



HRVATSKO BIOLOŠKO DRUŠTVO

Rooseveltov trg 6  
10000 Zagreb  
[www.hbd-sbc.hr](http://www.hbd-sbc.hr)  
E-mail: info@hbd-sbc.hr  
Tel: +385 (0) 1 4826 272  
Fax: +385 (0) 1 4826 260

## Žirje - Uvala Mala Stupica

Monitoring morskih staništa



Zagreb, rujan 2021.

Predsjednik Hrvatskog biološkog društva

Prof. dr. sc. Mladen Kučinić



Voditelj istraživanja:

Petar Kružić

Petar Kružić

## Istraživano područje i opis profila

Istraživanje podmorja obavljena su na tri profila unutar uvale Mala Stupica (otok Žirje) (Slika 1). Na istraživanim profilima (profili A1, A2 i A3) utvrđen raspored i stanje životnih zajednica. Tijekom istraživanja snimljene su podvodne fotografije, video filmovi, te su skicirani istraživani profili do dubine od 18 metara.

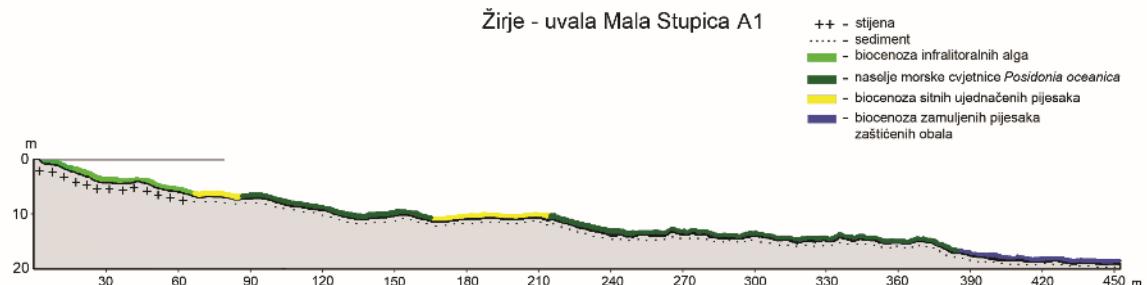


Slika 1. Istraživani profili u uvali Mala Stupica.

### Mala Stupica – profil A1

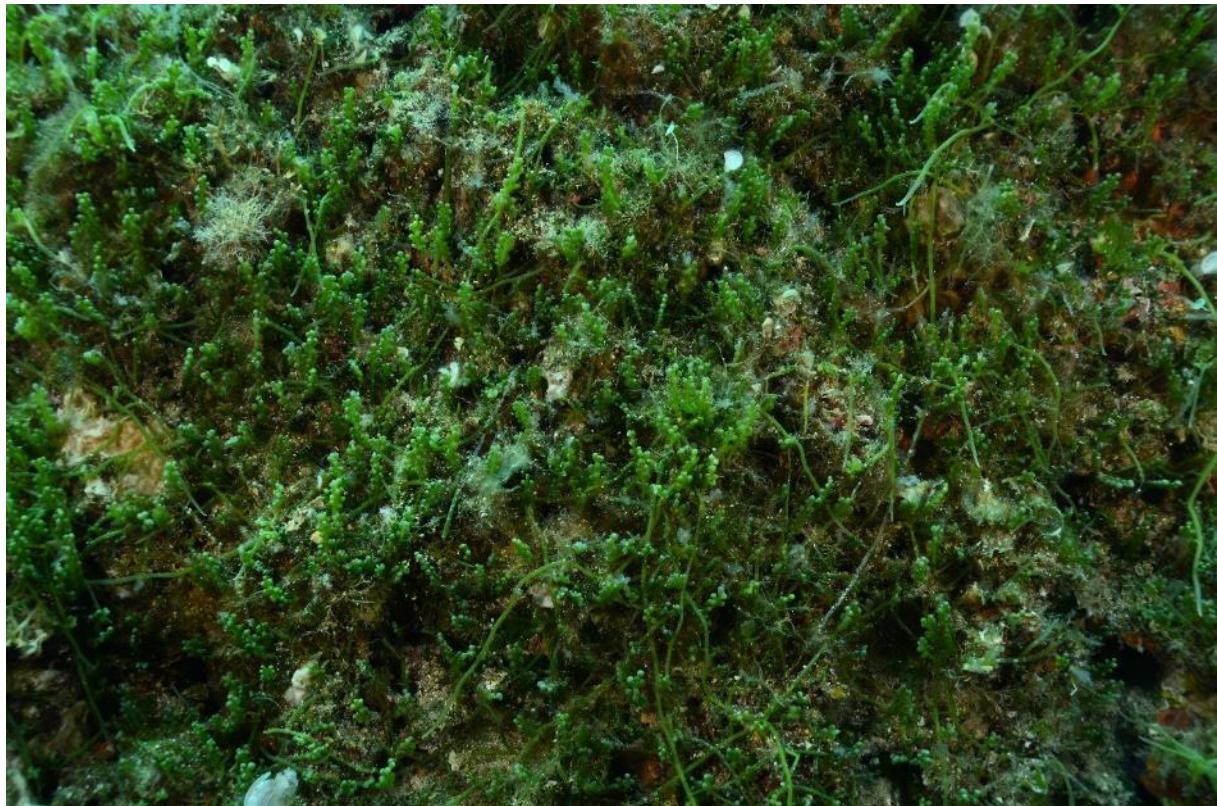
Najveća istraživana dubina iznosila je 18 metara. Stijene i kamenje supralitorala i mediolitorala većinom su prekrivene modrozelenom algom *Rivularia atra*. Od površine do 6 metara dubine razvijena je biocenoza infralitoralnih alga koja pada pod kutom od 25° (Slika 2). Između biocenoze fotofilnih alga na tvrdoj podlozi (uglavnom stijene i veći komadi kamena) utvrđena je i biocenoza obalnih detritusnih dna. Stijene su do dubine od 2 metra uglavnom gole, te naseljene ježincima *Arbacia lixula*, ali u puno manjoj brojnosti nego tijekom istraživanja 2018. godine. U biocenozi infralitoralnih alga prevladavaju zelene alge *Palmophyllum crassum*, *Valonia utricularis*, *Anadyomene stellata*, *Halimeda tuna*, *Flabellia*

*petiolata*, *Codium bursa*, *C. vermilara*, smeđe alge *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma* i *Cystoseira* sp., te crvene alge *Amphiroa rigida*, *Laurentia obtusa*, *Gelidium pusillum* i *Cerramium* sp. Invazivna vrsta *Caulerpa cylindracea* prisutna je duž cijelog istraživanog profila, osim unutar biocenoze morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (Slika 3).



Slika 2. Profil Mala Stupica A1 s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

Od životinjskih vrsta prevladavaju spužve *Aplysina aerophoba*, *Chondrilla nucula*, *Chondrosia reniformis*, *Cliona* sp., *Spirastrella cunctatrix*, *Ircinia* sp. i *Petrosia ficiformis*, pliće, uz obalu se česte crvena moruzgva *Actinia equina* i zelena moruzgva *Anemonia viridis*,



Slika 3. Invazivna zelena alga *Caulerpa cylindracea* na profilu A1.



