



ADRIATIC

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

Rezultati istraživanja morske sredine Crne Gore Izvještaj



Mediterranean
Action Plan
Barcelona
Convention



Koordinacija:	Ivana Stojanović (Ministarstvo održivog razvoja i turizma), Marina Marković (PAP/RAC)
Autori:	EO1: dr. Vesna Mačić (<i>Posidonia oceanica</i>) i dr. Slavica Petović (koraligene zajednice) (Institut za biologiju mora, Univerzitet Crne Gore) EO5: 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) EO7: dr. Branka Grbec (Institut za oceanografiju i ribarstvo) EO9: Danijela Šuković, Vladimir Živković, Bojana Knežević, Željka Ćetković
Editiranje:	Dizajn naslovnice: swim2birds.co.uk Grafička obrada: Ljudomat Urednica: Marina Marković

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

Izvještaj se može citirati:

UNEP/MAP-PAP/RAC-SPA/RAC i MORT (2019). Izvještaj o rezultatima istraživanja morske sredine Crne Gore. Autori (po abecednom redu): Željka Ćetković, Dragana Drakulović, Branka Grbec, Danijela Joksimović, Bojana Knežević, Davor Lučić, Vesna Mačić, Branka Pestorić, Slavica Petović, Danijela Šuković, Vladimir Živković. Ur: PAP/RAC - GEF Adriatik projekat. 154 pp. + Prilozi

Sadržaj

UVOD	1
1. EO1 BIODIVERZITET: LIVADE POSIDONIJE.....	5
KORIŠĆENA METODOLOGIJA.....	7
LOKACIJE UZORKOVANJA	11
ZAKLJUČAK	20
2. EO1 BIODIVERZITET: KORALIGENE ZAJEDNICE	21
KORALIGENA STANIŠTA.....	23
MATERIJAL I METODE.....	25
REZULTATI.....	28
DISKUSIJA I ZAKLJUČCI	35
3. EO7 HIDROGRAFIJA.....	37
UVOD.....	39
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	42
METODE MJERENJA I ANALIZE PODATAKA.....	44
REZULTATI.....	46
ZAKLJUČCI I PREPORUKE	56
4. EO5 EUTROFIKACIJA	59
FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI U VODENOM STUBU	61
BIOLOŠKI PARAMETRI (hlorofil <i>a</i> i fitoplankton).....	79
ZOOPLANKTON	91
5. EO9 ZAGAĐUJUĆE MATERIJE	101
UVOD.....	103
UZORKOVANJE	103
PRIPREMA UZORAKA ZA ANALIZU.....	103
SPISAK OPREME ZA PRIPREMU I ANALIZU SEDIMENTA.....	103
PROPISANI KRITERIJUMI ZA PROCJENU STANJA.....	104
REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKE ANALIZE SEDIMENTA	106
TABELARNI PRIKAZ REZULTATA PO TRANSEKTIMA	107
GRAFIČKI PRIKAZ REZULTATA	117
ZAKLJUČAK	120
ORGANSKI KONTAMINANTI	121
ORGANOHLORNI PESTICIDI	139
ZAKLJUČAK	140
FOTO DOKUMENTACIJA.....	141
6. LITERATURA.....	145
BIODIVERZITET: LIVADE POSIDONIJE	147
BIODIVERZITET: KORALIGENE ZAJEDNICE	148
HIDROGRAFIJA.....	149
EUTROFIKACIJA.....	151
7. PRILOZI	155
Prilog 1. Karakteristike livada posidonije na lokaciji hrid Đeran.....	157
Prilog 2. Karakteristike livada posidonije na lokaciji Crni rt.....	158
Prilog 3. Karakteristike livada posidonije na lokaciji Buljarica	159
Prilog 4. Podaci temperature i saliniteta mjereni SBE-25 CTD sondom Instituta za oceanografiju i ribarstvo, Split..	160
Prilog 5. Prozirnost izmjerena SECCHI pločom	161
Prilog 6. Standardni grafički prikazi u okeanografiji	162
Prilog 7. Međudjelovanje atmosfere i mora	166

Spisak grafika

Grafik 1.1.	Pokrovnost posidonije, donji limit 15 m, transek 1, hrid Čeran.....	12
Grafik 1.2.	Pokrovnost posidonije, gornji limit 8 m, transek 1, hrid Čeran.....	12
Grafik 1.3.	Pokrovnost posidonije, donji limit 14 m, transek 2, hrid Čeran.....	12
Grafik 1.4.	Pokrovnost posidonije, gornji limit 9 m, transek 2, hrid Čeran.....	12
Grafik 1.5.	Pokrovnost posidonije, donji limit 15 m, transek 3, hrid Čeran.....	13
Grafik 1.6.	Pokrovnost posidonije, gornji limit 9 m, transek 3, hrid Čeran.....	13
Grafik 1.7.	Pokrovnost livade posidonije, donji limit 22 m, transek 1, Crni rt.....	14
Grafik 1.8.	Pokrovnost livade posidonije, sredina 15 m, transek 1, Crni rt.....	15
Grafik 1.9.	Pokrovnost livade posidonije, gornji limit 11 m, transek 1, Crni rt.....	15
Grafik 1.10.	Pokrovnost naselja posidonije, donji limit 20 m, transek 2, Crni rt.....	15
Grafik 1.11.	Pokrovnost naselja posidonije, sredina 15 m, transek 2, Crni rt.....	15
Grafik 1.12.	Pokrovnost naselja posidonije, gornji limit 11 m, transek 2, Crni rt.....	15
Grafik 1.13.	Pokrovnost naselja posidonije, donji limit 24 m, transek 3, Crni rt.....	16
Grafik 1.14.	Pokrovnost naselja posidonije, sredina 15 m, transek 3, Crni rt.....	16
Grafik 1.15.	Pokrovnost naselja posidonije, gornji limit 7 m, transek 3, Crni rt.....	16
Grafik 1.16.	Pokrovnost posidonije, donji limit 22m, transek 1, Buljarica.....	18
Grafik 1.17.	Pokrovnost posidonije, sredina 15 m, transek 1, Buljarica	18
Grafik 1.18.	Pokrovnost posidonije, gornji limit 7 m, transek 1, Buljarica	18
Grafik 1.19.	Pokrovnost posidonije, sredina 12 m, transek 2, Buljarica	18
Grafik 1.20.	Pokrovnost posidonije, gornji limit 8 m, transek 2, Buljarica	19
Grafik 1.21.	Pokrovnost posidonije, donji limit 23 m, transek 3, Buljarica	19
Grafik 1.22.	Pokrovnost posidonije, sredina, 13 m, transek 3, Buljarica	19
Grafik 1.23.	Pokrovnost posidonije, gornji limit 8 m, transek 3, Buljarica	19
Grafik 1.24.	Konzervacioni indeksi livada posidonije na 3 ispitivane lokacije	20

Spisak slika

Slika 0.1.	Mapa istraživanog područja za eutrofikaciju, hidrografske parametre i zagađujuće materije	3
Slika 1.1.	Lokacije na kojima je praćena posidonia	8
Slika 1.2.	Različiti tipovi donjeg limita livada posidonije: (a), (c), (e) je prirodan limit, a regresivan limit je (b), (d), (f), (g), (h) i (i) (iz Montefalcone, 2009).....	10
Slika 1.3.	Pozicije istraživanih transekata na lokaciji hrid Čeran.....	11
Slika 1.4.	Pozicije istraživanih transekata na lokaciji Crni rt.....	14
Slika 1.5.	Pozicije istraživanih transekata na lokaciji Buljarica	17
Slika 2.1.	Lokalitet Velika Krekavica	23
Slika 2.2.	Lokalitet Punta Veslo.....	24
Slika 2.3.	Lokalitet rt Mačka	24
Slika 2.4.	Prikaz kompozicije fotokvadrata i identifikovane vrste	26
Slika 2.5.	a. Unutrašnjost kvadrata b. Bijelom bojom su označene ciljane (zaštićene) vrste c. Preračun procentualne pokrovnosti određene vrste	27
Slika 2.6.	Paleta boja	27
Slika 2.7.	Tragovi sedimentacije na dubini 21 m na lokalitetu Velika Krekavica	29
Slika 2.8.	Ribarska mreža koja se proteže preko istražene lokacije Punta Veslo.....	32
Slika 2.9.	Ribarska mreža koja se proteže preko istražene lokacije na lokalitetu rt Mačka	34
Slika 3.1.	Shema opšte cirkulacije Jadrana (prema Zore-Armanda, 1963; Vilibić i Supić, 2005).....	39
Slika 3.2.	Srednji godišnji hod temperature mora i saliniteta. Stanica Stončica Otok Vis, razdoblje 1998.–2010. (Grbec, i sar., 2010).....	40
Slika 3.3.	Raspodjela temperature, saliniteta i kiseonika na površini i u pridnenom sloju: jun, 2008 (Marini i sar., 2015)	41
Slika 3.4.	Srednje temperature i srednji salinitet Jadrana u površinskom sloju tokom godine (prema Artegiani i sar., 1997).....	42
Slika 3.5.	Prognozirani razvoj vremena za Herceg Novi prema MeteoBlue	43
Slika 3.6.	Prognozirani razvoj vremena za Bar prema MeteoBlue	43
Slika 3.7.	SBE-25 CTD sonde Instituta za oceanografiju i ribarstvo	44
Slika 3.8.	Prikaz sondi pri interkalibraciju	45
Slika 3.9.	Vertikalni profili temperature i saliniteta na stanicama 1-3; stanice prvog transeksa	47
Slika 3.10.	Vertikalni profili temperature i saliniteta na stanicama 4-6; stanice drugog transeksa	47
Slika 3.11.	Vertikalni profili temperature i saliniteta na stanicama 7-10; stanice trećeg transeksa	47
Slika 3.12.	Hovmöllerov dijagram temperature, saliniteta i gustine na središnjem profilu.....	48
Slika 3.13.	Vertikalni profili temperature i saliniteta na stanicama 11-17	49
Slika 3.14.	Hovmöllerov dijagram temperature, saliniteta i gustine na četvrtom transektu	49

Slika 3.15. Hovmöllerov dijagram temperature, saliniteta i gustine na dužobalnom transektu.....	.50
Slika 3.16. Hovmöllerov dijagram temperature, saliniteta i gustine na transektu prema otvorenom moru.....	.50
Slika 3.17. Prostorne promjene temperature, saliniteta i gustine na dubini od 5 m .....	.51
Slika 3.18. Prostorne promjene temperature, saliniteta i gustine na dubini od 35 m.....	.52
Slika 3.19. Prostorne promjene temperature, saliniteta i gustine u pridnenom sloju .....	.53
Slika 3.20. Prozirnost morske vode.....	.54
Slika 3.21. Poređenje temperature i saliniteta izmjerjenih SBE-25 i Valeport sondama na stanicama 11,12, 13 i 14.....	.55
Slika 3.22. Poređenje izmjerjenih vrijednosti temperature i salinitet na stanicu 17 mjerena sa dvije SBE-25 sonde .....	.55
Slika 4.1. Prikaz box plotova saliniteta u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019. ....	.62
Slika 4.2. Prikaz box plotova saliniteta u vodenom stubu po transektilima na istraživanim tačkama, oktobar 2019. ....	.62
Slika 4.3. Vertikalne raspodjele koncentracije kiseonika u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019. ....	.64
Slika 4.4. Vertikalne raspodjele zasićenja kiseonika na ispitivanim tačkama grupisane po transektilima, oktobar 2019. ....	.65
Slika 4.5. Vertikalna raspodjela koncentracije ortofosfata na istraživanim tačkama grupisane u transektilima, oktobar 2019.....	.67
Slika 4.6. Vertikalna raspodjela koncentracije ukupnog fosfora na istraživanim tačkama grupisane u transektilima, oktobar 2019. ....	.69
Slika 4.7. Prikaz box plotova koncentracije amonijum jona u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019. ....	.70
Slika 4.8. Prikaz box plotova koncentracije amonijum jona u vodenom stubu po transektilima na istraživanim tačkama, oktobar 2019.....	.70
Slika 4.9. Prikaz box plotova koncentracije nitrata u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.....	.71
Slika 4.10. Prikaz box plotova koncentracije nitrata u vodenom stubu po transektilima na istraživanim tačkama, oktobar 2019. ....	.71
Slika 4.11. Prikaz box plotova koncentracije nitrita u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.....	.72
Slika 4.12. Prikaz box plotova koncentracije nitrita u vodenom stubu po transektilima na istraživanim tačkama, oktobar 2019. ....	.72
Slika 4.13. Vertikalna raspodjela koncentracije ukupno rastvorenog neorganskog azota na istraživanim tačkama grupisane u transektilima, oktobar 2019.....	.73
Slika 4.14. Prikaz box plotova koncentracije ukupno rastvorenog azota u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.....	.74
Slika 4.15. Prikaz box plotova koncentracije ukupno rastvorenog azota u vodenom stubu po transektilima na istraživanim tačkama, oktobar 2019. ....	.74
Slika 4.16. Prikaz box plotova koncentracije ortosilikata u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.....	.75
Slika 4.17. Prikaz box plotova koncentracije ortosilikata u vodenom stubu po transektilima na istraživanim tačkama, oktobar 2019. ....	.75
Slika 4.18. Vertikalna raspodjela koncentracije hlorofila <i>a</i> na istraživanim pozicijama, oktobar 2019.....	.81
Slika 4.19. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog planktona (broj čelija/l) na istraživanim transektilima, oktobar 2019. ....	.83
Slika 4.20. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog planktona (broj čelija/l) na istraživanim transektilima po dubinama, oktobar 2019. ....	.83
Slika 4.21. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog mikroplanktona (broj čelija/l) na istraživanim transektilima, oktobar 2019. ....	.84
Slika 4.22. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog mikroplanktona (broj čelija/l) na istraživanim transektilima po dubinama, oktobar 2019. ....	.84
Slika 4.23. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog nanoplanktona (broj čelija/l) na istraživanim transektilima, oktobar 2019. ....	.84
Slika 4.24. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog nanoplanktona (broj čelija/l) na istraživanim transektilima po dubinama, oktobar 2019.....	.84
Slika 4.25. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti dijatomeja (broj čelija/l) na istraživanim transektilima, oktobar 2019. ....	.85
Slika 4.26. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti dijatomeja (broj čelija/l) na istraživanim transektilima po dubinama, oktobar 2019. ....	.85
Slika 4.27. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti dinoflagelata (broj čelija/l) na istraživanim transektilima, oktobar 2019. ....	.86
Slika 4.28. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti dinoflagelata (broj čelija/l) na istraživanim transektilima po dubinama, oktobar 2019. ....	.86
Slika 4.29. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti kokolitoforida (broj čelija/l) na istraživanim transektilima, oktobar 2019. ....	.86
Slika 4.30. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti kokolitoforida (broj čelija/l) na istraživanim transektilima po dubinama, oktobar 2019. ....	.86
Slika 4.31. Ukupne vrijednosti protozoa na svim lokalitetima i transektilima istraživanog područja, oktobar 2019. ....	.92
Slika 4.32. Varijacije ukupnih vrijednosti protozoa na istraživanim transektilima, oktobar 2019.....	.92
Slika 4.33. Ukupne vrijednosti i udjeli pojedinih grupa metazoa na svim lokalitetima i transektilima istraživanog područja, oktobar 2019. ....	.93
Slika 4.34. Varijacije ukupnih vrijednosti metazoa na istraživanim transektilima, oktobar 2019. ....	.94
Slika 4.35. Ukupne vrijednosti i udjeli pojedinih predstavnika kopepoda na svim lokalitetima i transektilima istraživanog područja, oktobar 2019.....	.94
Slika 4.36. Box plot prikaz varijabilnosti ukupnog zooplanktona po transektilima, oktobar 2019. ....	.96
Slika 4.37. Ukupne vrijednosti i udjeli pojedinih grupa u ukupnom zooplanktonu, oktobar 2019.....	.97
Slika 4.38. Box plot prikaz varijabilnosti cladocera po transektilima, oktobar 2019.....	.97
Slika 4.39. Box plot dijagram varijabilnosti indeksa diverziteta (Margalef) po transektilima, oktobar 2019.....	.99
Slika 4.40. Uporedne vrijednosti ukupnog zooplanktona za mjesec oktobar na priobalnim lokalitetima 1, 4, 11 i 15.....	.99
Slika 5.1. Predložene tranzicione tačke za metale, PAH i hlorovane komponente u sedimentu .....	.105
Slika 5.2. Grafički prikaz koncentracija kadmijuma po lokacijama u odnosu na MedBAC i ERL vrijednosti .....	.117
Slika 5.3. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta kadmijumom .....	.117
Slika 5.4. Grafički prikaz koncentracija žive po lokacijama u odnosu na MedBAC i ERL vrijednosti .....	.118
Slika 5.5. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta živom .....	.118
Slika 5.6. Grafički prikaz koncentracija olova po lokacijama u odnosu na MedBAC i ERL vrijednosti.....	.119
Slika 5.7. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta olovom.....	.119
Slika 5.8. Grafički prikaz koncentracija naftalena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC.....	.121
Slika 5.9. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta naftalenom .....	.121

Slika 5.10. Grafički prikaz koncentracija fenantrena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	122
Slika 5.11. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta fenantrenom	122
Slika 5.12. Grafički prikaz koncentracija antracena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	123
Slika 5.13. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta antracenom	123
Slika 5.14. Grafički prikaz koncentracija fluorantena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	124
Slika 5.15. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta fluorantenom	124
Slika 5.16. Grafički prikaz koncentracija pirena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	125
Slika 5.17. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta pirenom po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	125
Slika 5.18. Grafički prikaz koncentracija benzo(a)antracena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	126
Slika 5.19. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta benzo(a)antracenom	126
Slika 5.20. Grafički prikaz koncentracija hrizena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	127
Slika 5.21. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta hrizenom	127
Slika 5.22. Grafički prikaz koncentracija benzo(a)pirena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC vrijednosti	128
Slika 5.23. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta benzo(a)pirenom	128
Slika 5.24. Grafički prikaz koncentracija indeno(123-cd)pirena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	129
Slika 5.25. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta indeno(123-cd)pirenom	129
Slika 5.26. Grafički prikaz koncentracija benzo(g,h,i)perilena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	130
Slika 5.27. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta benzo(g,h,i)perilrenom	130
Slika 5.28. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta PCB-om 28	131
Slika 5.29. Grafički prikaz koncentracija PCB 52 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	132
Slika 5.30. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta PCB 52	132
Slika 5.31. Grafički prikaz koncentracija PCB 101 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	133
Slika 5.32. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta PCB 101	133
Slika 5.33. Grafički prikaz koncentracija PCB 118 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	134
Slika 5.34. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta PCB 118	134
Slika 5.35. Grafički prikaz koncentracija PCB 153 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	135
Slika 5.36. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta PCB 153	135
Slika 5.37. Grafički prikaz koncentracija PCB 138 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	136
Slika 5.38. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta PCB 138	136
Slika 5.39. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta PCB 180	137
Slika 5.40. Grafički prikaz koncentracija Σ 7CBs ICES po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC	138
Slika 5.41. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta Σ 7CBs ICES	138
Slika 5.42. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta organohlornim pesticidima	139
Slika 5.43.	141
Slika 5.44.	141
Slika 5.45.	142
Slika 5.46.	142
Slika 5.47.	143
Slika 5.48.	143
Slika 5.49.	144
Slika 7.1. Grafički prikaz vertikalne promjene temperature, saliniteta i gustine morske vode	162
Slika 7.2. Sezonske promjene temperature i dubine termokline	163
Slika 7.3. Sezonske promjene temperature i saliniteta tokom godine (Grbec i sar., 2010)	163
Slika 7.4. Hovmöllerov dijagram vremenske promjenjivosti temperature, saliniteta i kiseonika u području srednjeg Jadrana (Matić, i sar., 2011.)	164
Slika 7.5. Hovmöllerovi dijagrami temperature mora, saliniteta i brzine zvuka [m/s] avgust – septembar, 2017. na dužobalnom transektu (crvena linija)	165
Slika 7.6. Sezonska promjenjivost temperature i saliniteta na profilu Split-Gargano za 3 karakteristična sloja (Grbec, 1996)	168
Slika 7.7. Promjene toplove i soli u sloju 0-20 m i udio vertikalnih procesa (razlika vertikalnog protoka toplove, odnosno soli na vrhu i dnu sloja)	168

Spisak tabela

Tabela 0.1. Koordinate lokacija uzorkovanja i dubine stanice	3
Tabela 1.1. Koordinate istraživanih transekta za livade posidonije	7
Tabela 1.2. Klasifikacija livada posidonije prema gustini naselja	9
Tabela 1.3. Klasifikacija pokrovnosti livade posidonije prema konzervacionom indeksu (CI).....	10
Tabela 1.4. Klasifikacija livada posidonije prema karakteristikama donjeg limita naselja	10
Tabela 1.5. Gustine livade posidonije, transek 1, hrid Đeran	12
Tabela 1.6. Gustine livade posidonije, transek 2, hrid Đeran.....	12
Tabela 1.7. Gustina posidonije, transek 3, hrid Đeran.....	13
Tabela 1.8. Gustina livada posidonije, transek 1, Crni rt	14
Tabela 1.9. Gustina naselja posidonije, transek 2, Crni rt.....	15
Tabela 1.10. Gustine naselja posidonije, transek 3, Crni rt.....	16
Tabela 1.11. Gustine naselja posidonije, transek 1, Buljarica	17
Tabela 1.12. Gustina livade posidonije, transek 2, Buljarica	18
Tabela 1.13. Gustina naselja posidonije, transek 3, Buljarica	19
Tabela 1.14. Sumarne srednje vrijednosti gustina livada posidonije na srednjoj dubini (15 m).....	20
Tabela 2.1. Lista identifikovanih vrsta unutar pećine Velika Krekavica baziranih na sakupljenim fotokvadratima (bold = zaštićene vrste).....	28
Tabela 2.2. Fotokvadrati-podaci o kvantitativnoj pokrovnosti (%) ciljnih vrsta (zaštićenih sunđera i zaštićenih žarnjaka) na lokalitetu Velika Krekavica.....	29
Tabela 2.3. Fotokvadrati-podaci o pokrovnosti (%) baznog i središnjeg sloja na lokalitetu Velika Krekavica	29
Tabela 2.4. Lista identifikovanih vrsta na lokalitetu Punta Veslo dobijenih iz fotokvadrata i <i>in situ</i> zabilježene vrste duž istraženog transekta (bold = zaštićene vrste, * = invazivne vrste)	30
Tabela 2.5. Kvantitativna pokrovnost (%) ciljnih vrsta (zaštićenih vrsta sunđera i zaštićenih vrsta žarnjaka) dobijena analizom fotokvadrata sakupljenih na lokaciji Punta Veslo.....	31
Tabela 2.6. Fotokvadrati-podaci o pokrovnosti (%) baznog i središnjeg sloja na lokaciji Punta Veslo.....	31
Tabela 2.7. Lista identifikovanih vrsta na lokalitetu rt Mačka dobijenih iz fotokvadrata i <i>in situ</i> zabilježene vrste duž istraženog transekta (bold = zaštićene vrste, * = invazivne vrste)	32
Tabela 2.8. Fotokvadrati-podaci o kvantitativnoj pokrovnosti (%) ciljnih vrsta (zaštićenih sunđera) na lokalitetu rt Mačka	33
Tabela 2.9. Fotokvadrati-podaci o pokrovnosti (%) baznog i središnjeg sloja na lokalitetu rt Mačka.....	33
Tabela 2.10. Pokrovnost invazivnih vrsta u fotokvadratima na lokalitetu rt Mačka	34
Tabela 3.1. Vrijeme mjerenja i dubine stanica.....	42
Tabela 3.2. Prijedlog odabranog kriterijuma i pokazatelja za EO7 – hidrografski uslovi	57
Tabela 4.1. Tabelarni prikaz temperature, saliniteta, koncentracije kiseonika i zasićenost kiseonika na ispitivanim tačkama, oktobar 2019	66
Tabela 4.2. Koncentracija hranljivih soli na istraživanim tačkama, oktobar 2019	75
Tabela 4.3. Vertikalna raspodjela koncentracije hlorofila <i>a</i> na istraživanim pozicijama, oktobar 2019. godine	82
Tabela 4.4. Popis vrsta fitoplanktona na istraživanim pozicijama (Max-maksimalna brojnost, Avg-srednja vrijednost, Fr – frekvencija pojavljivanja) oktobar 2019	88
Tabela 4.5. Udjeli u ukupnoj brojnosti i učestalosti nalaza vrsta tintinida: Indikatori područja određeni su prema Kršinić (2010): O=okeanska vrsta; Ob=obalna vrsta; N=neritičko-estuarijska vrsta	92
Tabela 4.6. Prikaz lokaliteta i transekta sa radnim dubinama	95
Tabela 4.7. Maksimalna vrijednost i frekvencija pojavljivanja grupe copeopoda, oktobar 2019	96
Tabela 4.8. Maksimalna vrijednost i frekvencija pojavljivanja grupe Cladocera, oktobar 2019	96
Tabela 4.9. Maksimalna vrijednost i frekvencija pojavljivanja grupe Hydromedusae i Siphonophorae, oktobar 2019.....	98
Tabela 4.10. Maksimalna vrijednost i frekvencija pojavljivanja, oktobar 2019	98
Tabela 5.1. UNEP/MAP kriterijumi za metale u morskim sedimentima	104
Tabela 5.2. UNEP/MAP kriterijumi za PAH u morskim sedimentima	104
Tabela 5.3. OSPAR kriterijumi za PCB kongenere i organohlorne pesticide u morskim sedimentima	105
Tabela 5.4. Status i predlog mjera u odnosu na sadržaj kontaminanata	106

UVOD

Politika zaštite životne sredine je poslednjih 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)¹ 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 prioritetna tematska područja sa strateškim ciljevima, dok Akcioni plan detaljno definije mјere 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 promjene² 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 sprovodenju Strategije IUOP, kao i gore navedenih nacionalnih propisa, je sprovođenje projekta „Primjena ekosistemskog pristupa u Jadranskom moru kroz planiranje područja mora“ (skraćeno: projekt „GEF Adriatic“). GEF Adriatik predstavlja subregionalni projekt 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 prostora područja mora. U Crnoj Gori, projekt 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

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

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

konvencije, a sam program u potpunosti je usklađen, te doprinosi sproveđenju primjene MSFD-a.

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 sproveđenje MSFD i s njom povezanog IPA projekta „Podrška sproveđenju i monitoringu upravljanja vodama u Crnoj Gori“ čije sproveđenje je otpočelo u novembru 2019. godine.

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 sledeće tri kategorije:

1. ***Posidonia oceanica*** – za praćenje karakteristika staništa livade morske trave posidonije (*Posidonia oceanica* L.) određene su 3 lokacije i to:
 - hrid Čeran u južnom dijelu obale;
 - uvala Buljarica; i
 - Crni rt u centralnom dijelu obale.

2.1 **Koraligene zajednice u Bokokotorskem zalivu³** – za praćenje koraligenih zajednica u Bokokotorskem zalivu, određene su 3 lokacije, i to:

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

2.2 **Koraligene zajednice izvan Bokokotorskog zaliva** – za praćenje koraligenih zajednica na otvorenom moru izabrane 3 lokacije:

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

U istraživanju bentoskih staništa (livade morske trave posidonije i koraligene zajednice) sudjelovali su stručnjaci iz Instituta za biologiju mora iz Kotora.

3. **Hidrografija, eutrofikacija i zagađujuće materije** – Istraživanje parametara značajnih za hidrografiju, eutrofikaciju i zagađujuće materije, provodilo se tokom trodnevnog krstarenja (u periodu 09.10.2019. – 11.10.2019. godine) uz učestvovanje stručnjaka 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, na priobalnim i „offshore“ lokacijama južnog, srednjeg i sjevernog dijela područja mora Crne Gore (Slika 0.1).

Koordinate lokacija uzorkovanja kao i dubina uzorkovanja dati su u Tabeli 0.1.

U **južnom dijelu** mora Crne Gore istraživanjem je bilo obuhvaćeno 7 lokacija (lokacije 11-17) duž dva transekta. Dvije lokacije su se nalazile u priobalnom dijelu mora (do 1 NM od obale) od ušća rijeke Bojane do Ulcinja, a pet lokacija duž dva transeksa od ušća rijeke Bojane i Ulcinja prema otvorenom moru (do 12 NM od obale).

U **srednjem dijelu** crnogorskog Jadrana istraživanjem je bilo obuhvaćeno 7 lokacija (lokacije 4-10), takođe duž dva transekta. I ovdje su se dvije lokacije nalazile u priobalnom dijelu moru (do 1 NM od obale), smještenim između Volujice i Budve, a pet lokacija duž dva transekta prema otvorenom moru (do 12 NM od obale).

U **sjevernom dijelu** mora Crne Gore ispitivanje je sprovedeno na tri lokacije (lokacije 1-3) duž jednog transeksa od Mamule prema otvorenom moru (do 12 NM).

³ Izvještaj za ovaj dio istraživanja prikazan je zasebnim dokumentom, na engleskom jeziku.



Slika 0.1. Mapa istraživanog područja za eutrofikaciju, hidrografske parametre i zagađujuće materije

Tabela 0.1. Koordinate lokacija uzorkovanja i dubine stanice

Tačka uzorkovanja	Koordinate	Udaljenost od obale (NM)*	Dubina stanice (m)
1	42° 22.4251' N 18° 33.3590' E	1,1	103
2	42° 18.7966' N 18° 30.8883' E	4	117
3	42° 13.3296' N 18° 27.1066' E	10	217
4	42° 16.1500' N 18° 50.2760' E	0,4	29
5	42° 13.4884' N 18° 46.7017' E	4	83
6	42° 09.4567' N 18° 41.4464' E	10	123
7	42° 10.2031' N 18° 57.8996' E	0,2	36
8	42° 09.0490' N 18° 56.5660' E	3	67
9	42° 06.0023' N 18° 53.3307' E	7	81,5
10	42° 01.3947' N 18° 48.5450' E	12	86
11	41° 54.2940' N 19° 13.5440' E	0,4	15,5
12	41° 52.8620' N 19° 10.8190' E	2	55,5
13	41° 51.4060' N 19° 08.0140' E	7	77,5
14	41° 49.8950' N 19° 05.1970' E	12	87
15	41° 51.5180' N 19° 20.0270' E	0,4	11,5
16	41° 48.4017' N 19° 16.8577' E	4	59
17	41° 43.7272' N 19° 12.1037' E	10	83,5

* Nautičke milje

U sklopu terenskog istraživanja eutrofikacije, dodatno je sprovedena⁴:

- analiza procesa uzorkovanja, skladištenja uzoraka i načina određivanja ključnih hemijskih parametara eutrofikacije koje sprovode nacionalne institucije u Crnoj Gori; te

- analiza rezultata uporednog ispitivanja poduzoraka za analizu otopljenog kiseonika i hranjivih soli azota, fosfora i silicija koje su se sprovodile u tri institucije: Centar za ekotoksikološka ispitivanja iz Podgorice – CETI, Institut za biologiju mora iz Kotora – IBM te Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita – IOR.

⁴ Rezultati navedenih analiza, prikazani su zasebnim dokumentom.

EO1

BIODIVERZITET:

LIVADE POSIDONIJE

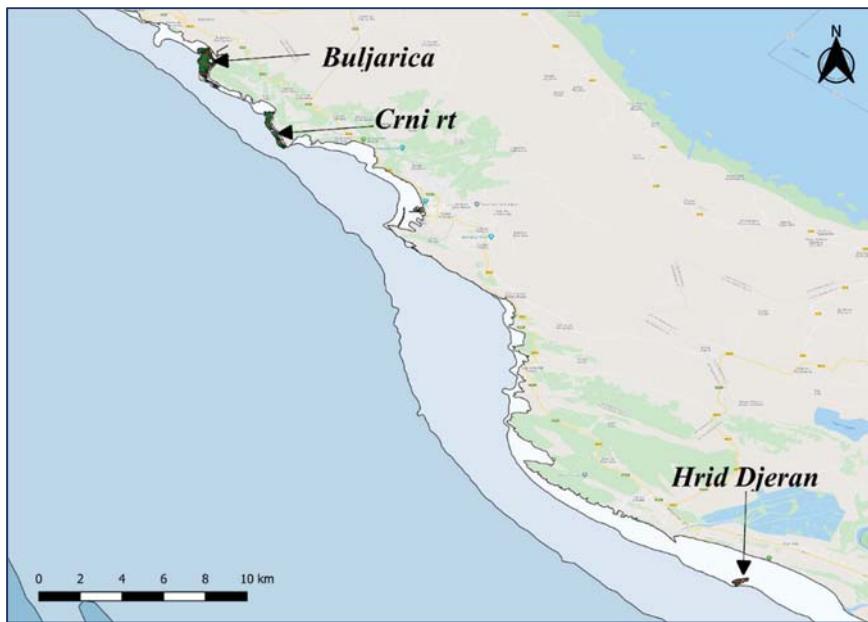
KORIŠĆENA METODOLOGIJA

Svrha terenskog istraživanja je bila da se upotpune postojeća znanja o stanju morskog ekosistema, a u ovom dijelu je opisano istraživanje staništa livade morske trave posidonije (*Posidonia oceanica* L.). Za praćenje karakteristika ovog staništa određene su 3 lokacije i to su: hrid Đeran u južnom dijelu obale, te uvala Buljarica i Crni rt u centralnom dijelu obale (Slika 1.1). Za lokaciju hrid Đeran ovo predstavlja prva mjerena tog tipa pa će 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 rasprostranjenju ovog staništa, pogotovo na lokaciji hrid Đeran i Crni rt. Iz tog razloga ronjenje je rađeno po navigacionim kursevima koji su definisani na osnovu prethodno postojećih mapa i naših pretpostavki. Na svim lokacijama je bio cilj doći do donjeg limita livade i u povratku mjeriti gustinu i pokrovnost. Koordinate istraživanih transekta su prikazane u Tabeli 1.1.

Tabela 1.1. Koordinate istraživanih transekta za livade posidonije

Naziv lokacije	E	N	Dubina	Datum istraživanja
Hrid Đeran početak	19,27429	41,8833	8	21. 08. 2019.
Hrid Đeran kraj 1	19,26941	41,88386	17,6	21. 08. 2019.
Hrid Đeran kraj 2	19,27206	41,88207	14	21. 08. 2019.
Hrid Đeran kraj 3	19,27781	41,88363	16	21. 08. 2019.
Buljarica 1 početak	18,96053	42,17669	6	30. 08. 2019.
Buljarica 2 početak	18,9604	42,1841	7	30. 08. 2019.
Buljarica 3 početak	18,96258	42,1869	7	30. 08. 2019.
Buljarica 1 kraj	18,96557	42,17654	22	30. 08. 2019.
Buljarica 2 kraj	18,96769	42,18089	22	30. 08. 2019.
Buljarica 3 kraj	18,96831	42,18972	23	30. 08. 2019.
Crni rt 1 početak	18,99996	42,14721	11	15. 10. 2019.
Crni rt 2 početak	19,00297	42,14201	10	14. 10. 2019.
Crni rt 3 početak	19,00643	42,1369	6	14. 10. 2019.
Crni rt 3 kraj	19,00839	42,13884	25	14. 10. 2019.
Crni rt 2 kraj	19,00485	42,14361	23,5	14. 10. 2019.
Crni rt 1 kraj	19,00225	42,1479	22,5	15. 10. 2019.



Slika 1.1. Lokacije na kojima je praćena posidonia

Za monitoring je primijenjena izmijenjena POMI metoda (RAC/SPA – UNEP/MAP, 2014) jer je originalna POMI metoda (Romero *et al.*, 2007) veoma zahtjevna iako realno pruža mnogo bolju sliku i detaljnije podatke o stanju morskog ekosistema i same posidonije. Izmijenjena POMI metoda je bila primjenjivana u susjednoj Hrvatskoj, a takođe je već bila primjenjena u Crnoj Gori od strane NVO Green Home i NVO Sunce kroz projekat 4M (Guala *et al.*, 2017). Iz tog razloga se smatra korisno nastaviti sa primjenom iste metode gdje se prate sledeći parametri:

- gustina izdanaka;
- pokrovnost livade i mrtvih rizoma;
- dubine donjeg i gornjeg limita;
- tip donjeg limita.

Takođe, na osnovu pokrovnosti i količine mrtvih rizoma izračunava se i konzervacioni indeks.

Za izmijenjenu metodu POMI bilo je neophodno primijeniti autonomno ronjenje jer se analiza velikim dijelom sprovodi *in situ*. U tom smislu mjerena je gustina izdanaka po m^2 jer je to jedan od najviše korišćenih parametara da se procijeni stanje livade morske trave posidonije (Pergent-Martini *et al.*, 2005). Mjerenoj gustine livade se radi u kvadratima 40×40 cm jer se to smatra najboljom površinom koja je prihvaćena kao standard na novou Sredozemlja (Panayotidis *et al.*, 1981). Na svim istraživanim lokacijama mjerene su gustine naselja na tri dubine: 1) u blizini donjeg limita, 2) na 15 m što je najčešće sredina livade i 3) pri gornjem limitu livade. Na svakoj

istraživoj lokaciji i na svakoj mjerenoj dubini kvadrati su postavljeni nasumično, najmanje 1 m udaljeni jedan od drugog. Na svakoj istraživoj dubini gustoća je mjerena u 4 ili više kvadrata. Prema gustini livade i dubini na kojoj se nalazi određuje se kategorija livade. Po klasifikaciji UNEP-RAC/SPA (2011) livadi može biti dodijeljena jedna od sledećih 5 kategorija: veoma dobra, dobra, srednja, slaba ili veoma slaba. Vrijednosti gustine livada posidonije prema pomenutoj klasifikaciji su prikazane u Tabeli 1.2.

Osim gustine livade mjerena je i pokrovost naselja posidonije koja pokazuje koliki je odnos između površine koju prekriva živa biljka u odnosu na ostalu površinu na istraživanom transektu, a koja može biti pjeskovita, stjenovita ili građena od mrtvih rizoma posidonije (matte) (Buia *et al.*, 2004). Prema ovom parametru takođe se određuje struktura i stanje livade (Bianchi *et al.*, 2004; Pergent-Martini *et al.*, 2005; Montefalcone, 2009). Pokrovost se određuje korišćenjem transekta tzv. LIT (Line Intercept Transect). Transekti u dužini od 10 m se polože na morsko dno i zapisuje se dužina pokrovnosti i tip podlage. Na jednoj istraživoj dubini mjerene se 4 transekta (LIT-a) koji su postavljeni dijagonalno ali tako da razlika između dubina na krajnjim tačkama ne prelazi više od 3 m. Procenat pokrovnosti na svakom transektu se izračunava prema sledećoj formuli:

$$R\% = \sum L_x / 10 \times 100$$

gdje je L_x dužina svakog nađenog tipa podlage.

Tabela 1.2. Klasifikacija livada posidonije prema gustini naselja

Dubina (m)	Veoma dobro	Dobro	Srednje	Slabo	Veoma slabo
1	> 1.133	1.133 to 930	930 to 727	727 to 524	< 524
2	> 1.067	1.067 to 863	863 to 659	659 to 456	< 456
3	> 1.005	1.005 to 808	808 to 612	612 to 415	< 415
4	> 947	947 to 757	757 to 567	567 to 377	< 377
5	> 892	892 to 709	709 to 526	526 to 343	< 343
6	> 841	841 to 665	665 to 489	489 to 312	< 312
7	> 792	792 to 623	623 to 454	454 to 284	< 284
8	> 746	746 to 584	584 to 421	421 to 259	< 259
9	> 703	703 to 547	547 to 391	391 to 235	< 235
10	> 662	662 to 513	513 to 364	364 to 214	< 214
11	> 624	624 to 481	481 to 338	338 to 195	< 195
12	> 588	588 to 451	451 to 314	314 to 177	< 177
13	> 554	554 to 423	423 to 292	292 to 161	< 161
14	> 522	522 to 397	397 to 272	272 to 147	< 147
15	> 492	492 to 372	372 to 253	253 to 134	< 134
16	> 463	463 to 349	349 to 236	236 to 122	< 122
17	> 436	436 to 328	328 to 219	219 to 111	< 111
18	> 411	411 to 308	308 to 204	204 to 101	< 101
19	> 387	387 to 289	289 to 190	190 to 92	< 92
20	> 365	365 to 271	271 to 177	177 to 83	< 83
21	> 344	344 to 255	255 to 165	165 to 76	< 76
22	> 324	324 to 239	239 to 154	154 to 69	< 69
23	> 305	305 to 224	224 to 144	144 to 63	< 63
24	> 288	288 to 211	211 to 134	134 to 57	< 57
25	> 271	271 to 198	198 to 125	125 to 52	< 52
26	> 255	255 to 186	186 to 117	117 to 47	< 47
27	> 240	240 to 175	175 to 109	109 to 43	< 43
28	> 227	227 to 164	164 to 102	102 to 39	< 39
29	> 213	213 to 154	154 to 95	95 to 36	< 36
30	> 201	201 to 145	145 to 89	89 to 32	< 32
31	> 189	189 to 136	136 to 83	83 to 30	< 30
32	> 179	179 to 128	128 to 77	77 to 27	< 27
33	> 168	168 to 120	120 to 72	72 to 24	< 24
34	> 158	158 to 113	113 to 68	68 to 22	< 22
35	> 149	149 to 106	106 to 63	< 63	
36	> 141	141 to 100	100 to 59	< 59	
37	> 133	133 to 94	94 to 55	< 55	
38	> 125	125 to 88	88 to 52	< 52	
39	> 118	118 to 83	83 to 48	< 48	
40	> 111	111 to 78	78 to 45	< 45	

Na osnovu pokrovnosti može se izračunati i konzervacioni indeks (CI) (Moreno *et al.*, 2001; Montefalcone *et al.*, 2006) koji pokazuje stanje livade i odnos živih i mrtvih djelova livade. Izračunava se prema sledećoj formuli:

$$CI = \frac{P}{P+D},$$

gdje je P procenat pokrovnosti žive posidonije a D je procenat pokrovnosti mrtvih matta.

Prema ovom indeksu livade se klasificuju u 5 kategorija (Tabela 1.3).

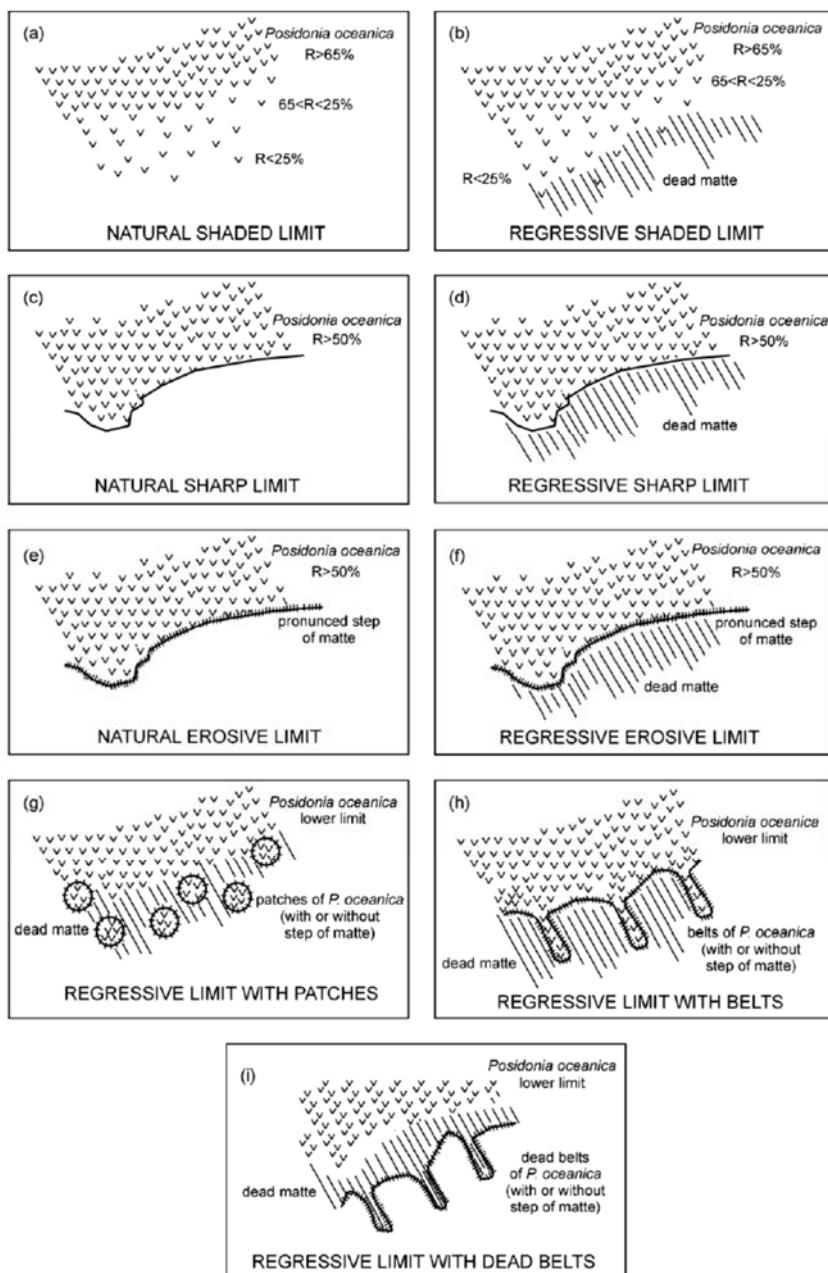
Još jedan parametar koji se često koristi u monitoringu naselja posidonije i određivanju stanja akvatorije je donji limit naselja, tj. dubina na kojoj se on nalazi kao i njegova tipologija. Prema UNEP/MAP-RAC/SPA (2011) modifikovanoj klasifikaciji na osnovu tipologije donjeg limita naselja posidonije mogu se definisati u 5 kategorija čije su karakteristike prikazane u Tabeli 1.4. Osim toga, na Slici 1.2 je prikazana tipologija donjeg limita livade posidonije prema Montefalcone (2009).

Tabela 1.3. Klasifikacija pokrovnosti 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

Tabela 1.4. Klasifikacija livada posidonije prema karakteristikama donjeg limita naselja

Donji limit	Veoma dobro	Dobro	Srednje	Slabo	Veoma slabo
Dubina (m)	> 34,2	34,2 – 30,4	30,4 – 26,6	26,6 – 22,8	< 22,8
Tip	Progresivan	Oštar (pokrovnost > 25%)	Oštar (pokrovnost < 25%)	Rijetko	Regresivan
Pokrovnost žive posidonije dobiveno LIT metodologijom (%)	> 35%	35 – 25%	25 – 15%	15 – 5%	< 5%



Slika 1.2. Različiti tipovi donjeg limita livada posidonije: (a), (c), (e) je prirodan limit, a regresivan limit je (b), (d), (f), (g), (h) i (i) (iz Montefalcone, 2009)

LOKACIJE UZORKOVANJA

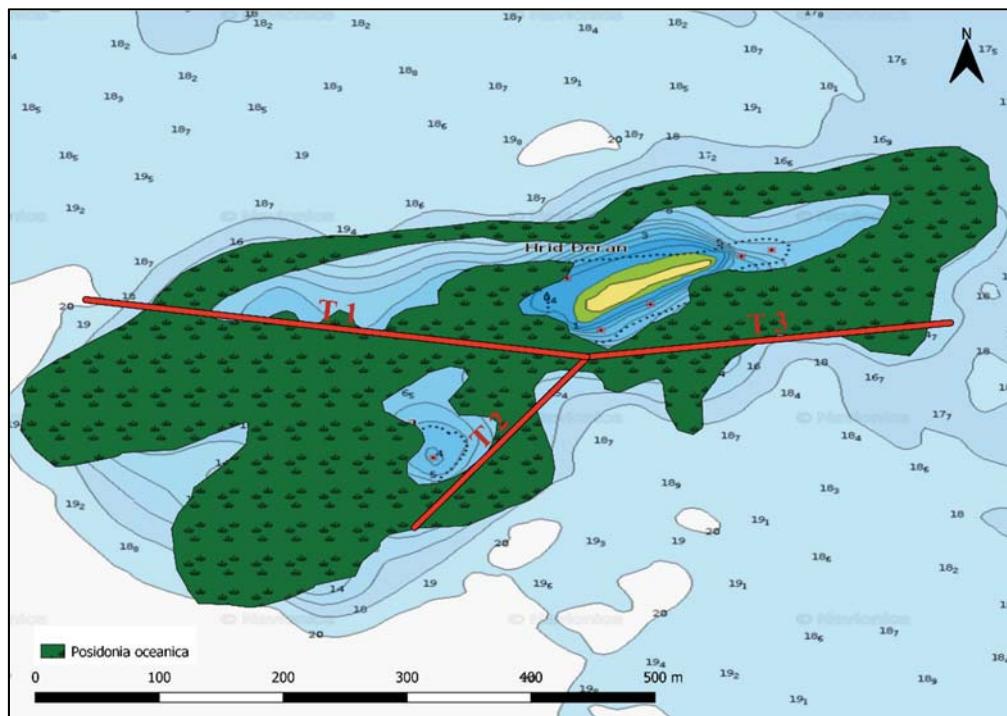
LOKACIJA HRID ĐERAN

Ova lokacija se nalazi na krajnjem jugu crnogorskog primorja, oko 5 km udaljena od ušća rijeke Bojane i sama hrid se nalazi 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 dijelu ovog dijela podmorja. Detaljnija istraživanja ove lokacije nisu do sada rađena i ne postoje podaci o fizičko-hemijskim parametrima morske vode, 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 (Prilog 1) a treba napomenuti da je palastura (*Pinna nobilis*) bila mrtva. Invazivne vrste nisu konstatovane.

Položaj istraživanih transekata na lokaciji hrid Đeran prikazan je na Slici 1.3.



Slika 1.3. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji hrid Đeran

Transekt br. 1

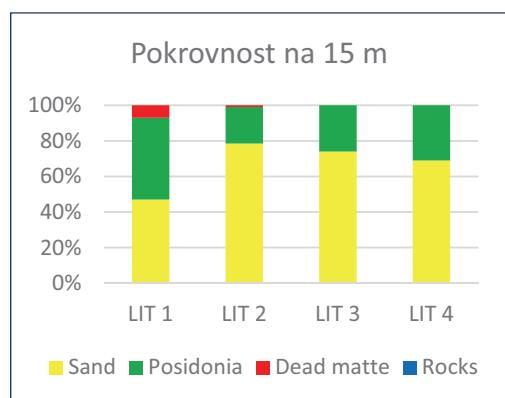
Na istraženom transektu gornji limit naselja posidonije počinje na 8 m, a livada se završava regresivno na 17,6 m dubine (Prilog 1). Gustina ovog naselja na 15 m dubine je imala vrijednosti od veoma slabe (100 izdanaka/m²) do

srednju gustine (256 izdanaka/m²), a ukupna srednja vrijednost gustine livade pokazuje srednju vrijednost, tj. 163 izdanaka/m². Gornji limit započinje na dubini od 8 m na mozaičnoj stjenovito-pješčanoj podlozi. Livada na toj dubini ima slabu gustinu od prosječno 188 izdanaka/m² (Tabela 1.5).

Tabela 1.5. Gustine livada posidonije, transekt 1, hrid Đeran

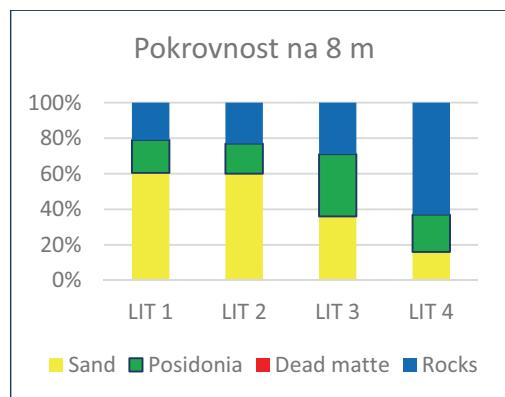
Dubina	15 m	8 m
Gustina izdanaka /m ²	200 118,75 162,5 150 137,5 100 256,25 175	131,25 262,5 112,5 137,5 225 218,75 150 268,75
Srednja vrijednost gustine /m ²	163	188

Pokrovnost livade posidonije na 15 m i na 8 m su prikazane na Graficima 1.1 i 1.2. Na dubljem dijelu livade bilo je konstatovano malo mrtvih rizoma dok to nije bio slučaj na plićem dijelu. Konzervacioni indeks (CI) na 15 m je bio dobar (0,95) kao i na 8 m (1).



Grafik 1.1.

Pokrovnost posidonije, donji limit 15 m, transek 1, hrid Đeran



Grafik 1.2.

Pokrovnost posidonije, gornji limit 8 m, transek 1, hrid Đeran

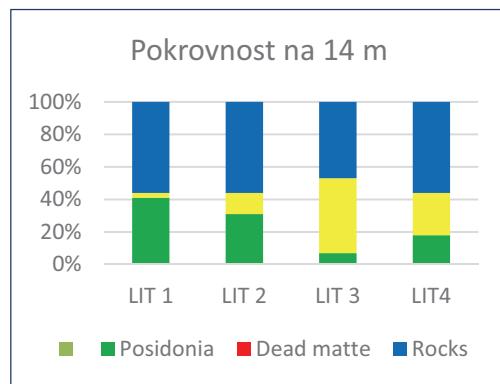
Transek br. 2

Na transektu br. 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 izdanka/m² na 14 m dubine i 321 izdanak/m² na 9 m dubine (Tabela 1.6).

Tabela 1.6. Gustine livade posidonije, transek 2, hrid Đeran

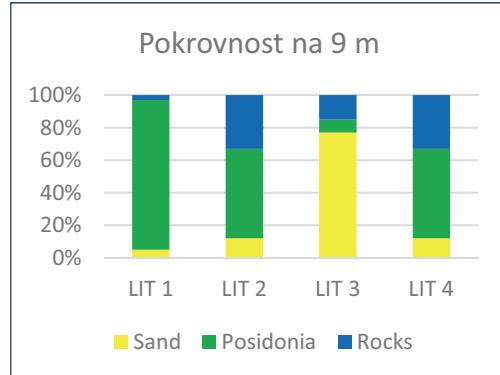
Dubina	14 m	9 m
Gustina izdanaka /m ²	168,75 206,25 256,25 175 268,75 262,5	343,75 306,25 325 350 331,25 268,75
Srednja vrijednost gustine /m ²	223	321

Pokrovnost livade posidonije na 14 m i na 9 m su prikazane na Graficima 1.3 i 1.4. Očigledna je velika prisutnost stjenovite podlage, a s obzirom da nema mrtvih rizoma CI je 1.



Grafik 1.3.

Pokrovnost posidonije, donji limit 14 m, transek 2, hrid Đeran



Grafik 1.4.

Pokrovnost posidonije, gornji limit 9 m, transek 2, hrid Đeran

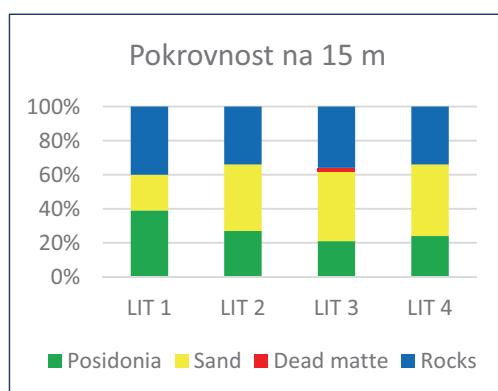
Transek br. 3

Naselje se prostire između 8 i 16 m dubine i završava regresivno. Gustina livade na trećem istraživanom transektu je prikazana u Tabeli 1.7. Na obje dubine gustina je bila slaba tj. 222 izdanka/m² na 15 m dubine i 331 izdanak/m² na 9 m dubine.

Tabela 1.7. Gustina posidonije, transek 3, hrid Đeran

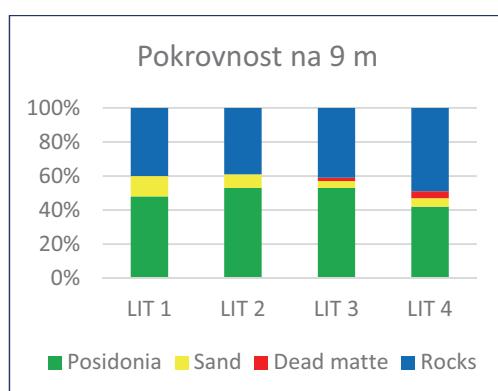
Dubina	15 m	9 m
Gustina izdanaka /m ²	162,5	350
	187,5	306,25
	262,5	312,5
	181,25	393,75
	275	318,75
	262,5	306,25
Srednja vrijednost gustine /m ²	222	321

Pokrovnost livade posidonije na transektru 3 je prikazana na Graficima 1.5 i 1.6. 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.



Grafik 1.5.

Pokrovnost posidonije, donji limit 15 m, transek 3, hrid Đeran



Grafik 1.6.

Pokrovnost posidonije, gornji limit 9 m, transek 3, hrid Đeran

Ukupno analizirana livada morske trave *Posidonia oceanica* na lokaciji Hrid Đeran je prikazana na Slici 1.3. Sumarna ocjena je da je gustina livade slaba ali da je CI veoma dobar tj. 0,98.

Analiza stanja naselja posidonije na lokaciji hrid Đeran

Za ovu lokaciju nije bilo prethodnih informacija u smislu mapa staništa i karakteristika livada posidonije. Iz tog razloga, a na osnovu dostupnih mapa staništa koje su urađene na osnovu satelitskih snimanja, određeni su smjerovi transekata na kojima će se istraživati naselje morske trave posidonije. Cilj je bio da se mapira distribucija ovog staništa koliko je to moguće i da se utvrde osnovne karakteristike staništa koje su prikazane u Prilogu 1.

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 transekta ovo naselje završava regresivno. Analizirane gustine livade ukazuju na slabu gusinu a i pokrovnost je bila relativno mala tako da zajedno sa regresivnim donjim limitom na maloj dubini (Tabela 1.4) ova livada se može okarakterisati kao veoma slaba. S druge strane CI je veoma dobar (Tabela 1.3) pa se ovakvo stanje može objasnititi kao vrlo vjerovatno posledica uticaja rijeke Bojane, smanjene prozirnosti vode i eutrofikacije.

