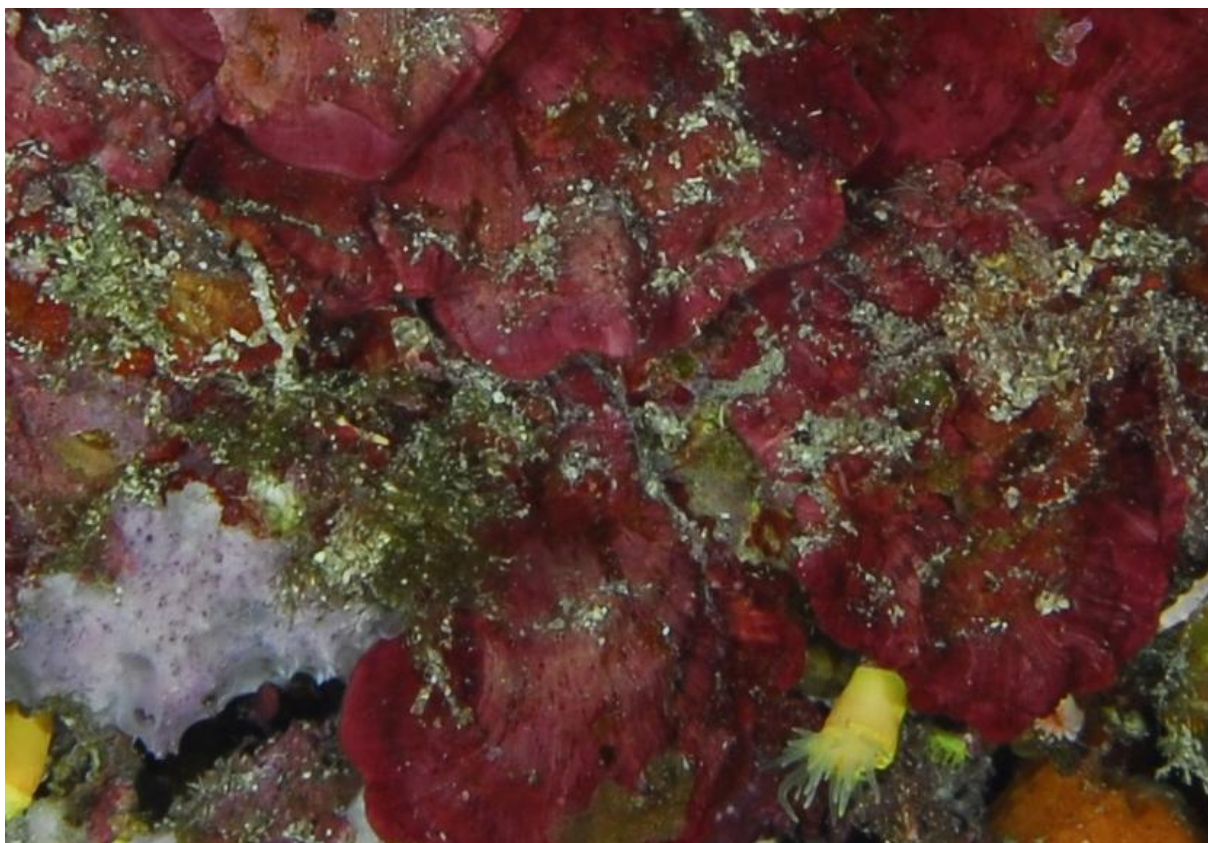
Regija	Dubina (m)	Izvor
Banyuls sur mer	20–40	Feldmann, 1937; Laubier, 1966
Marseilles	20–50	Laborel, 1961; Hong, 1980
Medes	20–55	Gili i Ros, 1984
Tossa de Mar	20–60	Ballesteros, 1992
Napulj	45–70	Bacci, 1947
Cabrera	50–100	Ballesteros i sur., 1993
Korzika	60–80	Laborel, 1961
Sjeveroistočni Mediteran	70–90	Laborel, 1961
Egejsko otočje	90–110	Laborel, 1961
Tunis	90–120	Laborel, 1961
Jugoistočni Mediteran	100–120	Laborel, 1961

ovu biocenozu prvu istražila Gamulin Brida (1965) i uočila sličnost velikih mahovnjaka i gorgonija s onima sjeverozapadnog Mediterana.

Postoje dva oblika u kojima se pojavljuje koraligenska biocenoza. Prvi je pretkoraligenski oblik koji je blago scijafilan i u kojem prevladavaju alge mekih talusa. Možemo ga naći i u donjoj granici infralitoralne stepenice na slabo osvijetljenim prevjesima, rupama i pukotinama stijena a čak i u stjenovitim pragovima mediolitoralnih pojasa kojih čine inkrustrirajuće alge. Gusta naselja gorgonije *Eunicella cavolini* su karakterističan prijelaz iz pretkoraligenske u koraligensku biocenozu. Drugi, uobičajeni oblik je onaj koraligenski, koji se nalazi na većim dubinama i koji je više scijafilan. Prevladavaju vapnene crvene alge, koralji, gorgonije, spužve i mahovnjaci (Turk, 2011). Ujedno postoje i dva morfološka oblika koraligenskih tvorbi: polegnuta dna te plato (Peres i Picard, 1964; Laborel, 1987). Više ili manje polegnuta dna su horizontalna, puna pukotina, često okružena sedimentnim dnom. Smatra se da su posljedica srastanja rodolita ili mäerla (Peres i Picard, 1952). Rodoliti su sve biogene konstrukcije u kojima kalcificirajuće crvene alge (Rhodophyceae) čine barem 50% sastava koraligena (Steneck, 1986). Mäerl su vegetativne forme sačinjene od akumulacija talusa vrsta skupine *Corallinaceae*, većinom od *Phymatolithon calcareum* i *Lithothamnion corallioides* (Peres i Picard, 1964). Plato se za razliku od polegnutih dna najčešće razvija na vertikalnim stijenama i u manjim dubinama (Laborel, 1987).

### **1.2.3. Alge biokonstruktori koraligena**

Najznačajniji biokonstruktori koraligenskih biocenoza su inkrustrirajuće crvene alge iz porodice *Corallinaceae*; čija je taksonomija zahtjevnija za proučavanje, a nomenklatura se često mijenja. Glavne makroalge koje čine takve biogene nakupine su *Mesophyllum lichenoides* (Slika 1), te *Lithophyllum stictaeforme* (Slika 2). Alga *M. lichenoides* je prema Sartoretto i sur. (1996) glavni graditelj koraligenskih tvorbi u sjeverozapadnom Mediteranu. Ova alga dobro podnosi svjetlost pa je upravo zbog toga učestalija u plićim vodama; gradi polegnuta dna ili platoe sa lisnatom strukturom. Po učestalosti u koraligenu slijedi *L. stictaeforme*. Još jedna vapnena alga koja doprinosi uvelike gradnji biogenih tvorbi, a pripada porodici *Peyssonneliaceae* je vrsta *Peyssonnelia polymorpha* (Laborel, 1961; Laubier, 1966; Sartoretto, 1966) (Slika 3).

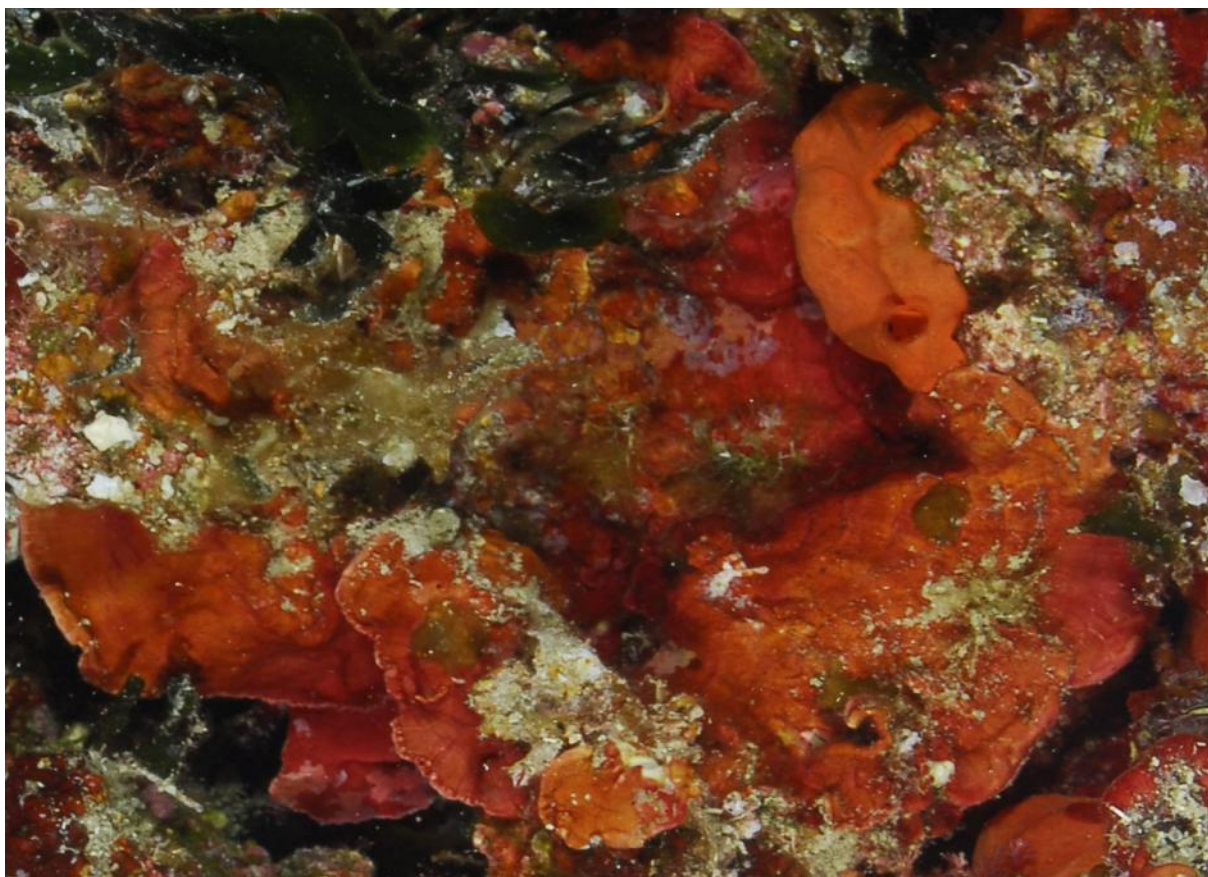


**Slika 1.** Crvena alga *Mesophyllum lichenoides* na postaji Mežanj.



**Slika 2.** Crvena alga *Lithophyllum stictaeforme* na postaji Vanji Škoj (NP Mljet).





**Slika 3.** Crvena alga *Peyssonnelia polymorpha* na postaji Lenga (NP Mljet).

#### **1.2.4. Životinje biokonstruktori koraligena**

Prema Hongu (1980) najabundantnije grupe životinja unutar koraligena su mahovnjaci (Bryozoa) s 62% brojnosti, potom su mnogočetinaši (Polychaeta) s 23.4% a manje abundantne grupe životinja su žarnjaci (Cnidaria), mekušci (Mollusca) i spužve (Spongia) s 4% svaki te rakovi (Crustacea) s 1.6% i krednjaci (Foraminifera) s 0.9%.

#### **1.2.5. Bioeroderi koraligena**

Postoje tri vrste bioerodera u koraligenu: strugači, mikrobušači i makrobušači. Morski ježinci su jedini strugači u Sredozemlju i njihova gustoća ovisi o količini kalcijevog karbonata dostupnog za erodiranje; mogu erodirati do 95%  $\text{CaCO}_3$  u koraligenu. Vrsta *Sphaerechinus granularis* erodira veći dio koraligena (Laubier, 1966; Sartoretto, 1996). Mikrobušačima smatramo cijanobakterije, zelene alge i gljive (Hong, 1980). U makrobušače su svrstani razni mekušci (Mollusca), štrcaljci (Sipuncula), mnogočetinaši (Polychaeta) i mnoge kamenotočne spužve (Sartoretto, 1996; Martin i Britayev, 1998). Najučestaliji bioeroderi koraligena su

prema Feldamnu (1937) kamenotočna spužva *Cliona viridis* koja je ujedno i najučestalija i najdestruktivnija spužva u koraligenu, školjkaš *Lithophaga lithophaga* i mnogi kolutićavci.

### **1.2.6. Asocijacije u koraligenu**

Znanstvenici su raspoznali dvije zajednice u koraligenu ovisno o količini svjetlosti u moru. *Lithophyllo-Halimedetum tunae* je asocijacija koju je opisao Ballesteros (1991b) i koja prevladava u plićim vodama gdje *Mesophyllum alternans* dominira u bazalnom dijelu a *Halimeda tuna* u gornjem. U dubljim vodama gdje se količina svjetlosti postepeno smanjuje, povećava se gustoća drugih vapnenih algi poput *Lithophyllum sticteforme*, *Peyssonnelia rosamarina* i druge (Augier i Boudouresque, 1975). U eutrofnim vodama dominiraju gorgonije dok u oligotrofnim spužve i kameni koralji.

### **1.3. Bioraznolikost koraligenskih zajednica**

Struktura koraligena je kompleksna i upravo zbog toga omogućava život mnogim organizmima. Koraligenska biocenoza je zbog svoje bioraznolikosti privlačna roniocima koji mogu uočiti različite vapnene alge, gorgonije, koralje, spužve, ribe, mekušce i druge organizme. Boudouresque (2004) je procijenio da u Sredozemnom moru postoji barem 315 vrsta makroalgi te 1250 vrsta beskralježnjaka te 110-125 vrsta riba koje su stalni ili povremeni stanovnici koraligena. Ballesteros (2006) je procijenio ukupan broj vrsta na 1660. Populacije algi u koraligenu se razlikuju među različitim područjima u Mediteranu i zbog toga ako je bogatstvo životinjskog svijeta u jednoj koraligenskoj zajednici niska, sveukupno bogatstvo algi je veliko. Endemične alge koraligena u Mediteranu kvantitativno čine 33-48% sveukupne flore (Boudouresque 1973,1985). Spužve su važni stanovnici koraligena koji većinom žive u scijafilnim zonama ali može ih se pronaći i u izloženim zonama. Vrste *Cliona viridis*, *Axinella damicornis*, *Haliclona mediterranea*, *Ircinia variabilis* i *Spongia officinalis* su karakteristične za koraligen (Hong, 1980). Mnogočetinaši čine guste populacije u koraligenu jer njegova kompleksna struktura sa rupama omogućava koegzistenciju više vrsta na malom prostoru. Martin (1987) je pronašao 9195 jedinki unutar 400 cm<sup>2</sup> koraligenskih uzoraka. Mekušci su isto česti i brojni stanovnici koraligena; unutar 400 cm<sup>2</sup> koraligenskih uzoraka Martin i sur. (1990) su pronašli 897 jedinki. Među najučestalijim mekušcima nalaze se vrste *Callochiton achatinus*, *Lithophaga lithophaga*, *Lima lima*, *Arca noae*, *Alvania lineata* i drugi. U koraligenu su česti i mahovnjaci, procjenjuje se da ima oko 170 vrsta u Mediteranu, među kojima su istaknuti *Pentapora fascialis*, *Myriapora truncata*, *Beania*

*magellanica* (Laubier, 1966; Hong, 1980; Zabala, 1984; Ballesteros i sur., 1993). Najveći mahovnjak u Jadranskom moru koji je ujedno i bitan graditelj koraligena je *Pentapora fascialis* (Novosel, 2007). Među bodljikašima postoji 8 vrsta zvjezdača u Sredozemlju kao što su *Echinaster sepositus*, *Marthasterias glacialis* i *Hacelia attenuata* te 14 vrsta ježinaca (Tortonese, 1965; Laubier, 1966; Hong, 1980; Montserrat, 1984; Munar, 1993). Među mješćenicama predstavnici porodica *Didemnidae* i *Polyclinidae* su su najistaknutiji (Ramos, 1991). Vrlo privlačna skupina ronjocima su koralji, za kojih su Gill i sur. (1989) procijenili da u koraligenu Sredozemlja ima 44 vrsta. Najčešće vrste su *Parazoanthus axinellae*, *Leptosammia pruvoti*, *Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolini*, *Corallium rubrum* i drugi (Laborel, 1960).

