



Implementation of the ecosystem approach  
in the Adriatic through marine spatial planning

Rezultati istraživanja  
morske sredine  
Crne Gore  
**Rezime**



Mediterranean  
Action Plan  
Barcelona  
Convention



---

<b>Koordinacija:</b>	Ivana Stojanović (Ministarstvo održivog razvoja i turizma), Marina Marković (PAP/RAC)
<b>Autori:</b>	E01: dr. Vesna Mačić ( <i>Posidonia oceanica</i> ) i dr. Slavica Petović (koraligene zajednice) (Institut za biologiju mora, Univerzitet Crne Gore); Egidio Trainito (koraligene zajednice Bokokotorskog zaliva) E05: dr. Danijela Joksimović (hemija mora), dr. Dragana Drakulović (fitoplankton) i dr. Branka Pestorić (mezozooplankton) (Institut za biologiju mora, Univerzitet Crne Gore); dr. Davor Lučić (mikrozooplankton) (Institut za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku) E07: dr. Branka Grbec (Institut za oceanografiju i ribarstvo) E09: Danijela Šuković, Vladimir Živković, Bojana Knežević, Željka Četković
<b>Rezime pripremila:</b>	Marija Tripunović
<b>Editiranje:</b>	Dizajn naslovnice: swim2birds.co.uk Grafička obrada: Ljudomat

---

*Izveštaj je pripremljen u sklopu projekta GEF Adriatik, kojeg finansira Globalni fond za životnu sredinu (GEF).*

*Dokument se može citirati:*

UNEP/MAP-PAP/RAC-SPA/RAC i MORT (2019). Rezultati istraživanja morske sredine Crne Gore - Rezime. Ur: PAP/RAC- GEF Adriatik projekat. 46 pp.

## Sadržaj

UVOD .....	1
BIODIVERZITET .....	3
<b>1 BIODIVERZITET LIVADE POSIDONIJE (<i>Posidonia oceanica</i>) .....</b>	<b>5</b>
1.1 LOKACIJA HRID ĐERAN .....	6
1.2 LOKACIJA CRNI RT .....	7
1.3 LOKACIJA BULJARICA .....	8
1.4 ZAKLJUČAK .....	9
<b>2 KORALIGENE ZAJEDNICE .....</b>	<b>10</b>
2.1 KORALIGENE ZAJEDNICE U BOKI KOTORSKOJ .....	10
2.1.1 Dražin vrt .....	12
2.1.2 Sopot .....	13
2.1.3 Turski rt .....	13
2.1.4 Zaključak: Koraliogene zajednice u Boki Kotorskoj .....	14
2.2 KORALIGENE ZAJEDNICE NA OTVORENOM MORU .....	15
2.2.1 Pećina Velika Krekavica .....	16
2.2.2 Ponta Veslo .....	17
2.2.3 Rt Mačka .....	18
2.2.4 Zaključak: Koraliogene zajednice na otvorenom moru .....	19
<b>HIDROGRAFIJA, EUTROFIKACIJA I ZAGAĐUJUĆE MATERIJE .....</b>	<b>21</b>
<b>3 HIDROGRAFIJA .....</b>	<b>25</b>
3.1 TERMOHALINE OSOBINE .....	25
3.2 PROZIRNOST .....	26
3.3 ZAKLJUČCI I PREPORUKE .....	27
<b>4 EUTROFIKACIJA .....</b>	<b>28</b>
4.1 SADRŽAJ RASTVORENOG KISEONIKA U VODENOM STUBU .....	28
4.2 KONCENTRACIJA KLJUČNIH HRANLJIVIH JEDINJENJA U VODENOM STUBU .....	28
4.3 HLOROFIL A I PLANKTON .....	29
<b>5 ZAGAĐUJUĆE MATERIJE .....</b>	<b>31</b>
5.1 TEŠKI METALI .....	31
5.2 ORGANSKI KONTAMINENTI .....	33
<b>LITERATURA .....</b>	<b>35</b>

## Spisak grafika

Grafik 1.1. Konzervacioni indeksi livada posidonije na 3 ispitivane lokacije .....	9
--	---

## Spisak slika

Slika 1.1. Lokacije na kojima je praćena <i>Posidonia oceanica</i> .....	5
Slika 1.2. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji hrid Đeran .....	6
Slika 1.3. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji Crni rt .....	7
Slika 1.4. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji Buljarica .....	8
Slika 2.1. Istraživane lokacije u Bokotorskom zalivu .....	11
Slika 2.2. Lokalitet Velika Krekavica .....	16
Slika 2.3. Lokalitet Ponta Veslo .....	17
Slika 2.4. Lokalitet rt Mačka .....	18
Slika 3.1. Prostorne promjene saliniteta na dubinama od 5 i 35 m .....	26
Slika 3.2. Prozirnost morske vode .....	26
Slika 5.1. Predložene tranzicione tačke za metale, PAH i hlorovane komponente u sedimentu .....	32

## Spisak tabela

Tabela 1.1. Klasifikacija pokrovnosti livade posidonije prema konzervacionom indeksu (CI) .....	5
Tabela 1.2. Sumarne srednje vrijednosti gustina livada posidonije na srednjoj dubini (15 m) .....	9
Tabela 2.1. Pregled elemenata i metoda za izračunavanje MAES indeksa .....	11
Tabela 2.2. Analiza ekološkog statusa, primjenom MEAS indeksa, ukazuje na umjeren status .....	12
Tabela 2.3. Analiza ekološkog statusa, primjenom MEAS indeksa, ukazuje na umjeren status .....	13
Tabela 2.4. Analiza ekološkog statusa, primjenom MEAS indeksa, ukazuje na umjeren status .....	14
Tabela 5.1. Status i predlog mjera u odnosu na sadržaj kontaminanata .....	32



## UVOD

Politika zaštite životne sredine je posljednjih godina sve više u fokusu kako u pogledu procesa usklađivanja nacionalnog zakonodavstva sa pravnom tekovinom EU, tako i u pogledu uvođenja brojnih standarda i praksi u ovoj oblasti, između ostalog, u skladu sa zahtjevima Barselonske konvencije.

Politika zaštite i upravljanja morem i obalnim područjem predstavlja zasebnu cjelinu u ovoj oblasti. Naime, Crna Gora, kao potpisnica Protokola o integralnom upravljanju priobalnim područjem Sredozemlja (u okviru Barselonske konvencije)<sup>1</sup> je u proteklom periodu intenzivno radila na uspostavljanju sistema integralnog upravljanja obalnim područjem (uključivo područje mora), jednim od najvrijednijih nacionalnih resursa. S tim u vezi, Vlada Crne Gore je u junu 2015. godine donijela Nacionalnu strategiju integralnog upravljanja obalnim područjem (Strategija IUOP) u kojoj su, na osnovu ocjene stanja, pritisaka i uticaja utvrđeni ključni problemi, slabosti i potrebe za integralnim upravljanjem i to u kontekstu zaštite prirodnog i kulturnog nasljeđa, regulisanja obalnih aktivnosti i primjene upravljačkih instrumenata i mehanizama. Strategija, takođe, definiše viziju razvoja obalnog područja, kao i prioriteta tematska područja sa strateškim ciljevima, dok Akcioni plan detaljno definiše mjere s podmjerama i ciljne ishode u vremenskom horizontu primjene Strategije. Takođe, u junu 2015. godine, Vlada je donijela Odluku o obrazovanju Nacionalnog savjeta za održivi razvoj i klimatske promjene<sup>2</sup> kojom se ingerencije ovog Vladinog savjetodavnog tijela proširuju i na oblast integralnog upravljanja obalnim područjem. Na ovaj način, zaokružen je strateški i institucionalni okvir za integralno upravljanje obalnim područjem Crne Gore.

Ključni propisi kojima su regulisana pojedina pitanja u ovoj oblasti u Crnoj Gori su: Zakon o zaštiti morske sredine (Sl. list CG br. 73/19), Zakon o životnoj sredini (Sl. list CG br. 52/16), Zakon o zaštiti prirode (Sl. list CG, br. 54/16),

Zakon o morskom dobru (Sl. list CG, br. 14/92, 59/92, 27/94, 51/08, 21/09, 73/10, 40/11), Zakon o strateškoj procjeni uticaja na životnu sredinu (Sl. list CG, br. 52/16), Zakon o procjeni uticaja na životnu sredinu (Sl. list CG, br. 75/18), Zakon o planiranju prostora i izgradnji objekata (Sl. list CG, br. 64/17). Navedeni propisi predstavljaju osnov za primjenu Direktive 2008/56/EZ Evropskog Parlamenta i Savjeta kojom se uspostavlja okvir za djelovanje EU u području zaštite morske sredine (Okvirna direktiva o morskoj strategiji-MSFD), Direktive (EU) 2017/845 kojom se mijenja i dopunjuje MSFD (u pogledu indikativnih listi elemenata koji treba da budu uzeti u obzir za pripremu morskih strategija) i povezana Odluka Komisije (EU) 2017/848 kojom se mijenja Odluka 2010/477/EU (koja uspostavlja kriterijume i metodološke standarde o dobrom ekološkom statusu morskih voda i specifikacijama i standardizovanim metodama monitoringa i procjene), kao i Direktive o uspostavljanju okvira za prostorno planiranje morske sredine 2014/89/EU (Direktive o prostornom planiranju morske sredine).

Važan doprinos sprovođenju Strategije IUOP, kao i gore navedenih nacionalnih propisa, je sprovođenje projekta „Primjena ekosistemskog pristupa u Jadranskom moru kroz planiranje područja mora” (skraćeno: projekat „GEF Adriatic”). GEF Adriatic predstavlja subregionalni projekat koji se sprovodi u Albaniji i Crnoj Gori i koji ima za cilj da pruži doprinos obnavljanju ekološke ravnoteže Jadranskog mora kroz primjenu ekosistemskog pristupa i planiranja područja mora. U Crnoj Gori, projekat se sprovodi u saradnji Ministarstva održivog razvoja i turizma i UNEP/MAP-a (PAP/RAC i SPA/RAC).

Jedna od ključnih komponenti projekta je izrada Programa integralnog praćenja i procjene stanja (IMAP) životne sredine mora. Nacionalno sprovođenje takvog programa obaveza je zemalja potpisnica Barselonske konvencije, a sam program u potpunosti je usklađen, te doprinosi sprovođenju primjene MSFD-a.

<sup>1</sup> Sl. list CG, br. 16/2011 od 15.12.2011.

<sup>2</sup> Sl. list CG, br. 39/2015 od 21.07.2015.

Kao podrška izradi monitoring programa, u okviru projekta je sprovedeno i terensko prikupljanje podataka početkom oktobra 2019. godine, koje je omogućilo, u određenoj mjeri, prevazilaženje nedostatka podataka o stanju morske sredine, kao i testiranje nekih od predloženih mjernih stanica za praćenje stanja. Rezultati istraživanja i ostali dokumenti projekta (uključujući monitoring program) u znatnoj mjeri će omogućiti sprovođenje MSFD i s njom povezanog IPA projekta „Podrška sprovođenju i monitoringu upravljanja vodama u Crnoj Gori” čije sprovođenje je otpočelo u novembru 2019. godine.

Dokument je pripremljen kao rezime dva ključna izvještaja:

- UNEP/MAP-PAP/RAC-SPA/RAC i MORT (2019). Izvještaj o rezultatima istraživanja morske sredine Crne Gore. Autori (po abecednom redu): Željka Četković, Dragana Drakulović, Branka Grbec, Danijela Joksimović, Bojana Knežević, Davor Lučić, Vesna Mačić, Branka Pestorić, Slavica Petović, Danijela Šuković, Vladimir Živković. Ur: PAP/RAC - GEF Adriatic projekat. 154 pp. + Prilozi
- UNEP/MAP-PAP/RAC-SPA/RAC and MSDT (2019). Investigation of hard bottom habitats with special attention given to Anthozoa and their taxonomy in Boka Kotorska Bay, Montenegro. By: Egidio Trainito. Ed: PAP/RAC – GEF Adriatic project. 67pp

## Terensko istraživanje morskih staništa u Crnoj Gori u periodu jul – oktobar 2019.

U periodu jul – oktobar 2019. vršeno je terensko istraživanje morskih staništa u okviru sledećih kategorija:

### 1. Biodiverzitet

**1.1** Istraživanje karakteristika staništa **livade morske trave posidonije** (*Posidonia oceanica* L.). Istraživanje je vršeno na 3 lokacije i to:

- hrid Đeran u južnom dijelu obale,
- uvala Buljarica; i
- Crni rt u centralnom dijelu obale.

**1.2** Istraživanje **koraligenih zajednica u Bokokotorskom zalivu**.

Za praćenje koraligenih zajednica u Bokokotorskom zalivu, određene su 3 lokacije, i to:

- Dražin vrt;
- Sopot; i
- Turski rt (u tjesnacu Verige).

**1.3** Istraživanje **koraligenih zajednica izvan Bokokotorskog zaliva**, za što su izabrane 3 lokacije:

- Velika Krekavica;
- Rt Mačka; i
- Ponta Veslo.

### 2. Hidrografija, eutrofikacija i zagađujuće materije

Područje istraživanja obuhvatilo je dio od ušća rijeke Bojane na jugu do Bokokotorskog zaliva na sjeveru. Uzorkovanje morske vode vršeno je na ukupno 17 tačaka grupisanih u pet transekata. Dodatno, za ključne hemijske parametre eutrofikacije, izvršeno je uporedno ispitivanje u tri laboratorije: Centra za ekotoksikološka ispitivanja, Instituta za biologiju mora i Instituta za oceanografiju i ribarstvo.

**BIODIVERZITET**

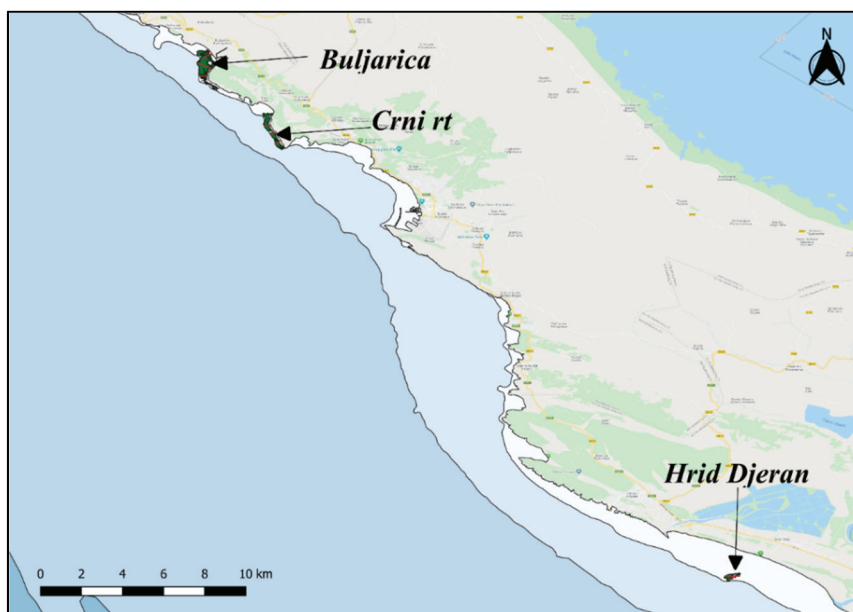


# 1 BIODIVERZITET LIVADE POSIDONIJE (*Posidonia oceanica*)

Za praćenje karakteristika staništa livade morske trave posidonije (*Posidonia oceanica* L.) određene su 3 lokacije i to: hrid Đeran u južnom dijelu obale, uvala Buljarica i Crni rt u centralnom dijelu obale (Slika 1.1).

Za lokaciju hrid Đeran ovo predstavlja prva mjerenja tog tipa, pa će isto u budućnosti poslužiti kao nulto stanje. Na sve tri lokacije ronjenje je rađeno na lokacijama gdje se iz

prethodnih istraživanja znalo da postoje livade posidonije iako nije bilo preciznih informacija o rasprostranjenosti ovog staništa, pogotovo na lokaciji hrid Đeran i Crni rt. Iz tog razloga ronjenje je rađeno po navigacionim kursovima koji su definisani na osnovu prethodno postojećih mapa i pretpostavki stručnjaka. Na svim lokacijama je bio cilj doći do donjeg limita livade i u povratku mjeriti gustinu i pokrivenost.



Slika 1.1. Lokacije na kojima je praćena *Posidonia oceanica*

Uzimajući u obzir prethodnu metodologiju primijenjenu u Crnoj Gori, od strane NVO Green Home i NVO Sunce kroz projekat 4M (Guala *et al.*, 2017), za ovo istraživanje primijenjena je izmijenjena POMI metoda (RAC/SPA – UNEP/MAP, 2014) kojom se prate sledeći parametri:

- gustina izdanaka;
- pokrivenost/rasprostranjenost livade i mrtvih rizoma;
- dubine donjeg i gornjeg limita;
- tip donjeg limita<sup>3</sup>.

Pri tome, bilo je neophodno primijeniti autonomno ronjenje jer se analiza velikim dijelom sprovodi *in situ*.

Na osnovu pokrivenosti/rasprostranjenosti izračunao se i konzervacioni indeks (CI) (Moreno *et al.*, 2001; Montefalcone *et al.*, 2006) koji pokazuje stanje livade i odnos živih i mrtvih dijelova livade (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Klasifikacija pokrivenosti livade posidonije prema konzervacionom indeksu (CI)

Veoma dobro	Dobro	Srednje	Slabo	Veoma slabo
> 0,9	0,7 – 0,9	0,5 – 0,7	0,3 – 0,5	< 0,3

<sup>3</sup> Prema UNEP/MAP-RAC/SPA (2011) modifikovanoj klasifikaciji na osnovu tipologije donjeg limita naselja posidonije mogu se definisati u 5 kategorija: Veoma dobro; Dobro; Srednje; Slabo i Veoma slabo.

## 1.1 LOKACIJA HRID ĐERAN

Lokacija hrid Đeran (Slika 1.2) nalazi se na krajnjem jugu crnogorskog primorja, oko 5 km udaljena od ušća rijeke Bojane i oko 1,5 km udaljena od obale. Šire okolno područje je pješčana podloga, dok je sama hrid sa malim podvodnim dijelom jedina stjenovita podloga u širem području ovog dijela podmorja. Detaljnija istraživanja ove lokacije nisu do sada rađena, ali je evidentno da je prozirnost vode smanjena i sedimentacija povećana, najvjerojatnije zbog uticaja rijeke Bojane. Lokacija je veoma izložena vjetrovima, a posebno iz pravca juga tako da je hidrodinamizam intenzivan.

Lokacija hrid Đeran je poznata i atraktivna posta ribarima, a posjećuju je i turistički brodići. Moguće je da ima i starih arheoloških nalaza sa potonulih brodova. Na ovoj lokaciji je konstatovano prisustvo nekoliko zaštićenih vrsta, a treba napomenuti da je palastura (*Pinna nobilis*) bila mrtva. Invazivne vrste nisu konstatovane.

Na lokaciji hrid Đeran konstatovano je da se naselje posidonije prostire od 8 m do 17 m dubine i da se na dva od tri istraživana transeka ovo naselje završava regresivno. Analizirane gustine livade ukazuju na slabu gustinu, a pokrivenost je bila relativno mala tako da zajedno sa regresivnim donjim limitom na maloj dubini ova livada se može okarakterisati kao veoma slaba, ali sa veoma dobrim CI.