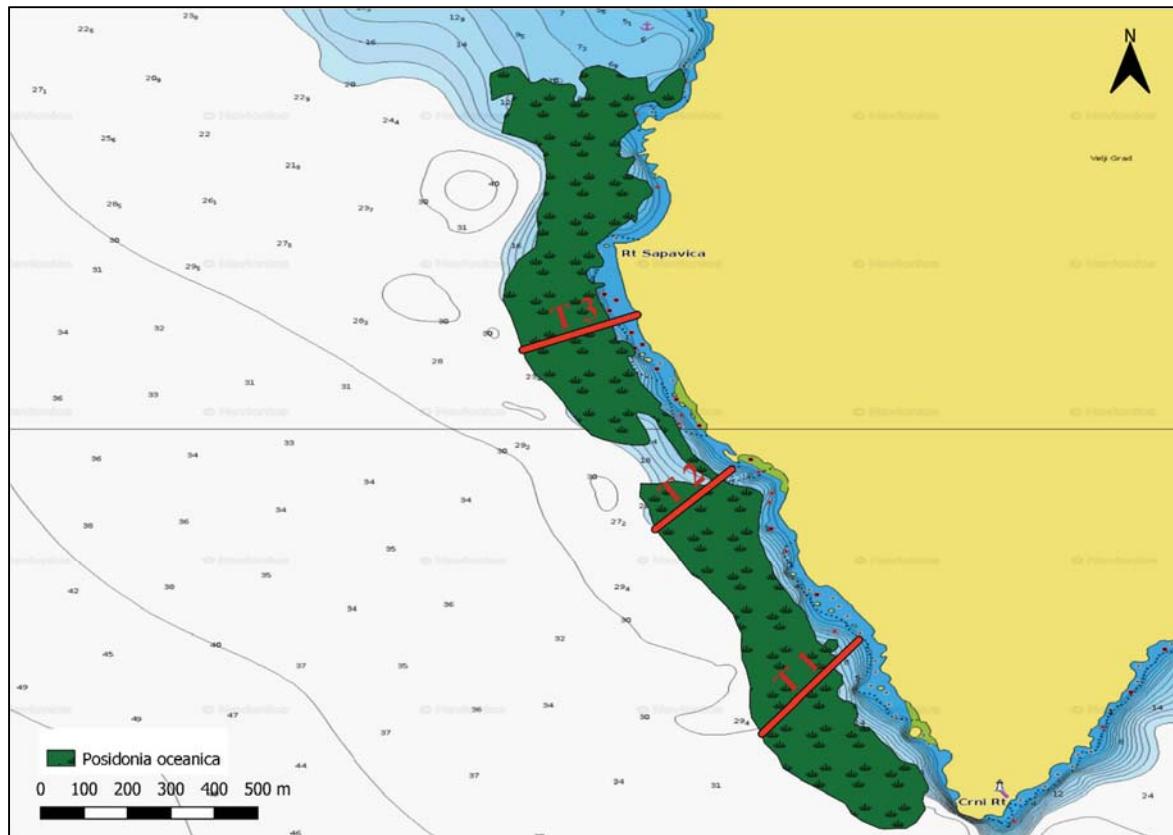
LOKACIJA CRNI RT

Transekti istraživani na lokaciji Crni rt su prikazani na Slici 1.4. To je područje koje je potpuno neurbanizovano pa je obala prirodna. Stjenovita i kamenita obala je u uskom priobalnom dijelu a dalje se nastavlja pješčana podloga.

Od prethodnih istraživanja na ovom terenu je bilo urađeno samo jedno ronjenje i mjerjenje gustine naselja posidonije na Crnom rtu kada je ono okarakterisano kao dobro, a donji limit je označen za 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. g. hidrografski parametri nisu mjereni.

Na ovoj lokaciji je konstatovano prisustvo nekoliko zaštićenih vrsta kao i prisustvo invazivne alge *Caulerpa cylindracea* (Prilog 2).

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



Slika 1.4. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji Crni rt

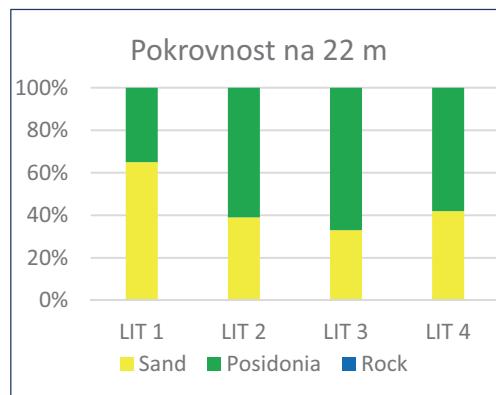
Transekt br. 1

Naselje posidonije na ovom transektu započinje na 11 m, a završava progresivno na 22,5 m dubine odakle se dalje nastavljala pješčana podloga. Gustina naselja na donjem (22 m) i gornjem (12 m) limitu je bila srednja tj. 165 izdanaka/m² i 372 izdanka/m² a na srednjoj dubini (15 m) je bila dobra gustina tj. 424 izdanka/m² sa čak mjestimično veoma dobrom gustom (Tabela 1.8).

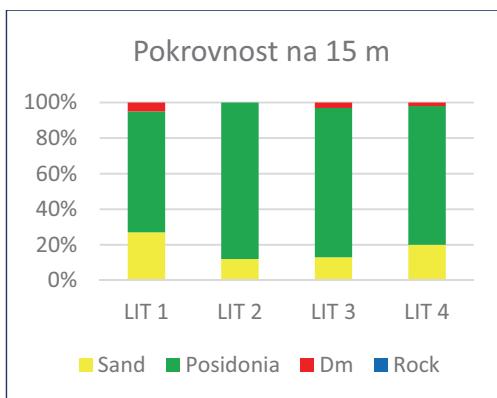
Tabela 1.8. Gustina livada posidonije, transekt 1, Crni rt

Dubina	22 m	15 m	12 m
Gustina izdanaka /m ²	143,75	387,5	350
	187,5	506,25	306,25
	181,25	300	393,75
	168,75	325	412,5
	118,75	525	450
	168,75	500	331,25
	187,5		312,5
			418,75
Srednja vrijednost gustine /m ²	165	424	372

Pokrovnosti livade posidonije na sve tri istraživane dubine su prikazane na Graficima 1.7–1.9. Na donjem limitu nisu zabilježeni mrtvi rizomi dok je to bio slučaj sa druge dvije dubine, mada u manjoj mjeri. Ipak CI je 1 na donjem limitu, a 0,96 na srednjem i gornjem limitu što ukupno daje sliku veoma dobrog stanja naselja.

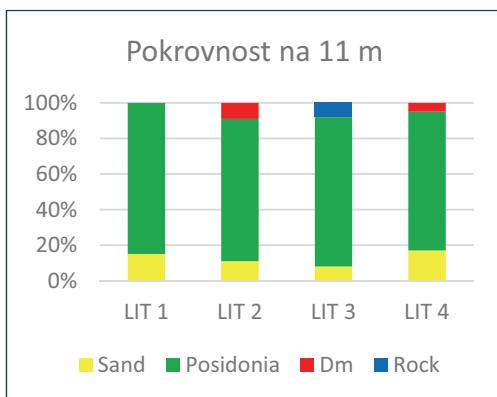


Grafik 1.7.
Pokrovnost livade posidonije, donji limit 22 m, transekt 1, Crni rt



Grafik 1.8.

Pokrovnost livade posidonije, sredina 15 m, transekst 1, Crni rt



Grafik 1.9.

Pokrovnost livade posidonije, gornji limit 11 m, transekst 1, Crni rt

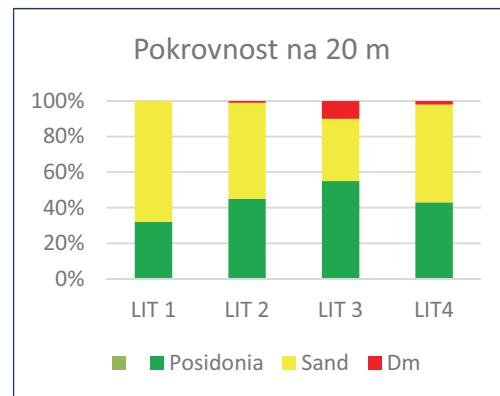
Transekst br. 2

Naselje posidonije na ovom transektu započinje na 10 m završava progresivno na 23,5 m dubine i dalje se nastavlja pješčana podloga. Gustine ovog naselja su prikazane u Tabeli 1.9. i pokazuju srednje vrijednosti za donji i gornji limit (251 izdanak/m² i 476 izdanaka/m²) dok je gustina u središnjem dijelu livade bila dobra tj. 430 izdanaka/m².

Tabela 1.9. Gustina naselja posidonije, transekst 2, Crni rt

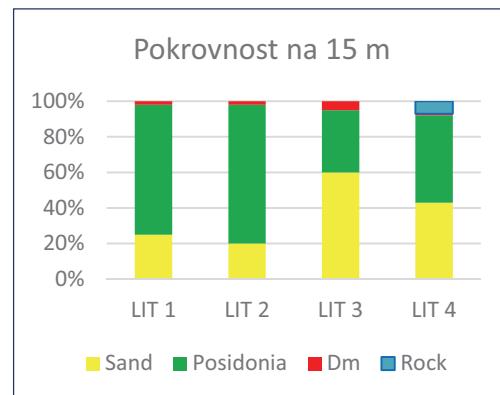
Dubina	20 m	15 m	11 m
Gustina izdanaka /m ²	162,5	350	487,5
	231,25	400	456,25
	268,75	481,25	450
	293,75	418,75	487,5
	237,5	418,75	481,25
	300	493,75	493,75
	237,5	431,25	
	275	450	
Srednja vrijednost gustine /m ²	251	430	476

Pokrovnosti livade posidonije su prikazane na Graficima 1.10–1.12. Činjenica koja nije zadovoljavajuća je da je na sve tri dubine bilo zabilježenih mrtvih rizoma. Ipak ova količina mrtvih rizoma nije velika tako da je CI na dubini 0,94, na sredini 0,95 a u gornjem limitu 0,96 što sve predstavlja veoma dobro stanje livade.



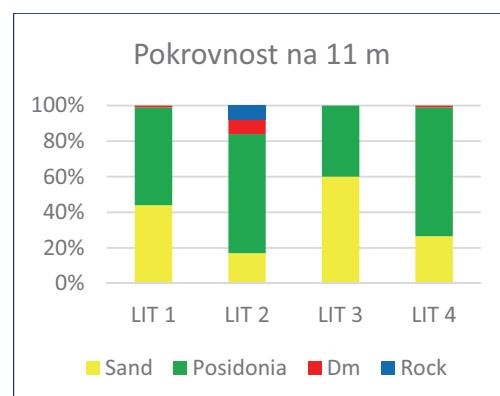
Grafik 1.10.

Pokrovnost naselja posidonije, donji limit 20 m, transekst 2, Crni rt



Grafik 1.11.

Pokrovnost naselja posidonije, sredina 15 m, transekst 2, Crni rt



Grafik 1.12.

Pokrovnost naselja posidonije, gornji limit 11 m, transekst 2, Crni rt

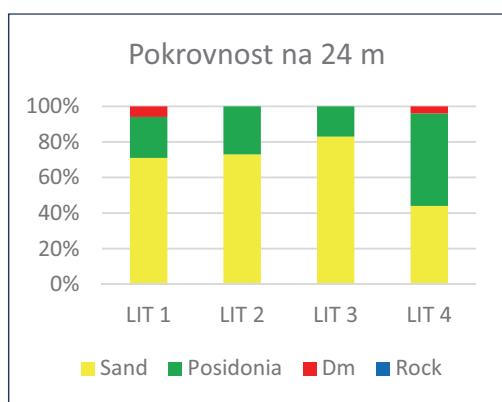
Transek br. 3

Livada na ovoj lokaciji počinje na 6 m a završava se regresivno na 25 m dubine. Gustina na donjem limitu i sredini livade je srednje vrijednosti i iznosi na donjem limitu 135 izdanaka/m² a u sredini 336 izdanaka/m² (Tabela 1.10). Međutim, na gornjem limitu gustina livade ima slabe vrijednosti (285 izdanaka/m²) a u nekim djelovima livade gustina je bila veoma.

Tabela 1.10. Gustine naselja posidonije, transek 3, Crni rt

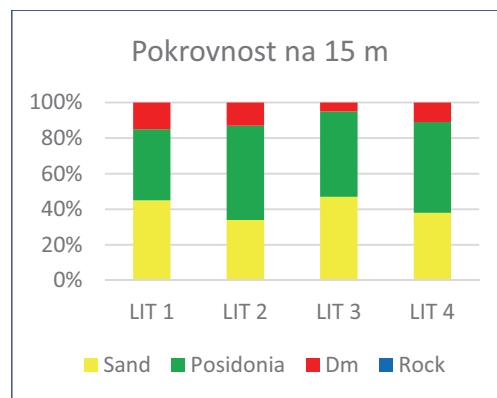
Dubina	24 m	15 m	7 m
Gustina izdanaka /m ²	106,25	206,25	318,75
	156,25	318,75	243,75
	112,5	418,75	318,75
	150	362,5	200
	162,5	262,5	293,75
	112,5	431,25	312,5
	162,5	300	293,75
	137,5	387,5	300
	112,5		
	Srednja vrijednost gustine /m ²	135	336

Pokrovnosti livade posidonije na ovom lokalitetu su prikazane u Graficima 1.13–1.15. Na sve tri dubine ima mrtvih rizoma, a najviše na srednjoj dubini. Na gornjem limitu posidonije značajan dio podloge je stjenovit i on nije obrastao posidonijom (Grafik 1.15). Konzervacioni indeksi (CI) na donjem i gornjem nivou pokazuju veoma dobre vrijednosti tj. 0,93 i 0,98 dok je CI na srednjem dijelu naselja dobar (0,81).



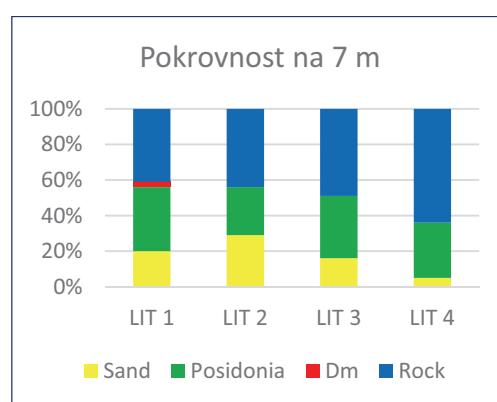
Grafik 1.13.

Pokrovnost naselja posidonije, donji limit 24 m, transek 3, Crni rt



Grafik 1.14.

Pokrovnost naselja posidonije, sredina 15 m, transek 3, Crni rt



Grafik 1.15.

Pokrovnost naselja posidonije, gornji limit 7 m, transek 3, Crni rt

Analiza stanja naselja posidonije na lokaciji Crni rt

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 bio osnovni cilj istraživanja u 2019. g. Nakon ovih istraživanja ispravljena je mapa distribucije naselja posidonije i izmjerene osnovne karakteristike livade koje su prikazane u Prilogu 2.

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

Evidentan je pritisak od strane ribara, neki napušteni ribarski alati kao i oštećeni rizomi posidonije nastali vjerovatno zbog sidrenja.

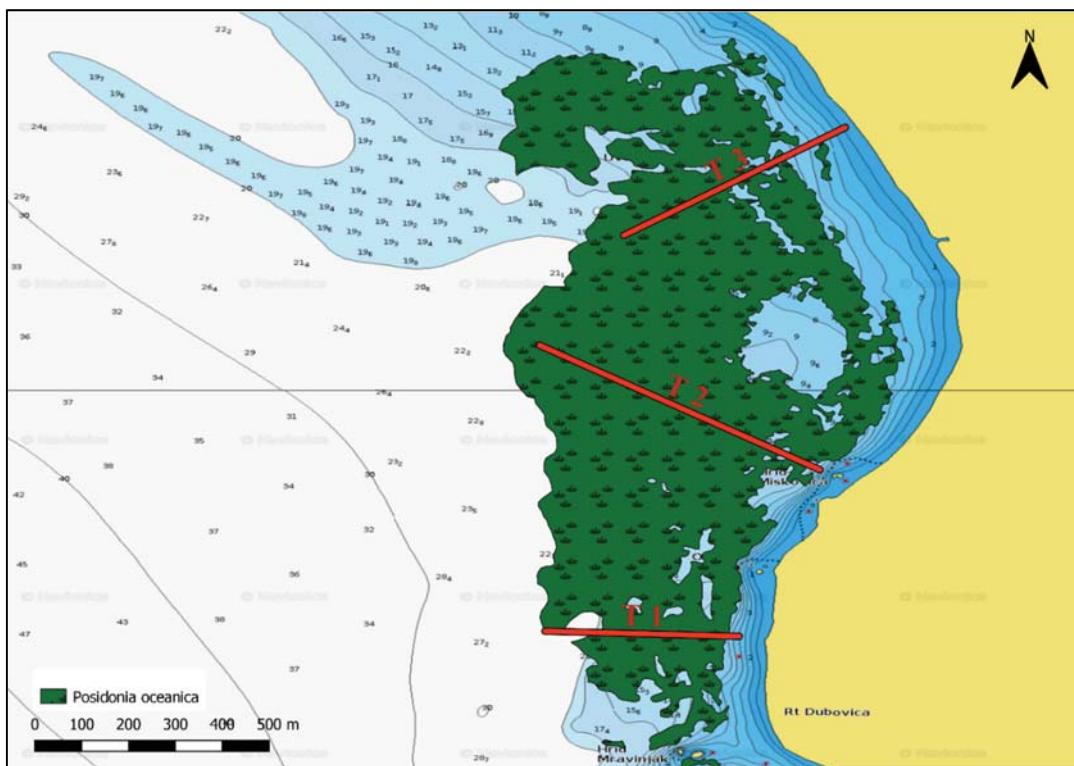
LOKACIJA BULJARICA

Transekti istraživani na ovoj lokaciji se nalaze na jugoistočnom dijelu uvale Buljarica i njihove pozicije su prikazane na Slici 1.5. Ovo područje skoro u potpunosti nije urbanizovano i bilo je predmet prethodnih istraživanja a najdetaljnije je bilo u cilju stvaranja zaštićenog područja u moru Katič (DFS, 2010). U tim istraživanjima (maj 2010.) jednokratno su rađena istraživanja osnovnih hidrografskih karakteristika CTD sondom kada nije bilo odstupanja od uobičajenih vrijednosti. Gustine naselja posidonije i karakteristike donjeg limita su tada praćene u sredini uvale Buljarica 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 u 2019. g. ranije nisu bili istraživani.

Na ovoj lokaciji je konstatovano prisustvo nekoliko zaštićenih vrsta dok invazivne vrste nisu konstatovane (Prilog 3).

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



Slika 1.5. Pozicije istraživanih transekata na lokaciji Buljarica

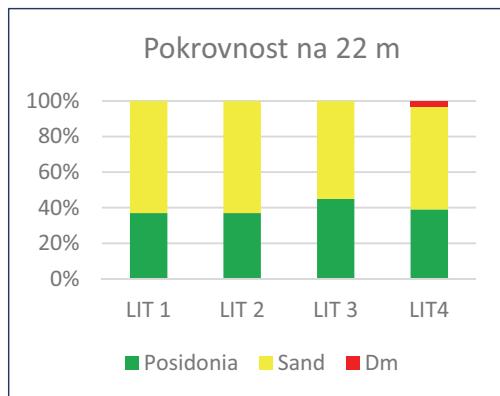
Transek br. 1

Istraživani transek br. 1 se nalazi u blizini rta Dubovica i livada posidonije na ovoj lokaciji počinje na 6 m a završava se regresivno na 22 m dubine i djelimično se mozaično nastavlja. Gustine naselja posidonije na ovoj lokaciji su prikazane u Tabeli 1.11. Samo na srednjoj dubini gustina je srednje dobra (255 izdanaka/ m^2) dok je na donjem i gornjem limitu slaba (117 i 406 izdanaka/ m^2).

Tabela 1.11. Gustine naselja posidonije, transek 1, Buljarica

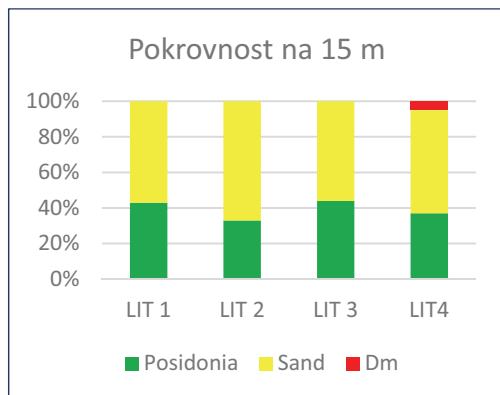
Dubina	22 m	15 m	7 m
Gustina izdanaka / m^2			
106,25	181,25	512,5	
87,5	243,75	468,75	
156,25	200	243,75	
118,75	300	487,5	
81,25	256,25	318,75	
100	400	462,5	
218,75	206,25	350	
68,75			
Srednja vrijednost gustine / m^2	117	255	406

Pokrovnost livada posidonije je prikazana na Graficima 1.16–1.18. Na sve tri lokacije je evidentna 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.



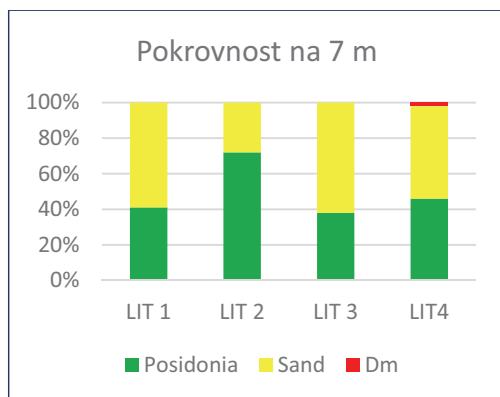
Grafik 1.16.

Pokrovnost posidonije, donji limit 22m, transek 1, Buljarica



Grafik 1.17.

Pokrovnost posidonije, sredina 15 m, transek 1, Buljarica



Grafik 1.18.

Pokrovnost posidonije, gornji limit 7 m, transek 1, Buljarica

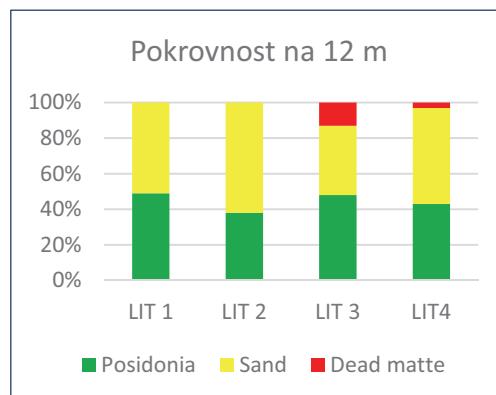
Transek br. 2

Drugi istraživani transek je imao središnju poziciju i nije nađena pozicija završavanja livade posidonije jer se nalazi veoma daleko od obale. Iz tog razloga u Tabeli 1.12. su prikazane gustine livade za dvije ispitivane dubine. Na 12 m dubine gustina je bila slaba tj. 224 izdanka/m² dok je na gornjem limitu livade posidonije, na 8 m dubine bila srednje vrijednosti, 427 izdanaka/m². Ovdje treba naglasiti da je na gornjem limitu gustina livade značajno varirala i kretala se od dobre pa sve do veoma slabe.

Tabela 1.12. Gustina livade posidonije, transek 2, Buljarica

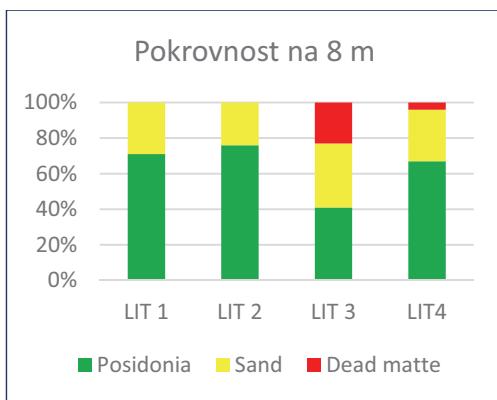
Dubina	12 m	8 m
Gustina izdanaka /m ²	200	368,75
	175	331,25
	325	381,25
	256,25	431,25
	200	612,5
	250	556,25
	181,25	237,5
	206,25	493,75
Srednja vrijednost gustine /m ²	224	427

Pokrovnost livade posidonije na ovom transekstu je prikazana u Graficima 1.19 i 1.20. Pješčana podloga ima značajnog udjela, ali nažalost ima i mrtvih rizoma posidonije. Konzervacioni indeks na 12 m je veoma dobar tj. 0,93 dok je na 8 m 0,89 tj. dobar.



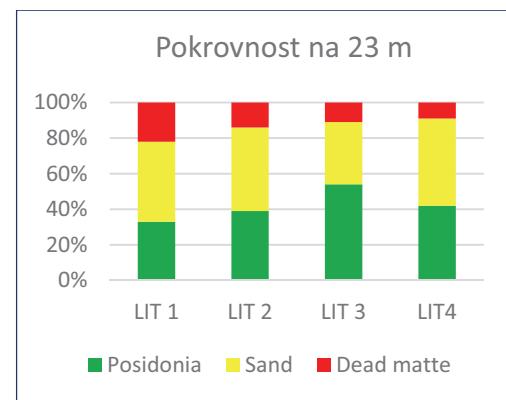
Grafik 1.19.

Pokrovnost posidonije, sredina 12 m, transek 2, Buljarica



Grafik 1.20.

Pokrovnost posidonije, gornji limit 8 m, transekt 2, Buljarica



Grafik 1.21.

Pokrovnost posidonije, donji limit 23 m, transekt 3, Buljarica

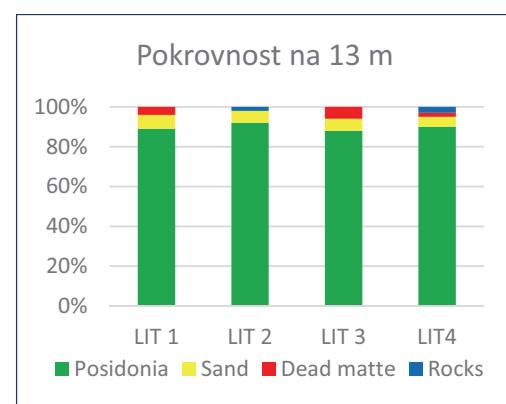
Transektni br. 3

Treći istraživani transekt na lokaciji Buljarica se nalazi u centralnom dijelu uvale (Slika 1.5). Na ovom dijelu livada posidonije se završava regresivno na 23 m dubine. Srednja vrijednost gustine na donjem limitu je 133 izdanaka/m² što predstavlja slabu gustinu. Takođe slaba gustina je bila i na gornjem limitu (409 izdanaka/m²) dok je u sredini livade gustina bila srednja tj. 367 izdanaka/m² (Tabela 1.13).

Tabela 1.13. Gustina naselja posidonije, transekt 3, Buljarica

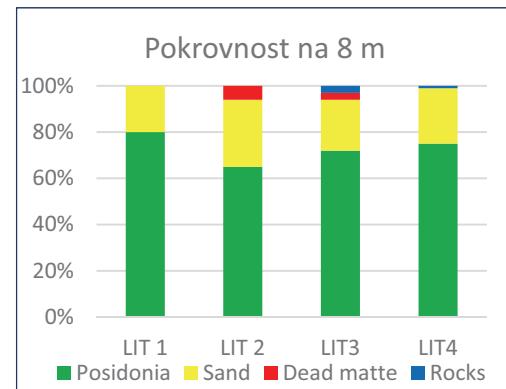
Dubina	23 m	13 m	8 m
Gustina izdanaka /m ²	118,75	368,75	287,5
	162,5	456,25	406,25
	137,5	318,75	387,5
	156,25	325	500
	131,25	343,75	456,25
	112,5	337,5	418,75
	118,75	431,25	
	125	356,25	
Srednja vrijednost gustine /m ²	133	367	409

Pokrovnost livada posidonije je prikazana na Graficima 1.21–1.23. Na donjem limitu uočljivi su djelovi mrtvih rizoma (Grafik 1.21), dok je to u pličim 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.



Grafik 1.22.

Pokrovnost posidonije, sredina, 13 m, transekt 3, Buljarica



Grafik 1.23.

Pokrovnost posidonije, gornji limit 8 m, transekt 3, Buljarica

Na lokaciji Buljarica značajan dio livada posidonije je mozaičnog karaktera i iako mjestimično ima mrtvih rizoma ukupan konzervacioni indeks je veoma dobar, tj. 0,93.

Analiza stanja naselja posidonije na lokaciji Buljarica

I za ovo područje ne postoji precizna mapa staništa tako da je ovim istraživanjem ona poboljšana ali bi svakako trebalo uraditi dodatna istraživanja kako bi se na nekim djelovima

ZAKLJUČAK

Uslovi spoljašnje sredine za razvoj livada morske trave *Posidonia oceanica* u Jadranskom moru su drugačiji nego u ostalom dijelu Sredozemnog mora. Također, unutar samog Jadrana ekološki su uvjeti različiti, a pogotovo na pojedinim vrlo specifičnim lokalitetima. Takvi lokaliteti, premda nisu pod mjerljivim antropogenim utjecajem, 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 1.14). Najbolje vrijednosti su bile na lokaciji Crni rt (Prilog 2) i to na srednjim dubinama gdje je gustina bila dobra a na donjem i gornjem limitu su bile srednje gustine prema klasifikaciji u Tabeli 1.2. Zatim slijedi lokacija Buljarica (Prilog 3) 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 (Prilog 1) 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 ide u prilog razvoju livada posidonije tj. to su faktori koji limitiraju dubinsku distribuciju i razvoj gustih livada posidonije.

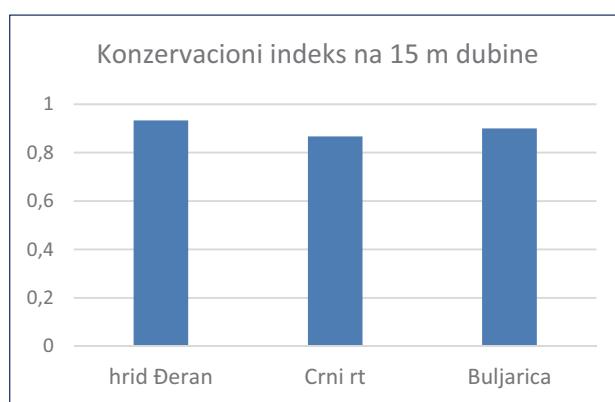
U pogledu konzervacionog indeksa (CI) vrijednosti za srednje dubine su prikazane u Grafiku 1.24. Na lokaciji Crni rt ovaj indeks je bio dobar dok je na ostale dvije lokacije veoma dobar. Ovo je veoma dobar pokazatelj ukupnog stanja i pritisaka na livade posidonije tako da se može zaključiti da je ukupno stanje dobro. Ipak treba imati na umu kumulativne efekte koji se intenziviraju kako prostorno tako i vremenski pa bi trebalo sprovoditi dalje mјere na praćenju ovih zaštićenih staništa ali i sprovоđenju mјera za njihovo očuvanje, te kažnjavanju prekršioца i edukaciji.

uvale Buljarica jasno definisao donji limit livada posidonije. 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.

Niže vrijednosti gustoća od očekivanih prema klasifikaciji u Tabeli 1.2, posljedica su najvjerojatnije lokalnih ekoloških uvjeta, a ne antropogenog djelovanja. To je vidljivo i iz podataka konzervacionog indeksa koji pokazuje da ne postoji ili je minimalno odumiranje pojedinačnih biljaka posidonije, Samim time, nije optimalno primijeniti kategorije tabele gustoće (Tabela 1.2) za davanje ocjene stanja livade. Kod ovakvih je lokaliteta potrebno uzeti mjerene podatke kao nulto stanje, te pratiti moguće promjene.

Tabela 1.14. Sumarne srednje vrijednosti gustina livada posidonije na srednjoj dubini (15 m)

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



Grafik 1.24.
Konzervacioni indeksi livada posidonije na 3 ispitivane lokacije

EO1

BIODIVERZITET:

KORALIGENE

ZAJEDNICE

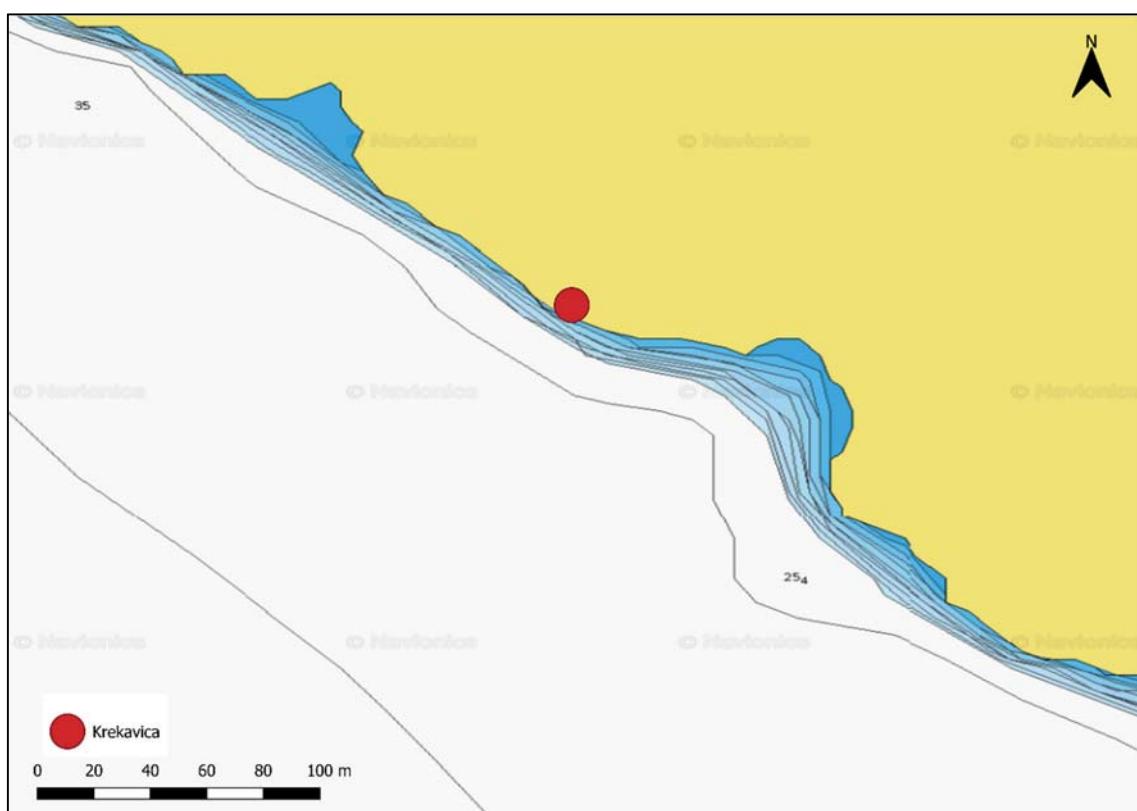
KORALIGENA STANIŠTA

Analiza stanja i sastava koraligenih zajednica u crnogorskom podmorju obuhvatila je 3 lokaliteta na otvorenom moru. Lokalitet pećina Velika Krekavica je smješten u budućoj MPA zoni Platamuni i predstavlja vertikalni tip rasprostranjenosti ovog tipa staništa (Slika 2.1). Za ovu lokaciju postoji izvjesna količina podataka o biodiverzitetu pećine koji su dobijeni tokom istraživanja sprovedenog kroz MedKeyhabitats projekat (RAC/SPA-UNEP/MAP, 2016).

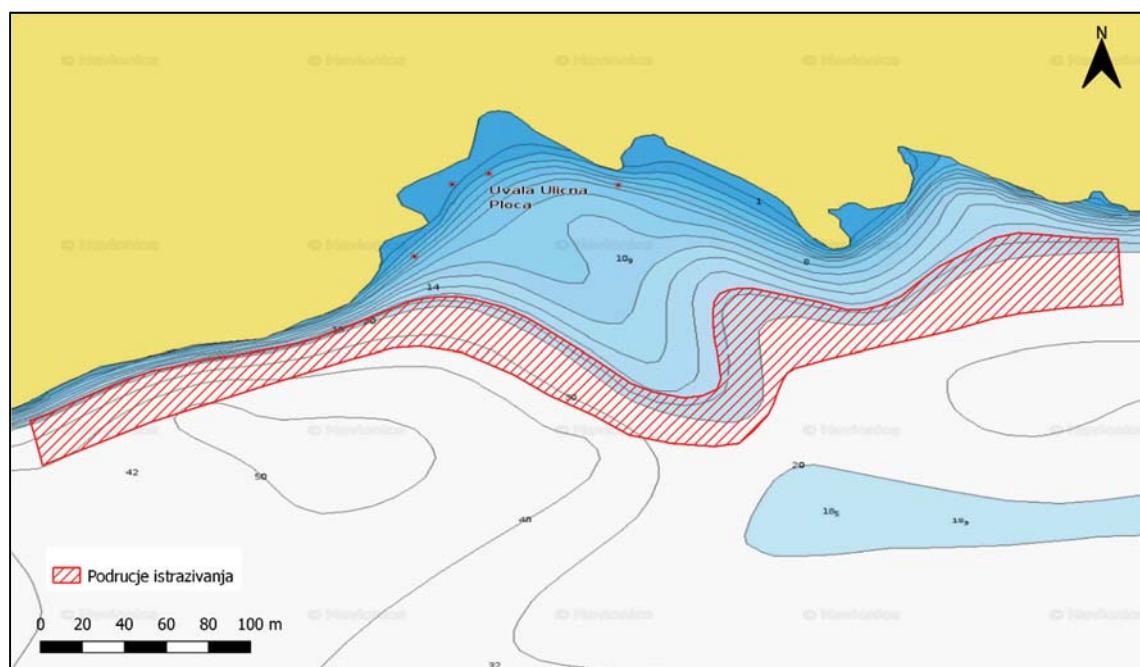
Lokaliteti rt Mačka i puncta Veslo nalaze se na poluostrvu Luštica (Slika 2.2, 2.3). Morsko dno se od kamenite obale

spušta blago prema dubini od oko tridesetak metara gdje čvrsta podloga prelazi u meku muljevit-pjeskovitu. Na području Ponta Veslo zastupljen je 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.

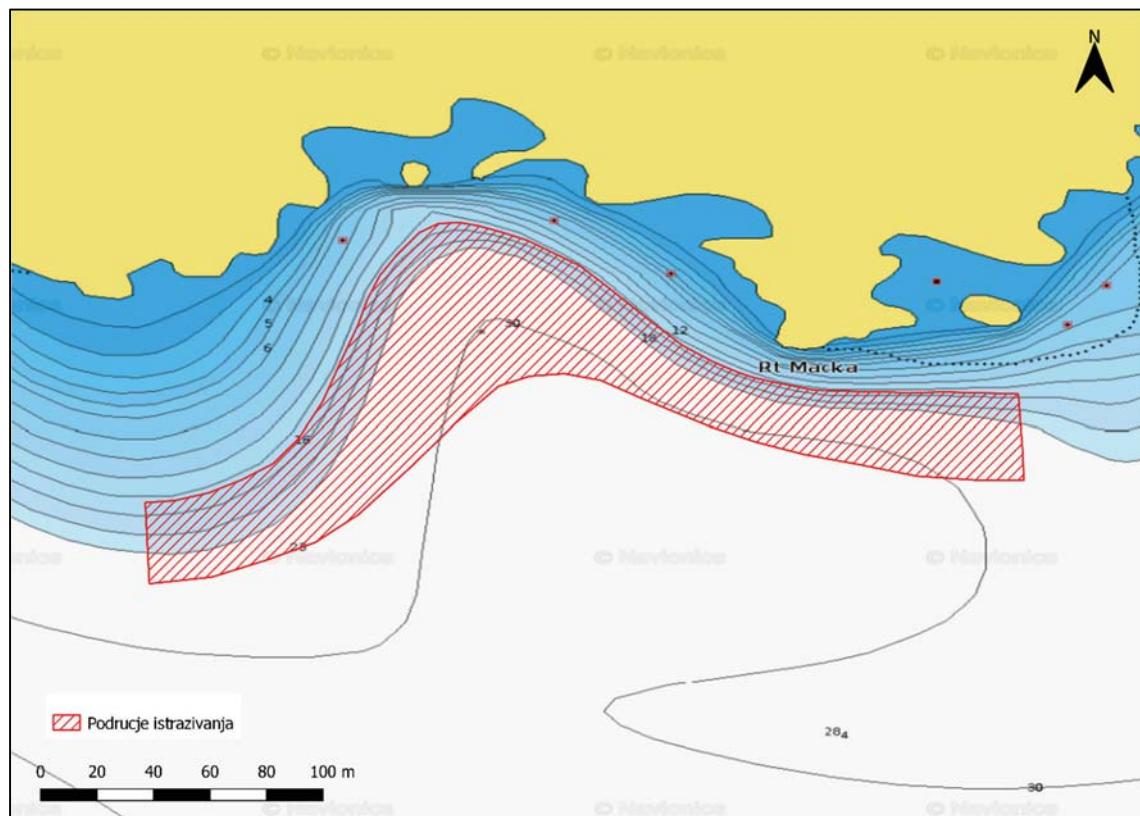
Istraženo područje na lokalitetu rt Mačka je obuhvatilo sub-horizontalno razvijeno koraligeno stanište (Slika 2.3).



Slika 2.1. Lokalitet Velika Krekavica



Slika 2.2. Lokalitet Punta Veslo



Slika 2.3. Lokalitet rt Mačka

MATERIJAL I METODE

Cilj preduzetih aktivnosti je uspostavljanje Integralnog programa praćenja i procjene stanja mora Crne Gore s konačnim ciljem postizanja/održavanja dobrog stanja okoline. Terenska istraživanja su organizovana u skladu s ekološkim ciljevima i njihovim usuglašenim pokazateljima i usaglašenim pokazateljima Integralnog programa praćenja i procjene stanja mora (IMAP).

Kao što je predloženo u Nacionalnom monitoring programu proučavanje koraligenih staništa je rađeno po Garrabou *et al.*, (2014). S obzirom da se po prvi put radi po ovoj metodi ovo predstavlja njen testiranje u uslovima crnogorskog primorja jer je ovaj metod modifikovan i prilagođen hrvatskom primorju.

Istraživanja su sprovedena metodom autonomnog ronjenja u periodu od jula do septembra 2019. godine.

Monitoring je baziran na utvrđivanju nekoliko parametara koji su se prikupili korišćenjem fotokvadrata.

Parametar: sastav i abundancija vrsta

Na svakom lokalitetu su rađene tri serije fotografija na taj način što je na istoj dubini u ramu dimenzija 0,5 x 0,5 m (0,25 m²) fotografisano 10 kvadrata koji su služili za laboratorijsku kvalitativnu analizu vrsta kao i kvantitativno određivanje zastupljenosti (% pokrovnost) ciljanih vrsta (Slika 2.4) u svrhu određivanja kompleksnosti staništa.

U laboratorijskim uslovima se na osnovu fotokvadrata može odrediti prisustvo vrsta koje spadaju u različite kategorije kao što su biokonstruktori i bioerodersi.

Parametar: stepen kompleksnosti koralgenskog staništa

U cilju određivanja kompleksnosti staništa fokusirali smo se na tri osnovna sloja: donji (osnovni), srednji i gornji (erektilni).

Za prikupljanje podataka o kompleksnosti staništa postavljen je horizontalni transekt u dužini od 10 x 1 m i mjerena je broj kolonija prisutnih vrsta koje su bile više od 15 cm za preračunavanje gornjeg (erektilnog) sloja. Za

izračunavanje kompleksnosti donjeg i srednjeg sloja duž tog istog transekta pravljena je serija fotokvadrata i onda se u laboratorijskim uslovima radilo preračunavanje pokrovnosti vrsta do 15 cm visine za srednji sloj i vrsta koje obraštaju podlogu za određivanje osnovnog (donjeg) sloja. S obzirom da na sve tri izabrane lokacije nije bio prisutan treći erektilni sloj, odnosno organizmi dimenzija iznad 15 cm podaci su dati za bazalni i srednji sloj.

Parametar: utjecaj različitih pritisaka na stanište

Za utvrđivanje stepena uticaja na stanište sagledavalo se prisustvo ribolovnog alata, sedimentacije, prisustvo mucilogenih agregacija i invazivnih vrsta.

Prisustvo ribolovnog alata je određivano metodom vizuelnog cenzusa odnosno direktnim zapažanjem da li postoji ribolovni alat i koja vrsta je prisutna. Ako postoji mreža ili najlon trebalo bi izmjeriti njenu dužinu. Na osnovu broja ribolovnih alata na istraženom području postoje sledeće kategorije:

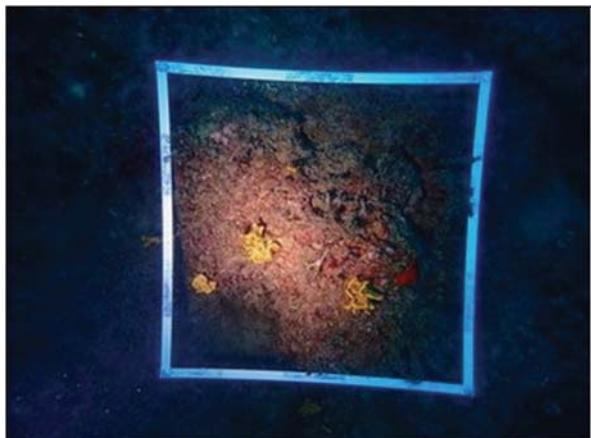
Kategorija	Ukupan broj ribolovnih alata
Nisko	0
Srednje	1 – 5
Visoko	> 5

Sedimentacija se procjenjuje sa fotokvadrata.

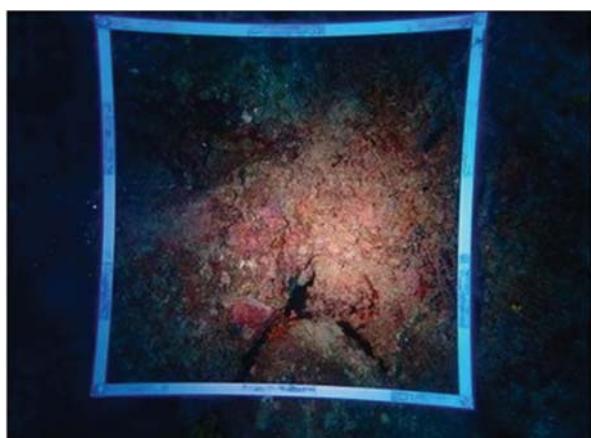
Mucilogene (želatinozne) skupine se određuju vizuelnim cenzusom duž transekta. Na osnovu količine prisutne mase mogu se odrediti sledeće kategorije:

- Kategorija 0 (nula): 0% pokrivenosti transekta;
- Kategorija 1 (niska): niska gustina u bazalno-središnjem sloju/ili u gornjem sloju;
- Kategorija 2 (srednja): visoka gustina ili u bazalno-središnjem sloju ili u gornjem sloju;
- Kategorija 3 (visoka): visoka gustina kako u u bazalno-središnjem sloju tako i u gornjem sloju.

Prisustvo invazivnih vrsta se može odrediti pomoću fotokvadrata kao i njihova zastupljenost.



Pokrovnost zaštićenih vrsta sunđera 2,8%



Algae: *Palmophyllum crassum, Peyssonnelia rubra, Peyssonnelia rosa-marina, Osmundaria volubilis*

Porifera: *Crambe crambe, Axinella damicornis*



Pokrovnost zaštićenih vrsta sunđera 1,2%

Algae: *Peyssonnelia rubra, Peyssonnelia rosa-marina, Mesophyllum expansum, Lithophyllum stictaeforme*

Porifera: *Crambe crambe*

Crvi: *Hermodice carunculata*

Briozoa: *Myriapora truncata*

Algae: *Peyssonnelia rubra, Peyssonnelia rosa-marina, Mesophyllum expansum, Osmundaria volubilis*

Porifera: *Axinella damicornis, Axinella verrucosa*

Slika 2.4. Prikaz kompozicije fotokvadrata i identifikovane vrste

Odstupanje od metodologije

Na lokalitetu pećina Velika Krekavica zbog ograničenog prostora fotografisanje unutar kvadrata je rađeno na tri dubine (17, 19 i 21 metar) dok je na lokalitetima Punta Veslo i rt Mačka istraživanje u kvadratima obuhvatilo 3

serije po 10 kvadrata na površini približno 20 x 5 metara u rasponu dubine od 28-35 m.

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

Analiza obraštaja unutar fotokvadrata je obuhvatila određivanje vrsta do najnižeg nivoa koliko je moguće (Slika 2.4).

Dalja obrada podataka je podrazumijevala primjenu tehnike koja će omogućiti preračunavanje pokrovnosti ciljanih vrsta unutar fotokvadrata. Analize su rađene pomoću Adobe Photoshop programa (Slika 2.5).

Početak od sirovih slika fotokvadrata, detaljna procedura u Photoshopu je sledeća:

- treba podesiti svjetlost, kontrast, sjenke na slici i perspektivu.
- preimenovati sliku kako bi odgovarala broju kvadrata.
- odabrati (Select) dio slike unutar kvadrata i isjeći ga (Crop) (Slika 2.5a).

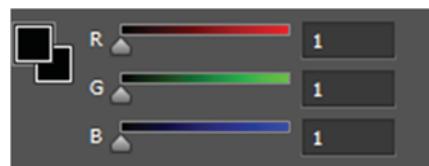
- izabrati “Brush tool” sa oštrim ivicama, izabrati bijelu boju ($R=255, G=255, B255$), podesiti veličinu Brush toola kako bi prekrila površinu koju zauzima taksonomska vrsta (Slika 2.5b).
- izabrati sve bijele površine korišćenjem “Magic Wand tool”, izabrati “zero tolerance”, i kliknuti na bijelu površinu kako bi se odabrale sve bijele površine na slici. (Slika 2.5b).
- invertovati selektovanu površinu (invert selection ($Ctrl+Shift+I$)).
- izabrati “Brush tool” podesiti crnu boju ($R=0, G=0, B=0$), podesiti veličinu i obojati sve ne bijele površine (Slika 2.5c).
- pomutiti cijelu površinu koristeći “Blur filter” na “Average” kako bi cijela površina postala manje-više nijansa sive boje, u zavisnosti od količine bijele boje.



Slika 2.5. a. Unutrašnjost kvadrata b. Bijelom bojom su označene ciljane (zaštićene) vrste c. Preračun procentualne pokrovnosti određene vrste

- Iz paleta boja se može pročitati dobijena nijansa sive boje. Korišćenjem “Eyedropper tool” uzorkovati dobijenu sivu boju i pročitati na paleti (boja će varirati na skali od 0–255) (Slika 2.6).
- Broj koji je dobijen na paleti je jednak za tri primarne boje i predstavlja količinu bijele boje prisutne u dobijenoj slici, drugim riječima predstavlja procenat površine koju zauzima taksonomska vrsta.

- Korišćenjem proste proporcije možemo izračunati procenat i površinu. (Korišćenjem formule $X=1/255*100$, $X=0,4$, što znači da bijela površina zauzima 0,4% unutar okvira).
- U koliko se procenat prikazuje na 1 m^2 dovoljno je uzeti procenat od ukupne površine, u koliko se rezultat prikazuje u površini okvira onda se može primijeniti formula (procenat * površina okvira) ($0,004 * 0,25\text{ m}^2 = 0,001\text{ m}^2$).



Slika 2.6. Paleta boja

REZULTATI

PEĆINA VELIKA KREKAVICA

Istraživanje sastava koraligene zajednice je obuhvatilo unutrašnjost pećine koja je išla do 25 m dubine i predstavlja okomit, vertikalni zid. Fotokvadrati su pravljeni na dubinama od 17, 19 i 21 metra. Analiza svih

vrsta na osnovi sakupljenih fotokvadrata prisutnih u unutrašnjosti pećine Velika Krekavica je prikazana u Tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Lista identifikovanih vrsta unutar pećine Velika Krekavica baziranih na sakupljenim fotokvadratima (**bold** = zaštićene vrste)

Grupa	Vrsta
Alge	<i>Peyssonnelia rubra</i>
	<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>
	<i>Mesophyllum expansum</i>
	<i>Palmostylium crassum</i>
	<i>Corallina elongata</i>
Sunderi	<i>Acanthella acuta</i>
	<i>Agelas oroides</i>
	<i>Aplysina cavernicola</i>
	<i>Axinella damicornis</i>
	<i>Axinella verrucosa</i>
	<i>Chondrosia reniformis</i>
	<i>Clathrina clathrus</i>
	<i>Haliclona fulva</i>
	<i>Haliclona mucosa</i>
	<i>Dysidea fragilis</i>
	<i>Dysidea avara</i>
	<i>Ircinia sp.,</i>
	<i>Petrosia ficiformis</i>
	<i>Phorbas tenacior</i>
	<i>Scalarispongia scalaris</i>
	<i>Spirastrella cunctatrix</i>
	<i>Terpios fugax</i>
	<i>Sarcotragus foetidus</i>

Grupa	Vrsta
Žarnjaci	<i>Leptopsammia pruvoti</i>
	<i>Polycyathus muellerae</i>
	<i>Madracis pharensis</i>
	<i>Eudendrium sp.,</i>
Člankoviti crvi	<i>Filograna sp.</i>
	<i>Protula sp</i>
	<i>Hermodice carunculata</i>
	<i>Serpula vermicularis</i>
Mekušci	<i>Roccellaria dubia</i>
	<i>Serpulorbis arenarius</i>
	<i>Lithophaga lithophaga</i>
Briozoe	<i>Adeonella calveri</i>
	<i>Reteporella sp.,</i>
	<i>Pentapora fascialis</i>
	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>
	<i>Myriapora truncata,</i>
	<i>Crisia sp.,</i>
	<i>Smittina cervicornis</i>
Bodljokošci	<i>Ophidiaster ophidianus</i>
	<i>Hacelia attenuata</i>
	<i>Holothuria sanctiori</i>
	<i>Ophiotrix fragilis</i>
	<i>Paracentrotus lividus</i>
Tunikati	<i>Diplosoma spongiforme</i>
	<i>Halocynthia papillosa</i>

Ukupno je identifikovano 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 sunđer *Sarcotragus foetidus* koji je bio prisutan u kvadratima na dubini od 21 metra kao i žarnjak *Leptopsammia pruvoti* koji je bio prisutan u svim kvadratima na svim dubinama i

definitivno je dominantna vrsta. Analiza pokrovnosti zaštićenih vrsta u fotokvadratima je pokazala da je najveća površina pokrivena ciljanim vrstama bila na dubini od 19 metara zahvaljujući prisustvu *L. pruvoti* (Tabela 2.2).

Sagledavanje kompleksnosti koraligenog staništa rađeno je kroz analizu slojeva. Pokrovnost baznog i srednjeg sloja je sagledano kroz računanje njihovog procentualnog učešća u kvadratima (Tabela 2.3). S obzirom da u pećini

nijesu bile zastupljene erektilne 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 pokrovnost iznosila 100%. Što se tiče prisustva bioerodera tj. organizama koji razaraju koraligenu podlogu zabilježeno je prisustvo *R. dubia* sa veoma niskom zastupljenosti.

Analiza pritisaka na stanište je pokazala potpuno odsustvo ribolovne opreme dok je stepen sedimentacije bio neznatan i to na dubini od 21 metra (Slika 2.7). Sedimentacija je bila veoma ograničena i izgleda kao da ne predstavlja prijetnju za koraligenu zajednicu. Na istraženom području nije zabilježeno prisustvo muciligenih agregacija.

Tabela 2.2. Fotokvadrati-podaci o kvantitativnoj pokrovnosti (%) ciljanih vrsta (zaštićenih sunđera i zaštićenih žarnjaka) na lokalitetu Velika Krekavica

17 m	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	Srednja vrijednost
Sundjeri	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,4	0,12
Žarnjaci	0,8	0,8	1,2	2	2,4	1,2	1,6	1,6	1,2	1,6	1,44
19 m	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	Srednja vrijednost
Sundjeri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Žarnjaci	1,6	6	6,4	6,8	7,6	2	5,2	11,6	3,2	3,6	5,4
21 m	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	Srednja vrijednost
Sundjeri	0	0	0	2	0	0	0	0	5,2	0,4	0,76
Žarnjaci	2	2,8	1,2	1,2	2	0,8	0,8	2	0,8	0,4	1,4

Tabela 2.3. Fotokvadrati-podaci o pokrovnosti (%) baznog i središnjeg sloja na lokalitetu Velika Krekavica

17 m	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	83,5	85,5	87	88,2	82,4	87	89,8	90,6	91,4	89,8	87,54
Srednji sloj	16,5	14,5	13	11,8	17,6	13	10,2	9,4	8,6	10,2	12,46
19 m	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	93,5	94,3	94,9	95,4	93,1	94,9	96	96,3	96,6	96	95,1
Srednji sloj	6,5	5,7	5,1	4,6	6,9	5,1	4	3,7	3,4	4	4,9
21 m	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	91,8	91	87,1	85,5	92,2	89,8	82	87,5	84,3	90,2	88,14
Srednji sloj	8,2	9	12,9	14,5	7,8	10,2	18	12,5	15,7	9,8	11,86



Slika 2.7. Tragovi sedimentacije na dubini 21 m na lokalitetu Velika Krekavica

Ponta Veslo

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 metara. Determinacija vrsta iz fotokvadrata te *in situ* zabilježene vrste duž istraženog transekta pokazane su u Tabeli 2.4.

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 pokrovnosti 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 sunđerima 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 pokrovnost. Kao predstavnik korala bila je prisutna vrsta *Leptopsammia pruvoti*.

Analiza kompleksnosti koraligena na području Ponta Veslo je pokazala složenost bazalnog i intermediarnog sloja dok je erektilni sloj u potpunosti odsustvovan (Tabela 2.6). Izražajna je kompleksnost primarnog sloja koja je iznosila preko 99% na sva tri transekta dok je pokrovnost srednjeg sloja bila veoma niska.