Slika 4. Kameni koralj *Balanophyllia europaea* na profilu A1.

moruzgve *Condylactis aurantiaca* i *Phymanthus pulcher*, kamenih koralja *Balanophyllia europaea*, mnogočetinaši *Sabella spalanzzani*, *Protula tubularia*, *Bispira mariae*, mahovnjak *Schizobrachiella sanguinea*, te školjkaši *Striarca lactea* i *Mytilus galloprovincialis* (Slika 4). Utvrđene su veće populacije zmijača *Ophiothrix fragilis* i *Ophioderma longicaudum*. Česte su ribe *Gobius cruentatus*, *Serranus scriba*, *Chromis chromis* (i juvenilni oblici), *Mugil cephalus*, *Sarpa salpa*, *Pagellus erythrinus*, *Sympodus rostratus*, a uz stijene unutar livada posidonije i *Apogon imberbis*. Od 6 do 9 metara dubine razvijena je biocenoza obalnih detritusnih dna, gdje je pri dnu razvijena manja livada morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*. Od 9 do 16 metara dubine razvijena je biocenoza livada vrste *Posidonia oceanica* (Slika 5). Uz donje dijelove ove morske cvjetnice u zasjenjenim mjestima utvrđene su karakteristične vrste crvenih alga *Jania rubens* i *Laurentia obtusa*. Od životinjskih vrsta u ovoj biocenozi česti su mnogočetinaši *Bispira marinae*, mahovnjaci *Electra posidoniae* i *Schizobrachiella sanguinea*. Uz rub livade posidonije utvrđeno je nekoliko kolonija kamenog koralja *Cladocora caespitosa* (Slika 6). Nakon biocenoze livada vrste *Posidonia oceanica* na 16 metara dubine nastavlja se biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Ova biocenoza je utvrđena i na mjestima unutar livada posidonije i većinom je prekrivena otpalim lišćem posidonije.



Slika 5. Biocenoza livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na profilu A1.

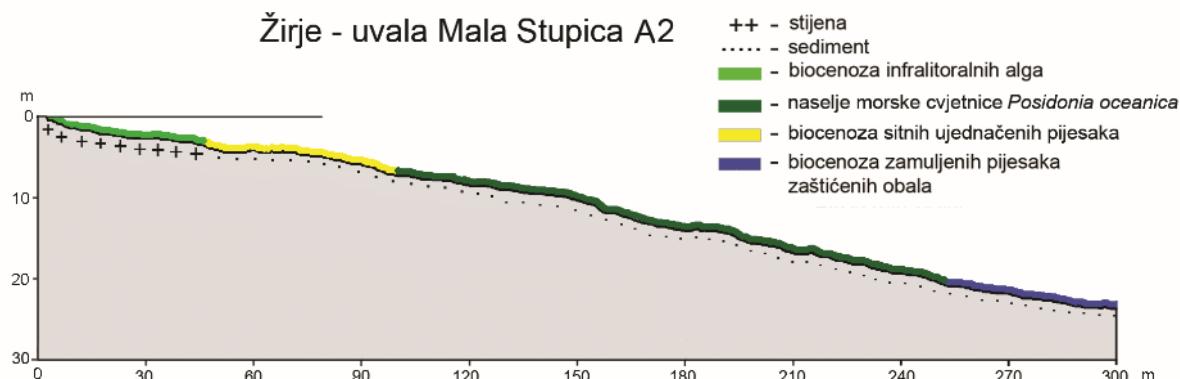


Slika 6. Kameni korali *Cladocora caespitosa* na profilu A1.

## Mala Stupica – profil A2

Na mediolitoralnoj stepenici česta je moruzgva *Actinia equina*, te priljepak *Patella rustica*. Od površine do 4 metra dubine razvijena je biocenoza infralitoralnih alga koja pada pod kutom od oko  $20^\circ$  (Slika 7). Između biocenoze fotofilnih alga na tvrdoj stjenovitoj podlozi utvrđena je i biocenoza sitnih ujednačenih pjesaka..

U biocenozi infralitoralnih alga prevladavaju zelene alge *Anadyomene stellata*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*, *Codium bursa*, *Dasycladus vermicularis*, te smeđe alge *Padina pavonica* i *Cystoseira barbata*. Od morske faune utvrđene su vrste poput spužve *Petrosia ficiformis*, obrubnjaka *Eudendrium racemosum*, kamenih koralja *Balanophyllia europaea* i *Cladocora caespitosa*, hobotnica *Octopus vulgaris*, puževa *Bittium reticulatum*, *Cerithium vulgatum* i *Conus mediterraneus*, mnogočetinaši *Serpula vermicularis* i *Protula tubularia*, te bodljikaši *Arbacia lixula* i *Holothuria tubulosa* (Slika 8). Česte su i ribe *Chromis chromis* i *Oblada melanura*. Invazivna vrsta *Caulerpa cylindracea* prisutna je duž cijelog istraživanog profila.



Slika 7. Profil Mala Stupica A2 s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

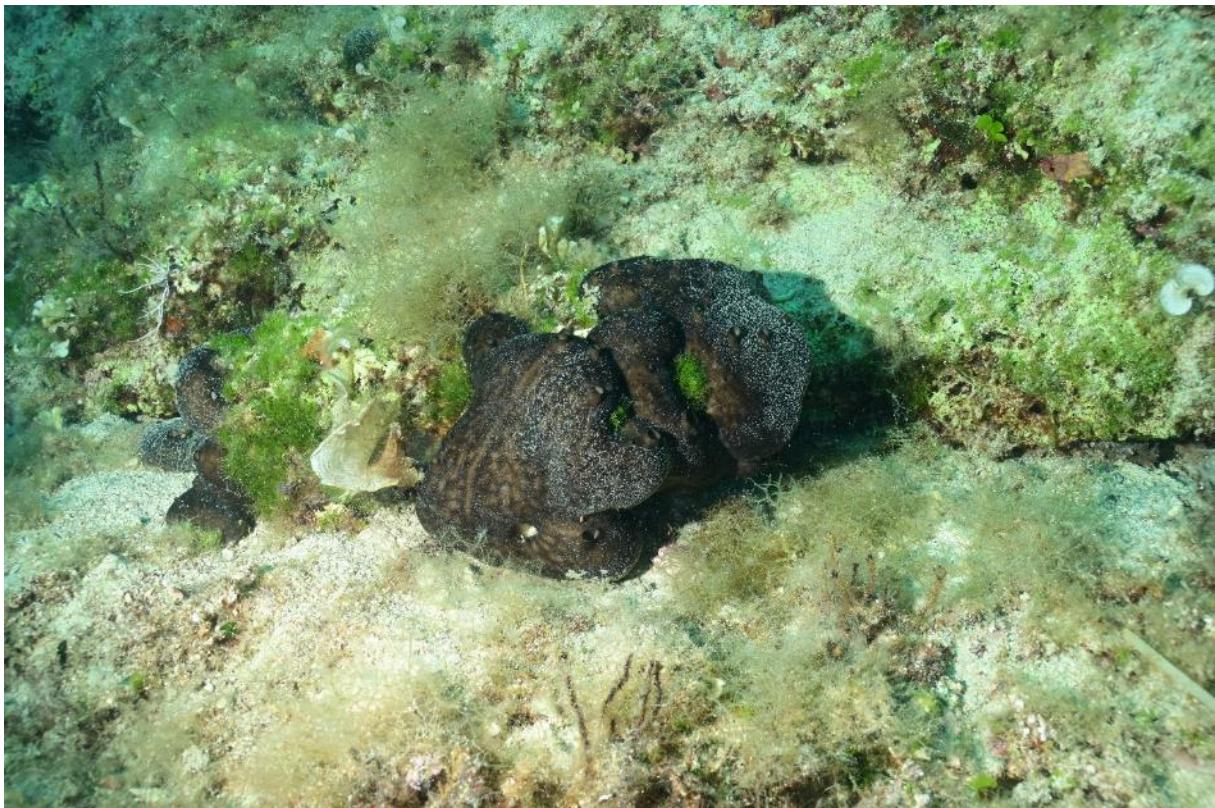
Između 4 i 8 metara dubine nalazi se biocenoza sitnih ujednačenih pjesaka. Od 7 metara dubine nastavlja se djelomično degradirana biocenoza livada vrste *Posidonia oceanica* (Slika 9). Mjestimično se unutar livada posidonije nalaze i veće stijene prekrivene fotofilnim algama, većinom zelenim algama *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna* i školjkaša *Ostrea edulis*, te mješićnice *Halocynthia papillosa* i *Microcosmus sabatieri*. Uz donje dijelove morske cvjetnice u zasjenjenim mjestima utvrđene su karakteristične vrste crvenih alga *Jania rubens* i *Peyssonnelia rubra*. Od životinjskih vrsta u ovoj biocenozi česte su moruzgve *Anemonia viridis* i *Cerianthus membranaceus*, spužva *Chondrosia reniformis*,