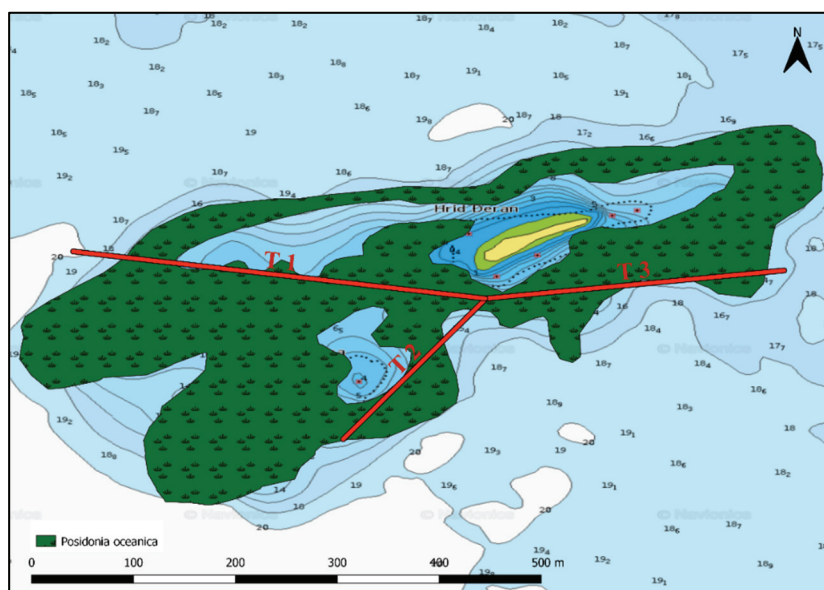
U okviru transeka I (T1, Slika 1.2), na dubljem dijelu livade konstatovano je malo mrtvih rizoma, dok to nije bio slučaj na plićem dijelu. CI na 15 m je bio dobar (0,95), kao i na 8 m (1).

Na transektu II (T2, Slika 1.2) detaljnije su istraživane takođe dvije dubine jer livada započinje na 8 m i prostire se samo do 14 m dubine. Na ovom transektu livada se završava na stjenovitoj podlozi i tu nisu konstatovani mrtvi rizomi. Gustina livade na obje istraživane dubine je slaba tj. 223 izdanak/m<sup>2</sup> na 14 m dubine i 321 izdanak/m<sup>2</sup> na 9 m dubine. Što se tiče pokrivenosti/rasprostranjenosti livade posidonije na 14 m i na 9 m, očigledna je velika prisutnost stjenovite podloge, a s obzirom da nema mrtvih rizoma CI je 1.

U okviru transeka III (T3, Slika 1.2), naselje se prostire između 8 i 16 m dubine i završava regresivno. Gustina livade na obje dubine je bila slaba tj. 222 izdanak/m<sup>2</sup> na 15 m dubine i 331 izdanak/m<sup>2</sup> na 9 m dubine. Što se tiče pokrivenosti/rasprostranjenosti livade posidonije na transektu III i ovdje je evidentna značajna prisutnost stjenovite podloge na kojoj nije razvijena livada, a bilo je konstatovano i malo mrtvih rizoma. Ipak CI je na obje dubine veoma dobar tj. 0,97 i 0,96.

Ukupno analizirana livada morske trave *Posidonia oceanica* na lokaciji Hrid Đeran je prikazana na Slici 1.2. Sumarna ocjena je da je gustina livade slaba, ali da je CI veoma dobar tj. 0,98.

Ovakvo stanje može se objasniti kao vrlo vjerovatno posljedica uticaja rijeke Bojane, smanjene prozirnosti vode i eutrofikacije.



Slika 1.2. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji hrid Đeran



## 1.2 LOKACIJA CRNI RT

Transekti istraživani na lokaciji Crni rt su prikazani na Slici 1.3. To je područje koje je potpuno neurbanizovano, pa je obala prirodna. Obala je stjenovita i kamenita u uskom priobalnom dijelu, a dalje se nastavlja pješčana podloga.

Od prethodnih istraživanja na ovom terenu je bilo urađeno samo jedno ronjenje i mjerenje gustine naselja posidonije na Crnom rtu kada je ono okarakterisano kao dobro, a donji limit je označen na 23 m dubine (DFS 2010). U tim istraživanjima (maj 2010.) jednokratno su rađena istraživanja osnovnih hidrografskih karakteristika CTD sondom i nije bilo odstupanja od uobičajenih vrijednosti. U istraživanjima 2019. godine hidrografski parametri nisu mjereni.

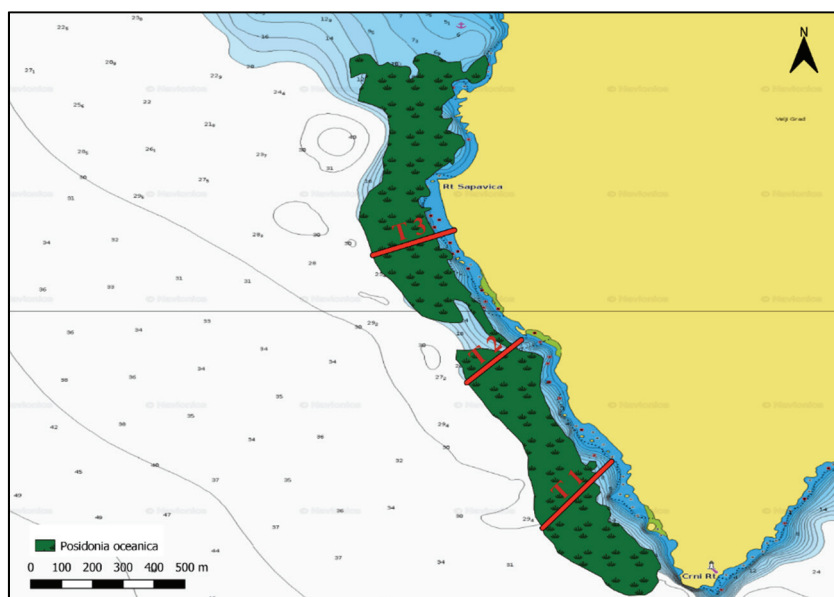
Na ovoj lokaciji je konstatovano prisustvo nekoliko zaštićenih vrsta, kao i prisustvo invazivne alge *Caulerpa cylindracea*.

Lokacija je poznata lokalnim roniocima i ribarima, ali za sada nije pod intenzivnim antropogenim uticajem. Na kopnu Crnog rta se nalazi vojna baza sa radarima.

Mapa staništa za ovu lokaciju iz prethodnih istraživanja nije bila precizna, tj. poticala je od obrade satelitskih snimaka. Na osnovu iskustva lokalnih eksperata za očekivati je bilo da su livade posidonije prisutne u širem pojasu nego što je to bilo naznačeno na mapi, pa je

provjera širine tog staništa bila osnovni cilj istraživanja u 2019. godini. Nakon ovih istraživanja ispravljena je mapa distribucije naselja posidonije i izmjerene osnovne karakteristike livade.

Gustina naselja posidonije na lokaciji Crni rt je okarakterisana kao dobra, a na osnovu pokrivenosti i donjeg limita se stanje takođe može okarakterisati kao dobro. Analizom konzervacionog indeksa (CI = 0,9) stanje ovih livada je veoma dobro.



Slika 1.3. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji Crni rt

### 1.3 LOKACIJA BULJARICA

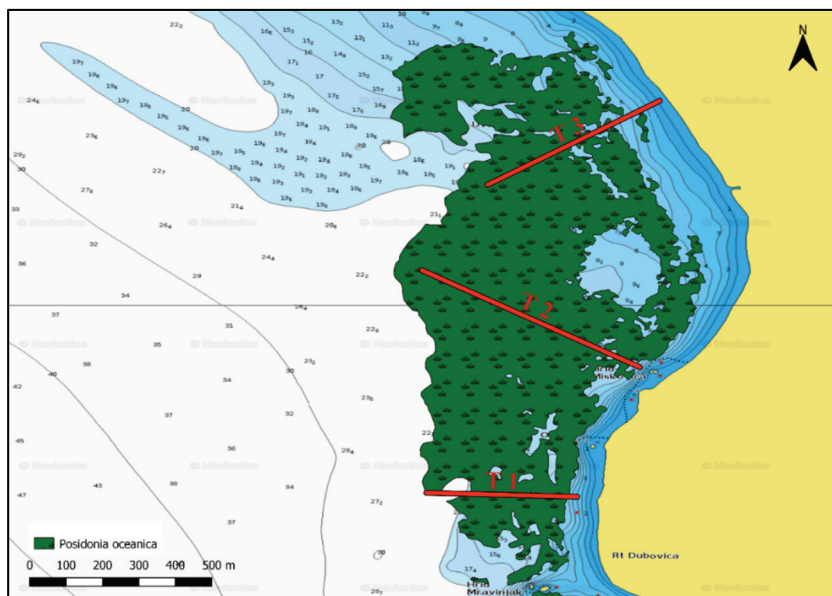
Plaža Buljarica je poznato turističko izletišta i u ljetnjim mjesecima je pod intenzivnim antropogenim uticajem, pogotovo sjeverni dio plaže i cijele uvale. Ovo područje je, takođe, poznato lokalnim ronionicima i ribarima, a turistički brodići uglavnom ne sidre na ovom području.

Ovo područje skoro u potpunosti nije urbanizovano i bilo je predmet prethodnih istraživanja. Najdetaljnije istraživanje je bilo u cilju stvaranja zaštićenog područja u moru Katič (DFS, 2010), u okviru kojeg su jednokratno rađena istraživanja osnovnih hidrografskih karakteristika CTD sondom. Tokom navedenog istraživanja nije bilo odstupanja od uobičajenih vrijednosti. Gustine naselja posidonije i karakteristike donjeg limita su tada praćene u sredini uvale Buljarice gdje je stanje bilo slabo, dok je na južnom dijelu uvale, kod hridi Mravinjak, kao i na sjevernom dijelu uvale, stanje livada posidonije bilo dobro. Lokacije transekata koji su ispitivani tokom istraživanja 2019. godine ranije nisu bili istraživane (Slika 1.4.). Na ovoj lokaciji je konstatovano prisustvo nekoliko zaštićenih vrsta dok invazivne vrste nisu konstatovane.

I za ovo područje ne postoji precizna mapa staništa tako da je ovim istraživanjem ona unaprijeđena, ali bi svakako trebalo uraditi dodatna istraživanja kako bi se na nekim djelovima uvale Buljarica jasno definisao donji limit livada posidonije.

U okviru transekta I (T1, Slika 1.4) livada posidonije počinje na 6 m, a završava se regresivno na 22 m dubine i djelimično se mozaično nastavlja. Gustine naselja posidonije na srednjoj dubini je srednje dobra (255 izdanaka/m<sup>2</sup>), dok je na donjem i gornjem limitu slaba (117 i 406 izdanaka/m<sup>2</sup>). Što se tiče pokrivenosti/rasprostranjenosti livada posidonije na sve tri lokacije, evidentna je velika zastupljenost pješčane površine i u cijeloj zoni je livada mozaična. Mrtvih rizoma je bilo ali malo tako da je CI bio 0,98 na gornjem i donjem limitu, a 0,97 na sredini što predstavlja veoma dobro stanje.

Drugi istraživani transekt (T2, Slika 1.4) je imao središnju poziciju i nije nađena pozicija završavanja livade posidonije jer se nalazi veoma daleko od obale. Na 12 m dubine gustina je bila slaba tj. 224 izdanaka/m<sup>2</sup>, dok je na gornjem limitu livade posidonije, na 8 m dubine, bila srednje vrijednosti, 427 izdanaka/m<sup>2</sup>. Ovdje treba naglasiti da je na gornjem limitu gustina livade značajno varirala i kretala se od dobre, pa sve do veoma slabe. Što se tiče pokrivenosti/rasprostranjenosti livade posidonije na ovom transektu, utvrđeno je da pješčana podloga ima značajnog udjela, ali da nažalost ima i mrtvih rizoma posidonije. CI na 12 m je veoma dobar tj. 0,93 dok je na 8 m 0,89 tj. dobar.



Slika 1.4. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji Buljarica

U okviru trećeg istraživanog transeкта na lokaciji Buljarica (T3, Slika 1.4), livada posidonije se završava regresivno na 23 m dubine. Srednja vrijednost gustine na donjem limitu je 133 izdanaka/m<sup>2</sup> što predstavlja slabu gustinu. Takođe, slaba gustina je bila i na gornjem limitu (409 izdanaka/m<sup>2</sup>), dok je u sredini livade gustina bila srednja tj. 367 izdanaka/m<sup>2</sup>. Što se tiče pokrivenosti/rasprostranjenosti livada posidonije, na donjem limitu uočljivi su djelovi mrtvih rizoma, dok je to u plićim djelovima bilo znatno manje. Iz tih razloga na donjem limitu CI je 0,74 što je dobra vrijednost livade, dok je na srednjem dijelu i gornjem limitu CI bio 0,96 pokazujući veoma dobro stanje.

Sprovedena istraživanja su pokazala da gustina ovog naselja na 15 m spada u ona srednje gustine, a na osnovu dubine i tipa limita na donjem nivou naselja se definišu kao slaba. Ipak treba imati na umu da je konzervacioni indeks 0,8 što govori o dobrom stanju naselja posidonije.

## 1.4 ZAKLJUČAK

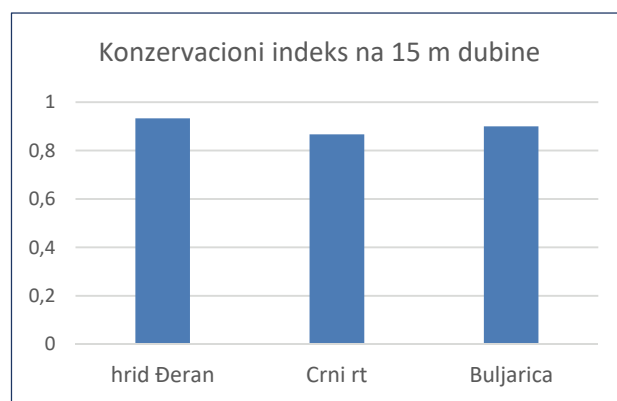
Uslovi spoljašnje sredine za razvoj livada morske trave *Posidonia oceanica* u Jadranskom moru su drugačiji nego u ostalom dijelu Sredozemnog mora. Ekološki uslovi u samom Jadranu su različiti, a pogotovo na pojedinim vrlo specifičnim lokalitetima. Takvi lokaliteti, iako nisu pod mjerljivim antropogenim uticajem, imaju svoje specifičnosti koje utiču na razvoj posidonije. Upravo zbog toga je istraživanje gustine i dubinske rasprostranjenosti naselja posidonije pokazalo različite vrijednosti između tri istraživane lokacije (Tabela 1.2).

Najbolje vrijednosti su bile na lokaciji Crni rt, na srednjim dubinama, gdje je gustina bila dobra, a na donjem i gornjem limitu su bile srednje gustine. Zatim slijedi lokacija Buljarica gdje je na srednjoj dubini vrijednost gustine livade srednja, a na limitima je slaba. Najniže izmjerene vrijednosti u pogledu gustine livada posidonije su uz hrid Đeran, gdje je uglavnom gustina bila slaba, a na jednom gornjem limitu čak i veoma slaba. Na lokaciji hrid Đeran moguće je da uticaj slatke vode iz rijeke Bojane, velika količina suspendovanih čestica, povećana sedimentacija i smanjena prozirnost ne idu u prilog razvoju livada posidonije tj. to su faktori koji limitiraju dubinsku distribuciju i razvoj gustih livada posidonije.

Tabela 1.2. Sumarne srednje vrijednosti gustina livada posidonije na srednjoj dubini (15 m)

Lokacija	Dubina 15 m
Hrid Đeran	223
	222
	163
<b>Srednja vrijednost</b>	<b>203 (slabo)</b>
Crni rt	424
	430
	336
<b>Srednja vrijednost</b>	<b>397 (dobro)</b>
Buljarica	255
	367
	224
<b>Srednja vrijednost</b>	<b>282 (srednje)</b>

U pogledu konzervacionog indeksa (CI) vrijednosti za srednje dubine su prikazane na Grafiku 1.1. Na lokaciji Crni rt ovaj indeks je bio dobar, dok je na ostale dvije lokacije veoma dobar. Ovo je veoma dobar pokazatelj ukupnog stanja i pritisaka na livade posidonije, tako da se može zaključiti da je ukupno stanje dobro. Ipak, treba imati na umu kumulativne efekte koji se intenziviraju kako prostorno, tako i vremenski, pa bi trebalo sprovesti dalje mjere na praćenju ovih zaštićenih staništa ali i sprovođenju mjera za njihovo očuvanje, kao i kažnjavanje prekršioca i edukaciju.



Grafik 1.1.

Konzervacioni indeksi livada posidonije na 3 ispitivane lokacije

Niže vrijednosti gustine od očekivanih, posljedica su najvjerojatnije lokalnih ekoloških uslova, a ne antropogenog djelovanja. To je vidljivo i iz podataka konzervacijskog indeksa koji pokazuje da ne postoji ili je minimalno odumiranje pojedinačnih biljaka posidonije.

Kod navedenih lokaliteta na kojima su vršena istraživanja, mjerene podatke je potrebno uzeti kao nulto stanje i pratiti moguće promjene.

## 2 KORALIGENE ZAJEDNICE

Koraligena staništa predstavljaju najznačajnije obalne ekosisteme u Mediteranu za distribuciju, biodiverzitet, biomasu i ulogu u kruženju ugljenika (Ballesteros, 2006; Bertolino *et al.*, 2013). Ova vrsta staništa se karakteriše bazalnim slojem građenim od biokonstruktora uglavnom sastavljenim od kalcifikovanih crvenih algi koje pripadaju *Corallinales* i *Peyssonneliales*, kao što su *Lithophyllum spp.*, *Lithothamnion spp.*, *Mesophyllum spp.*, *Neogoniolithon spp.* i *Peyssonnelia spp.* (Oprandi *et al.*, 2016), i ispoljava veliku strukturnu i funkcionalnu kompleksnost i veliku osjetljivost na globalne i lokalne uticaje (Gatti *et al.*, 2015; Gatti *et al.*, 2017; Montefalcone *et al.*, 2017).

### 2.1 KORALIGENE ZAJEDNICE U BOKI KOTORSKOJ

Bokokotorski zaliv se smatra najvećim zalivom Jadranskog mora i najjužnijim fjordom Evrope (Bosak *et al.* 2012). Zaliv od 87,3 km<sup>2</sup> i obalni obod od 105,7 km podijeljen je na 4 manja zaliva: Hercegnovski zaliv, Tivatski zaliv, Risanski zaliv i Kotorski zaliv. Zaliv je smješten u kraškom planinskom okruženju koje na začelju Risna dostiže 1894 mnm od planine Orjen. U Boki Kotorskoj padavine dostižu maksimum u Evropi od 4584 mm godišnje (Magaš, 2002), sa velikim odstupanjima tokom cijele godine, sa periodom skoro bez padavina krajem proljeća i ljeta. Ogromna količina slatke vode uliva se u zaliv iz pet malih rijeka, a takođe iz brojnih potoka i kraških podvodnih izvora (vrulja). Ukratko, uticaj geografskih, orografskih i hidrografskih uslova zaliva određuje veoma različitu situaciju od otvorenog mora, utičući na abiotske i biotičke faktore (Badalamenti & Trevino-Oton, 2012).