Tabela 2.4. Lista identifikovanih vrsta na lokalitetu Ponta Veslo dobijenih iz fotokvadrata i *in situ* zabilježene vrste duž istraženog transekta
(**bold** = zaštićene vrste, * = invazivne vrste)

Grupa	Vrsta
Alge	<i>Peyssonnelia rubra</i>
	<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>
	<i>Mesophyllum expansum</i>
	<i>Palmophyllum crassum</i>
	<i>Corallina elongata</i>
	<i>Peyssonnelia squamaria</i>
	<i>Acetabularia acetabulum</i>
	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Codium bursa</i>
	<i>Osmundaria volubilis</i>
	<i>Gloiocladia repens</i>
	<i>Lithophyllum stictaeforme</i>
	<i>Zanardinia typus</i>
	<i>Caulerpa cylindracea</i> *
Sundjeri	<i>Acanthella acuta</i>
	<i>Agelas oroides</i>
	<i>Aplysina cavernicola</i>
	<i>Axinella damicornis</i>
	<i>Axinella verrucosa</i>
	<i>Chondrosia reniformis</i>
	<i>Crambe crambe</i>
	<i>Clathrina clathrus</i>
	<i>Haliclona fulva</i>
	<i>Haliclona mucosa</i>
	<i>Ircinia</i> sp.,
	<i>Petrosia ficiformis</i>
	<i>Phorbas tenacior</i>
	<i>Scalarispongia scalaris</i>
	<i>Spirastrella cunctatrix</i>
	<i>Terpios fugax</i>
	<i>Sarcotragus foetidus</i>

Grupa	Vrsta
Žarnjaci	<i>Leptopsammia pruvoti</i>
	<i>Cerianthus membranaceus</i>
	<i>Eudendrium</i> sp.,
	<i>Madracis pharensis</i>
	<i>Polygyathus muellerae</i>
Člankoviti crvi	<i>Filograna</i>
	<i>Protula</i> sp
	<i>Hermodice carunculata</i>
	<i>Serpula vermicularis</i>
Mekušci	<i>Rocellaria dubia</i>
	<i>Lithophaga lithophaga</i>
	<i>Serpulorbis arenarius</i>
Zglavkari	<i>Palinurus elephas</i>
Briozoe	<i>Adeonella calveri</i>
	<i>Schizoporella errata</i> ,
	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>
	<i>Myriapora truncata</i> ,
	<i>Schizomavella mamillata</i> ,
Bodljokošci	<i>Ophidiaster ophidianus</i>
	<i>Hacelia attenuata</i>
	<i>Ophiotrix fragilis</i>
	<i>Paracentrotus lividus</i>
Tunikati	<i>Halocynthia papillosa</i>

Tabela 2.5. Kvantitativna pokrovnost (%) ciljanih vrsta (zaštićenih vrsta sunđera i zaštićenih vrsta žarnjaka) dobijena analizom fotokvadrata sakupljenih na lokaciji Punta Veslo

30 m	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	Srednja vrijednost
Sundari	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,4	0,4	0,12
Žarnjaci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32 m	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	Srednja vrijednost
Sundari	0	0	0	0,4	0,4	0,4	0	0,4	0	0	0,16
Žarnjaci	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04
35 m	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	Srednja vrijednost
Sundari	0	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0,4	2,4	0,36
Žarnjaci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,04

Tabela 2.6. Fotokvadrati-podaci o pokrovnosti (%) baznog i središnjeg sloja na lokaciji Punta Veslo

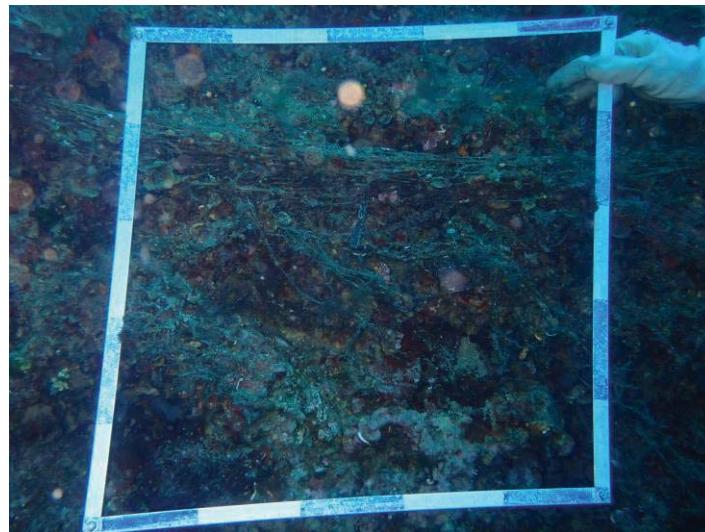
28 m	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	100	100	100	99,5	100	100	100	100	99,5	99	99,8
Srednji sloj	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0,5	0,15
32 m	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	99,5	100	97,5	100	99,5	99,5	100	99,5	100	100	99,55
Srednji sloj	0,5	0	2,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0,45
34 m	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	99,5	99,5	100	100	100	100	100	100	99,5	97	99,55
Srednji sloj	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	3	0,45

Zastupljenost biokonstruktora je bila velika naročito iz grupe algi. Velika pokrovnost 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 pritisaka 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 (Slika 2.8).

Sedimentacija je bila prisutna na terenu, ali u mjeri koja 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 radena.



Slika 2.8. Ribarska mreža koja se proteže preko istražene lokacije Punta Veslo

Rt Mačka

Teren na kojemu je rađeno istraživanje se spušta do 33 m dubine i na toj dubini čvrsta podloga prelazi u pjeskovito-muljevitu mekanu podlogu. Fotokvadrati su pravljeni u rasponu dubine od 28-33 metra. Čvrsta podloga obrasla

kalcifikovanim algama se blago spuštala na toj dubini tako da je položaj kvadrata bio sub-horizontalan. Analiza vrsta je pokazala sledeće:

Tabela 2.7. Lista identifikovanih vrsta na lokalitetu rt Mačka dobijenih iz fotokvadrata i *in situ* zabilježene vrste duž istraženog transekta
(**bold** = zaštićene vrste, * = invazivne vrste)

Grupa	Vrsta
Alge	<i>Peyssonnelia rubra</i>
	<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>
	<i>Mesophyllum expansum</i>
	<i>Palmophyllum crassum</i>
	<i>Corallina elongata</i>
	<i>Peyssonnelia squamaria</i>
	<i>Acetabularia acetabulum</i>
	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Codium bursa</i>
	<i>Osmundaria volubilis</i>
	<i>Gloiocladia repens</i>
	<i>Zanardinia typus</i>
	<i>Lithophyllum stictaeforme</i>
	<i>Padina pavonica</i>
	<i>Caulerpa cylindracea</i> *
	<i>Womersleyella setacea</i> *
Sundari	<i>Agelas oroides</i>
	<i>Axinella damicornis</i>
	<i>Axinella verrucosa</i>
	<i>Crambe crambe</i>
	<i>Haliclona mucosa</i>
	<i>Cliona viridis</i> ,,
	<i>Petrosia ficiformis</i>
	<i>Phorbas tenacior</i>
	<i>Spirastrella cunctatrix</i>

Grupa	Vrsta
Žarnjaci	<i>Cerianthus membranaceus</i>
	<i>Eudendrium</i> sp.,
Člankoviti crvi	<i>Filograna</i>
	<i>Protula</i> sp
	<i>Hermodice carunculata</i>
	<i>Serpula vermicularis</i>
Mekušci	<i>Rocellaria dubia</i>
	<i>Lithophaga lithophaga</i>
	<i>Serpulorbis arenarius</i>
	<i>Conus ventricosus</i>
Briozoe	<i>Adeonella calveri</i>
	<i>Myriapora truncata</i> ,
	<i>Schizomavella mamillata</i> ,
Bodljokošci	<i>Ophidiaster ophidianus</i>
	<i>Hacelia attenuata</i>
	<i>Paracentrotus lividus</i>
	<i>Sphaerechinus granularis</i>
Tunikati	<i>Halocynthia papillosa</i>

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 dok su *Caulerpa cylindracea* i *Womersleyella setacea* invazivne vrste koje su dominirale istraženim područjem.

Pokrovnost zaštićenih vrsta je bila izuzetno mala zbog dominacije algi (Tabela 2.8). Najveća ukupna pokrovnost ciljnih vrsta bila je u prvoj seriji fotokvadrata. Kao jedina

vrsta sunđera koja je na listama zaštićenih zastupljen je *Axinella damicornis*.

Analiza kompleksnosti koraligena na području rta Mačka je pokazala složenost bazalnog i intermedijarnog sloja dok je erektilni sloj u potpunosti odsustvovao (Tabela 2.9). 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.

Tabela 2.8. Fotokvadrati-podaci o kvantitativnoj pokrovnosti (%) ciljnih vrsta (zaštićenih sunđera) na lokalitetu rt Mačka

28 m	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	Srednja vrijednost
Sundžeri	2,8	0	1,2	1,2	1,2	1,6	1,2	3,2	0	5,2	1,76
30 m	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	Srednja vrijednost
Sundžeri	0	0,4	0	1,6	0,4	0	0,4	0	0,4	0,4	0,36
33 m	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	Srednja vrijednost
Sundžeri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 2.9. Fotokvadrati-podaci o pokrovnosti (%) baznog i središnjeg sloja na lokalitetu rt Mačka

30 m	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	93,2	99,6	95,6	82,4	90,4	93,6	90,8	78,8	84,4	81,2	89
Srednji sloj	6,8	0,4	4,4	17,6	9,6	6,4	9,2	21,2	15,6	18,8	11
32 m	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	88	98,4	87,6	93,6	93,2	95,6	96	94,8	97,2	89,6	93,4
Srednji sloj	12	1,6	12,4	6,4	6,8	4,4	4	5,2	2,8	10,4	6,6
33 m	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	Srednja vrijednost
Bazalni sloj	88,4	7,2	10,8	19,2	17,2	16,4	11,2	19,2	23,2	67,6	28,04
Srednji sloj	11,6	92,8	89,2	80,8	82,8	83,6	88,8	80,8	76,8	32,4	71,96

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 bioerodersa 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 gledan

ovoliko prisustvo bioerodersa ne može značajno da utiče na degradabilne procese u zajednici.

Tokom obilaska područja primijećeno je prisustvo ostataka ribolovnog alata prvenstveno ribarske mreže koja je prekrivala desetak m² terena (Slika 2.9). Na osnovu brojnosti ribolovnih alatki možemo reći da spada u kategoriju srednje (Garrabou *et al.*, 2014).



Slika 2.9. Ribarska mreža koja se proteže preko istražene lokacije na lokalitetu rt Mačka

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* (Tabela 2.10). U seriji

fotokvadrata napravljenoj na prvom transektu njihova pokrovnost 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.

Tabela 2.10. Pokrovnost invazivnih vrsta u fotokvadratima na lokalitetu rt Mačka

1. transek	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	Srednja vrijednost
<i>W. setacea</i>	0	0	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0,28
<i>C. cylindracea</i>	0	0	0	2,4	0	0	0	0,4	0	0	0,28
2. transek	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	Srednja vrijednost
<i>W. setacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	4	0,08
<i>C. cylindracea</i>	0	0	0	0	0,4	0,4	8,4	2,4	0	1,6	1,32
3. transek	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	Srednja vrijednost
<i>W. setacea</i>	18	28	41,2	42	77,6	73,6	88	96	79,6	39,2	58,32
<i>C. cylindracea</i>	0,4	0,4	8	1,2	1,2	4,8	1,2	0	4,4	9,2	3,1

DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

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

Na području crnogorskog primorja istraživanja koraligenih staništa su obuhvatila tri lokacije na otvorenom moru. 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 monitoring programu za koraligena staništa po Garrabou *et al.*, (2014). 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 m u rasponu dubine od 28-35 m kao i tri transekta 10 x 1 m za sagledavanje stepena složenosti staništa.

Lokalitet pećina Velika Krekavica nalazi se u zoni budućeg zaštićenog područja Platamuni. Na osnovu prethodnih istraživanja sa ovog lokaliteta postoje podaci koji ukazuju na prisustvo zaštićenih vrsta sundera i korala koji nijesu česti duž crnogorske obale. Specifičnost faktora životne sredine koji vladaju u pećinskim uslovima dovela je do razvoja adaptivnih sciafilnih vrsta. Iako u suštini 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 nam daje prikaz stanja i kvaliteta živog svijeta koji se može koristiti za poređenje u daljim monitorinzigima. Na lokalitetu Ponta Veslo analiza vrsta i stanja staništa je obuhvatila vertikalne strane kaskadnih stijena koje su se spuštale do granice sa muljevitopjeskovitom podlogom. Rasprostranjenost koraligenog staništa na lokalitetu rt Mačka je više u poluhorizontalnom položaju.

Na osnovu podataka dobijenih analizom kompleksnosti staništa na lokalitetima Ponta Veslo i rt Mačka primjećujemo da na oba lokaliteta izostaje gornji sloj. To ukazuje da na tom području nijesu razvijene erektile vrste čija visina u trenutku istraživanja prelazi 15 cm. Na lokalitetu Ponta Veslo dominirao je bazalni sloj čija pokrovnost je 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 28,04–93,4% pokrovnosti dok je srednji sloj bio zastupljen u rasponu od 6,6–71,96%. Ipak, pokrovnost 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. Navedene vrste postižu maksimum svoje abundance između kraja ljeta i jeseni (Piazzi & Cinelli, 2003).

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, mogli bi reći da su lokaliteti Punta Veslo i rt Mačka dobrog ekološkog statusa sa umjerenim pritiskom ribolovnog alata i na lokalitetu rt Mačka je izražen pritisak od strane invazivnih algi. S obzirom da na nivou Sredozemlja još uvijek nema dovoljno usaglašenih metodologija za izračunavanje dobrog ekološkog stanja, za sada se dobijeni podaci mogu koristiti samo za praćenje i upoređivanje sa narednim fazama monitoringa.

EO7

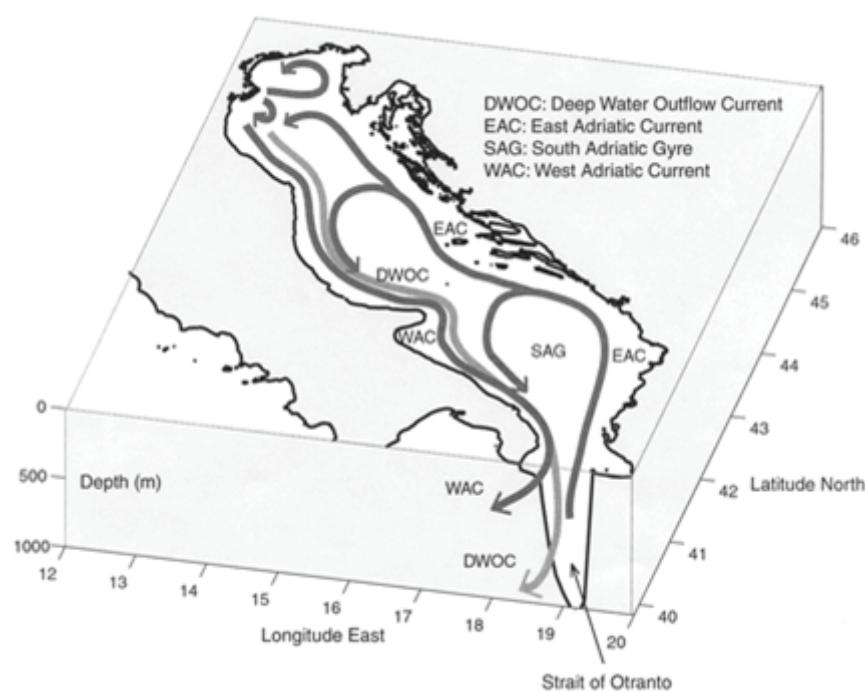
HIDROGRAFIJA

UVOD

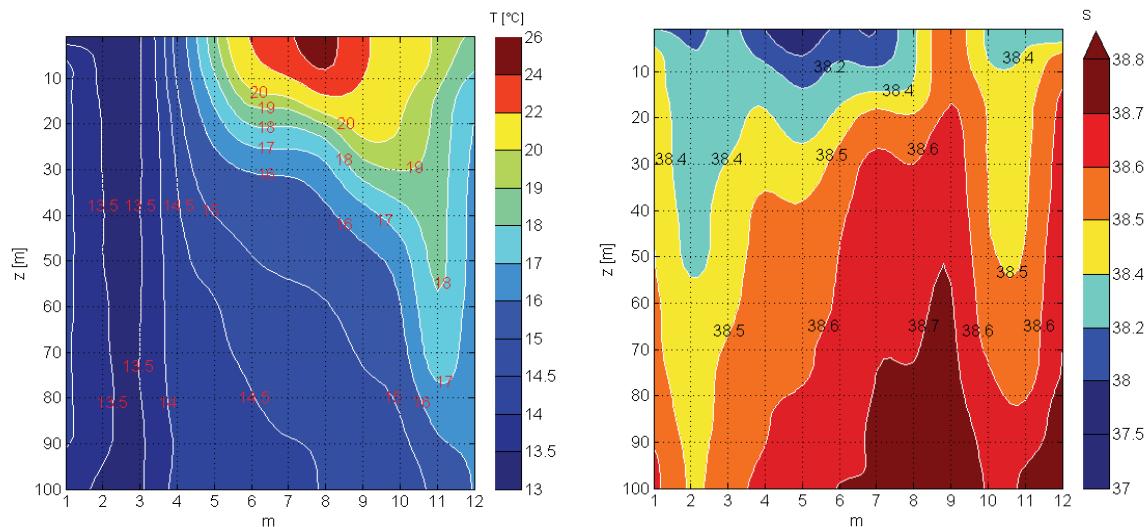
Jadran je zbog svog položaja more s izraženom sezonskom i višegodišnjom varijabilnošću osnovnih veličina koje definišu njegovu termohalinu promjenjivost. Geografski je smješten u području značajne mezoskalne promjenjivosti glavnih atmosferskih procesa, kao što su solarno zračenje, vjetar, temperatura vazduha i padavine, faktori koji izmjenom topote, soli i momenta između atmosfere i mora mijenjaju njegove hidrografske osobine na raznim prostorno-vremenskim skalama. Stoga su termohaline osobine, koje se mijenjaju udruženim djelovanjem izmjene topote i soli horizontalnim i vertikalnim procesima, povezane s atmosferskim procesima koji se odvijaju na sub-regionalnoj skali Jadrana i na prostornoj skali većoj od Jadrana, pri čemu klimatske promjene igraju vrlo važnu ulogu.

Jadransko more je najsjeverniji dio Mediterana, duboko uvučen u kopno, a dijeli se na sjeverni Jadran s prosječnom dubinom od 35 m, na srednji Jadran prosječne dubine 140 m, i južni dio (ili južni Jadran) kojeg karakteriše južnojadranska kotlina, široka depresija maksimalne dubine 1.250 m, saliniteta od (38,50–38,99)% i prosječnom temperaturom od 18°C. Za Jadransko more karakteristična je ciklonalna cirkulacija koja se u površinskom sloju odvija izmjenom vode s Mediteranom kroz Otrantska vrata

prema sjeveru uz istočnu obalu, te od sjevera prema jugu uz zapadnu obalu (Slika 3.1). Pod određenim atmosferskim uslovima, u svakom dijelu Jadrana formiraju se ciklonalna strujanja manjih prostornih razmjera (Civiterese i sar., 2010; Gačić i sar., 2002; Orlić i sar., 1992). Osim toga, u sjevernom se dijelu Jadrana zbog djelovanja jakih i učestalih epizoda bure, zimi formira gusta voda koja ističe iz Jadrana u dubljim slojevima. Jadransko more je poluzatvoreni bazen Mediterana, obilježen značajnom sezonskom varijabilnošću fizičkih i bioloških parametara. Ova promjenjivost na sezonskoj skali dobro se uočava na njegovom središnjem dijelu, na transektu Split-Gargano (Slika 3.2). Srednji sezonski profili temperature i saliniteta pokazuju zimi temperaturno homogen vodeni stub prisutan na cijelom profilu dok je u polju saliniteta uz obalu prisutna voda nižeg saliniteta. Udaljavanjem od obale, salinitet raste jer je uticaj slatkovodnih dotoka s kopna manji. Ljeti je vodeni stub stratificiran, jasno se odvaja površinski sloj od intermedijalnog i pridnenog. Izražena termohalina promjenjivost Jadrana rezultat je ne samo sezonskih procesa na granici s atmosferom već je uslovljena i izmjenom vode s Mediteranom. Više o okeanografskim osobinama Jadrana može se naći u knjizi Cushman-Roisin i sar. (2001).



Slika 3.1. Shema opšte cirkulacije Jadrana (prema Zore-Armanda, 1963; Vilibić i Supić, 2005)



Slika 3.2. Srednji godišnji hod temperature mora i saliniteta. Stanica Stončica Otok Vis, razdoblje 1998.–2010. (Grbec, i sar., 2010)

Središnji dio Jadrana indirektno opisuje procese u sjevernom Jadranu jer zimi stvorena gusta voda, koja ističe uz italijansku obalu, podstiče jači ulazak intermedijalne sredozemne vode uz istočnu obalu što se vidi ljeti u pridnenom sloju transekta Split–Gargano.

Potrebno je istaknuti važnost procesa u sjevernom Jadranu. Za vrijeme ekstremnih vremenskih situacija, npr. za vrijeme jakih epizoda bure izrazit je gubitak toplote s površine mora. Ovaj proces u graničnom sloju atmosfera–more uzrokuje dvije, za termohalinu cirkulaciju (THC) vrlo bitne stvari:

- hlađenje površinskog sloja mora pri čemu se procesom isparavanja gubi toplota;
- postupni porast saliniteta površinskog sloja mora jer procesom isparavanja površinski sloj mora gubi vlagu.

Ovo su preduslovi stvaranja vode visoke gustine, čije je formiranje povezano s mezoskalnom dinamikom na vremenskim skalama od sinoptičke, sezonske, dekadne i klimatske (Zore-Armanda, 1991; Grbec i Morović, 1997).

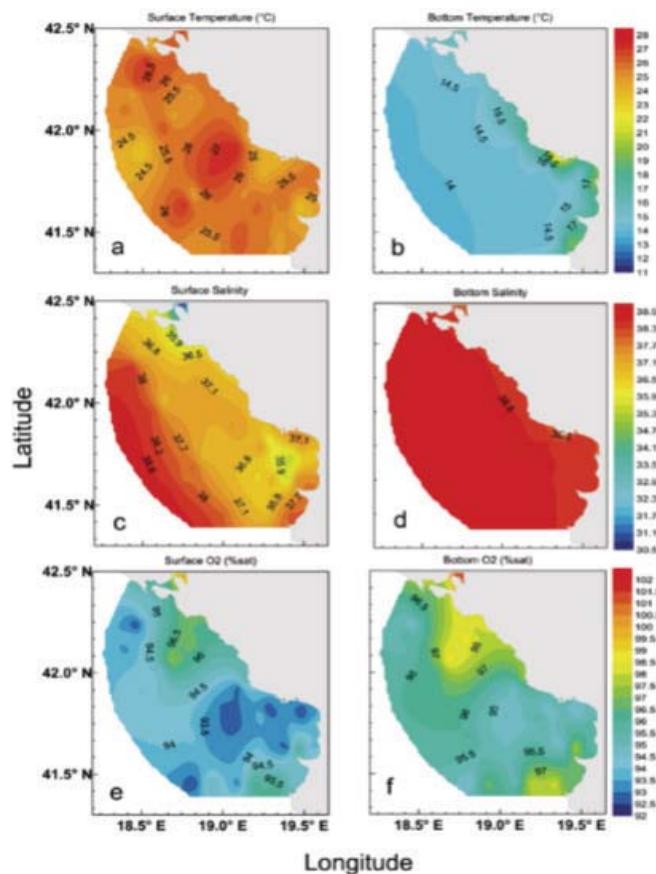
S obzirom na činjenicu da se stvaranje jadranskih vodenih masa visoke gustine događa tokom zime, dinamika vodenih masa ima sezonski karakter. U južnom dijelu Jadrana uz njegovu istočnu stranu ulazi u površinskom sloju voda iz Mediterana (EAC – East Adriatic Current), a pod djelovanjem lokalnih procesa, kao i procesa šireg prostornog značaja, formiraju se i specifični termohalini uslovi koji, takođe, imaju sezonski karakter. Za potpunu klimatsku sliku potrebno je raspolagati višegodišnjim

mjerjenjima temperature i saliniteta u cijelom vodenom stubu. Prostorna i vremenska varijabilnost okeanografskih parametara obično se određuje analizom mjerena prikupljenih tokom monitoringa ili na osnovu povremenih ciljanih istraživanja. U vodama Crne Gore nema dostupnih dugoročnih nizova praćenja temperature i saliniteta vodenog stuba (Castelli, i sar., 2019). Kontinuirana mjerena postoje tek na nekoliko mjernih stanica koje su uspostavljene u okviru projekta ProData na dvije stanice u Kotorskom zalivu, kao i na jednoj u Baru. Na sve tri mjerne stanice temperatura i salinitet se mijere autonomnim sondama u pridnenom sloju. Ostala mjerena uglavnom su sprovedena u okviru ciljanih istraživanja tokom istraživačkih projekata ADRICOM-EXT; ADRICOM-STAR i ADRICOSM2. Služeći se literaturom dat je pregledni prikaz fizičkih osobina morske vode po sezonomama s prijedlogom da se opšta klimatska slika napravi na osnovu svih dostupnih podataka temperature i saliniteta.

Tokom kasnog proljeća, u uslovima početka procesa stratifikacije u pojedinim se godinama (Marini i sar., 2010) posebno ističe djelovanje rijeke Bojane koja hranjivim solima može pod povoljnim uslovima cirkulacije i protoka, znatno obogatiti ovo područje. No to se ne događa svake godine, što potkrepljuje opravdanost uvođenja stalnog monitoringa ovog područja kako bi se osigurala dobra podloga za kategorizaciju obalnih voda i voda otvorenog mora (Marini i sar., 2015). Raspodjela saliniteta u ovom dijelu godine pokazuje da rijeka Bojana utiče na ovo područje jedino kada joj je protok znatan. Tada se lakša (toplja i manje slana) voda razliva po

površini i cirkulacijom zahvata šire područje. U stratificiranim uslovima pri dnu je prisutan homogen sloj hladne i slane vode koji zauzima gotovo čitavo područje s

vrlo malim horizontalnim gradijentima, dok je u površinskom sloju primjetna halina fronta (37.7) koja dijeli obalne vode od voda otvorenog mora (Slika 3.3).



Slika 3.3. Raspodjela temperature, saliniteta i kiseonika na površini i u pridnenom sloju: jun, 2008 (Marini i sar., 2015)

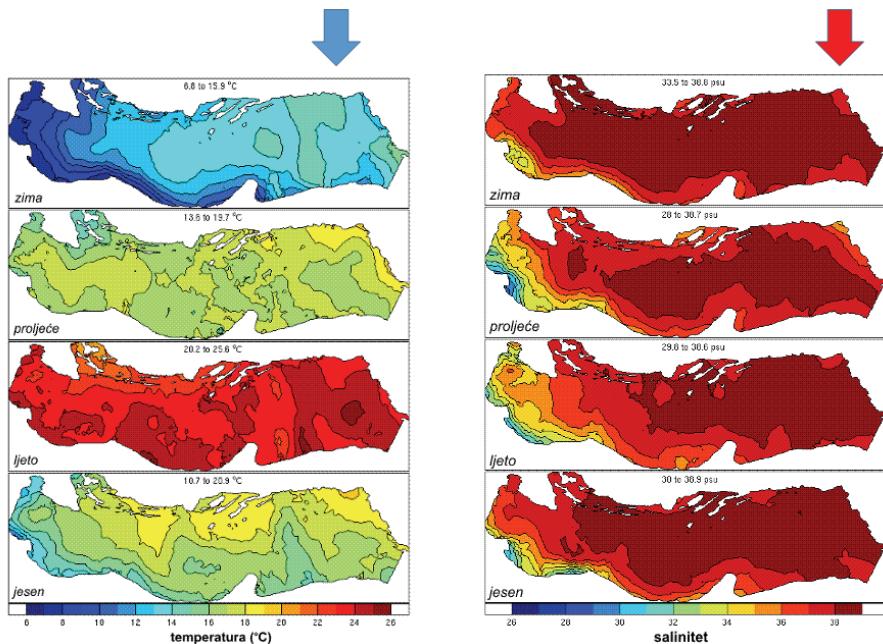
Tokom ljeta formira se jaka termoklina, koja odvaja površinski sloj od pridnenog. U zavisnosti od osobina sezone, kao i sinoptičkih uslova u atmosferi neposredno prije i tokom krstarenja, vrijednost horizontalnih i vertikalnih gradijenata znatno se razlikuju iz godine u godinu. U površinskom sloju ovo je područje najtoplji dio Jadrana tokom svih sezona (Slika 3.4) sa značajnim iznosima saliniteta. Jasno je da opisana situacija ne predstavlja termohalinu klimatologiju (TH_Clim) ovog područja. Novija opšta klimatologija za cijeli Jadran napravljena je analizom velikog broja podataka (1911.–2009.) temperature, saliniteta i otopljenog kiseonika, varijabilnom inverznom metodom (Lipizer i sar., 2014). Primjena ove metode omogućila je određivanje sezonske dinamike južnog Jadrana, s jasno izraženim minimumom kiseonika u njegovom središnjem dijelu. Ispod 100 m sva se svojstva značajno razlikuju između središnjeg i južnog Jadrana i čini se da ih karakteriše različita biogeohemijska dinamika. U

poređenju s prethodnim TH_Clim-ama pokazuje da najdublji dio južnog Jadrana stanice znatno slaniji i topliji.

Uz poznavanje raspodjele temperature i saliniteta vrlo važan parametar je prostorna raspodjela prozirnosti, odnosno dubina prodiranja svjetla u more. Jednostavna mjerna tehnika SECCHI pločom jedinstveni je morski parametar nepromijenjene metodologije od 1860. i još uvijek zanimljiv, posebno iz perspektive dugoročnih nizova i određivanja trenda. Najstariji zapisi mjerjenja dubine prodiranja svjetla u Jadranu potiču iz ekspedicije Najade (1911.–1914.). Velika prostorna varijabilnost prozirnosti Jadrana uslovljena je promjenjivim uticajem prirodnih i/ili antropogenih faktora, u zavisnosti od eutrofikacije. Eutrofikacija je promjena u ekosistemu uzrokovanja prekomjernom brzinom stvaranja organske materije, odnosno njenim vanjskim prinosom. Dok je prirodna eutrofikacija zbog povećanja bioloških resursa pozitivna za ekosistem (uz rijetke negativne pojave),

antropogena eutrofikacija izazvana npr. nepravilnim ispuštom urbanih otpadnih voda može narušiti ekološku ravnotežu s vrlo štetnim posljedicama. Tipični pokazatelji eutrofikacije morske sredine su pojave niske prozirnosti. Iz tog razloga je mjerjenje prozirnosti od velikog značaja. U Jadranskom moru je prozirnost najveća u jesen, a najmanja zimi

(Morović i sar., 2010). Prozirnost se povećava od sjevernog Jadrana prema jugu i od obale prema otvorenom moru i srednjeg je iznosa 20-30 m. U potpuno ne-eutrofikovanim područjima maksimalna dubina Secchi ploče može biti i veća od 50 m.



Slika 3.4. Srednje temperature i srednji salinitet Jadrana u površinskom sloju tokom godine (prema Artegiani i sar., 1997)

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

U obalnim i otvorenim vodama Crne Gore u oktobru 2019. tokom trodnevnog krstarenja mjerila se vertikalna promjenjivost temperature, saliniteta, gustine morske vode i prostorna promjenjivost prozirnosti s ciljem da se dobije uvid u hidrografske osobine akvatorija. Područje mjerjenja prikazuje Slika 0.1 (Uvod). Dubina je na mjernim stanicama varirala od najpliće stanice dubine 15 m (stanica 11) do najdublje stanice dubine 217 m (stanica 3). U Tabeli 3.1. dati su datumi mjerjenja, kao i pripadajuće dubine redoslijedom dolaska na stanicu.

Kako bi se dobio bolji uvid u izmjerene CTD podatke to je u ovom poglavlju meteogramima opisana prevladavajuća sinoptička situacija. U nedostatku meteoroloških parametara s okolnih stanica za to su korišćeni objavljeni MeteoBlue meteogrami, kao i sinoptički izvještaji DHMZ-a RH za područje Jadrana. Dat je kratki opis vremena tokom tri dana krstarenja.

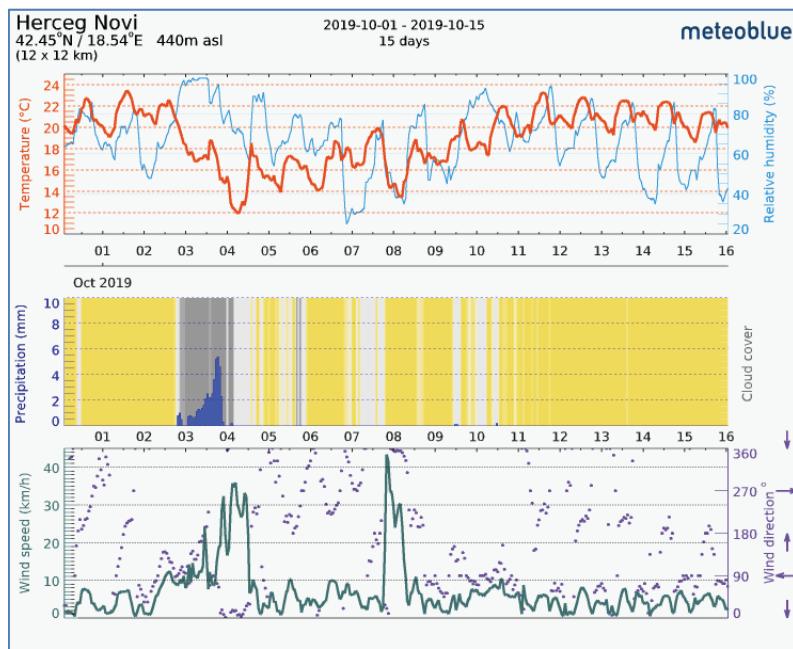
Tabela 3.1. Vrijeme mjerjenja i dubine stanica

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

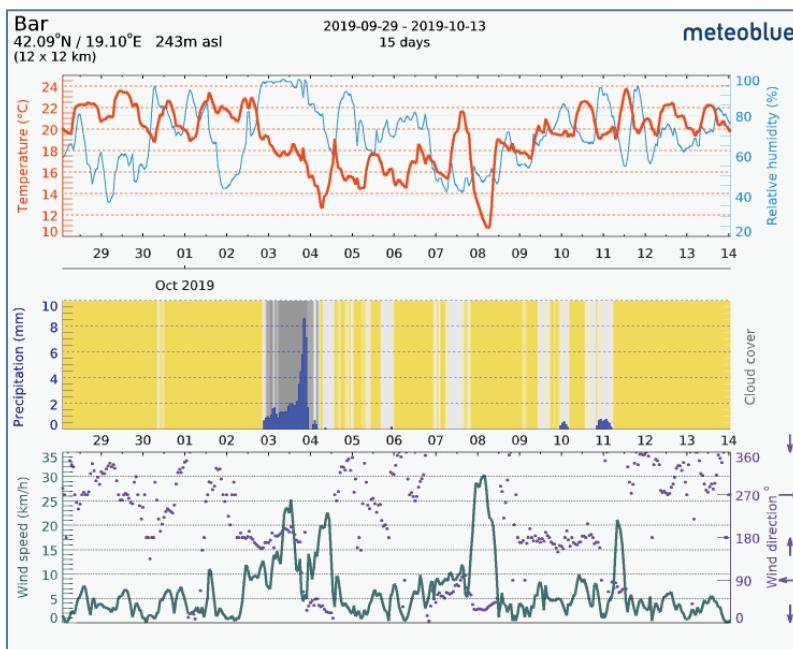
Prevladavajuće meteorološke situacije tokom krstarenja

Mirno i stabilno vrijeme prevladavalo je tokom prvog dana mjerjenja zbog prevladavajućeg bezgradijentnog polja vazdušnog pritiska. Atmosfera je bila suva i za ovo doba godine, vrlo zagrijana (Slike 3.5 i 3.6).

Od 8. u mjesecu do kraja krstarenja vidljivo je zagrijavanje atmosfere, kao i porast relativne vlage uz vjetar uglavnom slabog intenziteta. Preovladavalo je vrlo toplo i sunčano vrijeme uglavnom bez kiše. Uz tišinu preovladavao je vjetar obalne cirkulacije, kao i jugo koji je bilo u jačanju, pa je povremeno more bilo umjereni do jače talasasto.



Slika 3.5. Prognozirani razvoj vremena za Herceg Novi prema MeteoBlue



Slika 3.6. Prognozirani razvoj vremena za Bar prema MeteoBlue

METODE MJERENJA I ANALIZE PODATAKA

Temperatura i salinitet mjereni su višeparametarskom CTD (Conductivity-temperature-depth) sondom – jednim od najčešće korišćenih sofisticiranih alata u okeanografiji. Ovim se načinom dobijaju visokovrijedni podaci o promjenjivosti topote i soli u moru mjerjenjem temperature i provodljivosti, kao i morskog pritiska. Iz ovih se podataka izračunava salinitet i gustina morske vode. Sonde mogu biti opremljene dodatnim senzorima (kiseonik, hlorofil, ...) što poboljšava sliku promjenjivosti morskog ekosistema.

Tokom krstarenja u vodama Crne Gore mjerena su obavljena SBE-25 sondom koja je kalibrirana u avgustu 2018. godine. Kako Institut za oceanografiju i ribarstvo ima tri sonde SBE-25, sve tri su bile na brodu tokom krstarenja. Neposredno pred krstarenje napravljena je pre-interkalibracija sve tri SBE-25 sonde koje su cijelo vrijeme krstarenja bile spremne za upotrebu (Slika 3.7).

Mjerenje na svakoj stanici započinjalo je CTD mjeranjima na način što je sonda držana ispod površine 2 minuta kako bi se senzori stabilizovali. Ovo je vrlo važan postupak koji se ne smije preskočiti. Spušтana je brzinom manjom od 1 ms^{-1} i za analizu je uzimano samo mjerjenje kad se sonda spušтala (tzv. downcast), što je uobičajeno s obzirom na to da podaci prikupljeni tokom podizanja sonde mjere poremećene vrijednosti temperature i saliniteta.

Nakon mjeranja prikupljeni podaci su vizuelno pregledani, a potom sačuvani u raspoloživim formatima za dalju obradu. Treba napomenuti da je potrebno potpuno ovladati načinom mjerjenja, čuvanjem podataka i korišćenjem SeaBird programskih alata, kao i voditi računa o održavanju sonde i redovnoj kalibraciji.

Prozirnost je mjerena SECCHI bijelom pločom tokom svjetlog dijela dana na strani broda koja nije okrenuta suncu.



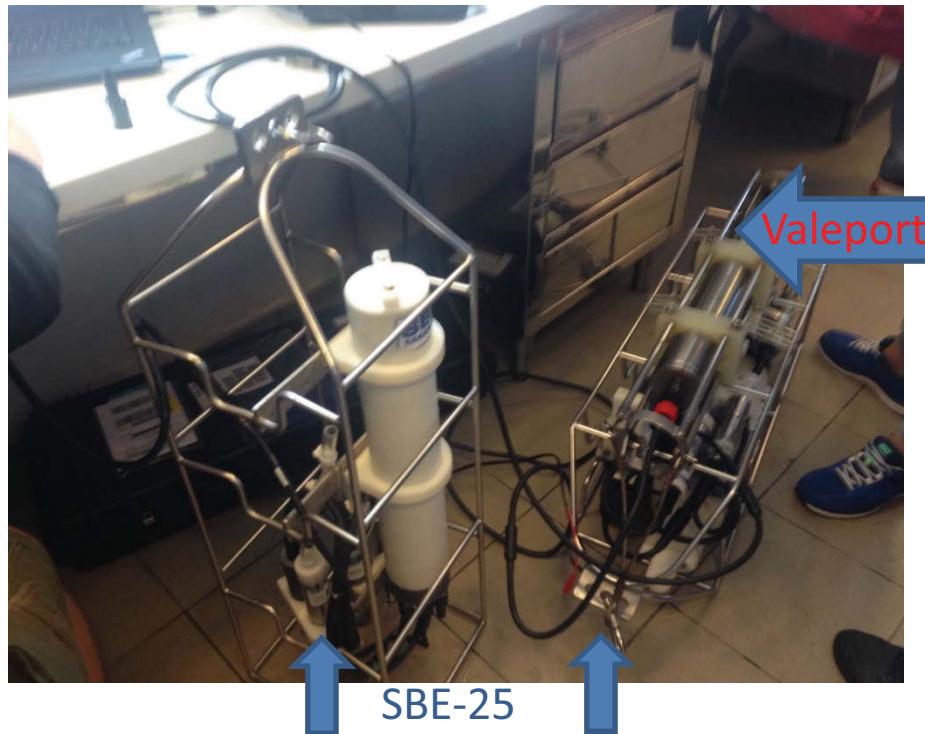
Slika 3.7. SBE-25 CTD sonde Institut za oceanografiju i ribarstvo

Upoređivanje SBE-25 i Valeport CTD sondi

Tokom ovog monitoringa bilo je planirano na svakoj stanici mjeriti i sondom Valeport u vlasništvu Zavoda za hidrometeorologiju i seismologiju Crne Gore, ali zbog tehničkih razloga (sonda je kasnila s kalibracije) to je obavljeno tek na stanicama zadnjeg dana krstarenja. Sonde (SBE-25 i Valeport) su pri tome bile vezane (Slika 3.8.) i zajedno su se spuštale što je omogućilo istovremeno prikupljanje podataka, kao i kasnije upoređivanje. Kako je sonda Valeport bila na brodu samo jedan dan, nije bilo moguće napraviti kompletну interkalibraciju zbog vremenskog ograničenja krstarenja.

Podaci temperature i saliniteta dobijeni CTD mjerjenjem prostorno su analizirani standardnom statističkom obradom što uključuje određivanje dubine termokline na svakoj stanicici. Programski paketi koji su pri tome korišćeni

su: ODV (Ocean Dana View), MatLab i Statistica v.12. Rezultati su grafički prikazani standardnim okeanografskim dijagramima vertikalnih profila temperature i saliniteta, kao i Hovmöllerovim dijagramima temperature, saliniteta i gustine (vidi Prilog 3). Prozirnost je prikazana tabelarno i grafički. U nedostatku relevantnih podataka s Valeport sonde napravljen je samo preliminarno poređenje podataka mjerjenih s obje sonde koje su, vezane zajedno, spuštane brzinom $< 1 \text{ ms}^{-1}$ na stanicama četvrtog i petog profila tokom zadnjeg dana krstarenja. Za sprovođenje složene procedure interkalibracije koja bi dala odgovor na pitanje da li u mjerjenjima postoji odstupanje i u kom iznosu potrebno je u potpunosti poznavati osobine multiparametarskih sondi što u ovom trenutku nije ispunjeno jer nedostaju relevantni podaci s Valeport sonde.



Slika 3.8. Prikaz sondi pri interkalibraciju

REZULTATI

Termohaline osobine

Vertikalna struktura temperature i saliniteta izmjerena na 17 stanica duž 5 transekata grafički je prikazana na 2D grafovima raspršenja gdje je z-osa dubina, a x-osa dvostruka: jedna za salinitet, a druga za temperaturu. Na prvom transektu (stanice 1-3) vertikalna struktura opisuje dobro izmiješan površinski sloj ujednačene temperature i saliniteta do dubine od 30 m. Na toj dubini nalazi se vrh termokline, sloja sa značajnim vertikalnim gradijentima temperature. U vertikalnoj strukturi saliniteta, takođe, je vidljiv izmiješan površinski sloj, posebno uočljiv na stanicama 2. Ispod približno 50 m vertikalni gradijenti temperature i saliniteta teže nuli, slojevi su dobro izmiješani (Slika 3.9). Na stanicama 3 čija je dubina 210 m temperatura na dnu ispod je 15°C, a salinitet 38,9‰. Slična struktura uočava se i na stanicama drugog, južnijeg transekta (Slika 3.10). Dakle, izmjerene vrijednosti daju tri sloja: dobro izmiješan površinski sloj, sloj termokline gdje su vertikalni gradijenti temperature značajni, kao i sloj ispod termokline u kojemu vertikalni gradijenti slabe.

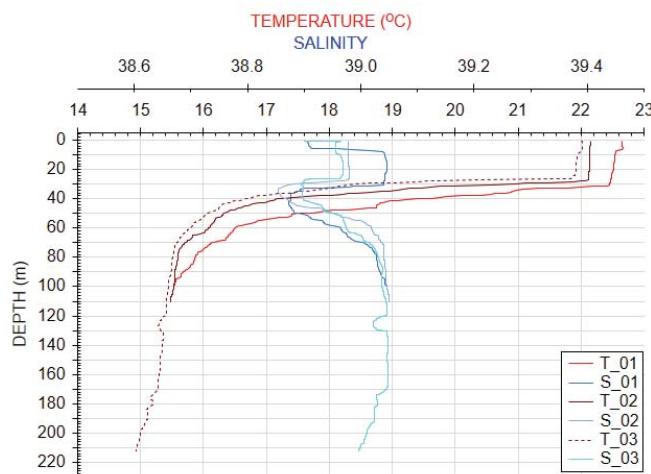
Idući od sjevera prema jugu duž obale Crne Gore, potom od obale prema otvorenom moru ne uočavaju se očekivane jesenske karakteristike s obzirom na vrlo specifičan topao i suv septembar i oktobar. Uobičajeno je da se u jesen, zbog izostanka zagrijavanja iz atmosfere, kao i pojačanog vjetra, slojevi vertikalno temperaturno ujednače pri čemu se uz obalu more brže hlađi, a u područjima estuarija još i više. Vertikalne promjene temperature i saliniteta izmjerene tokom krstarenja u oktoboru 2019. godine pokazuju, za ovo doba godine, još uvijek značajno stratificirani vodenim stubom, kao posljedicu prolongiranih ljetnih 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.

Na trećem, središnjem transektu (stanice 7-10) termoklina počinje približno na dubini od 30 m (Slika 3.12). Na stanicama bliže obali, površinski je sloj ujednačenih vrijednosti do dubine od 30 m, sa srednjom temperaturom od 22,6°C i salinitetom od 38,82‰, pri čemu su horizontalni gradijenti temperature i saliniteta u površinskom sloju izraženiji. U dubljim slojevima gradijenti su manjeg iznosa. Površinski sloj ujednačene temperature (surface mixed

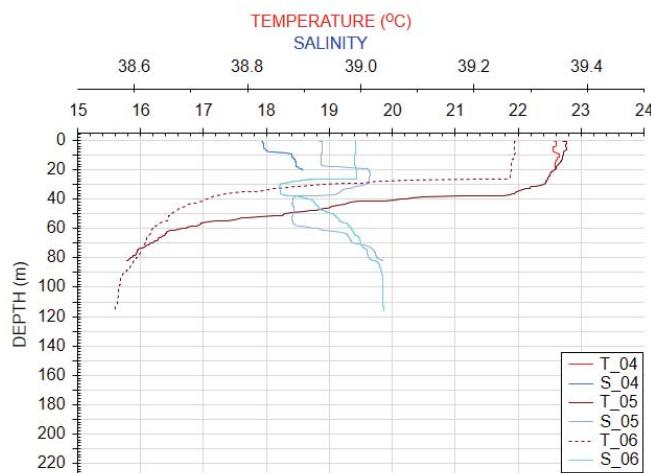
layer) udaljavanjem od obale proteže se dublje, odnosno površinski sloj je dublji prema otvorenom moru. Ispod halokline na stanicama 8, 9 i 10 uočava se jezgro vode sniženog saliniteta kao posljedica specifičnih uslova lokalne cirkulacije. Osim toga salinitet površinskog sloja na stanicama 9 i 10 neznatno je veći od sloja ispod halokline zbog procesa isparavanja čime se povećava sadržaj soli. Za boji uvid u specifične osobine potrebno je poznavati stanje atmosfere (vidi Prilog 4).

Kako bi se uočila vertikalna struktura prostorne promjenjivosti termohalinskih osobina izmjerenih pri ovom krstarenju Hovmöllerovim dijagramima prikazana su polja temperature, saliniteta i gustine. Odabrana su dva transekta od obale prema otvorenom moru na kojima je mjereno na 4 stanice (Slike 3.12 i 3.14), kao i dva dužobalno položena transekta: kroz stanicu (2-5-9-12-16) i (3-6-10-14-17) (Slike 3.15 i 3.16).

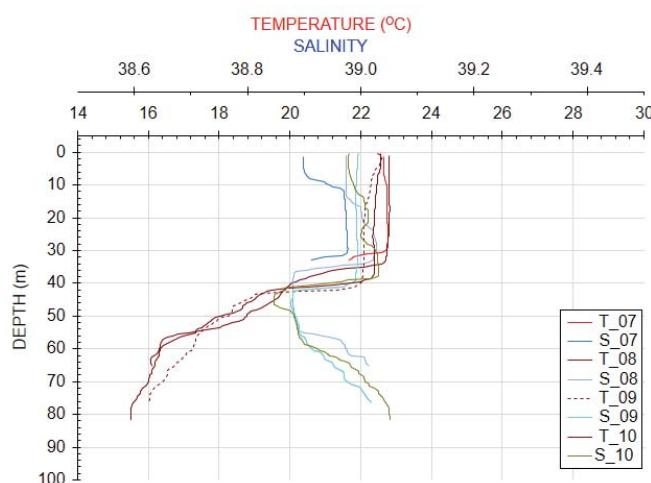
Na Hovmöllerovom dijagramu temperature, saliniteta i gustine trećeg profila uočava se uglavnom dobro izmiješan površinski sloj ujednačene temperature i saliniteta (Slika 3.12) od obale prema otvorenom moru. U središnjem dijelu površinskog sloja koji se proteže do dubine od 40 m uočava se jezgro vode manje gustine kao posljedica sniženih vrijednosti temperature u tom dijelu površinskog sloja. Demarkacija fronta površinskog sloja od dubljeg ima temperaturu u iznosu 20-22°C i salinitet od 38,9‰. Relativno visoke vrijednosti saliniteta čak i u površinskom sloju porijeklo imaju u već ranije utvrđenom stanju Jadrana kada povremeno zbog lokalnih uslova i/ili podržanih od van-jadranskih procesa, salinitet raste. Promjene saliniteta uz istočnu obalu Jadrana, u recentnom razdoblju pokazuju u cijelom vodenom stubu pozitivan trend (<http://baltazar.izor.hr/azo/azoindex>) (Grbec i sar., 1998; Matić i sar., 2011; Matić i sar., 2017). Potpuno objašnjenje pojave ove vode može se dati tek uz poznavanje atmosferskih polja nad širim područjem istraživanja, kao i uz dodatna mjerjenja veće horizontalne rezolucije. Pri analiziranju struktura treba voditi računa da je broj stanic relativno mali (polozaj stanica je na dijagramu prikazan vertikalnim crnim linijama) te da su strukture između stanic interpolirane vrijednosti. Gustina raste od površine prema dnu i od obale prema otvorenom moru na cijelom transektu pri čemu su vertikalni gradijenti značajniji.



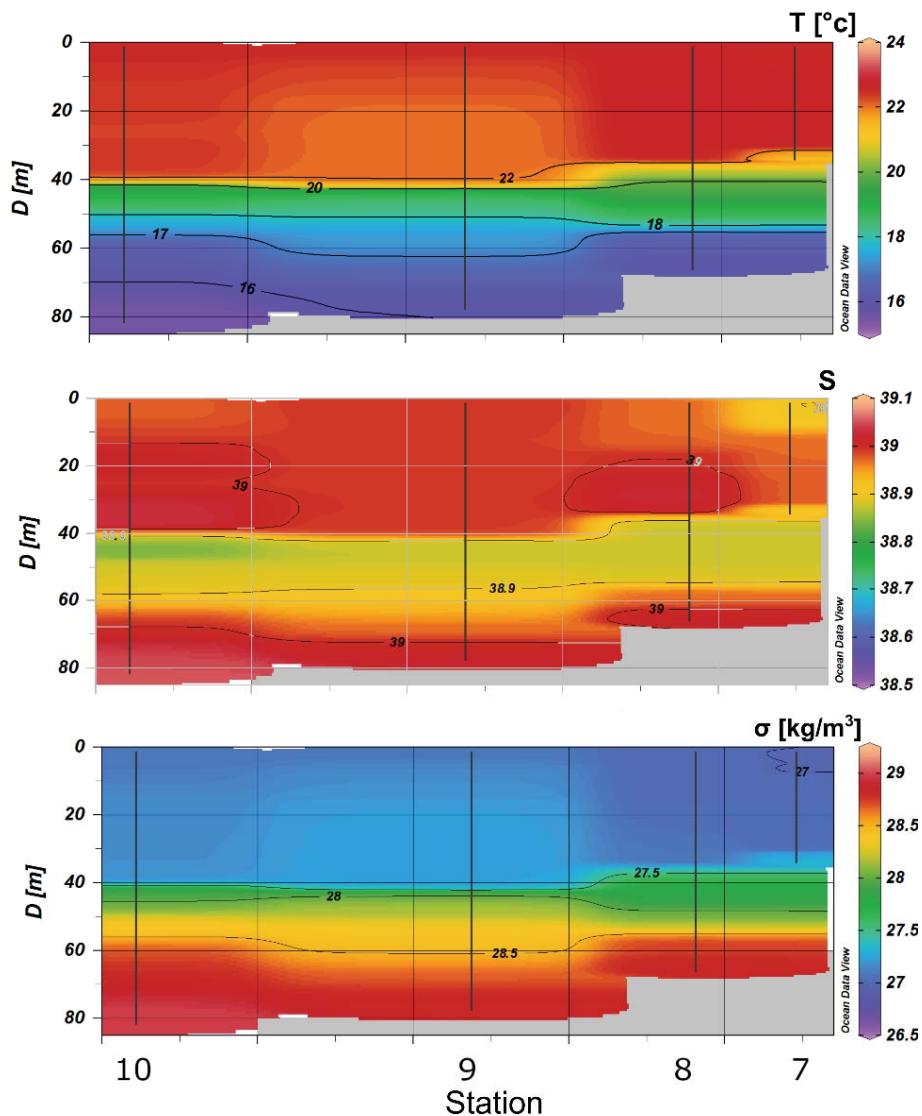
Slika 3.9. Vertikalni profili temperature i saliniteta na stanicama 1-3; stanice prvog transekta



Slika 3.10. Vertikalni profili temperature i saliniteta na stanicama 4-6; stanice drugog transekta



Slika 3.11. Vertikalni profili temperature i saliniteta na stanicama 7-10; stanice trećeg transekta

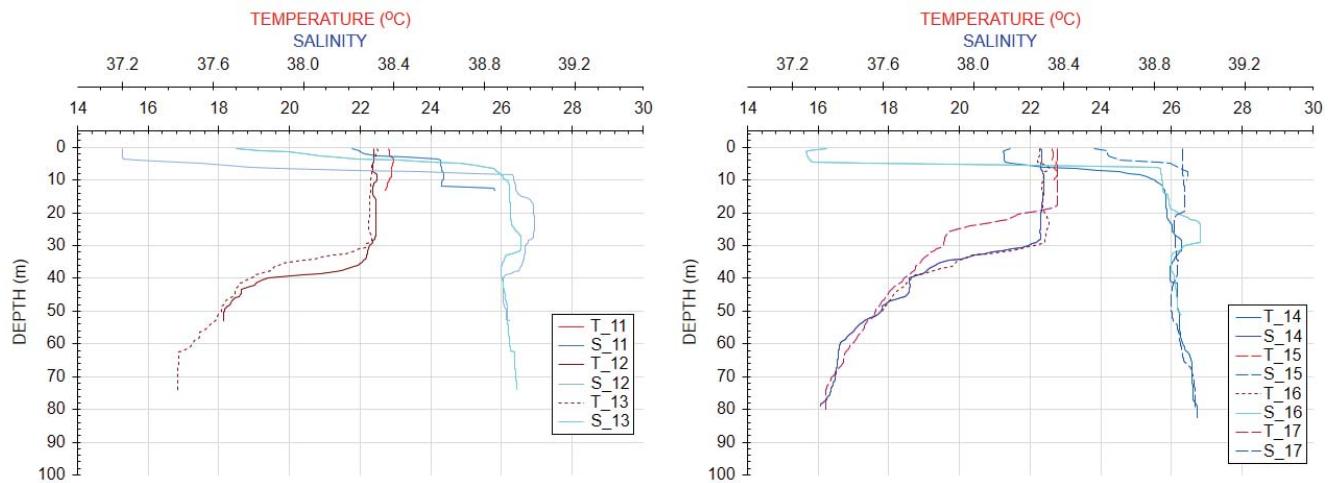


Slika 3.12. Hovmöllerov dijagram temperature, saliniteta i gustine na središnjem profilu

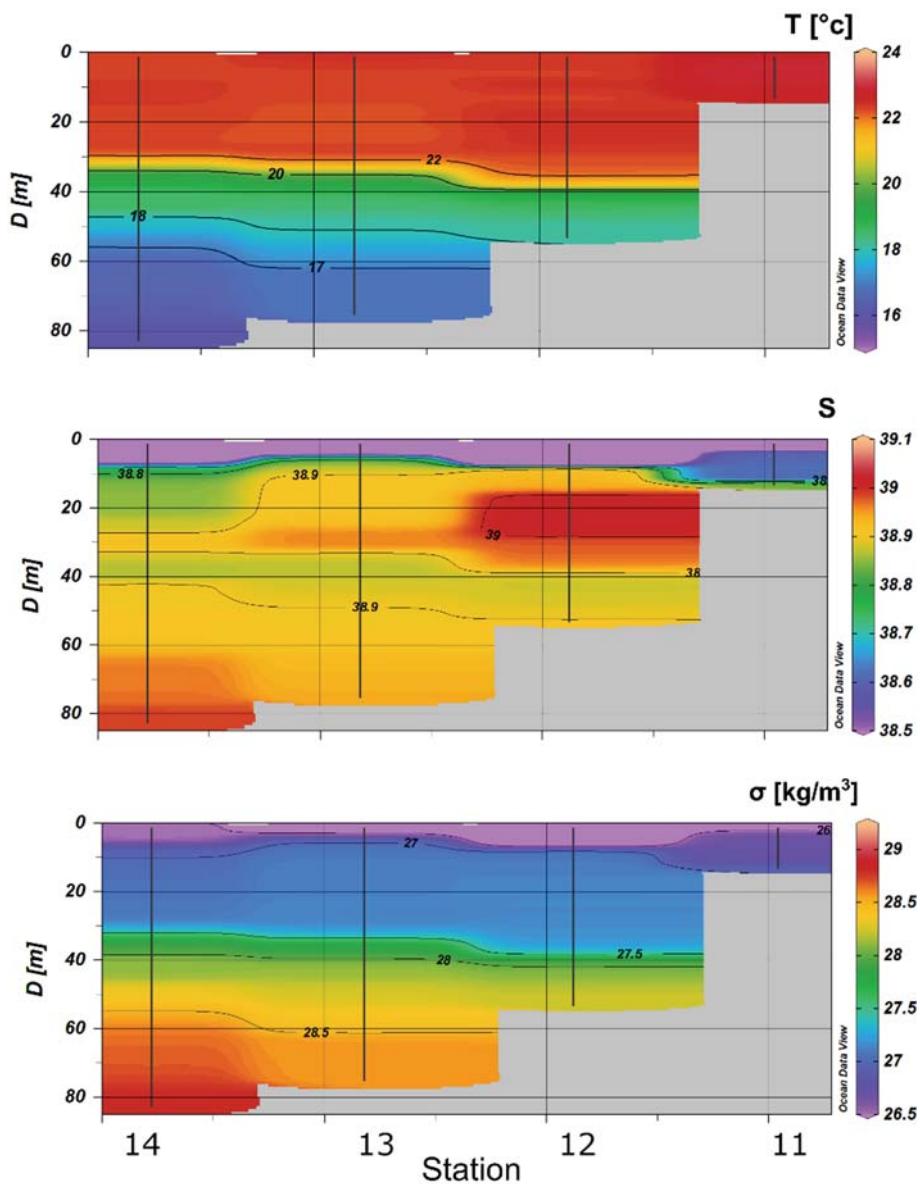
Na stanicama bliže ušću rijeke Bojane (četvrti i peti profil; stanice 11-17) takođe je prisutna termoklina na dubini 30-40 m i haloklina varijabilne dubine, uglavnom iznad 10 m (Slika 3.13).

Hovmöllerovim dijagramima predviđene su raspodjele temperature, saliniteta i gustine od površine do dna duž

četvrtog transekta, od obale prema otvorenom moru. Na površini bliže obali do dubine od 10 m razlika se duž transekta voda sniženog saliniteta (38,5–38,6 ‰) i manje gustine.