Slika 8. Hobotnica *Octopus vulgaris* na profilu A2.



Slika 9. Djelomično degradirana livada cvjetnice *Posidonia oceanica* na profilu A2.



Slika 10. Spužva *Chondrosia reniformis* na profilu A2.

mnogočetinaš *Bispira mariae*, mahovnjak *Schizobrachiella sanguinea*, te ribe *Sarpa salpa*, *Serranus cabrilla*, *Trachinus draco*, i *Pagellus erythrinus* (Slika 10). Unutar livada posidonije utvrđena je mjestimično i biocenoza zamuljenih pjesaka zaštićenih obala. Cijelo područje ove biocenoze pokriva otpalo lišće posidonije. Ispod sedimenta utvrđeno je korijenje posidonije, što pokazuje da je većina ovog područja (uvale) prije bilo prekriveno naseljem morske cvjetnice posidonije. Ovdje je česta vrsta trp *Holothuria tubulosa*, te zelene alge *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna*, te crvena alga *Vidalia volubilis*. Duž cijelog istraživanog dijela uočeno je mnogo krutog otpada bačenog u more s usidrenih brodova (Slika 11). Pojedine jedinke školjkaša *Arca noae* prekrivaju spužve *Crambe crambe* i *Spirastrella cunctatrix*.

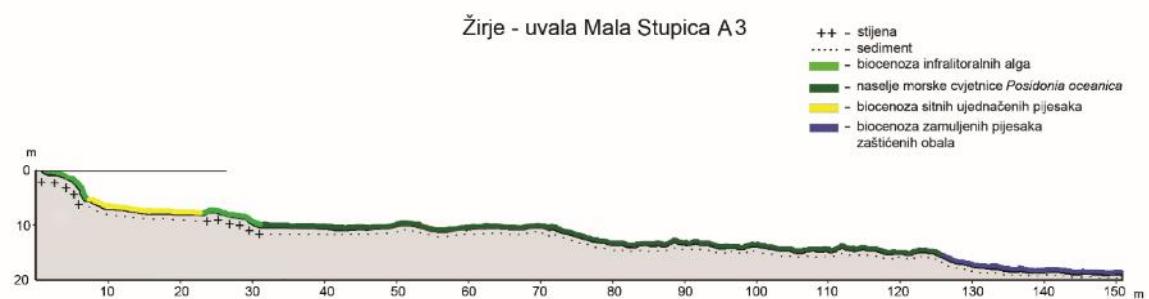
Nakon 18 metara dubine utvrđena je biocenoza zamuljenih pjesaka zaštićenih obala. Na muljevitom sedimentu česte su moruzgve *Phymanthus pulcher* i *Cereus pedunculatus*, te mnogočetinaš *Myxicola infundibulum*. Guste su i populacije plaštenjaka *Phallusia mammilata*, *P. fumigata* i *Microcosmus sabatieri*. Od riba česte su vrste *Serranus hepatus*, *Coris julis*, *Pagrus pagrus* i *Mullus surmuletus*.



Slika 11. Bačeni otpad na profilu A2.

### Mala Stupica – profil A3

Istraživani profil nalazi se Od srednjeg dijela prema kraju uvale (Slika 1). Na mediolitoralnoj stepenici česta je moruzgva *Actinia equina*, te priljepak *Patella rustica*. Od površine do 5 metara dubine razvijena je biocenoza infralitoralnih alga koja pada pod kutom od oko  $30^\circ$  (Slika 12). Između biocenoze fotofilnih alga na tvrdoj stjenovitoj podlozi utvrđena je i biocenoza sitnih ujednačenih pjesaka.



Slika 12. Profil Mala Stupica A3 s vertikalnim rasporedom razvijenih biocenoza.

U biocenozi infralitoralnih alga prevladavaju zelene alge *Anadyomene stellata*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*, *Codium bursa*, *C. vermicularis*, te smeđe alge *Padina pavonica* i *Cystoseira barbata*. Od morske faune utvrđene su vrste poput spužve *Calyx nicaeensis*, obrubnjaka *Eudendrium racemosum*, kamenih koralja *Balanophyllia europaea* i *Cladocora caespitosa*, puževa *Bittium reticulatum*, *Cerithium vulgatum* i *Conus mediterraneus*, mnogočetinaši *Hermodice carunculata*, *Serpula vermicularis* i *Protula tubularia*, te bodljikaši *Arbacia lixula* i *Holothuria tubulosa* (Slika 13 i 14). Česte su i ribe *Chromis chromis* i *Oblada melanura*. Utvrđena je i murina *Muraena helena* (Slika 15). Invazivna vrsta *Caulerpa cylindracea* prisutna je duž cijelog istraživanog profila.



Slika 13. Mnogočetinaš *Hermodice carunculata* na profilu A3.

Od 9 metara dubine nastavlja se biocenoza livade vrste *Posidonia oceanica*. Mjestimično se unutar livade posidonije nalaze i veće stijene prekrivene fotofilnim algama. Uz donje dijelove morske cvjetnice u zasjenjenim mjestima utvrđene su karakteristične vrste crvenih alga *Jania rubens* i *Peyssonnelia rubra*. Od životinjskih vrsta u ovoj biocenozi česte su moruzgve *Anemonia viridis* i *Cerianthus membranaceus*, mnogočetinaš *Bispira mariae*, mahovnjaci *Electra posidoniae* i *Schizobrachiella sanguinea*, te ribe *Sarpa salpa* i *Pagellus erythrinus*. Unutar livade posidonije utvrđene su biocenoza obalnih detritusnih dna i biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Većinu područja ovih dviju biocenoza pokriva otpalo



Slika 14. Spužva *Calyx nicaeensis* na profilu A3.



Slika 15. Murina *Muraena helena* na profilu A3.

lišće posidonije. Ispod sedimenta utvrđeno je korijenje posidonije, što pokazuje da je cijelo ovo područje (uvala) prije bilo prekriveno livadom posidonije. Ovdje je česta vrsta trp *Holothuria tubulosa*, te zelene alge *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna* (na pojedinačnom većim stijenama unutar biocenoze obalnih detritusnih dna), te crvena alga *Vidalia volubilis*. Neke dijelove uz posidoniju prekriva i lijepo razvijeni „maerl“ (crvena alga *Lithothamnion coralliodies*). Utvrđen je i obraštaj na konopima koji učvršćuju bove sidrišta. Konop većinom obraštaju alge i morska fauna poput školjkaša *Mytilus galloprovincialis* i posebno veće populacije *Ostrea edulis*, te mahovnjaka *Schizobrachiella sanguinea*.

