Raznolikost faune u livadama morske cvjetnice Posidonia oceanica (L.) Delile na području rta Kamenjak (Istra)

Žunec, Ante

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:505674

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Ante Žunec

Diplomski rad

RAZNOLIKOST FAUNE U LIVADAMA MORSKE CVJETNICE *Posidonia oceanica* (L.) Delile NA PODRUČJU RTA KAMENJAK

Zagreb, 2015.

Ovaj rad, izrađen na Zoologijskog zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Petra Kružića, predan je na ocjenu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja dipl. ing. biologije, smjer ekologija i zaštita prirode, modul more.

ZAHVALE

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Petru Kružiću na stručnom vodstvu i suradnji, te na sakupljenim uzorcima i ustupljenim fotografijama. Hvala na trudu.
Veliko hvala zaposlenicima javne ustanove Kamenjak, te mojim kolegama, što su uvijek bili tu kada je bilo potrebno i učinili svaki dan posebnim.
Na posljetku, zahvaljujem se najvažnijem osloncu, svojoj obitelji i prijateljima na beskonačnom strpljenju, ljubavi i pruženoj podršci.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek Diplomski rad

Raznolikost faune u livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (L.) Delile na području rta Kamenjak

Ante Žunec
Rooseveltov trg 6, Zagreb, Hrvatska

U Jadranu, biocenoza *Posidonia oceanica* predstavlja jedan od najvažnijih ekosustava, tj. klimaks biocenoza morskih cvjetnica. Dobar je indikator kvalitete morske vode i vrlo je osjetljiva na antropogene utjecaje. U Javnoj ustanovi Kamenjak autonomnim ronjenjem utvrđene su gustoće livada i u njima prisutne vrste faune na 8 postaja, sa ciljem utvrđivanja stanja i smjernica za daljnje upravljanje. Najveća gustoća livade i najveća bioraznolikost utvrđena je na postaji Porer, zatim Fenoliga i Školjić, a najmanja na Portić i Polje. U livadama posidonije ukupno je utvrđeno 2 vrste spužvi, 14 vrsta žarnjaka (6 koralja, 7 obrubnjaka i 1 režnjak), 1 vrsta vrpčara, 1 vrsta štrljcaljca, 31 vrsta mekušaca (16 školjkaša, 13 puževa i 2 glavonošca), 13 vrsta mnogočetinaša, 9 vrsta rakova, 9 vrsta mahovnjaka, 6 vrsta plaštenjaka i 26 vrsta riba. Najčešće vrste su *Symphodus rostratus*, *Spirorbis sp*., *Halecium halecinum*, *Actinia equina*, *Calpensia nobilis*, *Bittium reticulatum*, *Cladocora caespitosa* koje su zabilježene na svim postajama. S obzirom na faunu, najveći su indeks sličnosti imale postaje Šekovac i Fenoliga, dok su najmanji indeks sličnosti imale postaje Školjić i Polje.

(47 stranica, 24 slike, 2 tablice, 34 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: posidonija, fauna, Javna ustanova Kamenjak

Voditelj: Dr. sc. Petar Kružić, doc.

Ocjenitelji: doc.dr.sc. Duje Lisičić
izv.prof.dr.sc. Antun Alegro

Rad prihvaćen: 2.7.2015.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Graduation Thesis

Ante Žunec
Rooseveltov trg 6, Zagreb, Croatia

The diversity of fauna in *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows in the area cape Kamenjak

In the Adriatic Sea, biocenosis of *Posidonia oceanica* beds represents one of the most important ecosystems, the climax of seagrass biocenosis. It represents a good indicator of the seawater quality, being strongly sensitive to human perturbations. In the public facility Kamenjak, density of the meadows was measured on 8 stations by diving with autonomic diving equipment, with the goal of defining the condition of *Posidonia oceanica* meadows and guidelines for managing the facility. Fauna species present in the *Posidonia oceanica* meadows were determined and listed. In total 16 species of algae, 2 species of sponges, 14 species of cnidarians (6 anthozoans, 7 hydrozoans and 1 scyphozoan), 1 ribbon worm, 1 sipunculid, 31 species of molluscs (16 bivalves, 13 gastropods and 2 cephalopods), 13 species of polychaetes, 9 species of crustaceans, 9 species of bryozoans, 6 species of tunicates and 26 fish species were determined. The highest biodiversity and density of *P. oceanica* was at the station Porer, Fenoliga and Školjić, and the lowest density was on the Portić station. The most common species were *Symphodus rostratus*, *Spirorbis sp*., *Halecium halecinum*, *Actinia equina*, *Calpensia nobilis*, *Bittium reticulatum*, *Cladocora caespitosa* which were present at all stations. Regarding the fauna species, the highest similarity index was between stations Šekovac and Fenoliga and the lowest was between Školjić and Polje.

(47 pages, 24 figures, 2 tables, 34 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in Central Biological Library

Key words: *Posidonia oceanica*, fauna, Public facility Kamenjak

Supervisor: Dr. Petar Kružić, Asst. Prof.

Reviewers: doc.dr.sc. Duje Lisičić

izv.prof.dr.sc. Antun Alegro

Thesis accepted: 2.7.2015.

SADRŽAJ:

1
1.UVOD 6
1. 1. JAVNA USTANOVA KAMENJAK 6
1.2. BIOLOGIJA MORSKE CVJETNICE POSIDONIA OCEANICA 8
1.2.1. OPĆA OBILJEŽJA 8
1.2.2. MORFOLOGIJA MORSKE CVJETNICE POSIDONIA OCEANICA 9
1.2.3. RAZMNOŽAVANJE 10
1.2.4. STANIŠTE 11
1.2.5. EKOLOGIJA 12
..... 13
1.3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA 13
2. MATERIJALI I METODE 14
2.1. SAKUPLJANJE UZORAKA I MJERENJA 14
2.2. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA 14
3. REZULTATI 15
3. 1. ISTRAŽIVANE POSTAJE 15
3. 1. 1. UVALA PORTIĆ 16
3. 1. 2. UVALA DEBELJAK 17
3. 1. 3. UVALA POLJE 19
3. 1. 5. UVALA ŠKOKOVICA 21
3. 1. 6. OTOČIĆ ŠEKOVAC 22
3. 1. 7. OTOČIĆ FENOLIGA 24
3. 1. 8. OTOČIĆ PORER 25
3. 2. MORSKA CVJETNICA POSIDONIA OCEANICA NA ISTRAŽIVANIM POSTAJAMA 28
3.3. NAJČEŠĆE VRSTE MORSKE FAUNE PO ISTRAŽIVANIM POSTAJAMA 30
4. RASPRAVA 33
4.1. LIVADE POSIDONIJE KAO STANIŠTE FAUNE 33
4.2. STANJE ŽIVOTNIH ZAJEDNICA NA ISTRAŽIVANIM POSTAJAMA 35
4.3. UGROŽENOSTI POSTAJA I NJEN UTJECAJ NA FAUNU 39
5. ZAKLJUČCI 39
6. KORIŠTENA LITERATURA 40

1.UVOD

1. 1. Javna ustanova Kamenjak

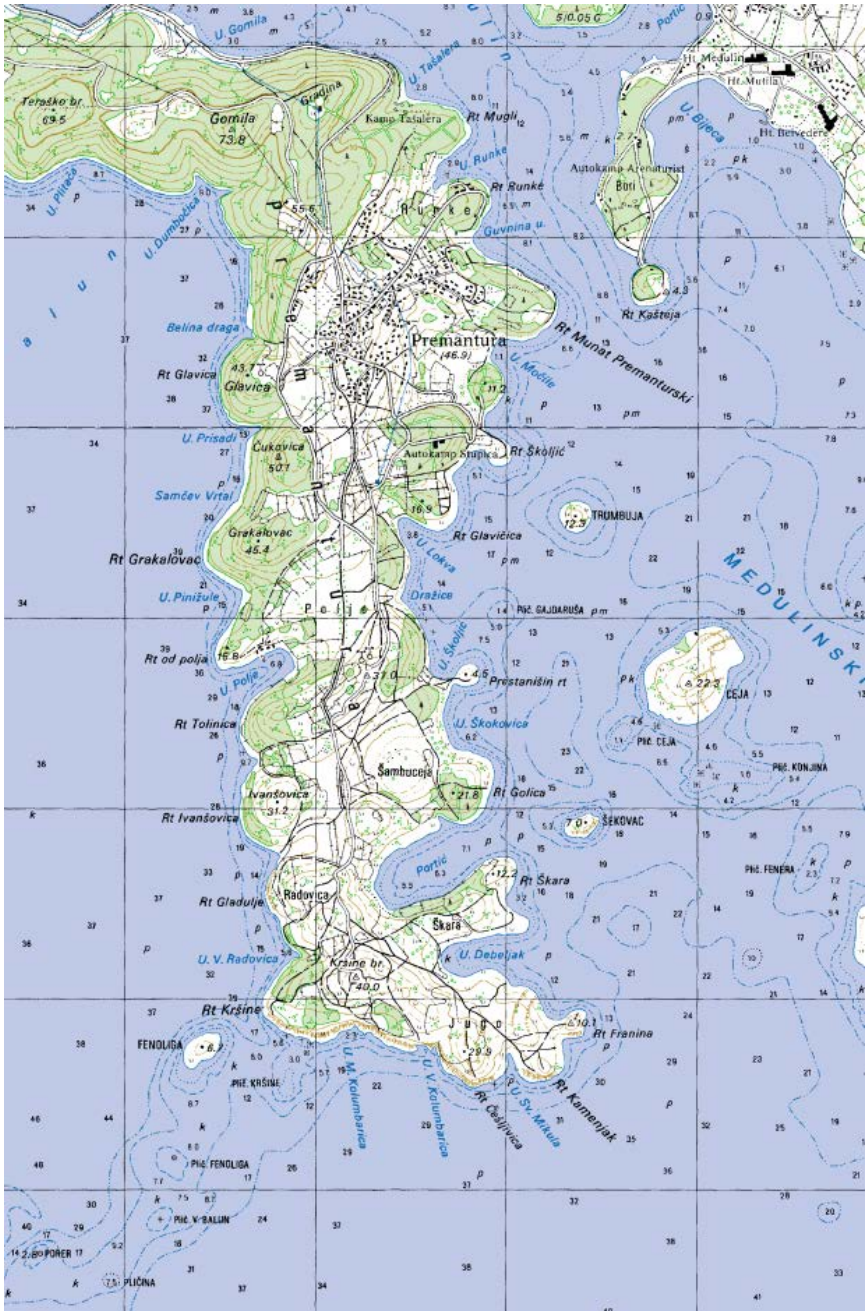
Javna ustanova Kamenjak nalazi se na krajnjem jugu istarskog poluotoka, udaljena deset kilometara od grada Pule. To je značajan dio Istre koji se ističe prirodnim bogatstvima i

bioraznolikošću. Tokom cijele godine, brigu o Kamenjaku vodi javna ustanova za zaštitu prirodnih vrijednosti u općini Medulin "Kamenjak" (JU Kamenjak). Donji Kamenjak (Donji Kamenjak i Medulinski arhipelag - puno ime) zaštićeno je područje od 1996. godine, u kategoriji značajnog krajobraza (IUCN Category: V). Donji Kamenjak dug je 3400 metara a širok od 500 do 1600 metara. Na površini nešto manjoj od 400 hektara nalaze se brojne biljne i životinjske vrste, a obalni dio čini više od 30 uvala Jadranskog mora. Također, u sklopu zaštićenog područja nalazi se i 11 nenastanjenih otočića.

Budući da se Donji Kamenjak nalazi na samom jugu Istre i cijelom svojom dužinom prostire se u smjeru jugoistoka klimatska obilježja su vrlo specifična. Sa skoro svih strana okružen je morem i s je visokim udjelom mora u odnosu na kopno. Kamenjak ima specifične mikroklimatske uvjete – vrlo malo padalina te topla i suha ljeta.

Flora Kamenjaka uvelike je određena klimatskim uvjetima koji vladaju na tom području te je prilagođena sušnim uvjetima i visokoj temperaturi. Brojni vegetacijski oblici koje čine travnjaci, garig, makija i šume čine ovo područje veoma heterogenim za tako malu površinu. Na cijelom prostoru nalazi se oko 600 biljnih vrsta, od kojih se posebno ističu orhideje koje rastu na travnjacima koji zauzimaju najveću površinu Kamenjaka. Na Kamenjaku raste 30-ak vrsta orhideja koje su zaštićene zakonom, a 13 vrsta je strogo zaštićeno. Na Kamenjaku rastu i dvije endemske vrste orhideja, *Serapias istriaca* (istarska kukavica) i *Serapias x pulae* (pulski serapias). Kukcima, gmazovima, vodozemcima, pticama i sisavcima sklonište i izvor hrane čini makija. Na tom staništu brojni su veliki vrijes (*Erica arborea*), brnistra (*Spartium junceum*), šmrika (*Juniperus oxycedrus*), mirta (*Myrtus communis*) i mnoge druge. Površinu od čak 44 hektara zauzima trajni degradacijski stadij bušik (garig). Iako im visina rijetko prelazi jedan metar, otvorene su to i vrlo otporne šikare koje sadržavaju one najotpornije vrste biljaka, kao što su smilje (*Helicrisum italicum*), majčina dušica (*Tymus vulgaris*) i nekoliko vrsta bušina (*Cistus* sp.). Obalni rub u kojem vladaju ekstremni uvjeti za život, zbog velikog prisustva posolice, krije dvije vrlo rijetke vrste biljaka, koje su svoje utočište pronašle na samom jugu Kamenjaka, a to su pustenasti jarmen (*Anthemis tomentosa*) i uskolisni slak (*Convulvulus lineatus*).

Veliko bogatstvo Kamenjaka krije se u preko 70 milijuna godina starim nalazima otisaka stopa dinosaura. Otočić Fenoliga krije preko 100 otisaka stopa sauropoda i teropoda. Osim otisaka stopa dinosaura, važno je napomenuti da je obala Kamenjaka prepuna fosila rudista, pa se tako stijene koje su na obalama Kamenjaka nazivaju rudistni vapnenci. Starost spomenutih fosila seže sve do doba kada se na Zemlji još nalazilo Tetis more, a kopno je bilo spojeno u superkontinent Pangeu.