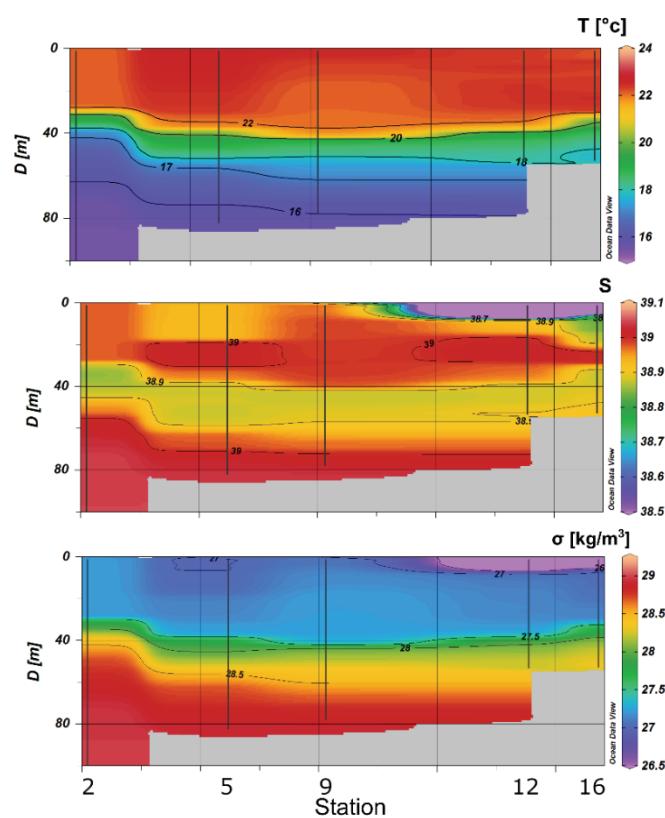
Slika 3.13. Vertikalni profili temperature i saliniteta na stanicama 11-17



Slika 3.14. Hovmöllerov dijagram temperature, saliniteta i gustine na četvrtom transektu

U sloju dubine 20-40 m središnjeg dijela transekta nalazi se voda neznatno većeg saliniteta, približno 39,0‰ čije porijeklo možemo pripisati advekcijski s juga uz prisustvo istočnojadranskog strujanja koje donosi topiju i slaniju vodu iz Mediterana. Međutim, kako je ovogodišnje jesenje razdoblje neuobičajeno, o tome ne možemo sa sigurnošću govoriti.

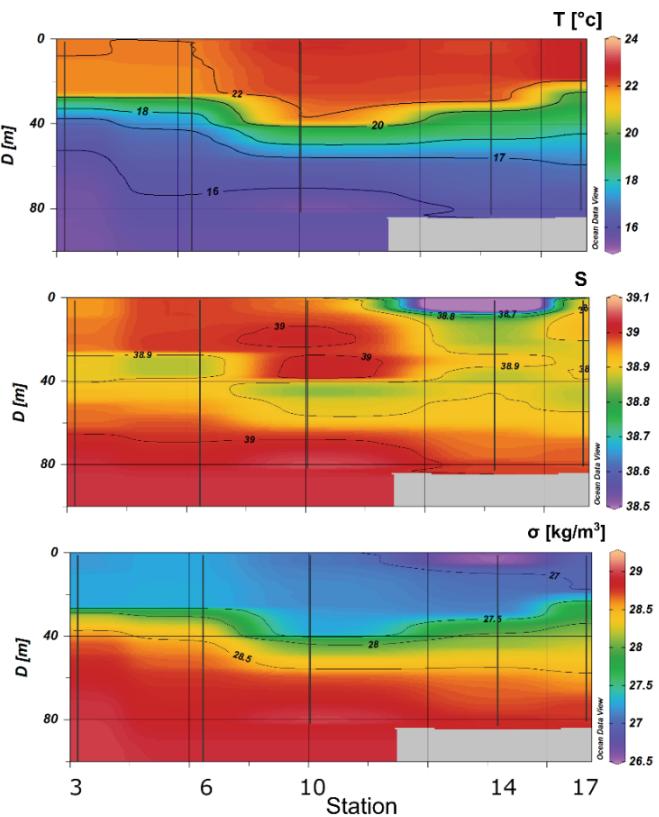
Osim na transektima od obale prema otvorenom moru, termohalina struktura tokom ovog trodnevnog istraživanja opisana je i na dva duž-obalna transekta kako bi se eventualno razgraničile obalne vode od voda bliže otvorenom moru (Slike 3.15 i 3.16). pri tome su nacrtana dva Hovmöllerova dijagraama.



Slika 3.15. Hovmöllerov dijagram temperature, saliniteta i gustine na dužobalnom transektu

Horizontalna raspodjela temperature, saliniteta i gustine analizirana je za tri sloja u moru: 5 m, 35 m i dno. Na dubini od 5 m tokom ovog krstarenja temperaturne su razlike bile u okviru 1°C, s maksimalnim vrijednostima uz obalu i bliže područjima sniženog saliniteta. Na krajnjem sjevernom

Unutrašnji transekt položen od stanice 2 do stanice 16 bliže je obali i vjerojatno bi na klimatološkoj slici odražavao osobine obalnih voda. Na transektu prema otvorenom moru, dužobalno položenom od stanice 3 do stanice 17, ne uočavaju se bitne razlike u odnosu na transekt položen bliže obali. Uticaj Bojane najbolje se uočava na stanicama četvrtog transekta na stanicama bliže obali. Tokom budućih planiranih monitoringa, preporučuje se povećavanje prostornog mjerjenja CTD-om pogotovo što takva mjerjenja, uz dobru pripremu, ne zahtjevaju znatno vremensko opterećenje broda. Mjerena bi trebalo sprovoditi na način da se u svakom vodnom tijelu (definisanom na osnovu klimatološke analize) osigura dovoljan broj mjerjenja za praćenje termohaline promjenjivosti, a time i dinamike ovog dijela Jadrana.

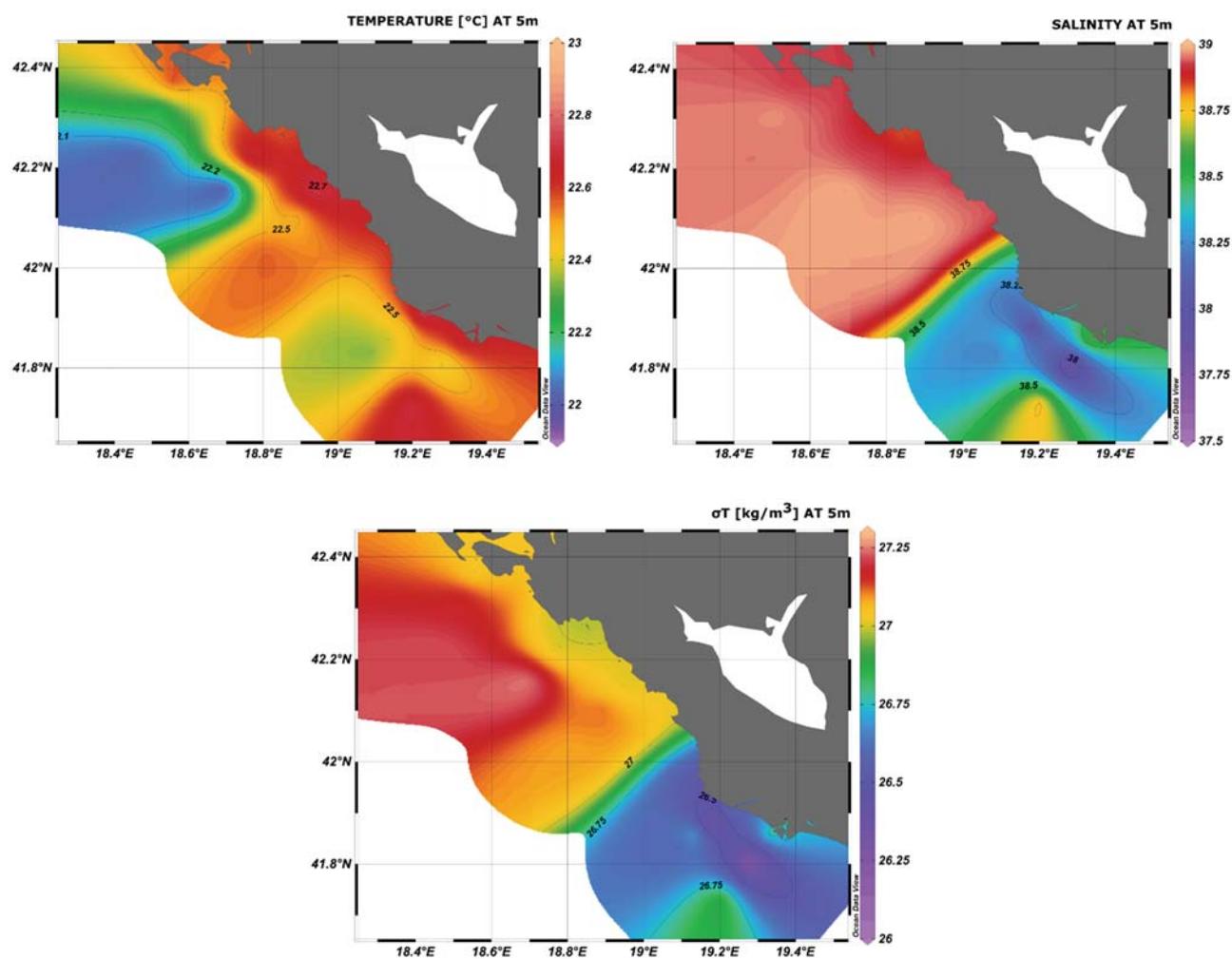


Slika 3.16. Hovmöllerov dijagram temperature, saliniteta i gustine na transektu prema otvorenom moru

dijelu prema otvorenom moru zabilježena je najniža temperatura od 22,1°C, dok je najviša od 22,7°C zabilježena uz obalu središnjeg dijela istraživanog akvatorija. U polju saliniteta lijepo se uočava uticaj Bojane – područje sniženog saliniteta. Raspon saliniteta je od

37,5‰ do čak 39‰. Voda većeg saliniteta prisutna je na mjestu najniže temperature. U površinskom se sloju, u polju saliniteta uočava širenje Bojane dok je uticaj hladnije i slanije vode vidljiv u području sjevernog dijela

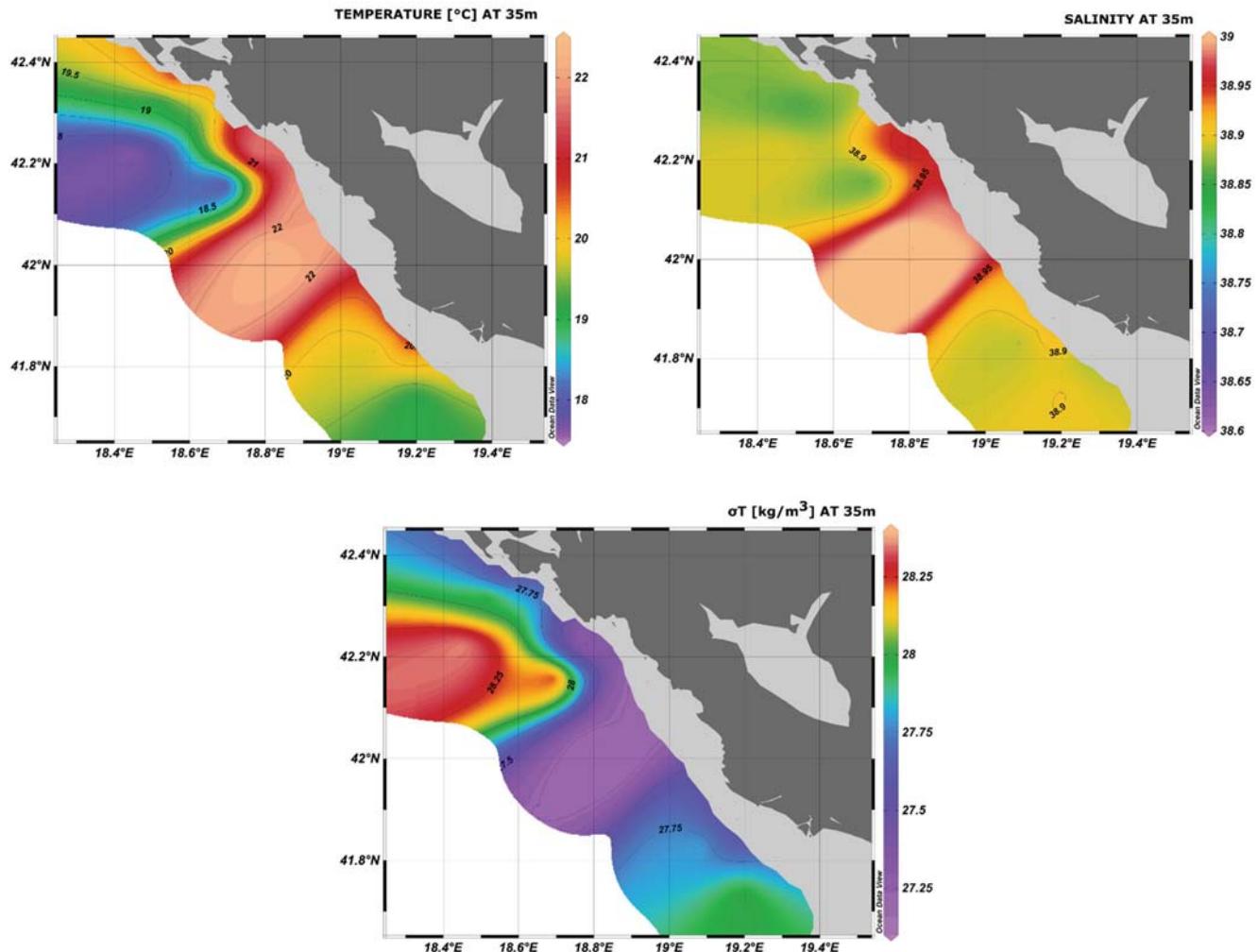
akvatorija, vjerojatno kao posljedica južnojadranskog vrtloga. Detaljnija istraživanja mogla bi tačnije opisati zabilježenu horizontalnu raspodjelu.



Slika 3.17. Prostorne promjene temperature, saliniteta i gustine na dubini od 5 m

Na 35 m dubine i dalje je uočljivo strujanje s otvorenog mora na sjeveru akvatorija, kao i porast temperature prema jugu. Temperatura je omeđena izolinijama od 18,0°C i 22,0°C. U polju saliniteta promjene su male, ali su i dalje odvojena dva potpuno različita područja: prvi pod uticajem otvorenog mora (južnojadranski vrtlog), a drugi

pod uticajem Bojane. Toplji je središnji dio akvatorija (Slika 3.18). U polju saliniteta gradijenti su manje izraženi nego na površini. Kao posljedica uglavnom raspodjele temperature, gustina je najveća u sjevernom dijelu, i na južnom dijelu.

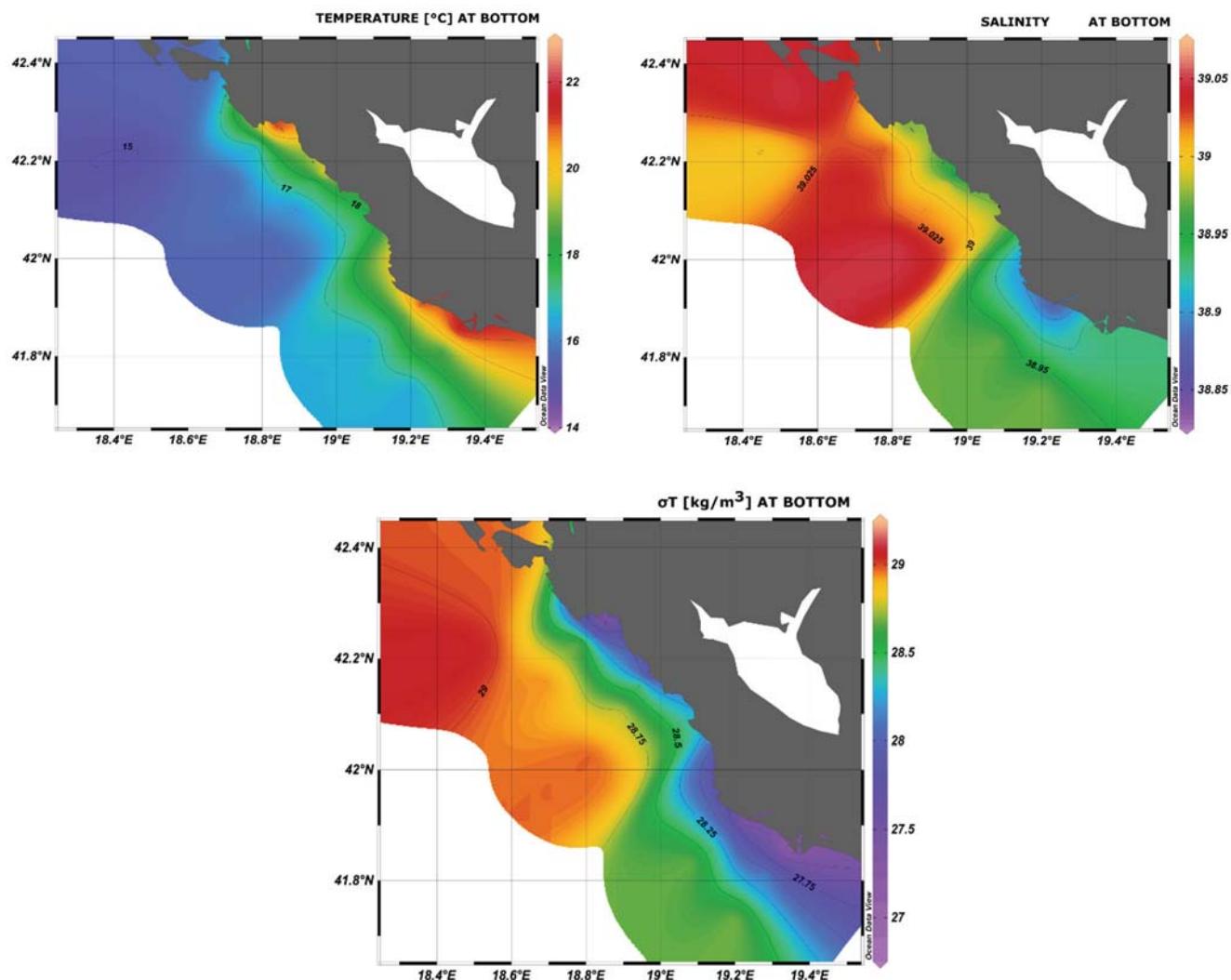


Slika 3.18. Prostorne promjene temperature, saliniteta i gustine na dubini od 35 m

Raspodjela termohalinskih osobina u pridnenom sloju (Slika 3.19) pokazuje da su horizontalni gradijenti ovih svojstava minimalni. Vidljiv je uticaj Bojane i ostalih prinosa slatke vode s kopna. Uz obalu je površinski sloj dobro izmiješan sve do dna (plitke stanice), pa je ukupna horizontalna raspodjela temperature pri dnu zbog te činjenice ipak znatna, u rasponu od 14-21°C. Na sjevernom dijelu prema otvorenom moru nalazimo hladnu vodu većeg saliniteta.

Analizom horizontalne raspodjele temperature i saliniteta na raznim dubinama stiče se uvid u specifičnu cirkulaciju ovog akvatorija čiju bi specifičnost trebalo istražiti na godišnjoj skali.

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

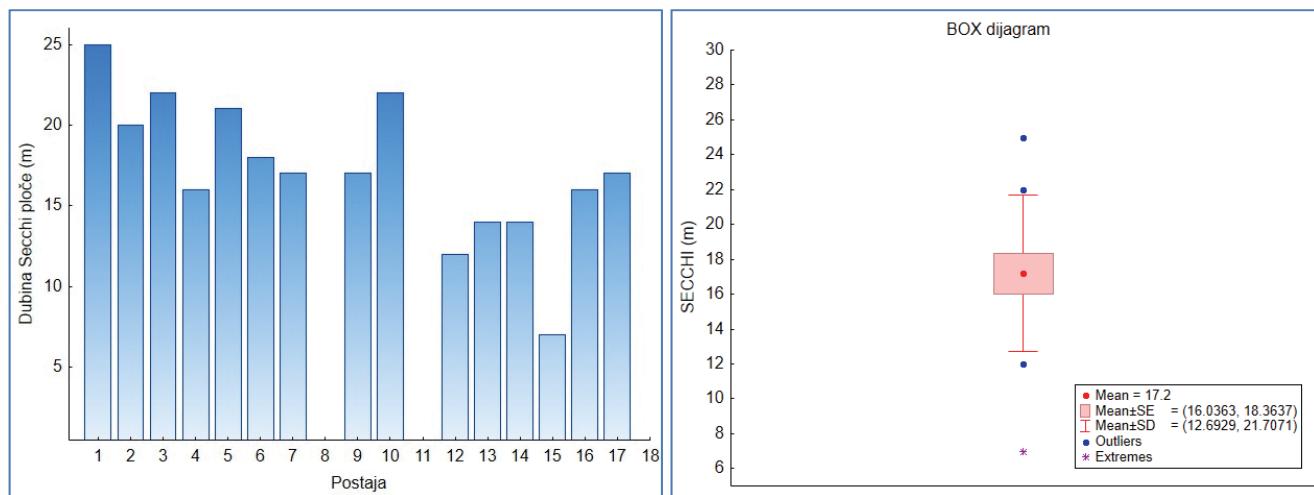


Slika 3.19. Prostorne promjene temperature, saliniteta i gustine u pridnenom sloju

Prozirnost

Prozirnost, mjerena Secchi pločom, prikazana je grafički (Slika 3.20), a u prilogu (Prilog 3) su date vrijednosti. Na stanicama 8 i 11 mjerjenje nije obavljeno zbog dolaska na stanicu u sumrak/noć. Mjerjenja na ostalim stanicama pokazuju minimalnu vrijednost u području stanice 15, dok su najveće vrijednosti zabilježene na stanicama 1 i 10. Srednja prozirnost ovog područja je 17,2 m sa

standardnom devijacijom 4,51 m i rasponom od 7-25 m. Box-dijagramom dodatno je prikazana varijabilnost ovog parametra, a jednu vrijednost (7 m) možemo smatrati ekstremom. Naravno, za potpunu sliku prodiranja svjetla u moru u ovom području potrebno je znatno više mjerjenja.



Slika 3.20. Prozirnost morske vode

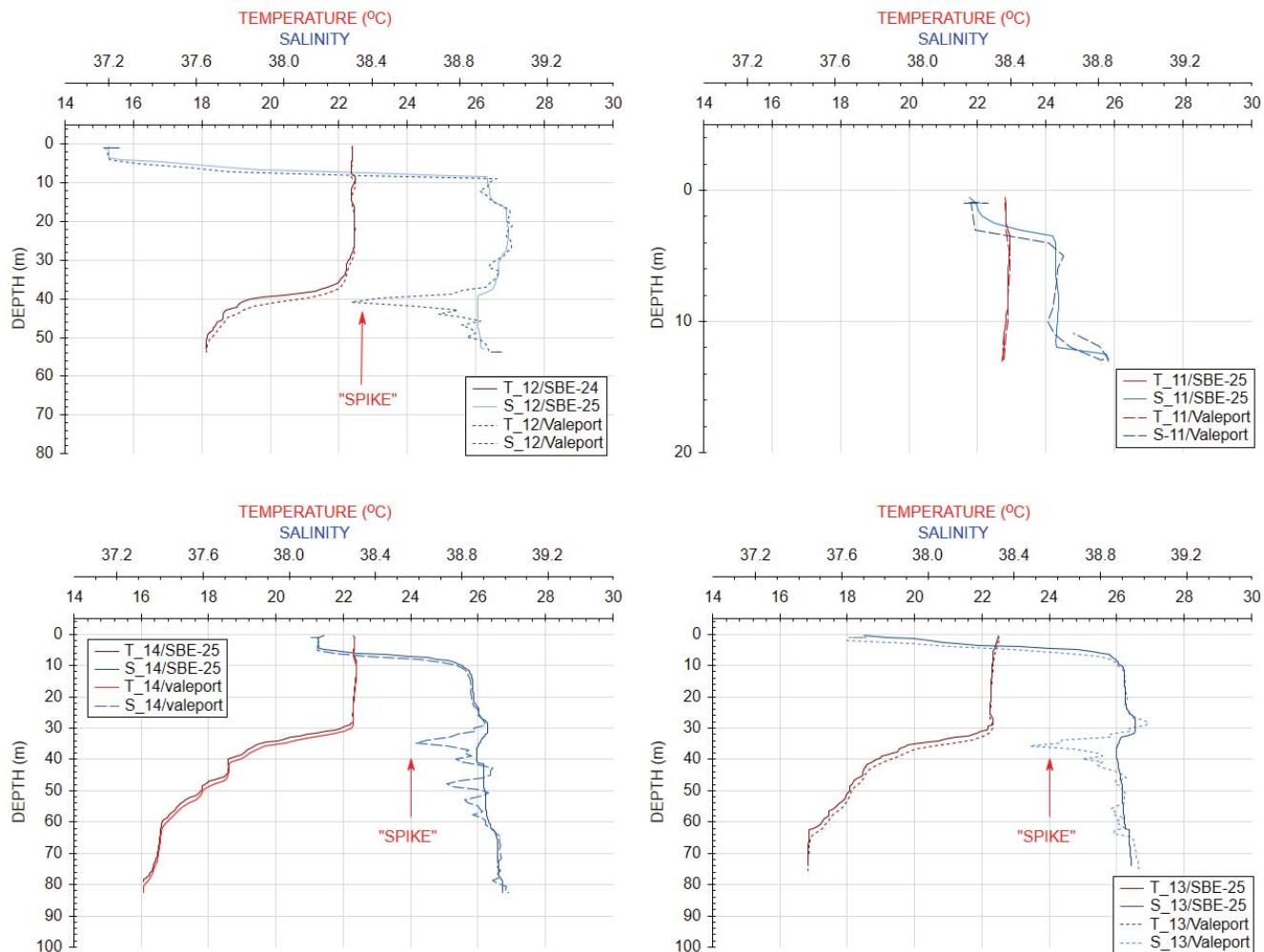
Interkalibracija

Postupak interkalibracije sproveden je samo na nekoliko stanica zadnjeg dana terenskog istraživanja. Osim toga, dostavljeni podaci nisu svedeni na 0,5 m, odnosno na 1 m što je preporučljivo kako bi se sprovelo upoređivanje sa mjerjenjima SBE-25 sondom. Naime, preliminarno upoređivanje je napravljeno bez svodenja mjerena na ekvidistantnu dubinu usrednjenu na 0,5, odnosno 1 m dubine. Usrednjavanju prethodi postupak kojim se kašnjenje senzora za konduktivitet anulira, tj. iz mjerene se vrijednosti, postupkom koji je karakterističan za svaki senzor, odbacuju tzv. „spike” vrijednosti. Korak koji prethodi ovom usrednjavanju metoda je koja zavisi od karakteristika sonde, pa se „čišćenje” niza od „spike” podataka može sprovesti smanjivanjem vremenskog koraka uzorkovanja ili svodenjem na ekvidistantne dubine uzorkovanja (npr. na 0,5 ili 1 m). Međutim, srećna okolnost je što su korištene sonde neposredno pred mjerjenje kalibrirane od proizvođača (za Valeport sondu nije dostupna kalibraciona kriva). Upoređene su

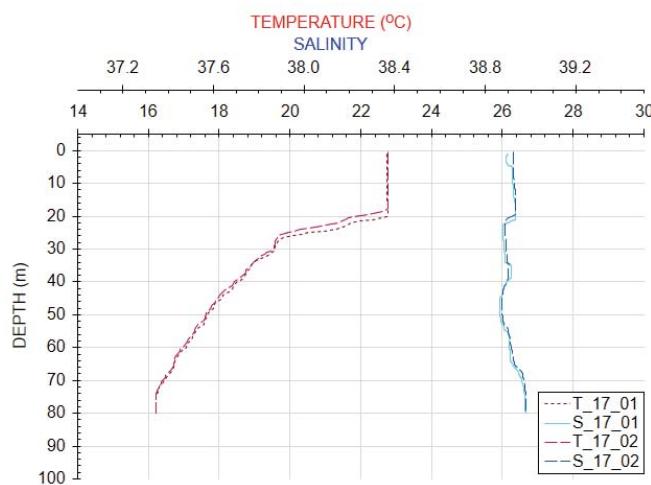
vrijednosti izmjerene na stanicama 11-17. Analiza je pokazala da su mjerena uporediva, odnosno da Valeport sonda razumljivo bilježi podatke. Prikazani su rezultati upoređivanja za odabrane stanice 11, 12 i 13 (Slika 3.21).

Odstupanje mjernih podataka najveće je na termoklini gdje odgovor senzora za konduktivitet kasni u odnosu na senzor temperature, što je uobičajeno kod svih CTD sondi. Problem se izbjegava izborom odgovarajućeg tipa sonde. Postoje sonde za kontinuirana mjerena, kao i one za mjerjenje s broda, autonomna ili na rozeti, sonde za plitka područja, itd. o čemu treba voditi računa.

Poređenja radi, pri kraju terena, na stanicu 17 dodatno je mjereno sa dvije SBE-25 sonde Instituta za oceanografiju i ribarstvo (Slika 3.22). Pri ovom mjerenu sonde nisu bile istovremeno spuštane na stanicu, već jedna za drugom što je razlog malih odstupanja u izmjerenim vrijednostima.



Slika 3.21. Poređenje temperature i saliniteta izmjerjenih SBE-25 i Valeport sondama na stanicama 11,12, 13 i 14



Slika 3.22. Poređenje izmjerjenih vrijednosti temperature i saliniteta na stanicu 17 mjerenih sa dvije SBE-25 sonde

ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Jednokratna mjerena temperature, saliniteta i prozirnosti u primorju Crne Gore služe kako bi se stekao uvid u osobine ovog područja tokom jeseni, u vrijeme još razvijene termokline, a sa svrhom određivanja učestalosti i prostorne pokrivenosti budućeg monitoringa kojim bi se pratile eventualne promjene hidrografskih osobina uslovljene ljudskom aktivnošću i klimatskim promjenama. Naime, očuvanje dobrog stanja okoline prema Direktivi o morskoj strategiji zahtjeva da eventualno antropogeno djelovanje ne uzrokuje trajno mijenjanje hidrografskih uslova, kao i da na taj način ne šteti morskim ekosistemima (EO7, deskriptor 7).

Hidroografski uslovi su fizička svojstva morske vode koja igraju ključnu ulogu u dinamici morskih ekosistema. U obalnim područjima na ta svojstva morske vode direktni uticaj ima ljudska aktivnost, dok su na otvorenom moru hidrografski uslovi u velikoj mjeri određeni prirodnim fenomenima i manje su osjetljivi na antropogeno djelovanje. Međutim, osim pod djelovanjem prirodne varijabilnosti, termohaline osobine znatno su pod djelovanjem klime i klimatskih promjena (uključujući zagrijavanje i zakiseljavanje mora).

Procjena i ciljevi dobrog stanja okoline (eng. Good Environmental Status – GES) temelje se na kvantifikovanju opsega, raspodjele i težine trajnih promjena hidrografskih osobina kao posljedica ljudske aktivnosti. GES se postiže kada su glavne komponente ekosistema u skladu s preovladavajućim prirodnim uslovima, kao i kada ne pokazuju značajne štetne promjene uzrokovane ljudskim djelovanjem. U okviru EO7 definisani su pritisci koji mogu trajno mijenjati hidrografske osobine i to: 1) fizički gubitak morskog dna kao posljedica trajne promjene supstrata ili morfologije morskog dna i/ili ekstrakcije supstrata morskog dna, definisan u EO7, i 2) promjene hidrografskih svojstava morskog dna i vodenog stuba.

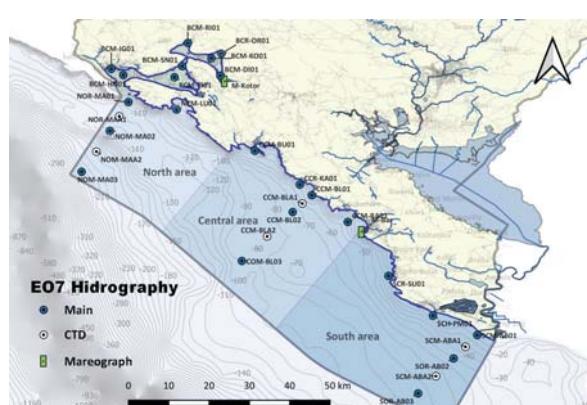
Klimatske promjene u Jadranu, duboko u kopno uvučenog bazena Mediterana osjetljivog na klimatske promjene, mijenjaju toplotu i sadržaj soli u moru, a time i termohalinu cirkulaciju (Schroeder i sar., 2017; Vilibić i sar., 2013). Iz tog razloga njihov efekat, treba kontinuirano pratiti s obzirom na to da može trajno promijeniti

hidrografske osobine morske vode. Uticaj klimatskog pritiska može se pratiti mjeranjem termohalinskih osobina vodenog stuba, odnosno mjeranjem temperature i saliniteta, kao i prozirnosti. Već su uočeni pozitivni trendovi temperature mora (Grbec i sar., 2018) i odgovor ekosistema Jadrana na klimatske promjene (Grbec i sar., 2009; Šolić i sar., 2018). Osim termohaline strukture, mogu se mjeriti i druga fizička svojstva mora kao što su talasi ili struje. Za potrebe ovog monitoringa od pokazatelja koji su predloženi Morskom strategijom u EO7 odabrani su temperatura, salinitet i prozirnost, kao i gustina (formula UNESCO, 1980) što može biti dobar izbor i za budući monitoring u primorju Crne Gore (Tabela 3.2).

Eventualne trajne promjene hidrografskih osobina izazvane fizičkim gubitkom morskog dna mogu se sagledati isključivo praćenjem promjena povezanih s razvojem i/ili mijenjanjem velikih infrastrukturnih intervencija u sredini. Takve intervencije izazivaju promjene odabralih pokazatelja koje mogu biti trajne, a u okviru EO7 prati se njihov uticaj i širenje (izraženo u km²) mjerenjima na terenu, po potrebi i modeliranjem. Izgradnja velikih infrastrukturnih objekata sigurno mijenja morsko dno, u smislu njegovog fizičkog gubitka, i/ili fizičkih smetnji ali bez informacija o takvim intervencijama u sredini, ne mogu se dati odgovarajuće procjene koliko je eventualna intervencija uslovila trajnu promjenjivost termohalinskih osobina pri dnu i u vodenom stubu. Iz tog razloga, ostaje da se sagleda termohalina promjenjivost pod djelovanjem klime i klimatskih promjena. Ove promjene mogu imati direktni uticaj na morski ekosistem zbog slabljenja horizontalne i vertikalne izmjene vode što može smanjiti npr. sadržaj kiseonika u moru.

Praćenje varijabilnosti u moru pod uticajem klimatskih promjena i antropogenog uticaja uključuje one pokazatelje koji opisuju prostorno-vremenske promjene fizičkih morske vode koja su relevantna za specifičnu dinamiku Jadranskog mora, a to su temperatura i salinitet. Ovi su parametri odabrani kao ključni pokazatelji promjena dinamičkih osobina morskih ekosistema, a klimatološki su vrlo varijabilni u Jadranskom moru.

Tabela 3.2. Prijedlog odabranog kriterijuma i pokazatelja za EO7 – hidrografski uslovi

Zajednički Indikator	Elementi indikatora	Odabrani pokazatelji	Područje praćenja i opseg procjene
C15 Prostorni opseg i rasprostranjenost trajnog mijenjanja hidrografskih uslova (npr. promjene kretanja talasa, struja, saliniteta, temperature, prozirnosti) morskog dna i vodenog stuba povezani posebno s fizičkim gubitkom prirodnog morskog dna	Hidrografske promjene morskog dna i vodenog stuba (uključujući međuplinna područja) (UNESCO, 1980)	Temperatura Salinitet Gustina Prozirnost	

U budućem monitoringu treba u izvještavanju navesti na šta se odnosi opseg procjene

Preporuka 1: Klimatska analiza – Na osnovu svih raspoloživih podataka temperature, saliniteta i prozirnosti neophodno je odrediti termohalinu klimu područja ovog dijela Jadrana upotreboom odgovarajućih statističkih analiza s posebnim osvrtom na višegodišnju i sezonsku promjenjivost.

Preporuka 2: Monitoring – Analizom termohalinskih osobina područja zaključeno je da bi se budućim monitoringom trebala poboljšati prostorno-vremenska rezolucija CTD mjerjenja. Mjerena bi trebalo sprovoditi na više stanica prostorno raspoređenih duž više transekata, s većim brojem stanica u području gdje je uticaj slatke vode s kopna kao što je područje estuarija 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.

Preporuka 3: CTD mjerjenja – CTD sonde treba redovno kalibrirati kod proizvođača. Ako se prilikom terena koristi

više sondi njih treba međusobno upoređivati. Osim toga, neophodno je redovno održavanje, kao i upoznavanje s osobinama sonde. Izmjereni podaci se obično za potrebe monitoringa zapisuju kao usrednjene vrijednosti na 0,5 odnosno 1 m. Gustina se izračunava upotreboom formule UNESCO-1980. Posebnu pažnju treba posvetiti mjerjenjima u površinskom sloju, kao i procedurama koje iz podataka otaklanaju tzv. „spike” podatke koji nastaju zbog različitog vremenskog odgovora senzora za temperaturu i provodljivost (conductivity) na promjenjivost u moru, vidljivo na termoklini. Procedure su sastavni dio procesuiranja podataka i one su specifične za svaki multiparametarski CTD instrument. Dobrodošlo je poznавање математичких процедура prilikom procesuiranja podataka.

Preporuka 4: Fizička okeanografija – Neophodno je obrazovati stručnjake 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.

EO5

EUTROFIKACIJA

FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI U VODENOM STUBU

Temperatura morske vode je važan faktor koji utiče na fizičku, hemijsku i biološku karakteristiku mora. Koncentracija soli kao najvažnija osobina morske vode znatno veća odstupanja bilježi u obalnim područjima i zatvorenim zalivima, zbog većeg uticaja rijeka ili obilnih padavina. Specifični temperaturni uslovi koji povećavaju isparavanje morske vode, uzrokuju vrlo visok salinitet u nekim zatvorenim, unutrašnjim ili izolovanim morima (Buljan & Zore-Armanda, 1971). Kako koncentracija soli zavisi i od dubine mora, više vrijednosti i manja kolebanja saliniteta zabilježena su na dnu otvorenog Jadrana, dok se u drugim morima salinitet smanjuje sa povećanjem dubine (Buljan & Zore-Armanda, 1971). Promjena saliniteta na različitim dubinama okeana uslovljena je vertikalnim i horizontalnim izmjenama vodenih masa. Za morskou vodu karakteristična je stalnost hemijskog sastava kao i stalan odnos između pojedinih komponenata koje utiču na salinitet.

Količina kiseonika (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 produkcija fitoplanktona ne bi mogla biti a koje u priobalno more u najvećoj meri stiže raznim donosima sa kopna. Prema Henry-evom zakonu, kiseonik se poput ostalih atmosferskih gasova, rastvara u prirodnim vodama, a u stanju ravnoteže njegova koncentracija proporcionalna je parcijalnom pritisku u atmosferi. Rastvorljivost kiseonika, takođe zavisi i od temperature i saliniteta, pa u zavisnosti od ovih parametara, može se izraziti i kao zasićenost kiseonika izražen u procentima. Ravnotežno stanje odgovara zasićenju od 100% (Grasshoff, 1976). Međutim, u moru se odvijaju različiti hemijski i biološki procesi koji često narušavaju ravnotežno stanje kiseonika i zato dolazi do pojava prezasićenja ($> 100\%$) ili nezasićenja ($< 100\%$). Kiseonik je zbog svega navedenog, uz temperaturu i salinitet, najčešće određivani parametar i predstavlja najosetljiviji pokazatelj intenziteta bio-hemijskih procesa (Rivar i sar., 2004).

Uz svjetlosne i temperaturne uslove, elemente u tragovima i ugljen-dioksid, jedna od najvažnijih osobina morske vode, uz u smislu njenog uticaja na život u morima i

okeanima je koncentracija rastvorenih hranljivih jedinjenja. Fosfati i nitrati su najvažnije soli u morskoj vodi od kojih zavisi primarna produkcija u morima i okeanima. Takođe, ovi elementi su poznati kao ograničavajući faktori jer biljke bez njih ne mogu ni da rastu ni da se razvijaju. Međutim, postoji niz drugih hranljivih jedinjenja koje takođe igraju važnu ulogu, uključujući silicijum, gvožđe, cink. Nutrijenti tj. hranljiva jedinjenja u morima kruže procesom poznatim kao biološko pumpanje, pri čemu plankton izvlači hranljiva jedinjenja iz površinske vode i kombinuje ih u svojoj organskoj matrici. Onda kada biljke umru, potonu i propadnu, hranljiva jedinjenja se vraćaju u svoje rastvoreno stanje u dublje slojeve vode mora i okeana. Obilje hranljivih materija određuje koliko je more bogato njima. Upravo to obilje nutrijenata predstavlja primarnu proizvodnju. U polarnim kao i u nekim hladnim obalnim morima najobimnija produkcija organskih materija je od strane fitoplanktonskih organizama i morske vegetacije (Marasović i sar., 1995). Koncentracija hranljivih soli u moru može da varira zavisno od temperaturnih i klimatskih prilika ili od vertikalne i horizontalne pokretljivosti vode, što u nekim morima uslovjava periodične promjene u obimu bioprodukcije i razvoju biljnih i životinjskih organizama. Fosfor u vodu može dospijeti ispiranjem fosfatnih stijena, otpadnim vodama iz industrija i domaćinstva i ispiranjem poljoprivrednog zemljišta. Najveća količina fosfata i nitrata u morskoj vodi potiče iz procesa razgradnje organskih materija. Ciklus silicijuma je prilično jednostavan jer obuhvata samo neorganske oblike, potrebne za formiranje skeleta mnogih vodenih organizama. Obnova silicijuma zavisi od njegove rastvorljivosti, što se u osnovi razlikuje od obnavljanja azota i fosfora koje je uslovljeno biološkom aktivnošću.

Područje istraživanja

Područje istraživanja obuhvatilo je dio od ušća rijeke Bojane na jugu do Bokokotorskog zaliva na sjeveru. Uzorkovanje morske vode vršeno je u periodu od 9-12. oktobra 2019. godine na ukupno 17 tačaka. Ukupno je uzorkovano 66 uzoraka morske vode za analizu fizičko-hemijskih parametara. Uzorci su uzimani na četiri dubine

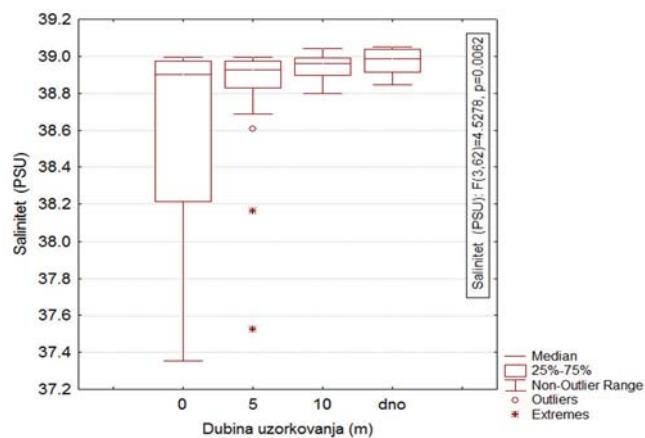
(0 m, 5 m, 10 m i dno) izuzev na jednoj poziciji na transektu IV i na jednoj na transektu V gdje su uzeti sa tri dubine (0 m, 5 m i 10 m). Radi pojednostavljenog objašnjenja rezultata, tačke istraživanja smo grupisali u pet transekata, i to: I transekt (tačke 1, 2, 3), II transekt (4, 5, 6), III transekt (7, 8, 9, 10), IV transekt (11, 12, 13, 14) i V transekt (15, 16, 17).

Na Slici 0.1 (Uvod) predstavljena je mapa sa istraživanim tačkama na kojima su mjereni fizičko-hemijski parametri i planktonske zajednice (fito i zooplankton).

Materijal i metode

Uzimanje uzorka morske vode za hidrografska ispitivanja vršeno je pomoću Niskinovog crpca zapremine od 5 L. Odmah nakon uzorkovanja, uzorci kiseonika su fiksirani u bočicama (Winkler) i ostavljeni u tami tokom 24 sata, kako su opisali Grasshoff i sar., (1983), a zatim je vršena potenciometrijska titracija natrijum-tiosulfatom. Određivanje zasićenja kiseonika u % izračunato je iz jednačine topljivosti Benson i Krause (1984).

Uzorci morske vode za analizu hranljivih jedinjenja (nitrati, nitriti, ukupno rastvoreni azot, ukupan fosfor i ortosilikati) odmah su smrznuti na -18°C i dalja analiza vršena je u Laboratoriji za hemiju mora i okeanografiju u Institutu za biologiju mora. Određivanje koncentracije ortofosfata i amonijum jona vršeno je odmah nakon uzorkovanja. Određivanje koncentracije ispitivanih nutrijenata u morskoj vodi vršeno je spektrofotometrijskim metodama (Grasshoff i sar., 1983; Parsons, T.R. i sar., 1985) na spektrofotometru *Analytic Jena*.



Slika 4.1. Prikaz box plotova saliniteta u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

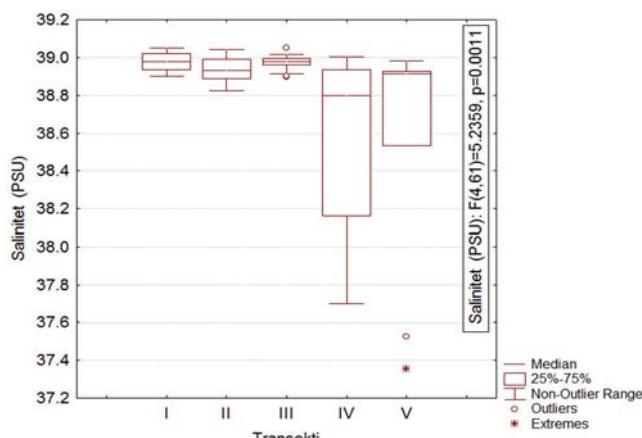
Rezultati i diskusija

Rezultati fizičko-hemijskih parametara dobijeni tokom ovih istraživanja prikazani su u Tabeli 4.1 i 4.2 i predstavljaju sastavni dio ovog izveštaja.

Detaljna analiza parametra temperature detaljno je objašnjena poglavljem o hidrografiji.

Salinitet

Medijani saliniteta na istraživanim tačkama najmanji su bili u površinskom sloju i sa dubinama vrijednosti medijane su se blago povećavale. Raspršenje 50% svih podataka na ispitivanim tačkama duž crnogorske obale, bilo je najveće u površinskom sloju i kretao se od 38,21–38,85‰. Za razliku od površinskog sloja, najmanji raspon za 25–75% bio je na dubini 10 m. Maksimalne vrijednosti saliniteta izmjerene su na dubini od 10 m i u pridnenom sloju na više ispitivanih tačaka, i imale su vrijednosti do 39,05‰ (Tabela 4.1). U podpovršinskom sloju, na dubini 5 m, zabilježene su vrijednosti (ekstremne) koje značajno odstupaju od raspršenja 50% (38,16‰ – tačka 14 i 37,52‰ – tačka 16) (Slika 4.1). Na Slici 4.2 vidimo da su medijane bile ujednačene na I i III transektu, zatim slijede II i V transekt, dok je na IV transektu medijana bila najmanja. Na IV transektu, primjećuje se najveći raspon saliniteta i kretao se od 37,7–39,0‰ (Tabela 4.1). Na V transektu zabilježena je najniža vrijednost (37,35‰) koja predstavlja odstupanje od ostalih vrijednosti. Najmanji raspon saliniteta bio je na III transektu.



Slika 4.2. Prikaz box plotova saliniteta u vodenom stubu po transektima na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

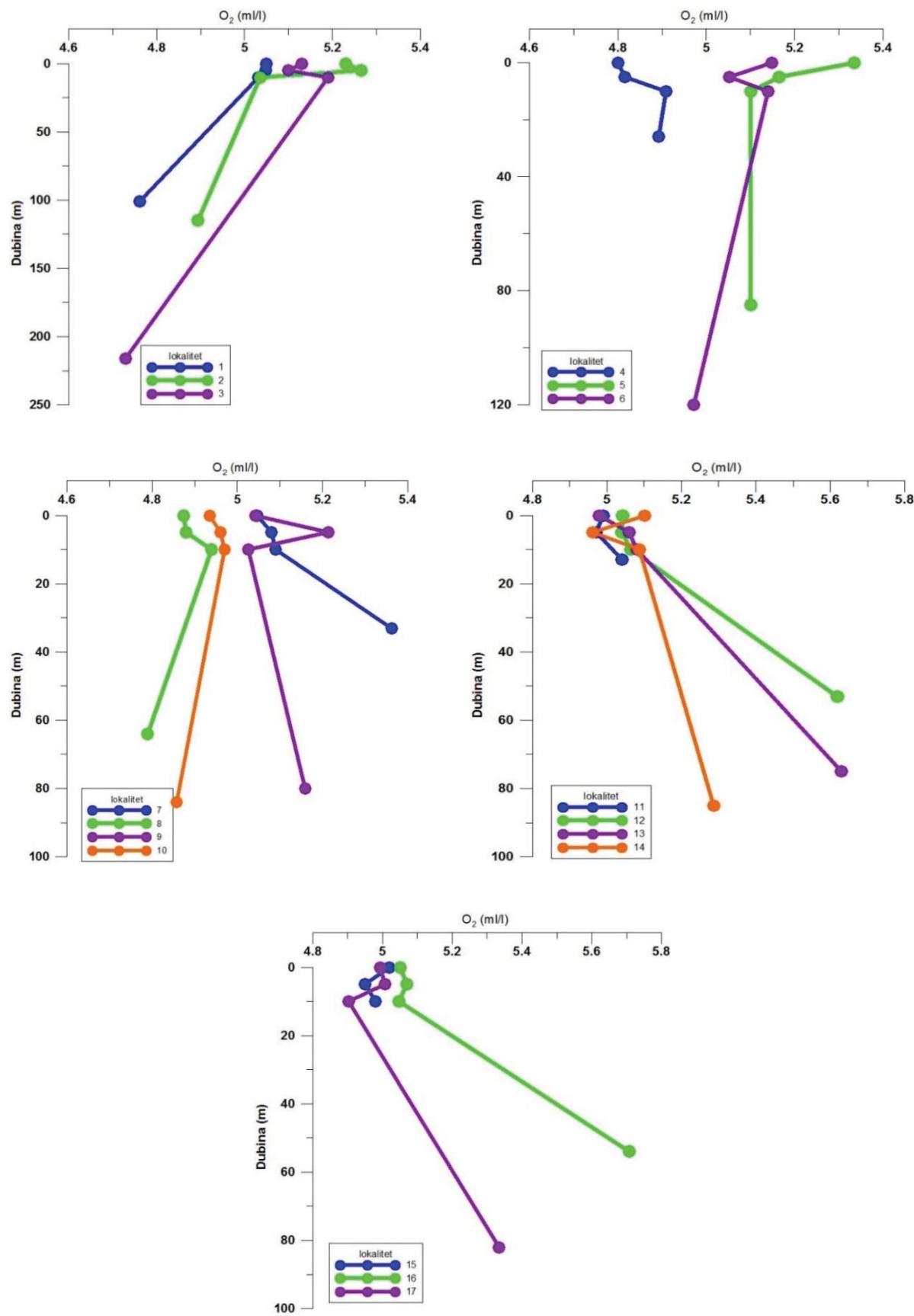
Sadržaj rastvorenog kiseonika u vodenom stubu

U Tabeli 4.1. prikazane su vrijednosti saliniteta, temperature, koncentracije rastvorenog kiseonika i zasićenost kiseonika na ispitivanim tačkama uzorkovani tokom oktobra 2019. godine. Rezultati koncentracije kiseonika (ml/l) pokazali su da su visoke vrijednosti zabilježene na tačkama 7, 12, 13, 16 i 17 u dubljim slojevima. Maksimalna koncentracija kiseonika zabilježena je na tački 16 (V transekt – 54 m) i iznosila je 5,71 ml/l. Najniže vrijednosti koncentracije kiseonika izmjerene su na I transektu na tačkama 1 (101 m) i 3 (216 m) i iznosile su 4,76 odnosno 4,73 ml/l.

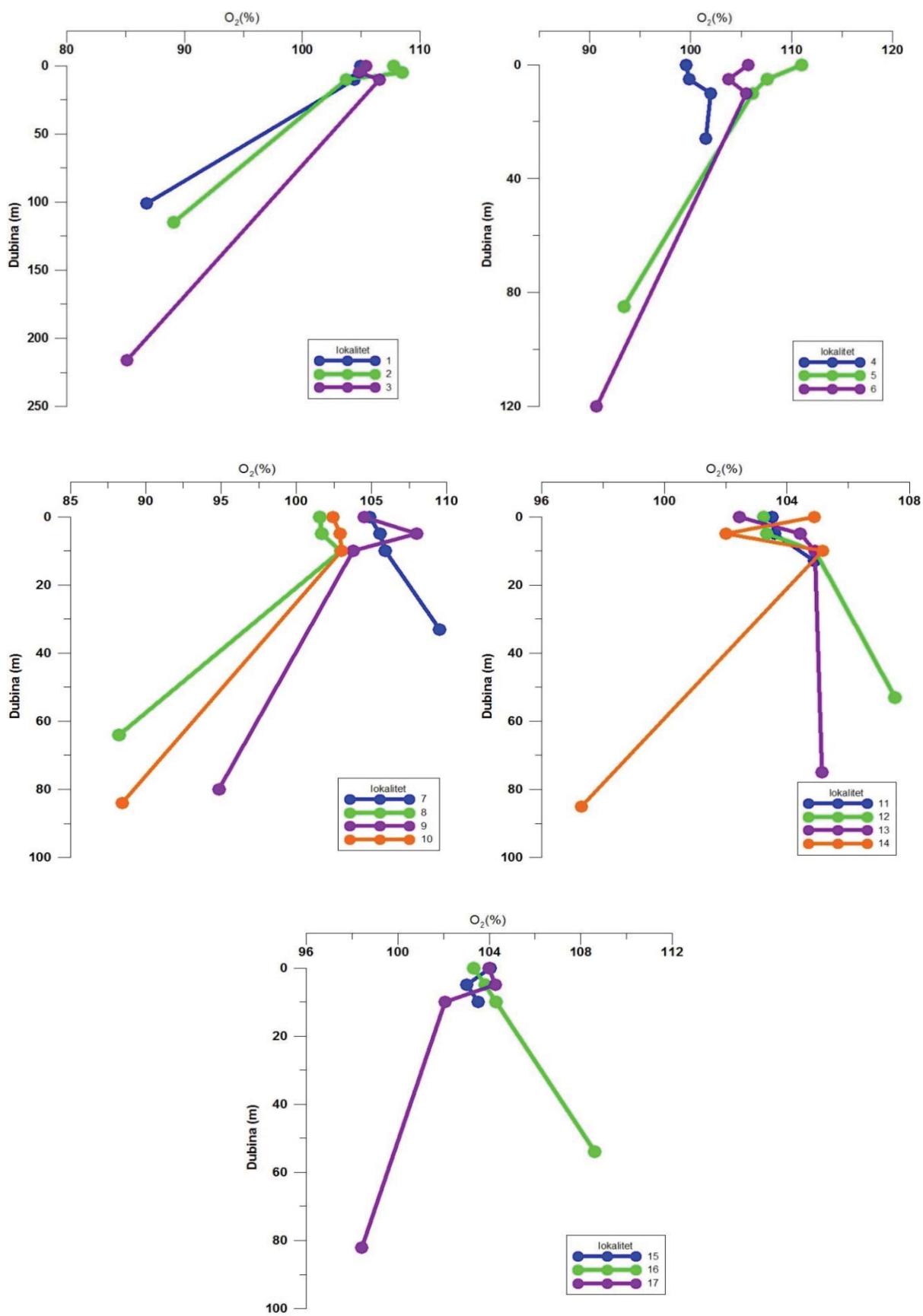
Na osnovu rezultata koji su predstavljeni na Slici 4.3, vidimo da su se vrijednosti u površinskom sloju kretale u intervalu od 4,80–5,33 ml/l. U podpovršinskom sloju, na dubini 5 i 10 m, koncentracija kiseonika za većinu ispitivanih tačaka ima približno ujednačene vrijednosti koje se kreću do 5,26 ml/l, koliko je maksimalno izmjerena koncentracija na tački 2 – 5 m (I transekta). Odstupanja od ovih vrijednosti javljaju se na tačkama 4, 8 i 10, čije su vrijednosti u površinskom i podpovršinskom sloju nešto niže. Najniže vrijednosti u podpovršinskom sloju izmjerene su na tačkama 4 i 8, na 5 m dubine i iznosile su 4,82 odnosno 4,88 ml/l. U dubljim slojevima, koncentracija kiseonika imala je niže vrijednosti u odnosu na površinski i podpovršinski sloj na većini tačaka na transektima I, II i III. Izuzetak su tačke 4, 7 i 9, čije su vrijednosti koncentracije kiseonika bile povećane u odnosu na površinski sloj. Na transektima IV i V, koncentracija kiseonika bilježi veće vrijednosti na svim ispitivanim tačkama na maksimalnim dubinama. Izuzetak je jedino tačka 15, koja je zbog male razlike u dubinama imala generalno ujednačene vrijednosti na svim dubinama.

Rezultati zasićenja kiseonikom (%) pokazali su da su vrijednosti bile veće u površinskom sloju, dok su u podpovršinskom sloju vrijednosti varirale od tačke do tačke. Minimalna i maksimalna vrijednost zasićenja kiseonika u površinskom sloju, zabilježene su na II transekstu odnosno na tačkama 4 i 5, i imale su vrijednosti 99,54% odnosno 109,96%. U dubljim slojevima zasićenje kiseonika na većini ispitivanih tačaka bilježi niže vrijednosti u odnosu na površinski i podpovršinski sloj. Najniže vrijednosti zasićenja kiseonika izmjerene su na tačkama 3 (216 m), 8 (64 m) i 10 (84 m) i iznosile su 85,11, 88,21 odnosno 88,45%. Ipak, značajna odstupanja javljaju se na tačkama (4, 7, 11, 12, 13 i 16), na kojima zasićenje kiseonika bilježi znatno veće vrijednosti u dubljim slojevima u odnosu na površinski i podpovršinski sloj (Slika 4.4). Maksimalne vrijednosti zasićenja kiseonikom osim na tački 5 (0 m), zabilježene su i na tačkama 7 (33 m – III transekta) 109,5% odnosno 16 (54 – V transekta) 108,6%.

Generalno, na osnovu dobijenih vrijednosti, vertikalna distribucija zasićenja kiseonika na ispitivanim tačkama grupisanim po transektima pokazala je veće vrijednosti u površinskom i podpovršinskom sloju i sa dubinom vrijednosti su opadale (Bellafiore, i sar., 2011; Buljan, Zore-Armarda, 1971), sa izuzetkom kod pojedinih tačaka. Na pojedinim tačkama jako je mala razlika između površine i dubine. Povećane vrijednosti zasićenja kiseonika u površinskom sloju posljedica su intezivnijeg procesa fotosinteze uslijed dotoka veće koncentracije hranljivih soli. Zasićenje kiseonika preko 100% najčešće se javlja u periodu od aprila do septembra i to u površinskom i srednjem sloju, dok se u drugom periodu godine javlja oko ili ispod 100%.