## Životne zajednice na istraživanim područjima

Na istraživanim profilima razvijene su sljedeće životne zajednice:

|   | <b>Kod po: NKS</b> | <b>Natura 2000</b> |
|---|--------------------|--------------------|
| 1. Biocenoza supralitoralnih stijena                | F.4.2.1.           | <b>1170</b>        |
| 2. Biocenoza gornjih stijena mediolitorala          | G.2.4.1.           | <b>1170</b>        |
| 3. Biocenoza donjih stijena mediolitorala           | G.2.4.2.           | <b>1170</b>        |
| 4. Biocenoza livada vrste <i>Posidonia oceanica</i> | G.3.5.1.**         | <b>1120*</b>       |
| 5. Biocenoza infralitoralnih alga                   | G.3.6.1.**         | <b>1170</b>        |
| 6. Biocenoza sitnih ujednačenih pijesaka            | G.3.2.2.           | <b>1110</b>        |
| 7. Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala   | G.3.2.3.           | <b>1160</b>        |

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

\*\* - ugrožen i/ili rijetki stanišni tip koji zahtjeva posebne mjere zaštite prema Pravilniku Narodne novine 07/2006 (NKS - Nacionalna klasifikacija staništa NN 07/2006)

## Metode rada

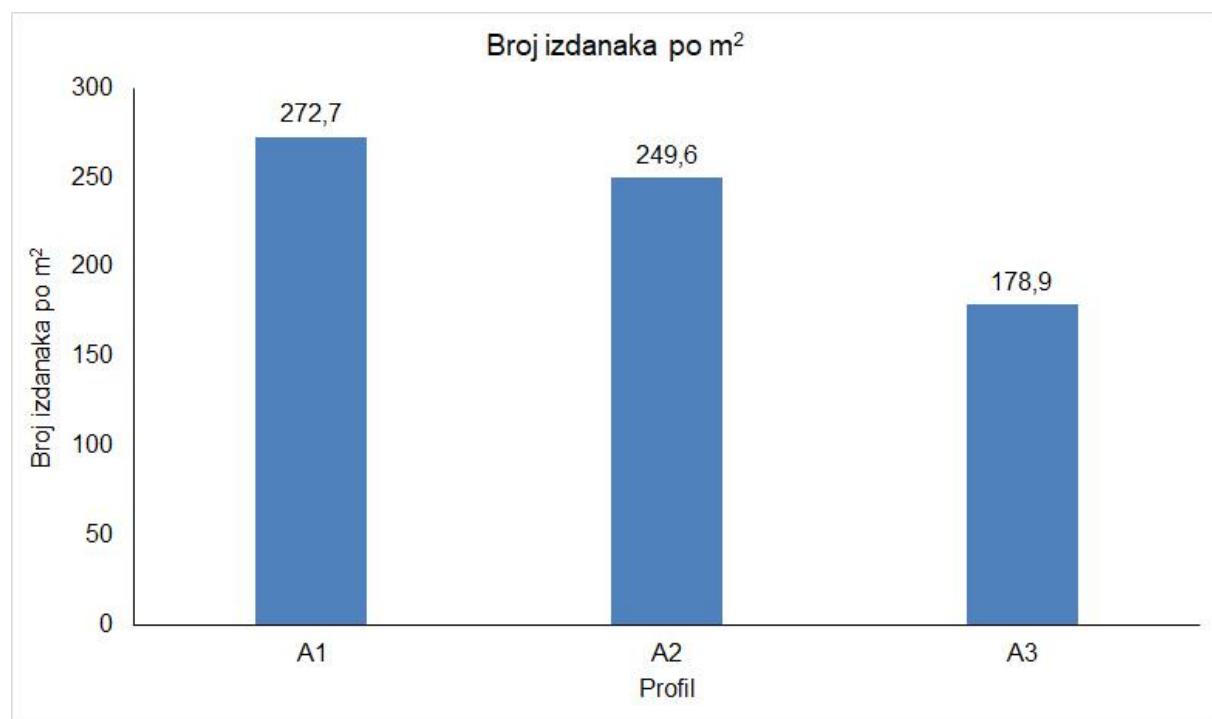
Ronioci - biolozi radili su autonomnom ronilačkom opremom. Gustoća livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (broj izdanaka po m<sup>2</sup>) procijenjena je na svakom profilu koristeći kvadratni okvir dimenzija 50 x 50 cm s minimum devet (3x3) ponavljanja na svakom profilu. Kvadrati su nasumično postavljeni na livadama na srednjim dubinama rasprostranjenosti naselja (10-15 metara dubine), te su unutar svakog kvadrata izbrojani izdanci i broj, te dužina listova. Livade su svrstane u jednu od kategorija koje su predložili Pergent i sur. (1995). Širina listova izmjerena je pomoću pomične mjerke.

## Morfometrijska analiza livada morskih cvjetnica

Morskoj cvjetnici *Posidonia oceanica* odgovaraju klimatski uvjeti na infralitoralnoj stepenici gdje su umjerene amplitude temperature i saliniteta, a povoljna hidrodinamika osigurava izmjenu i čistoću mora. Takve livade su velike gustoće izdanaka, sa vrlo malo obraštaja i dugih uspravnih listova. Uz određeni stupanj onečišćenja mora livade su prorijeđene, a na listovima nalazimo obraštaj.

### Broj izdanaka

Vrijednosti prosječnog broja izdanaka po  $m^2$  bile su 272,7 izdanaka na profilu A1, 249,6 izdanaka na profilu A2 i 178,9 izdanaka na profilu A3 (Slika 16). Prema Pergent i sur. (1995) livade morske cvjetnice na profilima A1 i A2 pripadaju srednje gustim livadama, dok livada na profilu A3 pripada livadama vrlo rijetke gustoće.