Slika 1. Karta Javne ustanove Kamenjak

1.2. Biologija morske cvjetnice *Posidonia oceanica*

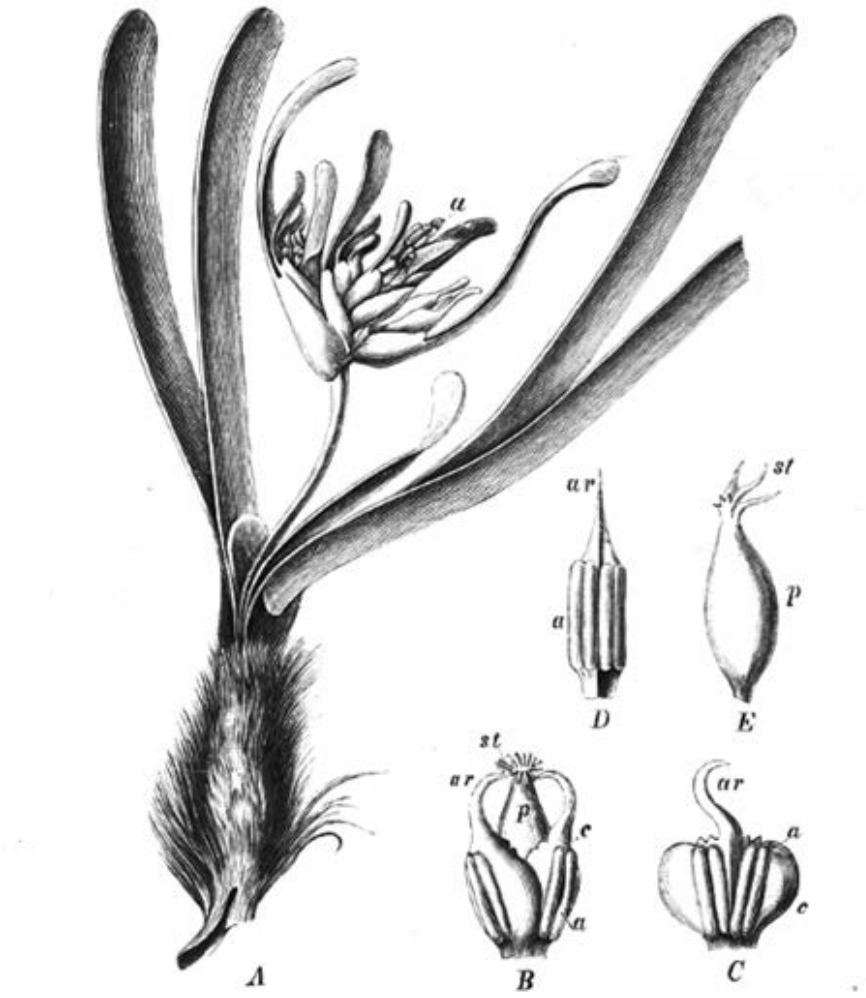
1.2.1. Opća obilježja

Morska cvjetnica *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile – posidonija, oceanski porost ili voga endem je Sredozemnog mora. Etimologija ovoga roda krije se iza imena grčkog boga mora – Posejdona. Ova je biljka jedna od četiri cvjetnice koje nalazimo u Sredozemnom moru: *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii i Zostera marina*. Sistematika ove vrste je slijedeća: odjeljak *Spermatophyta.* pododjeljak Angiospermae (Magnoliophytina), razred *Liliopsida*

(jednosupnice), red *Najadales*, porodica *Posidoniaceae* i rod *Posidonia.* Uz vrstu sredozemnog mora *Posidonia oceanica* L. Delile nalazimo još 8 vrsta kojima je areal obala Australije: *P. angustifolia*, *P. australis*, *P. coriacea*, *P. denhartogii*, *P. kirkmanii*, *P. ostenfeldii*, *P. robertsoniae*, *P. sinuosa.*

1.2.2. Morfologija morske cvjetnice *Posidonia oceanica*

Posidonia oceanica, u morfološkom smislu, poput pravih kopnenih biljaka, ima razvijenu stabljiku, podanak (rizom), korijen i list. Svaki se list sastoji od osnovice ili baze koja ne sadrži pigment, te tamnozelene plojke koja sadrži pigment, dakle fotosintetizira. Listovi su u obliku traka sa 13-17 paralelnih žilica, dugi 30-80 cm te široki oko 1 cm u prosjeku, a na vrhovima su tupo ili blago zaobljeni. Rastu u snopićima od 4-8 listova. Listovi, kako stare, mijenjaju boju od svijetlozelene ka tamnozelenoj, te konačno postaju smeđi (prije otpadanja). Kada listovi ugibaju, što se događa u jesen, more ih izbaci na obale u obliku smeđih nakupina („na lažini suvoj ležat"). Baza lista ostaje trajno pričvršćena za podanak. Posidonija ima puzave, položene stabljike (rizome) koje se korjenčićima hvataju za podlogu, a korijenje može biti horizontalno i vertikalno. Pomoću rizoma biljka se razmnožava vegetativno, a na taj se način livada proširuje. Isprepleteni rizomi i izdanci čine kompleksan "labirint" kojeg sediment ispunjava. Biljka se tome opire uspravnim rastom izdanaka, te tako nastaju višemetarske naslage isprepletenih rizoma sa sedimentom u međuprostorima koje se nazivaju "mattes" ili podmorske terase. Starost rizoma na dnu takvih naslaga mogu datirati do više tisuća godina unazad. Po tome je posidonija jedna od najdugovječnijih organizama u Sredozemnom moru. Ovakve isprepletene naslage rizoma veoma su korisne kao zaštita od erozije na pješčanim plažama. Zbog gustoće listova donji dijelovi livade posidonije (uz rizome) imaju scijafilna obilježja i tu žive organizmi koji vole manje svjetlosti.



Slika 2. Morska cvjetnica *Posidonia oceanica*.

Na vrhovima listova posidonije i oko njih žive pak oni organizmi koji vole više svjetlosti. Uz ostalo, ova ekološka razlika unutar livada posidonije doprinosi njenoj velikoj biološkoj raznolikosti (Bakran-Petricioli, 2007). Zimi, na obalama mora mogu se pronaći nakupine odumrlih listova i korijena posidonije, koje zahvaljujući kotrljanju i valovima poprimaju izgled pravilnih smeđih loptica.

1.2.3. Razmnožavanje

Posidonija se razmnožava na dva načina, spolno i nespolno. Spolni način razmnožavanja događa se putem cvijeta i ploda. Cvjetovi su dvospolni, a mogu biti pojedinačni ili ih je nekoliko skupljeno u cvat. Kada plodovi sazriju, odvajaju se i zbog specifične građe usplođa, koja je ispunjena mjehurićima plina, isplivaju na površinu te bivaju rasprostranjeni anemohorijom i hidrohorijom. Svaki plod, koji se zbog svog oblika naziva i „morska maslina", sadrži jednu sjemenku, koja nakon pucanja usplođa tone na dno i zakorjenjuje se.

Biljke ne cvatu svake godine, a od trenutka cvjetanja do zrelih plodova prođe više mjeseci (Bakran-Petricioli, 2007). Posidonija cvjeta u jesen, a plod stvara u proljeće. Nespolno se razmnožavanje odvija pomoću rizoma. Istraživanja su pokazala da zbog povećanja temperature, promjene okoliša, gljivičnih infekcija ili stresa može doći do pseudoviviparnosti, koja može zamijeniti spolno razmnožavanje. Ovakav tip razmnožavanja omogućuje biljci razmnožavanje i rasprostiranje na male udaljenosti.

1.2.4. Stanište

Posidonija gradi guste livade u infralitoralu, do oko 40 m dubine. U Jadranu je infralitoralna



Slika 3. Livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na postaji Debeljak.

stepenica veoma dobro razvijena, a biomasa cvjetnica i morskih alga prevladava nad životinjskom biomasom. Posidonija ima vrlo važnu ulogu u obalnim ekosustavima, te značajan utjecaj na plitka obalna područja. Livade morske cvjetnice jedan su od najproduktivnijih Sredozemnih ekosustava, a također i oaze za mnoge vrste faune. Odgovaraju joj krupna pješčana tla sa manje i više mulja, a izbjegava strme i kamenite obale. Karakteristična podloga za vrstu *Posidonia oceanica* je muljeviti pijesak, budući da korijenjem upija hranjive tvari iz tla. Odgovara ju joj umjerene amplitude temperature i

saliniteta, te povoljna hidrodinamika koja osigurava izmjenu i čistoću mora, iako može podnijeti i određeni stupanj onečišćenja, no to rezultira prorijeđenom livadom, a na listovima se često mogu naći zelene alge roda *Ulva* i druge nitrofilne alge. Biocenoza livada posidonije je klimaks stadij biocenoza morskih cvjetnica. Obuhvaća najveće prostranstvo pomičnih dna infralitoralne stepenice u Sredozemnom moru.

1.2.5. Ekologija

Posidonija podnosi temperaturne oscilacije od 10 – 28 °C, dok promjene u salinitetu slabije podnosi, te je ne nalazimo u boćatim vodama. Proizvodi velike količine organske tvari i energije što predstavlja bazu hranidbene mreže unutar i izvan ovog ekosustava, a također, metar kvadratni ove biljke oslobađa u okoliš 14 litara kisika dnevno, tako da bi se slobodno mogla nazvati "pluća mora". Pruža sklonište za mnoge morske vrste i u njima živi oko 20 % vrsta Sredozemnog mora. Na listovima posidonije može se pronaći preko trideset vrsta epifitskih alga, a livada čini sklonište, rastilište i mrjestilište za preko 100 vrsta morske faune kao što su ribe, rakovi, glavonošci, spužve, školjkaši, mahovnjaci i krednjaci. Na listovima posidonije nalazimo epibiote, npr. alge (crvene kalcificirane alge roda *Hydrolithon*), mahovnjake, obrubnjake, sedentarne mnogočetinaše, plaštenjake i spužve (Turk, 1996). Također na listovima nalazimo puževe (*Bittium reticulatum* i rod *Rissoa*), rakove samce i manje moruzgve (poput vrste *Paractinia striata*), obrubnjak *Sertularia perpusilla*, mahovnjak *Electra posidoniae* i zvjezdaču *Asterina pancerii*. Među listovima i stabljikama plivaju kozice iz roda *Hyppolyte*, a tu žive i morski konjići, šila iz rodova *Syngnathus* i *Nerophis*, te glavoč priljepnjak *Opeatogenys gracilis*. Bogata je i fauna koja živi u sedimentu među korijenjem morskih trava. Na mjestima na kojima su livade manje guste, često se naseljava najveći jadranski školjkaš periska (*Pinna nobilis*). Na jako sjenovite dijelove stabljika posidonije naseljavaju se i organizmi koje nalazimo i u koraligenskoj biocenozi. U livadama morskih cvjetnica utočište pronalaze i veće ribe. Prevladavaju vrste koje svrstavamo među porodice Labridae, Sparidae, Serranidae, Gobidae i Maenidae. Najčešće vrste su *Sarpa salpa*, *Symphodus (Crenilabrus) ocellatus* i *Symphodus rostratus*. Druge vrste riba samo povremeno zalaze među livade morskih trava, neke samo noću a druge samo tijekom dana. Uzrok tome su različite prehrambene navike. Biocenoza morskih cvjetnica je zajednica koja na prvi pogled djeluje monotono, no u sebi skriva svu šarolikost podvodnog svijeta i stoga predstavlja jednu od vodećih biocenoza Sredozemnog mora. U sedimentu između rizoma čest je školjkaš *Venus verrucosa*, na rizomima, donjim dijelovima izdanaka i na sedimentu između izdanaka česte su crvene alge roda *Peyssonnelia* i zelena alga *Flabellia petiolata*, bodljikaši *Paracentrotus*

lividus, crvena zvjezdača *Echinaster sepositus*, trp *Holothuria tubulosa* i mješčićnica *Halocynthia papillosa*.

Zbog visoke koncentracije celuloze malo se vrsta njome hrani. To su *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) i *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758). Pri manjim dubinama (do 10 m) gdje mogu rasti fotofilne epifitske alge, biomasa epifaune čini oko jedne trećine biomase epifita, dok je pri većim dubinama, gdje ne rastu fotofilne epifitske alge, biomasa epifaune čini oko polovice biomase epifita (Lepoint i sur., 1999). Ukorjenjivanjem u mekani sediment posidonija sprječava njegovo daljnje uklanjanje, a također predstavlja i efikasan indikator stanja zdravlja litorala. Smanjuje razinu hidrodinamike zahvaljujući dugom listovima, a također nakupine na obalama povoljno utječu na eroziju. U prošlosti je, diljem Sredozemlja, suho lišće posidonije imalo široku primjenu. Upotrebljavalo se za termoizolaciju štala, punjenje madraca i jastuka, za ishranu stoke. U Veneciji se koristilo za omatanje poznatog venecijanskog stakla kako bi ga se zaštitilo od oštećivanja prilikom transporta, a stari Egipćani su svježem lišću posidonije prepisivali ljekovita svojstva za bolno grlo i probleme s kožom.

Posidonija je zaštićena u većini Sredozemnih zemalja, ali unatoč zaštićenosti prisutna je velika regresija livada. Razlozi ugroženosti su povećana količina organske tvari (marikultura, uzgoj školjkaša i ribe, podmorski ispusti otpadnih voda), kočarenje, napredovanje invazivnih vrsta - zelene alge *Caulerpa taxifolia* i *Caulerpa racemosa* (ugrožavaju posidoniju, jer su joj one izravni suparnici u borbi za životni prostor), te sidrenje, koje predstavlja jednog od najvećih neprijatelja posidonije. Sidrenjem se čupaju biljke iz sedimenta i oštećuju se livade.

1.3. Ciljevi istraživanja

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi strukturu faune unutar livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na području Javne ustanove Kamenjak, te utvrditi moguće smjernice za zaštitu pojedinih područja koja su važna zbog razvijenih livada posidonije i bioraznolikosti istraživanog područja. Uz istraživanje faune, napravit će se biometrijska istraživanja livada

morske cvjetnice *P. oceanica* (broj izdanaka po m^2, broj listova po izdanku, dužina i širina listova).

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Sakupljanje uzoraka i mjerenja

Duž istraživanih profila ronjenjem pomoću autonomne ronilačke opreme utvrđene su razvijene životne zajednice te su zabilježeni prisutni organizmi. Za vrste koje nije bilo moguće odrediti sakupljeni su uzorci za detaljnu obradu i obrađivanje u laboratoriju. Tijekom istraživanja snimljene su podvodne fotografije fotoaparatom dubine do 15 m, te su skicirani istraživani profili. Sakupljeni uzorci konzervirani su u 70%-tnom alkoholu ili 4%-tnom formalinu i determinirani u Laboratoriju za biologiju mora Zoologijskog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu uz korištenje sljedećih radova: Cabioc'h i sur. (1992), Calvo (1995), Falciai i Minervini (1992), Jardas (1996; 1997), Poppe i Goto (1991), Poppe i Goto (1993), Riedl (1991), Sabelli i sur. (1990), Schmidt (1972), Tortonese (1965), Turk (1996), Zavodnik i Šimunović (1997), Weinberg (1993) i Zibrowius (1980). Sakupljeni materijal pohranjen je u Laboratoriju za biologiju mora Zoologijskog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Gustoća livada morske cvjetnice *Posidionia oceanica* utvrđena je na svakoj postaji upotrebom kvadratnog okvira 50 x 50 cm s minimumom od tri ponavljanja na svakoj postaji. Livade su klasificirane u kvalitativne kategorije prema gustoći izdanaka (Pergent i sur., 1995). Morfološka analiza livada morske cvjetnice *P. oceanica* (broj listova po izdanku, dužina i širina listova) napravljena je na svim istraživanim postajama. Profili su snimljeni fotoaparatom Canon G15 u podvodnom kućištu do 20 metara dubine.

2.2. Statistička obrada podataka

Rezultati istraživanja obrađeni su statističkim programom PRIMER 6.0 za Windows. Postaje su uspoređene putem Bray-Curtisove sličnosti, klaster analize i MDS-a. Prvo je bilo potrebno odrediti Bray-Curtisovu sličnost a zatim iz dobivenih rezultata izvesti ostale načine uspoređivanja postaja. Bray-Curtisova sličnost je napravljena na temelju prisutnosti i odsutnosti svake vrste na određenoj postaji. Ovakav prikaz je pogodan, jer je tablica s podacima prilagođena za određivanje sličnosti bioloških zajednica. Klaster analizom dobivamo vizualni prikaz, ali u metričkom sustavu. MDS (multidimensional scaling) je set numeričkih statističkih metoda kojim možemo dobiti vizualnu statističku udaljenost. U toj analizi svaka točka predstavlja pojedinu postaju. Što su točke bliže to je

sličnost među postajama veća, odnosno postaje su različitije ukoliko su prostorno udaljenije.
One-way ANOVA je korištena za utvrđivanje razlika između istraživanih područja, zajedno sa Tukey testom. Two-way ANOVA je korištena za utvrđivanje razlika između gustoće livada posidonije i pridružene faune na istraživanim postajama. Za ove statističke metode korišten je program Statistica 10.0 za Windows.