Slika 4.3. Vertikalne raspodjеле koncentracije kiseonika u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.



Slika 4.4. Vertikalne raspodjele zasićenja kiseonika na ispitivanim tačkama grupisane po transektima, oktobar 2019.

Tabela 4.1. Tabelarni prikaz temperature, saliniteta, koncentracije kiseonika i zasićenost kiseonika na ispitivanim tačkama, oktobar 2019.

Tačke	Transekti	Dubina	uzorkovanja (m)	Salinitet (PSU)	Temperatura (°C)	Rastvorenii kiseonik (ml/l)	Zasićenost kiseonika (%)
1	I	0	38,90	22,66	5,05	104,94	
1	I	5	38,91	22,66	5,05	104,92	
1	I	10	39,04	22,54	5,03	104,42	
1	I	101	39,04	15,55	4,76	86,76	
2	I	0	38,98	22,15	5,23	107,75	
2	I	5	38,98	22,14	5,26	108,46	
2	I	10	38,98	22,14	5,03	103,72	
2	I	115	39,05	15,48	4,89	89,06	
3	I	0	38,90	22,01	5,13	105,38	
3	I	5	38,96	22,02	5,10	104,83	
3	I	10	38,96	21,94	5,19	106,54	
3	I	216	39,00	14,93	4,73	85,11	
4	II	0	38,82	22,57	4,80	99,54	
4	II	5	38,83	22,55	4,82	99,85	
4	II	10	38,88	22,66	4,91	101,99	
4	II	26	38,90	22,58	4,89	101,51	
5	II	0	38,93	22,70	5,33	110,96	
5	II	5	38,93	22,77	5,16	107,55	
5	II	10	38,93	22,71	5,10	106,12	
5	II	85	39,04	15,78	5,10	93,38	

Tačke	Transekti	Dubina	uzorkovanja (m)	Salinitet (PSU)	Temperatura (°C)	Rastvorenii kiseonik (ml/l)	Zasićenost kiseonika (%)
6	II	0	38,99	21,95	5,15	105,72	
6	II	5	38,99	21,95	5,05	103,72	
6	II	10	38,99	21,93	5,14	105,51	
6	II	120	39,04	15,57	4,97	90,64	
7	III	0	38,90	22,65	5,05	104,87	
7	III	5	38,90	22,65	5,08	105,55	
7	III	10	38,94	22,72	5,09	105,92	
7	III	33	38,91	21,67	5,36	109,5	
8	III	0	38,97	22,80	4,87	101,58	
8	III	5	38,97	22,80	4,88	101,7	
8	III	10	38,97	22,80	4,94	102,95	
8	III	64	39,01	16,09	4,79	88,21	
9	III	0	39,00	22,48	5,04	104,51	
9	III	5	38,99	22,44	5,21	107,98	
9	III	10	38,99	22,29	5,03	103,8	
9	III	80	39,02	16,02	5,16	94,88	
10	III	0	38,98	22,56	4,94	102,44	
10	III	5	38,98	22,57	4,96	102,91	
10	III	10	38,99	22,45	4,97	103	
10	III	84	39,05	15,51	4,86	88,45	
11	IV	0	38,21	22,79	4,99	103,52	
11	IV	5	38,61	22,93	4,97	103,59	
11	IV	13	38,85	22,72	5,04	104,88	

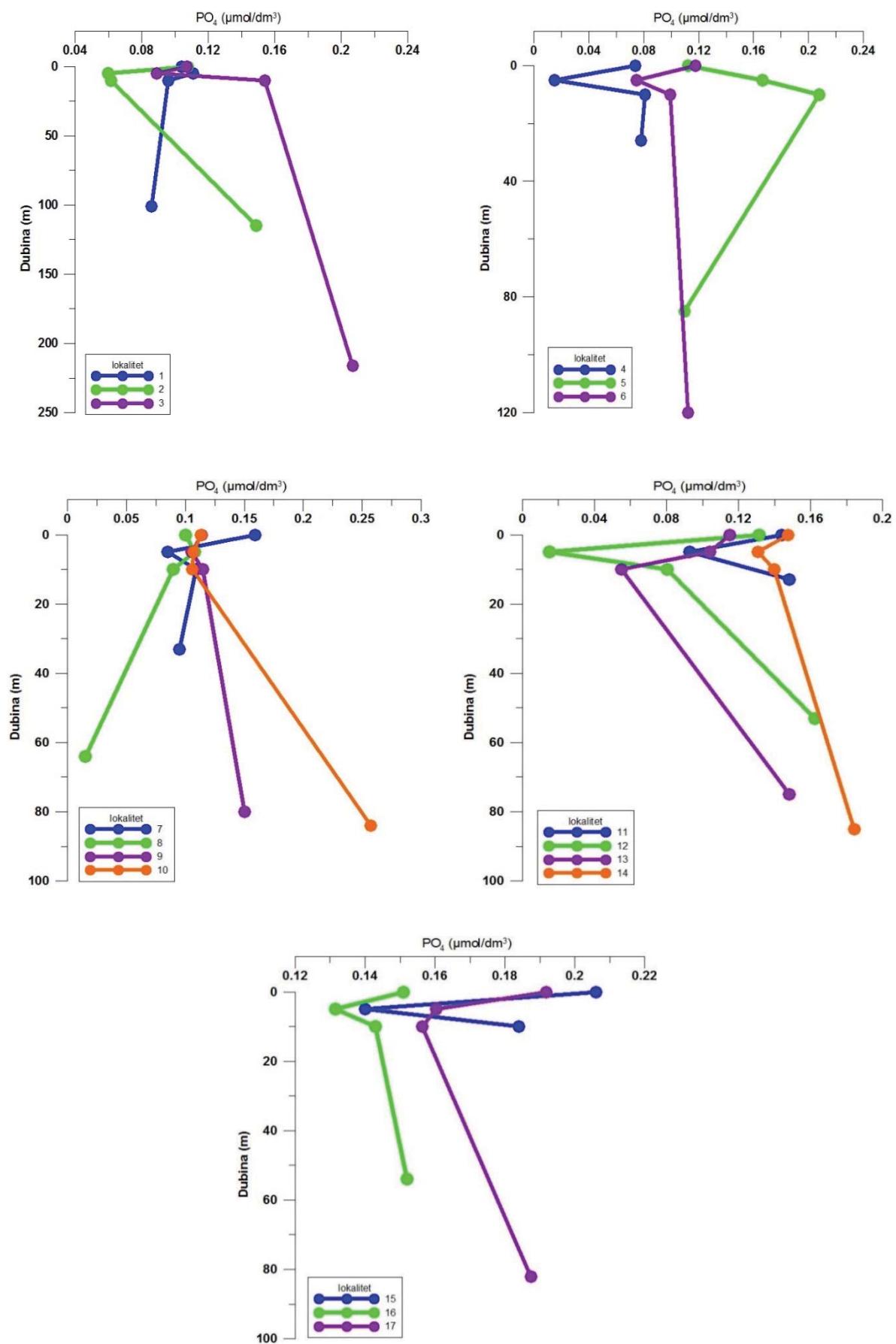
Tačke	Transekti	Dubina	uzorkovanja (m)	Salinitet (PSU)	Temperatura (°C)	Rastvorenii kiseonik (ml/l)	Zasićenost kiseonika (%)
12	IV	0	37,89	22,35	5,04	103,25	
12	IV	5	38,93	22,39	5,04	103,35	
12	IV	10	39,00	22,44	5,06	104,91	
12	IV	53	38,91	18,13	5,62	107,52	
13	IV	0	37,70	22,48	4,98	102,45	
13	IV	5	38,69	22,34	5,06	104,44	
13	IV	10	38,90	22,30	5,08	104,90	
13	IV	75	38,94	16,84	5,63	105,13	
14	IV	0	38,16	22,30	5,10	104,88	
14	IV	5	38,16	22,30	4,96	102,02	
14	IV	10	38,80	22,39	5,09	105,15	
14	IV	85	38,99	16,06	5,29	97,29	
15	V	0	38,53	22,63	5,02	104,05	
15	V	5	38,87	22,75	4,95	103,01	
15	V	10	38,94	22,67	4,98	103,52	
16	V	0	37,35	22,28	5,05	103,32	
16	V	5	37,52	22,29	5,07	103,83	
16	V	10	38,83	22,35	5,05	104,28	
16	V	54	38,91	17,81	5,71	108,59	
17	V	0	38,92	22,77	4,99	103,98	
17	V	5	38,92	22,77	5,01	104,26	
17	V	10	38,93	22,76	4,90	102,06	
17	V	82	38,98	16,20	5,33	98,42	

Koncentracija fosfata u vodenom stubu

Apsolutni raspon koncentracija ortofosfata na ispitivanim tačkama kretao se od $<0,03\text{--}0,257 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$. Veće vrijednosti ortofosfata izmjerene su na tačkama 3 (216 m), 5 (10 m), 10 (84 m) i 15 (0 m) (Tabela 4.2). 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.

Na osnovu rezultata koji su predstavljeni na Slici 4.5, vidimo da su se vrijednosti ortofosfata u površinskom sloju kretale u intervalu od $0,074\text{--}0,206 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$; u podpovršinskom sloju, na dubini 5 i 10 m, koncentracija ortofosfata imala je vrijednosti od $<0,03\text{--}0,208 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, dok je u dubljim slojevima ovaj raspon iznosio $<0,03\text{--}0,257 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$. Na tačkama 4, 8 i 12 (u podpovršinskom

i dubljim slojevima), zabilježene su vrijednosti LOQ ($<0,03 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$), dok je maksimalna koncentracija ortofosfata zabilježena na tački 10 (84 m – III transekt) i iznosila je $0,257 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, odnosno na III transektu je istovremeno zabilježena i minimalna i maksimalna vrijednost (Tabela 4.2). Na osnovu vertikalne distribucije koncentracije ortofosfata grupisane u tranekte, maksimalne vrijednosti na pojedinim tačkama javljaju se i u površinskom i u pridnenom sloju (2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14). Minimalne vrijednosti koncentracije ortofosfata javljaju se u podpovršinskom sloju na dubinama 5 m i 10 m. Ovaj trend je naročito izražen na IV i V transektu, gdje vrijednosti ortofosfata u površinskom sloju imaju niže vrijednosti, zatim opadaju u podpovršinskom sloju da bi u dubljim slojevima vrijednosti ponovo rasle.

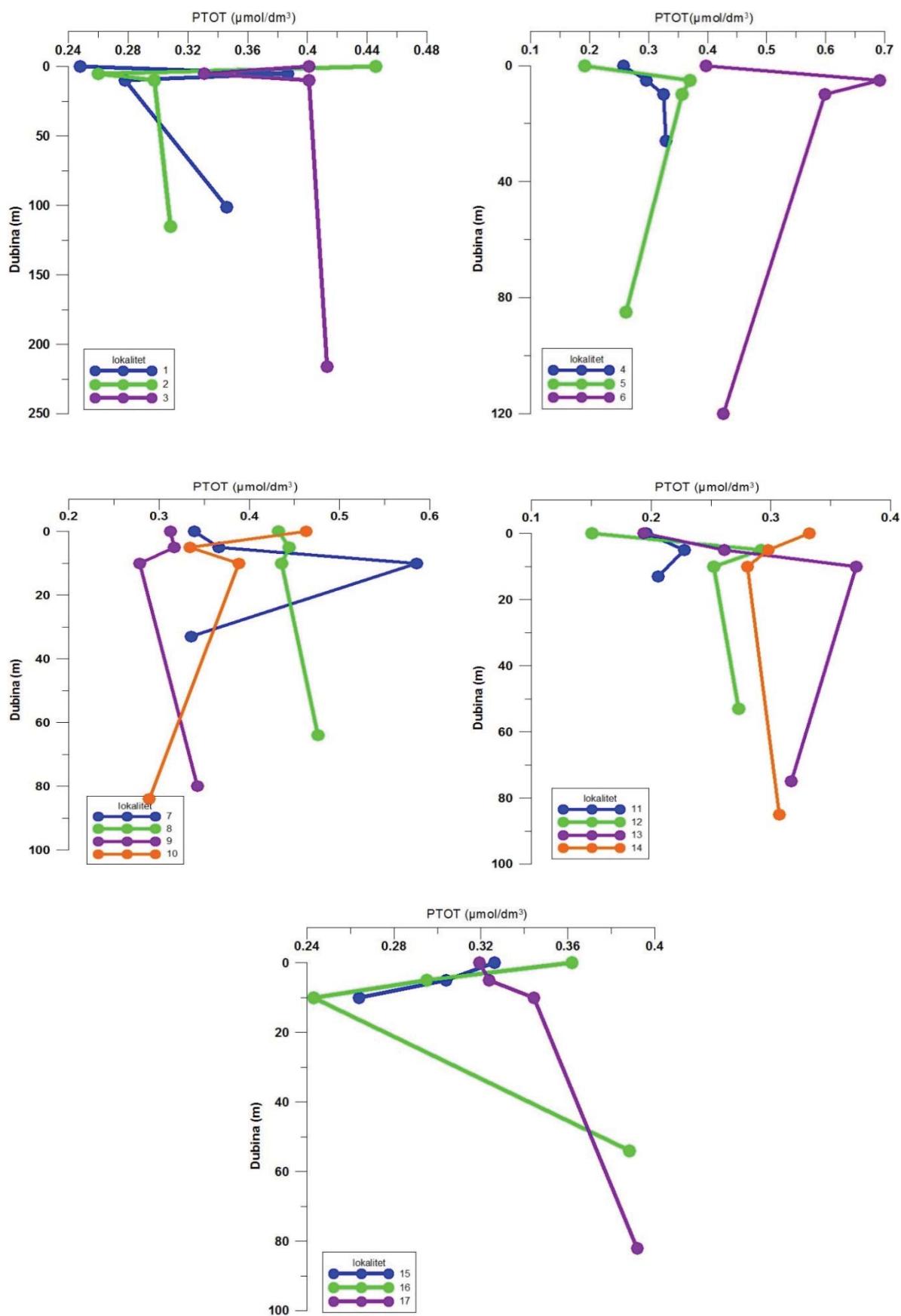


Slika 4.5. Vertikalna raspodjela koncentracije ortofosfata na istraživanim tačkama grupisane u transektima, oktobar 2019.

Koncentracija ukupnog fosfora u vodenom stubu

U površinskom sloju raspon koncentracija ukupnog fosfora kretao se od 0,151–0,463 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$; u pod površinskom sloju na dubini od 5 m, raspon koncentracija iznosio je od 0,228–0,692 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, na dubini od 10 m koncentracijski raspon kretao se od 0,243–0,599 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, dok je u pridnenom sloju koncentracija ukupnog fosfora imala vrijednosti od 0,206–0,476 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (Tabela 4.2). Maksimalna koncentracija ukupnog fosfora zabilježena je na II transektu (tačka 6 – 5 m) i iznosila je 0,692 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (Slika 4.6). Najniže vrijednosti ukupnog

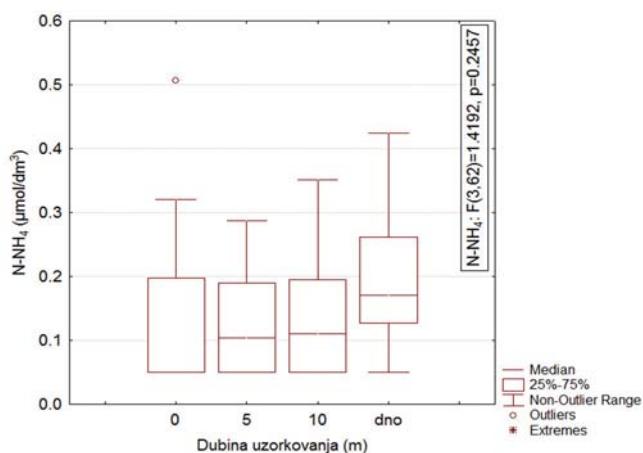
fosfora zabilježene su u površinskom sloju na tačkama 5, 11, 12 i 13. Na mnogim ispitivanim tačkama, koncentracija ukupnog fosfora u pod površinskom sloju ima veće vrijednosti od koncentracije koja je zabilježena u površinskom sloju. Ovo je naročito izraženo na II transektu (4, 5, 6), III transektu (7, 8) i IV transektu (11, 12, 13). Generalno, koncentracija ukupnog fosfora ima niže vrijednosti u površinskom sloju u odnosu na dublje slojeve. Ovo je posebno izraženo na tačkama u II, IV i V transektu (4, 5, 6, 11, 12, 13, 16, 17).



Slika 4.6. Vertikalna raspodjela koncentracije ukupnog fosfora na istraživanim tačkama grupisane u transektima, oktobar 2019.

Koncentracija amonijaka u vodenom stubu

Medijani koncentracija amonijum jona na istraživanim tačkama kretale su se: $0,102 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (5 m) do $0,170 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ u pridnenom sloju. Opseg koncentracija amonijum jona imao je niže vrijednosti u površinskom i podpovršinskom sloju, dok je u pridnenom sloju opseg koncentracija amonijum jona zabilježio više vrijednosti. U površinskom sloju, raspon koncentracija kretao se od $<0,1$ – $0,507 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$; u podpovršinskom sloju na dubini od 5 m, raspon koncentracija iznosio je od $<0,1$ – $0,287 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, na dubini od 10 m koncentracijski raspon kretao se od $<0,1$ – $0,351 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, dok je u pridnenom sloju koncentracija amonijum jona imala vrijednosti od $<0,1$ – $0,424 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (Tabela 4.2). Maksimalna koncentracija $0,507 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ zabilježena je na tački 4 u površinskom sloju, što ujedno predstavlja i ekstremnu vrijednost u odnosu na ostale izmjerene koncentracije (Slika 4.7).

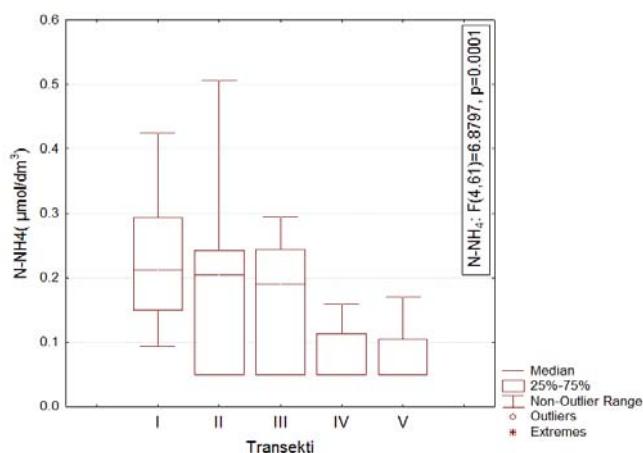


Slika 4.7. Prikaz box plotova koncentracije amonijum jona u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

Koncentracija nitrata u vodenom stubu

Medijani koncentracija nitrata na istraživanim tačkama bili su u rasponu od $0,24 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (10 m dubine) do $0,64 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ u površinskom i dubljim slojevima (Slika 4.9). Raspršenje 50% svih podataka na ispitivanim tačkama, bilo je relativno ujednačeno u površinskom i pridnenom sloju, dok je u podpovršinskom sloju raspršenje imalo nešto niže vrijednosti. Raspon koncentracija nitrata na ispitivanim tačkama kretao se od $<0,05 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (tačka 13 na površini, IV transekt) do $3,226 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ na tački 3 i

Na osnovu rezultata koncentracije amonijum jona prikazanih box plotovima u vodenom stubu po transektima (Slika 4.8) postoji razlika u vrijednostima po grupisanim transektima. U prvom transektu, a zatim u drugom i trećem transektu, vrijednosti koncentracije amonijum jona grupisane su u relativno sličnom i/ili većem opsegu u odnosu na IV i V transekt. Najmanji opseg koncentracija (50%) amonijum jona grupisan je u V transektu. Na ovim transektima nijesu zabilježene vrijednosti koje odstupaju ili su ekstremne u odnosu na opseg koncentracija. Najveći opseg koncentracija amonijum jona javlja se u drugom transektu i kreće se od $0,05$ – $0,507 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, dok je najmanji u četvrtom transektu i vrijednosti se kreću od $0,05$ – $0,159 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$. Na slikama 4.7 i 4.8 vidi se da na pojedinim dubinama i transektima nije prikazana donja granica koncentracije amonijum jona, iz razloga što je na većem broju ispitivanih tačaka koncentracija amonijum jona bila ispod granice detekcije metode (Tabela 4.2).

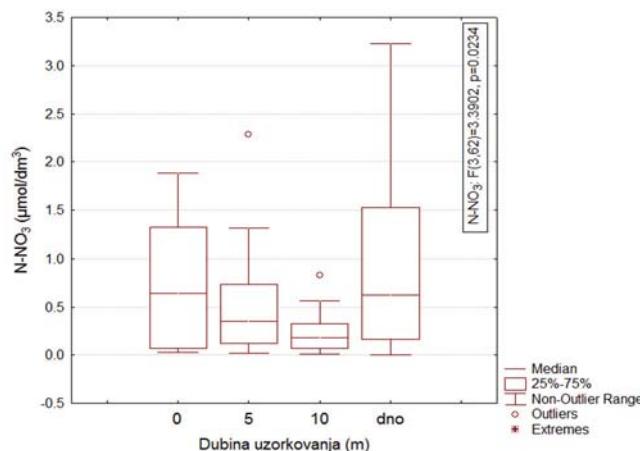


Slika 4.8. Prikaz box plotova koncentracije amonijum jona u vodenom stubu po transektima na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

dubini od 216 m (transekt I). U odnosu na srednje vrijednosti, u podpovršinskom sloju, javljaju se odstupanja, i to na 5 m dubine, tačka 2-I transekt ($2,286 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$) i na 10 m dubine, tačka 17 – V transekt ($0,829 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$) (Tabela 4.2).

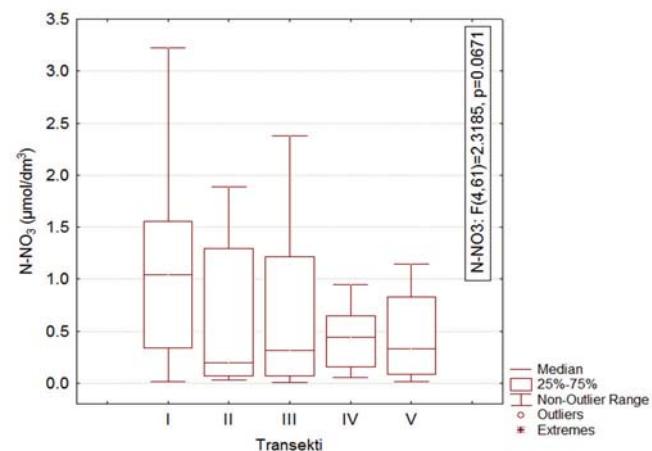
Na osnovu rezultata koncentracije nitrata prikazanih box plotovima u vodenom stubu po transektima (Slika 4.10) postoji razlika u vrijednostima po grupisanim transektima.

U transektima I, II i III, vrijednosti koncentracije nitrata grupisane su u relativno sličnom i većem opsegu u odnosu na IV i V transekta. Najmanji opseg koncentracija nitrata (50%) grupisan je u IV transektu. Na ovim transektima nijesu zabilježene vrijednosti koje odstupaju ili su ekstremne u



Slika 4.9. Prikaz box plotova koncentracije nitrata u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

odnosu na opseg koncentracija. Najveći opseg koncentracija nitrata javlja se u prvom transektu i kreće se od 0,016–3,226 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, dok je najmanji u četvrtom transektu i vrijednosti se kreću od < 0,05–0,946 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (Tabela 4.2).



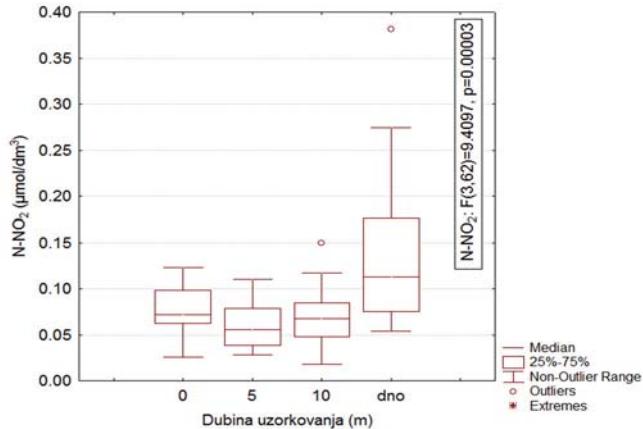
Slika 4.10. Prikaz box plotova koncentracije nitrata u vodenom stubu po transektima na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

Koncentracija nitrita u vodenom stubu

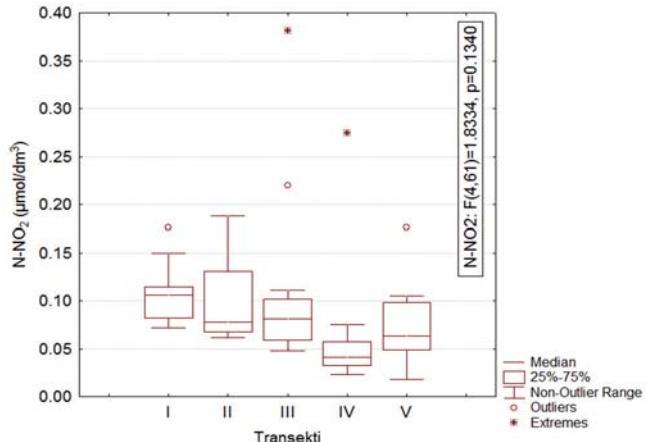
Medijani koncentracija nitrita na istraživanim tačkama kretali su se: 0,062 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (5 m) do 0,11 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ u pridnenom sloju. Najveći opseg koncentracija nitrita (25–75%) na ispitivanim tačkama duž crnogorske obale javlja se u pridnenom sloju. U ostalim slojevima, površinski i podpovršinski slojevi, koncentracija nitrita imala je nešto niže vrijednosti. U površinskom sloju, raspon koncentracija kretao se od 0,026 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (tačka 14) do 0,124 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (tačka 6); u podpovršinskom sloju na dubini od 5 m, raspon koncentracija iznosio je od 0,028–0,11 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, na dubini od 10 m koncentracijski raspon kretao se od 0,018–0,117 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$, dok je u pridnenom sloju koncentracija nitrita imala vrijednosti od 0,054–0,381 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (Tabela 4.2). Odstupanja u odnosu na opseg koncentracija javljaju se na tački 1 na dubini 10 m (0,150 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$), kao i na tački 8 na 64 m (0,381

$\mu\text{mol}/\text{dm}^3$), što ujedno predstavlja maksimalnu vrijednost koja odstupa u odnosu na ostale izmjerene koncentracije (Slika 4.11).

U box plotovima na kojima su predstavljene koncentracije nitrita po transektima (Slika 4.12) najveći opseg koncentracija nitrita nalaze se na II transektu, dok je na ostalim transektima opseg koncentracije nitrita manji. Na I, III i V transektu javljaju se vrijednosti koje odstupaju u odnosu na srednje vrijednosti koncentracije nitrita. Ekstremne vrijednosti koncentracije nitrita javljaju se u trećem (0,381 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$) odnosno četvrtom transektu (0,275 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$). Medijani koncentracije nitrita po transektima najmanju vrijednost imaju u IV i V transektu, dok su na ostalim transektima ove vrijednosti nešto veće.



Slika 4.11. Prikaz box plotova koncentracije nitrita u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.



Slika 4.12. Prikaz box plotova koncentracije nitrita u vodenom stubu po transektima na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

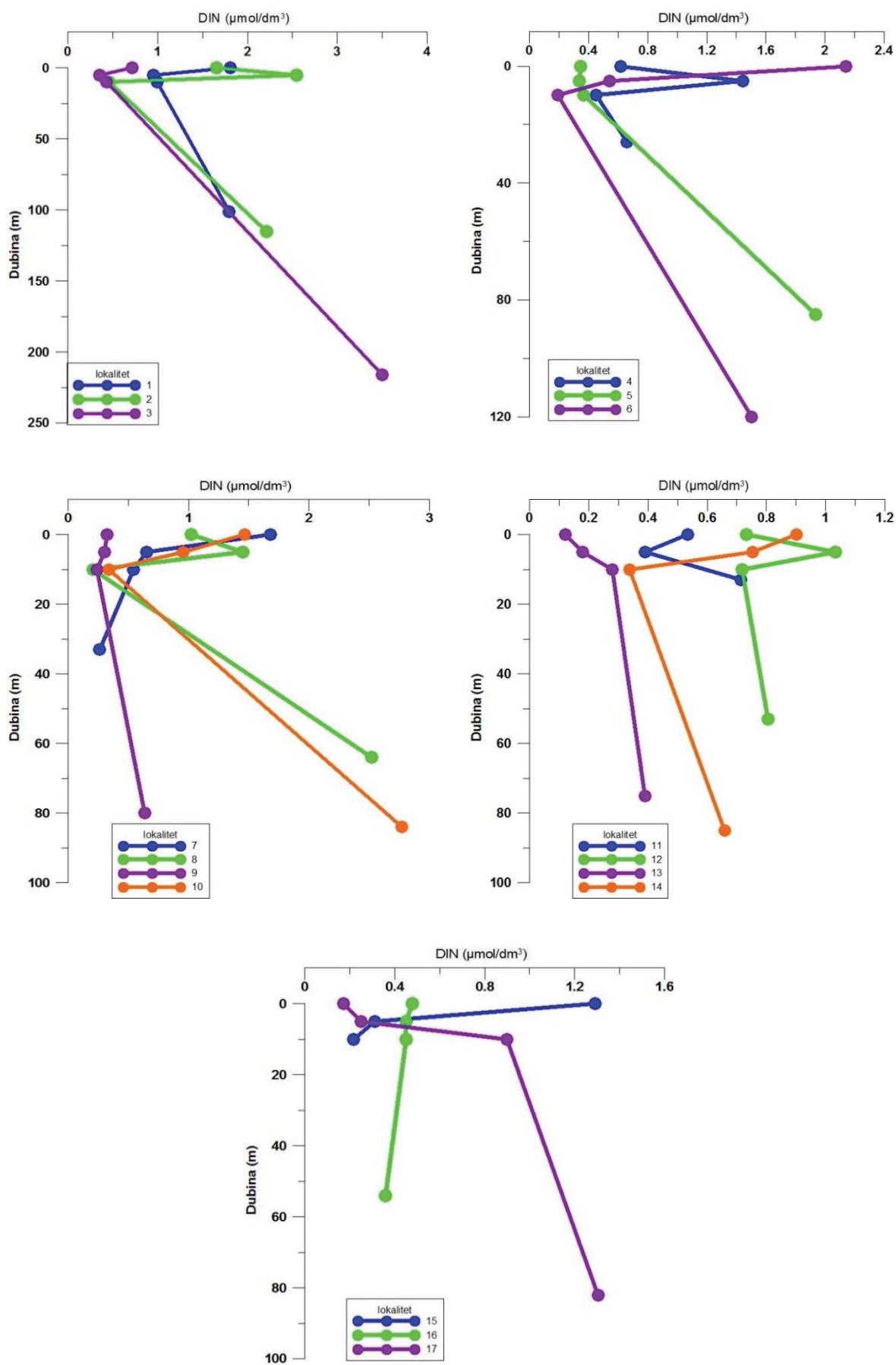
Koncentracija ukupnog neorganskog azota

U površinskom sloju raspon koncentracija kretao se od 0,120–2,142 μmol/dm³; u podpovršinskom sloju na dubini od 5 m, raspon koncentracija kretao se od 0,180–2,548 μmol/dm³, na dubini od 10 m od 0,217–0,997 μmol/dm³, dok je u pridnenom sloju koncentracija ukupno rastvorenog neorganskog azota imala vrijednosti od 0,262–3,499 μmol/dm³ (Tabela 4.2). Osim maksimalne koncentracije zabilježene na tački 3 – 216 m (3,499 μmol/dm³), visoke vrijednosti ukupno rastvorenog neorganskog azota zabilježene su još na tačkama: 2 – 115 m (2,208 μmol/dm³), 8 – 64 m (2,521 μmol/dm³) i 10 – 84 m (2,771 μmol/dm³).

Na osnovu vertikalne distribucije, generalno, koncentracija ukupno rastvorenog neorganskog azota za većinu ispitivanih tačaka ima više vrijednosti u površinskom sloju, zatim opada u podpovršinskom sloju. Ovo je značajno izraženo na tačkama: 1, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 14 i 15.

Takođe, u dubljim slojevima koncentracija ukupno rastvorenog neorganskog azota generalno u odnosu na površinski sloj ima značajno veće vrijednosti. Ovo je naročito izraženo na tačkama 3, 5, 8, 10 i 17.

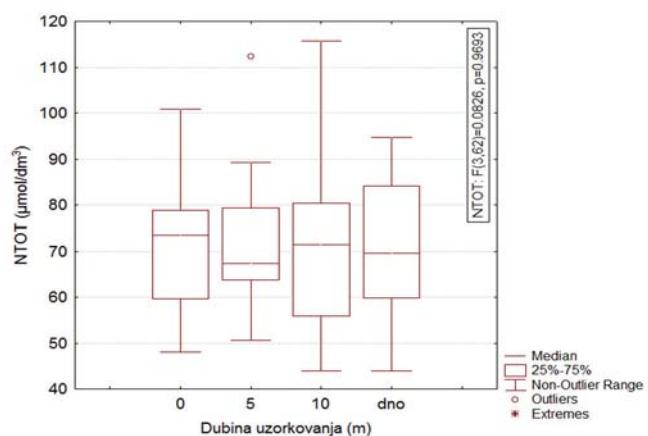
Na osnovu svih podataka tj. zbir koncentracija sva tri oblika azotovih soli izražene preko ukupno rastvorenog neorganskog azota (DIN), srednja vrijednost (cijeli voden stub i sve tačke) iznosi 0,880 μmol/dm³. Međutim, treba naglasiti da najveći udio u ukupno rastvorenom neorganskom azotu potiče od nitrata (oko 80%), a zatim slijede amonijumove soli i nitriti. Prema prosječnim koncentracijama u površinskom, podpovršinskom i pridnenom sloju, najveće koncentracije nitrata u cijelom vodenom stubu nalaze u pridnenom sloju, a zatim u površinskom sloju. Relativno slično stanje ustanovljeno je i za ostale azotove soli.



Slika 4.13. Vertikalna raspodjela koncentracije ukupno rastvorenog neorganskog azota na istraživanim tačkama grupisane u transektima, oktobar 2019.

Koncentracija ukupno rastvorenog azota

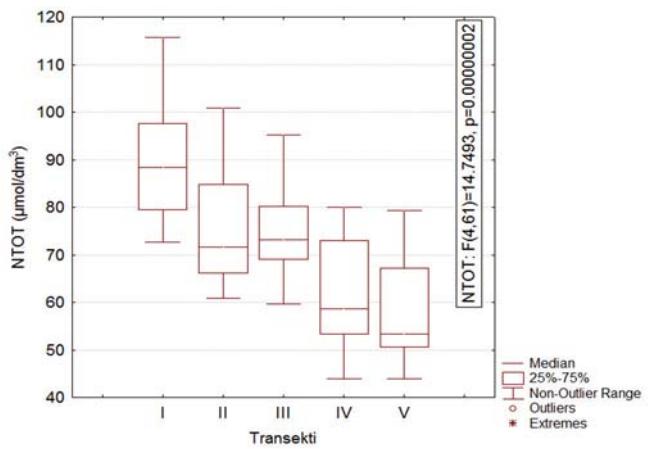
Medijani koncentracija ukupnog azota na istraživanim tačkama kretale su se: $68\text{--}74 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$. Najveći apsolutni opseg koncentracija ukupno rastvorenog azota na ispitivanim tačkama, javlja se u pod površinskom sloju na 10 m dubine. U ostalim slojevima, koncentracija ukupno rastvorenog azota imala je nešto niže vrijednosti. Najmanji raspon koncentracija javlja se na dubini od 5 m. U površinskom sloju, raspon koncentracija ukupno rastvorenog azota kretao se od $48,03\text{--}100,86 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$; u pod površinskom sloju na dubini od 5 m, raspon koncentracija iznosio je $50,59\text{--}89,29 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, na dubini od 10 m koncentracijski raspon kretao se od $44,03\text{--}115,7 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, dok je u pridnenom sloju koncentracija ukupnog fosfata imala vrijednosti od $44,12\text{--}94,7 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (Tabela 4.2). Maksimalna koncentracija zabilježena je na



Slika 4.14. Prikaz box plotova koncentracije ukupno rastvorenog azota u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

tački 1 – 10 m ($115,7 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$), dok je na dubini od 5 m zabilježena vrijednost ($112,4 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$) koja značajno odstupa u odnosu na srednje vrijednosti za tu dubinu (Slika 4.14).

Na Slici 4.15 predstavljeni su box plotovi koncentracije ukupno rastvorenog azota po transektima na kojim se vidi da se najveći opseg koncentracije ukupno rastvorenog azota nalaze se na I transektu, zatim slede II i III transekt, dok je na IV i V transektu opseg koncentracije ukupno rastvorenog azota manji. Medijani koncentracije ukupno rastvorenog azota po transektima najmanju vrijednost imaju u V transektu ($53,4 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$) a najveća medijana je na prvom transektu ($89,3 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$).



Slika 4.15. Prikaz box plotova koncentracije ukupno rastvorenog azota u vodenom stubu po transektima na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

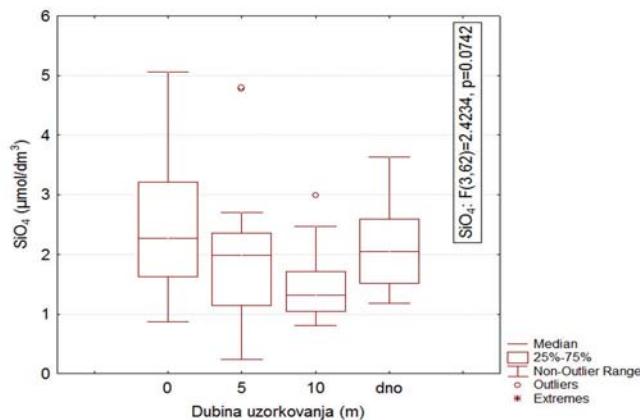
Koncentracija ortosilikata u vodenom stubu

Medijani koncentracija ortosilikata na istraživanim tačkama bile su u rasponu $1,32 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ u pod površinskom sloju (dubina 10 m) do $2,34 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ u površinskom sloju. Najveći opseg koncentracija ortosilikata na ispitivanim tačkama, javlja se u površinskom sloju, dok se najmanji raspon javlja na dubini od 10 m. U ostalim ispitivanim slojevima, koncentracija ortosilikata imala je niže vrijednosti. U površinskom sloju, raspon koncentracija ortosilikata kretao se od $0,868\text{--}5,054 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$; u pod površinskom sloju na dubini od 5 m, raspon koncentracija iznosio je od $0,238\text{--}4,800 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, na dubini od 10 m koncentracijski raspon kretao se $0,814\text{--}$

$2,988 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$, dok je u pridnenom sloju koncentracija ukupnog fosfata imala vrijednosti od $1,224\text{--}3,632 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ (Tabela 4.2). Maksimalna koncentracija zabilježena je na tački 15 u površinskom sloju, dok su na tački 12 (5 m) i tački 16 (10 m) zabilježene vrijednosti koje značajno odstupaju u odnosu na srednje vrijednosti za tu dubinu tzv. autlajeri (Slika 4.16).

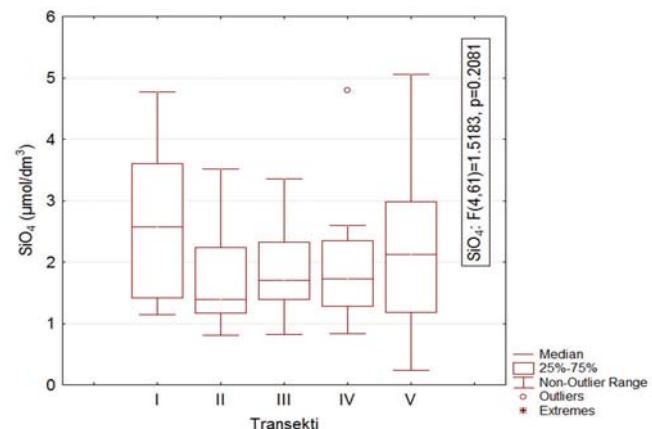
Na Slici 4.17 predstavljeni su box plotovi koncentracije ortosilikata po transektima gdje se najveći apsolutni opseg koncentracije ortosilikata nalaze se na V transektu a zatim na prvom transektu, dok je na ostalim transektima

opseg koncentracije ortosilikata manji. Sa druge strane, medijana je bila najveća na prvom transektu ($2,664 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$) a zatim na petom transektu ($2,172 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$). Medijani koncentracije ortosilikata po transektima najmanju vrijednost imaju u II transektu ($1,35 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$).



Slika 4.16. Prikaz box plotova koncentracije ortosilikata u vodenom stubu po dubinama na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

Maksimalna koncentracija ortosilikata javlja se na petom transektu ($5,054 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$). Na IV transektu (tačka 12 – 5 m), javlja se vrijednost koja značajno odstupa od srednje vrijednosti na ovom transektu (autlajer) i ima vrijednost $4,800 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$.



Slika 4.17. Prikaz box plotova koncentracije ortosilikata u vodenom stubu po transektima na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

Tabela 4.2. Koncentracija hranljivih soli na istraživanim tačkama, oktobar 2019.

Tačke	Transekti	Dubina uzorkovanja (m)	Nitriti (NO ₃)	Nitriti (NO ₂)	Amonijeve soli (NH ₄)	Ukupno rastvoreni neorganski azot (DIN) μmol/dm ³	Ukupno rastvoreni azot (NTOT) μmol/dm ³	Ortofosfati (PO ₄)	Ukupno rastvoreni fosfor (PTOT) μmol/dm ³	Ortosilikati (SiO ₄)
1	I	0	1,419	0,072	0,320	1,811	73,500	0,104	0,248	4,150
1	I	5	0,733	0,084	0,139	0,956	112,400	0,111	0,387	2,701
1	I	10	0,496	0,150	0,351	0,997	115,710	0,096	0,278	2,470
1	I	101	1,355	0,176	0,267	1,798	93,070	0,086	0,346	2,591
2	I	0	1,351	0,080	0,228	1,659	77,714	0,108	0,446	3,570
2	I	5	2,286	0,078	0,183	2,548	87,357	0,060	0,260	4,771
2	I	10	0,257	0,110	0,094	0,461	102,286	0,062	0,298	1,299
2	I	115	1,689	0,096	0,424	2,208	89,286	0,149	0,309	2,556
3	I	0	0,414	0,102	0,197	0,713	81,430	0,107	0,401	1,524
3	I	5	0,016	0,110	0,227	0,354	89,290	0,089	0,331	1,145
3	I	10	0,178	0,117	0,140	0,434	72,640	0,154	0,401	1,319
3	I	216	3,226	0,113	0,160	3,499	81,360	0,207	0,413	3,632
4	II	0	0,032	0,078	0,507	0,616	76,000	0,074	0,258	1,424
4	II	5	1,310	0,086	<0,1	1,446	67,410	<0,03	0,296	2,678
4	II	10	0,133	0,062	0,257	0,452	82,430	0,081	0,325	1,355
4	II	26	0,259	0,139	0,262	0,660	62,440	0,078	0,330	2,256
5	II	0	0,061	0,065	0,220	0,346	66,286	0,112	0,192	1,188
5	II	5	0,072	0,078	0,190	0,340	66,071	0,167	0,370	1,146
5	II	10	0,073	0,068	0,228	0,369	67,164	0,208	0,357	1,205
5	II	85	1,527	0,188	0,220	1,935	94,714	0,110	0,262	1,960
6	II	0	1,884	0,124	0,134	2,142	100,857	0,118	0,398	3,523
6	II	5	0,422	0,069	<0,1	0,542	60,921	0,075	0,692	1,106
6	II	10	0,072	0,068	<0,1	0,190	80,429	0,099	0,599	0,814
6	II	120	1,276	0,175	<0,1	1,500	87,286	0,112	0,427	2,221
7	III	0	1,516	0,111	<0,1	1,677	59,610	0,159	0,339	2,272
7	III	5	0,346	0,078	0,230	0,654	79,360	0,085	0,366	1,144
7	III	10	0,284	0,063	0,195	0,542	72,710	0,109	0,585	1,626
7	III	33	0,005	0,068	0,189	0,262	73,640	0,095	0,336	1,484

Tačke	Transekti	Dubina uzorkovanja (m)	Nitrati (NO ₃)	Nitriti (NO ₂)	Amonijeve soli (NH ₄)	Ukupno rastvorenii neorganski azot (DIN) μmol/dm ³	Ukupno rastvorenii azot (NTOT) μmol/dm ³	Ortofosfati (PO ₄)	Ukupno rastvorenii fosfor (PTOT) μmol/dm ³	Ortosilikati (SiO ₄)
8	III	0	0,864	0,107	<0,1	1,021	71,200	0,100	0,432	1,680
8	III	5	1,108	0,056	0,287	1,451	75,500	0,108	0,444	2,276
8	III	10	0,072	0,085	<0,1	0,207	65,680	0,090	0,436	1,294
8	III	64	1,883	0,381	0,257	2,521	69,540	<0,03	0,476	3,246
9	III	0	0,069	0,066	0,190	0,325	95,214	0,114	0,313	1,626
9	III	5	0,036	0,053	0,213	0,302	81,571	0,105	0,317	0,817
9	III	10	0,013	0,050	0,176	0,240	80,214	0,115	0,278	1,049
9	III	80	0,148	0,220	0,266	0,635	84,071	0,150	0,343	1,922
10	III	0	1,324	0,090	<0,1	1,464	72,500	0,113	0,463	2,690
10	III	5	0,728	0,086	0,142	0,956	63,740	0,107	0,334	2,360
10	III	10	0,241	0,048	<0,1	0,339	68,650	0,106	0,388	1,714
10	III	84	2,381	0,096	0,294	2,771	80,210	0,257	0,289	3,354
11	IV	0	0,444	0,041	<0,1	0,535	56,010	0,144	0,196	2,438
11	IV	5	0,310	0,030	<0,1	0,390	57,000	0,093	0,228	1,930
11	IV	13	0,610	0,054	<0,1	0,714	44,120	0,148	0,206	2,052
12	IV	0	0,644	0,039	<0,1	0,733	77,571	0,131	0,151	2,592
12	IV	5	0,946	0,035	<0,1	1,032	72,929	<0,03	0,292	4,800
12	IV	10	0,569	0,045	0,102	0,717	55,886	0,080	0,252	1,677
12	IV	53	0,621	0,057	0,127	0,805	63,336	0,162	0,273	1,224
13	IV	0	<0,05	0,045	<0,1	0,120	80,000	0,115	0,194	1,722
13	IV	5	0,092	0,038	<0,1	0,180	65,690	0,104	0,261	1,731
13	IV	10	0,097	0,023	0,159	0,279	53,390	0,055	0,371	1,046
13	IV	75	0,168	0,075	0,147	0,390	52,650	0,148	0,317	1,278
14	IV	0	0,765	0,026	0,111	0,902	78,857	0,148	0,332	2,088
14	IV	5	0,670	0,033	<0,1	0,753	58,636	0,131	0,298	2,346
14	IV	10	0,158	0,071	0,110	0,339	44,029	0,140	0,281	0,830
14	IV	85	0,271	0,275	0,114	0,659	60,986	0,184	0,307	1,611
15	V	0	1,144	0,098	<0,1	1,292	52,270	0,206	0,326	5,054
15	V	5	0,213	0,049	<0,1	0,312	50,590	0,140	0,304	1,989
15	V	10	0,011	0,063	0,143	0,217	59,790	0,184	0,264	1,521
16	V	0	0,365	0,064	<0,1	0,479	54,160	0,151	0,362	3,202
16	V	5	0,349	0,052	<0,1	0,451	67,110	0,131	0,295	2,131
16	V	10	0,327	0,074	<0,1	0,451	71,410	0,143	0,243	2,988
16	V	54	0,082	0,105	0,171	0,358	51,470	0,152	0,388	1,187
17	V	0	0,060	0,063	<0,1	0,172	48,029	0,192	0,319	0,868
17	V	5	0,118	0,028	0,104	0,251	79,286	0,160	0,324	0,238
17	V	10	0,829	0,018	<0,1	0,898	53,386	0,156	0,344	2,231
17	V	82	1,026	0,176	0,102	1,304	43,986	0,188	0,392	2,705

Poređenje rezultata o stanju rastvorenog kiseonika i hranjivih soli tokom 2019. godine u odnosu na stanje ranijih istraživanja

- Koncentracija kiseonika izražena u ml/l na tačkama 1, 4, 11 i 15 tokom istraživanja koja su bila sprovedena 2014. godine imale su veće vrijednosti u odnosu na oktobar 2019. Značajno veće vrijednosti zabilježene su na tačkama 11 i 15 u površinskom odnosno podpovršinskom sloju (do 7,2 ml/l). Uporedujući rezultate iz 2018. sa sadašnjim rezultatima, koncentracija kiseonika ima vrijednosti u istom/sličnom opsegu.

Zasićenje kiseonika ima vrijednosti koje su potpuno saglasnosti sa podacima iz 2014.

- Upoređujući vrijednosti ispitivanih nutrijenata na pozicijama 1, 4, 11 i 15 koje su zabilježene tokom oktobra 2019. godine sa vrijednostima na istim tačkama tokom 2012. (4) i 2014. (1, 11, 15), zaključujemo da su vrijednosti nitrata bile u relativno istom opsegu, i da se značajna odstupanja javljaju

- samo na tački 15 (0 m), gdje je zabilježena znatno veća vrijednost tokom 2014. ($7,8 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$). Rezultati koncentracije nitrata zabilježeni tokom 2018. (Đurović *et al.*) imale su veće vrijednosti na svim tačkama u poređenju sa 2012., 2014. i 2019. godinom. Koncentracija nitrita tokom 2012., 2014. i 2018. godine u površinskom sloju ima ujednačene vrijednosti a zatim u podpovršinskom sloju vrijednosti generalno opadaju. U dubljim slojevima ove vrijednosti se nalaze u istom opsegu u odnosu na uzorkovanja tokom 2019. godine. Maksimalna koncentracija nitrita zabilježena je na tački 11 (2014.) iznosila je $0,26 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$. Vrijednosti nitrata i nitrita, generalno su opadale sa dubinom tokom 2012., 2014. i 2018. Značajna odstupanja javljaju se kod koncentracije amonijaka koji na tački 1 – 0 m (2018.) bilježi vrijednost od $1,06 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$.
- Koncentracija ortofosfata pokazala je ujednačene vrijednosti tokom 2012., 2014. i 2018. u odnosu na 2019., jedino odstupanje se javlja u tački 15 u svim godinama ispitivanja. Koncentracija ukupnog fosfora tokom istraživanja u 2019. ima vrijednosti koje su u saglasnosti sa rezultatima 2014. i 2018. Vrijednosti silikatnog jona bilježe veće vrijednosti tokom 2019. godine na tačkama 1 i 4, dok su vrijednosti na tačkama 11 i 15 u saglasnosti sa ranijim istraživanjima (2014., 2018., Đurović *et al.* 2018., Marini *et al.* 2015.).

ZAKLJUČAK

- Najniže vrijednosti koncentracije kiseonika izmjerene su na I transektu na tačkama 1 (101 m) i 3 (216 m), dok je maksimalna koncentracija kiseonika zabilježena je V transektu, tačka 17 (82 m). Vertikalna distribucija koncentracije kiseonika po transektima pokazala je generalno veće vrijednosti u gornjim vodenim slojevima u poređenju sa dubljim slojevima.
- Rezultati zasićenja kiseonikom (%) pokazali su da su vrijednosti bile veće u površinskom sloju, dok su u podpovršinskom sloju vrijednosti varirale od tačke do tačke. Generalno, na osnovu dobijenih vrijednosti, vertikalna distribucija zasićenja kiseonika na ispitivanim tačkama grupisanim po transektima pokazala je veće vrijednosti u površinskom i podpovršinskom sloju i sa dubinom vrijednosti su opadale sa izuzetkom kod pojedinih tačaka (4, 7, 11, 12, 13 i 16). Povećane vrijednosti zasićenja kiseonika u površinskom sloju posljedica su intezivnijeg procesa fotosinteze uslijed dotoka veće koncentracije hranljivih soli.
- 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 tačkama u I, III i IV transektu (2, 3, 9, 10, 11, 12, 13 i 14). Srednja vrijednost koncentracija ortofosfata na ispitivanim tačkama 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 možemo tvrditi da su ortofosfati u ovom sloju antropogenog porijekla. Na osnovu ispitivanih parametara, zaključujemo da postoje razlike u srednjim koncentracijama ukupno rastvorenog fosfora u svim slojevima vodenog stupca u odnosu na ortofosphate. 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 jednakе 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 nalazimo da su vrijednosti veće u površinskom sloju, a zatim u pridnenom.

- Koncentracije hranjivih soli (azota i fosfora) kao i zasićenje vodenog stuba kiseonikom od značaja su za procjenu ekološkog stanja morske sredine, odnosno utjecaja 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 ocijenjena 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 (Sl. list CG, br. 2/07 od 29. oktobra 2007.), s obzirom da za ovaj parametar ne postoji kriterijum prema TRIX-u. Rezultati za ukupni fosfor (PTOT) pokazuju da su tačke ocijenjene kao dobar do vrlo dobar, 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 parametra ne vrijednuju prilikom izračunavanja trofičkog stanja sredine.

BIOLOŠKI PARAMETRI (hlorofil *a* i fitoplankton)

Eutrofikacija predstavlja proces obogaćivanja ekosistema organskim supstancama, može biti prirodna i antropogena. Uzrok eutrofikacije je obogaćivanje mora hranljivim solima. U poslednje vrijeme sve se češće susrećemo sa antropogeno izazvanom eutrofikacijom, što postaje značajan problem duž morskih obala u Mediteranu i na Jadranu.

Mediteran je uglavnom okarakterisan kao oligotrofnog područje, zbog veoma male koncentracije neorganskog fosfora koji ograničava primarnu produkciju (Thingstad i Rassoulzadegan, 1995, 1999; Thingstad i sar., 2005). U poslednje vrijeme je i ovaj ekosistem pod snažnim antropogenim uticajem (Bianchi i Morri 2000; Béntoux i sar., 2002), a kao rezultat klimatskih promjena, zagađenja, povećanog pomorskog saobraćaja, unesenih vrsta i promjena u distribuciji autohtonih vrsta (Bianchi i Morri, 2000; Vadrucci i sar., 2003).

Ista situacija je sa Jadranom, gdje je takođe sve veći antropogeni uticaj koji potiče od razvoja turizma, poljoprivrede, industrije, morskog saobraćaja i lučkih aktivnosti. Problemu eutrofikacije i zagađenja Jadranskog mora, naročito njegovog sjevernog dijela, počela se pridavati posebna pažnja 60-tih godina prošlog vijeka. Isto je zbog svoje strukture (izuzetno plitak, 80 m) i jakog uliva nutrijenata putem rijeke Po često izložen eutrofikaciji (Revelante i Gilmartin, 1992; Turley, 1999; Faranda i sar., 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 i sar., 2017). Znaci eutrofikacije su sve češći i uz obale Crnogorskog primorja, naročito Bokokotorskog zaliva (Drakulović i sar., 2011, 2012). Određene vrste nestaju, dok neke oportunističke vrste fitoplanktona postaju dominantne (McQuatters-Gollop i sar., 2009).

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 da je pigment hlorofil *a*

pokazatelj biomase fitoplanktona, veoma je značajan za procjenjivanje stepena trofičnosti. Krivokapić i sar. (2011) su proučavali trofičko stanje u Bokokotorskem zalivu i došli do zaključka da je zaliv još uvijek oligo-mezotrofan, ali ipak naglašavaju da promjene koje se dešavaju dovode do sve većih promjena i opasnosti da zaliv dobije karakteristike eutrofnog područja. Vanzalivsko područje koje je pod jačim uticajem otvorenog mora i izmjena vodenih masa je bolja, što doprinosi manjoj produkciji fitoplanktona, kao posljedica manje koncentracije hranljivih materija.

Fitoplanktonske alge su primarni organski producenti na račun kojih se, direktno ili indirektno, održava čitav živi svijet u vodi. Ovi mikroorganizmi čine početnu kariku u lancima ishrane. Međutim, njihov pretjeran razvoj može imati i negativne posljedice, može dovesti do obogaćivanja ekosistema hranljivim supstancama, odnosno eutrofikacije, što prati promjene u zajednici fitoplanktona, rast algi i povećanje biomase i dolazi do mogućeg toksičnog „cvjetanja“ algi. Ukoliko količina akumuliranih organskih supstanci prevazilazi nosivost sistema, hipoksija može dovesti do pada ribarstva i prinosa ostriga, lošeg kvaliteta vode i poremećaja cijelog ekosistema (Cognetti, 2001). Takođe, putem balasnih voda mogu se prenosići štetni vodeni organizmi i patogeni (HAOP) (David i sar., 2013) van prirodnih granica. Na taj način, unešeni organizmi (fitoplanktonski) mogu dovesti do promjene stanja ekosistema i može imati negativan uticaj na zdravlje ljudi i na ekonomiju.

Područje istraživanja

Područje istraživanja obuhvatilo je dio od ušća rijeke Bojane na jugu do Bokokotorskog zaliva na sjeveru. Ukupno je uzorkovano pet transekata, na pozicijama 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 i 17), odnosno 66 uzoraka morske vode za analize koncentracije hlorofila *a* i za određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava fitoplanktonskih organizama. Uzorci su uzimani na četiri dubine (0 m, 5 m, 10 m i dno) izuzev na jednoj poziciji na transektu IV i na jednoj na transektu V gdje su uzeti sa tri dubine (0 m, 5 m i 10 m).

Materijal i metode

U ovom izvještaju predstavljeni su podaci istraživanja koja su rađena u oktobru mjesecu 2019. godine u području od ušća Bojane do Bokokotorskog zaliva. Metodologija koja se koristila za biološka uzorkovanja – fitoplankton i hlorofil *a* je po standardu ISO 5667-9: 1992. U laboratoriji uzorci za analizu hlorofila *a* su filtrirani kroz Whatman filtere (47 mm), a zatim se raznim postupcima (mehaničkim razbijanjem fitoplanktonskih ćelija i pomoću adekvatnih rastvora) izdvojio pigment hlorofil *a* u rastvaraču, a potom se apsorbanca očitala pomoću spektrofotometra. Unosom vrijednosti apsorbance u odgovarajuće formule dobila se koncentracija hlorofila *a* (Jeffrey i sar., 1997).