U Jadranskom moru najkarakterističnije vrste za koraligen su upravo gorgonije i koralji, potom spužve i veliki mahovnjaci (Kružić, 2007). Kirnjica *Anthias anthias* i škrpina *Scorpaena scrofa* te jastog *Palinurus elephas* samo su jedne od mnogo karakterističnih vrsta koje nastanjuju koraligen (Kružić, 2009; Babačić-Ajduk, 2011).

#### **1.4. Uloga ključnih vrsta u koraligenu Mediterana**

##### **1.4.1. Koralinske alge**

Inkrustirajuće crvene alge iz porodice *Corallinaceae* su ključne vrste koraligenske zajednice jer su njihovi najvažniji biokonstruktori. Koralinske alge *Mesophyllum alternans* i *Lithophyllum stictaeforme* važni su graditelji koraligena u sjeverozapadnom Sredozemlju. Obzirom na stope rasta i smanjivanja pokazalo se da imaju različite strategije rasta. Svojta *L. stictaeforme* ima konzervativniju strategiju rasta; raste sporije i djelotvornije zadržava površinu koju je zauzela za razliku od oportunističkih strategija kojima se koristi *M. alternans* koja brzo zauzme, ali i gubi površinu (Garrabou i Ballesteros, 2000). Inkrustirajuće crvene alge iz porodice *Peyssonneliaceae* također su važni biokonstruktori.

##### **1.4.2. Vrsta *Halimeda tuna***

Među ključnim vrstama algi nalazi se i zelena alga *Halimeda tuna* koja proizvodi organsku tvar i  $\text{CaCO}_3$  (Slika 4). Količine  $\text{CaCO}_3$  koje može proizvesti u plićim dijelovima koraligena su slične proizvodnji koralinskih algi (Canals i sur., 1997). Ballesteros (1991c) je utvrdio da je rast ove alge najveći ljeti a najmanji zimi te da je samim time njen rast povezan sa temperaturom i sunčevim zračenjem.





**Slika 4.** Zelena alga *Halimeda tuna* na postaji Mana.

#### **1.4.3. Spužve**

Spužve mogu biti biokonstruktori ali i bioeroderi koraligena. Kamenotočne spužve poput *Dysidea avara* su jedne od ključnih vrsta koraligena ukoliko mogu prerastati sedimentne čestice i stvarati sekundarno morsko dno na kojem se razvija koraligen (biokonstrukcija) ali mogu i bušiti vapnenačku podlogu koju su napravile alge (Ribes i sur., 1999b).

#### **1.4.4. Gorgonije**

Crveni koralj je važan, ali i jako ugrožen stanovnik koraligena (Slika 5). Populacije crvenog koralja nalazimo u uvjetima slabije svjetlosti; na vertikalnim stijenama, manjim šupljinama stijena i prevjesima koraligena. Najviše ih ima u zapadnom a prisutni su i u istočnom Mediteranu i uz Afričko-Atlantsku obalu (Zibrowius i sur., 1984; Chintiroglou i sur., 1989). Koralji imaju visoku stopu preživljavanja, do 60%, čije kolonije mogu doživjeti i do 50 godina. Smrtnost je veća u mlađih jedinki. Sadašnje populacije imaju drukčiju strukturu; sve je manje velikih kolonija crvenog koralja čiji bi opravak mogao trajati i stoljećima.





**Slika 5.** Crveni koralj *Corallium rubrum* na postaji Veli Garmenjak.



**Slika 6.** Crvena gorgonija *Paramuricea clavata* na postaji Sestrica Vela.

Među najljepšim gorgonijama u Mediteranu smatra se *Paramuricea clavata*, čiji se rast podudara sa sezonskim fluktuacijama hrane i najveći je u proljeće (Slika 6). Najviše se hrani zooplanktonom. Na otocima Medes se pokazalo da ova vrsta može pojesti između 12-85 mg



$\text{Cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$  zooplanktona (Coma i sur., 1994 i 1998b). Ipak, hrani se i dinoflagelatima, trepetiljkašima, dijatomejama i suspendiranom organskom tvari (Ribes i sur., 1999c).

### **1.5. Ugroženost koraligenske biocenoze**

Događaji velikih razmjera kao što su masovna odumiranja bentoskih organizama koji se hrane suspendiranim materijalom sve se više povezuju sa visokim ljetnim temperaturama i slabim miješanjem vodenog stupca koji su posljedica globalnog zatopljenja. Na taj način se može ugroziti sastav i struktura koraligena (Rivoire, 1991; Cerrano i sur., 2000; Perez i sur., 2000, Ben Mustapha i El Abed, 2001).

Velika prijetnja koraligenskoj zajednici je zagađenje otpadnim vodama. Glavne posljedice takvog zagađenja su smanjenje biološke raznolikosti, broja najvećih predstavnika epifaune i nestanak nekih taksonomski grupa kao što su mahovnjaci, rakovi i bodljikaši. I dok se gustoća biokonstruktora smanjuje, povećava se broj visoko tolerantnih vrsta. Takvo zagađenje inhibira rast koraligenske biocenoze, a povećava bioeroziju i samim time je ugrožava (Hong, 1980).

Ribarstvo ugrožava koraligen ukoliko uništava njegove velike površine. Naime, kočarenje je najdestruktivnija vrsta ribarstva za koraligenske zajednice, jer fizički uništava koraligensku strukturu, ali i povećava sedimentaciju otežavajući tako hranjenje i razmnožavanje vrsta (Palanques i sur., 2001). Tradicionalno i rekreativno ribarstvo isto su prijetnja koraligenu, posebice ciljanim vrstama čija se brojnost smanjuje i na taj način uzrokuje promjene u sastavu zajednice; posebno su osjetljive kirnja *Epinephelus marginatus* i kavala *Sciaena umbra* (Garcia-Rubies, 1999). Populacije riba i jastoga su se jako izmijenile u posljednjem stoljeću što bi moglo dovesti do budućih negativnih kaskadnih efekata u zajednicama koraligena (Sala i sur., 1998).

Koraligen u Sredozemlju je jako atraktivan roniocima. Međutim u posljednje vrijeme je i to uzrok degradacije koraligena naročito na jako posjećenim mjestima. Veliki beskralježnjaci, poput gorgonija i vapnenih mahovnjaka su najosjetljiviji (Sala i sur., 1996). Garrabou i sur. (1998) smatraju da bi u koraligenu u budućnosti zbog utjecaja ronjenja mogli dominirati organizmi otporni na eroziju poput inkrustrirajućih i masivnih organizama.

S obzirom da se broj invazivnih vrsta u Mediteranu povećava, i to je sve veći uzrok ugroženosti koraligenskih zajednica. Naročito je sve više prisutna u koraligenu crvena alga *Womersleyella setacea*. Ona stvara gusti tepih na koralinskim algama *Mesophyllum alternans*, *Lithophyllum cabioacahe* i drugima, smanjujući im raspoloživu svjetlost i inhibirajući na taj način fotosintezu te daljnji rast algi. Uz to, veće količine sedimenta se zadržavaju na njima i

onemogućava se interakcija koralinskih algi sa drugim algama ili životinjama (Ballesteros i sur., 1998). Vrste *Caulerpa taxifolia* i *C. cylindracea* su invazivne zelene alge koje su u nekim dijelovima Mediterana naselile koraligen (Meinesz, 1999).

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj ovog diplomskog rada bio je popisati vrste i utvrditi rasprostranjenost bentoskih algi koraligenske zajednice u istočnom dijelu Jadranskoga mora, te stanje u odnosu na potencijalni utjecaj temperaturnih promjena.

Cilj je i istražiti sastav i strukturu koraligenske zajednice s obzirom na pokrovnost algi duž vertikalnog gradijenta i između istraženih postaja.

Prikupljani podaci neophodni su za procjenu sadašnjeg stanja, njegovo praćenje i planiranje mjera očuvanja (monitoring) koraligenske zajednice istočnog Jadrana.

### 3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno na području istočnog dijela Jadranskoga mora, na trinaest lokaliteta i ukupno dvadeset i jednoj postaji, u periodu 2008. - 2015. godine (Slika 7). Lokaliteti su smješteni uz otoke sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana (Tablica 2). Gotovo sve postaje smještene su na vanjskim otocima istočnog dijela Jadrana. Postaje karakterizira čvrsta, gotovo okomita podloga. Na svim lokalitetima nalazimo dobro razvijenu koraligensku zajednicu. Dio lokaliteta nalazi se unutar, a dio izvan zaštićenih područja.

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

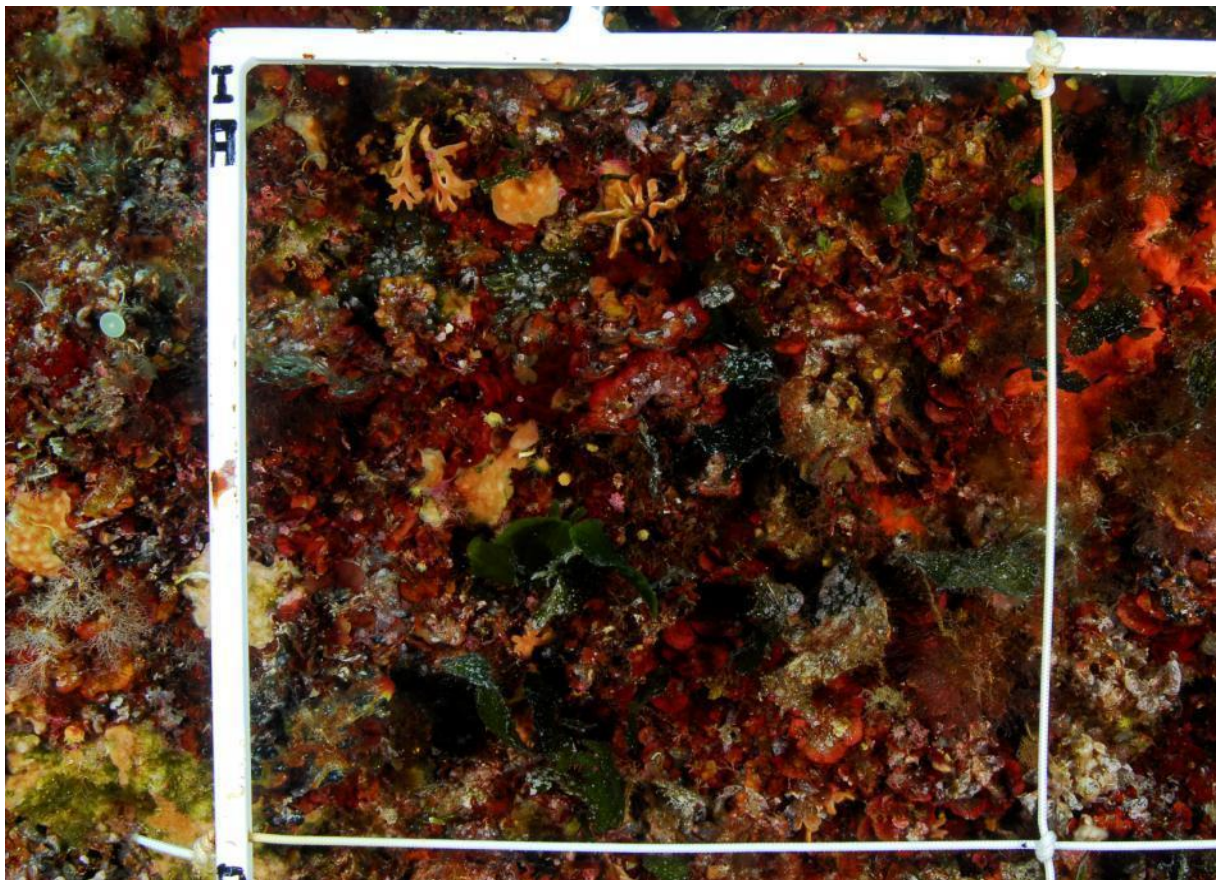
Lokalitet	Postaja	Koordinate		Zaštićeno područje
Otočić Blitvenica	Blitvenica	15° 34' 32.40" E	43° 37' 29.74" N	-
Otok Pag - Ljubačka vrata	Pag	15° 15' 37.00" E	44° 19' 09.00" N	-
Sjeverni dio Dugog otoka	Mežanj	14° 55' 01.97" E	44° 05' 27.82" N	-
Park prirode Telašćica	Veli Garmenjak	15° 10' 54.83" E	43° 52' 14.50" N	+
	Velika Sestrica	15° 12' 27.08" E	43° 51' 01.30" N	+
	Mana	15° 15' 44.94" E	43° 48' 00.50" N	+
Nacionalni park Kornati	Vela Panitula	15° 20' 19.80" E	43° 45' 45.12" N	+
	Lenga	17° 23' 17.98" E	42° 45' 21.34" N	+
Nacionalni park Mljet	Štit	17° 19' 55.55" E	42° 46' 21.48" N	+
	Vanji Škoj	17° 24' 03.29" E	42° 45' 08.06" N	+
	Hrid Macinj	14° 48' 56.00" E	44° 50' 57.00" N	-
Goli otok	Goli otok	14° 50' 21.13" E	44° 50' 48.89" N	-
	Plić Tenki	14° 43' 17.07" E	45° 04' 17.88" N	-
Otok Krk	Rt Sokol	14° 49' 13.00" E	44° 58' 14.00" N	-
	Rt Slezine	14° 28' 11.00" E	44° 58' 55.00" N	-
Otok Cres	Rt Slezine	14° 28' 11.00" E	44° 58' 55.00" N	-
Otok Sveti Grgur	Grgur	14° 45' 37.06" E	44° 52' 41.55" N	-
Otočić Mali Ćutin	Mali Ćutin	14° 29' 38.95" E	44° 43' 27.36" N	-
Otočić Mali Plavnik	Mali Plavnik	14° 32' 52.04" E	44° 58' 31.82" N	-
Otok Prvić	Rt Samonjin	14° 49' 06.00" E	44° 54' 54.00" N	-
	Rt Šilo	14° 50' 19.00" E	44° 53' 03.00" N	-
	Rt Stražica	14° 46' 15.00" E	44° 56' 01.00" N	-



**Slika 7.** Područje istraživanja (crvene točke označavaju istražene lokalitete).

#### 4. METODE RADA

Metodom autonomnog ronjenja napravljena su uzorkovanja na svim lokalitetima. Popis vrsta algi na pojedinoj postaji izrađen je na temelju postojećih popisa Laboratorija za biologiju



**Slika 8.** Snimljeni kvadrat (25 x 25 cm) za analizu sastava makroalgi koraligenske biocenoze.

mora Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, te je nadopunjen analizom makroalgi unutar fotografiranih kvadrata u ovom istraživanju. Kao metoda korišten je vizualni cenzus, uz fotografiranje i uzorkovanje pojedinih vrsta radi lakše determinacije. Vrstama su pridodane kategorije učestalosti: C-česta, R-rijetka i V-vrlo rijetka (prilagođeno prema (Peres i Gamulin-Brida (1973)). Za određivanje strukture koraligenske zajednice putem određivanja sastava i pokrovnosti vrsta algi korištena je nedestruktivna metoda fotografiranja kvadrata veličine 25 x 25cm, preferirana u smislu očuvanja staništa te preporučena metoda kada se radi veliki broj uzorkovanja u svrhu istraživanja i praćenja koraligenske zajednice (Slika 8). Sveukupno je fotografiran 1451 kvadrat na dubinama od 20 do 40 metara. Za analizu strukture zajednice korišteni su podaci o pokrovnosti (%) utvrđenih algi. Rezultati istraživanja sastava algi koraligenske zajednice obrađeni su statističkim programom PRIMER. Sastav zajednica algi istraživanih postaja uspoređen je *Bray-Curtis*-ovim indeksom sličnosti, a radi dobivanja informacija o međusobnoj sličnosti postaja podaci su obrađeni klaster i više dimenzijskom metodom skaliranja (MDS).