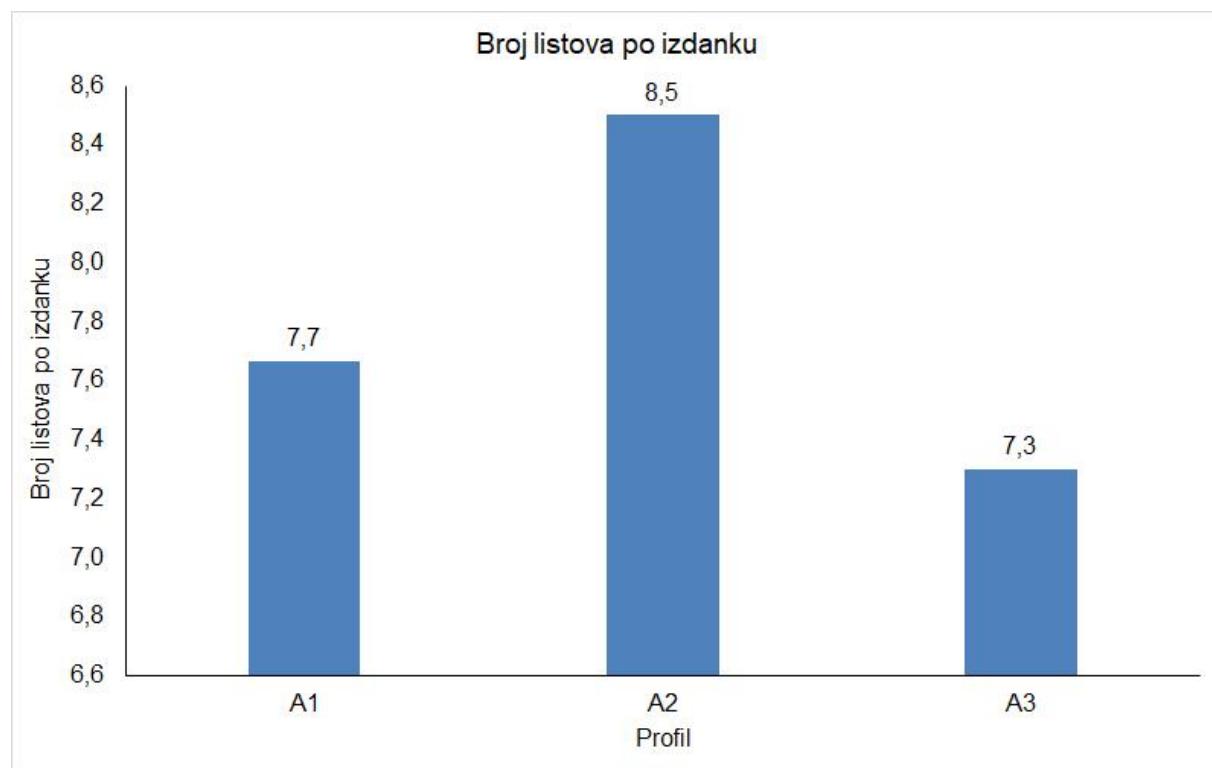
Slika 16. Broj izdanaka po  $m^2$  na istraživanim profilima.

Nije utvrđena veća eutrofikacija uvale. Eutrofikacija, kao negativni antropogeni utjecaj smanjenja rasprostranjenosti livada morske cvjetnice *P. oceanica*, velik je problem infralitoralnog područja u Jadranskom moru. Poznato je da minimalni unos anorganskog fosfora u more drastično utječe na fitoplankton i alge (Maldonado i sur., 2005). Otpušteni nutrijenti pojačava rast biljnih epifita koji reduciraju svjetlost potrebnu morskim cvjetnicama.

Razlog cvjetanja mora i rasta algi na listovima posidonije utvrđenih na nekoliko mesta unutar istraživanih profila može biti od donesenog organskog otpada izvan uvale ili kratkotrajnog zagađenja mora od strane vezanih brodica, kojih je u vrijeme istraživanja bilo mnogo. Utjecaj naselja vrlo varira i najčešće ovisi o lokalnom hidrodinamizmu i godišnjem dobu. Gustoća ili brojnost izdanaka posidonije također ovisi o dubini, te gustoća opada od plićih prema dubljim dijelovima mora (Pergent i sur., 1995).

### **Broj listova po izdanku**

Najveći prosječan broj listova po izdanku utvrđen je na profilu A2 (8,5 listova po izdanku) (Slika 18). Na profilu A1 prosjek je 7,7 listova po izdanku, a na profilu A3 7,3 lista po izdanku. Brojnost listova ne daje direktni prikaz stanja pojedine livade, već samo fertilnost pojedinog izdanka (Bellan-Santini i sur., 1994). Veći broj listova moguće je pronaći i kod naselja koja su ugrožena organskom opterećenjem (kanalizacija, turizam) (Marbà i Duarte, 1997). Broj listova na istraživanim profilima uglavnom je konstantan i ne mijenja se niti promjenom dubine (Slika 19). Prosječan broj listova koji godišnje izrastu iz rizoma može biti



Slika 17. Broj listova po izdanku na istraživanim profilima.

vrlo stalan i jednoličan na pojedinim livadama, dok na drugim livadama mogu postojati velike

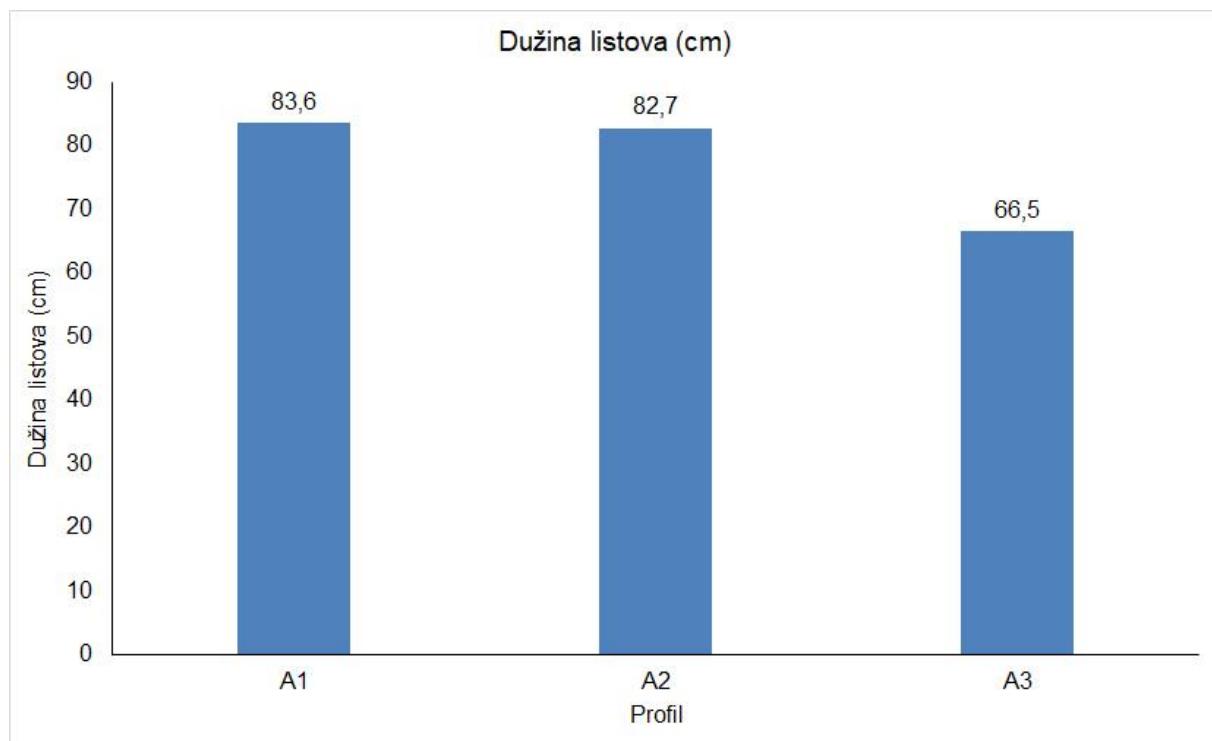
varijacije (Hemminga i Duarte, 2000). Iako nije znanstveno dokazano, moguće je da povišeno organsko opterećenje okoliša smanjuje rast i brojnost listova na izdancima posidonije.