Metodologija koja se koristila za analizu fitoplanktona je po standardu MEST EN 15204: 2014. U laboratoriji uzorci su sipani u komorice za sedimentaciju (25 ml i 50 ml) i nakon sedimentacije u trajanju od 24 h, pristupilo se obradi uzorka. Analiza fitoplanktonskog materijala je izvršena po standardnoj metodologiji (Utermöhl, 1958). Veća veličinska frakcija-mikroplankton (ćelije $> 20\mu\text{m}$) je analizirana do vrsta pomoću odgovarajućih ključeva koji se primjenjuju za ovu oblast (Cupp, 1933; Hustedt, 1930a, 1930b; H. Peragallo & M. Peragallo, 1965; Dodge, 1985; Schiller, 1933, 1937; Sournia, 1989). Kao indikatori eutrofikacije se koriste fitoplanktonske vrste mikrofitoplanktona, kako njihovo prisustvo tako i njihova gustina. Manja veličinska frakcija-nanoplankton (ćelije $< 20\mu\text{m}$) prikazana je kao ukupna količina po istraživanim pozicijama. Količina fitoplanktona (mikroplankton i nanoplankton) je izražena preko numeričkih vrijednosti na jedinicu volumena morske vode (broj ćelija/l) po istraživanim pozicijama.

Rezultati i diskusija

Hlorofil *a*

Rezultati analiza koncentracije hlorofila *a* duž transekata u oktobru mjesecu 2019. godine su pokazali da su da je najveća koncentracija hlorofila *a* tokom istraživanja zabilježena na transektu IV koja je iznosila 0,979 µg/l.

Najniže koncentracije hlorofila *a* su zabilježene na transekta I (na poziciji 3 na 216 m) i na transektu II (na poziciji 6, na 10 m dubine) i iznosile su 0,016 µg/l odnosno 0,019 µg/l. Na transektu III zabilježene su veće vrijednosti hlorofila *a* od 0,878 µg/l, dok je na transektu V najveća vrijednost iznosila 0,511 µg/l (Slika 4.18, Tabela 4.3)

Vertikalna distribucija koncentracije hlorofila *a* po transekta pokazala je generalno nešto veće vrijednosti u gornjim vodenim slojevima u poređenju sa dubljim slojevima. Izuzeci su bili na poziciji 2 transepta I na kojoj je na dubini od 115 m koncentracija bila najveća u poređenju sa vrijednostima na toj poziciji, zatim na poziciji 5 transepta II gdje je takođe na dubini od 85 m zabilježena najveća koncentracija hlorofila *a*, na pozicijama 7 i 8 transepta III je takođe na dnu zabilježena najveća koncentracija hlorofila *a*, zatim na poziciji 12 transepta IV je na dubini od 53 m koncentracija bila najveća, na pozicijama 15 i 17 transepta V na dnu zabilježena najveća koncentracija hlorofila *a*. Najveća vrijednost koncentracije hlorofila *a* na transektu I je zabilježena na poziciji 1 na 5 m dubine (0,394 µg/l), dok je najniža vrijednost zabilježena na poziciji 3 na 216 m dubine (0,016 µg/l). Na transektu II najveća koncentracija hlorofila *a* je bila na poziciji 4 na površini i iznosila je 0,346 µg/l. Najniža koncentracija hlorofila *a* na ovom transektu je bila na poziciji 6 na 10 metara dubine (0,019 µg/l). Na transektu III, koncentracija hlorofila *a* se kretala od 0,078 µg/l na poziciji 8 na 5 m dubine do 0,878 µg/l na poziciji 7, na 36 m dubine. Najveća vrijednost koncentracije hlorofila *a* na transektu IV je zabilježena na poziciji 13 na površini (0,979 µg/l), dok je najniža zabilježena vrijednost bila na poziciji 12 na dubini od 10 m (0,083 µg/l). Na transektu V, koncentracija hlorofila *a* je bila maksimalna na poziciji 15 na 10 m i iznosila je 0,511 µg/l. Minimalna koncentracija je zabilježena na poziciji 17 na 5 m dubine (0,075 µg/l) (Slika 4.18).

Prema kriterijumima Simboura i sar. (2005) koji se podudaraju sa 5 nivoa ekološkog statusa kako je predložen u Water Frame Directive vrijednosti koncentracije hlorofila *a* koje su zabilježene u oktobru mjesecu su karakteristične manje oligotrofno do više oligotrofno područje.

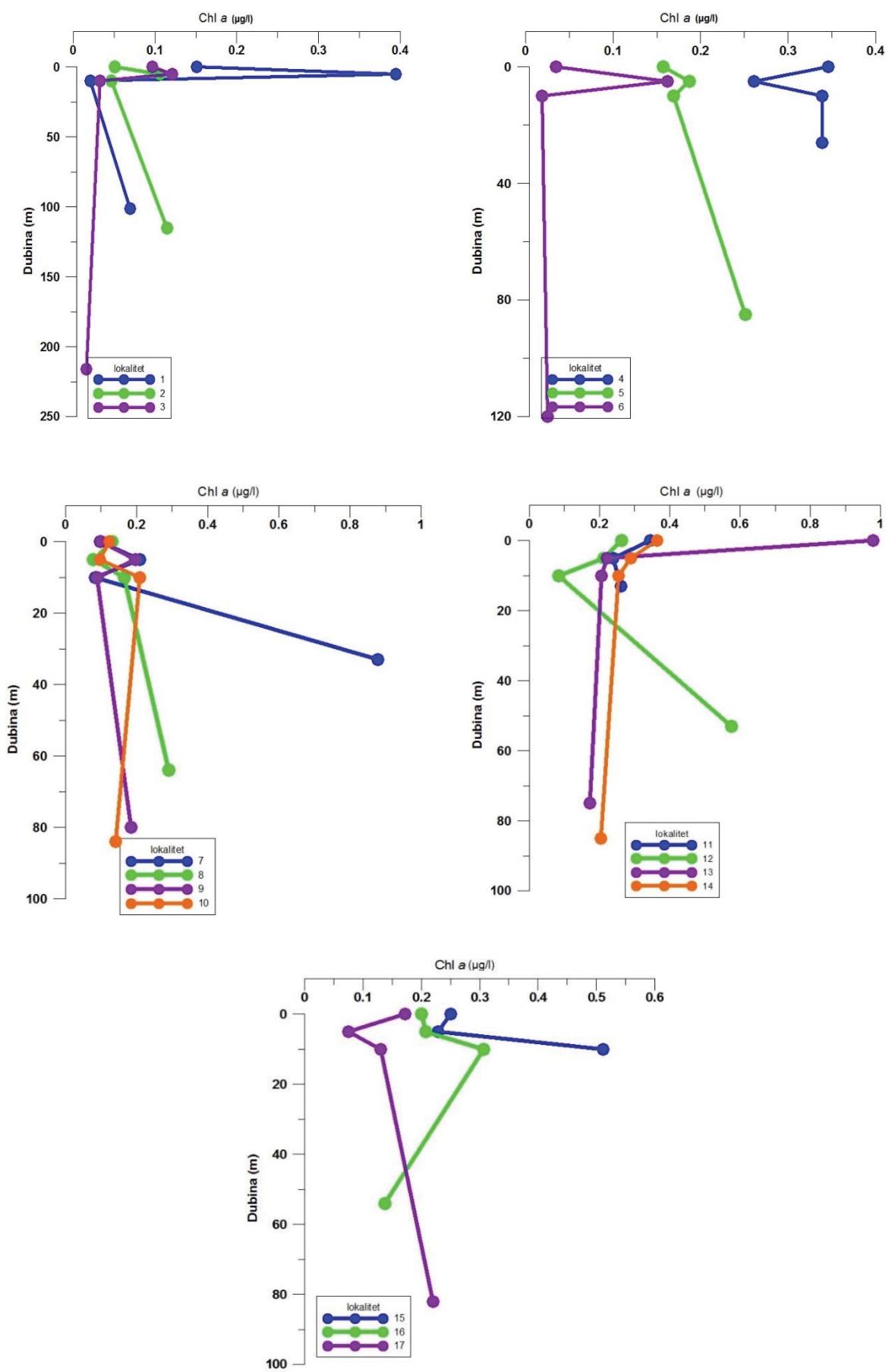
Slika 4.18. Vertikalna raspodjela koncentracije hlorofila *a* na istraživanim pozicijama, oktobar 2019.

Tabela 4.3. Vertikalna raspodjela koncentracije hlorofila *a* na istraživanim pozicijama, oktobar 2019. godine

Transekti	Pozicije	Dubine (m)	Koncentracija hlorofila <i>a</i> (µg/l)
I	1	0	0,151
I	1	5	0,394
I	1	10	0,021
I	1	101	0,070
I	2	0	0,051
I	2	5	0,106
I	2	10	0,047
I	2	115	0,115
I	3	0	0,097
I	3	5	0,121
I	3	10	0,033
I	3	216	0,016
II	4	0	0,346
II	4	5	0,261
II	4	10	0,339
II	4	26	0,339
II	5	0	0,157
II	5	5	0,187
II	5	10	0,169
II	5	85	0,251
II	6	0	0,035
II	6	5	0,162
II	6	10	0,019
II	6	120	0,025
III	7	0	0,098
III	7	5	0,208
III	7	10	0,084
III	7	36	0,878
III	8	0	0,130
III	8	5	0,078
III	8	10	0,165
III	8	67	0,290

Transekti	Pozicije	Dubine (m)	Koncentracija hlorofila <i>a</i> (µg/l)
III	9	0	0,099
III	9	5	0,196
III	9	10	0,089
III	9	82	0,184
III	10	0	0,123
III	10	5	0,095
III	10	10	0,209
III	10	85	0,141
IV	11	0	0,344
IV	11	5	0,239
IV	11	10	0,261
IV	12	0	0,263
IV	12	5	0,212
IV	12	10	0,083
IV	12	53	0,576
IV	13	0	0,979
IV	13	5	0,221
IV	13	10	0,205
IV	13	75	0,173
IV	14	0	0,364
IV	14	5	0,289
IV	14	10	0,254
IV	14	85	0,204
V	15	0	0,250
V	15	5	0,229
V	15	10	0,511
V	16	0	0,200
V	16	5	0,208
V	16	10	0,307
V	16	59	0,138
V	17	0	0,172
V	17	5	0,075
V	17	10	0,130
V	17	82	0,220

Brojnost i kvalitativan sastav fitoplanktona

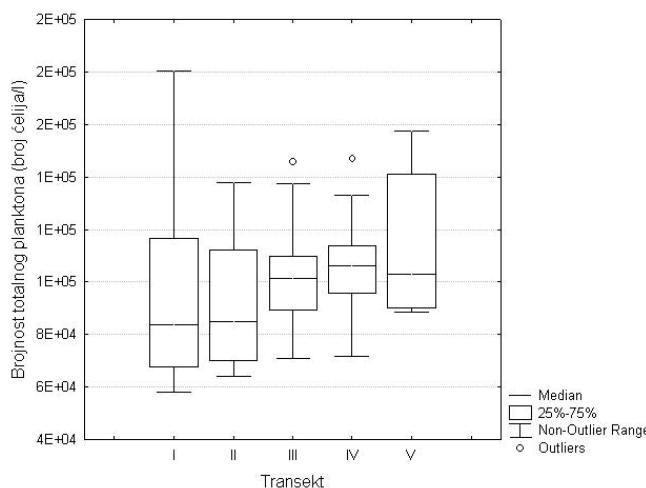
Totalni plankton

Rezultati analiza brojnosti totalnog planktona po transektima pokazuju najveću vrijednost medijane na transektu IV, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na transektu I. Najveći raspon vrijednosti ukupnog planktona je zabilježen na transektu I i kretao se u rasponu $5,78 \times 10^4$ ćelija/l do $1,8 \times 10^5$ ćelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na transektu IV u rasponu od $7,15 \times 10^4$ ćelija/l do $1,18 \times 10^5$ ćelija/l, izuzev autlajera od $1,47 \times 10^5$

ćelija/l. Najmanja brojnost totalnog planktona je zabilježena na transektu I na poziciji 3 i iznosila je $5,78 \times 10^4$ ćelija/l. Najveća brojnost totalnog planktona je bila na transektu I, na poziciji 1 i iznosila je $1,8 \times 10^5$ ćelija/l. (Slika 4.19).

Najveća vrijednost medijane za brojnost totalnog planktona po dubinama je zabilježena na površini, dok je povećana bila i na 5 m dubine. Najmanja vrijednost medijane zabilježena na dnu. Najveći raspon vrijednosti

totalnog planktona je zabilježen na dubini od 5 m i kretao se u rasponu $5,87 \times 10^3$ čelija/l do $1,57 \times 10^5$ čelija/l, izuzev autlajera od $1,73 \times 10^5$ čelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na površini u rasponu od $6,42 \times 10^3$ čelija/l do $1,33 \times 10^5$ čelija/l, izuzev ekstremne vrijednosti od $1,80 \times 10^5$ čelija/l. Najmanja brojnost totalnog planktona

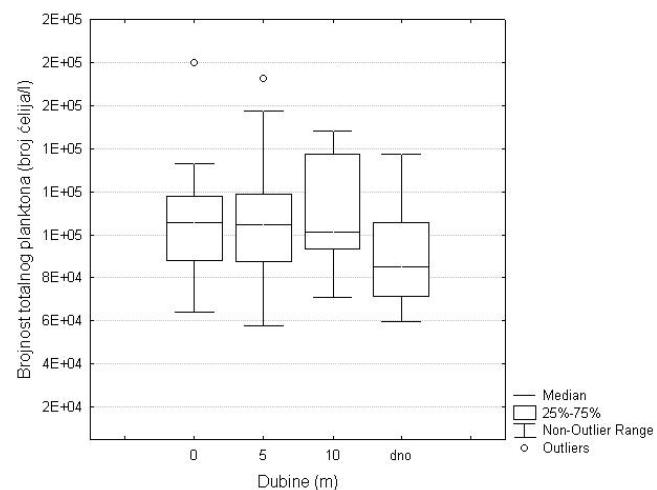


Slika 4.19. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog planktona (broj čelija/l) na istraživanim transektima, oktobar 2019.

Totalni mikroplankton

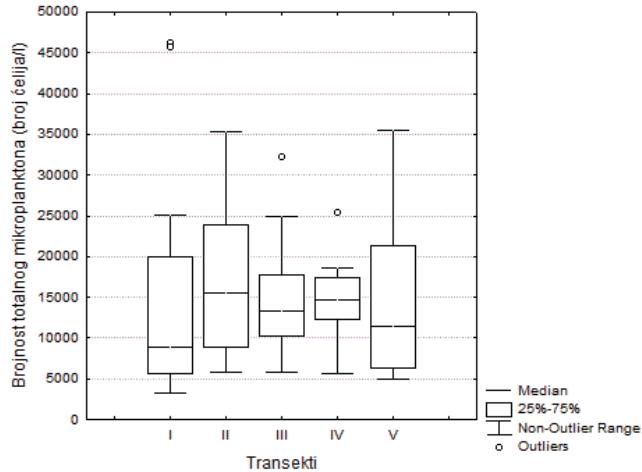
Rezultati analiza brojnosti totalnog mikroplanktona po transektima pokazuju najveću vrijednost medijane na transektu II, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na transektu I. Najveći raspon vrijednosti mikroplanktona je zabilježen na transektu V i kretao se u rasponu $5,04 \times 10^3$ čelija/l do $3,56 \times 10^4$ čelija/l. Takođe je veća raspršenost podataka zabilježena na transektu II u rasponu od $5,8 \times 10^3$ čelija/l do $3,53 \times 10^4$ čelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na transektu IV u rasponu od $5,72 \times 10^3$ čelija/l do $1,85 \times 10^4$ čelija/l, izuzev autlajera od $2,55 \times 10^4$ čelija/l. Najmanja brojnost totalnog mikroplanktona je zabilježena na transektu I na poziciji 2 i iznosila je $3,32 \times 10^3$ čelija/l. Najveća brojnost mikroplanktona je bila takođe na transektu I, na poziciji 1 i iznosila je $4,63 \times 10^4$ čelija/l (Slika 4.21).

je zabilježena na 5 m dubine, na poziciji 3 i iznosila je $5,78 \times 10^3$ čelija/l. Najveća brojnost planktona je bila na površini, na poziciji 1 i iznosila je $1,80 \times 10^5$ čelija/l. Ova vrijednost je odstupala od ostalih vrijednosti zabilježenih tokom istraživanja – autlajer (Slika 4.20).

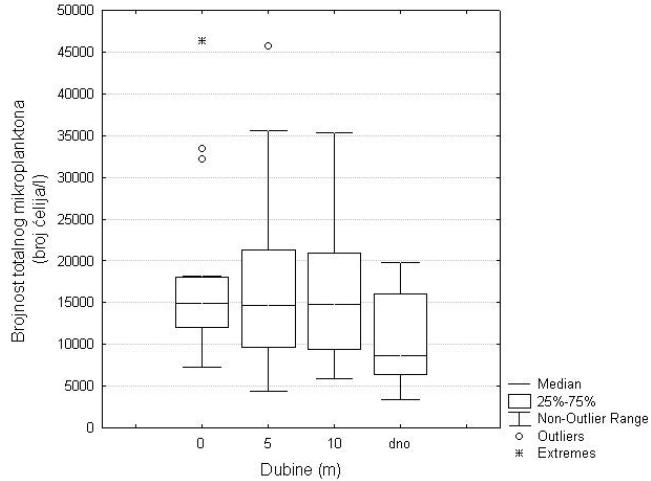


Slika 4.20. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog planktona (broj čelija/l) na istraživanim transektima po dubinama, oktobar 2019.

Najveća vrijednost medijane za brojnost mikroplanktona po dubinama je zabilježena na 10 m, dok je povećana bila i na 5 m dubine. Najmanja vrijednost medijane zabilježena na dnu. Najveći raspon vrijednosti mikroplanktona je zabilježen na dubini od 5 m i kretao se u rasponu $4,4 \times 10^3$ čelija/l do $3,55 \times 10^4$ čelija/l, izuzev autlajera od $4,58 \times 10^4$ čelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na površini u rasponu od $7,32 \times 10^3$ čelija/l do $1,83 \times 10^4$ čelija/l, izuzev autlajera od $3,35 \times 10^4$ čelija/l i ekstremne vrijednosti od $4,63 \times 10^4$ čelija/l. Najmanja brojnost totalnog mikroplanktona je zabilježena na dnu, na poziciji 14 i iznosila je $3,32 \times 10^3$ čelija/l. Najveća brojnost mikroplanktona je bila na površini i iznosila je $4,63 \times 10^4$ čelija/l. Ova vrijednost je odstupala od ostalih vrijednosti zabilježenih tokom istraživanja-ekstremna vrijednost (Slika 4.22).



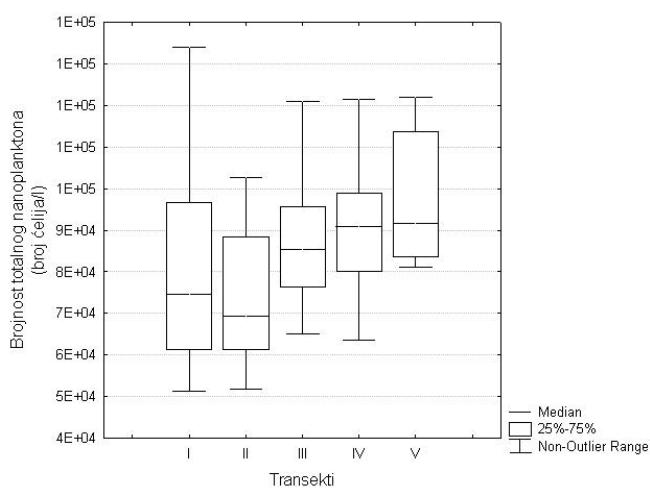
Slika 4.21. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog mikroplanktona (broj ćelija/l) na istraživanim transektima, oktobar 2019.



Slika 4.22. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog mikroplanktona (broj ćelija/l) na istraživanim transektima po dubinama, oktobar 2019.

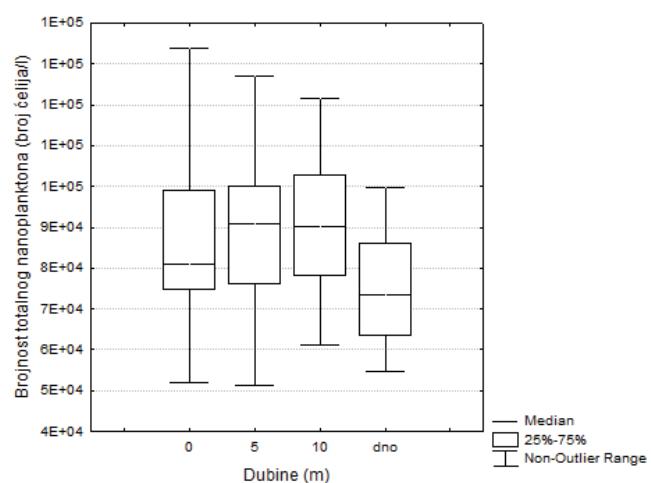
Totalni nanoplankton

Rezultati analiza brojnosti totalnog nanoplanktona po transektima pokazuju najveću vrijednost medijane na transektu V, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na transektu II. Najveći raspon vrijednosti nanoplanktona je zabilježen na transektu I i kretao se u rasponu $5,12 \times 10^4$ ćelija/l do $1,34 \times 10^5$ ćelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na transektu V u rasponu od $8,11 \times 10^4$ ćelija/l do $1,22 \times 10^5$ ćelija/l. Najmanja brojnost totalnog nanoplanktona je zabilježena na transektu I na poziciji 3 i iznosila je $5,12 \times 10^4$ ćelija/l. Najveća brojnost mikroplanktona je bila na transektu I, na poziciji 1 i iznosila je $1,34 \times 10^5$ ćelija/l (Slika 4.23).



Slika 4.23. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog nanoplanktona (broj ćelija/l) na istraživanim transektima, oktobar 2019.

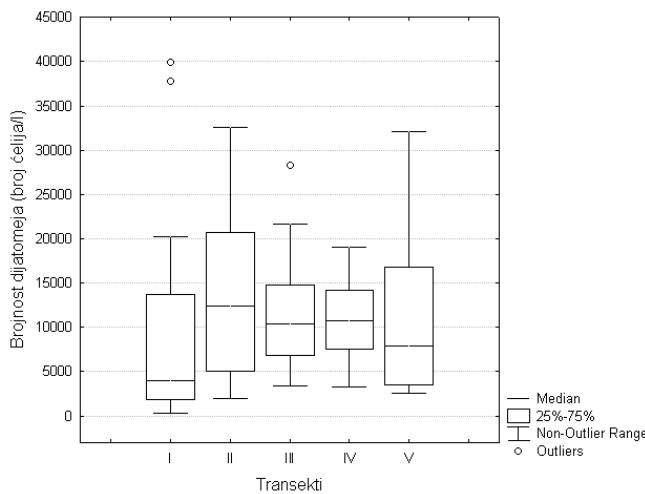
Najveća vrijednost medijane za nanoplankton je zabilježena na 5 m dubine, dok je povećana bila i na 10 m dubine. Najmanja vrijednost medijane zabilježena na dnu. Najveći raspon vrijednosti nanoplanktona je zabilježen u površinskom sloju i kretao se u rasponu $5,19 \times 10^4$ ćelija/l do $1,34 \times 10^5$ ćelija/l. Takođe je veća raspršenost podataka zabilježena na transektu II u rasponu od $5,12 \times 10^4$ ćelija/l do $1,19 \times 10^5$ ćelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na dnu u rasponu od $5,48 \times 10^4$ ćelija/l do $9,97 \times 10^4$ ćelija/l. Najmanja brojnost totalnog nanoplanktona je zabilježena na 5 m dubine, na poziciji 3 i iznosila je $5,12 \times 10^4$ ćelija/l. Najveća brojnost nanoplanktona je bila takođe na površini dubine, na poziciji 1 i iznosila je $1,34 \times 10^5$ ćelija/l (Slika 4.24).



Slika 4.24. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti totalnog nanoplanktona (broj ćelija/l) na istraživanim transektima po dubinama, oktobar 2019.

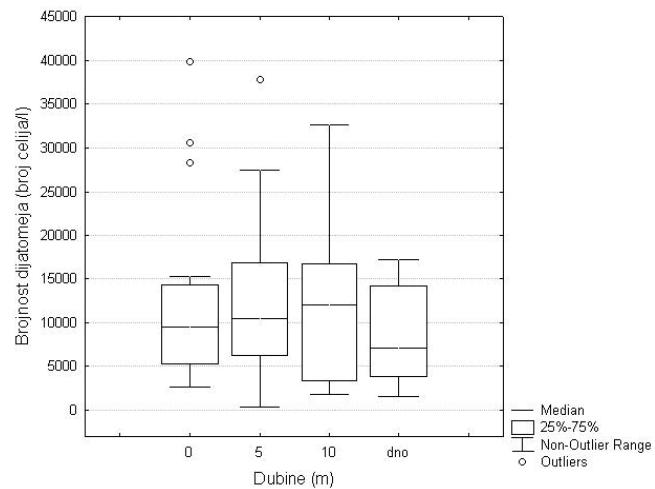
Dijatomeje

Rezultati analiza brojnosti dijatomeja po transektima pokazuju najveće vrijednosti medijane na transektu II, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na transektu I. Najveći raspon vrijednosti dijatomeja je zabilježen na transektu II i kretao se u rasponu $1,94 \times 10^3$ čelija/l do $3,26 \times 10^4$ čelija/l, izuzev autlajera od $3,99 \times 10^4$ čelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na transektu IV u rasponu od $3,26 \times 10^3$ čelija/l do $1,91 \times 10^4$ čelija/l. Najmanja brojnost dijatomeja je zabilježena na transektu I na poziciji 2 i iznosila je 357 čelija/l. Najveća brojnost dijatomeja je bila takođe na transektu I, na poziciji 1 i iznosila je $3,99 \times 10^4$ čelija/l – autlajer (Slika 4.25).



Slika 4.25. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti dijatomeja (broj čelija/l) na istraživanim transektima, oktobar 2019.

Najveća vrijednost medijane za dijatomeje je zabilježena na 10 m dubine, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na dnu. Najveći raspon vrijednosti dijatomeja je zabilježen na 10 m dubine i kretao se u rasponu $2,18 \times 10^3$ čelija/l do $3,26 \times 10^4$ čelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na površini u rasponu od $2,62 \times 10^3$ čelija/l do $1,52 \times 10^4$ čelija/l, izuzev autlajeri. Najmanja brojnost dijatomeja je zabilježena na 5 m dubine i iznosila je 357 čelija/l. Najveća brojnost dijatomeja je bila takođe na površini i iznosila je $3,99 \times 10^4$ čelija/l (Slika 4.26).

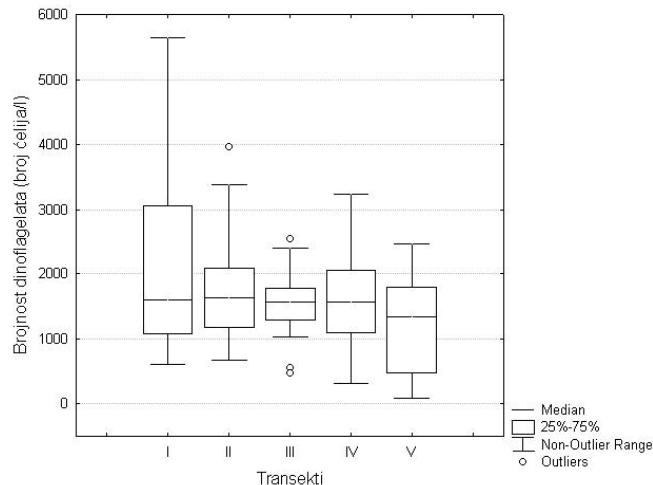


Slika 4.26. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti dijatomeja (broj čelija/l) na istraživanim transektima po dubinama, oktobar 2019.

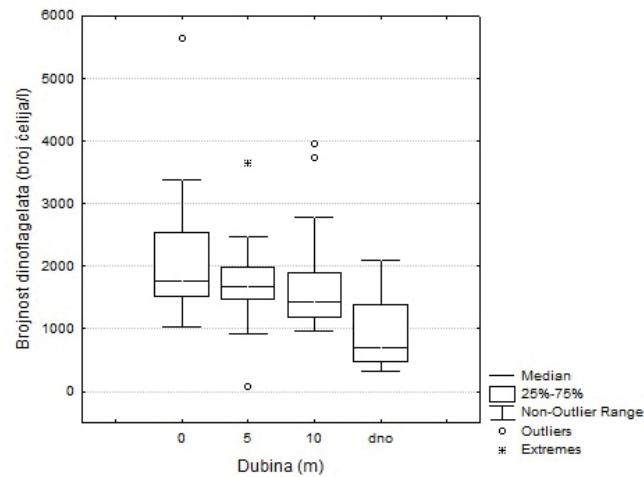
Dinoflagelati

Rezultati analiza brojnosti dinoflagelata po transektima pokazuju najveće vrijednosti medijane na transektu II, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na transektu V. Najveći raspon vrijednosti dinoflagelata je zabilježen na transektu I i kretao se u rasponu 714 čelija/l do $5,64 \times 10^3$ čelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na transektu III u rasponu od $1,03 \times 10^3$ čelija/l (izuzev autlajera od 480, odnosno 640 čelija/l) do $2,55 \times 10^3$ čelija/l. Najmanja brojnost dinoflagelata je zabilježena na transektu V na poziciji 17 i iznosila je 80 čelija/l. Najveća brojnost dinoflagelata je bila na transektu I, na poziciji 3 i iznosila je $5,64 \times 10^3$ čelija/l (Slika 4.27).

Najveća vrijednost medijane za dinoflagelate je zabilježena u površinskom sloju, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na dnu. Najveći raspon vrijednosti dinoflagelata je zabilježen na površini i kretao se u rasponu $1,03 \times 10^3$ čelija/l do $3,38 \times 10^3$ čelija/l, izuzev autlajera od $5,64 \times 10^3$ čelija/l. Najmanji raspon podataka je bio na 5 m u rasponu od 80 čelija/l do $2,47 \times 10^3$ čelija/l, izuzev autlajera. Najmanja brojnost dinoflagelata je zabilježena na 5 m dubine i iznosila je 80 čelija/l – autlajer. Najveća brojnost dinoflagelata je bila takođe na površini i iznosila je $5,64 \times 10^3$ čelija/l (Slika 4.28).



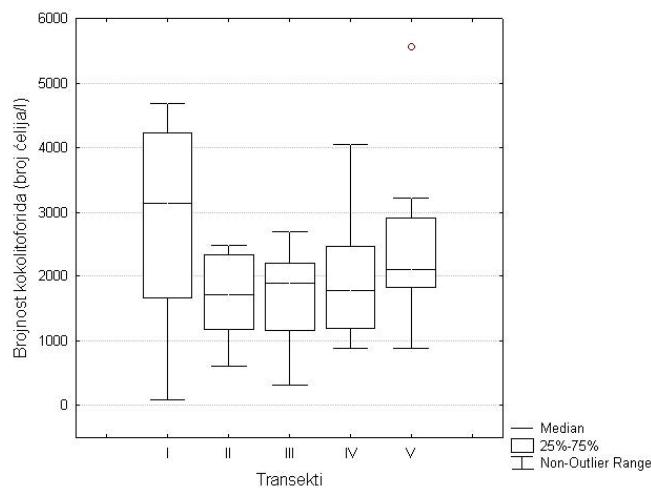
Slika 4.27. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti dinoflagelata (broj ćelija/l) na istraživanim transektima, oktobar 2019.



Slika 4.28. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti dinoflagelata (broj ćelija/l) na istraživanim transektima po dubinama, oktobar 2019.

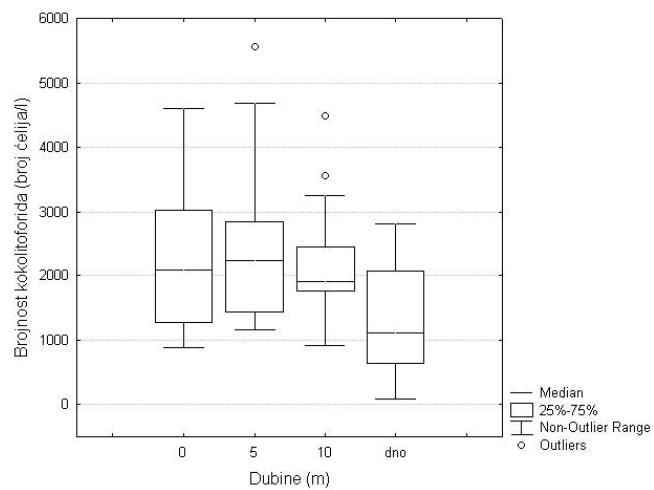
Kokolitoforide

Rezultati analiza brojnosti kokolitoforda po transektima pokazuju najveće vrijednosti medijane na transektu I, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na transektu II. Najveći raspon vrijednosti kokolitoforda je zabilježen na transektu I i kretao se u rasponu $80 \text{ } \text{ćelija/l}$ do $4,68 \times 10^3 \text{ } \text{ćelija/l}$. Najmanji raspon podataka je bio na transektu II u rasponu od $597 \text{ } \text{ćelija/l}$ do $2,49 \times 10^3 \text{ } \text{ćelija/l}$. Najmanja brojnost kokolitoforda je zabilježena na transektu I na poziciji 1 i iznosila je $80 \text{ } \text{ćelija/l}$. Najveća brojnost kokolitoforda je bila na transektu I, na poziciji 1 i iznosila je $4,68 \times 10^3 \text{ } \text{ćelija/l}$ (Slika 4.29).



Slika 4.29. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti kokolitoforda (broj ćelija/l) na istraživanim transektima, oktobar 2019.

Najveća vrijednost medijane za kokolitoforde je zabilježena na 5 m dubine, dok je najmanja vrijednost medijane zabilježena na dnu. Najveći raspon vrijednosti kokolitoforda je zabilježen na površini i kretao se od $864 \text{ } \text{ćelija/l}$ do $4,61 \times 10^3 \text{ } \text{ćelija/l}$. Najmanji raspon podataka je bio na 10 m u rasponu od $917 \text{ } \text{ćelija/l}$ do $3,26 \times 10^3 \text{ } \text{ćelija/l}$, izuzev autlajera. Najmanja brojnost kokolitoforda je zabilježena na dnu i iznosila je $80 \text{ } \text{ćelija/l}$. Najveća brojnost kokolitoforda je bila na 5 m i iznosila je $5,57 \times 10^3 \text{ } \text{ćelija/l}$ – autlajer.



Slika 4.30. Box plotovima predstavljeni podaci brojnosti kokolitoforda (broj ćelija/l) na istraživanim transektima po dubinama, oktobar 2019.

Fitoplanktonske grupe, silikoflagelati i hlorofite su bile zastupljene sa malom učestalošću. Silikoflagelati su dostizali brojnost do 80 čelija/l, dok su hlorofite dostizale brojnost do 10^3 čelija/l.

Brojnosti totalnog planktona, mikroplanktona i nanoplanktona su se kretale od 10^2 do 10^5 čelija/l. Prema kriterijumima Kitsiou i Karydis (2001, 2002), istraživano područje je uglavnom okarakterisano kao oligotrofno za vrijednosti fitoplanktona do 10^3 čelija/l, zatim manjim djelom kao mezotrofno za vrijednosti do $1,5 \times 10^5$ čelija/l i samo nekoliko pozicija je bilo eutrofno čija je brojnost bila veća od $1,5 \times 10^5$ čelija/l. Brojnost fitoplanktona je bila povećana na pozicijama koje su bile u priobalnom dijelu (do 1NM) u poređenju sa pozicijama koje su udaljenije od obale. To se objašnjava jačim uticajem kopna i dotokom hranljivih materija neophodnih za razvoj fitoplanktonskih organizama.

Dominantna grupa mikroplanktona su bile dijatomeje. Stalno prisustvo dijatomeja se objašnjava njihovom sposobnošću da se prilagode na različite, često veoma turbulentne uslove spoljašnje sredine (Burić i sar., 2007). Dinoflagelate su bile zastupljene sa manjom brojnošću u poređenju sa dijatomejama. Uglavnom se poslije proljećnog cvjetanja dijatomeja, kada su vode siromašne nutrijentima, favorizuje razvoj dinoflagelata koji imaju niže zahtjeva za nutrijente (Thingstad i Sackshang, 1990). To su zabilježili i Bernardi-Aubry i saradnici (2004), kada se maksimum dinoflagelata javio u junu-julu mjesecu poslije razvoja dijatomeja. Kokolitoforide su bile brojnije od dinoflagelata i generalno prisutne u većoj brojnosti u odnosu na dinoflagelate. Šupraha i sar. (2011) su istraživali fitoplankton u kanalima Pag i Velebit i zabilježili su veću brojnost kokolitoforda na pozicijama koje su bile oligotrofne u poređenju sa eutrofnim.

Na osnovu analiza zajednica fitoplanktona identifikovana su 94 taksona. Od toga 46 taksona pripadaju dijatomejama

(48,94%), 39 taksona dinoflagelatama (41,49%), 6 taksona kokolitoforidama (6,38%), 1 takson silikoflagelatima (1,06%) i 2 taksona hlorofitama (2,13) (Tabela 4.4). Od rodova dijatomeja najbrojniji su bili: *Chaetoceros* (5 vrsta), *Pleurosigma* (3 vrste), a od dinoflagelata rodovi *Tripos* (7 vrsta), *Protoperidinium* (7 vrsta), *Dinophysis* (3 vrste), *Oxytoxum* (4), *Gonyaulax* (3 vrste), *Prorocentrum* (3 vrste).

Od dominantnih vrsta čija je brojnost od 10^3 čelija/l i koje su prisutne u više od 10% uzorka, tokom istraživanja nađeno je 23 vrste. Od dijatomeja dominantne vrste su bile *Asterionellopsis glacialis* (43,94%), *Bacteriadrum hyalinum* (62,12%), *Chaetoceros affinis* (43,94%), *Ch. diversus* (53,03%), *Chaetoceros* spp. (72,73%), *Dactyliosolen fragilissimus* (30,30%), *Diploneis bombus* (30,30%), *Guinardia flaccida* (22,73%) *Hemiaulus hauckii* (10,61%), *H. sinensis* (12,12%), *Leptocylindrus danicus* (13,64%), *L. mediterraneus* (22,73%), *Navicula* spp. (71,21%), *Nitzschia longissima* (34,85%) *Proboscia alata* (81,82%), *Pseudonitzschia* spp. (100%), *Thalassionema nitzschiooides* (65,15%). Od dinoflagelata dominantne su bile *Gonyaulax* spp. (90,91%), *Gymnodinium* spp. (54,54%), *Scrippsiella* spp. (57,57%). Od kokolitoforda dominantne vrste su bile: *Calyptosphaera oblonga* (95,45%), *Rhabdosphaera tigrina* (83,33%) i *Syracospaera pulchra* (95,45%) (Tabela 4.4).

Potencijalno toksična vrsta, dijatomeja iz roda *Pseudonitzschia* koja je zabilježena kao u našim istraživanjima jedna od dominantnih vrsta, široko je rasprostranjena i dominira u sastavu fitoplanktona u centralnom (Burić i sar., 2008) i južnom Jadranu (Caroppo i sar., 2005). Najveći broj vrsta koje su zabilježene tokom istraživanja, kao što su *Chaetoceros affinis*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudo-nitzschia* spp. i *Thalassionema nitzschiooides*, preferiraju područja obogaćena nutrijentima (Pucher-Petković i Marasović, 1980).

Tabela 4.4. Popis vrsta fitoplanktona na istraživanim pozicijama (Max-maksimalna brojnost, Avg-srednja vrijednost, Fr – frekvencija pojavljivanja) oktobar 2019.

Dijatomeje	Max	Avg	Fr%
<i>Amphora ostrearia</i>	714	33,76	9,09
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	14994	1433,97	43,94
<i>Asterolampra marylandica</i>	357	10,82	3,03
<i>Asteromphalus flabellatus</i>	80	2,42	3,03
<i>Bacteriadrum hyalinum</i>	6426	1303,59	62,12
<i>Cerataulina pelagica</i>	1785	68,64	9,09
<i>Chaetoceros affinis</i>	4998	881,68	43,94
<i>Ch. danicus</i>	714	43,27	6,06
<i>Ch.diversus</i>	4284	860,01	53,03
<i>Ch.messanensis</i>	2142	32,45	1,51
<i>Chaetoceros spp.</i>	9996	2044,64	72,73
<i>Cocconeis scutellum</i>	714	40,47	22,73
<i>Coscinodiscus spp.</i>	357	50,07	27,27
<i>Cyclotella spp.</i>	714	47,65	15,15
<i>Cylindrotheca closterium</i>	357	30,21	16,67
<i>Dactyliosolen blavyanus</i>	240	3,64	1,51
<i>D. fragilissimus</i>	3570	244,61	30,30
<i>Detonula pumila</i>	160	2,42	1,51
<i>Diploneis bombus</i>	2499	162,54	30,30
<i>Eucampia cornuta</i>	320	8,48	3,03
<i>Entomoneis pulchra</i>	80	1,21	1,51
<i>Fragillaria spp.</i>	320	10,91	4,54
<i>Guinardia flaccida</i>	1428	70,03	22,73
<i>G. striata</i>	240	9,69	4,54
<i>Hemiaulus hauckii</i>	1071	55,95	10,61
<i>H. sinensis</i>	1428	65,09	12,12
<i>Leptocylindrus danicus</i>	7854	333,03	13,64
<i>L. mediterraneus</i>	3570	218,76	22,73
<i>Licmophora flabellata</i>	714	24,15	7,57
<i>Melosira nummuloides</i>	2142	37,30	3,03
<i>Navicula spp.</i>	3570	481,76	71,21
<i>Nitzschia longissima</i>	1428	148,18	34,85
<i>N. incerta</i>	80	1,21	1,51
<i>Pinnularia spp.</i>	400	13,33	4,54
<i>Pleurosigma angulatum</i>	80	1,21	1,51
<i>P.elongatum</i>	714	71,89	39,39
<i>P. formosum</i>	357	17,53	10,61
<i>Proboscia alata</i>	2142	690,21	81,82
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	4998	1955,38	100
<i>Pseudosolenia calcar avis</i>	240	7,27	6,06
<i>Rhizosolenia setigera</i>	240	6,06	4,54
<i>Striatella unipunctata</i>	80	1,21	1,51
<i>Synedra ulna</i>	320	12,12	7,57
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	400	44,85	15,15
<i>Th.nitzschioides</i>	2856	381,76	65,15
<i>Thalassiosira rotula</i>	320	7,27	3,03
Dinoflagelati			
<i>Ceratoperidinium falcatum</i>	80	1,25	1,51
<i>Dinophysis acuminata</i>	80	3,75	4,54

Dijatomeje	Max	Avg	Fr%
<i>Dinophysis acuta</i>	80	1,25	1,51
<i>Dinophysis caudata</i>	80	1,25	1,51
<i>Diplopsalis lenticilla</i>	160	11,25	12,12
<i>Gonyaulax digitale</i>	240	8,75	7,57
<i>G. polygramma</i>	160	3,75	3,03
<i>Gonyaulax spp.</i>	1428	636,21	90,91
<i>Gymnodinium spp.</i>	1785	387,75	54,54
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	714	127,61	54,54
<i>Hermesinum adriaticum</i>	714	68,56	34,85
<i>Lingulodinium polyedra</i>	80	3,75	4,54
<i>Ornitocercus heteroporus</i>	80	2,5	3,03
<i>Oxytoxum scolopax</i>	714	19,23	6,06
<i>O.sceprium</i>	80	5	6,06
<i>O.sphaeroideum</i>	357	31,83	25,76
<i>O.tesselatum</i>	80	1,25	1,51
<i>Phalacroma rotundatum</i>	80	5	6,06
<i>Podolampas bipes</i>	80	1,25	1,51
<i>P.palmipes</i>	80	1,25	6,06
<i>Prorocentrum cordatum</i>	560	94,23	39,39
<i>P. micans</i>	714	23,66	15,15
<i>P. triestinum</i>	357	29,34	15,15
<i>Protoperidinium crassipes</i>	160	3,75	3,03
<i>P. diabolum</i>	80	1,25	1,51
<i>P. globulum</i>	357	6,83	3,03
<i>P. pellucidum</i>	80	3,75	4,54
<i>P. steinii</i>	80	1,25	1,51
<i>Protoperidinium spp.</i>	160	10	9,09
<i>P. tuba</i>	80	8,75	10,61
<i>Protoceratium spp.</i>	80	1,25	1,51
<i>Scripsiella spp.</i>	1428	153,28	57,57
<i>Tripos furca</i>	80	3,75	4,54
<i>T. fusus</i>	80	5	6,06
<i>T. horridum</i>	80	1,25	1,51
<i>T. kofoidii</i>	357	15,58	22,73
<i>T. macroceros</i>	714	21,73	6,06
<i>T. muelleri</i>	80	1,25	6,06
<i>T. teres</i>	80	2,5	3,03
Kokolitoforide			
<i>Acanthoica quattrospina</i>	357	17,82	4,54
<i>Calciosolenia brasiliensis</i>	800	109,58	51,51
<i>Calyptrosphaera oblonga</i>	3570	801,13	95,45
<i>Helicosphaera wallichii</i>	357	32,15	18,18
<i>Rhabdosphaera tigrifera</i>	3570	626,88	83,33
<i>Syracosphaera pulchra</i>	2142	611,06	95,45
Silikoflagelati			
<i>Dictyocha fibula</i>	80	7,27	6,06
Hlorofita			
<i>Pediastrum spp.</i>	1440	49,411	3,03
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1428	67,71	4,54

Poređenje rezultata o stanju fitoplanktona tokom 2019. godine u odnosu na stanje ranijih istraživanja

- Ukoliko poredimo vrijednosti fitoplanktona na pozicijama P1, P4, P11 i P15 koje su zabilježene tokom oktobra mjeseca 2019. godine sa vrijednostima na istraživanim pozicijama koje su zabilježene tokom 2014. godine, brojnosti fitoplanktona su bile slične, kretale su se u rasponu od 10^3 do 10^4 ćelija/l.
- Tokom 2014. kao i tokom 2019. godine dominantna grupa fitoplanktona su bile dijatomeje, dok su manje zastupljene bile dinoflagelate, kokolitoforide i silikoflagelate. Brojnost dijatomeja se kretala do 10^4 ćelija/l, dok su dinoflagelate i kokolitoforide zabilježene u manjoj brojnosti do 10^3 ćelija/l.
- Ukoliko poredimo podatke koji su zabilježeni tokom istraživanja u oktobru 2019. godine sa podacima koja su sprovedena tokom 2018. godine, brojnosti fitoplanktona su bile dosta slične i dostizale su

vrijednosti do 10^4 ćelija/l. Izuzetak je pozicija P11 na kojoj je tokom 2018. godine zabilježena brojnost fitoplanktona od 10^5 ćelija/l.

- Dijatomeje su i tokom 2018. godine bile dominantne skoro na svim pozicijama izuzev pozicije P11 na kojoj su dominirale kokolitoforide, koje su činile najveći dio fitoplanktona. Od kokolitoforda najbrojnija je bila vrsta *Syracosphaera pulchra* koja je činila najveći dio brojnosti na poziciji P11.
- Najveći broj vrsta tokom svih perioda istraživanja 2014., 2018. i 2019. koje su bile dominantne i zabilježene sa većom frekvencijom pojavljivanja preferiraju područja obogaćena nutrijentima (Pucher-Petković and Marasović, 1980). Kao što je navedeno u ovom izvještaju to ukazuje na blage promjene koje se moraju kontinuirano pratiti.

ZAKLJUČAK

- Tokom sprovedenih istraživanja, zabilježene vrijednosti koncentracije hlorofila *a* su karakteristične za manje oligotrofno do više oligotrofno područje, prema kriterijumima Simbourea *i sar.* (2005) koji se podudaraju sa 5 nivoa ekološkog statusa kako je predložen u Water Frame Directive.
- 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 djelom za mezotrofno i samo na par pozicija vrijednosti ukupnog planktona koje su karakteristične za eutrofno područje (Kitsiou i Karydis, 2001, 2002). Razlog niže brojnosti fitoplanktonskih 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 su u priobalnom području koje je pod uticajem obale i gdje je prisutan veći priliv nutrijenata, dok na pozicijama

koje su udaljene od obale produkcija fitoplanktona je bila manja.

- Zabilježeno je 5 grupa fitoplanktonskih organizama i to:
 - Baccilarophyceae (dijatomeje)
 - Dinophyceae (dinoflagelate)
 - Prymnesiophyceae (kokolitoforidi)
 - Chrysophyceae (silikoflagelati)
 - Chlorophyceae (hlorofite)
- Najveći broj vrsta koje su bile dominantne i zabilježene sa najvećom frekvencijom pojavljivanja tokom naših istraživanja, kao što su *Chaetoceros affinis*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudo-nitzschia* spp. i *Thalassionema nitzschiooides* 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 od dijatomeja vrste iz roda *Pseudo-nitzschia* spp. sa brojnošću do 10^3 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, pojave 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

Područje istraživanja

Područje istraživanja obuhvatilo je dio od ušća rijeke Bojane na jugu do Bokokotorskog zaliva na sjeveru. Ukupno je uzorkovano pet transekata (A, B, C, D, E), na pozicijama 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 i 17. Uzorci mikrozooplanktona sakupljeni su u površinskom dijelu vodenog stupca (0,5 m dubine). Uzorci mezozooplanktona su sakupljeni u dva sloja vodenog stupca, gornji i donji, a granica između slojeva određena je na osnovu termokline lokaliteta. Uzorci na lokalitetima 4, 7, 11 i 15 zbog male dubine i nepostojanja tačno definisane termokline su uzeti u samo jednom potezu od 2 m iznad morskog dna do površine. Radne dubine lokaliteta prikazane su u Tabeli 4.6.

Mikrozooplankton

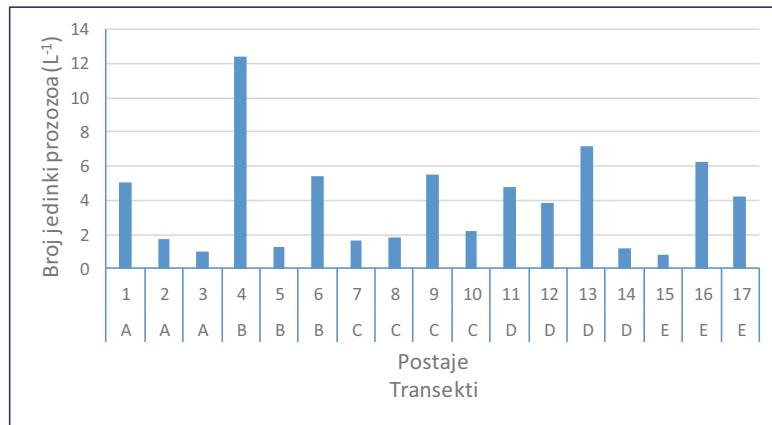
Metode

Uzorci su sakupljeni Niskin crpcem volumena 5 litara. Nakon filtriranja uzorka kroz plastičnu posudu sa svilom finoće tkanja 20 µm, volumen je smanjen na 200 ml i konzerviran s 4%-tним neutralizovanim formaldehidom. U laboratoriju je nakon sedimentacije u trajanju od 72 sata, redukovani uzorak dekantiran vakuum pumpom s zakrivljenom pipetom koja je uklanjala vodu s površine prema metodi opisanoj od Kršinića (1980). Na taj način dobijen je volumen koji podržava odgovarajuću staklenu komoricu dimenzija 7 x 4,5 x 0,5 cm za mikroskopsku analizu. Pregled uzorka obavljen je uz pomoć Olympus IMT-2 inverznog mikroskopa na povećanjima od 100 x i 200 x. Vrijednosti su prikazane brojem jedinki po litri (jed. L⁻¹).

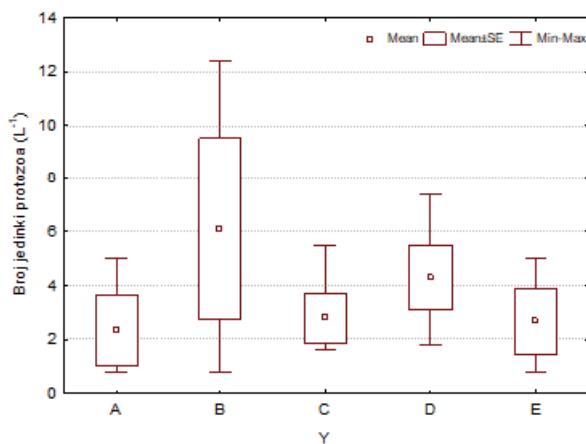
Protozoa

Najbrojniji predstavnici jednoćelijskog zooplanktona bili su lorikatni cilijati-tintinidi. Zabilježeno je ukupno 21 vrsta (Tabela 4.6). Glavnina sastava odnosi se na predstavnike neritika, a determinisano je i 10 tintinida tipičnih za površinske vode otvorenog južnog Jadrana i Otranta (Tabela 4.6). Što više, okeanska *Tintinnopsis angulata* bila je najčešće nađena vrsta, ukupno u 76% uzoraka, dok je *Steenstrupiella steenstrupii* bila zastupljena u 53% uzoraka. Ovi rezultati ukazuju na jak uticaj otvorenog mora na obalno područje. S druge strane, na dubokim i od obale udaljenim lokalitetima transekta C i D nalazi vrsta kao što su *Tintinnopsis campanula*, *Stenosemella nivalis* i *Helicostomella subulata* dokazuju uticaj obale na otvoreno more. Na osnovi brojnosti i učestalosti pojavljivanja, dominirao je neritički tintinid *Tintinnopsis karajacensis* te *Codonellopsis schabi*, vrsta karakteristična za otvorena obalna područja (Tabela 4.6). Najveća vrijednost od 11 jed. L⁻¹ utvrđena je za vrstu *Tintinnopsis levigata* na plitkom lokalitetu transekt-a B, međutim na ostalim lokalitetima vrsta je bila rijetka i malobrojna (prilog: Excel fajl).

Zabilježene su niske ukupne vrijednosti protozoa (Slika 4.31). Smatramo da su ovi rezultati djelimično uslovjeni metodikom uzimanja uzorka jer je određeni dio jedinki mogao biti propušten kroz planktonsku mrežu finoće tkanja 20 µm. Najviša ukupna vrijednost nađena je na obalnom lokalitetu 4 transekt-a B, 12,4 jed. L⁻¹, prvenstveno zbog velike brojnosti spomenutog tintinida *T. levigata*. Na tom transektu su ujedno utvrđene najveće razlike brojnosti između lokaliteta te zbog toga i velika statistička odstupanja od prosjeka (Slika 4.32). Najmanji raspon vrijednosti zabilježeni su na transektu A, dok najmanje varijacije nalazimo na transektu C i D.



Slika 4.31. Ukupne vrijednosti protozoa na svim lokalitetima i transektilima istraživanog područja, oktobar 2019.



Slika 4.32. Varijacije ukupnih vrijednosti protozoa na istraživanim transektilima, oktobar 2019.

Tabela 4.5. Udjeli u ukupnoj brojnosti i učestalosti nalaza vrsta tintinida: Indikatori područja određeni su prema Kršinić (2010):
O=okeanska vrsta; Ob=obalna vrsta; N=neritičko-estuarejska vrsta

Vrste	Udjio u brojnosti (%)	Učestalost nalaza (%)	Indikator područja
<i>Codonella aspera</i>	2	6	0
<i>Tintinnopsis angulata</i>	22	76	0
<i>Tintinnopsis beroidea</i>	<1	5	N
<i>Tintinnopsis campanula</i>	5	29	N
<i>Tintinnopsis cylindrica</i>	1	17	N
<i>Tintinnopsis karajacensis</i>	15	59	N
<i>Tintinnopsis levigata</i>	18	23	N
<i>Tintinnopsis nana</i>	<1	5	N
<i>Tintinnopsis radix</i>	<1	5	N
<i>Codonellopsis orthoceras</i>	<1	5	0
<i>Codonellopsis schabi</i>	16	47	Ob
<i>Stenosemella nivalis</i>	1	12	N
<i>Helicostomella subulata</i>	2	12	N
<i>Metacyllis joergensenii</i>	<1	5	N
<i>Epiploctis acuminata</i>	3	23	0
<i>Rhabdinella spiralis</i>	3	23	0
<i>Undella hyalina</i>	1	17	0
<i>Steenstrupiella steenstrupii</i>	4	53	0
<i>Eutintinus fraknoi</i>	3	35	0
<i>Eutintinus lusus-undae</i>	<1	5	0
<i>Salpingella acuminata</i>	1	23	N

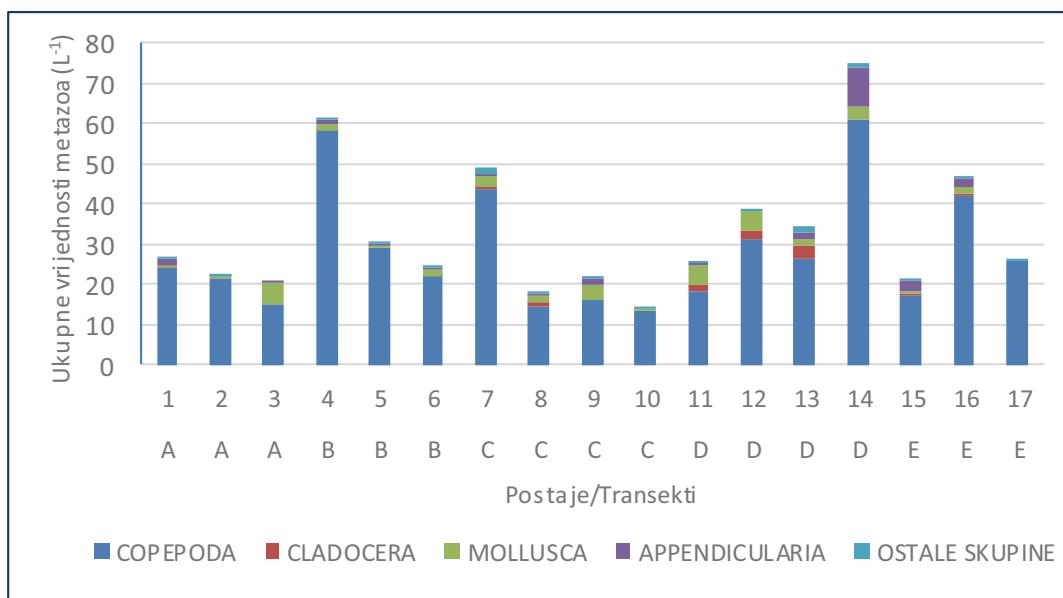
Metazoa

Suprotno od protozoa, vrijednosti višećelijskih pripadnika mikrozooplanktonske frakcije bile su visoke, s udjelima između 80% i 98% u ukupnim vrijednostima. Dominirali su razvojni stadijumi kopepoda i oni su predstavljali od 71% do čak 99% metazoa utvrđenih na lokalitetu 17 transekta E (Slika 4.33). Na skoro svim lokalitetima ukupne vrijednosti bile su veće od 20 jed. L⁻¹. Maksimum od 75 jed. L⁻¹ zabilježen je na najdubljem lokalitetu transekta D, a minimum od 14 jed. L⁻¹ na najdubljem lokalitetu transekta C. Posebno visoke ukupne vrijednosti nađene su i na plitkim lokalitetima B i C transekta: 58 jed. L⁻¹ na lokalitetu 4, te 48 jed. L⁻¹ na lokalitetu 7 (Slika 4.34). Od svih ostalih grupa, djelimično zapaženje udjele u ukupnim gustinama imali su razvojni stadijumi mekušaca te apendikularije.