## 5. REZULTATI

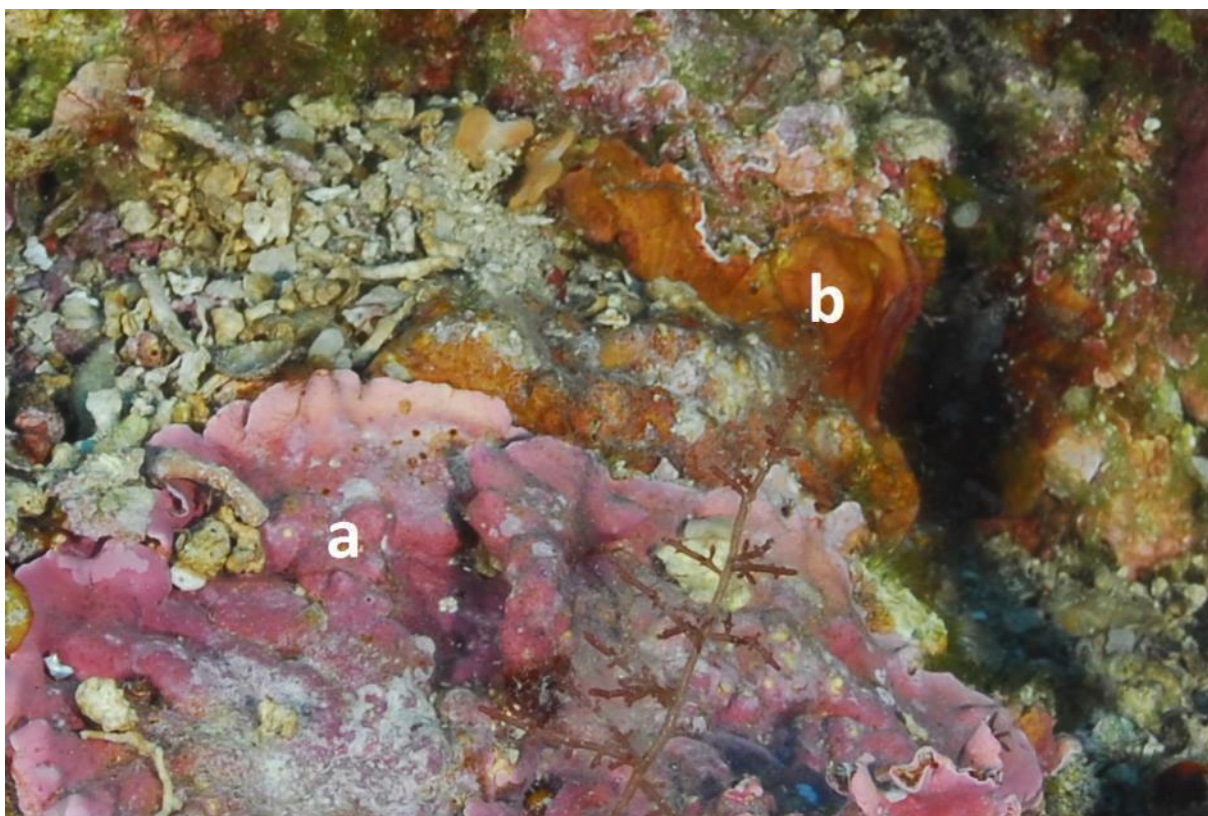
### 5.1. Brojnost algi po postajama.

Tijekom ovog istraživanja na trinaest lokaliteta i dvadeset i jednoj postaji uz otoke sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana determinirane su bentoske alge u koraligenskoj zajednici. Unutar kvadrata na postajama utvrđeno je 8 vrsta zelenih, 6 vrsta smeđih i 17 vrsta crvenih algi, dok je sveukupno na postajama utvrđeno 11 vrsta zelenih, 14 vrsta smeđih i 54 vrsta crvenih algi (Tablice 3 i 4; Slike 16 i 17). Identificirano je ukupno 79 vrsta algi. Popis ukupno identificiranih makroalgi i onih unutar fotografiranih kvadrata nalazi se u Prilogu 1. Crvene alge su najprisutnije na svim postajama. Najčešće vrste algi biokonstruktora pripadaju porodici *Corallinaceae* (*Lithophyllum stictaeforme* i *L. incrustans*) i porodici *Hapalidiaceae* (*Mesophyllum alternans* i *M. lichenoides*). U ovu skupinu se može dodati i porodica *Peyssoneliaceae* (*Peyssonelia squamaria*) (Slike 9, 10, 11, 12 i 13). Od zelenih algi na svim postajama su utvrđene *Cladophora* sp., *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna* (Slike 14 i 15). Vrlo česte su i vrste *Palmophyllum crassum*, *Valonia utricularis*, te *Codium bursa*. Ove vrste utvrđene su duž cijelog istočnog Jadrana. Od smeđih algi česte su *Dictyota dichotoma* i *Zanardinia typus*.





**Slika 9.** Crvena alga *Lithophyllum incrustans* na postaji Goli otok.

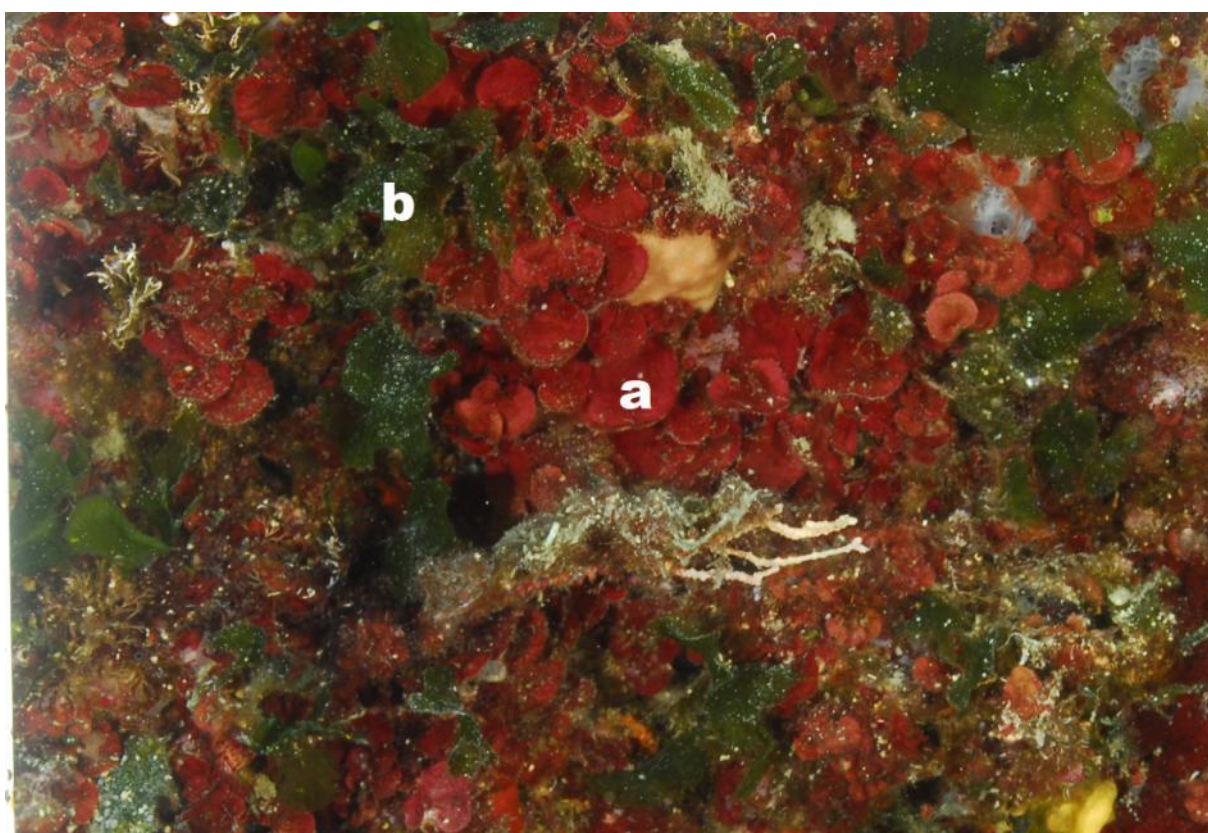


**Slika 10.** Crvene alge *Lithophyllum incrustans* (a) i *Peyssonellia polymorpha* (b) na postaji Vanji Škoj.





**Slika 11.** Crvena alga *Peyssonnelia squamaria* na postaji Lenga.



**Slika 12.** Crvena alga *Peyssonnelia rubra* (a) i zelena alga *Flabelia petiolata* (b) na postaji Pag.





**Slika 13.** Crvena alga *Lithophyllum stictaeforme* na postaji Vanji Škoj.

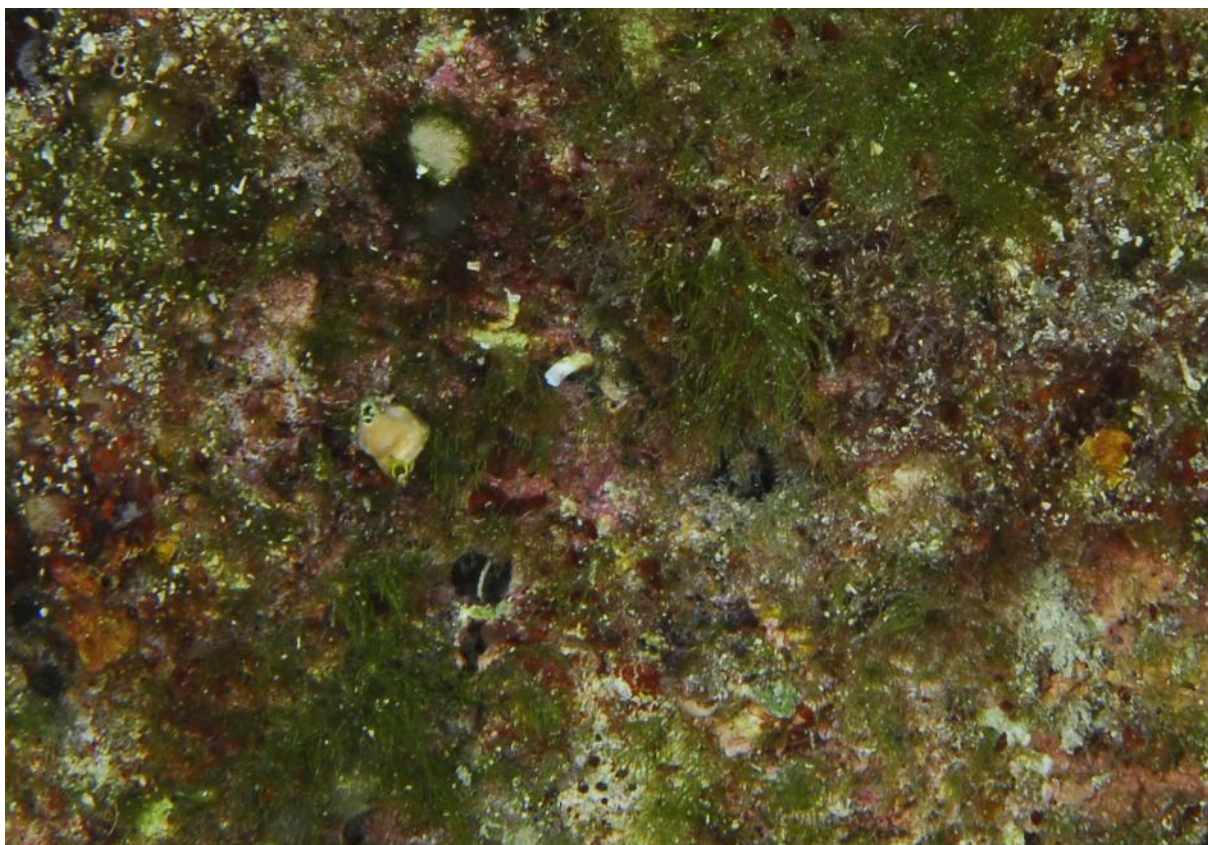


**Slika 14.** Zelena alga *Halimeda tuna* na postaji Veli Garmenjak.

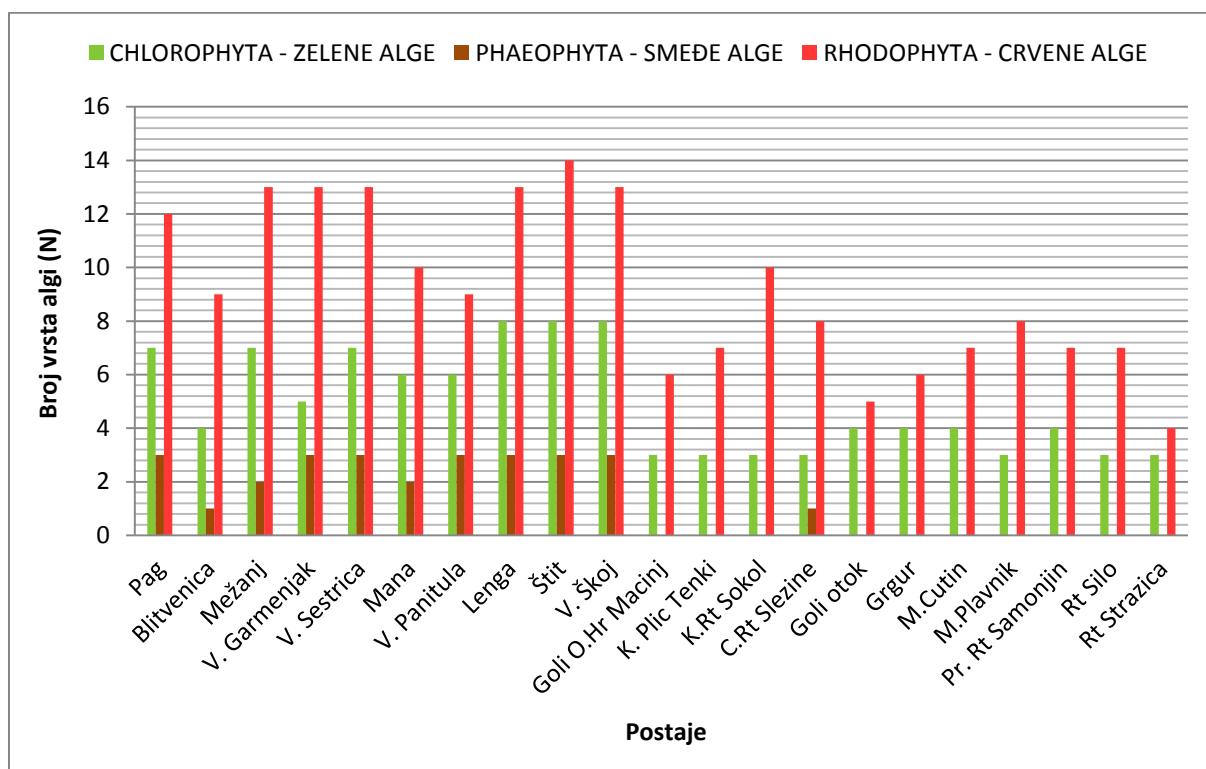


**Tablica 3.** Broj vrsta zelenih, smeđih i crvenih algi unutar kvadrata po postajama.

<b>POSTAJE</b>	<b>CHLOROPHYTA ZELENE ALGE</b>	<b>PHAEOPHYTA SMEĐE ALGE</b>	<b>RHODOPHYTA CRVENE ALGE</b>
<b>Pag</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
<b>Blitvenica</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>9</b>
<b>Mežanj</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>13</b>
<b>Veli Garmenjak</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>13</b>
<b>Velika Sestrica</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>13</b>
<b>Mana</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>Velika Panitula</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
<b>Lenga</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>13</b>
<b>Štit</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>14</b>
<b>Vanji Škoj</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>13</b>
<b>Goli Otok Hr Macinj</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
<b>Krk Plic Tenki</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>Krk Rt Sokol</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Cres Rt Slezine</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>8</b>
<b>Goli otok</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
<b>Grgur</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
<b>Mali Ćutin</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>Mali Plavnik</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
<b>Prvić Rt Samonjin</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>Rt Šilo</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>Rt Stražica</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>