U dogovoru s istraživačima Instituta za biologiju mora u Kotoru, odabrane su tri lokacije (Slika 2.1) za istraživanje: Dražin Vrt, Sopot i Turski Rt (u tjesnacu Verige). U isto vrijeme, tri lokaliteta ispunjavaju tri cilja: predstavljaju različite primjere tipičnih bio-konstrukcija u zalivu; nude biotske osobine apsolutne vrijednosti kako za Jadransko more, tako i za čitavo Sredozemlje i sadrže populacije rijetkih i zaštićenih antozoa.

Sem ovog sloja postoji srednji sloj visine do 15 cm i visoki sloj kojeg čine vrste čija visina prelazi 15 cm. Dugo živeći uspravni koralni, kao što su gorgonije, se smatraju ključnim vrstama u koraligenim grebenima, jer doprinose tipičnoj trodimenzionalnoj strukturi koralnih zajednica, obezbjeđujući biomasu i biogeni supstrat i uveliko doprinose estetskoj vrijednosti mediteranskog sublitoralnog pejzaža (Gili & Coma, 1998; Harmelin & Marinopoulos, 1994).

U sklopu projekta GEF Adriatic, istraživanje koraligenih zajednica rađeno je u sklopu dva odvojena terenska istraživanja: u Boki Kotorskoj i na otvorenom moru, korištenjem dva različita metodološka pristupa.

Istraživanje je izvršeno u skladu sa sljedećom metodologijom:

1. konsultacije sa dostupnom literaturom o opštem okruženju i bentoskim zajednicama u Boki Kotorskoj i o antozoi; uvid u literaturu o procjeni koraligenih zajednica; definisanje lokacija za terenski rad;
2. terenski rad na prikupljanju geografskih podataka, odgovarajuće dokumentacije i uzoraka, uključujući i obuku na lokaciji;
3. laboratorijski rad usmjeren na obradu uzoraka radi identifikacije;
4. konačno prikazivanje sakupljenih fotografija, mjerenja, prikazivanje panoramskih slika;
5. izbor odgovarajuće metodologije za procjenu GES-a i
6. analiza i obrada podataka u okviru odabrane metodologije za procjenu GES-a.

Terensko istraživanje je sprovedeno u periodu 11.–17. septembra 2019. godine, a imajući u vidu karakteristike terena, odabran je MAES index<sup>4</sup> kao metodologija za procjenu GES-a. Indeks uzima u obzir strukturu zajednice, uslove dominantnih uspravnih vrsta i prisustvo vidljivih znakova antropogenog uticaja (Tabela 2.1).

<sup>4</sup> MAES index – Mesophotic Assemblages Ecological Status (Cánovas-Molina *et al.*, 2016)



Slika 2.1. Istraživane lokacije u Bokokotorskom zalivu

Tabela 2.1. Pregled elemenata i metoda za izračunavanje MAES indexa

Parametri	Rezultat 1	Rezultat 2	Rezultat 3	Reference
Broj megabentičkih vrsta	< 19	> 19 – < 30	> 30	Canovas-Molinas <i>et al.</i> , 2016
% biotički pokrivač u bazalnom sloju	< 43,5	> 43,5 – < 69,6	> 69,6	Canovas-Molinas <i>et al.</i> , 2016
Gustina uspravnih vrta (broj/površina) <i>Savalia savaglia</i>	< 0,1	> 0,1 – < 0,5	> 0,5	Canovas-Molinas <i>et al.</i> , 2016
Gustina uspravnih vrta (broj/površina) <i>Spinimuricea klavereni</i>	< 0,1	> 0,1 – < 0,2	> 0,2	Topçu & Öztürk, 2015
Prosječna visina dominantnih uspravnih vrsta (h = cm) <i>Savalia savaglia</i>	< 30	> 30 – < 60	> 60	Gaglioti <i>et al.</i> , 2019; Pais <i>et al.</i> , 1992; Cerrano <i>et al.</i> , 2007; Trainito & Baldacconi, 2016.
Prosječna visina dominantnih uspravnih vrsta (h = cm) <i>Spinimuricea klavereni</i>	< 10	> 10 – < 20	> 20	Carpine & Grasshoff, 1975; Topçu & Öztürk, 2013-2015
% dominantne uspravne vrste sa epibiozom, nekrozom	> 15,4	< 15,4 – > 9,6	< 9,6	Canovas-Molinas <i>et al.</i> , 2016; Topçu & Öztürk, 2015
Gustina otpada u moru (broj/površina)	> 0,1	< 0,1 – > 0,6	< 0,6	Canovas-Molinas <i>et al.</i> , 2016
Ekološki status	Rezultat	Reference		
Slabo	6 <> 9	Canovas-Molinas <i>et al.</i> , 2016		
Srednje	10 <> 14			
Dobro	15 <> 18			

### 2.1.1 Dražin vrt

Ova lokacija se nalazi na 35 m od obale i bila je predmet ranijih istraživanja koja su istakla posebnost ekoloških uslova i posljedično populacije beskičmenjaka (Badalamenti & Trevino-Oton, 2012; Golder/RACSPA, 2013). Lokaciju karakteriše nekoliko metara visok nagib, obrastao grmljem, koji se završava na obalnom putu Zaliva. Istočno od lokacije nalazi se vodovod, a brojni materijali antropogenog porijekla primijećeni su na padini i u obalnom području. Na samo nekoliko metara od obale dno doseže dubinu od 5 m, da bi se dubina naglo povećala, te na 30-40 m od obale, gdje je vršeno istraživanje, doseglo dubinu do 15-25 m. U prvih nekoliko metara dno karakteriše kamenita podloga, prekrivena fotofilnim algama (uglavnom *Cistoseira corniculata*, *Padina pavonia*), koje se na oko 10 m dubine završava na mješovitom dnu grubih sedimenata i biokonkrecija, sa nekoliko razbacanih stjenovitih blokova. Koralni blokovi završavaju se na 25 m, na dnu prekrivenom tankim sedimentima. U sedimentnim oblastima postoje jasni znaci važnog prenosa sedimenta koji ometaju razvoj kolonija uspravnih vrsta. Lokaciju, takođe, karakterišu podvodni izvori koji nisu bili aktivni tokom vršenja monitoringa.

Na ovom području je otkriveno 50 operativnih taksonomskih jedinica (OTU). Komponentu **algi** uglavnom formira smeđa alga koja pokriva površinu kamenitih i koralnih blokova. Alge prekrivene kalcijumom su rijetke i neznatno doprinose spoljnjem obliku biokonstruktora. Najčešća alga je *Halimeda tuna*, dok je u plićoj vodi rasprostranjena *Padina pavonia*. Među beskičmenjacima,

*Porifera* je prisutna sa 18 OTU: najčešća je *Acanthella cannabina* sa otprilike jednom jedinkom na svakim 10 m<sup>2</sup> i prosječnom visinom od 36 cm.

**Antozoa** su druga grupa po broju sa 10 vrsta. Među njima, *Savalia savaglia* je vrsta koja, bez sumnje, karakteriše ovo područje. Prostire se u rasponu od 9-22 m dubine. Prosječna visina ove kolonije je 54 cm, a maksimalna visina je oko 100 cm. Najveća zajednica zauzima površinu od oko 6,5 m<sup>2</sup>. Zajednica ne pokazuje znake epibioze ili nekroze u distalnim granama, dok donji djelovi kolonije, koji su u kontaktu sa dnom, pokazuju evidentne posljedice prenosa visokog sedimenta koji karakteriše ovo područje (usljed, uglavnom, vazdušnih i ispodpovršinskih izvora), što je dodatno pojačano akumulacijom ostataka (uglavnom plastičnih flaša) u osnovi kolonije.

Manje slikovita, ali ne manje važna je *Policiathus muelleriae*: efikasno strukturira stanište, gradeći zglobne ili kompaktne blokove koji pružaju osnovni supstrat za ugradnju drugih organizama. Izolovane koralne herme, formirane od *Policiathus muelleriae* i sekundarno od *Phyllangia americana muochezi*, mogu dostići visine veće od 1 m (1,16 m) i zapremine veće od 1 m<sup>3</sup> (1,24 m<sup>3</sup>). Gorgonija *Leptogorgia sarmentosa* raštrkana je na lokalitetu sa nekoliko kolonija (17, 2, svaka po 100 m<sup>2</sup>), ali je vjerovatno igrala važnu ulogu u difuziji *Savalia savaglia*, nudeći svojim granama odgovarajuće podloge za naseljavanje larvi zoantidova. Pronalazak kolonija stolonifera *Sarcodictyon catenatum* zahtijeva specifične uvide.

Tabela 2.2. Analiza ekološkog statusa, primjenom MEAS indeksa, ukazuje na umjeren status

Mjesto	Broj megabentičkih vrsta	% biotički pokrivač u bazalnom sloju	Gustina uspravnih vrsta	Prosječna visina dominantnih uspravnih vrsta	% kolonija sa epibiozom i nekrozom	Gustina otpada	Ukupni rezultat	Ekološki status
DV01	50	50	0,63	54	0	0,18	14	Srednje
Rezultat	3	2	3	2	3	1		



### 2.1.2 Sopot

Ova lokacija nije bila predmet prethodnih monitoringa. Lokalitet na kojem je rađeno istraživanje je udaljeno oko 35 m od linije obale. Morfološki i ekološki uslovi su slični onima zabilježenim na lokaciji Dražin Vrt. Nekoliko metara visok nagib, obrastao grmljem, završava se na obalnom putu Zaliva. Istočno od lokacije nalazi se ogroman ulaz vode koji se odvodi na nivou mora, a tokom zime i u proljeće formira vodopad sa važnim tokovima. U vrijeme istraživanja ispuštanje slatke vode nije bilo aktivno. Kraški sistem Sopota temeljno su istražili i opisali Eusebio i sar. 2007. Sastoji se od velike glavne vazdušne šupljine i važnog potopljenog izvora na dubini od oko 30 m. Sistem je obično isprekidan, sa maksimalnim protokom zimi i u proljeće, dok je krajem ljeta i početkom jeseni gotovo uvijek suv. Lokacija je značajno opterećena otpadom, koji je najvjerovatnije rezultat blizine građevinskih radova na izgradnji puta.

Na lokaciji je pronađeno 46 operativnih taksonomskih jedinica (OTU). Komponentu **algi** uglavnom formira smeđa alga koja pokriva površinu kamenitih i koralnih blokova.

Alge prekrivene kalcijumom su rijetke i neznatno doprinose spoljnjem obliku biokonstruktora. Najzastupljenija alga je *Halimeda tuna*, dok su u plitkoj vodi rasprostranjene *Padina pavonia* i *Cystoseira corniculata*.

Među beskičmenjacima, *Porifera* je prisutna sa 22 OTU: najzastupljenija je *Aplysina aerophoba/cavernicola* sa oko 1,2 jedinkom na svakih 10 m<sup>2</sup> i prosječnom visinom od oko 14 cm. Vrste pokazuju visok stepen nekroze.

**Antozoa** su druga grupa po broju sa 7 vrsta. Među njima, *Savalia savaglia* je bez sumnje najkarakterističnija vrsta na ovom području. *Polycyathus muelleriae* je prilično važna za efektivnu strukturu staništa, gradeći zglobne ili kompaktne blokove koji pružaju osnovni supstrat za ugradnju drugih organizama. Izolovane koralne herme, koje formiraju *Polycyathus muelleriae* i *Phyllangia americana muochezi*, rijetko dostižu visinu koja prelazi 1 m. Gorgonija *Leptogorgia sarmentosa* je raštrkana sa nekoliko kolonija koja je pogođena visokim stepenom epibioze (13%).

Tabela 2.3. Analiza ekološkog statusa, primjenom MEAS indeksa, ukazuje na umjeren status

Mjesto	Broj megabentičkih vrsta	% biotički pokrivač u bazalnom sloju	Gustina uspravnih vrta	Prosječna visina dominantnih uspravnih vrsta	% kolonija sa epibiozom i nekrozom	Gustina otpada	Ukupni rezultat	Ekološki status
S001	45	50	0,60	45	2	0,14	14	Srednje
Rezultat	3	2	3	2	3	1		

### 2.1.3 Turski rt

Ova lokacija nije bila predmet prethodnih monitoringa, a uključena je u program praćenja uglavnom za istraživanje populacije *Alcionacea* koju su istraživači Instituta za biologiju mora posmatrali u prethodnim zaronima i za provjeru njegove relevantnosti. Lokalitet se nalazi na uglu, na sjeverozapadnom kraju prolaza Verige, a područje na kojem je vršeno istraživanje je udaljeno oko 30 m od obale. Morfološki i ekološki uslovi iz vazduha i pod vodom se prilično razlikuju od onih zabilježenih na druge dvije istraživane lokacije.

Antropogeni materijali zauzimaju prve metre područja pod vodom, a morsko okruženje je ozbiljno degradirano.

Lokalitet se nalazi na najužoj tački tjesnaca Verige, širokoj približno 280 m (svakodnevno kroz tjesnac plovi veliki broj malih plovila i do 3 broda za krstarenje).

U prvih nekoliko metara dno se odlikuje grubim sedimentom, raštrkanim šljunkom, često prekrivenim slojem inkrustirajućih crvenih algi i kolonizovanim sunđerom *Disidea avara*. Kolonije *Leptogorgia sarmentosa* su raštrkane kako se dubina povećava. Vidljivost je loša. Na 28 m dno je muljevito i u zamućenju se primjećuju prve kolonije *Spinimuricea klavereni*. Rijetke su do dubine od 32 m. Prvo dno prekrivaju rijetke i male kolonije *Cladocora caespitosa*, neke sa evidentnim izbjeljivanjem. Okolo su

mnoge kolonije oštećene i okružene usitnjenim koralitima i drugim ostacima. U skladu sa skretanjem obale pojavljuju se sve vrste antropogenih materijala: monovolumen, kavez, šasijsa automobila, kablovi, metalni predmeti, staklene i plastične boce, dva automobila, kontejner za smeće. Neki biogeni blokovi su rijetki dok dno ne postane jednoobrazno, prekriveno građevinskim otpadom. Tada se na maloj dubini, pored ugla, smjenjuju grubi sedimenti sa stijenama prekrivenim fotofilnim algama i *Aplisina aerophoba*. Ukupna površina istražena u 2 zarona pokriva oko 6000 m<sup>2</sup>.

Na lokaciji je pronađeno 40 operativnih taksonomskih jedinica (OTU). Kao i na ostalim lokacijama, komponentu **algi** uglavnom formira smeđa alga koja pokriva površinu

kamenitih i koralnih blokova. Relevantan je pronalazak *Sargassum acinarium*. Među beskičmenjacima, Porifera je prisutna sa 11 OTU. Najzastupljenija vrsta je *Dysidea avara* koja se formirala na južnom dijelu lokacije.

**Anozoa** su druga grupa po broju sa 10 vrsta. Plexaurid *Spinimuricea klavereni* je najčešća vrsta koja se rasprostire na muljevitom dnu između 28 i 33 m dubine: *Spinimuricea klavereni* je tipična mezofotična vrsta koja je do sada pronađena samo u infralitoralnoj zoni u Mramornom moru (Topçu & Öztürk, 2015).

Raspon otpadnih materijala ljudskog porijekla koji se nalaze na lokaciji je mnogo širi od druge dvije lokacije i u velikoj mjeri utiče na ovo područje.

Tabela 2.4. Analiza ekološkog statusa, primjenom MEAS indeksa, ukazuje na umjeren status

Mjesto	Broj megabentičkih vrsta	% biotički pokrivač u bazalnom sloju	Gustina uspravnih vrsta	Prosječna visina dominantnih uspravnih vrsta	% kolonija sa epibiozom i nekrozom	Gustina otpada	Ukupni rezultat	Ekološki status
TR01	40	30	0,72	<10	0	high	13	Srednje
Rezultat	3	1	3	1	3	1		

#### 2.1.4 Zaključak: Koraligene zajednice u Boki Kotorskoj

Sprovedena istraživanja su obezbijedila važne informacije za očuvanje ključnih staništa i vrsta na 3 lokacije, kao i za budući monitoring ovog područja.

Istraživanja su bacila novo svjetlo na važnost zajednice *Savalia savaglia* u Boki Kotorskoj. Broj kolonija na lokacijama Dražin Vrt i Sopot je nekoliko jedinica manji od hiljadu, a to znači da je **crnogorski kontingent izgleda ne samo dvostruk u poređenju sa svim ostalim kolonijama poznatim po Mediteranu, već je i blizu konzistentnosti vrsta na atlantskim nalazištima** (Giusti *et al.*, 2015).

Takođe, pronalazak *Spinimuricea klavereni* je prvi izvještaj o ovoj vrsti u Jadranskom moru, što potvrđuje posebne uslove životne sredine u Boki Kotorskoj, gdje mezofotične vrste mogu biti pronađene na srednjim dubinama.

Ipak, sve tri lokacije su pod značajnim uticajem ljudskih aktivnosti i hitne mjere su potrebne kako bi se očuvale ove

**izuzetne ekološke vrijednosti**, ne samo na crnogorskom već i na globalnom nivou. Iz tog razloga, određivanje zone zaštite, ukupne površine manje od 2,5 ha (0,3% ukupne površine Boke Kotorske), omogućilo bi eliminisanje uticaja koji proizlazi iz mogućeg sidrenja i korišćenja ribolovnih alata. Te lokacije mogu biti korištene i za organizaciju vođenih podvodnih tura od strane edukovanih stručnjaka, na koji način bi se promovisala zaštita i potreba praćenja stanja koraligenih zajednica. Dodatno, sprovođenje takvih aktivnosti treba biti praćeno uključivanjem i edukacijom šire javnosti o globalnom značaju i pritiscima kojima su izložene ove izuzetno vrijedne i osjetljive morske vrste. Posebna vrijednost Boke Kotorske ne leži samo u njenoj istoriji i tradiciji i njenim vrlo posebnim pejzažima, već u bogatstvu i rijetkosti njenih dubina.

## 2.2 KORALIGENE ZAJEDNICE NA OTVORENOM MORU

Istraživanja koraligenih staništa na otvorenom moru obuhvatila su tri lokacije (Slika 2.2, 2.3. i 2.4.). Na području poluostrva Luštica izabrani su lokaliteti rt Mačka i Ponta Veslo na kojima su zastupljena tipična koraligena staništa, dok je unutar pećine Krekavica u oblasti Platamuna više u pitanju biocenoza polutamnih pećina, ali zbog važnosti prisutnih zajednica i važnosti lokacije istraživanjem je obuhvaćen i ovaj lokalitet.

Primijenjena metodologija uzorkovanja je opisana u Nacionalnom programu monitoringa u dijelu koji se tiče praćenja stanja biodiverziteta odnosno koraligenih staništa, po Garrabou *et al.*, (2014). S obzirom na to da se istraživanje po prvi put radi po ovoj metodi ovo predstavlja njeno prvo testiranje u uslovima crnogorskog primorja.

Korišćenjem autonomnog ronjenja analizirano je nekoliko parametara korišćenjem fotokvadrata:

1. sastav i abundanca vrsta;
2. stepen kompleksnosti koraligenskog staništa;
3. uticaj različitih pritisaka na stanište.

Prilikom određivanja ciljanih vrsta u obzir su uzete Aneksi II i III Barselonske konvencije, CITES II i Rješenje o stavljanju pod zaštitu pojedinih biljnih i životinjskih vrsta.