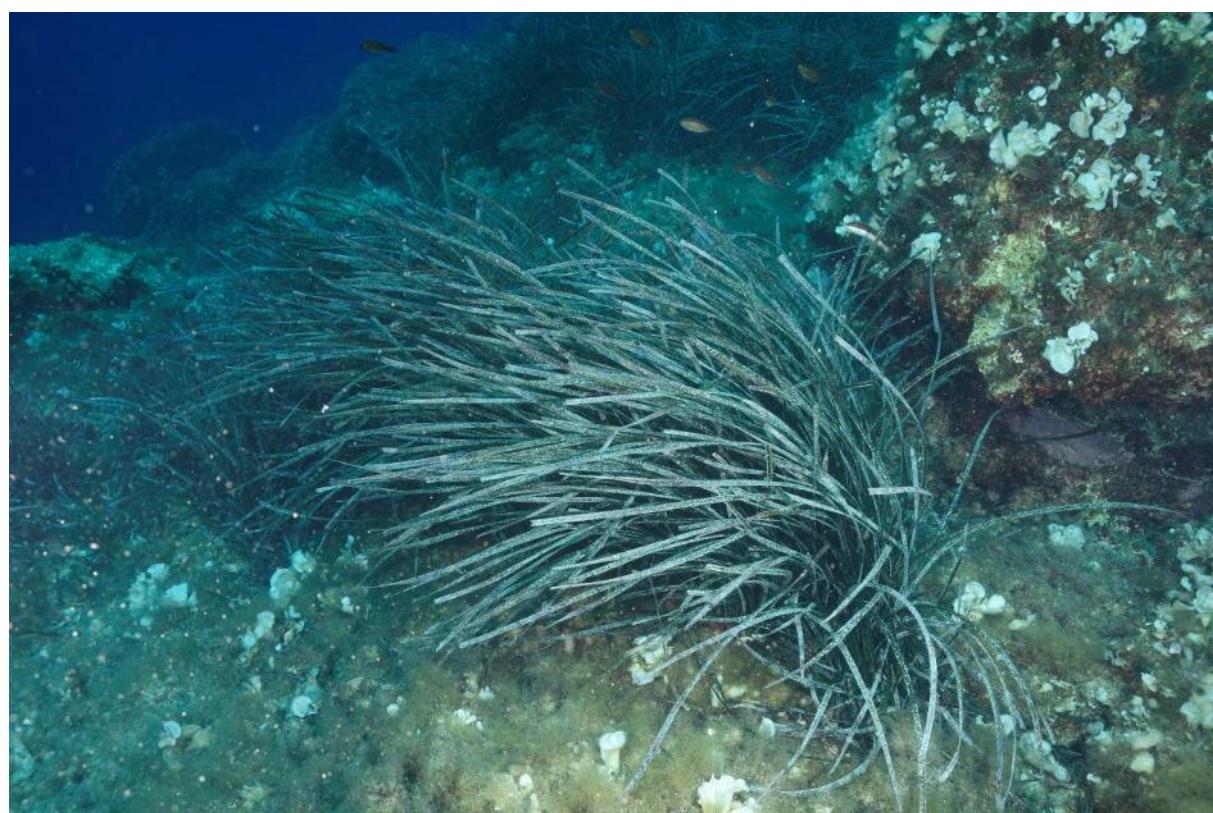
Slika 18. Gusta livada posidonije na profilu A1.

### Dužina listova

Najveća dužina listova izmjerena je na profilima A1 (83,6 cm) i A2 (82,7 cm). Na profilu A3 izmjerena je prosjek od 66,5 cm (Slike 19 i 20). Određivanje starosti listova (ako su jednake dužine) je vrlo jednostavno. Mlađi listovi su ograđeni starijim listovima (Hemminga i Duarte, 2000). Stoga su stariji listovi gotovo uvijek duži od mlađih listova. Duži listovi znače i to da je livada ili cijelo naselje živjelo u stabilnim i ekološki čistim uvjetima. Ovakav primjer postoji i kod istraživanih profila u istraživanoj uvali. Na svim istraživanim profilima najveću opasnost predstavlja sidrišta brodova, jer je u ljetnim mjesecima uvala puna turističkih brodova i jedrilica.



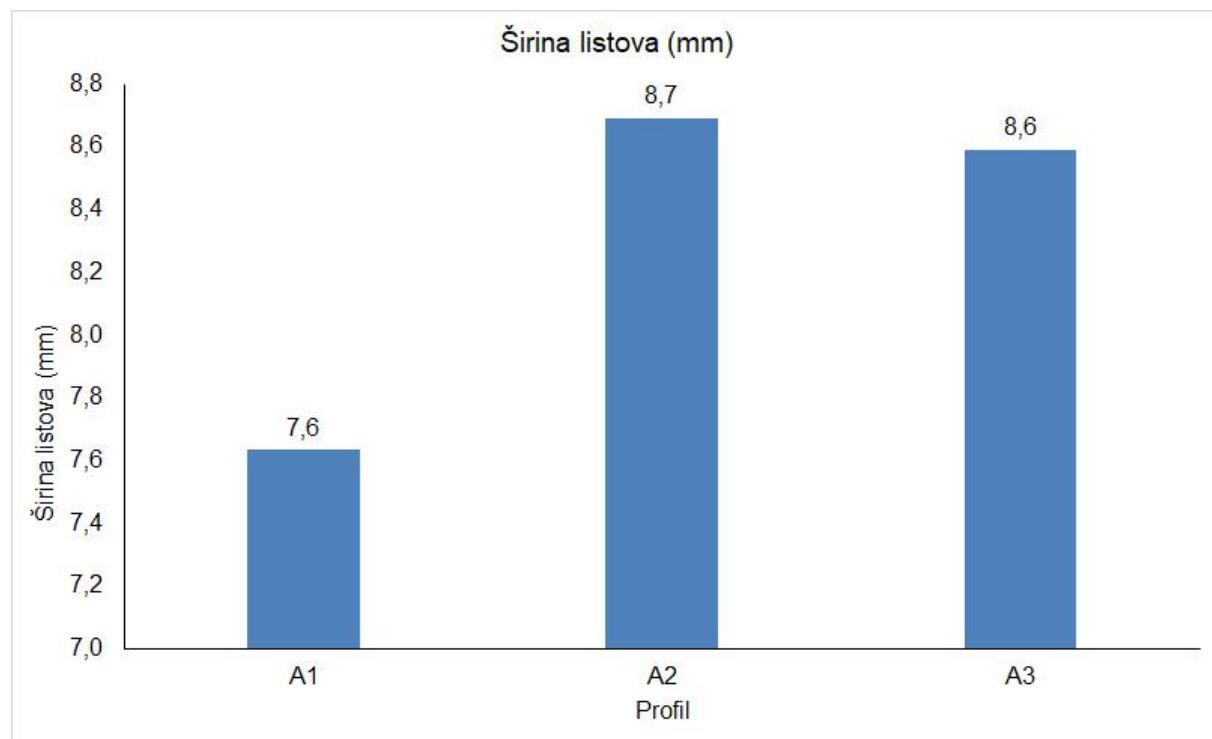
Slika 19. Dužina listova (u cm) na istraživanim profilima.



Slika 20. Dugački listovi posidonije na profilu A2.

## Širina listova

Najveća prosječna širina listova izmjerena je na profilima Srednja A2 (8,7 mm) i A3 (8,6 mm), dok je na profilu A1 prosječna širina 7,6 mm (Slika 21).



Slika 21. Širina listova (u mm) na istraživanim profilima.

Širina listova, poput dužine listova, ima veliku ulogu u određivanju primarne proizvodnje kod morskih cvjetnica, jer se njima mjeri takozvani, indeks površine lista. Indeks površine lista najčešće se povećava s povećanjem dubine, što je logičan slijed metabolizma livada koje s većom dubinom povećavaju površinu listova zbog fotosinteze. S obzirom da se u ovom istraživanju svi profili uglavnom nalaze na jednakim dubinama, razlike u širini listova mogu se objasniti samo ekološkim uvjetima na istraživanim profilima (količina svjetlosti vezana uz prozirnost mora).