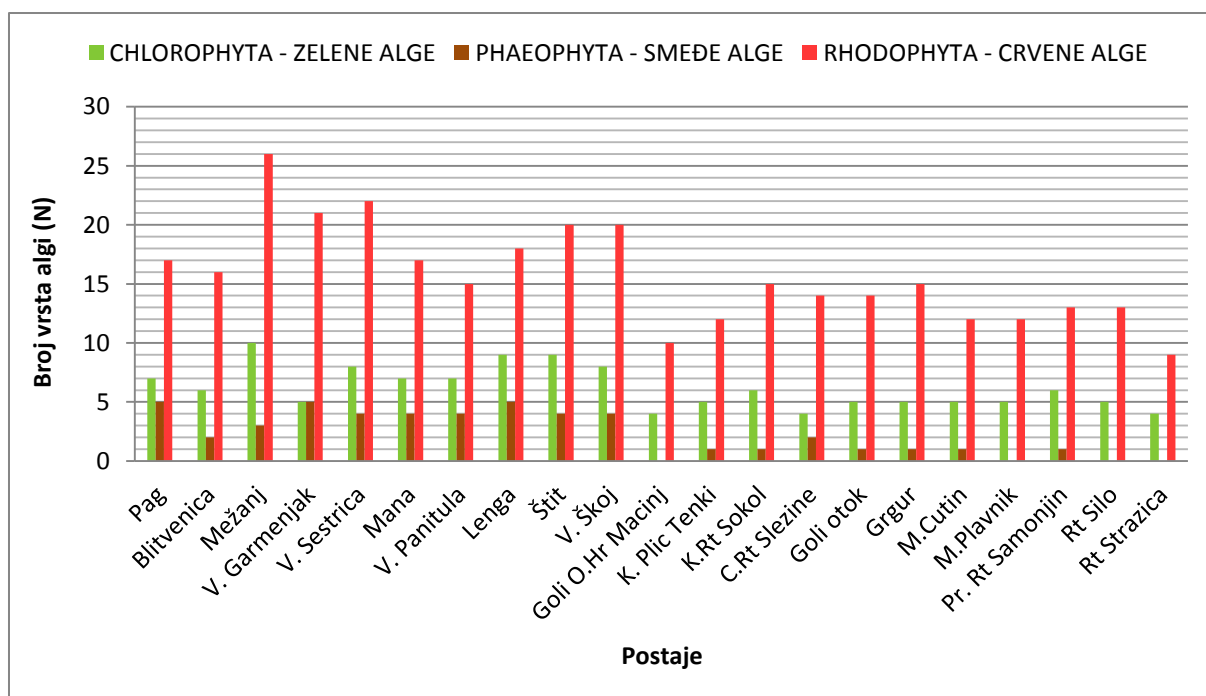
Slika 15. Zelena alga *Cladophora* sp. na postaji Mežanj.



Slika 16. Brojnost algi unutar kvadrata po postajama.

**Tablica 4.** Sveukupan broj vrsta zelenih, smeđih i crvenih algi po postajama.

<b>POSTAJE</b>	<b>CHLOROPHYTA ZELENE ALGE</b>	<b>PHAEOPHYTA SMEĐE ALGE</b>	<b>RHODOPHYTA CRVENE ALGE</b>
<b>Pag</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>17</b>
<b>Blitvenica</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
<b>Mežanj</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>26</b>
<b>Veli Garmenjak</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>21</b>
<b>Velika Sestrica</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>22</b>
<b>Mana</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>17</b>
<b>Velika Panitula</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>15</b>
<b>Lenga</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>18</b>
<b>Štit</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
<b>Vanji Škoj</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
<b>Goli Otok Hr Macinj</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Krk Plic Tenki</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
<b>Krk Rt Sokol</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>15</b>
<b>Cres Rt Slezine</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
<b>Goli otok</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>14</b>
<b>Grgur</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>15</b>
<b>Mali Ćutin</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
<b>Mali Plavnik</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>12</b>
<b>Prvić Rt Samonjin</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>13</b>
<b>Rt Šilo</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>13</b>
<b>Rt Stražica</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>9</b>



**Slika 17.** Sveukupna brojnost algi po postajama.

Na svim postajama su crvene alge bile najbrojnije (Slika 16 i 17). Na svim postajama utvrđene su vrste *Mesophyllum alternans*, *Lithophyllum stictaeforme*, *Peyssonnelia polymorpha* i *P. rubra*. Vrlo česte su i *Wrangelia penicillata*, *Mesophyllum lichenoides*, *Lithophyllum racemus*, *L. incrustans*, *Laurencia obtusa* i *Jania rubens*. I unutar fotografiranih kvadrata dominiraju crvene alge, kojih je najviše na postaji Štit unutar NP Mljet (14 vrsta), nešto manje je zelenih, a smeđe alge su najmanje zastupljene s time da ih uopće nema na čak 10 postaja.

U ukupnoj brojnosti algi na istraživanim postajama također dominiraju crvene alge kojih je najviše utvrđeno na postaji Mežanj (26 vrsta). Zelenih algi je puno manje, a najveća brojnost im je isto na postaji Mežanj (10 vrsta), dok je smeđih algi najmanje, s time da ih uopće nema na četiri postaje.

## 5.2. Usporedbe sličnosti utvrđenih vrsta algi po postajama

Usporedba vrsta makroalgi unutar kvadrata između postaja Bray-Curtis-ovim indeksom sličnosti nalaze se u prilogima 2 i 3. Postotci (%) prikazuju kolika je sličnost istraživanih postaja ovisno o identificiranim vrstama makroalgi. Najveći postotak pokazuje najveću sličnost makroalgi između postaja i obrnuto.

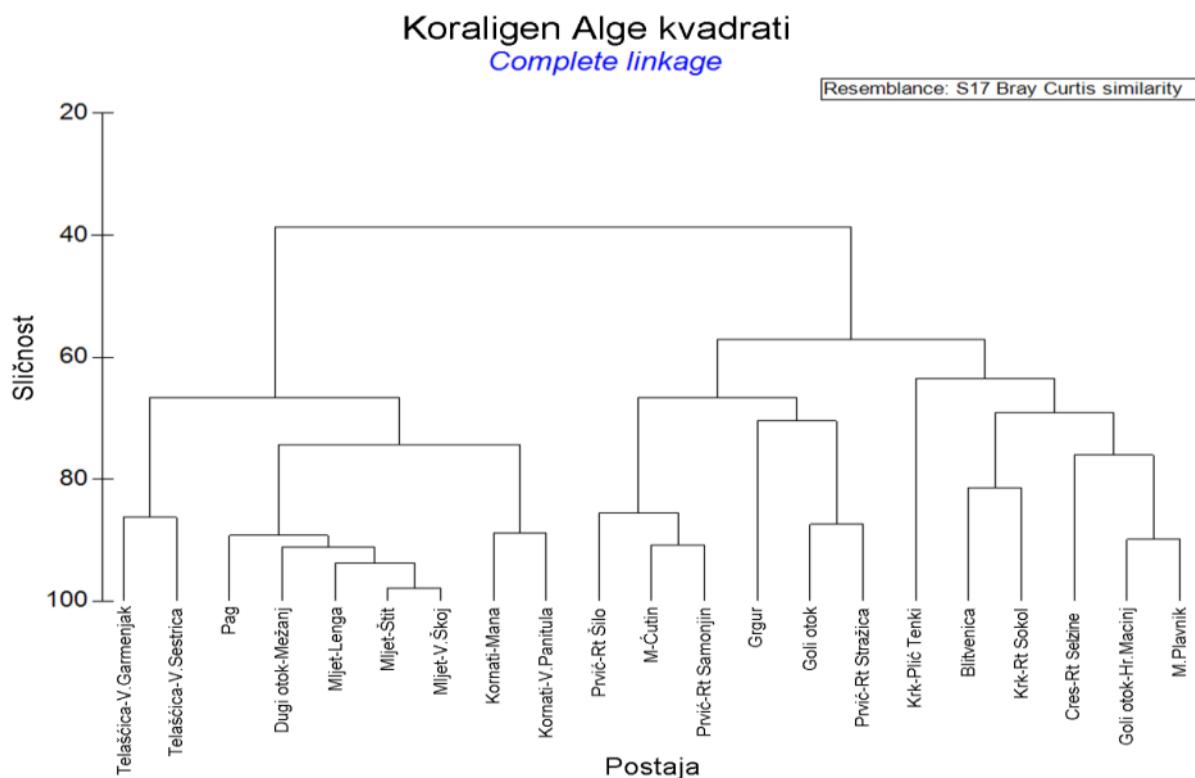
Najveća sličnost po kvadratima utvrđena je između postaja Vanji Škoj i Štit unutar NP Mljet sa čak 97.96% sličnosti (Slike 18 i 19). Visok postotak sličnosti imaju postaje Mljet-Rt Lenga

i Mljet-V.Škoj (95.83%), Dugi otok-Mežanj i Mljet-Vanji Škoj (95.65%), te Dugi otok-Mežanj i Mljet-Štit (93.62%).

Najmanja je između postaja Krk Plić Tenki i Veli Garmenjak (PP Telašćica) sa 38,71% sličnosti vrsta algi. Manju sličnost imaju i postaje Prvić-Rt Stražica i Telašćica-Veli Garmenjak (42,86%) i Krk-Plić Tenki i Kornati-Velika Panitula (42,86%).

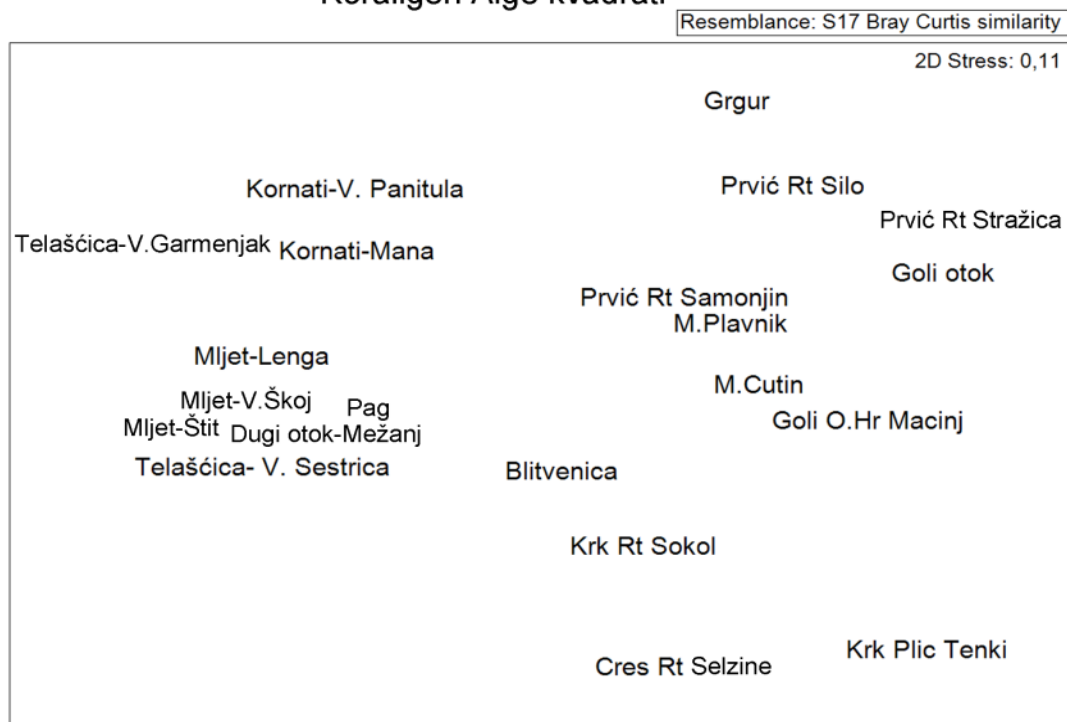
Najveća sličnost sveukupno identificiranih vrsta makroalgi utvrđena je između postaja Mljet-V. Škoj i Mljet-Lenga (90.63%), Velika Panitula i Mana unutar NP Kornati sa 85.19% (Slike 20 i 21). Ostale postaje sa višim postotkom sličnosti su Rt Sokol i Plić Tenki (85.00%) na otoku Krku, Rt Stražica i Rt Šilo (83.87%) na otoku Prviću, te Vanji Škoj i Štit (83.08%) u NP Mljet.

Najmanja sličnost utvrđena je između postaja Grgur i Blitvenicasa 35.56% sličnosti vrsta algi. Istu sličnost imaju postaje Telašćica-Veli Garmenjak i Goli otok-Hrid Macinj (35.56%). Male sličnosti imaju i postaje Telašćica-Veli Garmenjak i Krk- Plić Tenki (36.73%), Dugi otok-Mežanj i Goli otok-Hrid Macinj (37,74%), te Goli otok i Dugi otok-Mežanj (40.68%).