3. REZULTATI

3. 1. Istraživane postaje

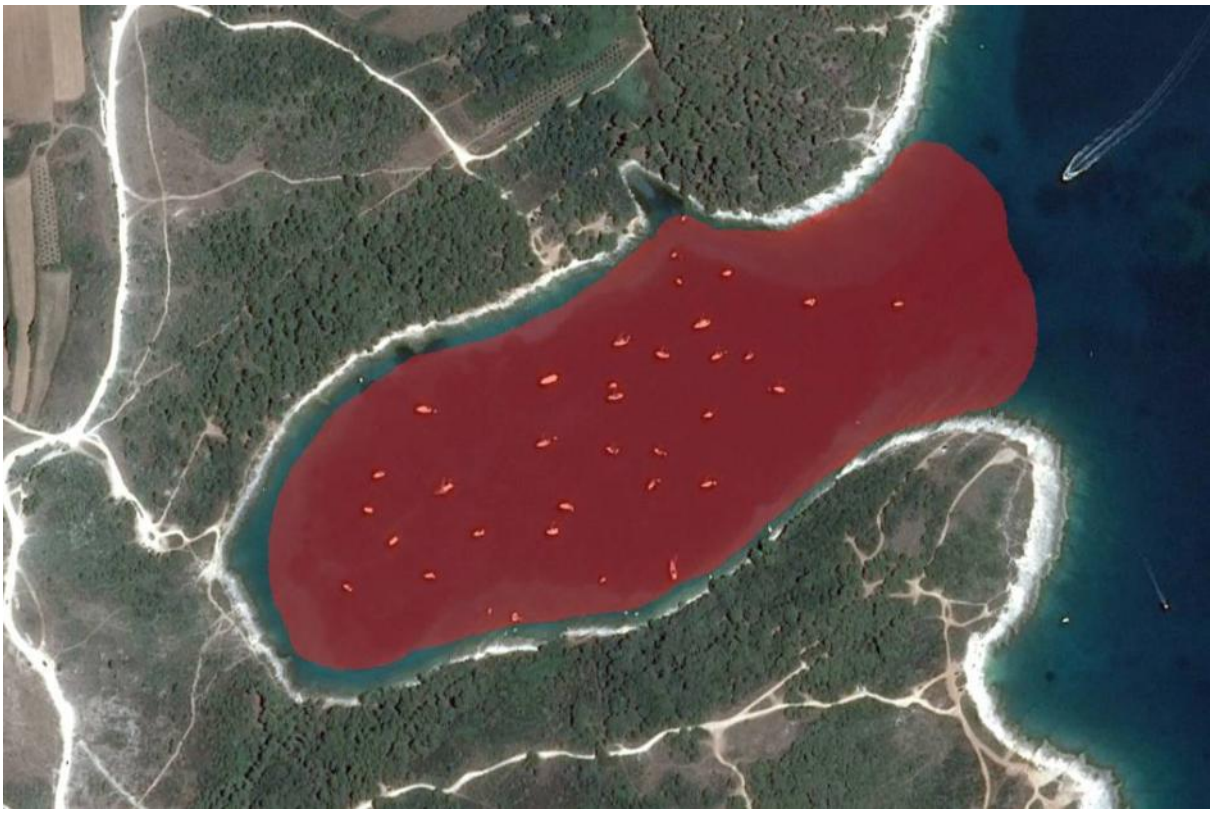
Unutar JU Kamenjak istraživale su se uvale Polje, Školjić, Škokovica, Portić i Debeljak, te otočići Šekovac, Fenoliga i Porer (Slika 4).



Slika 4. Istraživane postaje u JU Kamenjak

3. 1. 1. Uvala Portić

Do 3 metara dubine dno je kamenito s razvijenom bioconeozom infralitoralnih alga. Od alga prevladavaju smeđe alge *Cystoseira adriatica*, *Sargassum vulgare*, *Dictyota dichotoma* i *Padina pavonica*, te zelene alge *Ulva rigida*, *Anadyomene stellata* i *Codium bursa*. Od 3 do 4 metra dubine utvrđena je biocenoza obalnih detritusnih dna s rijetko razvijenom livadom morske cvjetnice *Zoostera noltii* unutar koje su pronađeni veći primjerci jakobske kapice *Pecten jacobaeus* i periske *Pinna nobilis*, te prave spužve *Spongia officinalis*. Između 4 i 8 metara dubine razvijena je biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala s livadom morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* i periskama *Pinna nobilis*. Uz livade morske cvjetnice *C. nodosa* dno većinom prekriveno zelenom algom *Flabellia petiolata* i crvenim algama *Vidalia*



Slika 5. Uvala Portić i područje istraživanja (crveno).

volubilis i *Rytiphloea tinctoria*. Utvrđeno je i nekoliko jedinki mješčićnice *Phallusia mammilata*, te veća jedinka spužve *Geodia gigas*. Na sedimentnom dnu čest je mnogočetinaš *Myxicola infundibulum*. Na samom početku uvale razvijena je biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala i sporadične livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*.

Postaja Portić je poznata lokacija za rekreacijske i nautičke aktivnosti u JU Kamenjak (Slika 5). Nautički turizam značajno doprinosi ugrožavanju morskih staništa, jer sidrenje najviše ugrožava livade morskih cvjetnica (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). Mogući problemi dolaze i od ribolova, jer se na istraživanoj postaji nalazi veći broj ribolovnog alata. Najveći problem su mreže, vrše, parangali i konopi. Ribarski alati također oštećuju livade morskih cvjetnica (IUCN stupanj ugroženosti - DT 5.4). Odbačeni otpad također ugrožava spomenute biocenoze (IUCN stupanj ugroženosti - DT 9.1.3).

3. 1. 2. Uvala Debeljak

Od površine do 1 metar dubine dno je hridinasto s razvijenom biocenozom fotofilnih alga u kojoj su utvrđena manje nakupine zelene alge *Codium adhaerens* i crvenih alga *Rytiphloea tinctoria* i *Corallina officinalis*. Od životinjskih vrsta ovdje prevladavaju moruzgve *Anemonia*

viridis i *Aiptasia mutabilis*, kameni koralj *Balanophyllia europaea*, te spužva *Petrosia ficiformis*. Od 1 do 4 metra dubine utvrđen je ljušturni pijesak s biocenozom obalnih detritusnih dna u kojoj se nalazi i biocenoza livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (manje livade oko 4 metra u promjeru). Nakon 4 metra dubine nastavlja se biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. U središnjem dijelu razvijena je biocenoza zamuljenih



Slika 6. Uvala Debeljak i područje istraživanja (crveno).

pijesaka zaštićenih obala s livadom morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*. Od alga prisutna je jedino crvena alga *Lithophyllum racemus*. Na muljevitom sedimentu česte su moruzgve *Phymanthus pulcher* i *Cereus pedunculatus*, a čest je i školjkaš *Venus verrucosa*, te mnogočetinaš *Myxicola infundibulum*. Guste populacije plaštenjaka *Phallusia mammilata, P. fumigata* i *Microcosmus sabatieri* naseljavaju biogeno učvršćenu podlogu duž cijele ove biocenoze. Od riba češće su vrste *Serranus hepatus, Mullus surmuletus* i *Gobius vittatus*.

Postaja Polje je također popularna lokacija za rekreacijske i nautičke aktivnosti unutar JU Kamenjak (Slika 6). Nautički turizam značajno doprinosi ugrožavanju morskih staništa, jer sidrenje najviše ugrožava livade morskih cvjetnica (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). Velik problem je i taj što većina brodova sidre unutar livada posidonije u plićem dijelu uvale. Na istraživanoj postaji nisu utvrđeni ribolovni alati. Odbačeni otpad također ugrožava spomenute biocenoze (IUCN stupanj ugroženosti - DT 9.1.3).

3. 1. 3. Uvala Polje

Istraživano dno je blagog nagiba a ronilo se do 8 metara dubine. Od površine do 4 metra dubine dno je kamenito s razvijenom biocenozom infralitoralnih alga. Ovdje prevladavaju zelene alge *Palmophyllum crassum, Valonia utricularis* i *Anadyomene stellata*, smeđa alga *Padina pavonica,* te crvena alga *Laurencia paniculata*. Od životinja prevladavaju zelena moruzgva *Anemonia viridis,* crvena moruzgva *Actinia equina*, mnogočetinaši *Sabella spalanzzani, Protula tubularia,* mahovnjak *Schizobrachiella sanguinea,* te školjkaši *Striarca*



Slika 7. Uvala Polje i područje istraživanja (crveno).

lactea i *Mytilus galloprovincialis*. Između oblutaka utvrđene su veće populacije zmijača *Ophiothrix fragilis* i *Ophioderma longicaudum*. Nakon 4 metra dubine nastavlja se biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala i sporadične livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*, većinom samo u unutarnjem dijelu uvale. Ovdje je utvrđeno nekoliko juvenilnih plemenitih periski *Pinna nobilis*, a česta je vrsta trp *Holothouria tubulosa*. Utvrđene su jedinke zvjezdače *Astropecten aranciacus,* te nekoliko jedinki raka samca *Pagurus prideaux* s moruzgvom *Calliactis parasitica*.

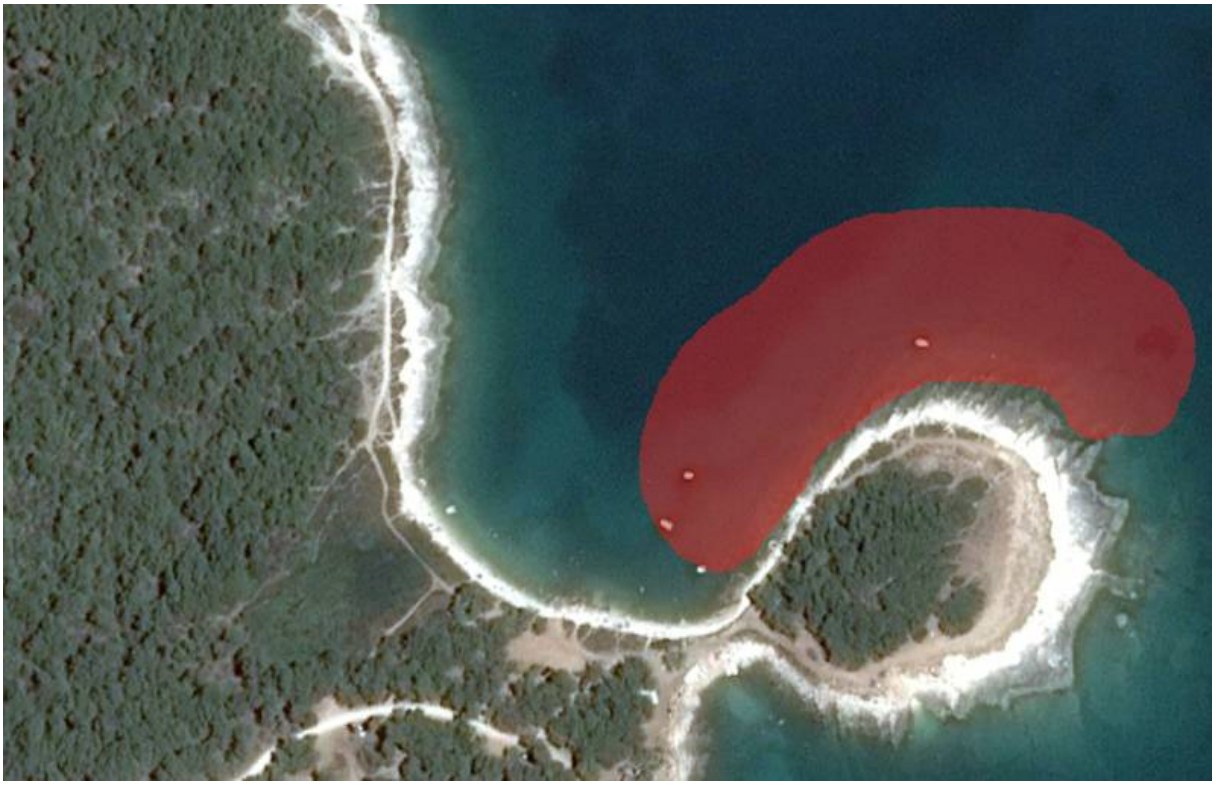
Duž cijelog istraživanog dijela uočeno je mnogo krutog otpada bačenog u more s usidrenih brodova.

Postaja Polje više služi kao lučica za brodove nego kao rekreacijska uvala, iako se i ovdje sidre turisti nautičari (Slika 7). Zbog toga je i na ovoj postaji ugrožena livada morske

cvjetnice (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). Na istraživanoj postaji nisu utvrđeni ribolovni alati. Odbačeni otpad također ugrožava spomenute biocenoze (IUCN stupanj ugroženosti - DT 9.1.3).

3. 1. 4. Uvala Školjić

Stijene i kamenje supralitorala i mediolitorala gusto su prekrivene modrozelenom algom *Rivularia atra*. Na mediolitoralnoj stepenici česta je moruzgva *Actinia equina*. Od površine do 3 metra dubine razvijena je biocenoza infralitoralnih alga koja pada pod kutom od 20° (Slika 8). Između biocenoze fotofilnih alga na tvrdoj podlozi (uglavnom stijene i veći komadi kamena) utvrđena je i biocenoza obalnih detritusnih dna na sedimentnoj podlozi. Stijene su do dubine od 2 metra mjestimično gole, te gusto naseljene ježincima *Arbacia lixula* i obrubnjacima rodova *Aglaophenia* i *Plumularia.* U biocenozi infralitoralnih alga prevladavaju zelene alge *Anadyomene stellata, Halimeda tuna, Flabellia petiolata, Codium bursa*, te smeđa alga *Padina pavonica*. Od 3 do 10 metara dubine razvijena je biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala s livadom morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*. Od životinjskih vrsta u ovoj biocenozi česte su moruzgve *Condylactis aurantiaca* i *Paranemonia cinerea* (na listovima), plemenita periska *Pinna nobilis*, mnogočetinaš *Bispira mariae*, te ribe *Gobius cruentatus, Chromis chromis, Sarpa salpa* i *Pagellus erythrinus*. Unutar livade morske cvjetnice uočeni su mnogobrojni tragovi sidra koji uništavaju morsku cvjetnicu. Na dubini od 8 metara utvrđena je biocenoza vrste *Posidonia oceanica* zajedno sa biocenozom zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Ovdje su česte vrste bodljikaša *Brissus unicolor* i *Astropecten aranciacus*.



Slika 8. Uvala Školjić i područje istraživanja (crveno).

3. 1. 5. Uvala Škokovica

Na mediolitoralnoj stepenici česta je moruzgva *Actinia equina*, te priljepak *Patella rustica*. Od površine do 3 metra dubine razvijena je biocenoza infralitoralnih alga koja pada pod kutom od 20° (Slika 9). Između biocenoze fotofilnih alga na tvrdoj stjenovitoj podlozi utvrđena je i biocenoza obalnih detritusnih dna na sedimentoj podlozi koja se pruža u prekidima do 5 metara dubine.