Biomasa epifitskih algi najveća je na profilu A3 (32,1 mg suhe težine/izdanak), a najmanja na profilu A2 (24,6 mg suhe težine/izdanak) koji je bliže otvorenom moru, te su veća strujanja mora u tom dijelu uvale.

## **Stanje životnih zajednica u uvali Mala Stupica (otok Žirje)**

Na istraživanim profilima u uvali Mala Stupica utvrđene su karakteristične biocenoze i morske vrste za uvale srednjeg Jadrana. Duž svih istraživanih postaja prilikom ronilačkog pregleda primijećen je antropogeni utjecaj na morsko dno u vidu odbačenog krutog otpada s usidrenih brodova. To su uglavnom razni metalni (šipke, okviri, limenke), te stakleni i plastični predmeti (boce, posuđe). Primijećeno je i nekoliko automobilskih i kamionskih guma. Na većinu tih odbačenih predmeta naselili su se sesilni organizmi. I dalje se brodovi sidre sidrima unutar posidonije (kao što je utvrđeno i prije tri godine tijekom monitoringa), iako postoje sidrišta koja ne utječu negativno na morskou cvjetnicu (Slika 16). Unutar livada posidonije uočeni su mnogobrojni tragovi sidra (linije uništene livade morske cvjetnice), najviše u srednjem i unutarnjem dijelu uvale.



Slika 16. Držači konopa za sidrenje unutar morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na profilu A3.

Veći dio listova morske cvjetnice *Posidonia oceanica* prekriveni su obraštajem, koji je karakterističan za livade u uvalama. Jedan dio livade u srednjem dijelu prekriven je cvjetanjem alga (Slika 21). Razloga za cvjetanjem alga unutar livade može biti više, od povišene temperature mora do unosa organske tvari kroz antropogeni utjecaj. S obzirom da

nema kanalizacijskih ispusta u blizini, niti manjih ili većih naselja, suvišak hranjivih soli vjerojatno dolazi iz muljevitog sedimenta u srednjem dijelu livade koji je pokriven lišćem posidonije u raspadanju (Slika 17). Gustoća izdanaka posidonije na profilima A1 i A2 pripadaju srednje gustim livadama, dok livada na profilu A3 pripada livadama vrlo rijetke gustoće prema Pergent i sur. (1995). U usporedbi sa monitoringom posidonije u uvali Mala Stupica prije tri godine to je manji pad u kvaliteti livade, ali ne mora značiti da je to stvarni pad zbog načina uzorkovanja kvadratima (metoda slučajnog uzorkovanja na istim dubinama). Oštećenja livada utvrđena su na srednjem i vanjskom dijelu uvale, kao i tijekom istraživanja prije tri godine. Nema novih vidljivih oštećenja livada morske cvjetnice u uvali Mala Stupica, osim od ilegalnog sidrenja. Na dubini između 6 i 12 metara i dalje su prisutni samo ostaci listova posidonije (Slika 23). Otrgnuti listovi posidonije nalaze se dublje u biocenozi zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Prilikom istraživanja prije tri godine tek je oko 10% jedinki unutar populacije periski *Pinna nobilis* uginulo. Tijekom ovogodišnjeg istraživanja, na žalost, nije utvrđena niti jedna živa periska (Slika 18). Situacija unutar uvale Mala Stupica vezano uz periske je trenutna situacija sa periskama u cijelom Sredozemnom moru, gdje je periska ugrožena bakterijskom bolešću i parazitima, te joj prijeti izumiranje. Cijelo dno uvale Mala Stupica je naseljeno invazivnom zelenom algom *Caulerpa cylindracea* (Slika 19). Unutarnji dio uvale prekriven je relativno rijetkim naseljima alge *Caulerpa* na područjima gdje nema morske cvjetnice *P. oceanica*. Alga prekriva kamenito i pješčano dno,



Slika 17. Ronioc fotografira rub livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na profilu A2.



Slika 18. Uginula plemenita periska *Pinna nobilis* unutar livade morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* na profilu A3.



Slika 19. Alga *Caulerpa cylindracea* na profilu A3.



Slika 20. Cvjetanje alga na profilu A1.



Slika 21. Cvjetanje alga na listovima posidonijena profilu A2.



Slika 22. Livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na profilu A1.



Slika 23. Listovi morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na profilu A2.

ali i krupni šljunak. Unutar livada morske cvjetnice *P. oceanica* nema alge, veća samo na pjeskovitom dnu oko posidonije, te između listova morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* koja tvori rijetke livade sa mnogo međuprostora.

Na manjim područjima alga je vrlo gusta i tvori „tepih“ ispod kojeg sesilne vrste poput spužava i koralja ugibaju. Alga *Caulerpa cylindracea* nalazi se i na dijelovima na sedimentu gdje je posidonija uništena (Slika 23). Iako je povećala površinu i gustoću od istraživanja prije tri godine, stanje sa ovom invazivnom algom uvali Mala Stupica na otoku Žirje ne odudara od ostalih područja istočnog Jadrana, s obzirom da se ova alga naselila gotovo svugdje.

Stanje sa livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica* nije se značajno promijenilo od prošlog monitoringa. Nisu utvrđena novija mehanička oštećenja livada, osim od sidrenja brodova. Pojačano je cvjetanje mora u uvali, iako je ovakvo cvjetanje mora prisutno duž cijele istočne obale Jadrana. Tužna novost je da više nema živih plemenitih periski *Pinna nobilis*, čija velika smrtnost je prisutna u cijelom Sredozemnom moru. Velik pritisak na livade posidonije predstavlja i sidrište brodova zbog onečišćenja i zagađenja mora.

### **Preporuke za zaštitu posidonije unutar istraživanih područja**

Na svim istraživanim profilima utvrđen je utjecaj nautičkog turizma (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). Na svim istraživanim profilima problem dolazi od onečišćenja mora s turističkih brodova, te od ribolova, jer je utvrđen veliki broj ostavljenog ribolovnog alata. Najveći problem su ostavljene vrše, mreže i konopi (IUCN stupanj ugroženosti - DT 5.4).

Biocenoza infralitoralnih alga i biocenoze livada morskih cvjetnica su najugroženija područja što se tiče turizma, najviše zbog velike biološke raznolikosti. Aktivnosti poput ronjenja mogu imati pogubne posljedice na podvodnu faunu beskralješnjaka. Česta su oštećenja morskih cvjetnica, koralja i mahovnjaka na turističkim lokacijama zbog nesavjesnog ronjenja, kao i nedozvoljeno sakupljanje tih organizama kao suvenira.

Posebna pozornost ovog monitoringa usmjerena na ugrožene i zaštićene vrste. Na žalost, prilikom istraživanja livada posidonije nije utvrđena niti jedna živa periska. Za bolju zaštitu istraživanih postaja predlaže se i bolja informiranost turista i ronilaca (posebno onih na dah) o zaštiti podmorja.

Sidrenje brodova često ima vrlo negativne posljedice na zajednice u moru. Sidrima i lancima uništavaju se krhki, sjedilački organizmi unutar biocenoza morskih cvjetnica (prvenstveno periska *Pinna nobilis*), te biocenoze infralitoralnih alga. Područja u kojem su česta sidrenja brodova sporo se oporavljaju ili oporavak izostaje.