**Slika 18.** Dendrogram sličnosti svih postaja prema utvrđenim vrstama makroalgi fotografiranih kvadrata.

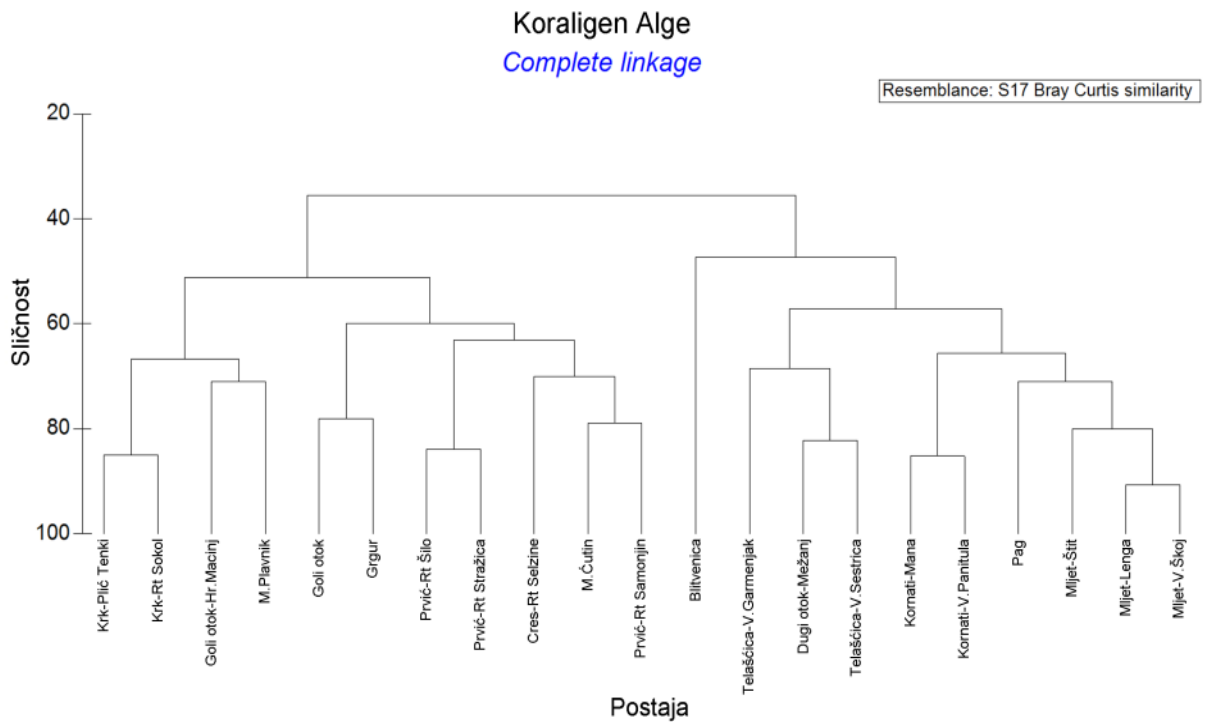
## Koraligen Alge kvadrati



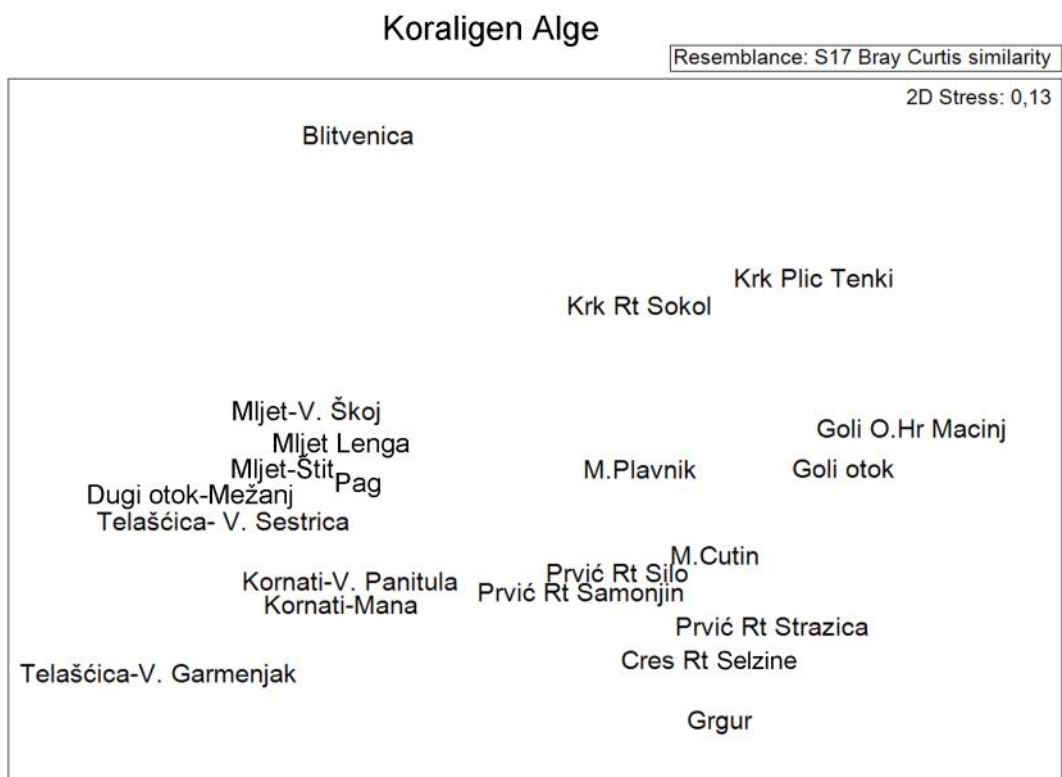
**Slika 19.** MDS prikaz grupiranja i udaljenosti postaja prema utvrđenim vrstama algi unutar fotografiranih kvadrata.

Kod vrsta makroalgi fotografiranih kvadrata utvrđene su dvije veće grupacije postaja s između 60-65% sličnosti (Slike 18 i 19). Prva grupacija uključuje postaje Telašćice, Paga, Dugog otoka, Mljeta i Kornata a druga grupacija uključuje postaje otoka Prvića, Grgura, Golog otoka, Krka, Blitvenice, Cresa i Malog Plavnika. Najveća sličnost makroalgi prisutna je na postajama Mljeta s oko 90% sličnosti. Na postajama Mljetskog područja dominiraju svojite *Mesophyllum alternans*, *M. lichenoides*, *Lithophyllum incrustans*, *L. stictaeforme*, *Peyssonellia rubra*, *P. polymorpha*, *P. squamaria*, *Jania rubens*, *Cladophora sp.*, *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna* i *Codium adherens*.

Utvrđena su tri grupiranja postaja po većoj sličnosti vrsta algi iz fotografiranih kvadrata u grafu MDS (Slika 19). Prvo i najveće grupiranje je između svih postaja u NP Mljet, postaje Pag, Mežanj i postaja PP Telašćica. Drugo grupiranje je između postaja Mana i Velika Panitula (NP Kornati), te Veli Garmenjak (PP Telašćica). Zanimljivo je da se posebno grupiraju pretežito postaje zaštićenih područja. Treće grupiranje je između Prvić Rt Samonjin i Mali Plavnik. Ostale postaje su izdvojene a naročito postaja Grgur te Krk Plic Tenki i Cres Rt Slezine.



**Slika 20.** Dendrogram sličnosti svih postaja prema svim utvrđenim vrstama makroalgi.



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

Sve istraživane postaje na osnovi ukupnog sastava makroalgi međusobno su slične 38% (Slika 20). Utvrđene su dvije veće grupacije postaja sa 55% sličnosti utvrđenih makroalgi. Prva grupa uključuje postaje Krka, Golog otoka i Malog Plavnika, a pridružuju im se postaje otoka Prvića, Cresa, Grgura i Malog Ćutina. Druga grupa uključuje postaje Telašćice, Dugog otoka, Kornata, Paga, Mljeta, dok postaja Blitvenica stoji zasebno. Najveća sličnost makroalgi utvrđena je na postajama Mljeta s oko 90% sličnosti. Na postajama Mljetskog područja dominiraju vrste *Mesophyllum alternans*, *M. lichenoides*, *Lithophyllum incrustans*, *L. stictaeforme*, *Peyssonellia rubra*, *P. polymorpha*, *P. squamaria*, *Jania rubens*, *Osmundaria volubilis*, *Platoma cyclocolpum*, *Halopteris scoparia*, *Cladophora* sp., *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna* i *Codium adherens*.

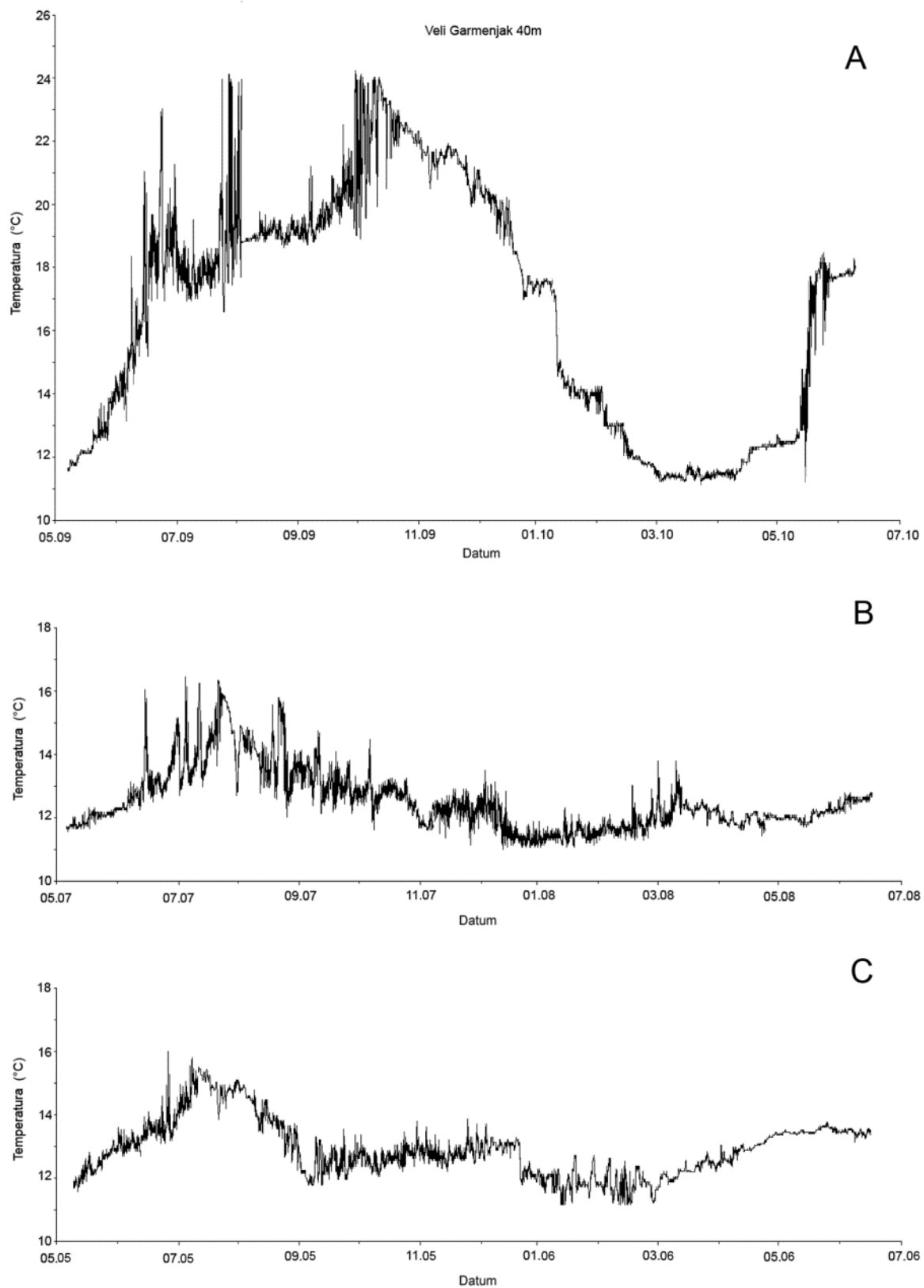
MDS graf pokazuje tri grupiranja postaja po sličnosti vrsta makroalgi (Slika 21). Prvo i najveće grupiranje je između svih postaja NP Mljet, postaje Pag, Mežanj i Vela Sestrica (PP Telašćica). Drugo grupiranje je između postaja Velika Panitula i Mana (NP Kornati). I kod ovog MDS grafa je vidljivo grupiranje postaja zaštićenih područja. Treće grupiranje je između Rt Samonjin i Rt Šilo (otok Prvić), te postaje Mali Ćutin. Najviše se izdvaja postaja Blitvenica po sličnosti vrsta algi od ostalih postaja ovog istraživanja.

Povećana temperatura mora uzrokovana globalnim zagrijavanjem izmjerena je na istraživanim postajama u zadnjih desetak godina. Temperatura mora raste i više od 10°C od uobičajene temperature unutar koraligenske biocenoze. Na postaji Veli Garmenjask temperatura mora na 40 metara dubine u 8. i 10. mjesecu iznosila je 24°C, što je gotovo dvostruko od uobičajenog prosjeka za tu dubinu u Jadranskom moru (Slika 22A). Posljedice povišene temperature mora često su ugibanje sesilnih morskih vrste. I alge (prvenstveno crvene kalcificirajuće) stradavaju od povišene temperature mora, iako je poprilično teško utvrditi sa sigurnošću pravi uzrok oštećenja i nekroze tkiva algi. Tijekom ovog istraživanja najviše oštećenja utvrđeno je na istraživanim postajama srednjeg i južnog Jadrana (Slika 23).

U posljednjih godina sve je češće nakupljanje sluzi kao posljedica cvjetanja mora u kasno proljeće i ljeto (Slika 24). Bakterijskom razgradnjom sluzi stradavaju i sesilne vrste, pa tako i alge.

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





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



**Slika 23.** Oštećenje crvene alge *Lithophyllum stictaeforme* na postaji Rt Lenga (NP Mljet).



**Slika 24.** Nakupine sluzavih nakupina na algama na postaji Rt Slezine.

## 6. RASPRAVA

Koraligen je jedno od najbogatijih i najrazličitijih staništa u Mediteranu koje je svakodnevno izloženo različitim događajima koji ga ugrožavaju (Ballesteros, 2006). Dosadašnja istraživanja dosta su oskudna što se tiče istočnog dijela Jadranskog mora. Prva istraživanja je pokrenula Helena Gamulin Brida 1960-tih i do danas uz ostala istraživanja i kartiranja staništa ipak je nadopunjeno znanje o strukturi i sastavu vrsta koraligenske zajednice u istočnom Jadranu, iako nedovoljno. U ovom istraživanju napravljen je popis makrolaga koje se nalaze unutar fotografiranih kvadrata i prirodan je tome popis makroalgi koje su pronađene i izvan kvadrata. Prema navedenom popisu vidljivo je da se u istočnom Jadranu nalazi velika raznolikost makroalgi koje variraju duž vertikalnog gradijenta i između postaja. Najveća je brojnost crvenih algi kojih je u ovom istraživanju utvrđeno 54 vrste, potom slijede smeđe alge sa 13 vrsta i na kraju zelene alge sa 11 vrsta. Ovim istraživanjem utvrđeno je da su najprisutnije one crvene alge koje ugrađuju kalcijev karbonat i samim time su i najvažniji biokonstruktori koraligena u istočnom Jadranu: vrste *Lithophyllum stictaeforme*, *L. incrustans*, *Mesophyllum lichenoides*, *M. alternans*, *Peyssonellia rubra*, *P. squamaria* i *P. polymorpha* (iako je ova zadnja vrsta ipak manje prisutna od ostalih). Dosadašnja istraživanja pokazala su da su u sjeverozapadnom Mediteranu najdominantnije vrste *Mesophyllum lichenoides*, *Lithophyllum stictaeforme* te *Peyssonellia polymorpha* (Laborel, 1961; Laubier, 1966; Sartoretto, 1966; Cabioch i Mendoza, 1998; Ballesteros, 2006). Među ostalim crvenim algama vrsta *Corallina officinalis* utvrđena je jedino na postaji Veli Garmenjак (PP Telašćica), što je vrlo rijetko za vrstu koja je uobičajena za plitka područja. Alga *Jania rubens* je česta na postajama Blitvenica, Mežanj, Veli Garmenjак (PP Telašćica), te Štit i Vanji Škoj (NP Mljet). Najveća brojnost crvenih algi je na postaji Mežanj gdje je identificirano sveukupno 26 vrsta (Prilog 4). Među algama koje proizvode CaCO<sub>3</sub> važna i relativno česta za istočni Jadran pokazala se i *Halimeda tuna*. Među ostalim zelenim algama česta je i *Flabellia petiolata* te *Cladophora* sp. koja se u obliku obraštaja nalazi na svim postajama. Najveća brojnost zelenih algi je na postaji Mežanj sa 10 vrsta. Nalazi smeđih algi su bili rijetki, a najveća im je brojnost utvrđena na postajama Pag, Mežanj i Lenga (NP Mljet) sa 5 vrsta. Determinacija makroalgi pomoću fotografiranih kvadrata ima svoja ograničenja kao što su oštrina i fokus pa su svakako daljnja istraživanja potrebna kako bi se utvrdila stvarna bioraznolikost makroalgi koraligena istočnog Jadrana (Rodić, 2015).