U biocenozi infralitoralnih alga prevladavaju zelene alge *Anadyomene stellata, Halimeda tuna, Flabellia petiolata*, *Codium bursa*, *Dasycladus vermicularis*, te smeđe alge *Padina pavonica*, *Cystoseira barbata* i *C. adriatica*. Mjestimično se pojavljuje i alga *Ulva rigida*, indikator onečišćenja mora. Česte su životinjske vrste poput obrubnjaka *Eudendrium racemosum*, kamenih koralja *Balanophyllia europaea* i *Cladocora caespitosa*, puževa *Bittium reticulatum*, *Cerithium vulgatum* i *Conus mediterraneus*, školjkaš *Lithophaga lithophaga*, mnogočetinaši *Serpula vermicularis* i *Protula tubularia*, stapčar *Antedon mediterranea*, te bodljikaši *Arbacia lixula* i *Holothouria tubulosa*. Česte su i ribe *Chromis chromis* i *Oblada melanura*. Od 5 metara metara dubine utvrđena je biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Ovdje su česte vrste bodljikaša, *Astropecten aranciacus*, *Brissus unicolor* i *Coscinasterias tenuispina*. Od 7 metara dubine nastavlja se livada morske cvjetnice

Cymodocea nodosa, a nakon toga i livade vrste *Posidonia oceanica*. Mjestimično se unutar livada posidonije nalaze i veće stijene prekrivene fotofilnim algama. Uz donje dijelove ove morske cvjetnice u zasjenjenim mjestima utvrđene su karakteristične vrste crvenih alga *Jania rubens, Laurentia obtusa* i *Peyssonnelia rubra.* Od životinjskih vrsta u ovoj biocenozi česte su moruzgve *Anemonia viridis, Cerianthus membranaceus* i *Paranemonia cinerea*, plemenite periske *Pinna nobilis*, mnogočetinaš *Bispira mariae*, mahovnjaci *Electra posidoniae* i



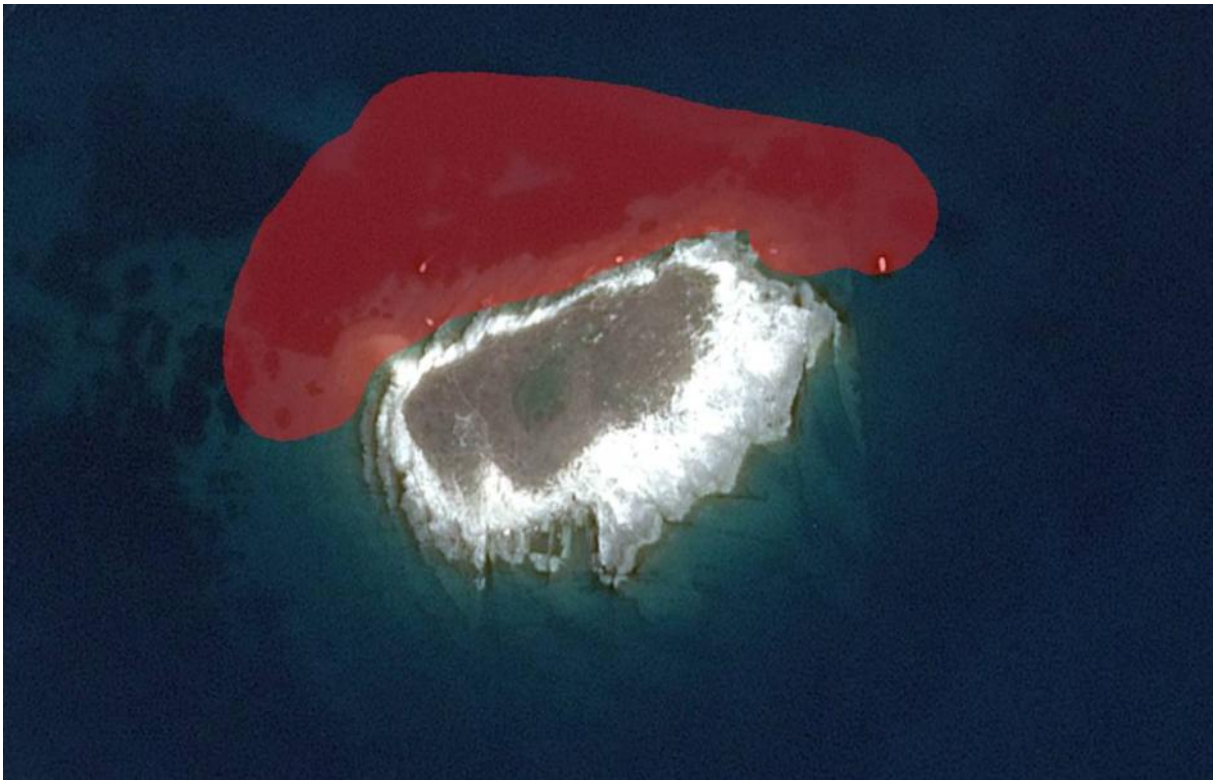
Slika 9. Uvala Škokovica i područje istraživanja (crveno).

Schizobrachiella sanguinea, te ribe *Chromis chromis, Sarpa salpa* i *Pagellus erythrinus*. Unutar livada posidonije uočeni su mnogobrojni tragovi sidra. Na taj način se uništavaju livade posidonije.

Postaje Školjić i Škokovica su također lokacije za rekreacijske i nautičke aktivnosti. I na ove dvije postaje sidrenje ugrožava livade morskih cvjetnica (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1), ali manje nego na prijašnjim postajama. Na ovim postajama problemi dolaze od ribolova, jer su na obje istraživane postaje utvrđene veće količine ribolovnog alata (mreže i vrše) (IUCN stupanj ugroženosti - DT 5.4). Na oba dvije postaje utvrđen je odbačeni otpad koji također ugrožava istraživane biocenoze (IUCN stupanj ugroženosti - DT 9.1.3).

3. 1. 6. Otočić Šekovac

Istraživano dno je nagiba od oko 25°, a ronilo se do 12 metara dubine (Slika 10). Do 5 metara dubine dno je kamenito s razvijenom bioconeozom infralitoralnih alga s dominantnim vrstama spužava *Chondrilla nucula*, *Aplysina aerophoba* i *Cliona viridis*. Od alga prevladavaju smeđe



Slika 10. Otočić Šekovac i područje istraživanja (crveno).

alge *Cystoseira corniculata*, *Sargassum vulgare*, *Dictyota dichotoma* i *Padina pavonica*, te zelene alge *Anadyomene stellata* i *Codium bursa*. Od 5 do 7 metara dubine utvrđena je biocenoza obalnih detritusnih dna unutar koje su pronađeni veći primjerci jakobske kapice *Pecten jacobaeus*, prave spužve *Spongia officinalis* i zvjezdača *Luidia ciliaris*. Od 7 metara dubine razvijena je biocenoza morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Na stepenici između 10 i 12 metara dubine ponovo je mjestimično razvijena biocenoza infralitoralnih alga s dominantnim zelenim algama *Codium vermilara*, *Halimeda tuna* i *Flabellia petiolata*, te crvenom algom *Peyssonnelia polymorpha*. Biocenoza morske cvjetnice *Posidonia oceanica* miješa se sa biocenozom zamuljenih pijesaka zaštićenih obala biocenoza. Ovdje je dno većinom prekriveno crvenim algama *Vidalia volubilis* i *Rytiphloea tinctoria*. Utvrđeno je i nekoliko jedinki mješčićnice *Phallusia mammilata*. Na sedimentnom dnu čest je mnogočetinaš *Myxicola infundibulum*.

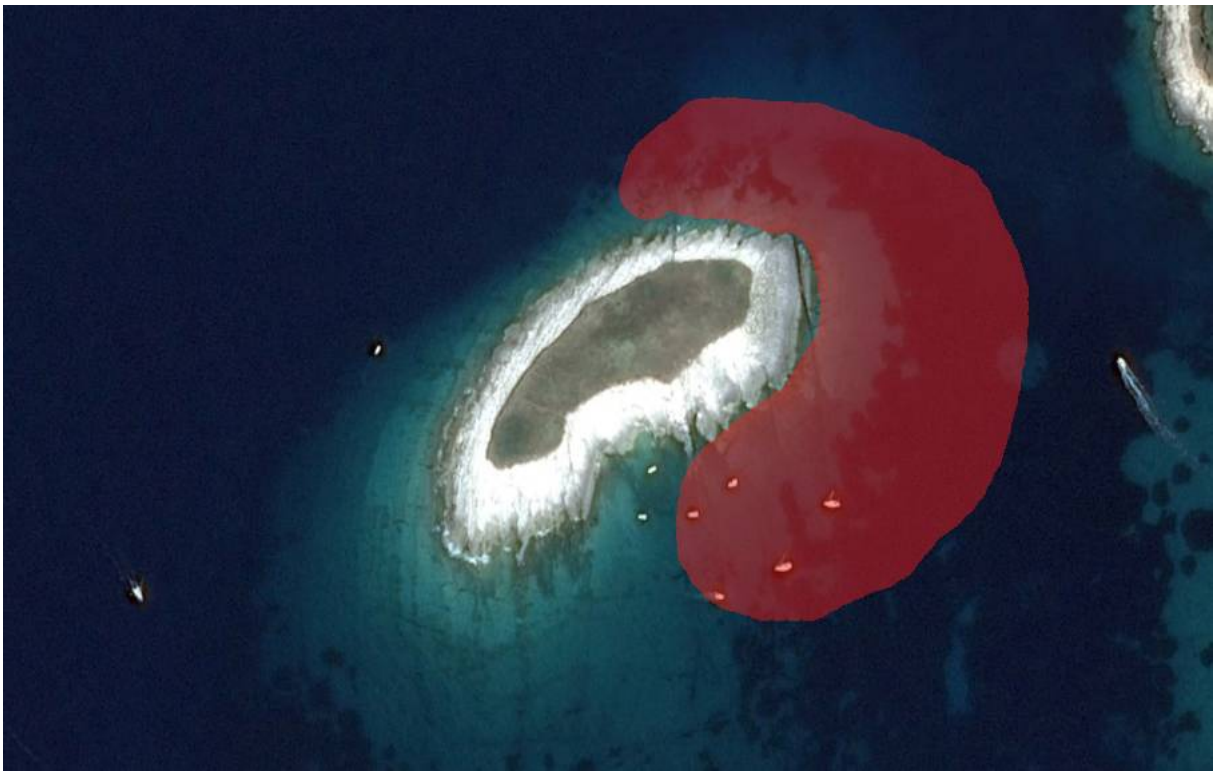
Dobro je razvijena i očuvana livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Na nekoliko mjesta unutar livade posidonije utvrđena su novija oštećenja zbog sidrenja (otrgnuti izdanci) (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). U pukotinama i rupama u biocenozi

infralitoralnih alga utvrđena je velika bioraznolikost spužava. Ronilački turizam (ronjenje na dah) doprinosi mogućem ugrožavanju spomenutih populacija, jer ronioci često rone preblizu kolonija i oštećuju ih perajama (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). Utvrđeni ribolovni alati (ribarske mreže, parangali i vrše) oštećuju livade morskih cvjetnica (IUCN stupanj ugroženosti - DT 5.4). Odbačeni otpad također ugrožava spomenute biocenoze (IUCN stupanj ugroženosti - DT 9.1.3).

3. 1. 7. Otočić Fenoliga

Istraživalo se sa istočne strane otočića (Slika 11). Istraživano dno je blagog nagiba, a ronilo se do 12 metara dubine. Od površine do 3 metra dubine dno je kamenito s razvijenom bioconeozom infralitoralnih alga s dominantnim vrstama alga *Cladophora laetevirens, Dictyota dichotoma, Padina pavonica* i *Nemalion helminthoides,* spužvama *Chondrilla nucula* i *Cliona schmidti,* te moruzgvom *Anemonia viridis*. U rupama između stijena utvrđen je veći broj jedinki moruzgvi *Anemonia sulcata* i *Aiptasia diaphana*. Podvodne stijene i kamenje obraslo fotofilnim algama na dubini od 3 do 6 metara prelaze u biocenozu obalnih detritusnih dna, također blagog nagiba. Nakon 6 metara dubine nastavlja se biocenoza morske cvjetnice *Posidonia oceanica* do dubine ispod 14 metara. Unutar livade na nekoliko mjesta utvrđena je biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Ovdje je česta vrsta trp *Holothouria tubulosa*. Utvrđen je i veći primjerak drhtulje *Torpedo marmorata*. Na 14 metara dubine utvrđena je biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala sa zelenom algom *Flabellia petiolata,* crvenom algom *Vidalia volubilis,* te s manjim livadama morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*. Duž cijelog istraživanog dijela uočeno je mnogo krutog otpada bačenog u more s usidrenih brodova ili donesenog strujama s obale.

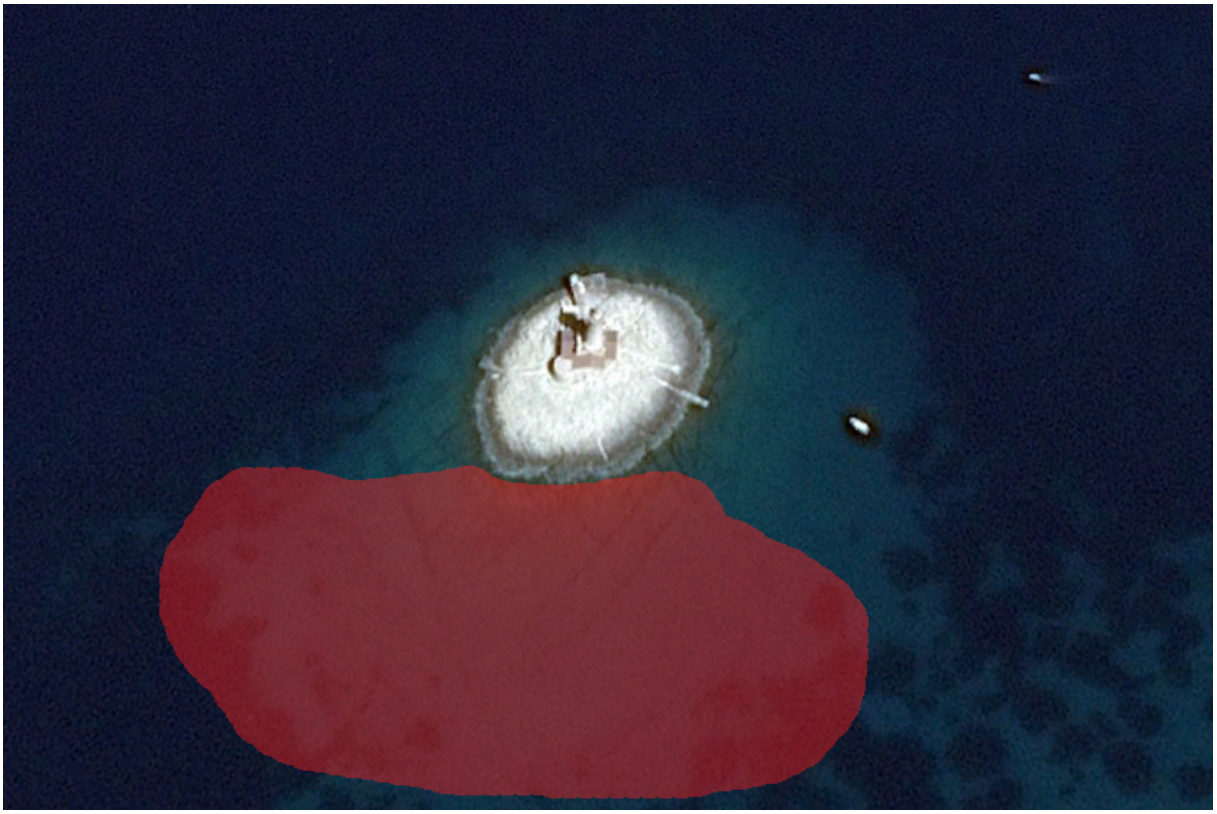
I na ovoj postaji je utvrđena razvijena i očuvana livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. I na ovoj postaji su utvrđena oštećenja livade posidonije sidrenjem brodova (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). Utvrđeni ribolovni alati (ribarske mreže) oštećuju livade morskih cvjetnica (IUCN stupanj ugroženosti - DT 5.4). Odbačeni otpad (većinom plastični otpad s turističkih brodova) ugrožava spomenute biocenoze (IUCN stupanj ugroženosti - DT 9.1.3).



Slika 11. Otočić Fenoliga i područje istraživanja (crveno).