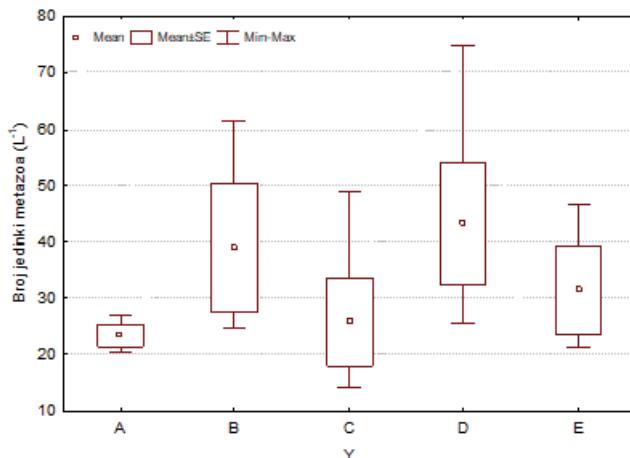
Varijacije vrijednosti metazoa po transektima su bile velike, osim na transektu A gdje je generalno zabilježena najmanja brojnost (Slika 4.34). Po višim prosječnim vrijednostima izdvajaju se transekt B zbog visokih gustina populacija na plitkim obalnim lokalitetima, te transekt D zbog velikog broja jedinki nađenih na udaljenim dubljim postajama (Slika 4.34).

Među razvojnim stadijumima kopepoda dominirali su naupliji s udjelima između 56% (postaja 8, transek C) i 84% (lokalitet 5, transek B). Prostorna raspodjela vrijednosti nauplija odgovara u potpunosti raspodjeli brojnosti ukupnog metazojskog zooplanktona (Slika 4.35). Nakon nauplija, po brojnosti slijede kalanoidni i ciklopoidni kopepoditi.

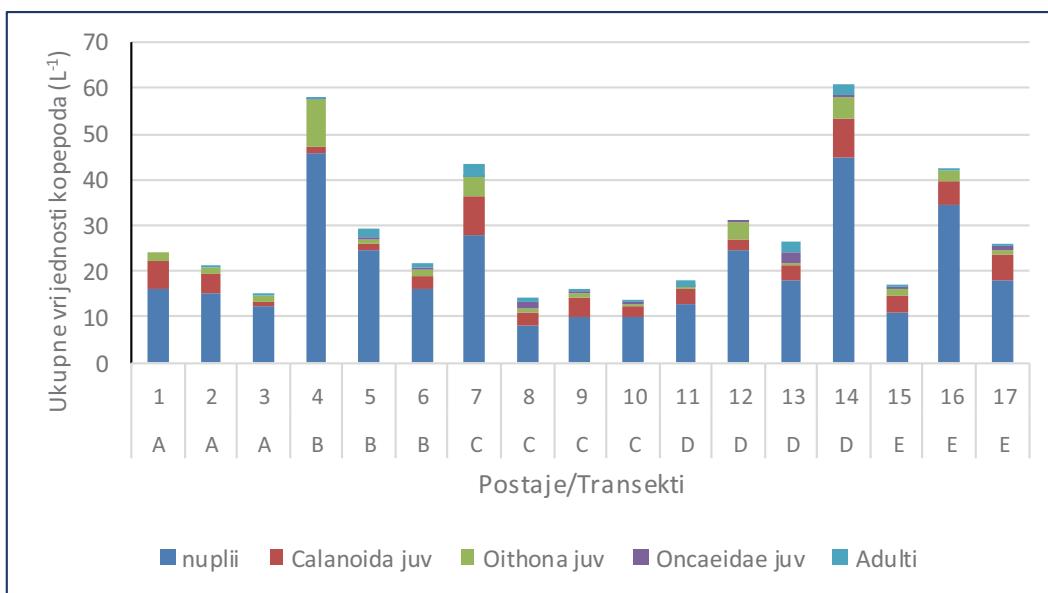
U poređenju s dosadašnjim istraživanjima južnog Jadrana, dobijeni rezultati za metazojsku komponentu mikrozooplanktona su među najveće zabilježenim (Kršinić, 1998; Benović i sur., 2005; Kršinić i Grbec, 2006, 2012; Batistić i sur., 2012; Lučić i sur., 2017). Velika brojnost nauplija, a zatim kopeodita kalanoida i ciklopoida ukazuju na povećanu sekundarnu produkciju. Naši rezultati indiciraju na važnost šireg uticaja dotoka slatke vode rijeke Bojane na ukupnu produkciju. Visoke vrijednosti nalazimo i na dubokim, od obale udaljenim lokalitetima, dok su izrazito najmanje gustine utvrđene na najudaljenijim lokalitetima od ušća Bojane, transektu A.



Slika 4.33. Ukupne vrijednosti i udjeli pojedinih grupa metazoa na svim lokalitetima i transektima istraživanog područja, oktobar 2019.



Slika 4.34. Varijacije ukupnih vrijednosti metazoa na istraživanim transektima, oktobar 2019.



Slika 4.35. Ukupne vrijednosti i udjeli pojedinih predstavnika kopepoda na svim lokalitetima i transektima istraživanog područja, oktobar 2019.

Mrežni zooplankton – mezozooplankton

Kod proučavanja distribucije i sezonskog ciklusa morskog zooplanktona suočavamo se sa činjenicom da je more visokodinamičan sistem sa stalnim gibanjima i miješanjem vodenih masa. Najvažniji faktori koji utiču na količinu zooplanktona jesu dubina vodene kolone, trofički status određenog područja i temperaturni režim (Harris i sar., 2000). Planktonski organizmi imaju kratko generacijsko vrijeme, što znači da daju brz odgovor na promjenu sredinskih uslova, dok se posljedice tih promjena kaskadno prenose kroz hranidbeni lanac na cijeli ekosistem (Beaugrand, 2005). Mezozooplankton karakteriše visoka raznovrsnost različitih taksonomske kategorija koje zauzimaju različite ekološke pozicije i značenje u trofičkoj

mreži mora (Kiørboe, 1997). Na primjer, kopepode koje žive u eufotičkoj zoni hrane se filtriranjem fitoplanktona, tako proizvode velike, brzotonuće, fekalne pelete kojima se organska materija prenosi dublje u vodenom stubu. Ti peleti, direktno ili indirektno, služe kao hrana koprofagnim i detritivornim kopepodama, ali i drugim organizmima u dubljim slojevima mora (*ibid.*).

Jadransko more je poluzatvoreno more, subregija Mediterana. Južni Jadran je dubok i oligotrofnog karaktera (Faganeli i sar., 1989). Vrlo mali broj publikacija postoji na temu zooplanktona u otvorenim vodama Crne Gore.

Materijal i metode

Uzorkovanje je vršeno vertikalnim potezom pomoću planktonske mreže finoće tkanja 125 µm, prečnika otvora 55 cm i dužine 150 cm. Analiza u laboratoriji je sprovedena korišćenjem stereomikroskopa Nikon SMZ800, uz povećanje od 25 do 50 puta. Svaki uzorak je dijeljen na poduzorke 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 i 1/128, u zavisnosti od brojnosti individua u ukupnom uzorku. Za rijetke i malobrojne vrste pregledan je cijeli uzorak. Sve kvantitativne vrijednosti izražene su kao broj individua po metru kubnom (ind m⁻³).

Tabela 4.6. Prikaz lokaliteta i transekt sa radnim dubinama

A	1	2	3
	30 – 0	30 – 0	27 – 0
	101 – 30	115 – 30	225 – 27
B	4	5	6
	15 – 0	41 – 0	26 – 0
		82 – 41	120 – 26
C	7	8	9
	22 – 0	36 – 0	41 – 0
		60 – 36	75 – 41
D	11	12	13
	10 – 0	40 – 0	30 – 0
		50 – 40	75 – 30
E	15	16	17
	9 – 0	35 – 0	25 – 0
		72 – 35	85 – 25

Rezultati i diskusija

Na osnovu jednokratnog istraživanja mrežnog zooplanktona po transektima u crnogorskim vodama, utvrđena je statistički značajna razlika u ukupnoj brojnosti. (Slika 4.36) ($p < 0,05$, Kruskal-Wallis). Brojnost ukupnog zooplanktona povećavala se u smjeru od ostrva Mamula ka rijeci Bojana. Najviša brojnost zabilježena je na transektu D, na najplićem lokalitetu u gornjem sloju uzorkovanja i iznosila je 4.820 ind m⁻³ (Slika 4.36). Lokaliteti 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.

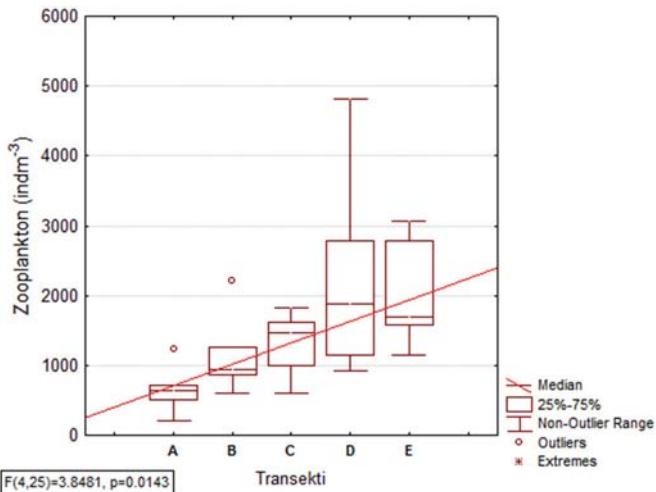
Posmatrajući svaki transekt posebno, primjetno je blago opadanje u ukupnoj brojnosti zooplanktona idući ka

dubljim lokalitetima i daljim od obale. Izuzetak je transek D i lokalitet 14 na kojem je utvrđeno odstupanje (Slika 4.37). Najniža brojnost ukupnog zooplanktona zabilježena je na najudaljenijem lokalitetu transekta A (lokalitet 3) a iznosila je 212 ind m⁻³.

Posmatrane vrijednosti mezozooplanktona odgovaraju onima koje nalazimo u drugim oligotrofnim obalnim područjima Mediterana, u Egejskom moru (Ramfos i sar., 2006.) ili u Napuljskom zalivu (Mazzocchi i sar., 2011). Veličina mreže od 125 µm korištena je zbog uticaja rijeke Bojane i očekivanja većeg broja manjih frakcija copepoda u uzorcima.

Ukupno je nađeno 11 grupa zooplanktona a to su: Hydromedusae, Siphonophorae, Ostracoda, Cladocera, Copepoda, Pteropoda, Appendicularia, Chaetognatha, Hyperiidea, Thaliacea kao i Meroplanktonski organizmi. Holoplankton su organizmi koji su planktonski (žive u vodenom stupcu i ne mogu plivati protiv vodene struje) tokom svog životnog ciklusa. Meroplankton je pojam koji se koristi za opisivanje širokog spektra planktonskih organizama koji dio svog života provode u bentoskom području okeana ili kao nektonske vrste (kao ribe). Ti organizmi ne ostaju stalno kao plankton, već su planktonski sastojci u tranziciji, koji s vremenom postaju veći organizmi. Ukupno je određeno 70 taksona holoplanktonskih organizama i 8 meroplanktona.

Copepoda su bile najbrojnija grupa mrežnog zooplanktona a generalno predstavljaju najbrojnije zooplanktone. Učestvovali su sa 56% do 93% u ukupnoj brojnosti. Nakon copepoda, najbrojnija grupa organizama bile su vrste cladocera, posebno na transektima D i C iznad termokline (Slika 4.37, Tabela 4.7). Juvenilni stadijumi copepoda (kalanoidni i ciklopoidni kopepoditi) učestvovali su sa 36%-68% u ukupnoj brojnosti copepoda. Takođe, vrlo brojni taksoni ukupnog zooplanktona bili su Onceidae nađene u svim uzorcima kao i vrste roda *Calocalanus* sp sa frekvencijom pojavljivanja od 97%, zatim *Oithona similis* 93% te *Coryceus* sp 86%. Ovakva struktura taksona zapažena je na svim transektima osim transekta D gdje je kao najdominantnija zabilježena vrsta cladocera *Penilia avirostris* (simper analiza). *Penilia avirostris* nađena je pretežno na lokalitetima transekata D i E sa maksimalnom vrijednosti od 921 ind m⁻³ na tipično obalnom lokalitetu 11 koji pripada D transektu.



Slika 4.36. Box plot prikaz varijabilnosti ukupnog zooplanktona po tranektima, oktobar 2019.

Tabela 4.7. Maksimalna vrijednost i frekvencija pojavljivanja grupe copepoda, oktobar 2019.

Copepoda	Maks	F
<i>Calanus helgolandicus</i>	37,5	62,1%
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	6,4	44,8%
<i>Paraeucalanus attenuatus</i>	11,9	44,8%
<i>Paracalanus nanus</i>	17,1	13,8%
<i>Paracalanus parvus</i>	153,6	72,4%
<i>Calocalanus sp.</i>	221,9	96,6%
<i>Megynocera clausi</i>	51,2	72,4%
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	22,3	37,9%
<i>Clausocalanus jobei</i>	52,8	89,7%
<i>Clausocalanus furcatus</i>	256,0	65,5%
<i>Ctenocalanus vanus ad</i>	3,6	3,4%
<i>Euchaeta hebes</i>	44,5	82,8%
<i>Centropages typicus</i>	25,6	31,0%
<i>Centropages kroyeri</i>	85,3	17,2%

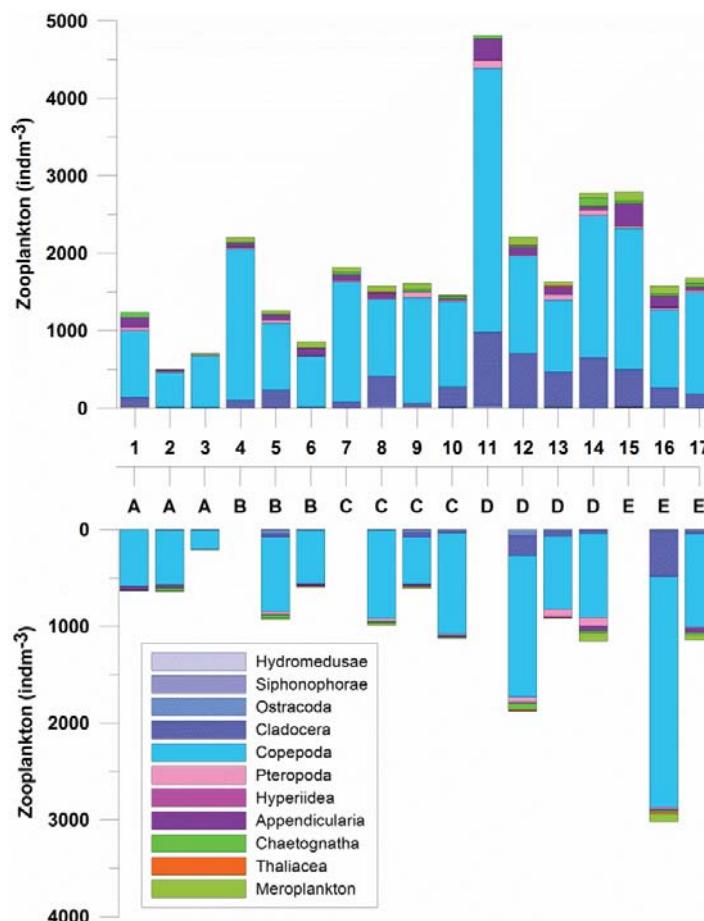
Cladocera su druga po brojnosti grupa organizama koja je učestvovala sa prosječno 9% u ukupnoj brojnosti zooplanktona a najveći udio od 27% zabilježen je na lokalitetu 13 transektu D koji pokazuje najveću varijabilnost vrijednosti. Analiza raspodjela cladocera po tranektima ukazala je da postoji statistički značajna razlika, odnosno da se brojnost cladocera povećava u smjeru od transekt A gdje su zabilježene vrijednosti zanemarljive ka transektu E (Slika 4.38). Ovi nalazi u skladu su sa distribucijom koncentracije hlorofila *a* čija najviša vrijednost od $0,989 \text{ mg m}^{-3}$ je određena na lokalitetu 13. Uzimajući u obzir da najveći procenat cladocera predstavlja *Penilia avirostris* (Tabela 4.8), vrsta koja se

Copepoda	Maks	F
<i>Isias clavipes</i>	17,1	17,2%
<i>Temora stylifera</i>	85,3	82,8%
<i>Candacia giesbrechti</i>	17,1	51,7%
<i>Acartia clausi</i>	102,4	55,2%
<i>Oithona nana</i>	136,5	31,0%
<i>Oithona plumifera</i>	34,1	48,3%
<i>Oithona similis</i>	64,0	86,2%
<i>Onceidae</i>	650,4	100,0%
<i>Euterpina acutifrons</i>	921,6	65,5%
<i>Microsetella spp.</i>	56,9	48,3%
<i>Macrosetella sp.</i>	0,6	3,4%
<i>Sapphirina spp.</i>	7,2	34,5%
<i>Coryceus spp.</i>	204,8	93,1%
<i>Copilia quadrata</i>	8,5	100,0%

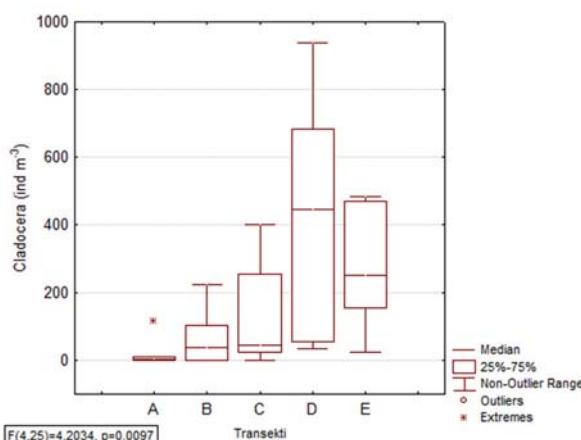
hrani isključivo filtriranjem, biološki faktori, odnosno koncentracija hlorofila *a* i brojnost fitoplanktona su važni činioci koji omogućuju razvoj i opstanak ove vrste u ovolikoj brojnosti s obzirom na to da je ona izrazito termofilna vrsta.

Tabela 4.8. Maksimalna vrijednost i frekvencija pojavljivanja grupe Cladocera, oktobar 2019.

Cladocera	Maks	F
<i>Penilia avirostris</i>	921,6	82,8%
<i>Evdadne spinifera</i>	66,8	27,6%
<i>Pseudoevdadne tergestina</i>	44,5	17,2%
<i>Podon intermedius</i>	17,1	6,9%



Slika 4.37. Ukupne vrijednosti i udjeli pojedinih grupa u ukupnom zooplanktonu, oktobar 2019.



Slika 4.38. Box plot prikaz variabilnosti cladocera po transektima, oktobar 2019.

Planktonski organizmi grupe Cnidaria su istaknuta komponenta lanca ishrane koje su poslednjih decenija privukle pažnju svojim sve češćim pojavljivanjem a ne rijetko uslovjavaju i masovnija širenja. Tokom istraživanja određeno je 8 taksona iz grupe Hydromedusae kao i 8 taksona iz grupe Siphonophorae. Njihova maksimalna brojnost kao i frekvencija pojavljivanja prikazani su u tabeli. Najbrojnija vrsta bila je iz grupe Hydromedusae,

Aglaura hemistoma, sa maksimalnom brojnošću od 18 ind m⁻³ i frekvencijom pojavljivanja od 76% (Tabela 4.9). Pored nje, vrsta iz grupe Siphonophorae *Muggiae kochi* zabilježena je sa maksimalnom brojnošću od 13 ind m⁻³ i frekvencijom pojavljivanja od 59%. *Spheronektes koellikeri* je vrsta zabilježena sa istom maksimalnom brojnošću i nižom frekvencijom pojavljivanja koja je iznosila 34%.

Tabela 4.9. Maksimalna vrijednost i frekvencija pojavljivanja grupe Hydromedusae i Siphonophorae, oktobar 2019.

Hydromedusae	Maks	F
<i>Podocorynoides minima</i>	4,27	3%
<i>Obelia spp.</i>	4,27	7%
<i>Clytia haemispherica</i>	4,92	17%
<i>Liriope tetraphylla</i>	0,80	10%
<i>Eutima gracilis</i>	0,62	10%
<i>Rhopalonema velatum</i>	0,27	7%
<i>Helgicirrha</i>	0,71	3%
<i>Aglaura hemistoma</i>	18,73	76%

Siphonophorae	Maks	F
<i>Eudoxoides spiralis</i>	4,27	28%
<i>Muggiae kochii</i>	12,80	49%
<i>Muggiae atlantica</i>	0,17	3%
<i>Sheronectes koellikeri</i>	12,80	34%
<i>Sheronectes irregularis</i>	0,27	3%
<i>Chelocytes appendiculata</i>	6,4	35%
<i>Basia basensis</i>	3,56	24%
<i>Hipopodius hippopus</i>	1,7	10%

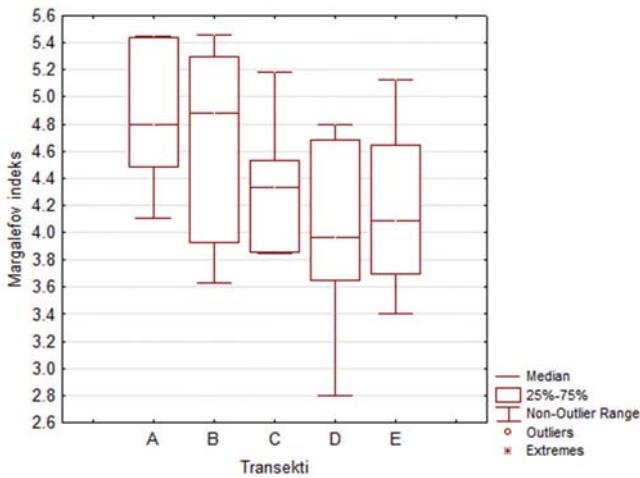
Ostale grupe zooplanktona nisu pokazale značajan udio u ukupnoj brojnosti. Jedino vrsta appendicularia *Oikopleura longicauda* izdvojila se svojom visokom frekvencijom pojavljivanja (93%) i abudancijom (Tabela 4.10), naročito u sloju vodenog stupca iznad termokline. Predstavnici grupe Hyperidea kao i Euphausiacea u malom broju nađene su u večernjim satima uzorkovanja.

Analiza indeksa diverziteta (Margalef) pokazala je da vrijednosti opadaju od transekta A ka transekstu E (Slika 4.39), međutim, statistička razlika nije utvrđena. Maksimalna vrijednost Margalefovog indeksa od 5,45 i 5,46 utvrđena je na lokalitetima 2 i 3 koji su, ujedno i najdublji lokaliteti na ovom području istraživanja (115 i 225 m), dok je najniža vrijednost indeksa zabilježena na lokalitetu 15 a iznosila je 2,8.

Tabela 4.10. Maksimalna vrijednost i frekvencija pojavljivanja, oktobar 2019.

Hyperidea	Maks	F
Hyperidea sp	6,9	44,8%
Pteropoda	Maks	F
<i>Limacina trochiformis</i>	21,3	37,9%
<i>Limacina inflata</i>	51,2	34,5%
<i>Creseis virgula</i>	34,1	34,5%
<i>Creseis acicula</i>	85,3	79,3%
Appendicularia	Maks	F
<i>Oikopleura longicauda</i>	199,1	93,1%
<i>Oikopleura fusiformis</i>	34,1	17,2%
<i>Fritillaria pellucida</i>	6,0	6,9%
Chaetognatha	Maks	F
<i>Mesosagitta minima</i>	3,2	10,3%
<i>Parasagitta setosa</i>	25,0	13,8%
<i>Flaccisagitta enflata</i>	34,1	75,9%

Thaliacea	Maks	F
<i>Doliolidea</i>	17,1	58,6%
<i>Thalia democratica</i>	17,3	51,7%
Meroplankton	Maks	F
<i>Bivalvia</i>	51,2	44,8%
<i>Gastropoda</i>	78,8	62,1%
<i>Polychaeta</i>	38,4	55,2%
<i>Ophiopluteus</i>	28,4	37,9%
<i>Bipinaria</i>	12,5	10,3%
jaja ribe	0,5	34,5%
larve ribe	0,5	17,2%
larva decapoda	41,5	65,5%



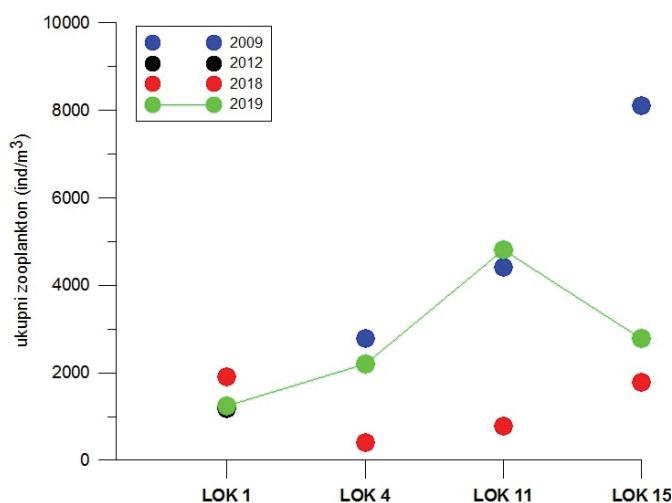
Slika 4.39. Box plot dijagram varijabilnosti indeksa diverziteta (Margalef) po transektima, oktobar 2019.

Poređenje rezultata o stanju zooplanktona tokom 2019. godine u odnosu na stanje ranijih istraživanja

Ovo uzorkovanje obezbijedilo je prve podatke za mikrozooplankton otvorenog mora Crnogorskih voda. Što se tiče mrežnog zooplanktona, podaci postoje, međutim ne u kontinuitetu da bi se moglo govoriti o trendu. Lokalitet 1 se može uporediti sa postojećim podacima iz 2012 te 2018 godine a njihove vrijednosti su u skladu sa vrijednostima dobijenim tokom ovog uzorkovanja. Brojnost ukupnog zooplanktona iznosila je 1.185 ind m^{-3} 2012. godine, odnosno 1.913 ind m^{-3} 2018. godine. Za lokalitet 4 postoje podaci iz 2009. godine koji su u skladu sa podacima ovog uzorkovanja a vrijednosti su > 2.500

ind m^{-3} . Međutim, vrijednosti koje su dobijene u oktobru 2018. na ovom lokalitetu kao i lokalitetu ispred Ulcinja (11) su u značajnoj mjeri niže.

Brojnost ukupnog zooplanktona na lokalitetu 15 je približna vrijednosti zooplanktona utvrđenoj 2018. godine dok je brojnost 2009. godine veća. Važno je naglasiti da je 2009. godine bilježena visoka zastupljenost vrste *Acartia clausi*, juvenilnih i adultnih stadijuma na ovom lokalitetu što nije bio slučaj 2019. godine.



Slika 4.40. Uporedne vrijednosti ukupnog zooplanktona za mjesec oktobar na priobalnim lokalitetima 1, 4, 11 i 15

ZAKLJUČAK

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 transekstu D. Sekundarna produkcija značajno opada idući od obalnih lokaliteta ka dubokom moru dok statistički značajno raste od transekta A ka transekstu E što ukazuje na izuzetno snažan

uticaj rijeke Bojane, odnosno dotoka slatke vode. Lokaliteti 4, 7, 11 i 15 su pokazali karakteristike tipičnih obalnih lokaliteta sa značajno većom sekundarnom produkcijom u poređenju sa lokalitetima po transektima. Izuzetak predstavlja lokalitet 14 na D transekstu, na kojem je zabilježena viša abudancija zooplanktona u odnosu na lokalitete tog transekta koji su bliže obali.

EO9

ZAGAĐUJUĆE MATERIJE

UVOD

U sklopu projekta GEF Adriatik, Centar za ekotoksikološka istraživanja (CETI) je realizovao aktivnosti vezano za ispitivanje ključnih zagađujućih materija u sedimentima na području južnog, srednjeg i sjevernog dijela mora Crne Gore.

Program praćenja kvaliteta sedimenta na navedenim lokacijama 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.

UZORKOVANJE

Za uzorkovanje je korišćen Van Veen-ov uzorkivač koji prilikom uzorkovanja zahvata površinu sedimenta od oko 0,1 m² (foto dokumentacija u prilogu Slike 5.43 – 5.49).

Za laboratorijsku analizu uzet je kompozitni uzorak od kompletne debljine sloja sedimenta zahvaćene uzorkovačem.

Laboratorijski uzorci za potrebe analize organskih kontaminanata pakovani su u staklenu ambalažu, dok je za pakovanje i transport uzoraka za analizu teških metala korišćena inertna plastična ambalaža.

Lokacija uzorkovanja sedimenta kao i dubina uzorkovanja dati su u Slici 0.1 i Tabeli 0.1 (Uvod).

PRIPREMA UZORAKA ZA ANALIZU

Nakon vazdušnog sušenja uzoraka alikvotni dio sedimenta za analizu organskih kontaminanata je prosijan kroz sito od nerđajućeg čelika sa mrežicom 2 mm, dok je alikvotni dio sedimenta za analizu teških metala prosijan kroz sito od nerđajućeg čelika sa mrežicom 0,063 mm. Uzorci su čuvani u prethodno očišćenim staklenim i plastičnim posudama do laboratorijskih analiza. Dalja analiza uzoraka je urađena u skladu sa sledećim metodama:

- EPA Method 8270 C-Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS);
- EPA Method 8080 A-Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls bay gas chromatography;
- IAEA-LPB-International Atomic Energy Agency, Marine Environment Laboratory, Laboratory Procedure Book
- AMA-112-Organic application note Leco AMA 254, Form no. 203-823-112, Leco corporation, 1999

SPISAK OPREME ZA PRIPREMU I ANALIZU SEDIMENTA

Oprema za analizu PCB, PAH, pesticida

- Gas chromatograph-mass spectrometer, GCMS QP 2010 plus, Shimadzu;
- Gas chromatograph-mass spectrometer, GCMS QP 2020 plus, Shimadzu;
- Gas chromatograph with ECD detector 2010 plus, Shimadzu;
- Speed Extractor E-914, Buchi.

Oprema za određivanje sadržaja vlage:

- Moisture balance, MA40, Sartorius.

Oprema za analizu hemijskih elemenata:

- Atomic Absorption Spectrophotometer, AA6800, Shimadzu;
- Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES), iCAP6300, Thermo;
- Advanced Mercury Analyzer, AMA 254, Altec Ltd.
- Microwave Digestion, Speedwave Xpert, Berghof

Priprema uzoraka sedimenta:

- Ball Mills, RETSCH S100, Retsch;
- Analytical Sieve Shaker, Analysen SIEB-AS 200, Retsch.

PROPISANI KRITERIJUMI ZA PROCJENU STANJA

Za procjenu stanja sedimenata korišćeni su kriterijumi propisani u UNEP/MAP vodiču (UNEP(DEPI)/MED 439/15-Pollution Assessment Criteria and Thresholds) kao i OSPAR vodiču „The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic” (OSPAR).

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.

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

U Tabeli 5.2. dat je pregled UNEP/MAP kriterijuma za teške metale u morskim sedimentima Mediteranskog mora: Background Concentrations (Med BCs), Background Assessment Criteria (Med BACs) i Environmental Assessment Criteria (EACs);

U Tabeli 5.3 dat je pregled UNEP/MAP kriterijuma za PAH-ove u morskim sedimentima a koji predstavljaju preuzete OSPAR kriterijume za PAH-ove u sedimentu.

U Tabeli 5.4. dat je pregled OSPAR kriterijuma za PCB-i i organohlorine pesticide u morskim sedimentima.

Tabela 5.1. UNEP/MAP kriterijumi za metale u morskim sedimentima

Parametar	Sediment ($\mu\text{g}/\text{kg s.m.}$)		
	Med BC	Med BAC	ERL
Metali			
Kadmijum	85	127,5	1200
Živa	53	79,5	150
Olovo	16950	25425	46700

Tabela 5.2. UNEP/MAP kriterijumi za PAH u morskim sedimentima

Parametar	Sediment ($\mu\text{g}/\text{kg s.m.}$)		
	OSPAR BC	OSPAR BAC	ERL
Policiklični Aromatični Uglovodonici			
Naftalen	5	8	160
Arenaftilen	/	/	/
Acenaften	/	/	/
Fluoren	/	/	/
Fenanren	4	7,3	240
Antracen	1	1,8	85
Fluoranten	7,5	14,4	600
Piren	6	11,3	665
Benzo(a)antracen	3,5	7,1	261
Hrizen	4	8	384
Benzo(k)fluoranten	/	/	/
Benzo(a)piren	4	8,2	430
Benzo(g,h,i)perilen	3,5	6,9	85
Indeno(1,2,3-cd)piren	4	8,3	240

Tabela 5.3. OSPAR kriterijumi za PCB kongenere i organohlorne pesticide u morskim sedimentima

Parametar	Sediment ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.m.)			
	BC	BAC	EAC	ERL
PCB kongeneri				
PCB 28	0,05	0,22	1,7	/
PCB 52	0,05	0,12	2,7	/
PCB 101	0,05	0,14	3,0	/
PCB 105	0,05	/	/	/
PCB 118	0,05	0,17	0,6	/
PCB 138	0,05	0,15	7,9	/
PCB 153	0,05	0,19	40	/
PCB 156	0,05	/	/	/
PCB 180	0,05	0,10	12	/
Pesticidi				
Lindan	0,05	0,13	/	3,0
α -HCH	/	/	/	/
DDE (p,p')	0,05	0,09	/	2,2
Hexachlorobenzene	0,05	0,16	/	20
Dieldrin	0,05	0,19	/	2,0

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 kontaminenta na „netaknutom“ ili „udaljenom“ mjestu, gdje se ne može očekivati pogoršanje životne sredine. S

druge strane, T_1 je koncentracija iznad koje se najčešćejavljaju 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 oboje nje predstavlja kako status tako i mjere koje je neophodno preuzeti. Pojašnjenje mjera i statusa zavisno od onečišćenja kao i tumačenje šeme (Slika 5.1) predstavljeno je u Tabeli 5.5.



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

Tabela 5.4. Status i predlog mjera u odnosu na sadržaj kontaminanata

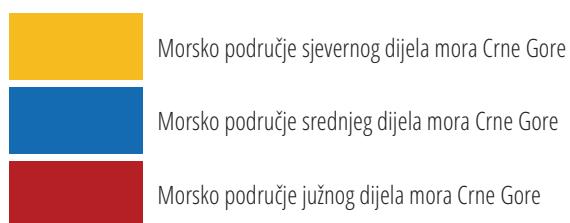
Boja	Objašnjenje šta boje predstavljaju	Moguće aktivnosti
Crveno	<p>Status je neprihvatljiv</p> <p>Koncentracije kontaminanata su na takvim nivoima gdje postoji neprihvatljiv rizik za životnu sredinu i živi svijet</p> <p>Potencijal za značajne negativne efekte na životnu sredinu ili na ljudsko zdravlje</p>	<p>Mjere koje se primjenjuju ili se razmatraju u cilju rešavanja uzroka.</p> <p>Redovno praćenje da se utvrdi stanje i trendovi.</p>
Zeleno	<p>Status je prihvatljiv</p> <p>Koncentracije zagadživača 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>
Plavo	<p>Status je prihvatljiv</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>

REZULTATI FIZIČKO-HEMIJSKE ANALIZE SEDIMENTA

Rezultati analize neorganskih i organskih kontaminanata prikazani su najprije tabelarno pri čemu su lokacije u okviru jednog transekta prikazane u zasebnim tabelama. Nakon toga dat je grafički prikaz koncentracija pojedinačnih komponenti po lokacijama u odnosu na BAC/BAC i/ili ERL vrijednosti kao i kratka interpretacija

rezultata u odnosu na ove vrijednosti. Nakon toga je dat i zaključak.

Lokacije u okviru pojedinog područja istraživanja prikazane su različitim bojama radi jasnijeg prikaza po područjima uzorkovanja (sjeverni, južni i srednji):



TABELARNI PRIKAZ REZULTATA PO TRANSEKTIMA

Rezultati analize sedimenta – Transek u područje sjevernog dijela mora Crne Gore

Lokacija	1	2	3			
Dubina uzorkovanja (m)	103	117	217			
Datum uzorkovanja	9.10.2019.	9.10.2019.	9.10.2019.			
Koordinate	42° 22,4251' N 18° 33,3590' E	42° 18,7966' N 18° 30,8883' E	42° 13,3296' N 18° 27,1066' E			
Br. protokola	483/11	484/11	485/11			
N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
1	Kadmijum	mg/kg	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,090 ± 0,009	IAEA-MEL-LPB
2	Olovo	mg/kg	18 ± 2	18 ± 2	23 ± 2	IAEA-MEL-LPB
3	Živa total	mg/kg	0,020 ± 0,002	0,016 ± 0,002	0,021 ± 0,002	AMA-112*
4	Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) :					
	Naftalen	µg/kg	0,91 ± 0,25	0,55 ± 0,15	1,35 ± 0,37	EPA 8270 C*
	Acenaftilen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Acenaften	µg/kg	0,36 ± 0,06	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fluoren	µg/kg	0,84 ± 0,14	1,06 ± 0,17	0,25	EPA 8270 C*
	Fenantron	µg/kg	4,25 ± 0,64	3,95 ± 0,60	1,78 ± 0,27	EPA 8270 C*
	Antracen	µg/kg	1,34 ± 0,16	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fluoranten	µg/kg	7,81 ± 1,19	1,54 ± 0,23	1,56 ± 0,24	EPA 8270 C*
	Piren	µg/kg	6,33 ± 0,99	2,07 ± 0,32	2,34 ± 0,37	EPA 8270 C*
	Benzo(a)antracen	µg/kg	3,49 ± 0,47	0,94 ± 0,13	1,32 ± 0,18	EPA 8270 C*
	Hrizen	µg/kg	3,72 ± 0,58	2,34 ± 0,36	1,11 ± 0,17	EPA 8270 C*
	Benzo(b)fluoranten	µg/kg	8,39 ± 1,27	6,54 ± 0,99	4,36 ± 0,66	EPA 8270 C*
	Benzo(k)fluoranten	µg/kg	2,48 ± 0,61	2,39 ± 0,59	2,16 ± 0,53	EPA 8270 C*
	Benzo(a)piren	µg/kg	3,49 ± 0,45	2,18 ± 0,28	1,49 ± 0,19	EPA 8270 C*
	Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	3,59 ± 0,56	4,36 ± 0,68	5,03 ± 0,79	EPA 8270 C*
	Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg	0,84 ± 0,20	0,83 ± 0,19	0,84 ± 0,20	EPA 8270 C*
	Benzo(g,h,i)perilen	µg/kg	2,27 ± 0,43	3,43 ± 0,65	2,26 ± 0,43	EPA 8270 C*
	ΣPAHs	µg/kg	50,4 ± 8,8	32,9 ± 5,7	26,6 ± 4,6	EPA 8270 C*
5	PCB-7 kongeneri:					
	PCB 28	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 52	µg/kg	0,01	0,01	0,021 ± 0,003	EPA 8270 C*
	PCB 101	µg/kg	0,034 ± 0,004	0,028 ± 0,003	0,029 ± 0,003	EPA 8270 C*
	PCB 118	µg/kg	0,057 ± 0,006	0,063 ± 0,006	0,036 ± 0,004	EPA 8270 C*
	PCB 153	µg/kg	0,056 ± 0,005	0,01	0,01	EPA 8270 C*

N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
	PCB 138	µg/kg	0,064 ± 0,006	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 180	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	Σ7CBs ICES	µg/kg	0,24 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,13 ± 0,01	EPA 8270 C*
6	Pesticidi:					
	Heksahlorbenzen	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Aldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Dieldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Endrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Heptahlor	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDE	µg/kg	0,025	0,025	0,025	EPA 8270
	p,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDE	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270

* – akreditovana metoda

** – s.m. (suva materija)

Napomena:

Dobijene vrijednosti koncentracija koje su bile ispod granice kvantifikacije metode (LOQ), prikazane su kao polovina vrijednosti njihovih LOQ i uzete su u obzir pri izračunavanju sume PAH i 7CBs ICES

- LOQ PAH-ovi-0,5 µg/kg
- LOQ PCB kongeneri-0,02 µg/kg
- LOQ organohlorni pesticidi-0,1 µg/kg osim p,p'-DDE-0,05 µg/kg

Rezultati analize sedimenta – Transekt u područje srednjeg dijela mora Crne Gore

Lokacija	4	5	6
Dubina uzorkovanja (m)	29	83	123
Datum uzorkovanja	10.10.2019.	10.10.2019.	09.10.2019.
Koordinate	42° 16,1500' N 18° 50,2760' E	42° 13,4884' N 18° 46,7017' E	42° 09,4567' N 18° 41,4464' E
Br. protokola	489/11	490/11	486/11

N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
1	Kadmijum	mg/kg	0,090 ± 0,009	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	IAEA-MEL-LPB
2	Olovo	mg/kg	2,8 ± 0,3	16 ± 2	25 ± 2	IAEA-MEL-LPB
3	Živa total	mg/kg	0,0054 ± 0,0006	0,012 ± 0,001	0,025 ± 0,003	AMA-112*
4	Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) :					
	Naftalen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Acenaftilen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Acenaften	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fluoren	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fenantron	µg/kg	0,53 ± 0,08	2,02 ± 0,31	1,74 ± 0,26	EPA 8270 C*
	Antracen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Floranten	µg/kg	0,70 ± 0,11	1,22 ± 0,19	0,90 ± 0,14	EPA 8270 C*
	Piren	µg/kg	0,79 ± 0,12	1,54 ± 0,24	1,14 ± 0,18	EPA 8270 C*
	Benzo(a)antracen	µg/kg	0,25	0,99 ± 0,13	0,78 ± 0,10	EPA 8270 C*
	Hrizen	µg/kg	0,25 ± 0,04	1,27 ± 0,20	1,14 ± 0,18	EPA 8270 C*
	Benzo(b)fluoranten	µg/kg	0,86 ± 0,13	3,51 ± 0,53	3,45 ± 0,52	EPA 8270 C*
	Benzo(k)fluoranten	µg/kg	0,36 ± 0,09	2,02 ± 0,49	1,66 ± 0,41	EPA 8270 C*
	Benzo(a)piren	µg/kg	0,25	1,18 ± 0,15	0,91 ± 0,12	EPA 8270 C*
	Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	0,25	3,96 ± 0,62	3,14 ± 0,49	EPA 8270 C*
	Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg	0,25	0,59 ± 0,14	0,49 ± 0,12	EPA 8270 C*
	Benzo(g,h,i)perilen	µg/kg	0,25	1,74 ± 0,33	1,53 ± 0,29	EPA 8270 C*
	ΣPAHs	µg/kg	6,0 ± 1,0	21,2 ± 3,7	18,1 ± 3,1	EPA 8270 C*
5	PCB-7 kongeneri:					
	PCB 28	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 52	µg/kg	0,043 ± 0,005	0,029 ± 0,004	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 101	µg/kg	0,10 ± 0,01	0,078 ± 0,009	0,025 ± 0,003	EPA 8270 C*
	PCB 118	µg/kg	0,072 ± 0,007	0,068 ± 0,007	0,052 ± 0,005	EPA 8270 C*
	PCB 153	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 138	µg/kg	0,02 ± 0,002	0,023 ± 0,002	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 180	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	Σ7CBs ICES	µg/kg	0,26 ± 0,03	0,23 ± 0,02	0,13 ± 0,01	EPA 8270 C*

N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
6	Pesticidi:					
	Heksahlorbenzen	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Aldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Dieldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Endrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Heptahlor	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDE	µg/kg	0,025	0,025	0,025	EPA 8270
	p,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDE	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270

* – akreditovana metoda

** – s.m. (suva materija)

Napomena:

Dobijene vrijednosti koncentracija koje su bile ispod granice kvantifikacije metode (LOQ), prikazane su kao polovina vrijednosti njihovih LOQ i uzete su u obzir pri izračunavanju sume PAH i 7CBs ICES

- LOQ PAH-ovi-0,5 µg/kg
- LOQ PCB kongeneri-0,02 µg/kg
- LOQ organohlorni pesticidi-0,1 µg/kg osim p,p'-DDE-0,05 µg/kg

Rezultati analize sedimenta – Transek u područje srednjeg dijela mora Crne Gore

Lokacija	7	8	9	10		
Dubina uzorkovanja (m)	36	67	81,5	86		
Datum uzorkovanja	10.10.2019.	9.10.2019.	10.10.2019.	10.10.2019.		
Koordinate	42° 10,2031' N 18° 57,8996' E	42° 09,0490' N 18° 56,5660' E	42° 06,0023' N 18° 53,3307' E	42° 01,3947' N 18° 48,5450' E		
Br. protokola	488/11	487/11	491/11	497/11		
N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
1	Kadmijum	mg/kg	0,23 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01
2	Oovo	mg/kg	1,0 ± 0,1	25 ± 2	30 ± 3	19 ± 2
3	Živa total	mg/kg	0,0013 ± 0,0001	0,034 ± 0,003	0,034 ± 0,003	0,016 ± 0,002
4	Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) :					
	Naftalen	µg/kg	0,90 ± 0,25	0,28 ± 0,08	0,25	0,25
	Acenaftilen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Acenaften	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fluoren	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fenantren	µg/kg	1,48 ± 0,22	1,41 ± 0,21	1,86 ± 0,28	1,55 ± 0,23
	Antracen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Floranten	µg/kg	1,17 ± 0,18	0,77 ± 0,12	0,87 ± 0,13	2,50 ± 0,38
	Piren	µg/kg	2,04 ± 0,32	0,96 ± 0,15	1,21 ± 0,19	1,73 ± 0,27
	Benzo(a)antracen	µg/kg	0,94 ± 0,13	0,61 ± 0,08	0,56 ± 0,08	0,84 ± 0,11
	Hrizen	µg/kg	1,07 ± 0,17	1,03 ± 0,16	1,07 ± 0,17	0,92 ± 0,14
	Benzo(b)fluoranten	µg/kg	4,04 ± 0,61	2,48 ± 0,38	3,24 ± 0,49	2,50 ± 0,38
	Benzo(k)fluoranten	µg/kg	2,17 ± 0,53	1,20 ± 0,29	1,54 ± 0,38	EPA 8270 C*
	Benzo(a)piren	µg/kg	1,26 ± 0,16	0,96 ± 0,12	1,30 ± 0,17	1,01 ± 0,13
	Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	2,62 ± 0,41	3,31 ± 0,52	2,78 ± 0,44	0,95 ± 0,15
	Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg	0,94 ± 0,22	0,25	0,39 ± 0,09	0,25
	Benzo(g,h,i)perilen	µg/kg	1,94 ± 0,37	1,35 ± 0,26	1,70 ± 0,32	0,75 ± 0,14
	ΣPAHs	µg/kg	21,6 ± 3,8	15,6 ± 2,7	17,8 ± 3,1	15,0 ± 2,7
5	PCB-7 kongeneri:					
	PCB 28	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 52	µg/kg	0,026 ± 0,003	0,020 ± 0,002	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 101	µg/kg	0,057 ± 0,006	0,076 ± 0,008	0,058 ± 0,006	EPA 8270 C*
	PCB 118	µg/kg	0,11 ± 0,01	0,054 ± 0,005	0,064 ± 0,006	0,041 ± 0,004
	PCB 153	µg/kg	0,01	0,045 ± 0,004	0,025 ± 0,002	0,01
	PCB 138	µg/kg	0,045 ± 0,004	0,036 ± 0,003	0,058 ± 0,005	0,01
	PCB 180	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	Σ7CBs ICES	µg/kg	0,27 ± 0,03	0,25 ± 0,03	0,24 ± 0,02	0,10 ± 0,01

N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
6	Pesticidi:						
	Heksahlorbenzen	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Aldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Dieldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Endrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Heptahlor	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDE	µg/kg	0,025	0,025	0,025	0,025	EPA 8270
	p,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDE	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	EPA 8270

* – akreditovana metoda

** – s.m. (suva materija)

Napomena:

Dobijene vrijednosti koncentracija koje su bile ispod granice kvantifikacije metode (LOQ), prikazane su kao polovina vrijednosti njihovih LOQ i uzete su u obzir pri izračunavanju sume PAH i 7CBs ICES

- LOQ PAH-ovi-0,5 µg/kg
- LOQ PCB kongeneri-0,02 µg/kg
- LOQ organohlorni pesticidi-0,1 µg/kg osim p,p'-DDE-0,05 µg/kg

Rezultati analize sedimenta – Transek u područje južnog dijela mora Crne Gore

Lokacija	11	12	13	14		
Dubina uzorkovanja (m)	15,5	55,5	77,5	87		
Datum uzorkovanja	11.10.2019.	11.10.2019.	11.10.2019.	11.10.2019.		
Koordinate	41° 54,2940' N 19° 13,5440' E	41° 52,8620' N 19° 10,8190' E	41° 51,4060' N 19° 08,0140' E	41° 49,8950' N 19° 05,1970' E		
Br. protokola	499/11	498/11	496/11	495/11		
N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
1	Kadmijum	mg/kg	0,067 ± 0,007	0,10 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,12 ± 0,01 IAEA-MEL-LPB
2	Olovo	mg/kg	17 ± 2	26 ± 3	31 ± 3	31 ± 3 IAEA-MEL-LPB
3	Živa total	mg/kg	0,011 ± 0,001	0,040 ± 0,004	0,031 ± 0,003	0,026 ± 0,003 AMA-112*
4	Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) :					
	Naftalen	µg/kg	0,73 ± 0,20	1,09 ± 0,30	1,03 ± 0,29	0,71 ± 0,20 EPA 8270 C*
	Acenaftilen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	0,25 EPA 8270 C*
	Acenaften	µg/kg	0,25	0,25	0,25	0,25 EPA 8270 C*
	Fluoren	µg/kg	0,66 ± 0,11	0,25	0,25	0,25 EPA 8270 C*
	Fenantron	µg/kg	4,24 ± 0,64	1,94 ± 0,29	3,50 ± 0,53	1,12 ± 0,17 EPA 8270 C*
	Antracen	µg/kg	1,26 ± 0,15	0,25	0,25	0,25 EPA 8270 C*
	Fluoranten	µg/kg	6,99 ± 1,07	1,49 ± 0,23	1,59 ± 0,24	0,98 ± 0,15 EPA 8270 C*
	Piren	µg/kg	6,66 ± 1,04	2,44 ± 0,38	1,52 ± 0,24	1,19 ± 0,19 EPA 8270 C*
	Benzo(a)antracen	µg/kg	2,45 ± 0,33	1,05 ± 0,14	1,46 ± 0,20	0,68 ± 0,09 EPA 8270 C*
	Hrizen	µg/kg	2,31 ± 0,36	1,35 ± 0,21	2,06 ± 0,32	0,67 ± 0,10 EPA 8270 C*
	Benzo(b)fluoranten	µg/kg	6,99 ± 1,06	4,32 ± 0,65	4,24 ± 0,64	2,12 ± 0,32 EPA 8270 C*
	Benzo(k)fluoranten	µg/kg	3,11 ± 0,76	3,27 ± 0,80	2,12 ± 0,52	1,61 ± 0,39 EPA 8270 C*
	Benzo(a)piren	µg/kg	2,74 ± 0,35	2,00 ± 0,26	0,99 ± 0,13	0,89 ± 0,11 EPA 8270 C*
	Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	2,56 ± 0,40	3,44 ± 0,54	3,49 ± 0,55	1,12 ± 0,18 EPA 8270 C*
	Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg	0,63 ± 0,15	1,04 ± 0,24	0,52 ± 0,12	0,51 ± 0,12 EPA 8270 C*
	Benzo(g,h,i)perilen	µg/kg	1,94 ± 0,37	3,08 ± 0,59	1,96 ± 0,37	1,46 ± 0,28 EPA 8270 C*
	ΣPAHs	µg/kg	43,8 ± 7,6	27,5 ± 4,7	25,5 ± 4,3	14,1 ± 2,4 EPA 8270 C*
5	PCB-7 kongeneri:					
	PCB 28	µg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01 EPA 8270 C*
	PCB 52	µg/kg	0,01	0,01	0,01	0,021 ± 0,003 EPA 8270 C*
	PCB 101	µg/kg	0,01	0,023 ± 0,003	0,023 ± 0,003	0,020 ± 0,002 EPA 8270 C*
	PCB 118	µg/kg	0,028 ± 0,003	0,024 ± 0,002	0,039 ± 0,004	0,023 ± 0,002 EPA 8270 C*
	PCB 153	µg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01 EPA 8270 C*
	PCB 138	µg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01 EPA 8270 C*
	PCB 180	µg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01 EPA 8270 C*
	Σ7CBs ICES	µg/kg	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,10 ± 0,01 EPA 8270 C*

N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
6	Pesticidi:					
	Heksahlorbenzen	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Aldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Dieldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Endrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Heptahlor	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDE	µg/kg	0,025	0,025	0,025	EPA 8270
	p,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDE	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270

* – akreditovana metoda

** – s.m. (suva materija)

Napomena:

Dobijene vrijednosti koncentracija koje su bile ispod granice kvantifikacije metode (LOQ), prikazane su kao polovina vrijednosti njihovih LOQ i uzete su u obzir pri izračunavanju sume PAH i 7CBs ICES

- LOQ PAH-ovi-0,5 µg/kg
- LOQ PCB kongeneri-0,02 µg/kg
- LOQ organohlorni pesticidi-0,1 µg/kg osim p,p'-DDE-0,05 µg/kg

Rezultati analize sedimenta – Transekt u područje južnog dijela mora Crne Gore

Lokacija	15	16	17
Dubina uzorkovanja (m)	11,5	59	83,5
Datum uzorkovanja	11.10.2019.	11.10.2019.	11.10.2019.
Koordinate	41° 51,5180' N 19° 20,0270' E	41° 48,4017' N 19° 16,8577' E	41° 43,7272' N 19° 12,1037' E
Br. protokola	492/11	493/11	494/11

N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
1	Kadmijum	mg/kg	0,082 ± 0,008	0,11 ± 0,01	0,13 ± 0,01	IAEA-MEL-LPB
2	Olovo	mg/kg	6 ± 1	25 ± 2	31 ± 3	IAEA-MEL-LPB
3	Živa total	mg/kg	0,023 ± 0,002	0,034 ± 0,003	0,026 ± 0,003	AMA-112*
4	Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) :					
	Naftalen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Acenaftilen	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Acenaften	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fluoren	µg/kg	0,25	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fenantron	µg/kg	2,60 ± 0,39	1,99 ± 0,30	1,68 ± 0,25	EPA 8270 C*
	Antracen	µg/kg	0,70 ± 0,09	0,25	0,25	EPA 8270 C*
	Fluoranten	µg/kg	4,04 ± 0,62	1,15 ± 0,18	1,08 ± 0,17	EPA 8270 C*
	Piren	µg/kg	3,38 ± 0,53	1,27 ± 0,20	1,14 ± 0,18	EPA 8270 C*
	Benzo(a)antracen	µg/kg	2,74 ± 0,37	0,86 ± 0,12	0,25	EPA 8270 C*
	Hrizen	µg/kg	2,94 ± 0,46	1,16 ± 0,18	0,56 ± 0,09	EPA 8270 C*
	Benzo(b)fluoranten	µg/kg	5,65 ± 0,86	3,43 ± 0,52	2,03 ± 0,31	EPA 8270 C*
	Benzo(k)fluoranten	µg/kg	2,82 ± 0,69	1,72 ± 0,42	1,02 ± 0,25	EPA 8270 C*
	Benzo(a)piren	µg/kg	3,48 ± 0,45	1,07 ± 0,14	0,25	EPA 8270 C*
	Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	2,66 ± 0,42	3,07 ± 0,48	1,59 ± 0,25	EPA 8270 C*
	Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg	0,69 ± 0,16	0,55 ± 0,13	0,25	EPA 8270 C*
	Benzo(g,h,i)perilen	µg/kg	2,35 ± 0,45	1,86 ± 0,35	0,76 ± 0,14	EPA 8270 C*
	ΣPAHs	µg/kg	35,1 ± 6,0	19,4 ± 3,3	11,9 ± 2,0	EPA 8270 C*
5	PCB-7 kongeneri:					
	PCB 28	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 52	µg/kg	0,021 ± 0,003	0,020 ± 0,002	0,01	EPA 8270 C*
	PCB 101	µg/kg	0,053 ± 0,006	0,021 ± 0,002	0,020 ± 0,002	EPA 8270 C*
	PCB 118	µg/kg	0,066 ± 0,006	0,029 ± 0,003	0,020 ± 0,002	EPA 8270 C*
	PCB 153	µg/kg	0,064 ± 0,006	0,026 ± 0,003	0,024 ± 0,002	EPA 8270 C*
	PCB 138	µg/kg	0,068 ± 0,006	0,022 ± 0,002	0,020 ± 0,002	EPA 8270 C*
	PCB 180	µg/kg	0,01	0,01	0,01	EPA 8270 C*
	Σ7CBs ICES	µg/kg	0,29 ± 0,03	0,14 ± 0,01	0,11 ± 0,01	EPA 8270 C*

N _o	Parametar	Jedinica mjere**	Rezultat analize	Rezultat analize	Rezultat analize	Oznaka metode
6	Pesticidi:					
	Heksahlorbenzen	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Aldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Dieldrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Endrin	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	Heptahlor	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDE	µg/kg	0,025	0,025	0,025	EPA 8270
	p,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	p,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDE	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDD	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270
	o,p'-DDT	µg/kg	0,05	0,05	0,05	EPA 8270

* – akreditovana metoda

** – s.m. (suva materija)

Napomena:

Dobijene vrijednosti koncentracija koje su bile ispod granice kvantifikacije metode (LOQ), prikazane su kao polovina vrijednosti njihovih LOQ i uzete su u obzir pri izračunavanju sume PAH i 7CBs ICES

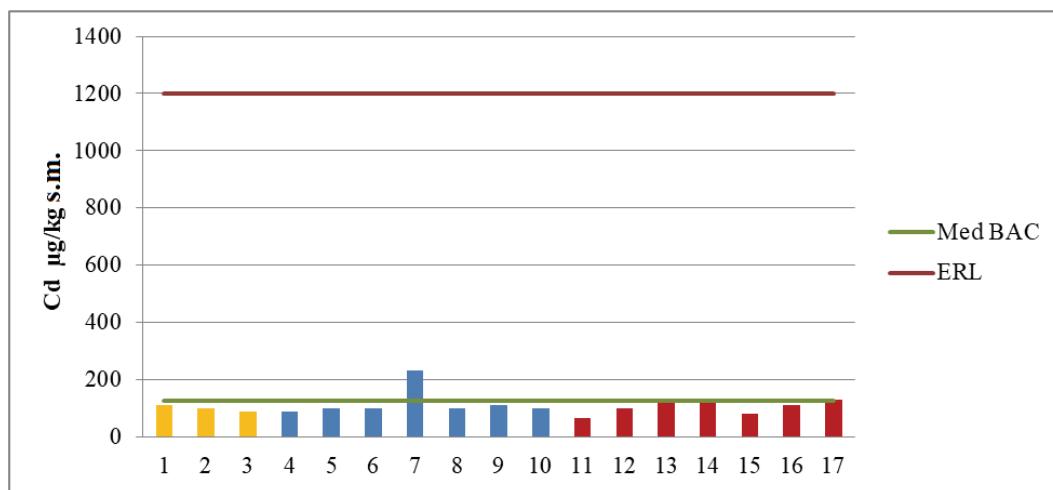
- LOQ PAH-ovi-0,5 µg/kg
- LOQ PCB kongeneri-0,02 µg/kg
- LOQ organohlorni pesticidi-0,1 µg/kg osim p,p'-DDE-0,05 µg/kg

GRAFIČKI PRIKAZ REZULTATA

METALI

Kadmijum

Grafički prikaz koncentracija kadmijuma u sedimentu sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.2.