Na temelju analiza sličnosti vrsta makroalgi (Bray-Curtisovim indeksom sličnosti) analiziranih unutar kvadrata i sveukupno između postaja pokazalo se da je najveća sličnost

upravo između postaja unutar zaštićenih područja. Najveća sličnost unutar kvadrata utvrđena je u NP Mljet između postaja Vanji Škoj i Štit. Alge analizirane unutar kvadrata pokazuju veliku sličnost i između zaštićenih postaja Mana i Velika Panitula unutar NP Kornati, Veli Garmenjak i Vela Sestrica unutar PP Telašćica, Rt Lenga i Velika Panitula, te Vela Sestrica i Mana. Također, velika sličnost algi pronađena je i između postaja Mežanj i Pag te Mežanj i Lenga, Lenga i Pag te Rt Samonjin i Rt Šilo (otok Prvić). Analizom svih identificiranih algi unutar postaja pokazalo se da je najveća sličnost između svih postaja NP Mljet, uz njih još Mana i Panitula iz NP Kornati imaju veliku sličnost. Nezaštićene postaje Rt Sokol i Plić Tenki (Otok Krk) također dijele veliku sličnosti algi. Samim time ne možemo zaključiti da je velika sličnost algi isključivo na postajama zaštićenih područja. Najmanje sličnosti između algi unutar kvadrata utvrđena je između postaja Plić Tenki i Veli Garmenjak, a analizom svih algi između postaja Blitvenica i Grgur. Najveća je sličnost algi između postaja južnog Jadrana, te između postaja južnog i srednjeg Jadrana, a najmanja je sličnost algi između postaja sjevernog i srednjeg Jadrana.

Na temelju analize dendrograma sličnosti postaja na osnovi makroalg unutar fotografiranih kvadrata pokazalo se da su sve postaje slične međusobno barem 40%. Postoje 2 veće grupacije postaja sa 60-65% sličnosti; dok je najveća sličnost makroalgi prisutna na postajama Mljeta sa >90% sličnosti. Grupe su prilično oštro podijeljene na sjeverni i srednji Jadran, dok drugu grupu čine postaje južnog Jadrana. MDS analiza pokazala je također da se većinom grupiraju zaštićene postaje po sličnosti algi, ali da to nije pravilo. Također, najveća je sličnost alga između postaja u sjevernom Jadranu te u južnom Jadranu. Slične rezultate pokazuje i analiza dendrograma sličnosti postaja na osnovi svih zabilježenih makroalgi. Postaja Blitvenica se posebno izdvaja od ostalih istraživanih postaja i kod kvadrata i kod ukupno utvrđenih algi. To nije iznenađenje s obzirom da je Blitvenica posebna i po raznolikosti faune (posebno faune koralja) i raznolikosti algi u infralitoralu (Žuljević, (IOR, Split; osobna komunikacija). Također je utvrđeno da su postaje sjevernog Jadrana međusobno najviše slične po makroalgama kao i postaje južnog Jadrana. Na temelju oba dendrograma možemo vidjeti da postaje koje su međusobno najviše slične po vrstama algi su i prostorno vrlo bliske te da bi karakteristike postaja, topografija terena i drugi okolišni čimbenici mogli biti razlog tomu. Slično su zaključili Ponti i sur. (2011) za koraligen sjeverozapadnog Jadrana.

Podaci o vertikalnoj rasprostranjenosti koraligena, čija je donja granica na većini postaja 40 metara, a gornja između 20-25 metara dubine u ovom istraživanju, u skladu su sa većinom podataka istraživanja iz drugih dijelova Mediterana (Ballesteros, 2006).



U ovom istraživanju uspoređene su makroalge sa najmanje dubine fotografiranih kvadrata- 20 metara i najveće dubine fotografiranih kvadrata- 40 metara. Podaci o prisutnim vrstama algi na dubini od 20 metara nalaze se u Prilogu 5., a od 40 metara u Prilogu 6. Važno je napomenuti da za postaje Blitvenica i Pag ne postoje fotografirani kvadrati na dubini od 20 metara pa samim time ni podaci o prisutnosti vrsta. Na dubini od 20 metara najčešće vrste su sljedeće: *Cladophora* sp. (19/19 postaja), *Mesophyllum alternans*(16/19), *Lithophyllum incrustans*(14/19) i *Peyssonellia squamaria* (13/19).Vrsta *Cladophora* sp. je jedina prisutna na svima istraživanim postajama. Postajama Mežanj, Mana, Velika Panitula, Štit, Vanji Škoj, Mali Plavnik i Rt Šilo zajedničke su sve ove četiri najprisutnije vrste. Na 40 metara dubine utvrđene su sljedeće najčešće vrste: *Cladophora* sp. (21/21), *Mesophyllum alternans* (21/21), *Lithophyllum incrustans* (20/21) i *Peyssonellia rubra* (18/21). Alge *Cladophora* sp. i *M. alternans* su jedine prisutne na svim postajama unutar fotografiranih kvadrata. Prema brojkama na koliko postaja su prisutne najčešće alge vidljivo je da su crvene inkrustrirajuće alge prisutne na većem broju postaja na 40 metara nego na 20 metara dubine, što se i u istraživanju Rodić (2015) pokazalo da je pokrovnost inkrustrirajućih scijafilnih algi poput *Peyssonellia* sp. i lisnatih koralinskih algi veća u zajednicama na većim dubinama. Na 40 metara dubine sve četiri najprisutnije vrste zajedničke su svim postajama osim na postajama sjevernog Jadrana: Plić Tenki, Rt Sokol, Rt Slezine i Mali Plavnik. Razlika između najprisutnijih vrsta na obje dubine i nije velika, s time da *P. squamaria* prevladava plice, a *P. rubra* na 40 metara dubine. Iako je crvena alga *Mesophyllum alternans* vrlo prisutna i na 20 i 40 metara dubine, ipak su to za istočni Mediteran još relativno plitke dubine za koraligen s obzirom da se može razvijati i do 130 metara dubine pa su ovi nalazi u skladu sa nalazima Sartoretto i sur. (1996) koji su zaključili da je *M. alternans* dominantan biokonstruktor u plićem koraligenu, jer je otporniji na promjene u svjetlosti, temperaturi i hidrodinamici. Na najmanjoj i najvećoj dubini *Cladophora* sp ., *P. polymorpha* i *M. lichenoides* se pojavljuju na jednakom broju postaja i među ovim vrstama nema razlike ovisno o dubini. Vrsta *Lithophyllum stictaeforme* prisutnija je na 40 metara dubine (8/21) za razliku od 20 metara dubine (3/19), ali i dalje nije među najprisutnijim vrstama na najvećoj dubini ovog istraživanja. Alga *Laurencia obtusa* pojavljuje se jedino na 20 metara dubine, ali na malo postaja (5/19 ), dok je *Flabellia petiolata* prisutnija na 40 metara dubine (13/21 ) u odnosu na 20 metara dubine (10/19 ). Alga *Halimeda tuna* je na 40 metara dubine prisutna samo na postaji Vela Sestrica, a u plićim dubinama je prisutna na svega 5 postaja. Podaci o prisutnosti ovih dviju zelenih algi nisu u skladu s nalazima Rodić (2015) u čijem se istraživanju za istočni Jadran pokazalo da su upravo *F. petiolata* i *H. tuna* glavne vrste koje čine razliku u

pokrovnosti između plićih i dubljih zajednica. Zelena alga *Acetabularia acetabulum* prisutna je samo na 20 metara dubine na postajama Lenga i Vanji Škoj. Vrsta *Palmophyllum crassum* je češća na 40 metara dubine. Pokazalo se da su rijetki nalazi smeđih algi *Dictyota dichotoma*, *D. implexa* i *Padina pavonica*; zelenih algi *Codium bursa* i *C. adherens* (iako su prisutnije u plićim dubinama), te crvenih algi: *Amphiroa rigida*, *Jania rubens*, *Botryocladia botryoides* i *Corallina officinalis* koja se nalazi jedino na postaji Veli Garmenjak i to na 20 metara dubine (vrlo rijetka dubina za ovu vrstu).

U ovom istraživanju uočena su oštećenja crvenih koralinskih algi. Prve bolesti koralinskih algi uočene su tokom 1990-ih u Tihom oceanu (Littler i Littler, 1995), a u 2015. godini u sjeverozapadnom Mediteranu na 3 lokaliteta (Otoci Medes i Columbretes, te Cap de Creus) uočene su *Coralline White Band Syndrome (CWBS)* i *Coralline White Patch Disease (CWPD)* uslijed temperaturnih anomalija (Hereu i Kersting, 2016). CWBS se manifestira na algama u obliku bijele trake i zelenkastog obojenja koje obuhvaća mrtvo tkivo, a koje je takvog obojenja najvjerojatnije zbog parazitskih algi (Ballantine i sur. 2005) dok se CWPD manifestira u obliku gubitka boje. Na istraživanim postaji ovog rada, uočene su i CWBSi CWPD, koje su moguća posljedica globalnih klimatskih promjena. Samim time daljnje praćenje stanja na istraživanim lokalitetima je važno kako bi se upotpunila slika potencijalnih temperaturnih promjena na koralinskim algama. Nadalje u nekim fotografiranim kvadratima oštećene koralinske alge su obrasle spužvama, korastim mahovnjacima i algama što navodi da su oštećenja starija. Ovi podaci su u skladu sa nalazima na postaji Mežanj u dubljim dijelovima koraligenske biocenoze, a čija su oštećenja algi najvjerojatnije antropogene prirode s obzirom da postaja nije zaštićena (Rodić, 2015.)

Na većini postaja unutar fotografiranih kvadrata vidljive su i sluzave nakupine tzv. „*mucillagine*“ koje prekrivaju koralinske alge (Slika 24). To su polisaharidi koje proizvode u velikoj količini fitoplankton (Azam i sur.,1999). Takve nakupine bi također mogle ukazivati na globalne klimatske promjene.

## 7. ZAKLJUČCI

- U ovom istraživanju utvrđeno je 79 vrsta makroalgi na 21 postaji u koraligenu istočnog dijela Jadranskog mora.
- Najbrojnije su crvene makroalge; unutar fotografiranih kvadrata utvrđeno je 17 vrsta, dok su sveukupno po postajama 54 vrste.
- Najčešće alge-biokonstruktori koraligena u ovom istraživanju su vrste: *Lithophyllum stictaeforme*, *L. incrustans*, *Mesophyllum alternans*, *M. lichenoides*, *Peyssonnelia rubra*, *P. squamaria* i *P. polymorpha*.
- Vrlo su česte i zelene alge *Flabellia petiolata*, *Halimeda tuna*, te *Cladophora* sp. koja se na svim postajama nalazila kao obraštaj.
- Na osnovi analize sličnosti utvrđenih vrsta makroalgi između postaja pokazalo se da je najveća sličnost između postaja NP Mljet, te da je vrlo velika sličnost i između drugih zaštićenih područja poput NP Kornati i PP Telašćica.
- Postaje sjeveroistočnog Jadrana su međusobno najbližnije po sastavu vrsta algi kao i postaje jugoistočnog Jadrana.
- Na 20 m dubine koraligena najčešće su vrste: *Cladophora* sp., *Mesophyllum alternans*, *Lithophyllum incrustans* i *Peyssonnelia squamaria*, dok na 40 m dubine su najprisutnije sve alge kao i na 20 m, ali sa iznimkom *Peyssonnelia rubra* umjesto *P. squamaria*.
- Crvena alga *Corallina officinalis* utvrđena je u koraligenu na postaji Veli Garmenjak (PP Telašćica), što je vrlo rijetki nalaz za vrstu koja je uobičajena za plitka područja.
- U ovom istraživanju utvrđena su i oštećenja koralinskih algi koje bi mogle biti pokazatelj globalnih klimatskih promjena (povišena temperatura mora).

## 8. LITERATURA

- Augier, H., Boudouresque, C. F. (1957): Dix ans de recherches dans la zona marine du Parc National de Port-Cros (France). *Ann. Soc. Sci. Nat. Arch. Toulon Var*, 27: 131-170.
- Azam, F., Fonda-Umani, S., Funari, E. (1999): Significance of bacteria in the mucilage phenomenon in the northern Adriatic Sea. *Ann. Ist. Super. Sanità*, 3: 411-419.
- Babačić Ajduk, A., Škunca, O. (2011): Ronjenje u najčudesnijem dijelu Sredozemlja. Ronilački vodič podmorjem Šibensko – Kninske županije, Šibenik, 1 – 128.
- Ballantine, D. L., Weil, E., Ruiz, H. (2005): Coralline white band syndrome, a coralline algal affliction in the tropical Atlantic. *Coral Reefs*, 24: 117.
- Ballesteros, E. (1991b): Structure of a deep-water community of *Halimeda tuna* (Chlorophyceae, Caulerpales) from the Northwestern Mediterranean. *Collectanea Botanica*, 20: 5-21.
- Ballesteros, E. (1991c): Seasonality of growth and production of a deep-water population of *Halimeda tuna* (Chlorophyceae, Caulerpales) in the North-western Mediterranean. *Botanica Marina*, 34: 291-301.
- Ballesteros, E. (1992): Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució. *Arxius Secció Ciències*, 101, Institut d'Estudis Catalanas, Barcelona, 616.
- Ballesteros, E. (1993): Algues bentòniques i fanerògames marines. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 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.
- Ballesteros, E. (2006): Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44: 123-195.
- Ben Mustapha, K., El Abed, A. (2001): Données nouvelles sur des éléments du macro benthos marin de Tunisie. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, 36: 358.
- Boudouresque, C.F. (1973): Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphilles de Méditerranée Occidentale (fraction algale). Les peuplements sciaphilles de mode relativement calme sur substrats durs. *Bulletin Musée d'Histoire Naturelle de Marseille*, 33: 147-225.



- Boudouresque, C.F. (1985): Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée nord-occidentale: une revue. *Giornale Botanico Italiano*, 118: 7-42.
- Boudouresque, C.F. (2004): Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities. *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 20: 97-146.
- Cabioch, J., Mendoza, M. L. (1998): *Mesophyllum alternans* (Foslie) comb. nov. (Corallinales, Rhodophyta), a mediterraneo-atlantic species, and new considerations on the *Lithothamnion philippi* Foslie complex. *Phycologia*, 37: 208-221.
- Canals, M., Ballesteros, E., (1997): Production of carbonate sediments by phytobenthic communities in the Mallorca-Minorca Shelf, Northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea Research II*, 44: 611-629.
- Cerrano, Bavastrello, C. 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 massmortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (NW Mediterranean), summer 1999. *Ecological Letters*, 3: 284-293.
- Chemello, R. (1989): La bionomia bentonica ed i molluschi: 5. *Notiziario S. I. M.*, 7 (11-12): 167-170.
- Chintiroglou, H., Dounas, C., Koukouras, A. (1989): The presence of *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758) in the eastern Mediterranean sea. *Mitteilungen aus dem zoologischen Museum Berlin*, 65: 145-149.
- Coma, R., Gili, J. M., Zabala, M., Riera, T. (1994): Feeding and prey capture cycles in the aposymbiotic gorgonian *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series*, 115: 257-270.
- Coma, R., Ribes, M., Zabala, M., Gili, J. M. (1998b): Growth in a modular colonial marine invertebrate. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 47: 459-470.
- Feldmann, J. (1937): *Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée: la côte des Albères*. Wolf. Rouen, 339.
- Gamulin-Brida, H. (1965): Contribution aux recherches bionomiques sur les fonds coralligènes au large de l'Adriatique moyenne. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions CIESMM*, 18(2): 69-74.
- Garcia- Rubies, A. (1999): Effects of fishing on community structure on selected populations of Mediterranean coastal reef fish. *Naturalista Siciliano*, 23: 59-81.
- Garrabou, J., Sala, E., Arcas, A., Zabala, M. (1998): The impact of diving rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. *Conservation Biology*, 12: 302-312.