3. 1. 8. Otočić Porer

Istraživana postaja nalazi se na južnom dijelu Otočića Porer (Slika 12). Supralitoralna biocenoza je dobro razvijena. Na stijenama su gusto razvijene halofite *Crithmum maritimum, Inula crithmoides* i *Statice anfracta.* U dijelu biocenoze donjih stijena mediolitorala razvijene su vrlo guste populacije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*), puževa *Melarhaphe neritoides* i rakova vitičara (*Balanus perforatus* i *Chthamalus depressus*). Od površine do 5 metra dubine dno je hridinasto s razvijenom biocenozom fotofilnih alga u kojoj su utvrđena manja naselja zelene alge *Codium vermilara* i crvenih alga *Rytiphloea tinctoria* i *Corallina officinalis*. Nešto veće populacije stvara smeđa alga *Padina pavonica*. Slaba pokrivenost podloge algama vjerojatno je razlog što na ovoj postaji nije utvrđen niti jedan primjerak ježinaca. Od životinjskih vrsta ovdje prevladavaju moruzgve *Anemonia viridis*, *Cribrinopsis crassa* i *Aiptasia mutabilis*, kameni koralj *Balanophyllia europaea*, te spužva *Petrosia ficiformis* (Slike 13 i 15). Na stijenama nalazimo školjkaša *Ostrea edulis* te mješčićnice *Halocynthia papillosa* i *Microcosmus sabatieri*. Pojedine jedinke školjkaša *Arca noae* prekrivaju spužve *Crambe crambe* i *Spirastrella cunctatrix*. Također su utvrđene guste populacije cjevaša *Sabella spalanzzani, Sabella pavonina, Spirorbis sp., Protula tubularia* i *Serpula concharum*. Među većim kamenjem utvrđen je i vrpčar *Notospermus geniculatus*.

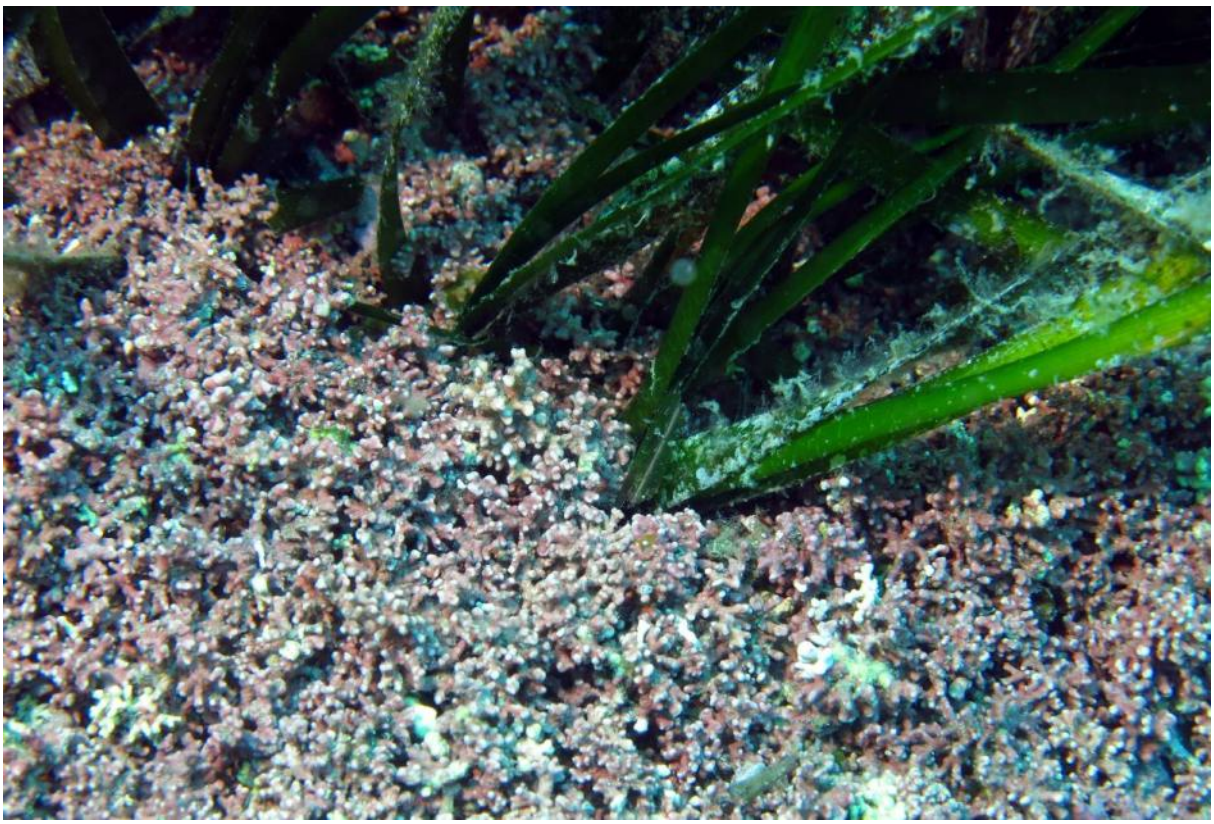


Slika 12. Otočić Porer i područje istraživanja (crveno).

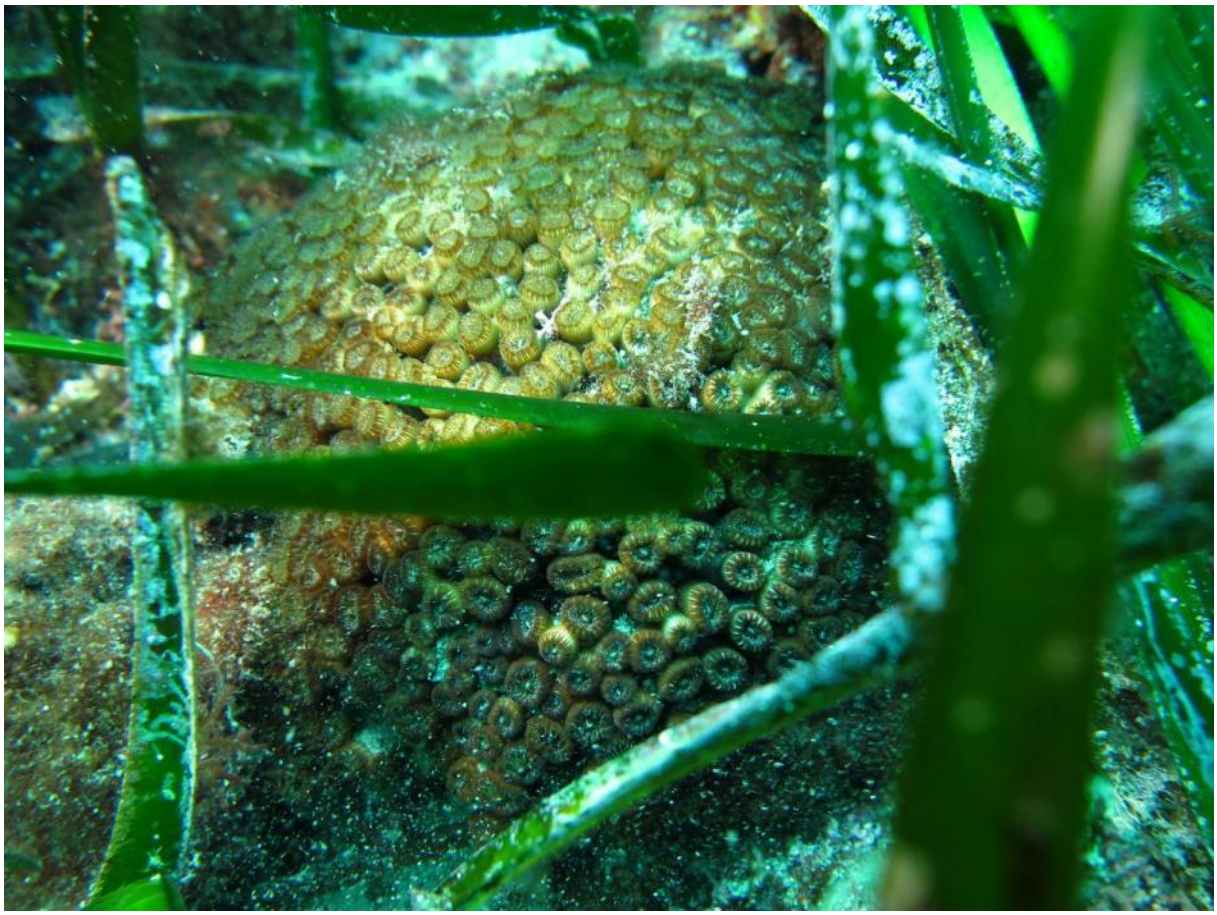
Od 5 metara dubine utvrđen je ljušturni pijesak i biocenoza morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Uz rub plićeg dijela livade posidonije utvrđen je maerl sa crvenim algama *Lithophyllum racemus, Lithothamnion corallioides* i *Phymatolithon calcareum* (Slika 14). Na nekoliko dubljih lokacija unutar livade posidonije na zamuljenom pijesku razvijena je biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Od alga prisutna je jedino crvena alga *Lithophyllum racemus*. Na muljevitom sedimentu česte su moruzgve *Phymanthus pulcher* i *Cereus pedunculatus*, a čest je i školjkaš *Venus verrucosa*, te mnogočetinaš *Myxicola infundibulum*. Guste populacije plaštenjaka *Phallusia mammilata, P. fumigata* i *Microcosmus sabatieri* naseljavaju biogeno učvršćenu podlogu duž cijele ove biocenoze. Od riba češće su



Slika 13. Moruzgva *Cribrinopsis crassa* na postaji Porer.



Slika 14. Maerl uz livadu morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na postaji Porer.



Slika 15. Kameni koralj *Cladocora caespitosa* uz korijen morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na postaji Porer.

vrste *Serranus hepatus*, *Mullus surmuletus* i *Gobius vittatus*. Od 16 metra dubine biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala.

Postaja Porer je zanimljiva i zbog dobro očuvane livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica* i prisutnog maerla (inkrustrirajuće crvene alge) oko te livade. Lokacija je zanimljiva i roniocima na dah koji su primijećeni u velikom broju za vrijeme istraživanja. Ronilački turizam značajno doprinosi ugrožavanju utvrđenih populacija koralja, mahovnjaka, spužava i mnogočetinaša. Ronioci često rone preblizu kolonija i oštećuju ih perajama i ronilačkim bocama (IUCN stupanj ugroženosti - DT 1.3; 6.1). Područje otočića Porer, zbog svoje iznimne ljepote podmorske faune, te velike bioraznolikosti vrsta, zaslužuje viši stupanj zaštite. To ne znači da treba zabraniti ronjenje, već ograničiti broj ronioca i dozvoliti ronjenje samo iskusnijim roniocima. Ribolovni alati oštećuju livade morskih cvjetnica (IUCN stupanj ugroženosti - DT 5.4). Odbačeni otpad također ugrožava spomenute biocenoze (IUCN stupanj ugroženosti - DT 9.1.3).

3. 2. Morska cvjetnica *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama

Najveći broj izdanaka po m^2 unutar livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* utvrđen je na postajama Porer, Fenoliga i Školjić, a najmanji na postajama Portić i Polje. Prema Pergent i sur. (1995) livada morske cvjetnice na postaji Porer pripada srednje gustim livadama, dok su livade na ostalim postajama rijetke gustoće (postaje Portić i Polje) (Tablica 1). Na postaje uz jug Istre djeluje antropogeni utjecaj grada Medulina (ponajviše kanalizacija). Organska tvar u stupcu mora, te posebno u sedimentu oko livada pogoduje vrlo visokom obraštaju listova, pa oni zbog smanjene fotosinteze otpadaju.

Antropogena eutrofikacija, kao negativni utjecaj smanjenja rasprostranjenosti livada morske cvjetnice *P. oceanica*, velik je problem infralitoralnog područja u Sredozemnom moru. Poznato je da minimalni unos anorganskog fosfora u more drastično utječe na porast fitoplanktona i bentoskih alga (Delgado i sur., 1999; Hemminga i Duarte, 2000; Belias i sur., 2003; Cancemi i sur., 2003; Karakassis i sur., 2005; Holmer i sur, 2008; Kružić, 2008).

Tablica 1. Vrijednosti morfološke analize livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanim postajama (gustoća izdanaka prema Pergent i sur., 1995).

Postaja	Broj izdanaka po m^2	Kategorija gustoće izdanaka	Broj listova po izdanku	Dužina listova (cm)	Širina listova (mm)
Portić	197,3	Livada rijetke gustoće	6,3	67,4	9,2
Debeljak	231,7	Livada rijetke gustoće	7,1	78,3	9,1
Polje	216,7	Livada rijetke gustoće	6,3	44,7	9,5
Školjić	269,4	Livada rijetke gustoće	6,6	53,7	8,8
Škokovica	241,6	Livada rijetke gustoće	6,9	59,2	8,7
Šekovac	229,3	Livada rijetke gustoće	6,4	55,8	9,1
Fenoliga	277,1	Livada rijetke gustoće	6,1	69,7	9,4
Porer	343,9	Srednje gusta livada	7,6	69,6	9,3

Otpušteni nutrijenti pojačavaju rast biljnih epifita koji reduciraju svjetlost potrebnu morskim cvjetnicama. Zelena alga *Ulva rigida* C. Agardh utvrđena je na postajama Portić, Polje i Škokovica (mogući utjecaj kanalizacije). Gustoća ili brojnost izdanaka posidonije ovisi o dubini, te gustoća opada od plićih prema dubljim dijelovima mora (Pergent i sur., 1995).



Slika 16. Izgriženi listovi morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na postaji Porer.

Veliki broj istraživanih postaja generalno pokazuje pad brojnosti (gustoće) izdanaka posidonije. Degradacija svoj maksimum pokazuje na postaji Portić.

Značajna statistička razlika utvrđena je u broju izdanaka posidonije po m^2 između postaja Porer i Portić, Fenoliga i Portić, te Školjić i Portić (one-way ANOVA, $p < 0,001$). Gustoća livade posidonije (broju izdanaka po m^2) na postaji Portić značajno je manja od ostalih istraživanih postaja (Tukey test, $p< 0,05$). Nije utvrđena značajna statistička razlika između istraživanih postaja što se tiče gustoće izdanaka posidonije i broja utvrđenih vrsta morske faune (two-way ANOVA, $p = 0,795$).

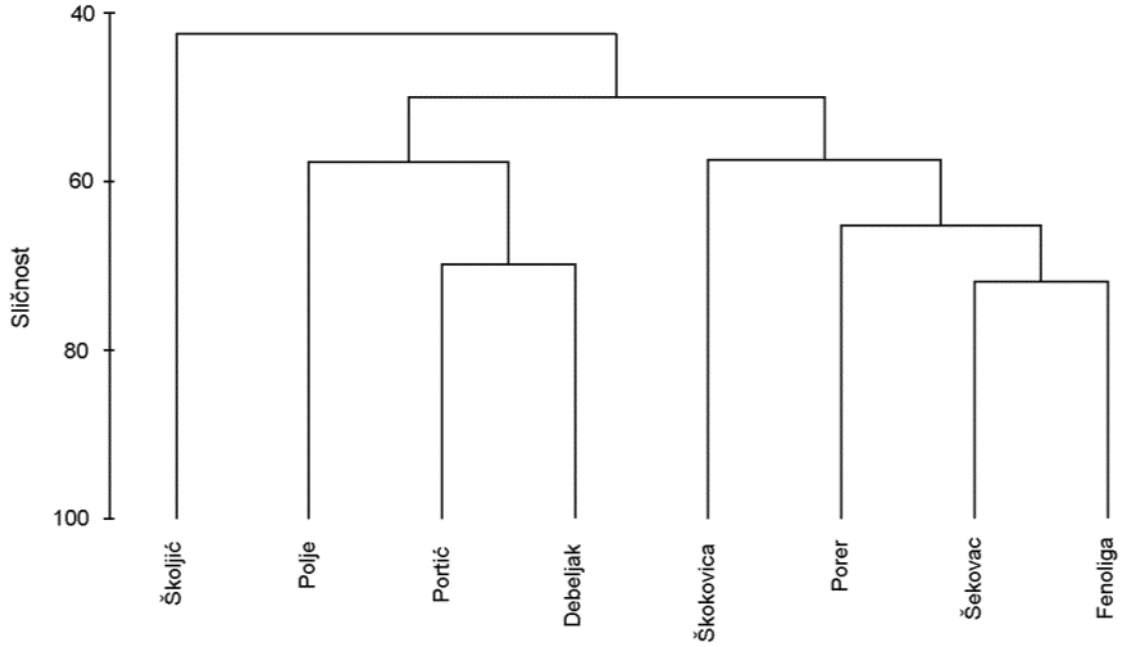
Duž svih istraživanih postaja prilikom ronilačkog pregleda primijećen je antropogeni utjecaj na morsko dno u vidu odbačenog krutog otpada s usidrenih brodova. To su uglavnom razni metalni (šipke, okviri, limenke), te stakleni i plastični predmeti (boce, posuđe). Primijećen je i velik broj automobilskih i kamionskih guma. Na većinu tih odbačenih predmeta naselili su se sesilni organizmi. Na listovima morske cvjetnice *P. oceanica* utvrđeno je pojačano hranjenje (izgriženi vrhovi listova), pogotovo na postaji Porer (Slika 16), što pokazuje prisutnost herbivornih riba (prvenstveno utvrđenih salpa). Ovakva oštećenja nisu, u pravilu, pogubna za posidoniju.