Jednogodišnja uzastopna istraživanja pokrovnosti i gustoće izdanaka livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* isprobana je i prihvaćena metoda za određivanje statusa posidonije i njenog mogućeg propadanja (smanjenje gustoće). Postavljenje trajnih kvadrata (koji se kontroliraju jednom godišnje) unutar livada posidonije pokazuje dobre rezultate kod istraživanja ugroženih livada posidonije. Degradacije livada posidonije se najčešće otkriju prekasno i djelovanje na suzbijanju uzroka često ne daje dobre rezultate. Idealno bi bilo predvidjeti negativne utjecaje monitoringom, prije nego dođe do degradacije livada.

### Monitoring

Gustoća izdanaka (broj izdanaka po  $m^2$ ) je prvi korak u monitoringu, s obzirom da je gustoća izdanaka povezana sa dubinom i mogućim antropogenim utjecajima (onečišćenje, sedimentacija...). Kvadrati ( $50 \times 50$  cm) se u pravilu koriste u triplikatima (minimum tri kvadrata po tri dubine) i izračunava se prosjek broja izdanaka po  $m^2$ . Kvadrati se nasumično biraju unutar livade i označavaju se metalnom šipkom (krom-molibden) dužine 1 metar zabodenom u sediment i označenom crvenom zastavicom. Šipka služi za budući monitoring na istom mjestu. Šipke sa zastavicom također koristimo za označavanje gornjeg i donjeg dijela livade, zbog monitoringa moguće regresije livade posidonije. Svako označeno mjesto fotografira se zbog buduće usporedbe. Istraživana livada posidonije (vrijednosti gustoće izdanaka) kategorizira se prema tablicama o statusu livada prema Pergent i sur. (1995). Za određivanje biometrijskih vrijednosti livade i listova, deset izdanaka posidonije sakupi se na istraživanom području u ljetnim mjesecima. Mjeri se širina i dužina listova, broj listova po izdanku, površina listova po izdanku ( $cm^2$  po izdanku) i indeks površine lista ( $m^2$  po  $m^2$ ). Također se određuje pokrovnost na listovima (izražena u postotku površine lista) ovisno o skupinama alga (Rhodophyceae, Fucophyceae i Chlorophyceae). Za svaku livadu posidonije monitoring program bi se trebao primjenjivati jednom u dvije godine.

## Korištena literatura

- Antolić, B., 1986b. Epifitska flora na rizomima morske cvjetnjače *Posidonia oceanica* (L.) Delile na području Dubrovnika, južni Jadran, Biosistematička, 12 (1): 1-14
- Bellan-Santini, D., Lacaze, J.C. & Poizat, C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle Publications, Paris.
- Boudouresque, C.F., 2003. The erosion of Mediterranean biodiversity. In The Mediterranean Sea: an Overview of Its Present State and Plans for Future Protection. (ed. C. Rodríguez-Prieto et al.), pp. 53-112. Servei de Publicacions de la Universitat de Girona, Girona.
- Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Ballesteros, E., Ben Maiz, N., Boisset, F., Cinelli, F., Cirik, S., Cormaci, M., Jeudy De Grissac, A., Laboret, 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. UNEP/IUCN/GIS Posidonie. MAP Technical Report Series No 43. UNEP, Athens, 250 pp.
- Cancemi, G., De Falco, G. & Pergent, G., 2003. Effects of organic matter input from a fish farming facility on a *Posidonia oceanica* meadow. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 56, 961-968.
- Delgado, O., Grau, A., Pou, S., Riera, F., Massuti, C., Zabala, M. & Ballesteros, E., 1997. Seagrass regression caused by fish cultures in Fornells Bay (Menorca, Western Mediterranean). Oceanologica Acta, 20, 557-563.
- Delgado, O., Ruiz, J. Pérez, M., Romero, J. & Ballesteros, E., 1999. Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. Oceanologica Acta, 22, 109-117.
- Hemminga, M.A. & Duarte, C., 2000. Seagrass ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Marbà, N. & Duarte, M.C., 1997. Interannual changes in seagrass (*Posidonia oceanica*) growth and environmental change in the Mediterranean littoral zone. Limnology and Oceanography, 42, 800-810.
- Pergent, G., Mendez, S., Pergent-Martini, C. & Pasqualini, V., 1999. Preliminary data on the impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean. Oceanologica Acta, 22 (1), 95-107.
- Pergent, G., Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Skoufas, G., Sourbes, L., Tsirika, A., 2003. Caractérisation des herbiers à *Posidonia oceanica* dans le Parc Marin National de Zakynthos (Grèce). Contrat Centre d' Activité Régionale pour les Aires Spécialement Protégées et Seagrass 2000, 54 pp.
- Pergent, G., Pergent-Martini, C. & Boudouresque, C., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: Etat des connaissances. Mésogée, 54, 3-29.
- Ruiz, J.M., Pérez, M. & Romero, J., 2001. Effects of fish farm loadings on seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth and photosynthesis. Marine Pollution Bulletin, 42, 749-760.

## Prilozi

Prilog 1. Broj izdanaka po m<sup>2</sup> (gustoća izdanaka prema Pergent i sur., 1995).

|                           |           | Sr. Vrijednost | Std.Dev. | Minimum | Maksimum | Gustoća izdanaka       |
|---------------------------|-----------|----------------|----------|---------|----------|------------------------|
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A1</b> | 272,7          | 27,3     | 126     | 382      | srednje guste          |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A2</b> | 249,6          | 21,7     | 117     | 324      | srednje guste          |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A3</b> | 178,9          | 31,9     | 91      | 227      | livade rijetke gustoće |

Prilog 2. Broj listova po izdanku

|                           |           | Sr. Vrijednost | Std.Dev. | Minimum | Maksimum |
|---------------------------|-----------|----------------|----------|---------|----------|
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A1</b> | 7,7            | 0,9      | 6       | 9        |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A2</b> | 8,5            | 1,3      | 5       | 8        |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A3</b> | 7,3            | 1,2      | 6       | 8        |

Prilog 3. Dužina listova izdanaka (cm)

|                           |           | Sr. Vrijednost | Std.Dev. | Minimum | Maksimum |
|---------------------------|-----------|----------------|----------|---------|----------|
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A1</b> | 83,6           | 7,9      | 46,2    | 117,8    |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A2</b> | 82,7           | 12,3     | 77,5    | 119,3    |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A3</b> | 66,5           | 7,9      | 37,3    | 98,7     |

Prilog 4. Širina listova (mm)

|                           |           | Sr. Vrijednost | Std.Dev. | Minimum | Maksimum |
|---------------------------|-----------|----------------|----------|---------|----------|
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A1</b> | 7,6            | 0,7      | 6,3     | 8,9      |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A2</b> | 8,7            | 1,3      | 8,2     | 9,1      |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A3</b> | 8,6            | 1,6      | 8,3     | 8,8      |

Prilog 5. Biomasa epifitskih algi (mg suhe težine/izdanak)

|                           |           | Sr. Vrijednost | Std.Dev. | Minimum | Maksimum |
|---------------------------|-----------|----------------|----------|---------|----------|
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A1</b> | 27,5           | 6,6      | 18,6    | 33,1     |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A2</b> | 24,6           | 7,5      | 19,3    | 34,5     |
| <b>Uvala Mala Stupica</b> | <b>A3</b> | 32,1           | 6,3      | 26,8    | 39,1     |