- 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.
- Gill, J. M., Murillo, J., Ros, J. (1989): The distribution pattern of benthic cnidarians in the western Mediterranean. *Scientia Marina*, 53(1): 19-35.
- Hereu, B., Kersting, D. K. (2016): Diseases of coralline algae in the Mediterranean Sea. *Coral reefs*, 35: 713.
- Hong, J. S. (1980): Étude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis á un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos). Thèse de Doctorat. Université d'Aix Marseille II. 134.
- Kružić, P. (2007): Anthozoan fauna of Telašćica Nature Park (Adriatic Sea, Croatia). *Nat. Croat.* 16: 233–266.
- Kružić, P. (2009): Kartiranje morskih staništa na vanjskim strmcima NP Kornati - Izvještaj. Biološki odsjek, Sveučilište u Zagrebu, PMF: 59 str.
- Laborel, J. (1960): Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine d'Endoume*, 33(20): 117-174.
- Laborel, J. (1961): Le concretionnement algal "coralligène" et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine d'Endoume*, 23: 37-60.
- Laborel, J. (1987): Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Scientific Reports Port-Cros National Park*, 13: 97–126.
- Laubier, L. (1966): Le coralligène des Albères: monographie biocénotique. *Annales Institut Océanographique de Monaco*, 43: 139–316.
- Littler, M. M., Littler, D. S. (1995): Impact of CLOD pathogen on Pacific coral reefs. *Science* 267: 1356.
- Marshall, J. P. (1983): The fate of borings: relations between bioerosion, internal sediment infill and submarine cementation. *Proceedings of the inaugural GBR conference, Australia*, 129-234.
- Martin, D. (1987): La comunidad de anélidos poliquetos de las concreciones de algas calcáreas del litoral catalán. *Caracterización de las especies. Publicaciones Departamento de Zoología Universidad Barcelona*, 13: 45-54.
- Martin, D., Dantart, L., Ballesteros, M. (1990): Moluscos de las concreciones de algas calcáreas de litoral catalán (NE España). *Lavori S. I. M.*, 23:445-456.

- Martin, D., Britayev, T. A. (1998): Symbiotic polychaetes: review of known species. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 36: 217-340
- Meinesz, A. (1999): Killer algae. The true tale of a biological invasion. University of Chicago, Chicago & London, 360.
- Montserrat, A. (1984): Els equinoderms de les illes Medes. *Arxius Secció Ciències*, 73: 563-580.
- Munar, J. (1993): Els equinoderms. *Mon. Sci. Hist. Nat. Balears*, 2: 597-606.
- Novosel, M. (2007): Mahovnjaci (Bryozoa) čvrstih dna Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Zagreb, Prirodoslovno – matematički fakultet, 157 str.
- Palanques, A., Guillén, J., Puig, P. (2001): Impact of bottom trawling on water turbidity and muddy sediment of an unfished continental shelf. *Limnology and Oceanography*, 46(5): 1100-1110.
- Peres, J.M., Gamulin-Brida, H. (1973): Biološka oceanografija. Bentos. Bentoska bionomija Jadranskog mora. Školska knjiga, Zagreb.
- Pérès, J., Picard, J. M. (1952): Les corniches calcaires d'origine biologique en Méditerranée Occidentale. *Recueil Travaux Station Marine d'Endoume*, 4: 2-33.
- Pérès, J., Picard, J. M. (1964): Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil Travaux Station Marine d'Endoume*, 31(47): 1-131.
- Perez, 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. *Life Sciences*, 323: 853–865.
- Ramos, A. A. (1991): Ascidijs litorales del Mediterráneo ibérico. Faunística, ecología y biogeografía. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante, 405.
- Ribes, M., Coma, R., Gili, J. M. (1999b): Natural diet and grazing rate of the temperate sponge *Dysidea avara* (Demospongiae, Dendroceratida) through an annual cycle. *Marine Ecology Progress Series*, 176: 179-190.
- Ribes, M., Coma, R., Gili, J. M. (1999c): Heterogenous feeding in benthic suspension feeders: the natural diet and grazing rate of the temperate gorgonian *Paramuricea clavata* (Cnidaria: Octocorallia) over a year cycle. *Marine Ecology Progress Series*, 183: 125-137.
- Rivoire, G. (1991): Mortalité du corail et des gorgones en profondeur au large des côtes provençales. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, 53-59.
- Rodić, P. (2015): Ekološka obilježja koraligenske zajednice u istočnom dijelu Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Zagreb, Prirodoslovno – matematički fakultet, 1-160.

- 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.
- Sala, E., Boudouresque, C. F., Harmelin- Vivien, M. (1998): Fishing, trophic cascades and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, 82: 425-439.
- Sartoretto, S. (1994): Structure et dynamique d'un nouveau type de bioconstruction à *Mesophyllum lichenoides* (Ellis) Lemoine (Corallinales, Rhodophyta). *Life Sciences*, 317: 156-160.
- Sartoretto, S. (1996): Vitesse de croissance et bioérosion des concrétionnements "coralligènes" de Méditerranée nord-occidentale. Rapport avec les variations Holocènes du niveau marin. Thèse Doctorat d'Écologie, Université d'Aix-Marseille II. 194.
- 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.
- Steneck, R. S. (1986): The ecology of coralline algal crusts: convergent patterns and adaptive strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 273-303.
- Tortonese, E. (1965): Fauna d'Italia. Echinodermata. Calderini. Bologna, 442.
- Turk , T. (2011): Pod površinom Mediterana. Školska knjiga, Zagreb, 49.
- Van Den Hoek, C., Mann, D. G., Jahns, H. M. (1995): Algae, an introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge, 9-48.
- Zabala, M. (1984): Briozous de les illes Medes. *Arxius Secció Ciències*, 73: 537-562.
- Zibrowius, H., Monteiro-Marques, V., Grashoff, M. (1984): La répartition du *Corallium rubrum* dans l'Atlantique (Cnidaria, Anthozoa: Gorgonaria). *Téthys*, 11(2): 163-170.

## 9. PRILOZI

**Prilog 1.** Popis makroalgi koraligenske biocenoze na istraživanim postajama\* - svoje zabilježene samo na fotografiranim kvadratima.

TAKSONOMSKA SKUPINA	GRUPA VRSTA
Chlorophyta	<i>*Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P.C.Silva <i>*Cladophora</i> sp. <i>*Codium adhaerens</i> C.Agardh <i>*Codium bursa</i> (Olivi) C.Agardh <i>Dasycladus vermicularis</i> (Scopoli) Krasser <i>*Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin <i>*Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux <i>*Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst <i>Pseudochlorodesmis</i> sp. <i>*Valonia utricularis</i> (Roth) C.Agardh <i>Valonia macrophysa</i> Kützing
Phaeophyta	<i>*Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier <i>Cystoseira</i> sp. <i>*Dictyopteris membranacea</i> (Stackhouse) Batters <i>Dictyopteris polypodioides</i> (A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux <i>Dictyopteris</i> sp. <i>*Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux <i>*Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J.V.Lamouroux <i>Dictyota</i> sp. <i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützing <i>Halopteris scoparia</i> (Linnaeus) Sauvageau <i>Nereia filiformis</i> (J.Agardh) Zanardini <i>*Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy <i>Phyllariopsis brevipes</i> (C.Agardh) E.C.Henry & G.R.South <i>*Zanardinia typus</i> (Nardo) P.C.Silva
Rhodophyta	<i>Aeodes marginata</i> (Roussel) F.Schmitz <i>Aglaothamnion tripinnatum</i> (C.Agardh) Feldmann- Mazoyer <i>Aglaothamnion</i> sp. <i>Amphiroa beauvoisii</i> J.V.Lamouroux

\**Amphiroa rigida* J.V.Lamouroux  
 \**Botryocladia botryoides* (Wulfen) J.Feldmann  
*Botryocladia chiajeana* (Meneghini) Kylin  
*Contarinia squamariae* (Meneghini) Denizot  
 \**Corallina officinalis* Linnaeus  
*Cryptonemia lomation* (Bertoloni) J.Agardh  
*Erythroglossum sandrianum* (Kützing) Kylin  
*Eupogodon planus* (C.Agardh) Kützing  
*Gelidium* sp.  
*Gloiocladia furcata* (C.Agardh) J.Agardh  
*Gloiocladia repens* (C.Agardh) Sánchez & Rodríguez-  
 Prieto  
*Gulsonia nodulosa* (Ercegovic) Feldmann & G.Feldmann  
 \**Halymenia floresia* (Clemente) C.Agardh  
*Hydrolithon farinosum* (J.V.Lamouroux) Penrose et  
 Y.M.Chamberlain  
*Hypoglossum hypoglossoides* (Stackhouse) F.S.Collins &  
 Hervey  
 \**Jania rubens* (Linnaeus) J.V.Lamouroux  
 \**Laurencia obtusa* (Hudson) J.V.Lamouroux  
*Lithophyllum frondosum* (L.Dufour)  
 \**Lithophyllum incrustans* Philippi  
*Lithophyllum pustulatum* (J. Lamouroux)  
 \**Lithophyllum racemus* (Lamarck) Foslie  
 \**Lithophyllum stictaeforme* (J.E.Areschoug) Hauck  
 \**Lithothamnion crispatum* Hauck  
*Lomentaria* sp.  
 \**Mesophyllum alternans* (Foslie) Cabioch & M.L.Mendoza  
 \**Mesophyllum lichenoides* (Ellis) Me.Lemoine  
*Neogoniolithon* sp.  
*Neurocaulon foliosum* (Meneghini) Zanardini  
*Osmundaria volubilis* (Linnaeus) J.Agardh  
*Osmundaria* sp.  
*Phyllophora* sp.  
*Peyssonellia bornetii* Boudouresque & Denizot  
*Peyssonellia dubyi* P.L.Crouan & H.M.Crouan



*Peyssonnelia harveyana* P.L.Crouan & H.M.Crouan ex  
J.Agardh  
\**Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) F.Schmitz  
*Peyssonnelia rosa marina* Boudouresque & Denizot  
\**Peyssonnelia rubra* (Greville) J.Agardh  
\**Peyssonnelia squamaria* (S.G.Gmelin) Decaisne  
*Phymatolithon calcareum* (Pallas) Adey et McKibbin  
*Platoma cyclocolpum* (Montagne) F.Schmitz  
*Polysiphonia elongata* (Hudson) Sprengel  
*Polysiphonia* sp.  
*Rodriguezella strafforelloi* F.Schmitz ex J.J.Rodriguez  
*Rytiphloea tinctoria* (Clemente) C.Agardh  
*Sebdenia* sp.  
*Seirospora* sp.  
\**Vidalia volubilis* (Linnaeus) J.Agardh  
*Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E.Norris  
*Wrangelia penicillata* (C.Agardh) C.Agardh

---

\*FILAMENTOZNE

---





**Prilog 4.** Popis makroalgi koraligenske biocenoze na istraživanim postajama (C - česta vrsta; R - rijetka vrsta; V - vrlo rijetka vrsta). \* - svojte zabilježene samo na fotografiranim kvadratima

Svojta/TAKSONOMSKA SKUPINA	POSTAJE									
	Pag	Blitvenica	Mežanj	V. Garmenj	V. Sestrica	Mana	V. Panitula	Lenga	Štit	V. Škoj
<b>CHLOROPHYTA - ZELENE ALGE</b>										
<i>*Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P. C. Silva								V	V	V
<i>*Cladophora</i> sp.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
<i>*Codium adhaerens</i> C. Agardh	V		R		V	V	V	R	C	C
<i>*Codium bursa (Olivi) C. Agardh</i>	C		V	V	R	V	V	R	V	R
<i>Dasycladus vermicularis</i> (Scopoli) Krasser		R	R							
<i>*Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	C	V	C	R	C	C	C	C	C	C
<i>*Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux	V		C	C	C	C	R	R	C	R
<i>*Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst	V	V	V		V	V	V	R	R	V
<i>Pseudochlorodesmis</i> sp.		R	R							
<i>*Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh	V	V	V	V	V	V	V	R	V	R
<i>Valonia macrophyta</i> Kützinger			R		R			R	R	
<b>PHAEOPHYTA - SMEDE ALGE</b>										
<i>*Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier						V	V			
<i>Cystoseira</i> sp.		V								
<i>*Dictyopterus membranacea</i> (Stackhouse) Batters										
<i>Dictyopterus polydiodoides</i> (A.P. De Candolle) J.V. Lamouroux	V			V	V			V		
<i>Dictyopterus</i> sp.	V									
<i>*Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	V	V	V	V	V		V	V	R	V
<i>*Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J.V. Lamouroux	C			V	V			R	V	R
<i>Dictyota</i> sp.						V				
<i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützinger										
<i>Halopteris scoparia</i> (Linnaeus) Sauvageau								C	R	R
<i>Nereia filiformis</i> (J. Agardh) Zanardini			V	R		V	V			
<i>*Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy				V	V					
<i>Phyllariopsis brevipes</i> (C. Agardh) E. C. Henry & G. R. South										
<i>*Zanardinia typus</i> (Nardo) P. C. Silva	V		V			V	V	V	V	V
<b>RHODOPHYTA - CRVENE ALGE</b>										
<i>Aeodes marginata</i> (Roussel) F. Schmitz	V		V	V	V	V	V			
<i>Aglaothamnion tripinnatum</i> (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer								V		V
<i>Aglaothamnion</i> sp.			R		R					
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J. V. Lamouroux										
<i>*Amphiroa rigida</i> J. V. Lamouroux				V	V				V	
<i>*Botryocladia botryoides</i> (Wulfen) J. Feldmann	V		V		V				V	V
<i>Botryocladia chiajeana</i> (Meneghini) Kylin			V	V	V					
<i>Contarinia squamariae</i> (Meneghini) Denizot										
<i>*Corallina officinalis</i> Linnaeus				C						
<i>Cryptonemia lomation</i> (Bertoloni) J. Agardh										
<i>Erythrogloussum sandrianum</i> (Kützinger) Kylin		V	V	C	C	V	R			
<i>Eupogodon planus</i> (C. Agardh) Kützinger										
<i>Gelidium</i> sp.						R				
<i>Gloiocladia furcata</i> (C. Agardh) J. Agardh										
<i>Gloiocladia repens</i> (C. Agardh) Sánchez & Rodríguez-Prieto		R	R		R					
<i>Gulsonia nodulosa</i> (Ercegovic) Feldmann & G. Feldmann	R		R	R						
<i>*Halymenia floresia</i> (Clemente) C. Agardh	V	V					V	V		
<i>Hydrolythion farinosum</i> (J. V. Lamouroux) Penrose et Y. M. Chamberlain										
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i> (Stackhouse) F. S. Collins & Hervey									V	
<i>*Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux	R		C	C	R	R	R	R	C	C
<i>*Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux		V	V	V	V	V		V	V	R
<i>Lithophyllum frondosum</i> (L. Dufour)										
<i>*Lithophyllum incrustans</i> Philippi	C	C	C	C	R	C	C	R	C	C
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J. Lamouroux)										
<i>*Lithophyllum racemosum</i> (Lamarck) Foslie	V	V	R		V	V		V	R	V
<i>*Lithophyllum stictaeforme</i> (J. E. Areschoug) Hauck	C	R	V	R	R	C	C	C	C	C
<i>*Lithothamnion crispatum</i> Hauck				V						
<i>Lomentaria</i> sp.									R	
<i>*Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioch & M. L. Mendoza	C	R	C	R	C	C	R	C	V	C
<i>*Mesophyllum lichenoides</i> (Ellis) Me. Lemoine	C		C	R	C	C	C	C	R	C
<i>Neogoniolithon</i> sp.			R	R	R					
<i>Neurocaulon foliosum</i> (Meneghini) Zanardini						R	R			
<i>Osmundaria volubilis</i> (Linnaeus) J. Agardh	C	C	R		C			V		C
<i>Osmundaria</i> sp.			V							
<i>Phyllophora</i> sp.			V							
<i>Peyssonnelia bornetii</i> Boudouresque & Denizot										
<i>Peyssonnelia dubyi</i> P. L. Crouan & H. M. Crouan										
<i>Peyssonnelia harveyana</i> P. L. Crouan & H. M. Crouan ex J. Agardh			V	V						
<i>*Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz	R	V	C	C	C	R	C	R	C	C
<i>Peyssonnelia rosa marina</i> Boudouresque & Denizot			V		R	R				
<i>*Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	C	C	C	C	C	C	C	C	R	C
<i>*Peyssonnelia squamaria</i> (S. G. Gmelin) Decaisne	R		C	C	C	C	C	C	C	C
<i>Phymatolithon calcareum</i> (Pallas) Adey et McKibbin	R									
<i>Platoma cyclocolpum</i> (Montagne) F. Schmitz								C		C
<i>Polysiphonia elongata</i> (Hudson) Sprengel		R					R		R	R
<i>Polysiphonia</i> sp.								R		R
<i>Rodriguezella strafforelloii</i> F. Schmitz ex J. J. Rodriguez									R	
<i>Rytiphloea tinctoria</i> (Clemente) C. Agardh				R					R	
<i>Sebdenia</i> sp.										
<i>Seirospora</i> sp.		V								
<i>*Vidalia volubilis</i> (Linnaeus) J. Agardh			V					V	R	R
<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R. E. Norris		V								V
<i>Wrangelia penicillata</i> (C. Agardh) C. Agardh	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<b>*FILAMENTOZNE</b>	R	V	R	C	C	V	V	R	C	C