Na lokalitetu pećina Velika Krekavica zbog ograničenog prostora došlo je do odstupanja od predložene metodologije, pa je tako fotografisanje unutar kvadrata rađeno na tri dubine (17, 19 i 21 m) i ti fotokvadrati su ujedno poslužili i za ocjenu stepena kompleksnosti staništa. Na lokalitetima Ponta Veslo i rt Mačka istraživanje u kvadratima obuhvatilo je pravljenje 3 serije po 10 kvadrata na površini približno 20 x 5 metara u rasponu dubine od 28-35 m kao i tri transekta 10 x 1 m za sagledavanje stepena složenosti staništa.

### 2.2.1 Pećina Velika Krekavica

Lokalitet pećina Velika Krekavica je smješten u zoni budućeg morskog zaštićenog područja Platomuni i predstavlja vertikalni tip rasprostranjenosti ovog tipa staništa (Slika 2.2). Za ovu lokaciju postoji izvjesna količina podataka o biodiverzitetu pećine koji su dobijeni tokom istraživanja sprovedenog kroz MedKeyhabitats projekat (RAC/SPA-UNEP/MAP, 2016).

Istraživanje sastava koraligene zajednice je obuhvatilo unutrašnjost pećine koja je išla do 25 m dubine i predstavlja okomit, vertikalni zid. Fotokvadrati su pravljani na dubinama od 17, 19 i 21 m. Analizom svih vrsta na osnovu sakupljenih fotokvadrata prisutnih u unutrašnjosti pećine Velika Krekavica identifikovano je **48 vrsta od čega je 11 zaštićenih na osnovu nacionalnih i međunarodnih zakona**. Identifikacija vrsta je obuhvatila analizu fotokvadrata, kao i identifikaciju vrsta zabilježenih tokom vizuelnog cenzusa.

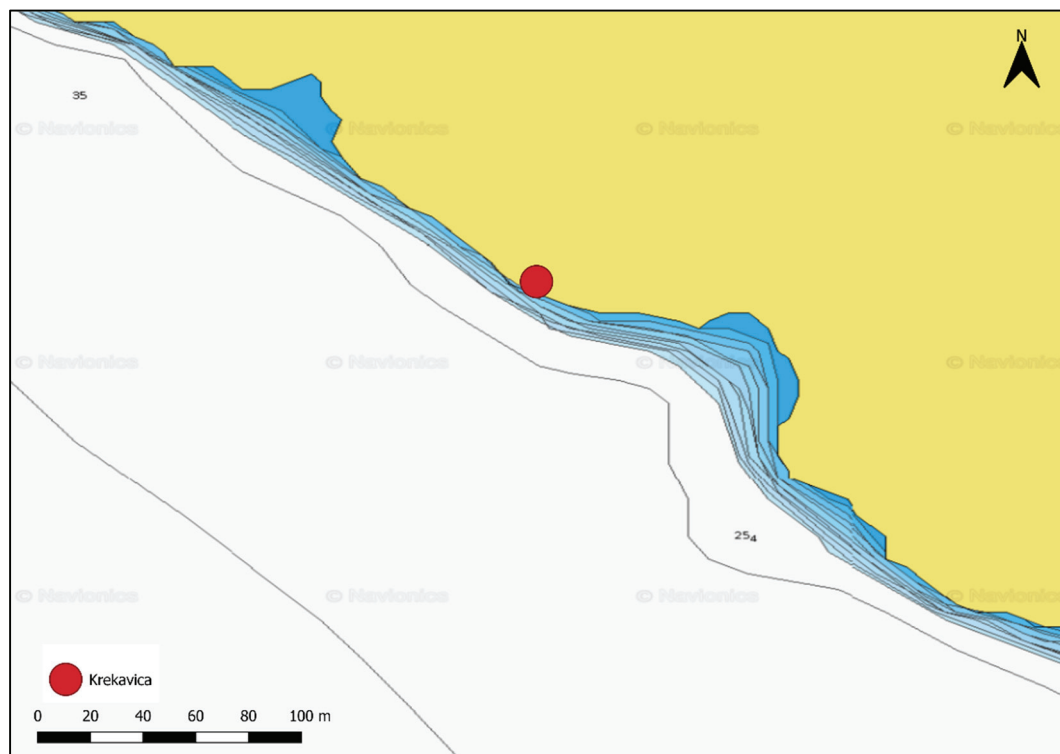
Kao najčešće prisutne zaštićene vrste javljaju se sunder *Sarcotragus foetidus*, koji je bio prisutan u kvadratima na dubini od 21 m, kao i žarnjak *Leptopsammia pruvoti* koji je bio prisutan u svim kvadratima na svim dubinama i predstavlja dominantnu vrstu. Analiza pokrivenosti/

rasprostranjenosti zaštićenih vrsta u fotokvadratima je pokazala da je najveća površina pokrivena ciljanim vrstama bila na dubini od 19 m zahvaljujući prisustvu *Leptopsammia pruvoti*.

Sagledavanje kompleksnosti koraligenog staništa rađeno je kroz analizu slojeva. Pokrivenost/rasprostranjenost baznog i srednjeg sloja je sagledana kroz računanje njihovog procentualnog učešća u kvadratima. S obzirom na to da u pećini nijesu bile zastupljene uspravne vrste taj sloj nije uzet u razmatranje.

Prisustvo biljnih i životinjskih vrsta koje pripadaju grupi graditelja zajednice je bilo evidentno tako da je u većini kvadrata njihova pokrivenost/rasprostranjenost iznosila 100%. Što se tiče prisustva bioerodera tj. organizama koji razaraju koraligenu podlogu zabilježeno je prisustvo *Rocellaria dubia* sa veoma niskom zastupljenošću.

Analiza pritisaka na stanište je pokazala potpuno odsustvo ribolovne opreme dok je stepen sedimentacije bio neznatan i to na dubini od 21 m. Sedimentacija je bila veoma ograničena i izgleda kao da ne predstavlja prijetnju za koraligenu zajednicu. Na istraženom području nije zabilježeno prisustvo mucilogenih agregacija.



Slika 2.2. Lokalitet Velika Krekavica

## 2.2.2 Ponta Veslo

Ponta Veslo se nalazi na poluostrvu Luštica (Slika 2.3.) i na tom području je zastupljen terasasti teren odnosno stijene obrasle algama sa gornje strane i algama i makroinvertebratama sa bočne vertikalne strane. Ovaj lokalitet je predložen za istraživanje jer se u nekim starim dokumentima pominje da je na ovoj lokaciji sakupljan crveni koral.

Konfiguracija tla na lokalitetu Ponta Veslo je predstavljena kaskadnim stijenama koje se spuštaju do 35 m dubine i na dalje se prostire muljevito-pjeskovita podloga znatno manje kosine. Istraživanje je obuhvatilo pravljenje 3 serije po 10 fotokvadrata na vertikalnoj strani stijena, kao i transekte za utvrđivanje kompleksnosti staništa. Analiza staništa je rađena u rasponu dubine od 30-35 m.

Analiza vrsta na istraženom lokalitetu pokazala je prisustvo 54 taksona. Od ukupnog broja 9 vrsta je na listama zaštite dok je *Caulerpa cylindracea* invazivna vrsta.

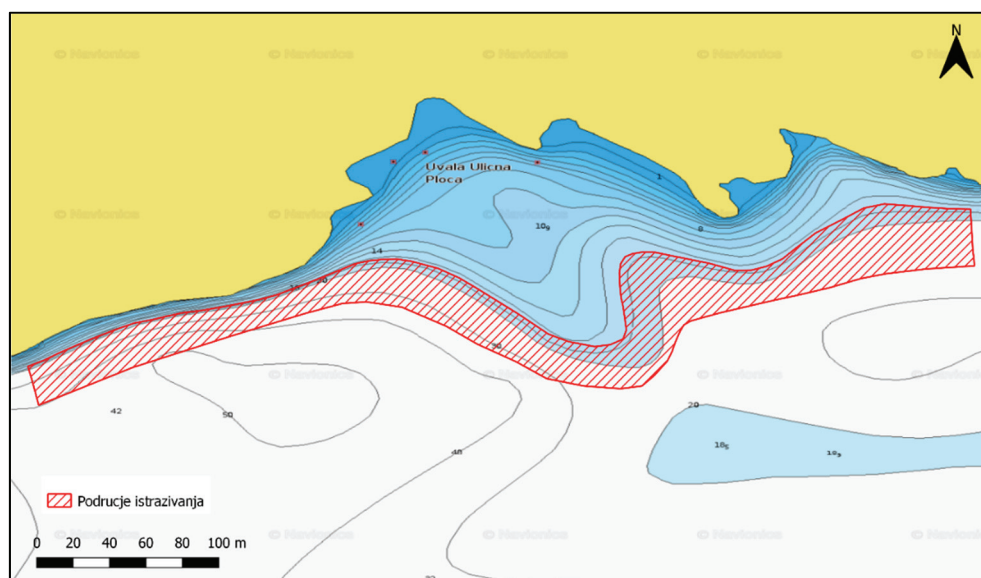
Analiza pokrivenosti/rasprostranjenosti ciljanih vrsta iz fotokvadrata, a to se prevashodno odnosi na zaštićene vrste, pokazala je njihovu veoma malu zastupljenost (Tabela 2.5). Najveća zastupljenost je bila u trećoj seriji fotokvadrata. Među sunderima su bile prisutne zaštićene vrste *Axinella verrucosa* i *Axinella damicornis*, a pošto su po nacionalnom zakonu sve vrste roda *Axinella* zaštićene onda i tamo gdje nije bilo moguće odrediti vrstu (*Axinella* sp.) izračunata je njihova pokrivenost/rasprostranjenost. Kao predstavnik koralala bila je prisutna vrsta *Leptopsammia pruvoti*.

Analiza kompleksnosti koraligena na području Ponta Veslo je pokazala složenost bazalnog i intermedijarnog sloja, dok je uspravni sloj u potpunosti odsustvovao. Izražajna je kompleksnost primarnog sloja koja je iznosila preko 99% na sva tri transekta dok je pokrivenost/rasprostranjenost srednjeg sloja bila veoma niska.

Zastupljenost biokonstruktora je bila velika naročito iz grupe algi. Velika pokrivenost/rasprostranjenost je zabilježena za vrste *Gloiocladia repens*, *Peyssonnelia rubra*, *Peyssonnelia rosa-marina*, *Mesophyllum expansum*, *Peyssonnelia squamaria*, kao i za makroinvertebrate *Myriapora truncata*, *Spirastrella cunctatrix* i *Leptopsammia pruvoti*. Prisustvo bioerodera je bilo veoma malo i to van fotokvadrata tj. u nešto široj zoni.

Analiza pritiska na stanište je pokazala da je na istraženom području prisutan znatan uticaj ribolovnog alata, konkretno mreže. Na osnovu brojnosti ribolovnih alatki možemo reći da spada u kategoriju srednje (Garrabou *et al.*, 2014), a ribarska mreža se protezala nekoliko desetina metara dužine.

Sedimentacija je bila prisutna na terenu ali u mjeri koje ne može da ugrozi razvoj zajednice. Mucilagenih agregacija nije bilo na istraženom području dok je zabilježeno prisustvo invazivne vrste *C. racemosa* ali u području van fotokvadrata tako da procjena njene zastupljenosti nije rađena.



Slika 2.3. Lokalitet Ponta Veslo

### 2.2.3 Rt Mačka

Istraženo područje na lokalitetu rt Mačka, koje se, takođe, nalazi na poluostrvu Luštica (Slika 2.4.) obuhvata sub-horizontalno razvijeno koraligeno stanište.

Teren na kojem je rađeno istraživanje se spušta do 33 m dubine i na toj dubini čvrsta podloga prelazi u pjeskovito-muljevitu mekanu podlogu. Fotokvadrati su pravljani u rasponu dubine od 28-33 m. Čvrsta podloga obrasla kalcifikovanim algama se blago spuštala na tu dubinu tako da je položaj kvadrata bio sub-horizontalan.

Identifikacija prisutnih taksona je pokazala prisustvo 43 biljne i životinjske vrste. Istraživanjima je obuhvaćeno područje zahvaćeno fotokvadratima i neposredna okolina koja oslikava stanje zajednice. Od ukupnog broja, 5 vrsta je na listama zaštite, a *Caulerpa cylindracea* i *Womersleyella setacea* su invazivne vrste koje su dominirale istraženim područjem. Pokrivenost/rasprostranjenost zaštićenih vrsta je bila izuzetno mala zbog dominacije algi. Najveća ukupna pokrivenost/rasprostranjenost ciljnih vrsta bila je u prvoj seriji fotokvadrata. Jedina zastupljena vrsta sunđera koja je na listama zaštićenih vrsta, bila je *Axinella damicornis*.

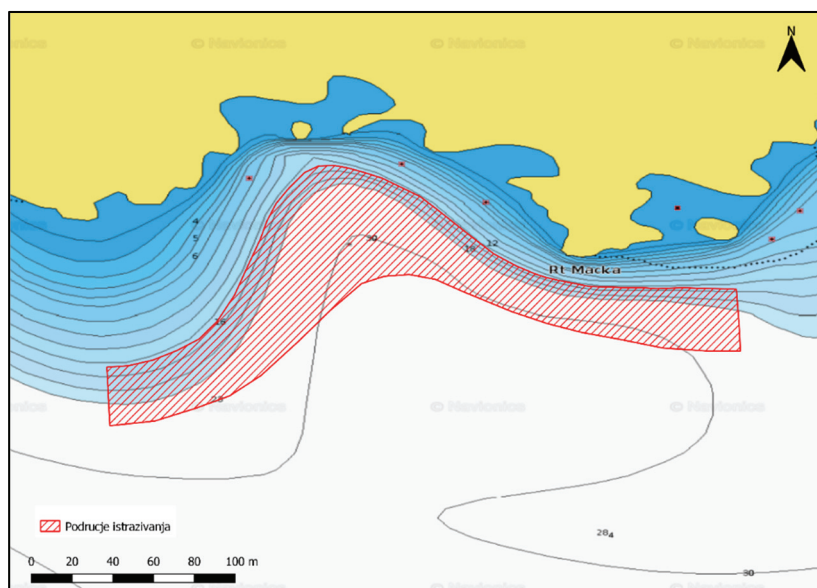
Analiza kompleksnosti koraligena na području rta Mačka je pokazala složenost bazalnog i intermedijarnog sloja dok je uspravni sloj u potpunosti odsustvovao. Izražajna je kompleksnost primarnog sloja na prvom i drugom transektu, dok je na trećem transektu dominirao srednji sloj. Kako bazalni, tako i intermedijarni sloj je bio sastavljen od algi. Veoma malo je beskičmenjačkih vrsta. Samo po koji sunđer ili briozoa su sačinjavali makroinvertebratsku skupinu.

Na ovom području bila je velika zastupljenost algi-biokonstruktora i to naročito vrste *Peyssonnelia rubra*, *Peyssonnelia rosa-marina*, *Mesophyllum expansum*, *Peyssonnelia squamaria*, kao i za makroinvertebrate *Myriapora truncata*. Prisustvo bioerodera je bilo veoma malo i to van fotokvadrata tj. u nešto široj zoni je zabilježeno prisustvo *Cliona viridis* i *Rocellaria dubia*, kao i dvije jedinke *Sphaerechinus lividus*. Generalno gledano ovoliko prisustvo bioerodera ne može značajno da utiče na procese degradacije u zajednici.

Tokom obilaska područja primijećeno je prisustvo ostataka ribolovnog alata prvenstveno ribarske mreže koja je prekrivala desetak m<sup>2</sup> terena. Na osnovu brojnosti ribolovnih alatki možemo reći da spada u kategoriju srednje (Garrabou *et al.*, 2014).

Sedimentacija je bila svedena na minimum i ne predstavlja prijetnju za koraligenu zajednicu. Mucilagene agregacije nijesu zabilježene na ovom području.

Prisustvo invazivnih vrsta je bilo veoma zapaženo. Veliko područje na terenu je bilo prekriveno algama *Caulerpa cylindracea* i *Womersleyella setacea*. U seriji fotokvadrata napravljenoj na prvom transektu njihova pokrivenost/rasprostranjenost bila je relativno niska i ujednačena. Na drugom transektu je dominirala *C. cylindracea*, dok je na trećem transektu *W. Setacea* bila veoma gusto zastupljena. Ovakva situacija na terenu može da ukaže na veliki stepen ugroženosti ostalih vrsta od strane prisustva invazivnih.



Slika 2.4. Lokalitet rt Mačka



#### 2.2.4 Zaključak: Koraligene zajednice na otvorenom moru

Istraživanja odabranih lokacija na otvorenom moru, u sklopu projekta GEF Adriatic, daju uvid u stanje vrsta i staništa koji mogu biti značajni za buduća istraživanja koraligenih zajednica u Crnoj Gori.

Lokalitet pećina Velika Krekavica nalazi se u zoni budućeg zaštićenog područja Platomuni. Na osnovu prethodnih istraživanja sa ovog lokaliteta postoje podaci koji ukazuju na **prisustvo zaštićenih vrsta sunđera i koralna koji nijesu česta pojava duž crnogorske obale**. Specifičnost faktora životne sredine koji vladaju u pećinskim uslovima dovela je do razvoja adaptivnih sciafilnih vrsta. Iako ovaj lokalitet ne spada u tipična koraligena staništa izabran je za istraživanje zbog važnosti zajednica u njemu. Iz tog razloga neće se koristiti za upoređivanje sa ostalim lokalitetima, ali daje prikaz stanja i kvaliteta živog svijeta koji se može koristiti za poređenje u daljem monitoringu.

Na osnovu podataka dobijenih analizom kompleksnosti staništa na lokalitetima Ponta Veslo i rt Mačka izostaje gornji sloj. To ukazuje da na tom području nijesu razvijene erektilne vrste čija visina prelazi 15 cm. Na lokalitetu Ponta Veslo dominirao je bazalni sloj čija je pokrivenost/rasprostranjenost išla do 99,8% u fotokvadratima, dok je srednji sloj bio zastupljen u opsegu od 0,15–0,45%. Unutar baznog sloja dominirale su alge i to vrste *Gloiocladia repens*, *Peyssonnelia rubra*, *Peyssonnelia rosa-marina*, *Mesophyllum expansum*, *Peyssonnelia squamaria*, dok su od vertebrata dominirale *Myriapora truncata*, *Spirastrella cunctatrix* i *Leptopsammia pruvoti*. Na lokalitetu rt Mačka zastupljenost bazalnog sloja se kretala od 28,04 do 93,4% pokrivenost/rasprostranjenost i dok je srednji sloj bio zastupljen u rasponu od 6,6 do 71,96%. Ipak, pokrivenost/rasprostranjenost i brojnost ovih vrsta ne mora nužno da

ukazuje na kvalitet životne sredine (Casas-Güell *et al.*, 2015), već više na djelovanje nekih specifičnih prirodnih faktora na lokalnom nivou (Linares *et al.*, 2008). U svakom slučaju, koraligena zajednica i bez erektilnih antozoa može imati dobar ekološki status (Piazzi *et al.*, 2014).

Koraligene zajednice na nivou Mediterana su često predmet invazije unesenih makroalgi koje najčešće ispoljavaju sezonsku dinamiku i tako doprinose modifikovanju strukture koraligene zajednice (Cebrian *et al.*, 2012; Piazzi *et al.*, 2007). Najrasprostranjenije invazivne vrste na koralnom grebenu su Rhodophyta *Womersleyella setacea* (Hollenberg) R.E. Norris i Chlorophyta *Caulerpa cylindracea* Sonder (Cebrian *et al.*, 2012). Sprovedena istraživanja su pokazala da su na lokalitetu rt Mačka prisutne upravo ove dvije invazivne vrste *C. cylindracea* i *W. setacea* koje zbog svoje dominacije prijete da ugroze ostale prisutne vrste.