3.3. Najčešće vrste morske faune po istraživanim postajama

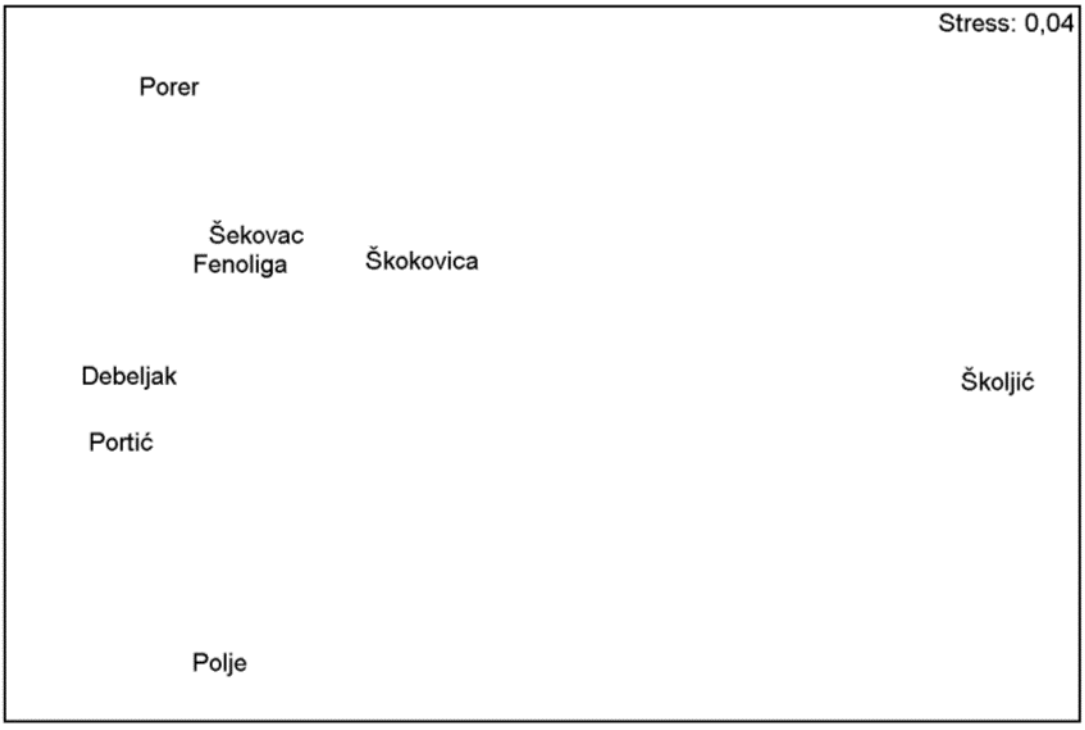
Na istraživanim postajama utvrđene su različite vrste morske faune koje su se nalazile vezane uz livade posidonije ili izvan njih. U livadama posidonije na svim postajama ukupno je zabilježeno 16 vrsta alga, 2 vrste spužvi, 14 vrsta žarnjaka (6 koralja, 7 obrubnjaka i 1 režnjak), 1 vrsta vrpčara, 1 vrsta štrljcaljca, 31 vrsta mekušaca (16 školjkaša, 13 puževa i 2 glavonošca), 13 vrsta mnogočetinaša, 9 vrsta rakova, 9 vrsta mahovnjaka, 6 vrsta plaštenjaka i 26 vrsta riba. Najčešća vrsta spužvi unutar livada bila je *Spirastrella concatrix* koja je pronađena na četiri od osam postaja, dok je spužva *Crambe crambe* pronađena na tri postaje. Iz koljena žarnjaka najbrojnija je vrsta *Cladocora caespitosa*, koja je pronađena na svim postajama. Po prisutnosti po postajama iza nje slijedile su vrste *Pyhmatus pulcher* i *Halecium halecium.* Na svim istraživanim postajama utvrđen je prisutnost puža vrste *Bittium reticulatum*, a na šest od osam postaja utvrđene su vrste *Conus mediterraneus* i *Vermetes triquetus*. Školjkaš *Pinna nobilis* utvrđen je na svim postajama, a po brojnosti po postajama su potom slijedile *Glycimeris glycimeris*, *Limaria hians* te glavonožac *Seppia officinalis*. Mnogočetinaš *Spirorbis sp.* također je bio prisutan na svim postajama, a *Eupolymnia nebulosa*, *Lysidice ninetta*, *Sabella spalanzani* i *Protula tubularia* na šest, odnosno sedam postaja. Mahovnjak *Calpensia nobilis* zabilježen je na svih osam postaja, na sedam je zabilježena vrsta *Raptedeonella violacea*, a na šest su postaja zabilježeni mahovnjaci vrste *Frondipora verrucosa* i *Sertella septenrionalis* te rakovi *Scyllarides latus* i *Pilumnus hirtellus*. Najprisutniji bodljikaši bili su *Holothuria tubulosa*, *Brissus unicolor*, *Echinocyamus pusillus*, *Asterina gibbosa*, *Astropecten auranciacus*, *Costinasterias tenuispina*, *Echinaster sepositus*, *Ophioderma longicaudum*, *Ophiotrix fragilis* koji su zabilježeni na šest postaja. Vrste *Ciona*

Tablica 2. Bray-Curtis koeficijent sličnosti prikazuje koliko zajedničkog u numeričkim vrijednostima imaju istraživane postaje s obzirom na utvrđene vrste faune.

	Portić	**Debeljak**	**Polje**	**Školjić**	**Škokovica**	**Šekovac**	**Fenoliga**	**Porer**
Portić								
Debeljak	69,811							
Polje	63,736	57,609						
Školjić	46,452	49,682	42,520					
Škokovica	56,044	57,609	57,143	51,969				
Šekovac	66,332	64,677	56,140	47,222	67,836			
Fenoliga	66,995	68,293	56,000	45,946	65,143	71,875		
Porer	56,383	60,000	50,000	48,120	57,500	66,667	65,193	



Slika 17. Graf klaster analize s obzirom na faunu istraživanih postaja.



Slika 18. MDS graf s obzirom na faunu istraživanih postaja

intestinalis i *Haloctinia papilosa* su predstavnici plaštenjaka koji su utvrđeni na šest od osam postaja. Od faune riba vrsta prisutna na svim postajama je *Symphodus rostratus*, a nešto manje

prisutni bili su *Chromis chromis, Diplodus puntazzo, D. sargus, Labrus merula, Parablennius rouxi, Scorpaena notata* i *Trypterygion triptenotus.*

Kod postaja Fenoliga i Šekovac Bray-Curtis koeficijent pokazuje najveću sličnost (71,875%) ovisno o vrstama utvrđenih u livadama morske cvjetnice Posidonia oceanica (Tablica 2; Slike 17 i 18). Veću sličnost pokazuju i postaje Portić i Debeljak (69,811%) i postaje Fenoliga i Debeljak (68,293%). Najmanju sličnost pokazuju postaje Školjić i Polje (42,520%) i Školjić i Fenoliga (45,946%).

4. RASPRAVA

4.1. Livade posidonije kao stanište faune

Livade posidonije imaju mnoge karakteristike koje je čine vrlo dobrim staništem za brojne vrste morske faune. Velika primarna produkcija i trodimenzionalna struktura vegetacije samo su neki od uzroka velike bioraznolikosti u livadama. Životinje koje žive u livadama posidonije mogle bi se podijeliti na: (1) infaunu; odnosno vrste koje žive u ili na sedimentu (školjkaši *Pinna nobilis* i *Glycimeris glycimeris,* puž *Conus mediteranneus*), (2) epifaunu; odnosno vrste koje žive na izdancima i listovima (npr. puž *Gibbula varia*), (3) epibentičke vrste; veće vagilne životinje slobodnije povezane sa livadama kao npr. mnoge vrste riba (*Salpa sarpa, Diplodus puntazzo* i *Diplodus sargus*). Vrste vezane uz posidoniju najčešće nisu striktno povezane sa samom livadom, odnosno mogu se naći i izvan nje ili je samo dio njihovog životnog ciklusa striktno vezan uz nju. U Javnoj ustanovi Kamenjak, vrsta direktno vezana za livade posidonije je školjkaš *Pinna nobilis*, utvrđena na svim postajama. Ova vrsta predstavlja najbrže rastućeg školjkaša, do 1 mm dnevno (Richardson i sur., 1999). Neke su jedinke na istraživanim postajama bile polegnute ili otrgnute, što ukazuje na negativan antropogeni utjecaj. Istraživanja u JU Kamenjak su pokazala kako gušće livade uglavnom sadrže veći broj vrsta u usporedbi sa rijetkim livadama. Najveća bioraznolikost utvrđena je na postaji Porer, a na istoj je postaji utvrđena najveća gustoća livade. Na postajama Portić i Polje zabilježena je veća eutrofikacija zbog blizine grada Medulina, što je dovelo do povećane primarne produkcije alga, što se očituje u visokom obraštaju listova posidonije.

Mekušci predstavljaju vrlo važan i brojan dio faune livada posidonije. Utvrđeni puževi poput vrsta *Bittium reticulatum, Conus mediteranneus* ili *Vermetes triquetrus* pronalaze različite tipove hrane u livadama posidonije. Neki se hrane makrofitskim tkivom, neki su

karnivorni, a većina ih se hrani mikroalgama i detritusom prisutnim u sedimentu ili na listovima.

Rast filtratorskih školjkaša poput vrste *Pinna nobilis* ili *Gycimeris glicimeris,* može biti pod pozitivnim i negativnim utjecajem u livadama posidonije. Oni ovise o protoku i miješanju stupaca vode, te uglavnom brže rastu na područjima gdje je protok vode uz sediment brži. Kako je protok vode u livadama smanjen, filtratori bi mogli iskusiti redukciju hrane. S druge strane, u livadama su prisutne mikročestice odumrlih račića, riba i slično, što im omogućava duže hranjenje, te ih štiti od predatora (Irlandi i Peterson, 1991).

Trodimenzionalna struktura livade vrlo je važna za preživljavanje i rast mnogih vrsta rakova. Mnoge vrste rakova poput *Scyllarides latus* i *Pilumnus hirtellus* koriste alge i detritus kao izvor hrane u livadama (Klumpp i sur., 1989), a često provode post-ličinački stadij u istima koristeći strukturu livade kao sklonište od predatora. Fauna riba može se podijeliti prema Kikuchi (1966), u slijedeće četiri kategorije: (1) trajno prisutne vrste, (2) privremeno prisutne vrste, (3) redovni posjetioci i (4) povremeni posjetioci. Samo je vrsta *Symphodus rostratus* utvrđena na svim postajama, dok su na većini postaja utvrđene *Chromis chromis, Diplodus puntazzo, D. sargus, Gobius bucchichii, Labrus merula, Parablennius rouxi* i *Scorpaena notata.* Sve utvrđene vrste su česte uz livade posidonije i na ostalim područjima s ovom morskom cvjetnicom u istočnom dijelu Jadranskog mora. Livade pružaju ribama hranu, te služe kao rastilište i mrjestilište. Sama fauna također ima veliku ulogu u funkcioniranju posidonije te bi se mogla razvrstati na tri vrste utjecaja: (1) direktni utjecaj griženja listova, (2) indirektan utjecaj hranidbenih aktivnosti, (3) fizički utjecaj na staništa livada, poput bioturbacije nekih životinja. Pri umjerenom hranjenju listovima, negativni utjecaji na rast listova su uglavnom mali (Cebrian i sur., 1998). Na postaji Porer utvrđeni su izgriženi listovi posidonije, vjerojatno od vrste *Sarpa salpa* (relativno česta na istraživanim postajama), no ovakav utjecaj ne dovodi do velikih oštećenja. Samo u nekim težim slučajevima griženje listova može dovesti do mehaničkog oštećenja ili do potpunog gubitka lista, no na svim postajama u JU Kamenjak takvo što nije utvrđeno. Indirektan utjecaj hranidbenih aktivnosti može dovesti do pozitivnih promjena u listovima, tako što se pojedine vrste hrane perifitonskim slojem na listovima te uklanjanju sloj koji potencijalno utječe na fotosintezu, a također i na savitljivost listova što je korisno pri utjecaju hidrodinamičkih sila. Visoka pokrovnost epifita može ukrutiti listove što dovodi do fragmentacije i pucanja listova. Brojne su studije pokazale kako uklanjanje perifitona od strane organizama koji se njima hrane pospješuje produktivnost i biomasu livada morskih cvjetnica (Hootsman i Vermaat, 1985; Howard and Short, 1986; Philippart, 1995). Indirektan utjecaj također uključuje utjecaj na dinamiku nutrijenata u livadama. Treći oblik utjecaja, bioturbacija organizama, može imati

negativne utjecaje na livade posidonije. Rakovi i školjkaši koji se ukopavaju u sediment među rizome mogu naštetiti samome stanju livade.

Bronost i struktura utvrđene faune na istraživanim postajama u JU Kamenjak ne razlikuje se od livada posidonije u ostalim dijelovima istočnog Jadrana. U južnom i srednjem dijelu Jadranskog mora sve su prisutnije „termofilne“ vrste (najčešće invazivne i lesepsijske vrste) poput ribe papigače *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758), koja još nije utvrđena u sjevernom dijelu Jadranskog mora. Zbog trendova zagrijavanja Sredozemnog mora samo je pitanje kada će se ova i slične vrste nastaniti in a ovom području.