Svojtá/TAKSONOMSKA SKUPINA	POSTAJE										
	Goli O.Hr Macinj	K. Plic Tenki	K.Rt Sokol	C.Rt Slezine	Goli otok	Grgur	M.Cutin	M.Plavnik	Pr. Rt Samonjin	Rt Silo	Rt Strazica
<b>CHLOROPHYTA - ZELENE ALGE</b>											
* <i>Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P. C. Silva											
* <i>Cladophora</i> sp.	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
* <i>Codium adhaerens</i> C.Agardh											
* <i>Codium bursa</i> (Olivi) C. Agardh		V	V		V	V		V	V	V	
<i>Dasycladus vermicularis</i> (Scopoli) Krasser											
* <i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	R	R	R	R	C	C	R	R	R	R	R
* <i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux	R	V	V	R	V	V	V	V	R	V	R
* <i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst	V	V	V		V	V	V	V	V	V	V
<i>Pseudochlorodesmis</i> sp.											
* <i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh			V	V			V		V		
<i>Valonia macrophysa</i> Kützing											
<b>PHAEOPHYTA - SMEDE ALGE</b>											
* <i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier											
<i>Cystoseira</i> sp.											
* <i>Dictyopteris membranacea</i> (Stackhouse) Batters				V							
<i>Dictyopteris polydoides</i> (A.P. De Candolle) J.V.Lamouroux											
<i>Dictyopteris</i> sp.											
* <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux											
* <i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J.V.Lamouroux											
<i>Dictyota</i> sp.											
<i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützing				V	R	R	V		V		
<i>Halopteris scoparia</i> (Linnaeus) Sauvageau											
<i>Nereia filiformis</i> (J.Agardh) Zanardini											
* <i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy											
<i>Phyllariopsis brevipes</i> (C. Agardh) E. C. Henry & G. R. South		V	V								
* <i>Zanardinia typus</i> (Nardo) P. C. Silva											
<b>RHODOPHYTA - CRVENE ALGE</b>											
<i>Aeodes marginata</i> (Roussel) F. Schmitz											
<i>Aglaothamnion tripinnatum</i> (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer											
<i>Aglaothamnion</i> sp.											
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J. V. Lamouroux		V	V		V						
* <i>Amphiroa rigida</i> J. V. Lamouroux						V					
* <i>Botryocladia botryoides</i> (Wulfen) J. Feldmann		V	V	V							
<i>Botryocladia chiajeana</i> (Meneghini) Kylin											
<i>Contarinia squamariae</i> (Meneghini) Denizot		R	V								
* <i>Corallina officinalis</i> Linnaeus											
<i>Cryptonemia lomation</i> (Bertoloni) J. Agardh	V				V	V	V				
<i>ErythroGLOSSUM sandrianum</i> (Kützing) Kylin											
<i>Eupogodon planus</i> (C. Agardh) Kützing					V	V			V	V	
<i>Gelidium</i> sp.											
<i>Gloiocladia furcata</i> (C. Agardh) J. Agardh	V	V	V								
<i>Gloiocladia repens</i> (C. Agardh) Sánchez & Rodríguez-Prieto											
<i>Gulsonia nodulosa</i> (Ercegovic) Feldmann & G. Feldmann											
* <i>Halymenia floresia</i> (Clemente) C.Agardh		V	V		V		V			V	
<i>Hydrolythion farinosum</i> (J. V. Lamouroux) Penrose et Y. M. Chamberlain	R			R	R	R					
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i> (Stackhouse) F. S. Collins & Hervey											
* <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux				V		V	V		R	R	R
* <i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V.Lamouroux			V		V			V	V		
<i>Lithophyllum frondosum</i> (L. Dufour)										R	R
* <i>Lithophyllum incrustans</i> Philippi	R		C	R	C	C	C	R	R	C	C
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J. Lamouroux)				V			V	V			
* <i>Lithophyllum racemus</i> (Lamarck) Foslie	V	C	V	V			V	V	V		
* <i>Lithophyllum stictaeforme</i> (J. E. Areschoug) Hauck	R	R	C	R	C	R	C	V	C	C	C
* <i>Lithothamnion crispatum</i> Hauck											
<i>Lomentaria</i> sp.											
* <i>Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioch & M. L. Mendoza	C	R	V	V	C	V	C	R	C	R	C
* <i>Mesophyllum lichenoides</i> (Ellis) Me. Lemoine			V			V	V	V	V	R	
<i>Neogoniolithon</i> sp.											
<i>Neurocaulon foliosum</i> (Meneghini) Zanardini											
<i>Osmundaria volubilis</i> (Linnaeus) J. Agardh											
<i>Osmundaria</i> sp.											
<i>Phyllophora</i> sp.											
<i>Peyssonnelia bornetii</i> Boudouresque & Denizot					V	V					
<i>Peyssonnelia dubyi</i> P. L. Crouan & H. M. Crouan	V	V	V	V	V	V		V			
<i>Peyssonnelia harveyana</i> P. L. Crouan & H. M. Crouan ex J.Agardh											
* <i>Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz	V	V	R	V	R		V	R	V	R	R
<i>Peyssonnelia rosa marina</i> Boudouresque & Denizot											
* <i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	C	C	C	C	C	C	R	C	C	C	C
* <i>Peyssonnelia squamaria</i> (S. G. Gmelin) Decaisne				C		C		R	R	C	
<i>Phymatolithon calcareum</i> (Pallas) Adey et McKibbin											
<i>Platama cyclocolpum</i> (Montagne) F. Schmitz											
<i>Polysiphonia elongata</i> (Hudson) Sprengel											
<i>Polysiphonia</i> sp.											
<i>Rodriguezella strafforelloi</i> F. Schmitz ex J. J. Rodriguez											
<i>Rytiphloea tinctoria</i> (Clemente) C. Agardh											
<i>Sebdenia</i> sp.									V		
<i>Seirospora</i> sp.											
* <i>Vidalia volubilis</i> (Linnaeus) J. Agardh				V		V	V		V	V	V
<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R. E. Norris											
<i>Wrangelia penicillata</i> (C. Agardh) C. Agardh		R		R	R	R		R		R	R
*FILAMENTOSNE			V								

**Prilog 5.** Popis prisutnih makroalgi na 20 m dubine unutar fotografiranih kvadrata na istraživanim postajama.

Svojtā/TAKSONOMSKA SKUPINA	POSTAJE NA 20 M DUBINE								
	Mežanj	V. Garmenjāk	V. Sestrica	Mana	V. Panitula	Lenga	Štit	V. Škoj	Goli O.Hr Macinj
<b>CHLOROPHYTA - ZELENE ALGE</b>									
* <i>Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P. C. Silva						X		X	
* <i>Cladophora</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Codium adhaerens</i> C. Agardh			X	X	X	X	X	X	
* <i>Codium bursa</i> (Olivier) C. Agardh		X	X	X		X		X	
* <i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	X		X	X		X	X	X	X
* <i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux	X		X			X	X	X	
* <i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst	X						X		
* <i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh						X		X	
<b>PHAEOPHYTA - SMEĐE ALGE</b>									
* <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux						X	X		
* <i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J.V. Lamouroux						X	X		
* <i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy		X							
<b>RHODOPHYTA - CRVENE ALGE</b>									
* <i>Amphiroa rigida</i> J. V. Lamouroux		X					X		
* <i>Botryocladia botryoides</i> (Wulfen) J. Feldmann									
* <i>Corallina officinalis</i> Linnaeus		X							
* <i>Halymenia floresia</i> (Clemente) C. Agardh					X				
* <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux		X				X		X	
* <i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	X		X			X	X	X	
* <i>Lithophyllum incrustans</i> Philippi	X			X	X		X	X	X
* <i>Lithophyllum racemus</i> (Lamarck) Foslie						X			
* <i>Lithophyllum stictaeforme</i> (J. E. Areschoug) Hauck						X			X
* <i>Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioch & M. L. Mendoza	X		X	X	X	X	X	X	X
* <i>Mesophyllum lichenooides</i> (Ellis) Me. Lemoine	X		X	X	X	X	X	X	
* <i>Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz	X		X	X	X		X	X	
* <i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh				X		X			X
* <i>Peyssonnelia squamaria</i> (S. G. Gmelin) Decaisne	X	X	X	X	X	X	X	X	
*FILAMENTOZNE	X	X	X	X	X	X	X	X	



Svojtá/TAKSONOMSKA SKUPINA	POSTAJENA 20 M DUBINE									
	K. Plic Tenki	K.Rt Sokol	C.Rt Slezine	Goli otok	Grgur	M.Cutin	M.Plavnik	Pr. Rt Samonjin	Rt Silo	Rt Strazica
<b>CHLOROPHYTA - ZELENE ALGE</b>										
* <i>Acetabularia acetabulum</i> (Linnaeus) P. C. Silva										
* <i>Cladophora</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Codium adhaerens</i> C. Agardh										
* <i>Codium bursa</i> (Olivier) C. Agardh										
* <i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin					X		X	X		
* <i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux										
* <i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst	X			X	X					X
* <i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh										
<b>PHAEOPHYTA - SMEDE ALGE</b>										
* <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J. V. Lamouroux										
* <i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J. V. Lamouroux										
* <i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy										
<b>RHODOPHYTA - CRVENE ALGE</b>										
* <i>Amphiroa rigida</i> J. V. Lamouroux										
* <i>Botryocladia botryoides</i> (Wulfen) J. Feldmann	X									
* <i>Corallina officinalis</i> Linnaeus										
* <i>Halymenia floresia</i> (Clemente) C. Agardh										
* <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J. V. Lamouroux										
* <i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) J. V. Lamouroux							X			
* <i>Lithophyllum incrustans</i> Philippi		X		X	X	X	X	X	X	X
* <i>Lithophyllum racemosum</i> (Lamarck) Foslie	X	X	X				X			
* <i>Lithophyllum stictaeforme</i> (J. E. Areschoug) Hauck					X					X
* <i>Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioc & M. L. Mendoza	X	X		X		X	X	X	X	X
* <i>Mesophyllum lichenoides</i> (Ellis) Me. Lemoine		X				X	X			X
* <i>Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz		X								
* <i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh		X	X	X	X		X	X	X	X
* <i>Peyssonnelia squamaria</i> (S. G. Gmelin) Decaisne			X		X		X	X	X	X
*FILAMENTOZNE		X								

**Prilog 6.** Popis prisutnih makroalgi na 40 m dubine unutar fotografiranih kvadrata na istraživanim postajama.

Svoja/TAKSONOMSKA SKUPINA	POSTAJE NA 40 M DUBINE									
	Pag	Blitvenica	Mežanj	V. Gamenjak	V. Sestrica	Mana	V. Panitula	Lenga	Štit	V. Škoj
<b>CHLOROPHYTA - ZELENE ALGE</b>										
* <i>Cladophora</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Codium adhaerens</i> C. Agardh			X		X			X		X
* <i>Codium bursa</i> (Oliv.) C. Agardh			X							
* <i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	X	X	X	X	X				X	
* <i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux					X					
* <i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst	X	X	X			X	X	X	X	X
* <i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh		X		X				X		
<b>PHAEOPHYTA - SMEĐE ALGE</b>										
* <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J. V. Lamouroux					X				X	
* <i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J. V. Lamouroux	X			X	X					X
* <i>Zanardinia typus</i> (Nardo) P. C. Silva							X			
<b>RHODOPHYTA - CRVENE ALGE</b>										
* <i>Amphiroa rigida</i> J. V. Lamouroux				X						
* <i>Botryododia botryoides</i> (Wulfen) J. Feldmann	X		X		X					
* <i>Halymenia floresia</i> (Clemente) C. Agardh		X								
* <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J. V. Lamouroux			X	X						
* <i>Lithophyllum incrustans</i> Philippi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Lithophyllum racemus</i> (Lamarck) Foslie	X					X		X	X	X
* <i>Lithophyllum stictaeforme</i> (J. E. Areschoug) Hauck	X	X		X	X			X	X	X
* <i>Mesophyllum altemans</i> (Foslie) Cabioc & M. L. Mendoza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Mesophyllum lichenoides</i> (Ellis) Me. Lemoine	X		X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Peyssonnelia polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz	X		X	X	X			X	X	X
* <i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Peyssonnelia squamaria</i> (S. G. Gmelin) Decaisne			X	X	X			X	X	X
*FILAMENTOZNE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Svojtá/TAKSONOMSKA SKUPINA	POSTAJE NA 40 M DUBINE										
	Goli O. Hr Madnj	K. Plic Tenki	K. Rt Sokol	C. Rt Slezine	Goli otok	Grgur	M. Cutin	M. Plavnik	Pr. Rt Samonjin	Rt Silo	Rt Strazica
<b>CHLORO PHYTA - ZELENE ALGE</b>											
* <i>Cladophora</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Codium adhaerens</i> C. Agardh											
* <i>Codium bursa</i> (Oliv.) C. Agardh											
* <i>Fabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	X				X	X	X	X	X	X	
* <i>Halimeda tuna</i> (Ellis et Solander) Lamouroux											
* <i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst	X	X				X			X		
* <i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh											
<b>PHAEOPHYTA - SMEĐE ALGE</b>											
* <i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux											
* <i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J.V. Lamouroux											
* <i>Zanardinia typus</i> (Nardo) P. C. Silva											
<b>RHODOPHYTA - CRVENE ALGE</b>											
* <i>Amphiroa rigida</i> J. V. Lamouroux											
* <i>Botryodadia botryoides</i> (Wulfen) J. Feldmann			X	X							
* <i>Holymenia fibrosa</i> (Clemente) C. Agardh											
* <i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J. V. Lamouroux											
* <i>Lithophyllum incrustans</i> Philippi	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Lithophyllum racemosum</i> (Lamarck) Foslie	X	X					X		X		
* <i>Lithophyllum stictaeforme</i> (J. E. Areschoug) Hauck			X								
* <i>Mesophyllum alternans</i> (Foslie) Cabioch & M. L. Mendoza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* <i>Mesophyllum ichenoides</i> (Ellis) Me. Lemaine						X		X			
* <i>Peyssonnela polymorpha</i> (Zanardini) F. Schmitz											
* <i>Peyssonnela rubra</i> (Greville) J. Agardh	X	X			X	X	X		X	X	X
* <i>Peyssonnela squamaria</i> (S. G. Gmelin) Decaisne						X				X	
*FILAMENTOZNE			X								