Određivanje kvaliteta ekološkog stanja jednog koraligenog staništa zavisi od velikog broja parametara i može da uključuje erektilne briozoe (de la Nuez-Hernández *et al.*, 2014), erektilne antozoe (Cerrano *et al.*, 2014), kao i osjetljive makroalge poput *Udoteaceae*, *Fucales* i uspravnih *Rhodophyta* (Balata *et al.*, 2011), kao najefikasnije indikatore dobrog ekološkog stanja. S druge strane, dominacija algalnog turfa, hidrozoa i sunđera koji obrastaju ukazuje na degradirajuće uslove (Piazzi *et al.*, 2017).

Sagledavajući rezultate dobijene analizom prisutnih vrsta i kompleksnošću staništa, zaključak je da **lokaliteti Ponta Veslo i rt Mačka, iako nisu najznačajniji s obzirom na tip koraligenih staništa, dobrog su ekološkog statusa sa umjerenim pritiskom ribolovnog alata, a na lokalitetu rt Mačka je izražen pritisak od strane invazivnih algi.**



**HIDROGRAFIJA,  
EUTROFIKACIJA I  
ZAGAĐUJUĆE  
MATERIJE**

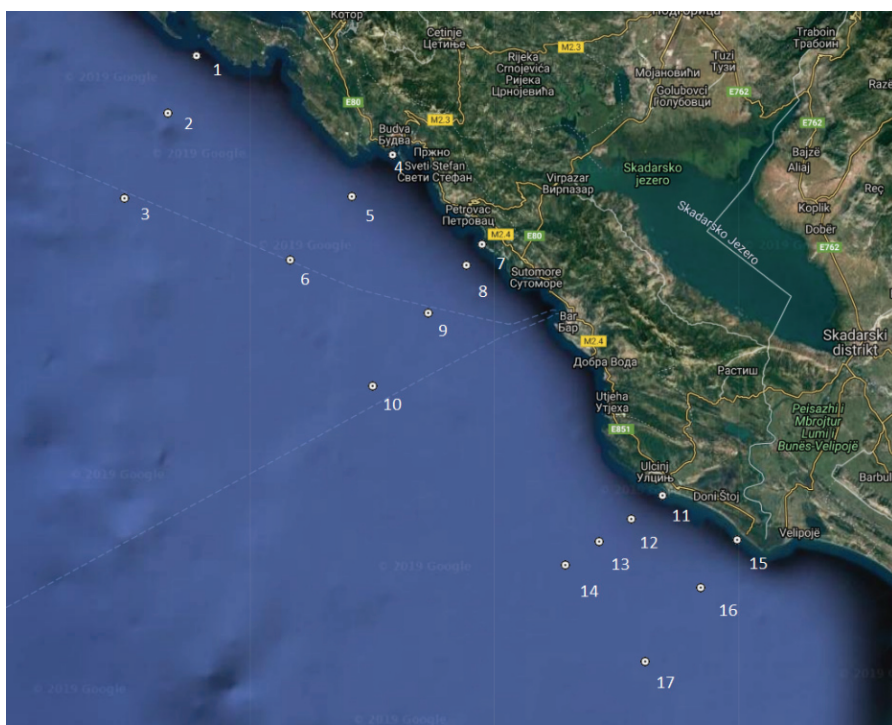


U obalnim i otvorenim vodama Crne Gore u oktobru 2019. godine, tokom trodnevnog krstarenja, mjerili su se parametri značajni za hidrografiju, eutrofikaciju i zagađujuće čestice. U istraživanju su učestvovali stručnjaci iz tri institucije (Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita – IOR, Centar za ekotoksikološka ispitivanja iz Podgorice – CETI i Institut za biologiju mora iz Kotora – IBM), korišćenjem istraživačkog broda BIOS DVA.

Mjerenje je obavljeno na ukupno 17 mjernih stanica raspoređenih duž 5 transekata od Bokokotorskog zaliva do ušća rijeke Bojane. Radi pojednostavljenog objašnjenja rezultata, tačke istraživanja su grupisane u pet transekata, i to: I transekt (tačke 1, 2, 3), II transekt (4, 5, 6), III transekt (7, 8, 9, 10), IV transekt (11, 12, 13, 14) i V transekt (15, 16, 17).

Dubina je na mjernim stanicama varirala od najpliće stanice na dubini od 15 m (mjerna stanica 11) do najdublje stanice na dubini od 217 m (mjerna stanica 3).

Pod uticajem bezgradijentskog polja pritiska vazduha, preovladavalo je mirno i stabilno vrijeme tokom prvog dana mjerenja. Atmosfera je bila suva i za to doba godine, vrlo zagrijana. Od 8. u mjesecu do kraja krstarenja vidljivo je zagrijavanje atmosfere i porast relativne vlage uz vjetar uglavnom slabog intenziteta. Preovladavalo je vrlo toplo i sunčano vrijeme uglavnom bez kiše. U početku krstarenja bilo je tiho ili je prevladavao vjetar obalne cirkulacije. Kasnije je jačalo jugo, pa je more bilo povremeno umjereno do jače talasasto.



Mapa istraživanog područja za biološke, hemijske i hidrografske parametre

Naziv stanice	Datum	Vrijeme (UTC+1)	Dubina (m)
1	09.10.2019.	08:11	103
2	09.10.2019.	10:21	117
3	09.10.2019.	12:55	217
6	09.10.2019.	16:27	123
8	09.10.2019.	18:35	67
7	10.10.2019.	08:04	36
4	10.10.2019.	09:41	29
5	10.10.2019.	10:57	87
10	10.10.2019.	13:13	86
9	10.10.2019.	15:30	81,5
15	11.10.2019.	09:17	11,5
16	11.10.2019.	10:21	59
17	11.10.2019.	12:00	83,5
14	11.10.2019.	13:44	87
13	11.10.2019.	15:17	77
12	11.10.2019.	16:28	55
11	11.10.2019.	17:30	15





## 3 HIDROGRAFIJA

S ciljem da se dobije uvid u hidrografske osobine akvatorijuma, tokom trodnevnog krstarenja, mjerila se vertikalna promjenjivost temperature, saliniteta i gustoće morske vode, kao i prostorna promjenjivost prozirnosti. Temperatura i salinitet mjereni su **višeparametarskom CTD** sondom (SBE-25). Prozirnost je mjerena SECCHI bijelom pločom tokom svijetlog dijela dana na strani broda koja nije okrenuta suncu.

### 3.1 TERMOHALINE OSOBINE

Vertikalna struktura temperature i saliniteta izmjerena je na 17 mjernih stanica duž 5 transekata. Vertikalne promjene temperature i saliniteta izmjerene tokom krstarenja u oktobru 2019. godine pokazuju, za ovo doba godine, još uvijek značajno stratificirani vodeni stub kao posljedicu prolongiranih ljetnjih uslova i izostanka jačeg miješanja vodenog stuba. Razlike temperature na vrhu i dnu termokline približno su iznosile 6,5°C što upućuje na stabilnost vodenog stuba.

Izmjerene vrijednosti na prva dva transekta (mjerne stanice 1-6) daju tri sloja: dobro izmiješan površinski sloj ujednačene temperature i saliniteta do dubine od 30 m, sloj termokline gdje su vertikalni gradijenti temperature značajni, te sloj ispod termokline, ispod približno 50 m, u kojemu vertikalni gradijenti slabe. Na mjernoj stanici 3, čija je dubina 217 m, temperatura na dnu ispod je 15°C, a salinitet 38,9‰.

Na trećem transektu uočava se uglavnom dobro izmiješan površinski sloj ujednačane temperature i saliniteta od obale prema otvorenom moru. U površinskom sloju, čija je dubina i do 40 m, salinitet iznosi i 38,9‰. Na mjernim stanicama 8, 9 i 10, ispod halokline uočava se jezgro vode sniženog saliniteta kao posljedica specifičnih uslova lokalne cirkulacije. Relativno visoke vrijednosti saliniteta u površinskom sloju, neznatno veće od sloja ispod halokline, mogu se pripisati lokalnim uslovima povezanim s isparavanjem, procesom kojim se povećava sadržaj soli.

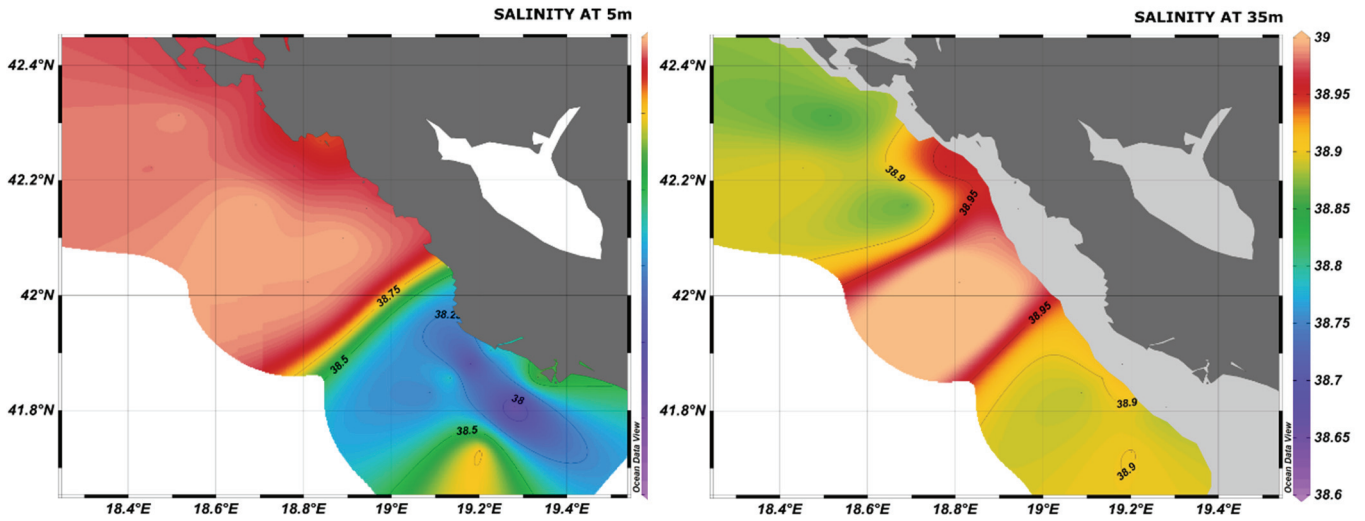
Na mjernim stanicama bliže ušću rijeke Bojane (četvrti i peti profil; mjerne stanice 11-17), takođe, je prisutna termoklina na dubini 30-40 m i haloklina varijabilne dubine, uglavnom iznad 10 m. Na površini bliže obali, do dubine od 10 m razliva se voda sniženog saliniteta (38,5‰–38,6‰) i manje gustoće. U sloju dubine 20-40 m središnjeg dijela transekta nalazi se voda nešto većeg saliniteta (39,0‰) čije porijeklo se može pripisati adekvaciji s juga, odnosno uticaju istočno-jadranskog strujanja koje donosi topliju i slaniju vodu iz Mediterana.

Horizontalna distribucija temperature, saliniteta i gustoće analizirana je za tri sloja: 5 m, 35 m i dno. Na dubini od 5 m, tokom krstarenja temperaturne su razlike bile u okviru 1°C (od 22,1–22,7°C), sa maksimalnim vrijednostima uz obalu i u područjima sniženog saliniteta. Raspon saliniteta je od (37,5–39,0)‰, pri čemu se jasno uočava uticaj Bojane – područje sniženog saliniteta (Slika 3.1). Uticaj hladnije i slanije vode vidljiv je u području sjevernog dijela akvatorijuma, vjerojatno kao posljedica južno-jadranskog vrtloga.

Na 35 m dubine i dalje je uočljivo strujanje s otvorenog mora, s porastom temperatura od 18-22°C. U polju saliniteta promjene su male, ali i dalje su odvojena dva potpuno različita područja: prvi, pod uticajem otvorenog mora (južno-jadranski vrtlog), a drugi pod uticajem Bojane, a s manje izraženim gradijentima nego na površini.

Termohaline osobine u pridnenom sloju su minimalne, uz vidljiv uticaj Bojane i druge slatke vode s kopna.

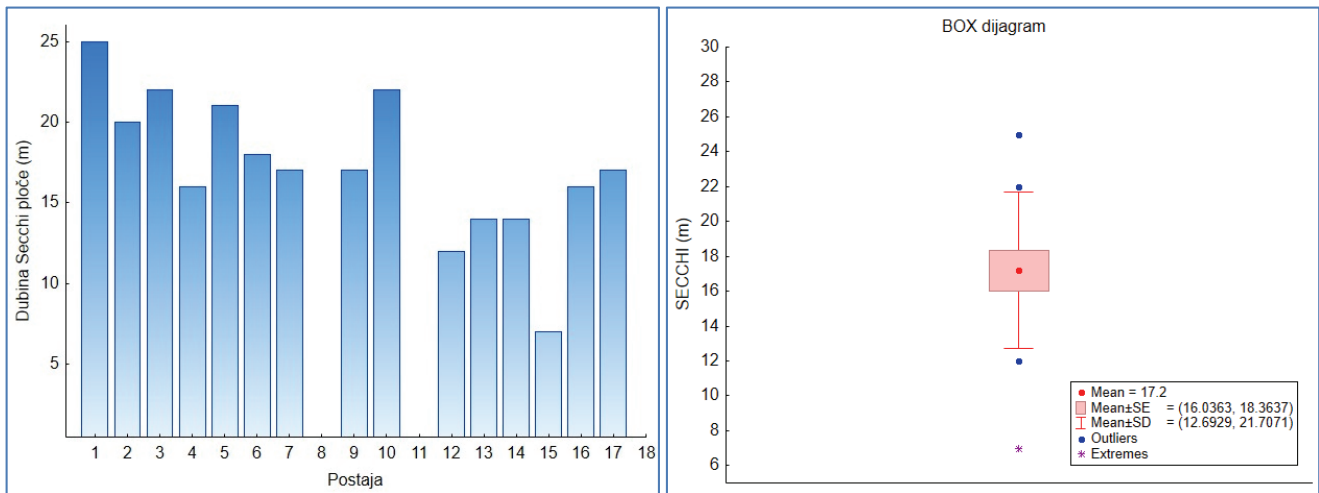
Horizontalne promjene temperature i saliniteta na raznim dubinama, iako malog raspona, opisuju prisustvo voda različitih karakteristika čije je porijeklo dijelom od otvorenog mora (SAG – eng. South Adriatic Gyre), od uticaja Bojane, kao i strujanja uz istočnu obalu (EAC – eng. East Adriatic Current).



Slika 3.1. Prostorne promjene saliniteta na dubinama od 5 i 35 m

### 3.2 PROZIRNOST

Prozirnost je mjerena Secchi pločom na svim mjernim stanicama osim 8 i 11 zbog dolaska na mjernu stanicu u sumrak/noć. Mjerenja na ostalim mjernim stanicama pokazuju da je srednja prozirnost ovog područja 17,2 m sa standardnom devijacijom 4,51 m i rasponom od 7-25 m (Slika 3.2).



Slika 3.2. Prozirnost morske vode

### 3.3 ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Pod djelovanjem klimatskih promjena u Jadranskom se moru, duboko u kopno uvučenog bazena Mediterana osjetljivog na klimatske promjene, mijenja sadržaj topline i soli u moru, a time i termohalina cirkulacija (Schroeder *et al.*, 2017; Vilibić *et al.*, 2013). Iz tog razloga, uticaj klimatskih promjena treba kontinuirano pratiti s obzirom na to da može trajno promijeniti hidrografske osobine morske vode. Uticaj klimatskog pritiska može se pratiti mjerenjem termohalinih osobina vodenog stuba, odnosno mjerenjem temperature, saliniteta i prozirnosti. Već su uočeni pozitivni trendovi temperature mora (Grbec i sur., 2018) i odgovor ekosistema Jadrana na klimatske promjene (Grbec *et al.*, 2009; Šolić *et al.*, 2018). Osim termohaline strukture, mogu se mjeriti i druga fizička svojstva mora kao što su talasi ili struje.

Promjene klimatskih uslova mogu imati direktan uticaj na morski ekosistem zbog slabljenja horizontalne i vertikalne izmjene vode što može smanjiti npr. sadržaj kiseonika u moru. Iz navedenih razloga, izuzetno je značajno sagledavati termohalinu promjenjivost pod djelovanjem klime i klimatskih promjena.

S tim u vezi, a u skladu s rezultatima navedenog istraživanja, definisane su sljedeće preporuke koje je potrebno primijeniti u budućem monitoringu i izvještavanju:

1. **Klimatska analiza** – Na osnovu svih raspoloživih podataka temperature, saliniteta i prozirnosti, neophodno je odrediti termohalinu klimu područja ovog dijela Jadrana upotrebom odgovarajućih statističkih analiza s posebnim osvrtom na višegodišnju i sezonsku promjenjivost;
2. **Monitoring** – Analizom termohalinih osobina područja zaključeno je da bi se budućim monitoringom trebala poboljšati prostorno-vremenska rezolucija CTD mjerenja. Mjerenja bi trebalo sprovoditi na više monitoring stanica prostorno raspoređenih duž više transekata, s većim brojem stanica u području gdje postoji uticaj slatke vode s kopna (kao što je područje estuara Bojane). Takođe, za određivanje vremenske promjenjivosti ovih osobina važno je monitoring sprovoditi više puta godišnje, bar jednom u sezoni, s napomenom da se godišnji hod temperature i saliniteta može izračunati sa najmanje 7 krstarenja godišnje. Ovim bi se dobila bolja prostorno-vremenska slika termohaline promjenjivosti;
3. **Fizička okeanografija** – Neophodno je graditi kapacitete stručnjaka iz područja fizičke okeanografije koji bi mogli opisivati i objašnjavati specifične uslove i cirkulaciju u moru, kao i složenu dinamiku Jadranskog mora i njegovog ekosistema.

## 4 EUTROFIKACIJA

Eutrofikacija predstavlja proces obogaćivanja ekosistema organskim supstancama i može biti prirodna i antropogena. U posljednje vrijeme sve je češća pojava antropogeno izazvane eutrofikacije, što postaje značajan problem duž morskih obala u Mediteranu i na Jadranu.

Sve veći antropogeni uticaj koji potiče od razvoja turizma, poljoprivrede, industrije, morskog saobraćaja i lučkih aktivnosti postaje sve izraženiji na Jadranu. Zbog svoje strukture (izuzetno plitak, 80 m) i jakog uliva nutrijenata putem rijeka on je često izložen eutrofikaciji (Revelante i Gilmartin, 1992; Turley, 1999; Faranda *et al.*, 2000). Južni Jadran je okarakterisan kao izrazito oligotrofan. Međutim,

i pored generalno oligotrofnog karaktera, obalni dio je pod sve većim uticajem čovjeka i sa povećanom eutrofikacijom (Drakulović *et al.*, 2017). Znaci eutrofikacije su sve češći i uz obale Crnogorskog primorja, naročito Bokokotorskog zaliva (Drakulović *et al.*, 2011, 2012). Određene vrste nestaju, dok neke oportunističke vrste fitoplanktona postaju dominantne (McQuatters-Gollop *et al.*, 2009).

Za procjenu stanja mora, s obzirom na proces eutrofikacije, temperatura i salinitet su izuzetno značajni faktori. Analiza stanja tih hidrografskih parametara prikazana je u okviru poglavlja 3.