4.2. Stanje životnih zajednica na istraživanim postajama

Na svim istraživanim livadama (posidonija i cimodoceja) utvrđena su oštećenja od sidrenja brodova, a pogotovo u uvali Portić i Debeljak (popularna mjesta za sidrenje). Ne



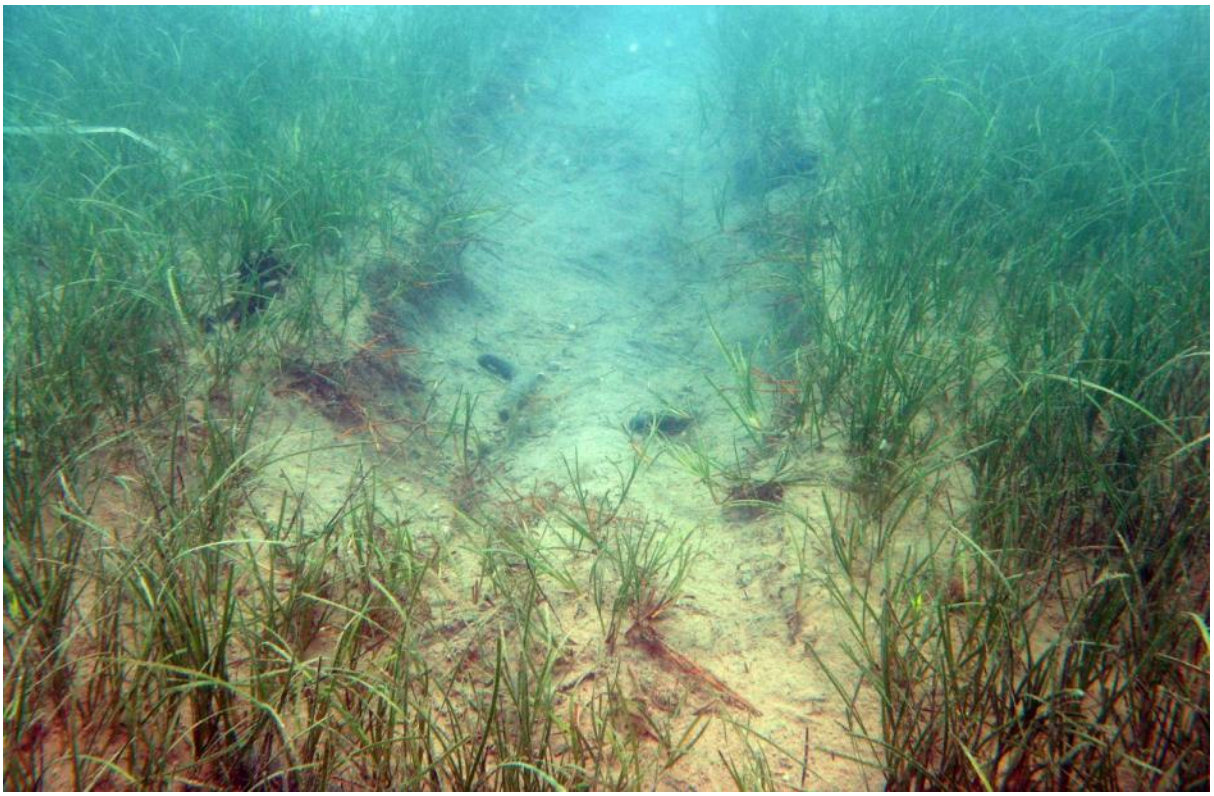
Slika 19. Odbačeni kruti otpad s usidrenih brodova na postaji Portić.



Slika 20. Odbačeni kruti otpad na postaji Školjić.



Slika 21. Sidrenje broda unutar livada morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* na istraživanoj postaji Portić.



Slika 22. Trag od sidra na istraživanoj postaji Portić.

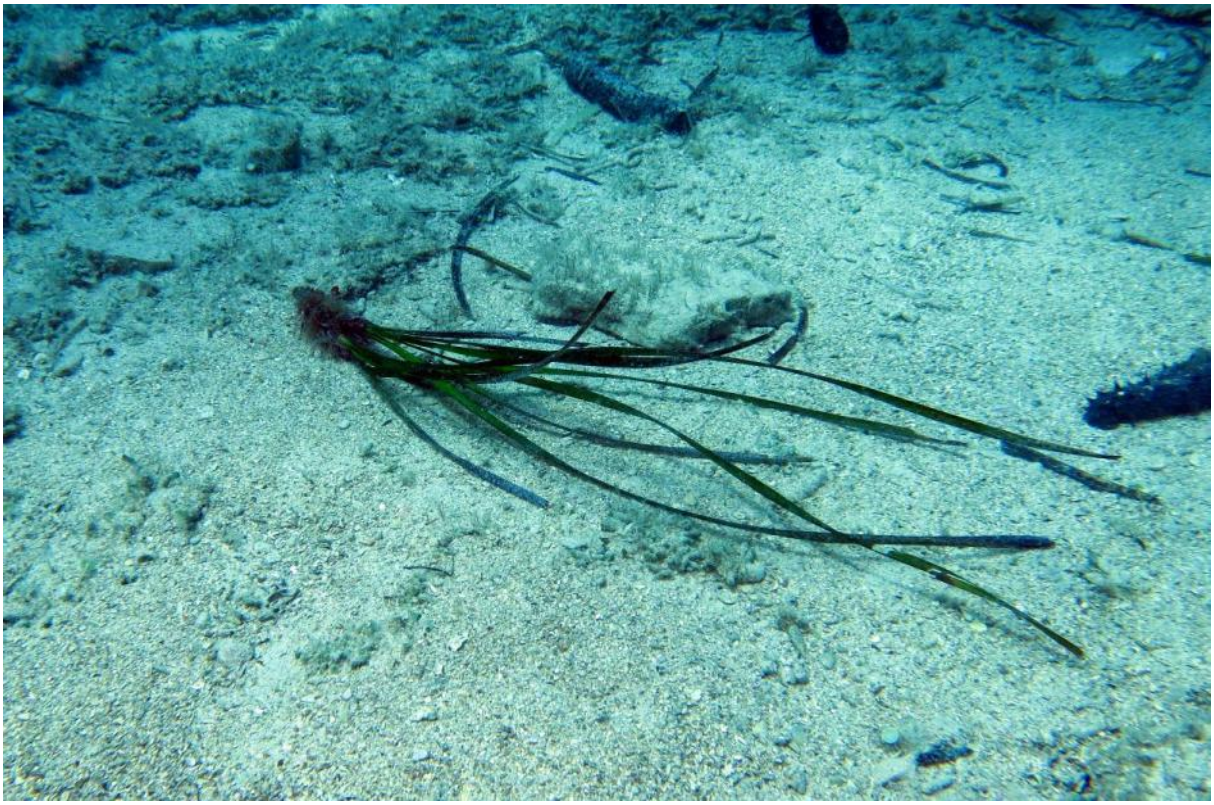


Slika 23. Sidrenje broda uz livadu morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na istraživanoj postaji Polje.

znajući da je posidonija zaštićena vrsta, nautičari namjerno sidre unutar livada, jer sidro bolje „drži“ od okolnog sedimenta i na taj način značajno doprinose degradaciji livada morskih cvjetnica.

Utvrđene su alge koje ukazuju na pretjerano organsko opterećenje (prvenstveno zelena alga *Ulva rigida*), ali i životinjske vrste koje su obično prisutne u čistom, nezagađenom moru.

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) (Slike 19 i 20). Primijećen je i velik broj automobilskih i kamionskih guma. Na većinu tih odbačenih predmeta naselili su se sesilni organizmi.



Slika 24. Otrgnuti izdanci morske cvjetnice *Posidonia oceanica* na postaji Šekovac.

Većina se brodova sidre unutar uvala, te ovim načinom uništavaju livade morskih cvjetnica, prvenstveno vrstu *Posidonia oceanica* (Slike 21 do 24). Iako na istraživanim postajama nisu utvrđene invazivne zelene alge roda *Caulerpa*, ovakvim načinom sidrenja povećava se vjerojatnost njihova unošenja. Jedan od problema na istraživanim postajama je i odvoz otpada iz uvala, jer brodovi usidreni u uvalama ostavljaju vreće s otpadom uz samu obalu. Veće količine otpada donosi morem maestral ili bura, pa su sve istraživane uvale na taj način ugrožene.

4.3. Ugroženosti postaja i njen utjecaj na faunu

Najmanja gustoća livada bila je na postajama Portić i Polje, koje se nalaze u blizini grada Medulina, te je zbog utjecaja kanalizacije prisutan visok udio organske tvari, zbog čega dolazi do obraštaja listova, a time i do smanjene mogućnosti fotosinteze listova posidonije što je, uz brojne antropogene aktivnosti na ovim postajama (sidrenje, ronjenje, krupni otpad) vjerojatno jedan od glavnih uzroka regresije livada. Na ovim su postajama zbog organskog opterećenja pronađene nitrofilne alge roda *Ulva*. Također, zbog ovih razloga, na ovim se postajama nalazi i manja bioraznolikost faune u usporedbi sa ostalim postajama, budući da guste livade posidonije podržavaju veći broj vrsta nego rijetke livade ili područja bez livada. Sa druge strane, na postajama Porer, Fenoliga, Školjić, koje su zbog svojih pozicija (Fenoliga i Porer su otočići) izdvojenije te samim time i s manje antropogenog utjecaja, broj i gustoća izdanaka bila je veća, a samim time i broj vrsta, te bioraznolikost.

Utvrđene vrste morske faune na istraživanim područjima karakteristične su vrste za sjeverni Jadran. Osim ribolova, ispusta kanalizacije i sidrenja brodova, nema većeg negativnog utjecaja na faunu vezanu uz livade posidonije. Mogućim smanjenjem površina livada posidonije, fauna će biti sve više ugrožena, a vrste koje se ovdje razmnožavaju premještat će se na druga područja s livadama posidonije.

Na istraživanim postajama nije utvrđen plavi atlantski rak *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, koji je u zadnjih desetak godine vrlo čest uz obale JU Kamenjak. Razlog je vrlo vjerojatno u tome što izbjegava livade posidonije i živi pretežno u biocenozi fotofilnih alga.

5. ZAKLJUČCI

- N

ajveći broj izdanaka po m^2 livada morske cvjetnice *Posidonia oceanica* utvrđen je na postajama Porer, Fenoliga i Školjić, a najmanji na postajama Portić i Polje. Postaje Portić i

Polje nalaze se u blizini grada Medulina te su izložene eutrofikaciji, a također su i popularna sidrišta što ih čini livadama najmanje gustoće.

- O rganska tvar u stupcu mora, te posebno u sedimentu oko livada pogoduje vrlo visokom obraštaju listova, pa oni zbog smanjene fotosinteze otpadaju.
- Sidrenje, bacanje krupnog otpada i turističke aktivnosti predstavljaju veliku prijetnju livadama *P.oceanica* u Javnoj ustanovi Kamenjak, a samim time i bioraznolikosti faune.
- Veliki broj istraživanih postaja generalno pokazuje pad brojnosti (gustoće) izdanaka posidonije. Regresija svoj maksimum pokazuje na postaji Portić koja se nalazi u blizini grada Medulina, te je popularna za sidrenje i ostale antropogene aktivnosti.
- N ajveća bioraznolikost faune utvrđena je na postaji Porer, te se preporučuje viši stupanj zaštite u smislu kontroliranog ronjenja, sidrenja i turističkih aktivnosti.
- N ajčešće vrste su *Symphodus rostratus*, *Spirorbis sp*., *Halecium halecinum, Actinia equina, Calpensia nobilis, Bittium reticulatum* i *Cladocora caespitosa* koje su zabilježene na svim istraživanim postajama.
- N ajveći indeks sličnosti po postajama utvrđen je između postaja Šekovac i Fenoliga, a najmanji između postaja Portić i Polje.
- O sim ribolovnih alata, ispusta kanalizacije i sidrenja brodova, nema većeg negativnog utjecaja na faunu vezanu uz livade posidonije.

6. KORIŠTENA LITERATURA

Bakran-Petricioli, T., 2007. Morska staništa – priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb: 1-169

Belias, C., Bikas, V., Dassenakis, M., Scoullos, M., 2003. Environmental impacts of coastal aquaculture in Eastern Mediterranean Bays. The case of Astakos Gulf, Greece. Environmental Science and Pollution Research 10(5), 287-295.

Cabioch, J., Floch, J-Y., Le Toquin, A., Boudouresque, C.F., meinesz, A., Verlaque, M. 1992. Guide des Algues des Mers d'Europe. Delachaux et Niestlé. 1-232.

Calvo, J. C. C. 1995. El Ecosistema Marino Mediterráneo. Guia de su Flora y Fauna. Equipo de Diseño. La Luna de Madrid S.A. 1-797.

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.

Cebrian, J., DUarte, C.M., Agawin, N.S.R. & Merino, M. 1998. Leaf growth response to simulated herbivory: a comparison among seagrass species. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 220, 67-81

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.

Falciai, L., Minervini, R. 1992. Guida dei Crostacei Decapodi d'Europa. Science naturali. Muzzio. 1-282.

Gerrard, S., Gambi, M.C., Scipione, B., patti, F.P., LorentI, M., Zupo, V., Paterson D.M., Buia M.C., 2014. Indirect effects may buffer negative responses of seagrass invertebrate communites to ocean acidification. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 461, 31-38

Hemminga, M.A., Duarte, C.M., 2000. Seagrass Ecology. Cambridge University Press. 298 pp.

Holmer, M., Argyrou, M., Dalsgaard, T., Danovaro, R., Diaz-Almela, E., Duarte, C., Frederiksen, M., Grau, A., Karakassis, I., Marba, N., Mirto, S., Perez, M., Pusceddu, A., Tsapakis, M., 2008. Effects of fish farm waste on Posidonia oceanica meadows: Synthesis and provision of monitoring and management tools. Marine Pollution Bulletin 56, 1618-1629.

Hootsmans, M.J.M. & Vermaat, J.E. 1985. The effect of periphyton-grazing by three epifaunal species on the growth of *Zostera marina* L. under experimental conditions. Aquatic botany 22, 83-8

Irlandi, E.A. & Peterson, C.H. 1991. Modification of animal habitat by large plants: mechanismsby which seagrasses influence clam growth. Oecologia, 87, 307-18.

Jardas, I. 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga Zagreb. 1-533.

Jardas, I. 1997. Ribe i glavonošci Jadranskog mora. Prirodna baština. Svjetlost Sarajevo. 1-171.

Karakassis, I., Pitta, P., Krom, M.D., 2005. Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. Scientia Marina 62, 313-321.

Kikuchi, T. 1996. An ecological study on animal communities of the *Zostera marina* belt in Tomioka bay, Amakusa, Kyushu. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, , 127-48

Klumpp, D.W., Howard, R.K. & Pollard, D.A. 1989. Trophodynamics and nutritional ecology of seagrass communities. In Biology of Seagrasses, ed. A.W.D. Larkum, A.J. McComb & S.A. Shepherd, pp. 394-457. Amsterdam: Elsevier.

Kružić, P., 2008. Variations in Posidonia oceanica meadow structure along the coast of the Dugi Otok Island (Eastern Adriatic Sea). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 88(5), 883-892.

Larkum, W.D., Orth, R.J. & Duarte, C.M., 2006. Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer, Amsterdam

Lepoint, G., Havalange, S., Gobert, S. & Bouquegneau J.M., 1999. Fauna vs flora contribution to the leaf epiphytes biomass in a Posidonia oceanica seagrass bed in Revellata Bay, Corsica. Hydrobiologia 394: 63–67

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 Mediterranée: Etat des connaissances. Mésogée, 54, 3-29.

Phillippart, C.J.M. 1995. Effect od periphyton grazing by *Hydrobia ulvae* on the growth of *Zostera noltii* on a tidal flat in th Dutch Wadden Sea. Marine Biology, 122, 431-37.

POPE, G. T., GOTO, Y. 1991. European Seashells. I Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gastropoda. Hemmen. 1-352.

Poppe, G. T., Goto, Y. 1993. European Seashells. II Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda. Hemmen. 1-221.

Riedl, R., 1991. Fauna e flora del Mediterraneo. Franco Muzzio, Padova. 1-777.

Rodriguez-Prieto, C., Ballesteros, E., Boisset, F., Afonso-Carrillo, J. 2013. Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental. Barcelona: Ediciones Omega, S.A. 1-656.

Sabelli, B., GIANNUZZI-SAVELLI, R., BEDULLI, D. 1990. Catalogo annotato dei moluschi marini del Mediterraneo. 1. S. I. M. Bologna. 1-348.

Schmidt, H. 1972 Prodromus zu einer Monographie der mediterranen Aktinien. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 1-146.

Tortonese, E. 1965. Echinodermata. Fauna d'Italia, 6. Calderini, Bologna. 1-419.

Turk, T. 1996. Živalski svet Jadranskega morja. DSZ Ljubljana. 1-456.

Weinberg, S. 1993. Découvrir la Méditerranée. Nathan Paris 1-351.