### 4.1 SADRŽAJ RASTVORENOG KISEONIKA U VODENOM STUBU

Količina kiseonika u mg/l morske vode, pokazatelj je provjetrenosti morske vode, ali i produkcije fitoplanktona pri kojoj se kiseonik oslobađa. To indirektno pokazuje količinu hranljivih soli bez kojih ne može doći do produkcije fitoplanktona, a koji u priobalno more u najvećoj mjeri stižu sa kopna.

Rezultati zasićenja kiseonikom (%) pokazali su da su vrijednosti bile veće u površinskom i podpovršinskom sloju, kao i da su sa dubinom vrijednosti opadale (Bellafiore, *et al.*, 2011, Buljan, Zore-Armanda, 1971), sa izuzetkom kod pojedinih tačaka. Vrijednosti u

površinskom sloju kretale su se u intervalu od 4,80-5,33 ml/l. Maksimalna koncentracija kiseonika zabilježena je na mjernoj stanici 16 u okviru petog transekta na 54 m i iznosila je 5,71 ml/l. Najniže vrijednosti koncentracije kiseonika izmjerene su na prvom transektu na mjernim stanicama 1 (101 m) i 3 (216 m) i iznosile su 4,76 odnosno 4,73 ml/l.

Povećane vrijednosti zasićenja kiseonika u površinskom sloju posljedica su intenzivnijeg procesa fotosinteze uslijed dotoka veće koncentracije hranljivih soli.

### 4.2 KONCENTRACIJA KLJUČNIH HRANLJIVIH JEDINJENJA U VODENOM STUBU

Tokom istraživanja, mjerena je koncentracija sljedećih jedinjenja:

- koncentracija fosfata u vodenom stubu;
- koncentracija ukupnog fosfora u vodenom stubu;
- koncentracija amonijaka u vodenom stubu;
- koncentracija nitrata u vodenom stubu;
- koncentracija nitrita u vodenom stubu;
- koncentracija ukupnog neorganskog azota;
- koncentracija ukupnog azota;
- koncentracija ortosilikata u vodenom stubu.

Promjenljivost koncentracije **ortofosfata** je slabije izražena u površinskom i podpovršinskom sloju, pa su zato vrijednosti koncentracije ortofosfata niže u odnosu na pridnene slojeve gdje je zabilježeno blago obogaćivanje

koncentracije ortofosfata. Ovo je posebno izraženo na mjernim stanicama u okviru I, III i IV transekta (2, 3, 9, 10, 11, 12, 13 i 14). Srednja vrijednost koncentracija ortofosfata na ispitivanim mjernim stanicama iznosila je 0,117  $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ , a ukupno rastvorenog fosfora 0,338  $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ . Prema horizontalnoj raspodjeli ortofosfata u površinskom sloju najveće koncentracije ustanovljene su na tačkama koje su blizu obale, međutim, na osnovu sveobuhvatne analize ne može se tvrditi da su ortofosfati u ovom sloju antropogenog porijekla. Na osnovu ispitivanih parametara, zaključeno je da postoje razlike u srednjim koncentracijama ukupno rastvorenog fosfora u svim slojevima vodenog stupca u odnosu na ortofosfate. **Generalno, koncentracija ukupnog fosfora ima niže vrijednosti u površinskom sloju u odnosu na dublje slojeve.**

Opseg koncentracija **amonijum jona** na ispitivanim tačkama imao je približno jednake vrijednosti u površinskom i podpovršinskom sloju, dok je u pridnenom sloju opseg koncentracija amonijum jona imao veće vrijednosti. Prema prosječnim koncentracijama u površinskom, podpovršinskom i pridnenom sloju, najveće vrijednosti koncentracije nitrata nalaze u pridnenom, a zatim u površinskom sloju. Najveći opseg koncentracija nitrata javlja se u prvom transektu, dok je najmanji u četvrtom transektu. Relativno slično stanje ustanovljeno je i za nitrite i amonijeve soli, kao i njihov zbir (DIN). Na osnovu svih podataka tj. zbira koncentracija sva tri oblika azotovih soli izražene preko ukupno rastvorenog neorganskog azota (DIN), srednja vrijednost (cijeli vodeni stub i sve tačke) iznosi  $0,880 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ . Na osnovu vertikalne distribucije, generalno, koncentracija DIN za većinu ispitivanih tačaka ima više vrijednosti u površinskom sloju, zatim opada u podpovršinskom sloju. Takođe, u dubljim slojevima koncentracija ukupno rastvorenog neorganskog azota generalno u odnosu na površinski sloj ima značajno veće vrijednosti na pojedinim tačkama.

Na osnovu prosječne koncentracije **ortosilikata**, zaključeno je da su vrijednosti veće u površinskom sloju, a zatim u pridnenom.

### 4.3 HLOROFIL *A* I PLANKTON

Poznavanje taksonomskog sastava fitoplanktona izuzetno je važno za procjenu ekoloških osobina mora – trofičkog stanja, eutrofikacije, cvjetanja mora i odnosa ishrane, kao i za poznavanje biološke raznovrsnosti mora. Međutim, pored kvalitativnog sastava fitoplanktona treba uzeti u obzir i kvantitativni aspekt koji, takođe, ukazuje na trofično stanje ekosistema. S obzirom na to da je pigment hlorofil *a* pokazatelj biomase fitoplanktona, veoma je značajan za procjenjivanje stepena trofičnosti.

Metodologija koja se koristila za biološka uzorkovanja – fitoplankton i hlorofil *a* je po standardu ISO 5667- 9: 1992. Metodologija koja se koristila za analizu fitoplanktona je po standardu MEST EN 15204: 2014.

**Tokom sprovedenih istraživanja, zabilježene vrijednosti koncentracije hlorofila *a* su karakteristične za manje**

Koncentracije **hranjivih soli** (azota i fosfora), kao i zasićenje vodenog stuba kiseonikom od značaja su za procjenu ekološkog stanja morske sredine, odnosno uticaja antropogenih pritisaka kojima je određeno područje izloženo. Na osnovu graničnih vrijednosti trofičkog indeksa TRIX (Vollenweider i sar. 1998), koje se često primjenjuju za procjenu, stanje **zasićenja kiseonikom** na ispitivanim tačkama od površinskog do 10 m dubine, kao i u pridnenom sloju ocjenjuje se kao **vrlo dobro**. Kod ocjene stanja prema koncentracijama ukupno rastvorenog neorganskog azota (DIN) stanje svih ispitivanih tačaka ocijenjeno je kao **vrlo dobro**. Ocjena stanja na osnovu koncentracije ortofosfata, ispitivane tačke ocjenjene su kao A kategorija prema Uredbi o klasifikaciji i kategorizaciji površinskih i podzemnih voda<sup>5</sup>, s obzirom na to da za ovaj parametar ne postoji kriterijum prema TRIX-u. Rezultati za ukupni fosfor (PTOT) pokazuju da su tačke ocijenjene kao dobre do vrlo dobre, na osnovu graničnih vrijednosti trofičkog indeksa TRIX. Koncentracija ukupno rastvorenog azota, kao i koncentracija ortosilikata, ne utiču na ocjenu stanja morske sredine, prvenstveno jer se stanje ovih parametara ne vrednuje prilikom izračunavanja trofičkog stanja sredine.

**oligotrofno do više oligotrofno područje**, prema kriterijumima Simboura i sar. (2005), koji se podudaraju sa 5 nivoa ekološkog statusa kako je predložen u Okvirnoj direktivi o vodama (WFD).

Zabilježene vrijednosti hlorofila *a*, kao pokazatelja biomase fitoplanktonskih organizama, ukazuju na **nižu produktivnost** na istraživanom području.

Tokom istraživanja brojnosti fitoplanktonskih zajednica duž transekata zabilježene su vrijednosti koje su uglavnom karakteristične za oligotrofno područje, manjim dijelom za mezotrofno, dok su na pojedinim pozicijama bliže obali na transektima I i V (na izlazu iz Boke Kotorske, kao i kod Ulcinja) vrijednosti ukupnog planktona karakteristične za eutrofno područje (Kitsiou i Karydis 2001, 2002). Razlog niže brojnosti fitoplanktonskih

<sup>5</sup> Sl. list CG, br. 2/07

organizama je taj što je područje istraživanja pod jačim uticajem otvorenog mora i izmjena vodenih masa je bolja, što doprinosi manjoj produkciji fitoplanktona, kao posljedica manje koncentracije hranljivih materija. Veće vrijednosti fitoplanktona su zabilježene u priobalnom području, koje je pod uticajem obale i gdje je prisutan veći priliv nutrijenata, dok je na pozicijama koje su udaljene od obale produkcija fitoplanktona bila manja.

Zabilježeno je 5 grupa fitoplanktonskih organizama i to:

- Bacillariophyceae (dijatomeje);
- Dinophyceae (dinoflagelate);
- Prymnesiophyceae (kokolitoforidi);
- Chrysophyceae (silikoflagelati);
- Chlorophyceae (hlorofite).

Najveći broj vrsta koje su bile dominantne i zabilježene sa najvećom frekvencijom pojavljivanja tokom istraživanja, kao što su *Chaetoceros affinis*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudo-nitzschia spp.* i *Thalassionema nitzschioides* preferiraju područja obogaćena nutrijentima (Pucher-Petković and Marasović, 1980). To ukazuje na blage promjene koje se moraju kontinuirano pratiti, sve sa ciljem da bi se izbjegle moguće neželjene posljedice u slučaju pojave povećane produktivnosti navedenih organizama.

Od potencijalno toksičnih vrsta zabilježene su dijatomeja vrste iz roda *Pseudo-nitzschia spp.* sa brojnošću do 103 ćelija/l. Od toksičnih i potencijalno toksičnih vrsta dinoflagelata zabilježene su vrste: *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. caudata*, *Lingulodinium polyedra*, *Phalacroma rotundatum*, *Prorocentrum cordatum* i *P. micans*. **Brojnost štetnih organizama i patogena (HAOP) još uvijek nije povećana i alarmantna, međutim, ukazuje na neophodnost monitoringa da bi se spriječile moguće negativne posljedice po morski ekosistem i zdravlje čovjeka.**

Dobijeni podaci ukazuju da još uvijek ne postoji povećan razvoj i povećana produktivnost fitoplanktonskih organizama. Međutim, pojava vrsta koje preferiraju područja bogata hranljivim materijama, zatim prisustvo štetnih i toksičnih organizama ukazuju na blage promjene koje se moraju kontinuirano pratiti, sve sa ciljem da bi se izbjegle moguće neželjene posljedice u slučaju pojave povećane produktivnosti navedenih organizama.

## Zooplankton

Na osnovu jednokratnog istraživanja mrežnog zooplanktona po transektima u crnogorskim vodama, utvrđena je statistički značajna razlika u ukupnoj brojnosti. ( $p < 0,05$ , Kruskal-Wallis).

**Brojnost ukupnog zooplanktona povećavala se u smjeru od ostrva Mamula ka rijeci Bojana.** Najviša brojnost zabilježena je na četvrtom transektu, na najbližem lokalitetu u gornjem sloju uzorkovanja i iznosila je 4.820 ind m<sup>-3</sup>. Mjerne stanice 4, 7, 11 i 15 su tipičnog obalnog karaktera, a zbog male dubine i nepostojanja tačno definisane termokline, uzorci su uzeti u samo jednom potezu od 2 m iznad morskog dna do površine.

Posmatrajući svaki transekt posebno, primjetno je blago opadanje u ukupnoj brojnosti zooplanktona idući ka dubljim lokalitetima i daljim od obale. Izuzetak je četvrti transekt i mjerna stanica 14 na kojoj je utvrđeno odstupanje. Najniža brojnost ukupnog zooplanktona zabilježena je na najudaljenijem lokalitetu transektu I (mjerna stanica 3), a iznosila je 212 ind m<sup>-3</sup>.

Ukupno je nađeno 11 grupa zooplanktona a to su: *Hydromedusae*, *Siphonophorae*, *Ostracoda*, *Cladocera*, *Copepoda*, *Pteropoda*, *Appendicularia*, *Chaetognatha*, *Hyperidea*, *Thaliacea*, kao i Meroplanktonski organizmi. Ukupno je određeno 70 taksona holoplanktonskih organizama i 8 meroplanktona.

Jednokratno uzorkovanje i analiza zooplanktona na području otvorenog mora Crne Gore pokazala je da su varijacije vrijednosti zooplanktona po transektima velike, naročito je to uočljivo na transektu IV. Sekundarna produkcija značajno opada idući od obalnih lokaliteta ka dubokom moru dok statistički značajno raste od transektu I ka transektu V što ukazuje na izuzetno snažan uticaj rijeke Bojane, odnosno dotoka slatke vode. Mjerne stanice 4, 7, 11 i 15 su pokazali karakteristike tipičnih obalnih lokaliteta sa značajno većom sekundarnom produkcijom u poređenju sa lokalitetima po transektima. Izuzetak predstavlja mjerna stanica 14 na četvrtom transektu, na kojem je zabilježena viša abundancija zooplanktona u odnosu na lokalitete tog transektu koji su bliže obali.



## 5 ZAGAĐUJUĆE MATERIJE

Program praćenja kvaliteta sedimenta obuhvatao je analizu sledećih parametara:

- Neorganski polutanti:
  - Teški metali: Cd, HgT, Pb;
- Organski polutanti:
  - Organohlorni pesticidi (heksaklorbenzen, aldrin, dieldrin, endrin, heptahlor, DDE, DDD, DDT);
  - PCB-7 kongenera;
  - PAH-ovi.

Za procjenu stanja sedimenata korišćeni su kriterijumi propisani u UNEP/MAP vodiču<sup>6</sup> kao i OSPAR vodiču<sup>7</sup>.

Kriterijumi koji se koriste za procjenu kontaminacije prema UNEP/MAP i OSPAR-u:

- **BC** – Background concentration koji se odnosi na prirodno prisutni sadržaj kontaminanata;
- **BAC** – Background assessment concentration: razvijen od strane OSPAR Komisije za ispitivanje kada je sadržaj kontaminanata približan prirodnom;
- **EAC** – Environmental Assessment Criteria – koncentracije ispod EAC vrijednosti ne uzrokuju bilo kakve hronične efekte na morske organizme;

### 5.1 TEŠKI METALI

Metali su prirodno prisutni u morskom ekosistemu ali se njihov sadržaj tokom poslednjih decenija znatno povećao usljed zagađenja morskog ekosistema antropogenom aktivnošću (industrija, otpadne vode, saobraćaj, poljoprivreda...). Ovo postaje ozbiljan ekološki problem jer metali nisu biorazgradivi, pa kada se jednom unesu u morski ekosistem trajno postaju njegov sastavni dio.

Uzorci sedimenta uzorkovani na lokacijama iz morskog područja **sjevernog dijela** mora Crne Gore imaju sličnu glinasto-pjeskovitu strukturu. **Rezultati pokazuju da je sadržaj ispitivanih metala u uzorcima sa tog područja približno jednak, te da su koncentracije sva tri ispitivana**

- **ERL** – Effects Range Low – koncentracija ispod ERL vrijednosti znači da nema značajne opasnost na morske organizme. Koncentracije kontaminanata koje su veće od ERL obično imaju nepovoljni uticaj na neke od živih organizama u moru.

U cilju očuvanja morskog ekosistema veoma je značajno određivanje stepena zagađenosti sedimenta, kao i predlaganje mjera sanacije već zagađenog područja. U skladu sa pristupom OSPAR konvencije, UNEP MAP je za Mediteransko more uspostavio koncentracione „thresholds“ koji su definisani kao  $T_0$  i  $T_1$ .

$T_0$  se definiše u sedimentima i bioti, kao koncentracija kontaminanta na „netaknutom“ ili „udaljenom“ mjestu, gdje se ne može očekivati pogoršanje životne sredine. S druge strane,  $T_1$  je koncentracija iznad koje se najčešće javljaju značajni negativni efekti na životnu sredinu ili na ljudsko zdravlje (zelena/crvena tranziciona tačka). Između  $T_0$  i  $T_1$  nivoi zagađivača ne predstavljaju značajan rizik za životnu sredinu ili ljudsko zdravlje (Slika 5.1). U tom smislu obojenje predstavlja kako status tako i mjere koje je neophodno preduzeti. Pojašnjenje mjera i statusa zavisno od onečišćenja kao i tumačenje šeme predstavljeno je u Tabeli 5.1.

**elementa ispod MedBAC vrijednosti.** Sadržaj žive na ovom području je vrlo blizak prirodnom.

Od sedam uzoraka sedimenata uzorkovanih iz morskog područja **srednjeg dijela** mora Crne Gore, po izgledu se izdvajaju uzorci sa mjernih stanica 4 i 7 u kojima dominira struktura pijeska. Pijesak uglavnom čini kvarc, koji osim silicijuma i kiseonika ima veoma malu količinu drugih elemenata. Upravo u uzorcima sa pomenute dvije lokacije su nađene najniže koncentracije olova i žive. **Međutim, na mjernoj stanici 7 sadržaj kadmijuma prelazi vrijednost MedBAC ali je značajno ispod ERL što navodi na zaključak da nema opasnosti po živi svijet** morskog ekosistema kada je ovaj element u pitanju. **Sadržaj olova na mjernoj**

<sup>6</sup> UNEP(DEPI)/MED 439/15-Pollution Assessment Criteria and Thresholds

<sup>7</sup> The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR)

stanici 9 prelazi MedBAC vrijednost i kao i u slučaju kadmijuma nema opasnosti po živi svijet morskog ekosistema. Sadržaj žive na ovom području je vrlo blizak prirodnom.

U morskom području južnog dijela mora Crne Gore dominira sediment koji zbog najsitnijih struktura po izgledu može da odgovara glinastoj formi (12, 13, 14,16 i 17). Glina i organske materije imaju negativno naelektrisane površinske funkcionalne grupe, pa se metali najčešće vežu za organsku materiju i glinu. Uzevši u obzir da se radi o uzorcima koji po izgledu podsjećaju na glinu, valja imati u vidu da glina zbog veličine čestica (< 0,004 mm) ima visok odnos površine i zapremine, pa je samim tim teškim metalima omogućeno da se vežu/apsorbuju

na njihovoj površini. Može se pretpostaviti da je ovo uzrok nešto većoj srednjoj koncentraciji olova (prelazi MedBAC) na mjernim stanicama 12, 13, 14 i 17. Sedimenti uzrokovani na mjernim stanicama 11 i 15, imaju nešto krupniju strukturu zrna, što odgovara veličini pijeska. Rezultati analize sadržaja metala pokazuju da je upravo u ova dva uzorka, koji se najviše razlikuju po izgledu nađen najniži sadržaj olova, kadmijuma i žive. **Sadržaj kadmijuma i žive u svim uzorcima sa ovog područja je ispod MedBAC vrijednosti.**



Slika 5.1. Predložene tranzicione tačke za metale, PAH i hlorovane komponente u sedimentu

Tabela 5.1. Status i predlog mjera u odnosu na sadržaj kontaminanata

Boja	Objašnjenje šta boje predstavljaju	Moguće aktivnosti
<b>Crveno</b>	<p style="text-align: center;"><b>Status je neprihvatljiv</b></p> <p>Koncentracije kontaminanata su na takvim nivoima gdje postoji neprihvatljiv rizik za životnu sredinu i živi svijet.</p> <p>Potencijal za značajne negativne efekte na životnu sredinu ili na ljudsko zdravlje.</p>	<p>Mjere koje se primjenjuju ili se razmatraju u cilju rešavanja uzroka.</p> <p>Redovno praćenje da se utvrdi stanje i trendovi.</p>
<b>Zeleno</b>	<p style="text-align: center;"><b>Status je prihvatljiv</b></p> <p>Koncentracije zagađivača su na nivoima gde se može pretpostaviti da je mali ili nikakav rizik za životnu sredinu i živi svijet.</p> <p>Nema značajnog rizika od štetnog uticaja na životnu sredinu ili na ljudsko zdravlje.</p>	<p>Mjere generalno nisu potrebne za poboljšanje statusa, ali mogu biti potrebne ako postoji trend pogoršanja statusa.</p> <p>Odgovarajući režim praćenja kako bi se osiguralo da nema pogoršanja.</p>
<b>Plavo</b>	<p style="text-align: center;"><b>Status je prihvatljiv</b></p> <p>Koncentracije su blizu BC koncentracijama ili nuli tj. krajnji cilj OSPAR Strategije za Opasne Supstance je postignut.</p>	<p>Mjere nisu potrebne. Odgovarajući režim praćenja da bi bili sigurni da nema pogoršanja.</p>



## 5.2 ORGANSKI KONTAMINENTI

Nepolarni organski mikrozagađivači, poput **policikličkih aromatskih ugljovodonika, PCBa i organohlornih pesticida**, koji su apsorbirani u sedimentu, imaju malu bioraspoloživost za slatkovodne i morske životinje u odnosu na vodu. Faktori bioakumulacije iz sedimenata (koncentracija u životinjama/koncentracija u sedimentu) ispitivanih organskih zagađivača kreću se od manje od 0,1 do oko 20, nekoliko reda veličine niže od faktora bioakumulacije iz vode za ista jedinjenja.

Bioraspoloživost organskih mikropolutanata apsorbiranih u sedimentu direktno je povezana sa rastvorljivošću jedinjenja i veličinom zrna sedimenta, a obrnuto je povezana sa koncentracijom organskog ugljenika u sedimentu i veličinom životinje. Organski mikro zagađivači adsorbirani u sedimentu su neznatno bioraspoloživi, ali sedimenti u kontaminiranim područjima često sadrže visoke koncentracije adsorbiranih zagađivača; stoga predstavljaju važan izvor zagađenja kako slatkovodnih tako i morskih životinja.

Rezultati analize sedimenata pokazuju da je **sadržaj poliaromatskih ugljovodonika u sedimentima duž cijelog područja uzorkovanja** (južni, srednji i sjeverni dio mora Crne Gore) **ispod BAC vrijednosti** što navodi da se radi o prirodnom sadržaju (BC) tih jedinjenja, te da isti ne predstavljaju rizik po životnu sredinu.

Sadržaj PCB-a i organohlornih pesticida je značajno ispod **BAC vrijednosti** (svi OCl i pojedinačni PCBs ispod LOD) što ukazuje da ne postoji rizik po životnu sredinu od ovih **komponenti** u sedimentu na području koji je bio predmet uzorkovanja i analize.



# LITERATURA



## BIODIVERZITET: LIVADE POSIDONIJE

Guala I., Kandic M., Radman M., Varda D., Andus S., Belamarić J., Boskovic N., Božanić, J., Bulaja D., Burić M., Fabijanac E., Grubišić D., Jovicevic M., Mačić V., Matas V., Mihajlovic A., Mijovic A., Pavicevic M., Perčić M., Rajković Z., Terzić S., Špika M., 2017. Monitoring of *Posidonia oceanica* meadows in the cross border area between Croatia (Cavtat – Prevlaka) and Montenegro (Arza – Platamuni). Technical report. IMC – International Marine Centre, 2: 2017, 33 pp. + annexes.

Bianchi C.N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Fraschetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinai B., Cerrano C., Bavestrello G., 2004. Hard bottoms. *Biologia Marina Mediterranea* 11(suppl. 1), 185-215.

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2004. Seagrass systems. *Biologia Marina Mediterranea* 11(suppl. 1), 133-183.

DFS 2010. „Katič” Pilot Marine Protected Area Management Plan, Part III. Republic of Montenegro, Ministry of sustainable development and tourism, Montenegro and Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio del Mare, Italy. p 77.

Montefalcone, M., Lasagna, R., Bianchi, C.N., Morri, C., 2006. Anchoring damage on *Posidonia oceanica* meadow cover: a case study in Prelo Cove (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Chemistry and Ecology* 22(1), 207-217.

Montefalcone M., 2009. Ecosystem health assessment using the seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecological Indicators* 9, 595-604.

Moreno D., Aguilera P.A., Castro H., 2001. Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102, 325-332.

Panayotidis P., Boudouresque C.F., Marcot-Coqueugniot., 1981. Microstructure de l'herbier de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Botanica Marina* 24(3), 115-124.

Pergent- Martini C., Leoni V., Pasqualini V., Ardizzone G.D., Balestri E., Bedini R., Belluscio A., Belsher T., Borg J., Boudouresque C.F., Boumaza S., Bouquegneau J. M. Buia M.C., Calvo S., Cebrian J., Charbonnele E., Cinelli F., Cossu G., Meinesz A., Molenaar H., Mansour H.M., Panayotidis P., Peirano A., Pergent G., Piazza L., Pirrota M., Relini G., Romero J., Sanchez- Lizaso J.L., Semroud R., Shembri P., Shili A., Tomasello A., Velimirov B., 2005. Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows: use and application. *Ecological Indicators* 5, 213-230.

RAC/SPA – UNEP/MAP, 2014. Monitoring protocol for *Posidonia oceanica* beds. By Guala I, Nikolic V, Ivesa L, Di Carlo G, Rajkovic Z, Rodic P, Jelic K. Ed. RAC/SPA – MedMPAnet Project, Tunis. 37 pages + annexes.

Romero J., Martinez-Crego B., Alcoverro T., Perez M., 2007. A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD). *Marine Pollution Bulletin*, 55:196-204.

UNEP/MAP-RAC/SPA, 2011. Draft Guidelines for the Standardization of Mapping and Monitoring Methods of Marine Magnoliophyta in the Mediterranean. Tenth Meeting of Focal Points for SPAs Marseilles, France, 17-20 May 2011, RAC/SPA Publ., UNEP(DEPI)/MED WG 359/9. 1-63.

## BIODIVERZITET: KORALIGENE ZAJEDNICE U BOKI KOTORSKOJ

Andromede Oceanologie, 2013. Plaque de présentation de RECOR, un réseau de surveillance des peuplements du coralligène en mer Méditerranée. Andromède – Agence de l'eau RMC publ. 12p.

Badalamenti F. & Treviño Oton J., 2012. Development of marine and coastal protected areas (MPAS) in the Republic of Montenegro. Contract n° 05/RAC/SPA/2011 MEDMPANET, 57 pp.

Ballesteros E. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44, 123-195

Borja A., Elliott M., Andersen J. H., Cardoso A. C., Carstensen J., Ferreira J. G., Heiskanen A., Marques J. C., Neto J.M., Teixeira H., Uusitalo L., Uyarra M.C., Zampoukas N., 2013. Good Environmental Status of marine ecosystems: What is it and how do we know when we have attained it? *Marine Pollution Bulletin* 76: 16–27

Bosak S., Šilović T., Ljubšić Z., Kušpilić G., Pestorić B., Krivokapić S., Viličić D., 2012. Phytoplankton size structure and species composition as an indicator of trophic status in transitional ecosystems: the case study of a Mediterranean fjord-like karstic bay. *OCEANOLOGIA*, 54 (2). pp. 255–286.

Campanelli A., Bulatovi A., Cabrini M., Grilli F., Kljaji Z., Mosetti R., Paschini E., Penna P. and Marini M., 2009. Spatial distribution of physical, chemical and biological oceanographic properties, phytoplankton, nutrients and Coloured Dissolved Organic Matter (CDOM) in the Boka Kotorska Bay (Adriatic Sea). *GEOFIZIKA VOL. 26 No. 2*

Canessa M. 2018. Valutazione sperimentale dello stato di conservazione del Coralligeno dell'AMP Capo Carbonara nell'ambito della Strategia Marina. Rapporto intermedio. Conisma, Distav, AMP Capo Carbonara.

Canessa M. 2018. Valutazione sperimentale dello stato di conservazione del Coralligeno dell'AMP Tavolara Punta Coda Cavallo nell'ambito della Strategia Marina. Rapporto finale. Conisma, Distav, AMP Tavolara.

Cánovas-Molina A., Montefalcone M., Bavestrello G., Cau a., Bianchi C.N., Morri C., Canese S., Bo M., 2016. A new ecological index for the status of mesophotic megabenthic assemblages in the mediterranean based on ROV photography and video footage. *Continental Shelf Research* 121(2016)13–20.

Carpine & Grasshoff, 1975. Les gorgonaires de la Méditerranée. *Bulletin de l'Institut Oceanographique, Monaco*. 71: 1-140

Corriero G., Pierri C., Mercurio M., Nonnis Marzano C., Onen Tarantini S, Gravina M.F., Lisco S., Moretti M., De Giosa F., Valenzano E., Giangrande A., Mastrodonato M., Caterina Longo C. & Cardone F., 2019. A Mediterranean mesophotic coral reef built by non-symbiotic scleractinians. *Scientific Reports* 9: 3601

Dautović J., Strmečki S., Pestorić B., Vojvodić V., Plavšić M., Krivokapić S. and Čosović B., 2012. Organic matter in the karstic enclosed Bay (Boka Kotorska Bay, South Adriatic Sea). Influence of Freshwater input. *PSP Volume 21 – No 4a*.

Eusebio A., Bordin L., Jarre R., Minciotti G., 2007. Recenti esplorazioni speleo-subacquee nel Golfo di Kotor (Montenegro). *Thalassia Salentina*.

Giusti M., Cerrano C., Angiolillo M., Tunesi L. and Canese S., 2015. An updated overview of the geographic and bathymetric distribution of *Savalia savaglia*. *Medit. Mar. Sci.*, 16/1, 2015, 128-135

Golder, 2013. Establishing a quantitative description of Boka Kotorska Bay marine area to strengthen the creation and management of marine protected areas in Montenegro. RAC/SPA.

Huete-Stauffer C., Vielmini I., Palma M., Navone A., Panzalis, Vezzulli P.L., Mistic C. & Cerrano C., 2011. *Paramuricea clavata* (Anthozoa, Octocorallia) loss in the Marine Protected Area of Tavolara (Sardinia, Italy) due to a mass mortality event. *Marine Ecology*. ISSN 0173-9565

Karaman G., Gamulin-Brida H., 1970. Contribution aux recherches des bionoses benthiques du Golfe de Boka Kotorska – *Studia marina*

Mačić V., Petović S., Backović S. 2015. Contribution to the knowledge of protected *Axinella* (porifera, Demospongiae) species along the Montenegrin coast. *Studia Marina* 28 (1): 9-20

Mačić V., Đorđević N., Petović S. 2018. First monitoring of *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the Boka Kotorka Bay (Montenegro). *Studia Marina* 32 (1): 26-32

Magas D., 2002. Natural-Geographic characteristics of the Boka Kotorska as the basis of development. *Geoadria*, Vol. 7/1, 5181.

Ocaña, O., P.J. López-González, J. Núñez & J.C. García-Gómez, 2000 A survey of the genera *Sarcodictyon* Forbes, 1847, and *Rolandia* Lacaze-Duthiers, 1900, (Anthozoa: Octocorallia) in the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. *Zool. Med. Leiden* 73 (28), 6.iii.2000: 413-426, figs 1-5.

Peres J.M. & Picard J., 1964. Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la Mer Méditerranée. Extrait du Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume. Bulletin N° 31 fasc. N° 47

RAC/SPA – UNEP/MAP, 2014. Marine biodiversity of Boka Kotorska bay – Pilot project on testing Ecosystem Approach (EcAp) application in Boka Kotorska bay (Montenegro) – Executive summary. By Petovic S. and Batakovic M. Ed. RAC/SPA – MedMPANet Project, Tunis. 25 pages.

Santin A. & Gori A., 2018. New records of the endemic gorgonian *Spinimuricea klavereni* (Carpine & Grasshoff, 1975) (Alcyonacea: Plexauridae) in the Western Mediterranean Sea. In *Medit. Mar. Sci.*, 19/3, 2018, 673-689

Stjepčević J., Parenzan P., 1980. Il Golfo delle Bocche di Cattaro – condizioni generali e biocenosi bentoniche con carta ecologica delle sue due baie interne – *Studia Marina*

Topçu E. & Öztürk B., 2016. First insights into the demography of the rare gorgonian *Spinimuricea klavereni* in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology*. ISSN 0173-9565

Topçu E. & Öztürk B., 2016. Reproduction in the Mediterranean endemic gorgonian *Spinimuricea klavereni* (Anthozoa, Octocorallia, Plexauridae). *Invertebrate Biology* 135(1): 13–19.

Topçu E. & Öztürk B., 2015. Composition and abundance of octocorals in the Sea of Marmara, where the Mediterranean meets the Black Sea. *Scientia Marina* 79(1)

Trainito E. & Baldaconi R., 2016. *Coralli del Mediterraneo*. Il Castello editore, 176 pp.

Zibrowius H. 1980. Les Scléroractiniales de la Méditerranée et de l'Atlantique nord oriental. *Memoires de l'Institut Oceanographique*, Monaco, 11, 226 pp.

## BIODIVERZITET: KORALIGENE ZAJEDNICE IZVAN BOKE KOTORSKE

- Balata, D., Piazzì, L., & Rindi, F. (2011). Testing a new classification of morphological functional groups of marine macroalgae for the detection of responses to disturbance. *Marine Biology*, 158, 2459–2469.
- Ballesteros, E. (2006). Mediterranean coralligenous assemblages: A synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44, 123–195.
- Bertolino, M., Cerrano, C., Bavestrello, G., Carella, M., Pansini, M., & Calcinaì, B. (2013). Diversity of Porifera in the Mediterranean coralligenous accretions, with description of a new species. *ZooKeys*, 336, 1–37.
- Casas-Güell, E., Teixidó, N., Garrabou, J., & Cebrian, E. (2015). Structure and biodiversity of coralligenous assemblages over broad spatial and temporal scales. *Marine Biology*, 162, 901–912.
- Cebrian, E., Linares, C., Marschal, C., & Garrabou, J. (2012). Exploring the effects of invasive algae on the persistence of gorgonian populations. *Biological Invasions*, 14, 2647–2656.
- Cerrano, C., Bertolotto, R., Coppo, S., Palma, M., Pantaleo, U., Valisano, L., ... Ponti, M. (2014). Assessment of coralligenous assemblages status in the Ligurian Sea. In C. Bouafif, H. Langar, & A. Ouerghi (Eds.), *Proceedings of the second Mediterranean symposium on the conservation of coralligenous and other calcareous bio-concretions, Portorož, Slovenia, 29–30 October 2014* (pp. 61–65). UNEP/MAP–RAC/SPA: Tunis, Tunisia.
- de la Nuez-Hernández, D., Valle, C., Forcada, A., González Correa, J. M., & Fernández Torquemada, Y. (2014). Assessing the erect bryozoan *Myriapora truncata* (Pallas, 1766) as indicator of recreational diving impact on coralligenous reef communities. *Ecological Indicators*, 46, 193–200.
- Garrabou J, Kipson S, Kaleb S, Kruzic P, Jaklin A, Zuljevic A, Rajkovic Z, Rodic P, Jelic K, and Zupan D. (2014). *Monitoring Protocol for Reefs – Coralligenous Community*. D. Ed. RAC/SPA – UNEP/MAP, MedMPAnet Project, Tunis. 35 pages + annexes.
- Gatti, G., Bianchi, C. N., Montefalcone, M., Venturini, S., Diviacco, G., & Morri, C. (2017). Observational information on a temperate reef community helps understanding the marine climate and ecosystem shift of the 1980–90s. *Marine Pollution Bulletin*, 114, 528–538.
- Gatti, G., Bianchi, C. N., Morri, C., Montefalcone, M., & Sartoretto, S. (2015). Coralligenous reefs state along anthropized coasts: Application and validation of the COARSE index, based on a rapid visual assessment (RVA) approach. *Ecological Indicators*, 52, 567–576.
- Gili, J. M., & Coma, R. (1998). Benthic suspension feeders: Their paramount role in littoral marine food webs. *Trends in Ecology and Evolution*, 3, 316–321.
- Harmelin, J.-G., & Marinopoulos, J. (1994). Population structure and partial mortality of the gorgonian *Paramuricea clavata* (Risso) in the northwestern Mediterranean (France, Port-Cros Island). *Marine Life*, 4, 5–13.
- Linares, C., Coma, R., Garrabou, J., Díaz, D., & Zabala, M. (2008). Size distribution, density and disturbance in two Mediterranean gorgonians: *Paramuricea clavata* and *Eunicella singularis*. *Journal of Applied Ecology*, 45, 688–699.
- Montefalcone, M., Morri, C., Bianchi, C. N., Bavestrello, G., & Piazzì, L. (2017). The two facets of species sensitivity: Stress and disturbance on coralligenous assemblages in space and time. *Marine Pollution Bulletin*, 117, 229–238.
- Oprandi, A., Montefalcone, M., Musumeci, S., Morri, C., Povero, P., Bavestrello, G., & Bianchi, C. N. (2016). Bioconstruction in the marine protected area of Portofino (Ligurian Sea). *Biologia Marina Mediterranea*, 23, 190–193.
- Piazzì, L., & Cinelli, F. (2003). Evaluation of benthic macroalgal invasion in a harbour area of the western Mediterranean Sea. *European Journal of Phycology*, 38, 223–231.
- Piazzì, L., Balata, D., & Cinelli, F. (2007). Invasions of alien macroalgae in Mediterranean coralligenous assemblages. *Cryptogamie Algologie*, 28, 289–301.
- Piazzì, L., Cecchi, E., Serena, F., Guala, I., Cánovas-Molina, A., Gatti, G., ... Montefalcone, M. (2014). Visual and photographic methods to estimate the quality of coralligenous reefs under different human pressures. In C. Bouafif, H. Langar, & A. Ouerghi (Eds.), *Proceedings of the second Mediterranean symposium on the conservation of coralligenous and other calcareous bio-concretions, Portorož, Slovenia, 29–30 October 2014* (pp. 135–140). Tunis, Tunisia: UNEP/MAP–RAC/SPA.
- Piazzì, L., Gennaro, P., Cecchi, E., Serena, F., Bianchi, C. N., Morri, C., & Montefalcone, M. (2017). Integration of ESCA index through the use of sessile invertebrates. *Scientia Marina*, 81, 1–8.