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

Zibrowius, H. 1980. Les Scléractiniaires de la Méditerranée et de l’Atlantique nord-oriental. Mé. Inst. Océanogr. 11. 1-284.

Tablica 2. Popis vrsta utvrđenih na istraživanim postajama (crveno su označene vrste vezane uz livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica*).

Vrsta	Portić	Debeljak	Polje	Školjić	Škokovica	Šekovac	Fenoliga	Porer
Anchinoe tenacior Topsent, 1925	x					x	x	
Aplysina aerophoba Schmidt, 1862	x	x	x	x	x		x	x
Chondrilla nucula Schmidt, 1862	x	x	x		x			
Chondrosia reniformis Nardo, 1847	x	x	x	x		x	x	
Clathrina clathrus Schmidt, 1872	x	x				x	x	
Cliona celata Grant, 1826				x	x			x
Cliona viridis (Schmidt, 1862)	x	x	x	x	x			x
Crambe crambe (Schmidt, 1862)	x	x	x					
Geodia gigas Schmidt, 1862	x				x	x	x	x
Ircinia dendroides (Schmidt, 1862)	x	x	x			x		
Petrosia ficiformis (Poiret, 1798)	x	x	x			x	x	
Phorbas tenacior (Topsent, 1925)	x				x		x	x
Spirastrella cuncatrix Schmidt, 1868	x	x	x		x			
Spongia officinalis Linnaeus, 1759	x	x				x		
Aglaophenia elongata Meneghini, 1845		x	x		x		x	x
Aglaophenia pluma (Linnaeus, 1758)	x	x	x			x		
Antenella secundaria (Gmelin, 1791)		x					x	x
Clytia gracilis (M. Sars, 1850)		x				x	x	
Dynamena disticha (Bosc, 1802)	x		x		x			x
Eudendrium racemosum (Cavolini, 1785)	x	x	x		x			x
Eudendrium ramosum (Linnaeus, 1758)	x	x	x		x	x		

Vrsta	Portić	Debeljak	Polje	Školjić	Škokovica	Šekovac	Fenoliga	Porer
Halecium halecinum (Linnaeus, 1758)		x	x	x	x	x	x	x
Obelia dichotoma (Linnaeus, 1758)	x				x	x		
Plumularia setacea (Linnaeus, 1758)	x	x	x				x	
Nausithoe punctata Kolliker, 1853		x		x		x	x	x
Actinia equina Linnaeus,1758	x	x	x	x	x	x	x	x
Aiptasia diaphana (Rapp, 1829)		x						
Aiptasia mutabilis (Gravenhorst, 1831)	x	x	x	x	x	x	x	x
Anemonia viridis (Forskal, 1775)	x	x	x	x				
Balanophyllia europaea (Risso, 1826)	x	x	x	x				
Bunodactis verrucosa (Pennant, 1777)	x	x	x				x	x
Bunodeopsis strumosa Andres, 1881	x	x	x	x	x	x	x	
Calliactis parasitica (Couch, 1842)	x				x	x		x
Caryophyllia inornata (Duncan, 1878)	x	x						x
Cereus pedunculatus (Pennant, 1777)	x	x	x	x	x		x	
Cerianthus membranaceus (Spallanzani, 1784)		x	x	x	x			
Cladocora caespitosa (Linnaeus, 1767)	x	x	x	x	x	x	x	x
Condylactis aurantiaca (Delle Chiaje, 1825)		x						x
Cribrinopsis crassa (Andres, 1883)	x	x						
Phymanthus pulcher Andres, 1883	x	x	x		x		x	x
Bonellia viridis Rolando, 1821	x	x	x		x		x	
Sipunculus nudus Linnaeus, 1766	x	x	x		x	x		
Acanthochitona communis J. Risso, 1826	x	x	x	x	x	x	x	x
Chiton olivaceus Spengler, 1797	x	x				x	x	x
Ischnochiton rissoi (Payraudeau, 1826)			x		x			

Alvania cimex (Linnaeus, 1758)	x		x		x	x	x	x
Alvania lineata Risso, 1826	x		x			x	x	
Berthella aurantiaca (Risso, 1818)	x						x	
Bittium latreillii (Payraudeau, 1826)			x			x		x
Bittium reticulatum (da Costa, 1778)	x	x	x	x	x	x	x	x
Bolinus brandaris (Linnaeus, 1758)			x	x		x	x	x
Calliostoma zizyphinus (Linnaeus, 1767)	x	x						
Cerithium vulgatum Bruguière, 1792	x	x	x		x	x		
Chromodoris luteorosea (Rapp, 1827)			x	x				
Clanculus corallinus (Gmelin, 1791)	x	x				x	x	
Clanculus cruciatus (Linnaeus, 1758)		x		x				x
Collumbela rustica (Linnaeus, 1758)	x		x		x		x	
Conus mediterraneus Hwass in Bruguière, 1792			x	x	x	x	x	x
Conus ventricosus Gmelin, 1791		x						

Vrsta	Portić	Debeljak	Polje	Školjić	Školovica	Šekovac	Fenoliga	Porer
Discodoris atromaculata Bergh, 1880			x		x	x	x	x
Flabellina affinis (Gmelin, 1791)	x	x			x	x	x	
Gibbula ardens (Von Salis, 1793)	x	x	x		x		x	
Gibbula varia (Linnaeus, 1758)		x				x	x	x
Haliotis tuberculata form *lamellosa* Lamarck, 1822	x		x		x		x	x
Hexaplex trunculus (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x		x
Hypselodoris orsini (Verany, 1846)	x				x	x	x	x
Hypselodoris tricolor (Cantraine, 1835)		x						
Melarhaphe neritoides (Linnaeus, 1758)	x	x	x			x		
Monodonta turbinata (Born, 1870)	x	x	x	x			x	x

Muricopsis cristata (Brocchi, 1814)		x			x	x		
Patella caerulea Linnaeus, 1758	x	x	x	x		x		
Patella rustica Linnaeus, 1758		x	x	x	x			
Rissoa variabilis (Von Mühlfeldt, 1824)			x		x		x	
Serpulorbis arenaria (Linnaeus, 1758)	x	x	x			x		x
Tylodina perversa (Gmelin & Linnaeus, 1791)	x							
Vermetus triquetrus Bivona Ant., 1832	x	x		x	x	x	x	
Vexillum tricolor (Gmelin, 1791)	x				x	x	x	x
Abra alba (Wood W., 1802)		x				x		x
Acanthocardia tuberculata (Linnaeus, 1758)		x		x	x	x	x	x
Arca noae Linnaeus, 1758	x	x	x		x	x		x
Barbatia barbata (Linnaeus, 1758)	x		x					
Callista chione (Linnaeus, 1758)		x				x	x	x
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)		x				x		x
Chama gryphoides Linnaeus, 1758	x		x	x			x	x
Chlamys glabra (Linnaeus, 1758)	x	x	x			x	x	
Chlamys varia (Linnaeus, 1758)	x	x				x	x	
Corbula gibba (Olivi, 1792)	x	x	x				x	
Gari depressa (Pennant, 1777)		x			x	x	x	
Gastrochaena dubia (Pennant, 1777)		x			x	x	x	x
Glycymeris glycymeris (Linnaeus, 1758)		x		x	x	x	x	x

Vrsta	**Portić**	**Debeljak**	**Polje**	**Školjić**	**Škokovica**	**Šekovac**	**Fenoliga**	**Porer**
Limaria hians (Gmelin, 1791)	x	x	x		x	x	x	x
Lithophaga lithophaga (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x
Manupecten pesfelis (Linnaeus, 1758)	x	x		x			x	x

Vrsta	Porti	Debeljak	Polje	Školjić	Škoko	Šekovac	Fenoliga	Porer
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819		x				x	x	
Ostrea edulis Linnaeus, 1758	x	x		x	x		x	x
Pecten jacobaeus (Linnaeus, 1758)	x	x						
Pinna nobilis Linnaeus, 1758	x	x	x	x	x	x	x	x
Pitar rudis (Poli, 1795)			x	x		x	x	
Striarca lactea (Linnaeus, 1758)	x	x	x					
Tellina tenuis da Costa, 1778		x			x	x	x	x
Teredo navalis Linnaeus, 1758	x						x	x
Venerupis pullastra (Montagu, 1803)		x		x	x	x	x	x
Venus verrucosa Linnaeus, 1758	x	x	x				x	x
Octopus vulgaris Lamarck, 1798	x	x		x			x	x
Sepia officinalis Linnaeus, 1758	x	x		x	x	x	x	x
Bispira mariae Lo Bianco, 1893	x	x	x		x	x		
Chaetopterus variopedatus (Renier, 1804)	x			x	x	x		x
Eunice aphroditois (Pallas, 1788)	x						x	x
Eupolymnia nebulosa (Montagu, 1818)	x	x	x			x	x	x
Ficopomatus enigmaticus (Fauvel, 1923)					x		x	x
Lysidice ninetta Audouin & Milne-Edwards, 1833			x	x	x	x	x	x
Myxicola infundibulum Montagu, 1915	x	x		x			x	
Polycirrus aurantiacus Grube 1860	x					x	x	x
Pomatoceros triqueter (Linnaeus, 1767)	x	x		x				x
Protula intestinum (Savigny, 1818)	x		x			x		x
Protula tubularia (Montagu, 1803)	x	x	x	x	x	x	x	
Sabella pavonina Savigny, 1820		x	x	x				
Sabella spalanzzani (Gmelin, 1791)	x	x	x	x	x		x	x
Serpula concharum Langerhans, 1880	x	x				x		x
Serpula vermicularis (Linnaeus, 1767)	x	x	x				x	x
Spirobranchus polytrema (Philippi, 1844)	x		x	x				x

	ć				v i c a			
Spirorbis sp.	x	x	x	x	x	x	x	x
Balanus perforatus Bruguiére, 1789	x	x	x				x	
Chthamalus depressus (Poli, 1795)	x			x	x	x	x	x
Chthamalus stellatus (Poli, 1795)		x	x	x				x
Alpheus dentipes Guerin, 1832	x			x			x	
Eriphia verrucosa (Forskal, 1775)	x	x					x	
Galathea squamifera Leach, 1814			x					x
Galathea strigosa (Linnaeus, 1767)		x		x		x	x	
Maja squinado (Herbst, 1788)	x						x	
Pagurus prideaux Leach, 1815	x	x						x
Palaemon elegans Risso, 1816	x	x	x	x			x	
Periclimenes amethysteus (Risso, 1827)	x	x				x	x	
Pilumnus hirtellus (Linnaeus, 1761)	x	x			x	x	x	x
Processa sp.	x						x	
Scyllarides latus (Latreille, 1802)	x			x	x	x	x	x
Aetea sica (Couch, 1844)	x	x	x				x	x
Aetea truncata (Landsborough, 1852)		x		x			x	
Calpensia nobilis (Esper, 1796)	x	x	x	x	x	x	x	x
Cellepora pumicosa (Pallas, 1766)	x	x						
Frondipora verrucosa (Lamouroux, 1821)	x	x		x	x	x		x
Hornera frondiculata Lamouroux, 1821	x	x	x				x	x
Margaretta cereoides (Ellis et Solander, 1786)		x		x	x			x
Myriapora truncata (Pallas, 1766)		x			x			
Reptadeonella violacea (Julien, 1903)	x	x		x	x	x	x	x
Reteporella feuerbornii Hass, 1948	x				x		x	
Schizobrachiella sanguinea (Norman, 1868)	x	x	x				x	x
Scrupocellaria scrupea Busk, 1852	x							x
Scrupocellaria reptans (Linnaeus, 1767)	x					x	x	x

Sertella septentrionalis Harmer, 1933	x	x			x	x	x	x
Smittina cervicornis (Pallas, 1766)		x			x	x		
Antedon mediterranea (Lamarck, 1816)			x		x			

Vrsta	Portić	Debeljak	Polje	Školjić	Školkovica	Šekovac	Fenoliga	Porer
Holothuria forskali Delle Chiaje, 1823	x	x				x		x
Holothuria polii Delle Chiaje, 1823	x							x
Holothouria tubulosa Gmelin, 1788	x	x	x		x	x	x	
Arbacia lixula (Linnaeus, 1758)	x		x		x	x		
Brissus unicolor (Leske, 1778)	x	x	x	x	x	x		x
Echinocyamus pusillus (Müller, 1776)		x		x	x	x	x	x
Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816)		x						
Spatangus purpureus (Muller, 1776)		x					x	x
Sphaerechinus granularis (Lamarck, 1816)	x		x			x	x	
Asterina gibbosa (Pennant, 1777)	x			x	x	x	x	x
Astropecten aranciacus (Linnaeus, 1758)	x	x	x		x	x	x	x
Astropecten spinulosus (Philippi, 1837)	x					x	x	x
Coscinasterias tenuispina (Lamarck, 1816)	x	x	x			x	x	x
Echinaster sepositus (Retzius, 1783)	x	x	x		x	x		x
Marthasterias glacialis (Linnaeus, 1758)	x	x			x		x	
Amphipholis squamata (Delle Chiaje, 1828)	x	x				x		
Ophioderma longicaudum (Retzius, 1805)	x	x	x	x	x	x		
Ophiothrix fragilis (Abildgaard, 1789)	x		x	x	x	x	x	x
Ophiura albida Forbes, 1839			x		x	x	x	
Aplidium conicum (Olivi, 1792)	x		x		x	x	x	
Aplidium proliferum (Milne-Edwards, 1841)	x							

Vrsta	Portić	Debeljak	Poljje	Školjić	Škokovica	Šekovac	Fenoliga	Porer
Ciona intestinalis (Linnaeus, 1758)	x			x	x	x	x	x
Diplosoma listerianum (Milne Edwards, 1841)		x		x				
Halocynthia papillosa (Linnaeus, 1767)	x	x	x	x	x	x		
Microcosmus sabatieri Roule, 1885		x	x	x	x			x
Phallusia fumigata (Grube, 1864)	x	x	x	x		x		
Phallusia mammilata (Cuvier, 1815)	x	x						x
Sydnium elegans (Giard, 1872)	x	x	x				x	
Torpedo marmorata Risso, 1810	x			x	x	x	x	x
Boops boops (Linnaeus, 1758)	x	x		x				
Chromis chromis (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x		x	x	x
Coris julis (Linnaeus, 1758)	x	x	x			x		
Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758)			x		x	x	x	x
Diplodus puntazzo (Cetti, 1777)	x	x	x	x	x		x	
Diplodus sargus (Linnaeus, 1758)	x	x		x	x	x	x	
Diplodus vulgaris (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	x		x					
Gobius bucchichii Steindachner, 1870	x	x			x	x	x	
Gobius cruentatus Gmelin, 1789	x		x	x	x			
Gobius vittatus Vinciguerra, 1883	x	x						
Hippocampus guttulatus Cuvier, 1829	x				x	x	x	
Labrus merula Linnaeus, 1758		x	x		x	x	x	x
Mullus surmuletus Linnaeus, 1758	x	x		x	x	x	x	x
Oblada melanura (Linnaeus, 1758)	x		x			x	x	
Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758)		x	x			x	x	x
Parablennius rouxi (Cocco, 1833)		x	x		x	x	x	x

Sarpa salpa (Linnaeus, 1758)	x		x			x	x	
Scorpaena notata Rafinesque, 1810			x	x	x	x	x	x
Serranus cabrilla (Linnaeus, 1758)			x		x	x		x
Serranus hepatus (Linnaeus, 1758)	x	x					x	x
Serranus scriba (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x				
Sparus aurata Linnaeus, 1758		x			x	x	x	x
Symphodus rostratus (Bloch, 1797)	x	x	x	x	x	x	x	x
Thorogobius ephippitus (Lowe, 1839)		x		x				
Trigloporus lastoviza (Bonnaterre, 1788)	x				x	x	x	
Tripterygion tripteronotus (Risso, 1810)	x	x		x		x	x	x
Zeus faber Linnaeus, 1758	x			x		x		