## HIDROGRAFIJA

- Artegiani, A., Bregant, D., Paschini, E., Pinardi, N., Raicich, F., and Russo, A. (1997a) The Adriatic Sea general circulation. Part I: air-sea interactions and water mass structure. *J Phys Oceanogr* **27**: 1492-1514.
- Artegiani, A., Bregant, D., Paschini, E., Pinardi, N., Raicich, F., and Russo, A. (1997b) The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure. *J Phys Oceanogr* **27**: 1515-1532.
- Castelli, A., Joksimović, D., Jovičić, A., Mitrić, M., Vladan Vuković, V. and Martinovic, R. (2019) Support to the development of physical oceanography and marine database for the coastal area of Montenegro. Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU General Assembly: 2019-5697.
- Civitarese, G., Gačić, M., Lipizer, M., and Borzelli, G.L.E. (2010) On the impact of the Bimodal Oscillating System (BiOS) on the biogeochemistry and biology of the Adriatic and Ionian Seas (Eastern Mediterranean). *Biogeosciences* **7**: 3987-3997.
- Cushman-Roisin, B., Poulain, PM. Circulation. In: Cushman-Roisin, B., Gačić, M., Pulain, PM., Artegiani, A., editors. (2001): *Physical Oceanography of the Adriatic Sea*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; pp. 67-109.
- Gačić, M., Civitarese, G., Miserocchi, S., Cardin, V., Crise, A., and Mauri, E. (2002): The open-ocean convection in the Southern Adriatic: a controlling mechanism of the spring phytoplankton bloom. *Cont Shelf Res* **22**: 1897-1908.
- Grbec, B., and Morović, M. (1997): Seasonal thermohaline fluctuations in the middle Adriatic Sea. *Nuovo Cim C* **20**: 561-576.
- Grbec, B., Morović, M., and Zore-Armanda, M. (1998): Some new observations on the long-term salinity changes in the Adriatic Sea. *Acta Adriat* **39**: 3-12.
- Grbec, B., Vilibić, I., Bajić, A., Morović, M., Beg Paklar, G., Matić, F., and Dadić, V. (2007): Response of the Adriatic Sea to the atmospheric anomaly in 2003. *Ann Geophys* **25**: 835-846.
- Grbec, B., Morović, M., Beg Paklar, G., Kušpilić, G., Matijević, S., Matić, F., and Gladan, Ž.N. (2009): The relationship between the atmospheric variability and productivity in the Adriatic Sea area. *J Mar Biol Assoc UK* **89**: 1549-1558.
- Grbec, B., Bajić, A. and ViLab team (2010): Virtual laboratory. Institute of Oceanography and Fisheries, Split. Meteorological and Hydrological Service, Zagreb.
- Grbec, B., Matić, F., Beg Paklar, G., Morović, M., Popović, R. and Vilibić, I. (2018): Long-term trends, variability and extremes of in situ sea surface temperature measured along the eastern Adriatic coast and its relationship to hemispheric processes. *Pure Appl Geophys*, in press, doi: 10.1007/s00024-018-1793-1.
- Marini, M., Grilli, F., Guarnieri, B.H. Jones., S, KLJAJIĆ, Z., Pinardi, N. and Sanxhaku, M. (2010): Is the southeastern Adriatic Sea coastal strip an eutrophic area? *Estuar. Coast. Shelf S.*, **88**: 395-406.
- Marini, M., CaMpanelli, A., Sanxhaku, M., KLJAJIĆ, Z., Betti, M. and Grilli, F. Late spring characterization of different coastal areas of the Adriatic Sea, *ACTA ADRIAT.*, **56**(1): 27- 6, 2015.
- Morović, M., Robert, P., Grbec, B. and Matijević, S. Spatial and temporal variability of transparency in the eastern Adriatic Sea. *Fresenius environmental bulletin*, **19** (2010): 9 (S.I.); 1862-1868.
- Lipizer, M., Partescano, E., Rabitti, A., Giorgetti, A. and Crise, A. (2014): Qualified temperature, salinity and dissolved oxygen climatologies in a changing Adriatic Sea. *Ocean Sci* **10**: 771-797.
- Matić, F., Grbec, B., and Morović, M. (2011): Indications of climate regime shifts in the middle Adriatic Sea. *Acta Adriat* **52**: 235-246.
- Matić, F., Kovač, Ž., Vilibić, I., Mihanović, H., Morović, M., Grbec, B., et al. (2017): Oscillating Adriatic temperature and salinity regimes mapped using the Self-Organizing Maps method. *Cont Shelf Res* **132**: 11-18.
- MHS (2019) Meteorological and Hydrological Bulletin for months August through October (2019): Meteorological and Hydrological Service, Zagreb.
- Orlić, M., Gačić, M., La Violette, P.E. (1992): The currents and circulation of the Adriatic Sea. *Oceanol Acta* **15**, 109-124.
- Orlić, M. (1993): A simple model of bouyancy-driven seasonal variability in the ocean. *Boll.Ocean.Teor.Appl.* **7**, 219-228.
- Petrers, H and Orlić, M., 2005. Turbulent mixing in the springtime central Adriatic Sea. *Geofizika*, **22**, 1-9.
- Raicich, F., (1994): Notes on the flow rates of the Adriatic rivers. In: Technical Report RF 02/94. CNR Istituto Sperimentale Talassografico. Trieste. Italy. pp. 8.
- Raicich, F., (1996): On the fresh water balance of the Adriatic Sea. *Journal of Marine Systems* **9**, 305-319.
- Schroeder, K., Chiggiato, J., Josey, S.A., Borghini, M., Aracri, S., and Sparnocchia, S. (2017): Rapid response to climate change in a marginal sea. *Sci Rep* **7**, 4065.

Šolić, M., B. Grbec, F. Matić, D. Šantić, S. Šestanović, Ž. Ninčević Gladan, N. Bojanić, M. Ordulj, S. Jozić, A. Vrdoljak (2018): Spatio-temporal reproducibility of the microbial food web structure associated with the change in temperature: Long-term observations in the Adriatic Sea. *Progress in Oceanography*, 161, 87-101. [doi.org/10.1016/j.pocean.2018.02.003](https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.02.003)

Vilibić, I. and Supić, N. (2005): Dense water generation on a shelf: the case of the Adriatic Sea. *Ocean Dyn* **55**: 403-415.

Vilibić, I., and Šantić, D. (2008): Deep water ventilation traced by *Synechococcus cyanobacteria*. *Ocean Dyn* **58**: 119-125.

Vilibić, I., Šepić, J. and Proust, N. (2013): Weakening of thermohaline circulation in the Adriatic Sea. *Clim Res* **55**: 217-225.

Zore-Armanda, M. (1963): Les masses d'eau de la mer Adriatique. *Acta Adriat* **10**: 5-88.

Zore-Armanda, M. (1991) Natural characteristics and climatic changes of the Adriatic Sea. *Acta Adriat* **32**: 567-586.

UNESCO Technical Papers in Marine Science; Algorithm for computation of fundamental properties of seawater, No 44, 1983.

## EUTROFIKACIJA

- Batistić, M., Jasprica, N., Carić, M., Čalić, M., Kovačević, V., Garić, R., Njire, J., Mikuš, J., Bobanović-Čolić, S. 2012. Biological evidence of a winter convection event in the South Adriatic: a phytoplankton maximum in the aphotic zone. *Continental Shelf Research*, 44: 57-71.
- Beaugrand, G. 2005. Monitoring pelagic ecosystems using plankton indicators. *Ices Journal of Marine Science*, 62: 333-338.
- Bellafiore, D., Guarnieri, A., Grilli, F., Penna, P., Bortoluzzi, G., Giglio, F., Pinardi, N., 2011. Study of the hydrodynamical processes in the Boka Kotorska Bay with a finite element model. *Dynam. Atmos. Oceans*, 52: 298-321.
- Benović, A., Lučić, D., Onofri, V., Batistić, M., Njire, J. 2005. Bathymetric distribution of medusae in the open waters of the middle and south Adriatic Sea during spring 2002. *Journal of Plankton Research*, 27: 79-89.
- Benson, B.B., Krause, D. 1984. The concentration and isotopic fractionation of oxygen dissolved in freshwater and seawater in equilibrium with the atmosphere. *Limnology and Oceanography*, 29(3): 620-632.
- Bernardi-Aubry, F., Berton, A., Bastianini, M., Socal, G., Aciri, F. 2004. Phytoplankton succession in a coastal area of the NW Adriatic, over a 10-year sampling period (1990-1999). *Cont. Shelf Res.* 24: 97-115.
- Béthoux, J.P., Morin, P., Ruiz-Pino, D. P. 2002. Temporal trends in nutrient ratios: chemical evidence of Mediterranean ecosystem changes driven by human activity. *Deep Sea Res.* //, 49: 2007-2016.
- Bianchi, C.N., Morri, C. 2000. Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Mar. Pollut. Bull.* 40: 367-376.
- Buljan M, Zore-Armanda, M. 1971. Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split
- Burić, Z., Cetinić, I., Viličić, D., Caput-Mihalić, K., Carić, M., Olujić, G. 2007. Spatial and temporal distribution in a highly stratified estuary (Zrmanja, Adriatic Sea). *Mar. Ecol.* 28: 169-177.
- Burić, Z., Viličić, D., Caput-Mihalić, K., Carić, M., Kralj, K., Ljubešić, N. 2008. Pseudo-nitzschia blooms in the Zrmanja River estuary (Eastern Adriatic Sea). *Diatom Res.* 23(1): 51-63.
- Cognetti, G. 2001. Marine eutrophication: the need for a new indicator species. *Mar. Pollut. Bull.* 42: 163-164.
- Cupp, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 5: 1-237.
- David, M., Gollasch, S., Leppäkoski, E., 2013. Risk assessment for exemptions from ballast water management – the Baltic Sea case study. *Mar. Pollut. Bull.* 75: 205-217.
- Đurović, M., Joksimović, D., Huter, A., Drakulović, D., Pestorić, B., Lazarević, B., Đorđević, N., Đurović, M., Peković, M., Perošević, A. 2019. Izvještaj za program monitoringa stanja ekosistema priobalnog mora Crne Gore – EO5 Eutrofikacija. Institut za biologiju mora, Kotor, 87p.
- Dodge, D.J. 1985. Atlas of Dinoflagellates. Farrand Press, London, 1-119.
- Drakulović, D., Gvozdrenović, S., Joksimović, D., Mandić, M., Pestorić, B. 2017. Toxic and Potentially Toxic Phytoplankton in The Mussel and Fish Farms in The Transitional Area of Montenegrin Coast (South-Eastern Adriatic Sea). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17: 885-900.
- Drakulović, D., Pestorić, B., Cvijan, M., Krivokapić, S., Vuksanović, N. 2012. Distribution of phytoplankton community in Kotor Bay (south-eastern Adriatic Sea). *Cent. Eur. J. Biol.* 7(3): 470-486.
- Drakulović, D., Vuksanović, N., Joksimović, D. 2011. Dynamics of phytoplankton in Boka Kotorska Bay. *Stud. Mar.* 25(1): 1-20.
- Faganeli, J., M. Gačić, A. Malej & N. Smolaka. 1989. Pelagic organic matter in the Adriatic Sea in relation to winter hydrographic conditions. *J. Plankton Res.*, 11: 1129- 141.
- Faranda, F.M., Guglielmo, L., Spezie, G. 2000. Mediterranean ecosystems: Structures and processes. Springer, Milan, 1-503.
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M., Kremling, K. 1983. Methods of Seawater Analysis. 2nd Edition, Verlag Chemie Weinheim, New York, 419 p.
- Harris, R. P., Wiebe, P. H., Lenz, J., Skjoldal, H. R. & Huntley, M. 2000. ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, London, 685 pp
- Hustedt, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Ostereich und der Schweiz, In: Rabenhorst's kryptogamen-Flora Deutschlands, Ostereich und der Schweiz. Hustedt, F. (eds.), Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig, 7 (1): 1-920, 7 (2): 1-845.
- Hustedt, F. 1930b. Bacillariophyta In: Die Susswasserflora Mitteleuropas. Pascher, A. (eds.), 10: 1-466, fig. 1-875, Jena.
- Jeffrey, S.W., Mantoura, R.F.C., Wright, S.W. 1997. Phytoplankton pigments in Oceanography. UNESCO Publishing, 1-661.

- Kjørboe, T. 1997. Population regulation and role of mesozooplankton in shaping marine pelagic food webs. *Hydrobiologia*, 363: 13-27.
- Kitsiou, D., Karydis, M. 2001. Marine eutrophication: a proposed data analysis procedure for assessing spatial trends. *Environ. Monit. Assess.* 68: 297-312.
- Kitsiou, D., Karydis, M. 2002. Multi-dimensional evaluation and ranking of coastal areas using GIS and multiple criteria choice methods. *Sci. Total Environ.* 284: 1-17.
- Krivokapić, S., Pestorić, B., Bosak, S., Kušpilić, G., Wexels Riser, C. 2011. Trophic state of Boka Kotorska Bay (South-Eastern Adriatic Sea). *Fresenius Environ. Bull.* 20 (8): 1960-1969.
- Kršinić, F. 1998. Vertical distribution of protozoan and microcopepod communities in the South Adriatic Pit. *Journal of Plankton Research*, 6: 1033-1060.
- Kršinić, F. 1980. Comparison of methods used in microzooplankton research in neritic waters of the eastern Adriatic. *Nova Thalassia*. 4:91-106.
- Kršinić, F. 2010. Tintinnids (Tintinnida, Choreotrichia, Ciliata) in the Adriatic Sea, Mediterranean. *Acta Adriat* (special edition). Split: Institute of Oceanography and Fisheries, 186 pp.
- Kršinić, F., Grbec, B. 2012. Spatial distribution of copepod abundance in the epipelagic layer of the south Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 53: 57-70.
- Levinton, J. S. 1982. *Marine ecology*. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, N.J. 562.
- Lučić, D., Ljubešić, Z., Babić, I., Bosak, S., Cetinić, I., Vilibić, I., Mihanović, H., Hure, M., Njire, J., Lučić, P., Kružić, P. 2017. Unusual winter zooplankton bloom in the open southern Adriatic Sea. *Turkish Journal of Zoology*. 41:1024–1035.
- Marasovic, I., Grebec, B., Morovic, M. 1995. Long-term production changes in the Adriatic. *Netherlands Journal of Sea Research* 34 (4): 267-273
- Mazzocchi, M.G., P. Licandro, L. Dubroca, I.D. Capua & V. Saggiomo. 2011. Zooplankton associations in a Mediterranean longterm time-series. *J. Plankton Res.* 33(8): 1163-1181.
- Marini, M., Campanelli, A., Sanxhaku, M., Kljajić, Z., Betti, M., Grilli, F. 2015. Late spring characterization of different coastal areas of the Adriatic Sea. *Acta Adriatica* 56 (1): 27-46.
- McQuatters-Gollop, A., Gilbert, A.J., Mee, L.D., Vermaat, J.E., Artioli, Y., Humborg, C., Wulff, F., 2009. How well do ecosystem indicators communicate the effects of anthropogenic eutrophication? *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 82(4): 583-596.
- Parsons T.R., Maita Y., Lalli C.M. 1985. *A manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press. Oxford, New York, Toronto, Sydney and Frankfurt.
- Peragallo, H. & Peragallo, M. 1965. *Diatomees de France et des districts maritimes voisins*. A. Asher et Co. (Reimpression), Amsterdam, 539 pp.
- Pucher-Petković, T., Marasović, I. 1980. Développement des populations phytoplanktoniques caractéristiques pour un milieu eutrophisé (Baie de Kastelam Adriatique centrale). *Acta Adriat.* 21: 79-93.
- Ramfos, A., S. Isari, S. Somarakis, D. Georgopoulos, C. Koutsikopoulos & N. Fragopoulou. 2006. Mesozooplankton community structure in offshore and coastal waters of the Ionian Sea (eastern Mediterranean) during mixed and stratified conditions. *Mar. Biol.*, 150: 29-44.
- Revelante, N., Gilmartin, M. 1992. The lateral advection of particulate organic matter from the Po delta region during summer stratification, and its implications for the Northern Adriatic. *Est. Coast. Shelf Sci.* 35: 191-212.
- Rivarolo, P., Ianni, C., Massolo, S., Ruggieri, N., Frache, F. 2004. Spatial and seasonal variability of dissolved oxygen and nutrients in the Southern Adriatic coastal waters. *Chemistry and Ecology*, Volume 20
- Schiller, J. 1937. *Dinoflagellatae. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Teil II*, 589 pp.
- Schiller, J., 1933. *Dinoflagellatae. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Teil I*. 1-617.
- Simboura, N., Panayotidis, P., Papatthanassiou, E. 2005. A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean ecoregion: the case of Saronikos Gulf. *Ecol. Indic.* 5: 253-266.
- Sournia, A. 1989. *Atlas du phytoplancton marin. Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées*, Vol. I. Editions du CNRS, Paris, France, 219 pp.
- Šupraha, L., Bosak, S., Ljubešić, Z., Olujić, G., Horvat, L., Viličić, D. 2011. The phytoplankton composition and spatial distribution in the north-eastern Adriatic Channel in autumn 2008. *Acta Adriat.* 52(1): 29-44.

- Thingstad, F.T., Krom, M.D., Mantoura, R.F.C., Flaten, G., Groom, S., Herut, B., Kress, N., Law, C. S., Pasternak, A., Pitta, P., Psarra, S., Rassoulzadegan, F., Tanaka, T., Tselepidis, A., Wassmann, P., Woodward, E. M. S., Wexels-Riser, C., Zodiatis, G., Zohar, T. 2005. Nature of phosphorus limitation in the ultraoligotrophic Eastern Mediterranean. *Science* 309: 1068-1071.
- Thingstad, F.T., Rassoulzadegan, F. 1995. Nutrient limitations, microbial food webs, and “biological C-pumps”: Suggested interactions in a P-limited Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 117: 299-306.
- Thingstad, F.T., Rassoulzadegan, F. 1999. Conceptual models for the biogeochemical role of the photic zone microbial food web, with particular reference to the Mediterranean Sea. *Prog. Oceanogr.* 44: 271-286.
- Thingstad, T.F., Sackshaug, E. 1990. Control of phytoplankton growth in nutrient recycling ecosystems. Theory and terminology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 63: 261-272.
- Turley, C.M. 1999. The changing Mediterranean Sea-a sensitive ecosystem? *Prog. Oceanogr.* 44: 387- 400.
- Uredba o klasifikaciji i kategorizaciji površinskih i podzemnih voda (Sl.list CG, br.2/07 od 29.oktobra 2007)
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik, *Mitt Int Ver Theor Angew Limnol* 9:1-38.
- Vadrucci, R.V., Vignes, F., Fiocca, A., Basset, A., Santarpia, I., Carrada, G. C., Cabrini, M., Fonda Umani, S. 2003. Space-time patterns of co-variation of biodiversity and primary production guilds of coastal marine environments. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 13: 489-506.
- Vollenweider, R.A., Giovanardi, F. and Montanari G. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine special reference to the NW Adriatic Sea : proposal for trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics* 9, 329-357.







Implementation of the ecosystem approach  
in the Adriatic through marine spatial planning

Projekat „Primjena ekosistemskog pristupa u Jadranskom moru kroz primjenu planiranja područja mora“, kojeg financira GEF – Globalni fond za životnu sredinu (tzv. GEF Adriatik projekat), sprovodi se u Jadransko-jonskoj regiji s fokusom na dvije zemlje: Albaniju i Crnu Goru.

Temeljni cilj projekta je uspostaviti ekološku ravnotežu Jadranskog mora korišćenjem ekosistemskog pristupa i planiranja namjene mora. Takođe, projekat ima za cilj unaprijeđenje sprovođenja Protokola o integralnom upravljanju obalnog područja i pružanje podrške Programu integralnog praćenja i procjene stanja. Sprovođenjem projekta doprinjeće se postizanju dobrog sredinskog stanja čitavog Jadrana. Projekat zajednički sprovode UNEP/MAP, PAP/RAC i SPA/RAC. U Crnoj Gori, sprovodi se u koordinaciji s Ministarstvom održivog razvoja i turizma. Trajanje projekta je od 2018. – 2021.



**Ministarstvo održivog razvoja i turizma**

IV Proleterske brigade 19, 81000 Podgorica, Crna Gora

**E:** [ivana.stojanovic@mrt.gov.me](mailto:ivana.stojanovic@mrt.gov.me)