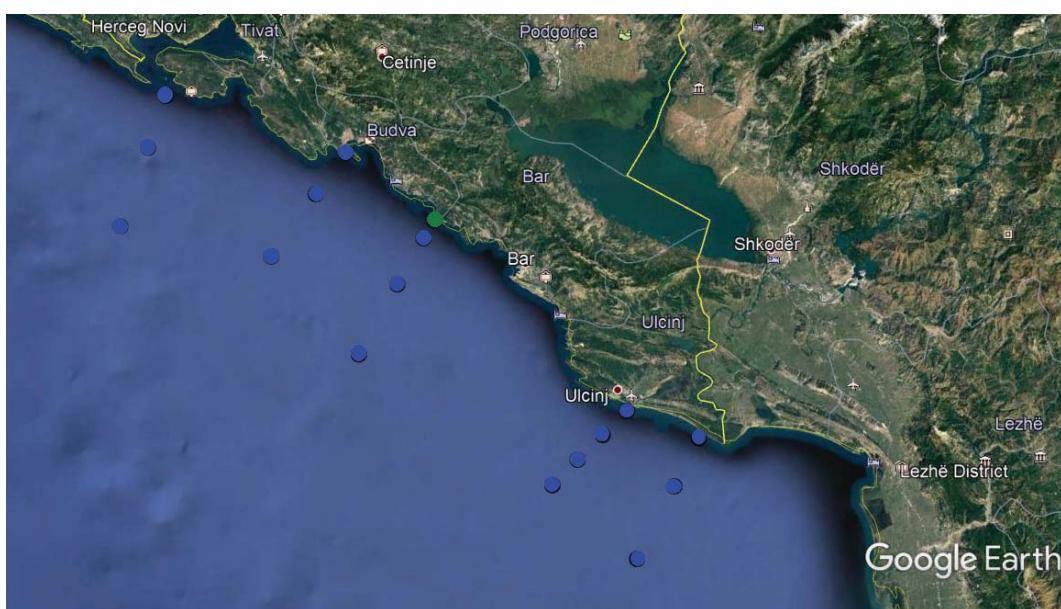


Slika 5.2. Grafički prikaz koncentracija kadmijuma po lokacijama u odnosu na MedBAC i ERL vrijednosti

Rezultati ispitivanja sadržaja kadmijuma u sedimentu pokazuju da je njegova vrijednost na svim ispitivanim lokacijama (osim na lokaciji 7 gdje prelazi MedBAC vrijednost) ispod MedBAC i ERL vrijednosti, odnosno približna prirodnoj.

Analizom dobijenih rezultata može se zaključiti da ne postoje značajne razlike u dobijenim koncentracijama kadmijuma na ispitivanim lokacijama osim na lokaciji 7. Vrijednost kadmijuma se kretala u rasponu od 0,067 mg/kg koliko je zabilježeno u uzorku sa lokacije 11 do 0,23 mg/kg na lokaciji 7.

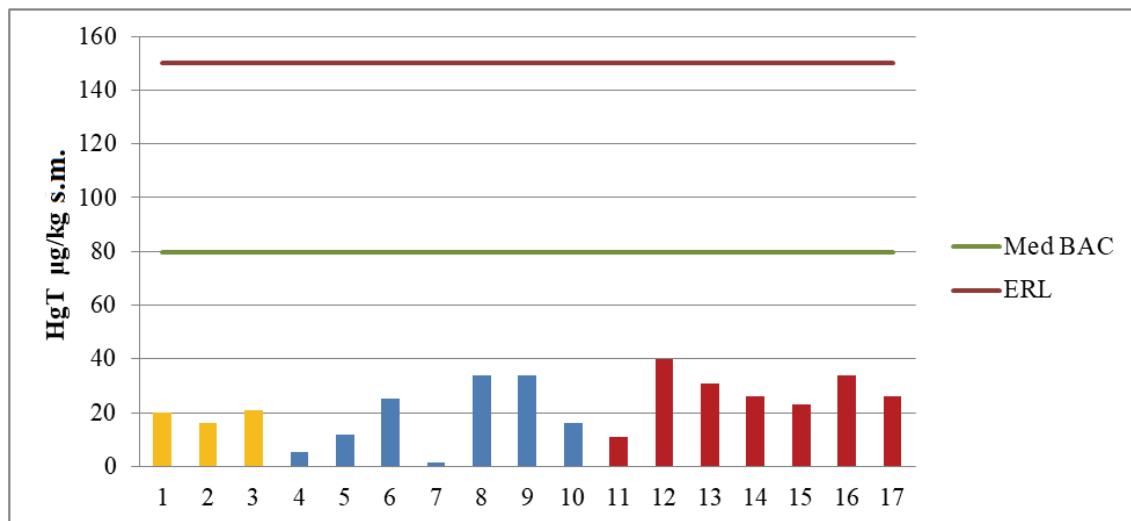
Na Slici 5.3. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta kadmijumom.



Slika 5.3. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta kadmijumom

Živa

Grafički prikaz sadržaja žive u ispitivanim sedimentima dat je na Slici 5.4.

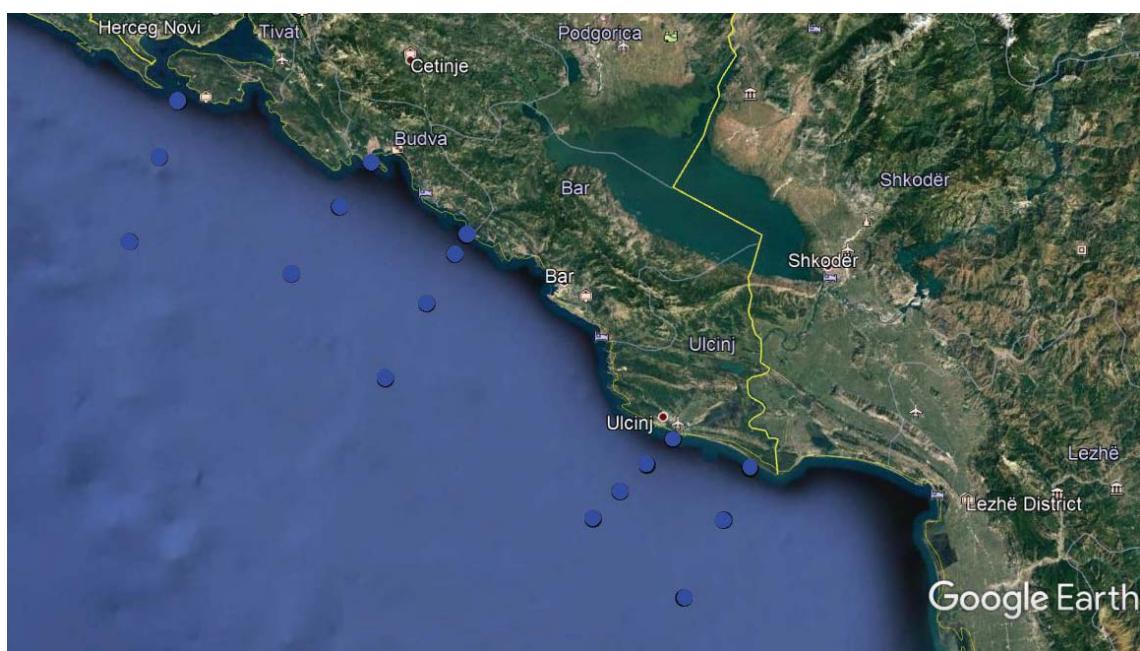


Slika 5.4. Grafički prikaz koncentracija žive po lokacijama u odnosu na MedBAC i ERL vrijednosti

Rezultati analize pokazuju da je srednja koncentracija žive na svim lokacijama značajno ispod MedBAC i ERL vrijednosti odnosno vrlo blizu prirodnom sadržaju.

Vrijednosti koncentracije žive u uzorcima iz južnog dijela mora Crne Gore su neznatno veće u odnosu na one zabilježene u uzorcima iz sjevernog i srednjeg djela mora Crne Gore.

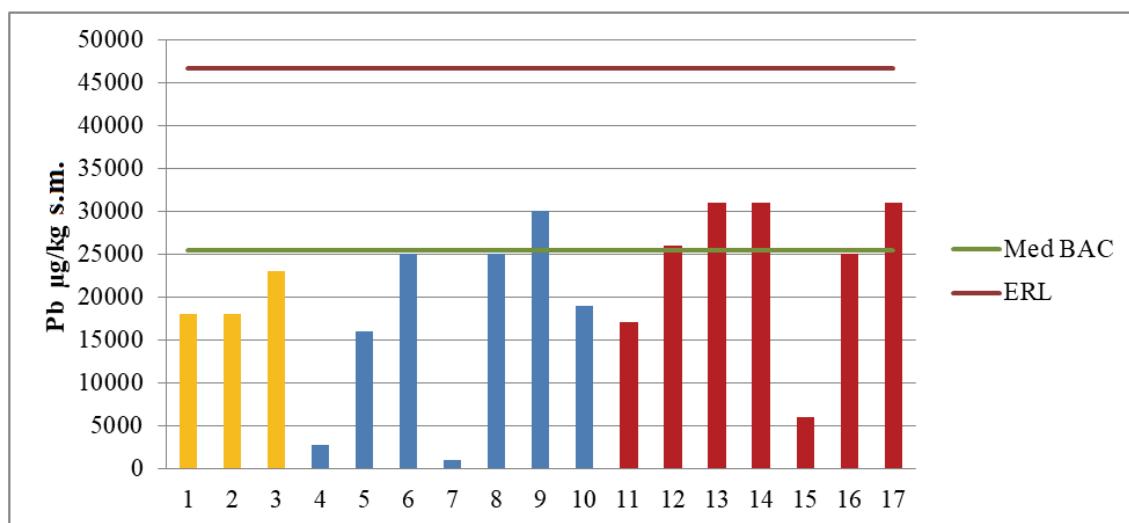
Geografski prikaz zagađenosti sedimenta živom dat je na Slici 5.5.



Slika 5.5. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta živom

Olovo

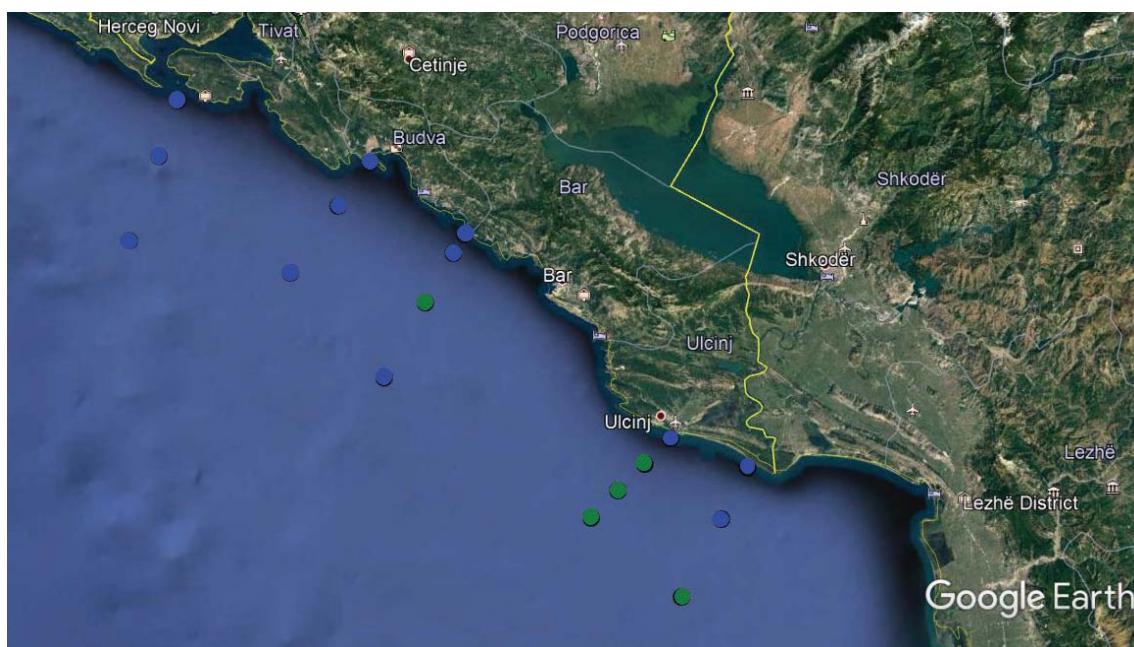
Grafički prikaz sadržaja olova u sedimentu dat je na Slici 5.6.



Slika 5.6. Grafički prikaz koncentracija olova po lokacijama u odnosu na MedBAC i ERL vrijednosti

Sadržaj olova u sedimentu na lokacijama 9, 12, 13, 14 i 17 prelazi MedBAC vrijednosti ali je daleko ispod ERL vrijednosti, dok je na ostalim ispitivanim lokacijama sadržaj olova ispod MedBAC vrijednosti. U sjevernom dijelu mora Crne Gore koncentracije olova u ispitivanim uzorcima su prilično ujednačene, dok je u središnjem i južnom dijelu primjetan rastući trend koncentracije olova sa porastom udaljenosti od obale.

Na Slici 5.7. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta sa olovom.



Slika 5.7. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta olovom

ZAKLJUČAK

- Metali su prirodno prisutni u morskom ekosistemu ali se njihov sadržaj tokom poslednjih decenija znatno povećao usled 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 su 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 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 lokacija 4 i 7 u kojima dominira struktura pjeska. Pjesak 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 lokaciji 7 sadržaj kadmijuma prelazi vrijednost Med BAC 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 lokaciji 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 za koji se zbog najsitnijih struktura po izgledu može prepostaviti da je glinast (12, 13, 14, 16 i 17). Gлина i organske materije imaju neto negativno nanelektrisane površinske funkcionalne grupe, pa se metali najčešće vežu za organsku materiju i glinu. Uzveši 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/sorbuju na njihovoj površini. Može se prepostaviti da je ovo uzrok nešto većoj srednjoj koncentraciji olova (prelazi Med BAC) na lokalitetima 12, 13, 14 i 17. Sedimenti uzorkovani na lokacijama 11 i 15, imaju nešto krupniju strukturu zrna pa se može prepostaviti da se radi o pijesku. 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 Med BAC vrijednosti.

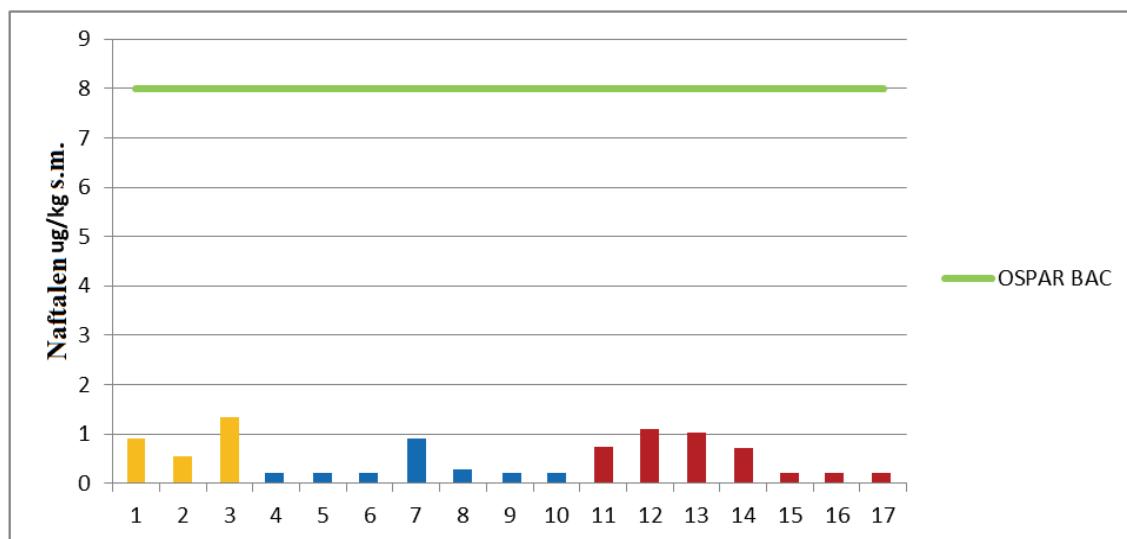
Teški metali i elementi u tragovima se generalno adsorbuju na mineralnim glinama, pa je samim tim za očekivati da je frakcija gline bogatija u odnosu na pjesak koji je uglavnom inertan. Smatra se gotovo pravilom da što je veći sadržaj čestica veličine gline veći je sadržaj teških metala ali potpuna slika stanja svakako podrazumijeva i određivanje granulometrijsku analizu sedimenta.

ORGANSKI KONTAMINANTI

POLIKLIČNI AROMATIČNI UGLJOVODONICI

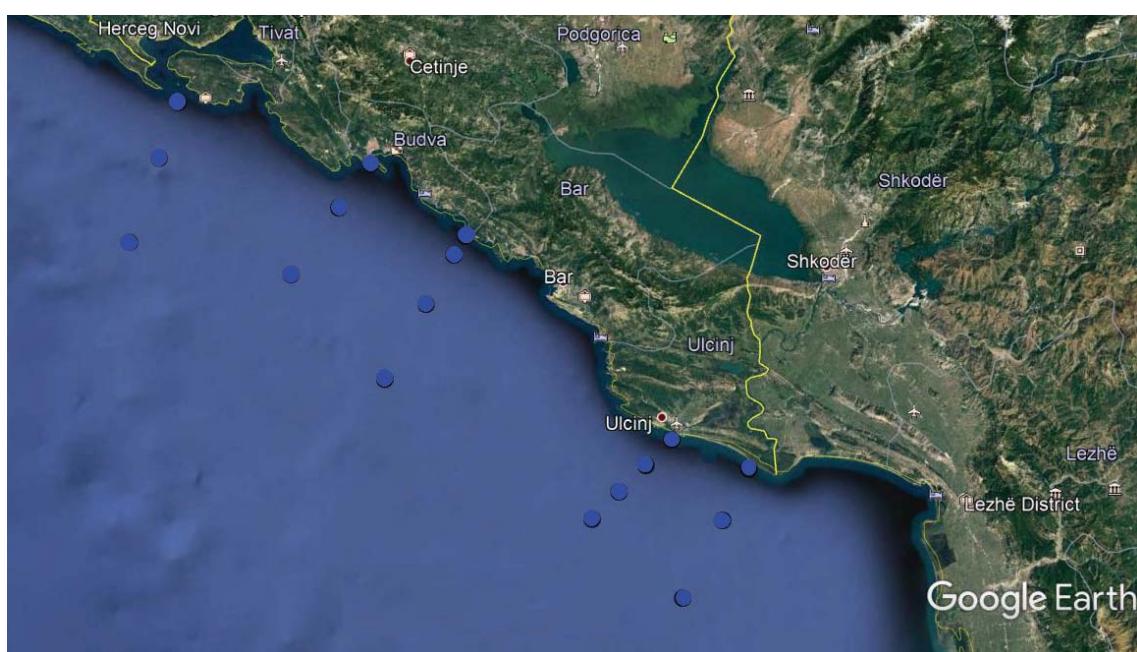
Naftalen

Grafički prikaz sadržaja naftalena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.8.



Slika 5.8. Grafički prikaz koncentracija naftalena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

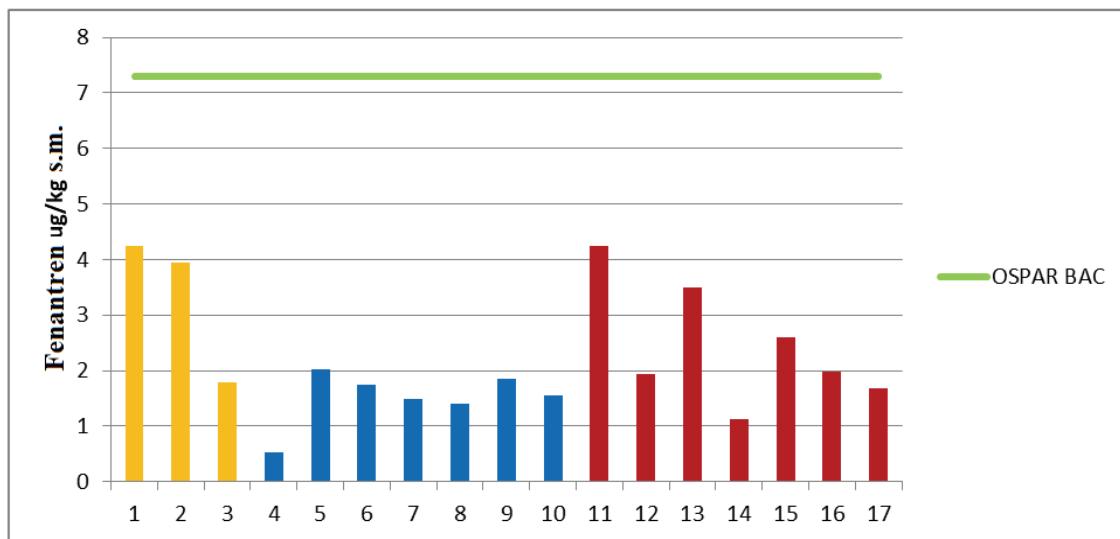
Rezultati ispitivanja pokazuju da je sadržaj naftalena u sedimentu na ispitivanim lokacijama značajno ispod BAC. Na lokacijama 4, 5, 6, 9, 10, 15, 16 i 17 sadržaj naftalena je ispod granice kvantifikacije metode. Dobijene koncentracije naftalena kretale su se od 0,28 µg/kg na lokaciji 8 do 1,35 µg/kg, koliko je iznosila na lokaciji 3. Geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta sa naftalrenom dat je na Slici 5.9.



Slika 5.9. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta naftalenom

Fenantren

Grafički prikaz koncentracija fenantrena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.10.

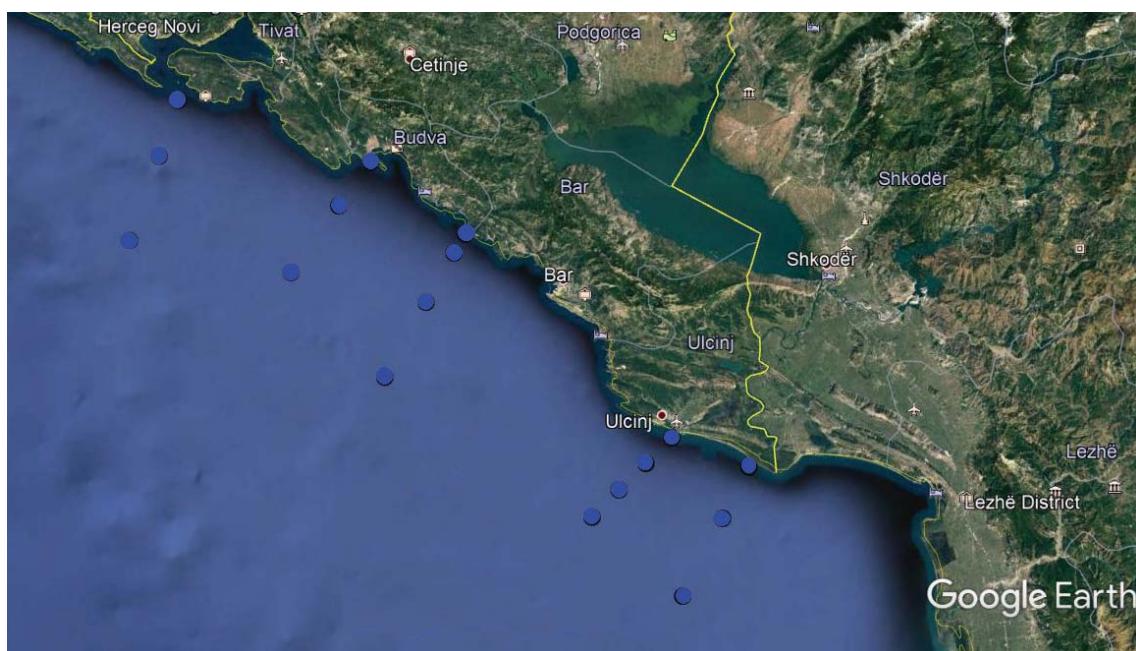


Slika 5.10. Grafički prikaz koncentracija fenantrena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Rezultati ispitivanja pokazuju da je sadržaj fenantrena u sedimentu na svim ispitivanim lokacijama ispod BAC.

Koncentracije fenantrena u uzorcima iz središnjeg dijela mora Crne Gore su prilično ujednačene, dok se vrijednosti koncentracija u uzorcima iz sjevernog i južnog dijela smanjuju sa povećanjem udaljenosti od obale.

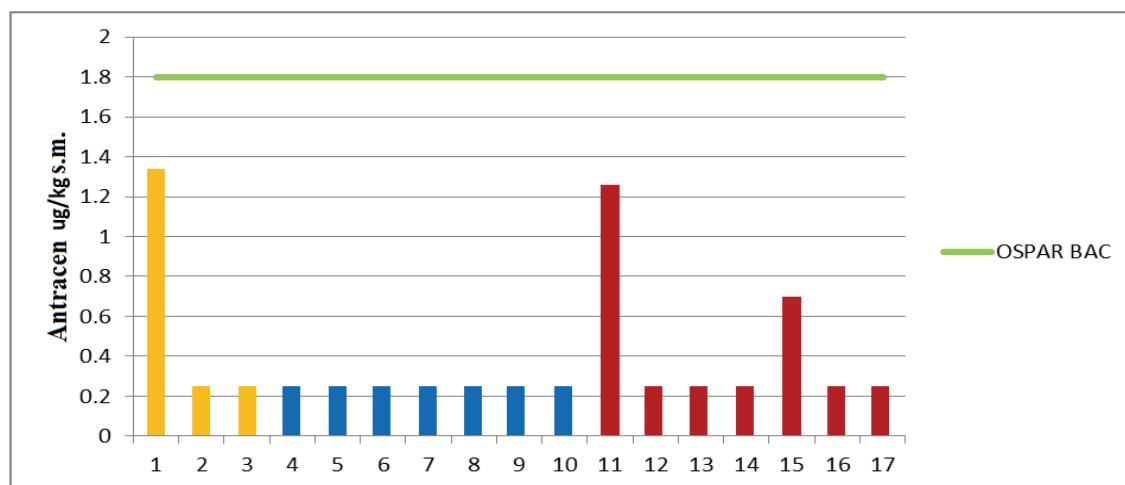
Geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta fenantrenom dat je na Slici 5.11.



Slika 5.11. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta fenantrenom

Antracen

Drafički prikaz koncentracija antracena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.12.



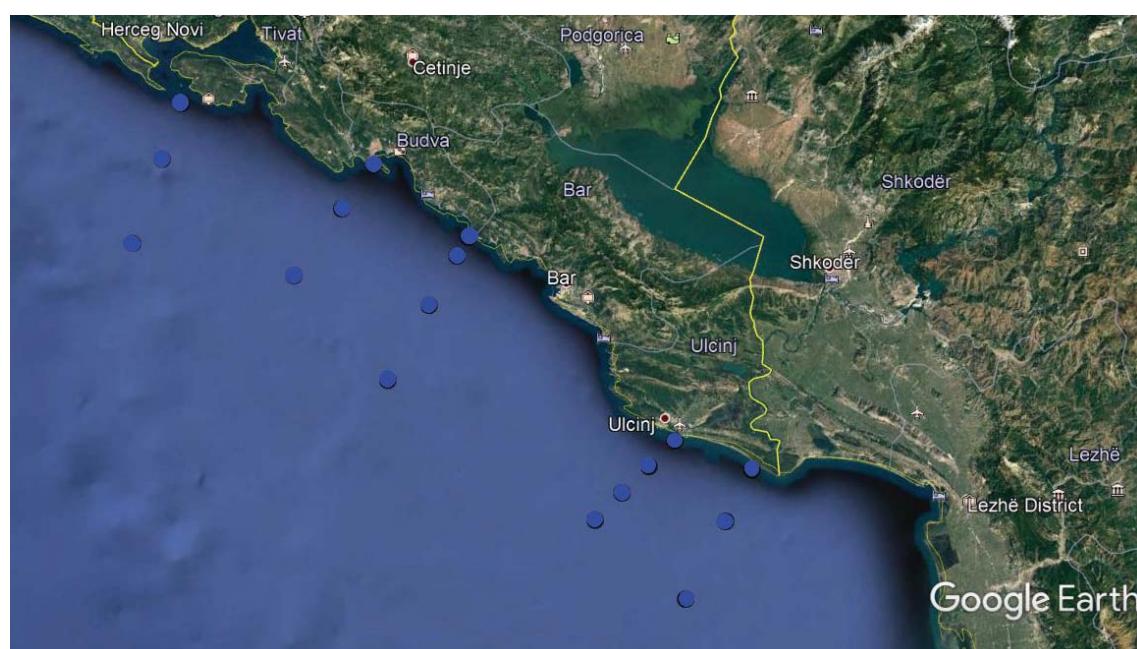
Slika 5.12. Grafički prikaz koncentracija antracena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Sadržaj antracena u sedimentu na ispitivanim lokacijama je ispod BAC vrijednosti ili ispod granice kvantifikacije metode.

Na lokacijama 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16 i 17 sadržaj antracena je ispod granice kvantifikacije metode.

Dobijene koncentracije antracena kretale su se u rasponu od 0,70 do 1,34 µg/kg.

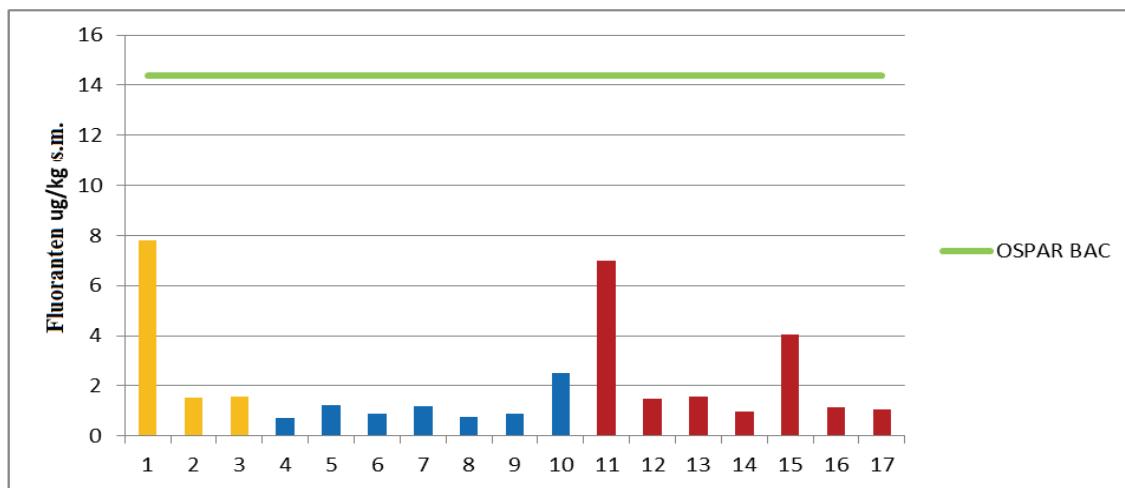
Na Slici 5.13. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta antracenom.



Slika 5.13. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta antracenom

Fluoranten

Grafički prikaz koncentracija fluorantena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.14.

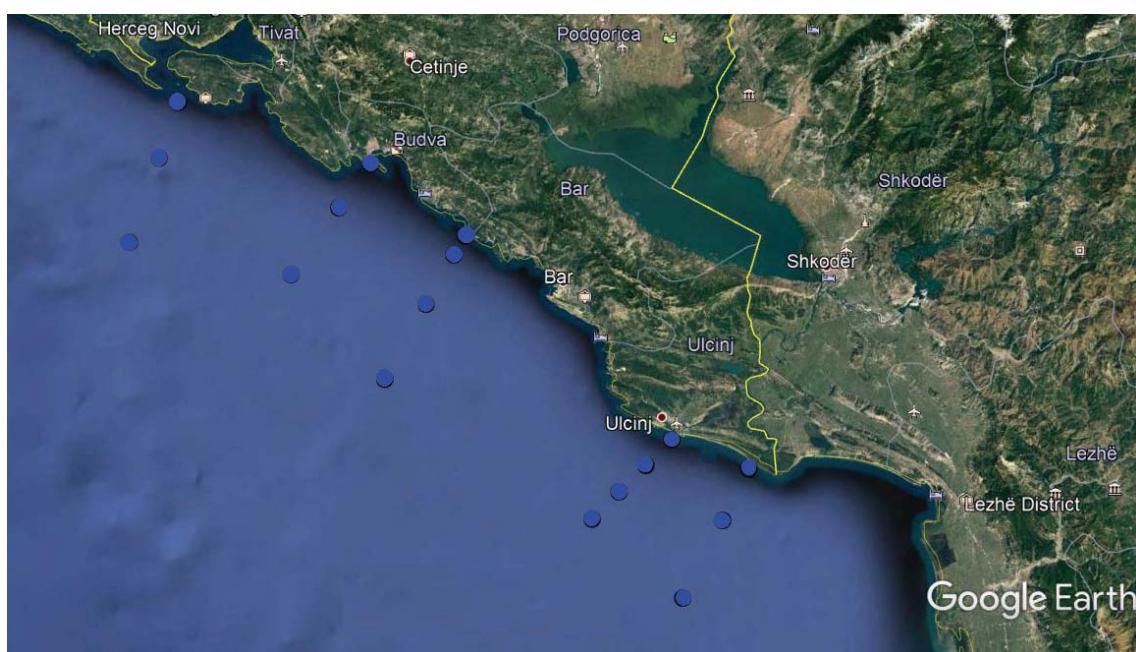


Slika 5.14. Grafički prikaz koncentracija fluorantena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj fluorantena u sedimentu je na svim ispitivanim lokacijama ispod BAC vrijednosti.

Analizom dobijenih rezultata može se zaključiti da ne postoje značajne razlike u dobijenim koncentracijama fluorantena na ispitivanim lokacijama, osim na lokacijama 1, 11 i 15, koje su najbliže obali sjevernog i južnog dijela mora Crne Gore.

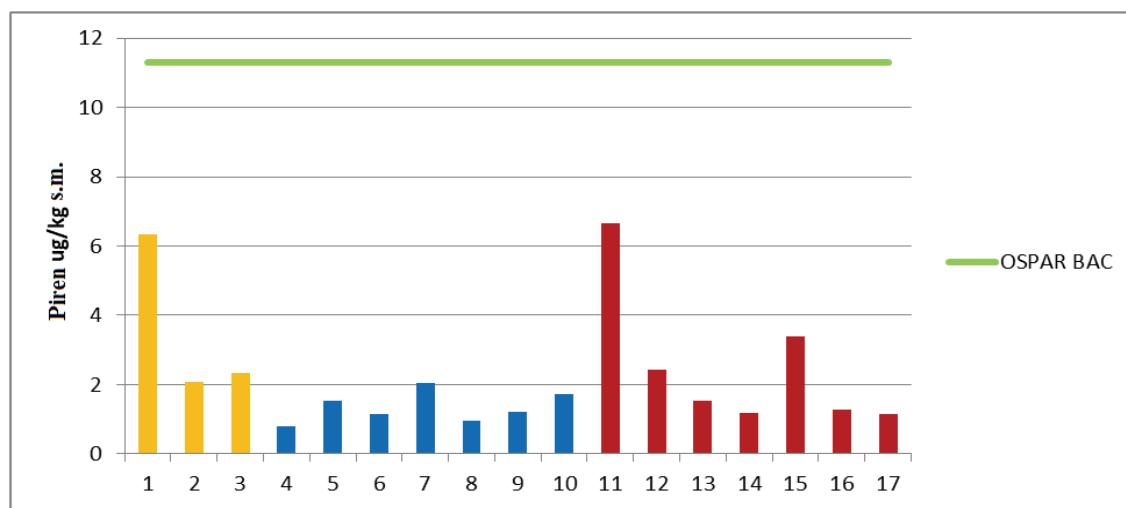
Na Slici 5.15. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta fluorantenom.



Slika 5.15. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta fluorantenom

Piren

Grafički prikaz koncentracija pirena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.16.

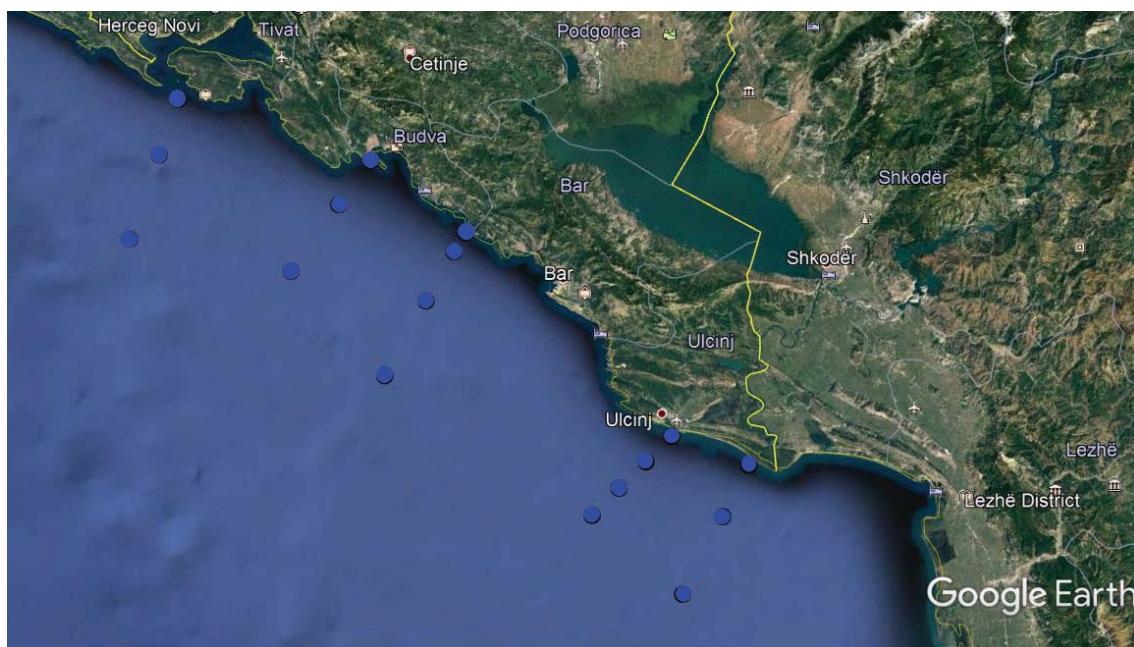


Slika 5.16. Grafički prikaz koncentracija pirena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj pirena u sedimentu je na svim ispitivanim lokacijama ispod BAC vrijednosti.

Na lokacijama 1, 11 i 15 dobijene koncentracije su neznatno više u odnosu na koncentracije na ostalim lokacijama koje su prilično ujednačene.

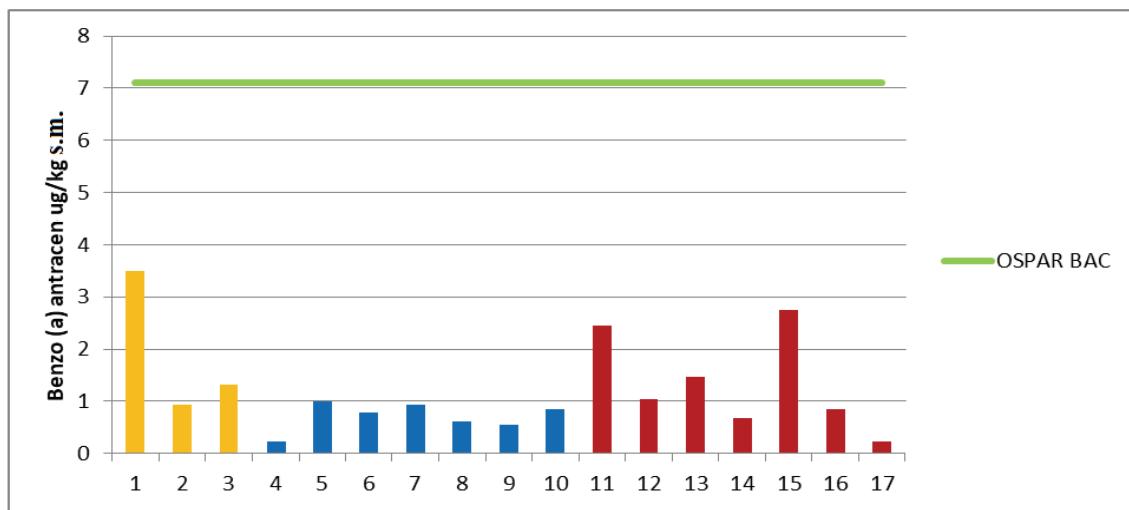
Na Slici 5.17. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta pirenom.



Slika 5.17. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta pirenom po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Benzo(a)antracen

Grafički prikaz koncentracija benzo(a)antracena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.18.

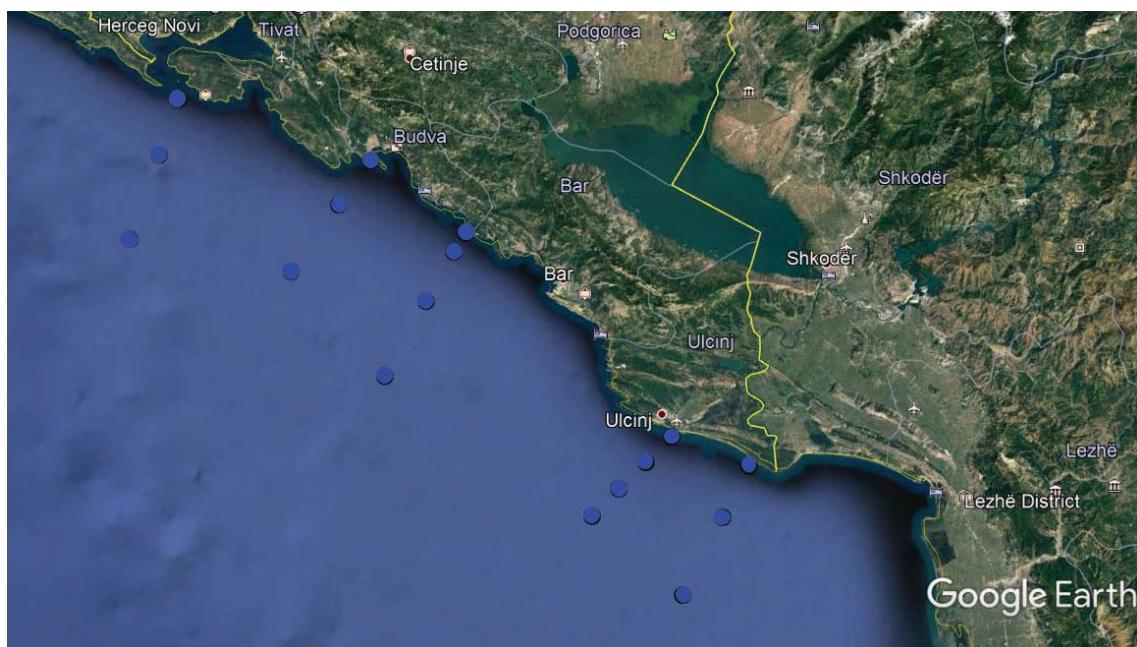


Slika 5.18. Grafički prikaz koncentracija benzo(a)antracena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Sadržaj benzo(a)antracena u sedimentu na ispitivanim lokacijama je ispod BAC vrijednosti ili ispod granice kvantifikacije metode.

Koncentracije benzo(a)antracena u uzorcima iz središnjeg dijela mora Crne Gore su prilično ujednačene, dok se vrijednosti koncentracija u uzorcima iz sjevernog i južnog dijela smanjuju sa povećanjem udaljenosti od obale.

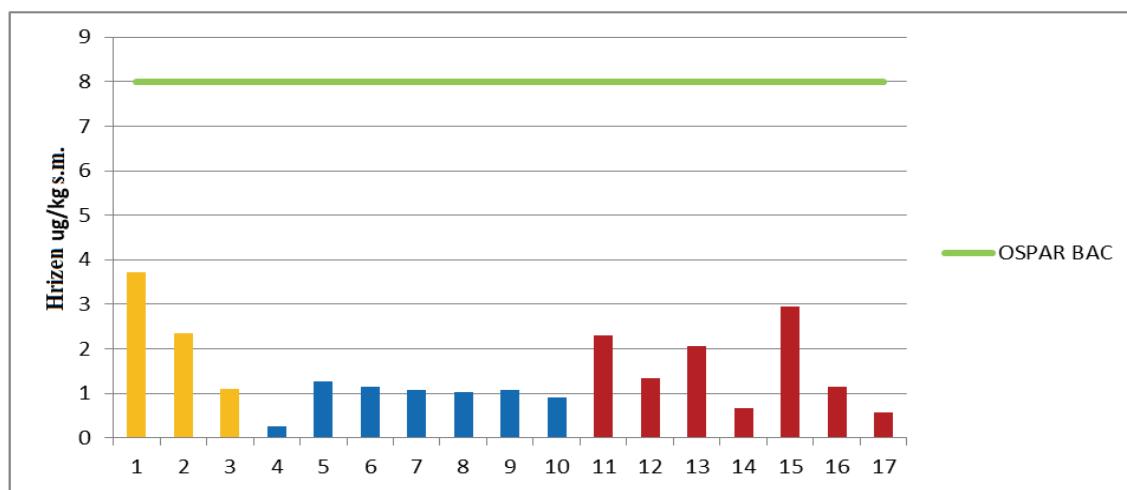
Na Slici 5.19. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta benzo(a)antracenom.



Slika 5.19. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta benzo(a)antracenom

Hrizen

Grafički prikaz koncentracija hrizena u sedimentima na ispitivanim lokacijama dat je na Slici 5.20.

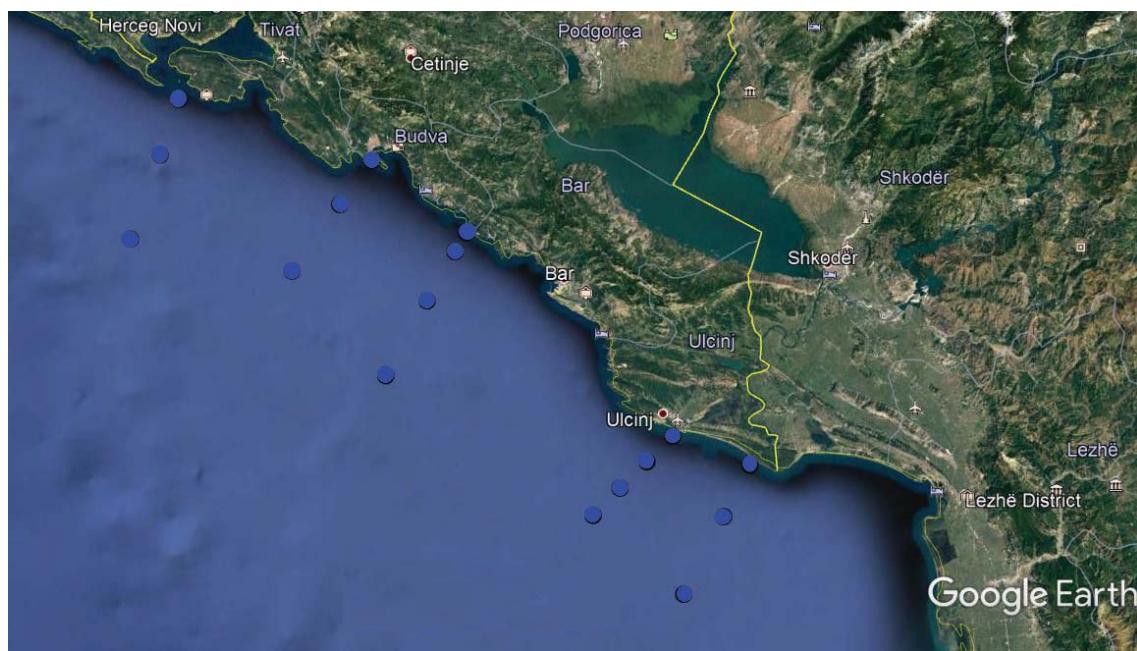


Slika 5.20. Grafički prikaz koncentracija hrizena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj hrizena je na svim ispitivanim lokacijama ispod BAC i ERL vrijednosti.

Koncentracije hrizena u uzorcima iz sjevernog i južnog dijela smanjuju se povećanjem udaljenosti od obale, dok su vrijednosti koncentracija u uzorcima iz središnjeg dijela mora Crne Gore prilično ujednačene.

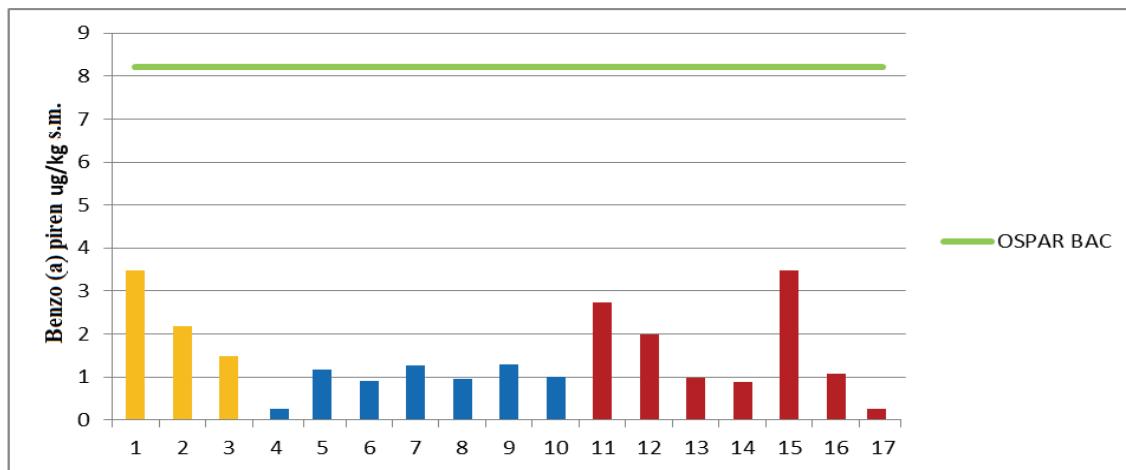
Na ispitivanom području dobijene koncentracije hrizena kretale su se u opsegu od 0,25 do 3,72 µg/kg. Na Slici 5.21. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta hrizenum.



Slika 5.21. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta hrizenum

Benzo(a)piren

Grafički prikaz koncentracija benzo(a)pirena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.22.



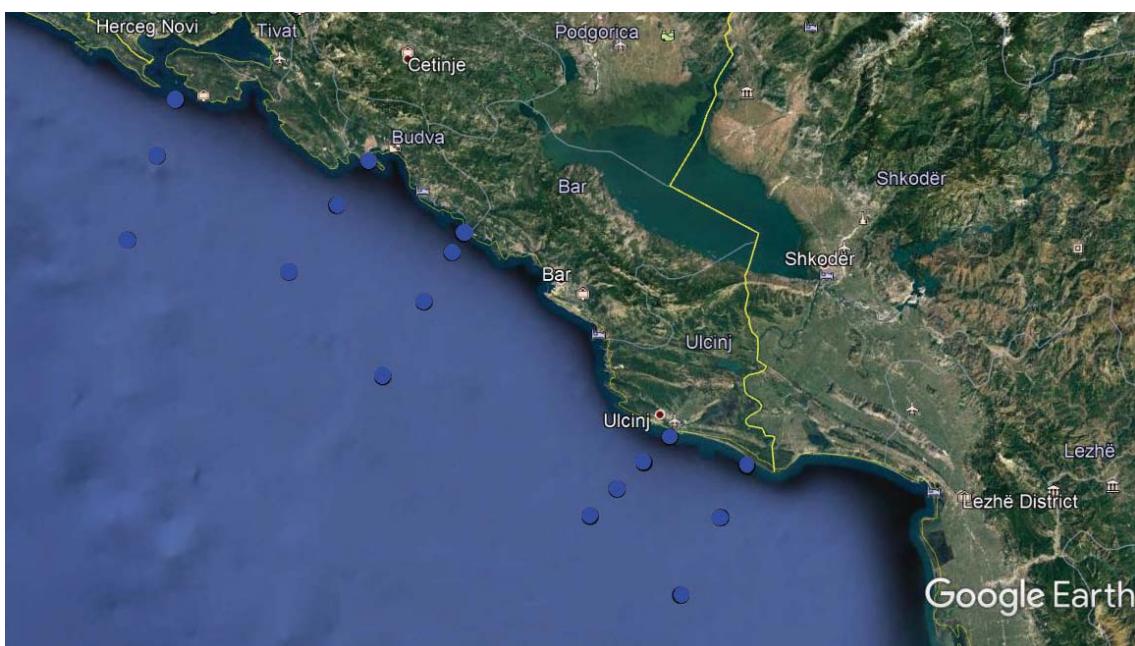
Slika 5.22. Grafički prikaz koncentracija benzo(a)pirena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC vrijednosti

Sadržaj benzo(a)pirena u sedimentu na ispitivanim lokacijama je ispod BAC ili ispod granice kvantifikacije metode.

Na lokacijama 1, 11 i 15 dobijene koncentracije su neznatno više u odnosu na koncentracije na ostalim lokacijama koje su prilično ujednačene.

Najviše koncentracije benzo(a)pirena 3,49 dobijene su na lokacijama 1 i 15.

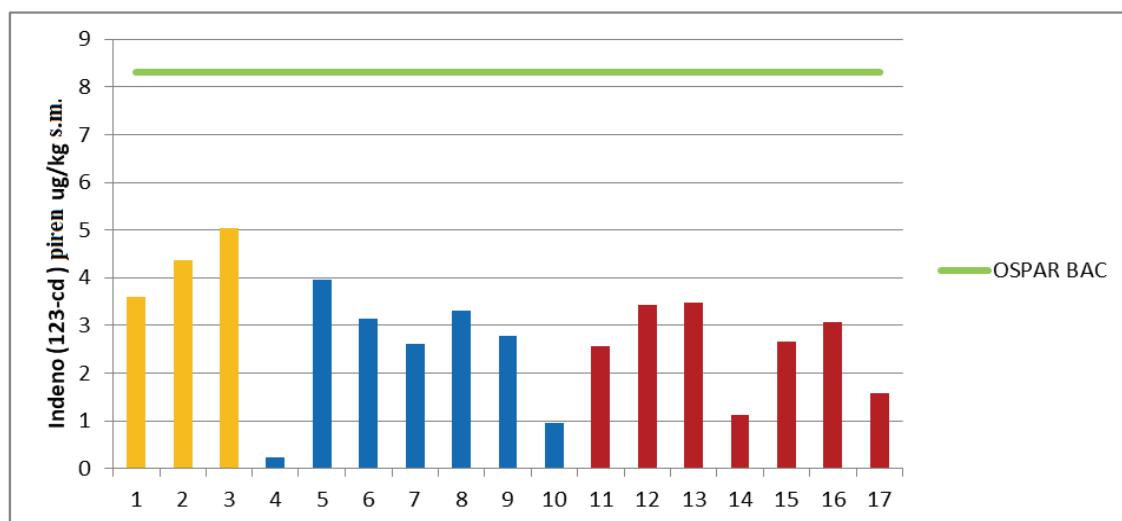
Na Slici 5.23. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta benzo(a)pirenom.



Slika 5.23. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta benzo(a)pirenom

Indeno(123-cd)piren

Grafički prikaz koncentracija indeno(123-cd)pirena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.24.

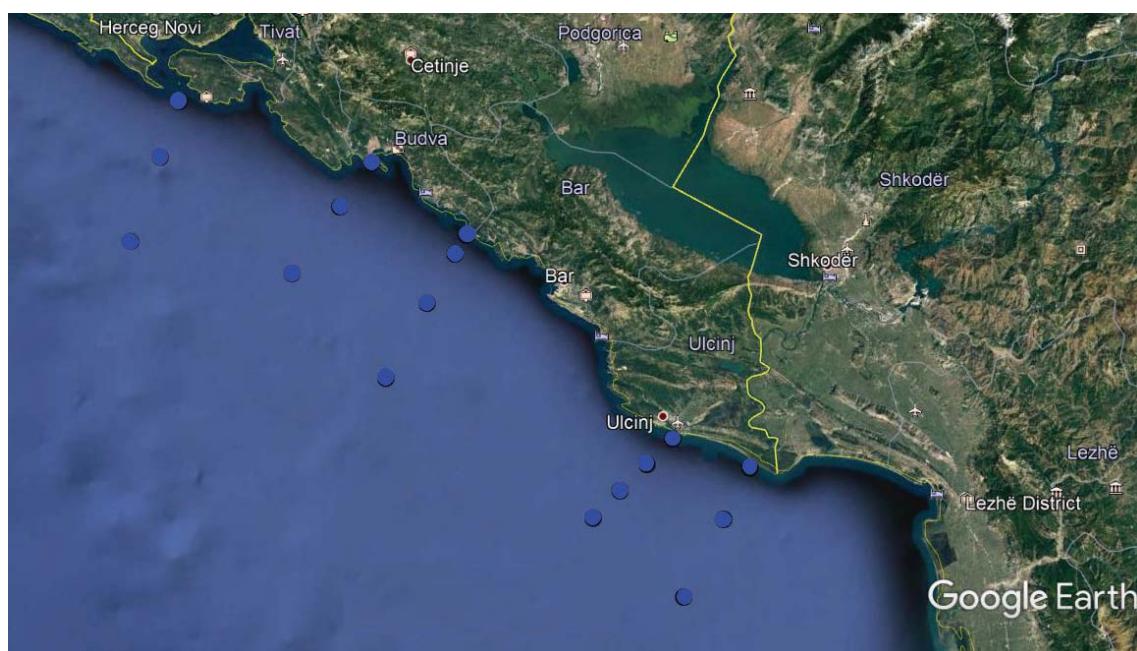


Slika 5.24. Grafički prikaz koncentracija indeno(123-cd)pirena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Sadržaj indeno(123-cd)pirena u sedimentu na ispitivanim lokacijama je ispod BAC vrijednosti.

Koncentracije indeno(123-cd)pirena u ispitivanim uzorcima u srednjem dijelu mora Crne Gore imaju opadajući trend sa porastom udaljenosti od obale, dok je u sjevernom i južnom dijelu situacija obrnuta.

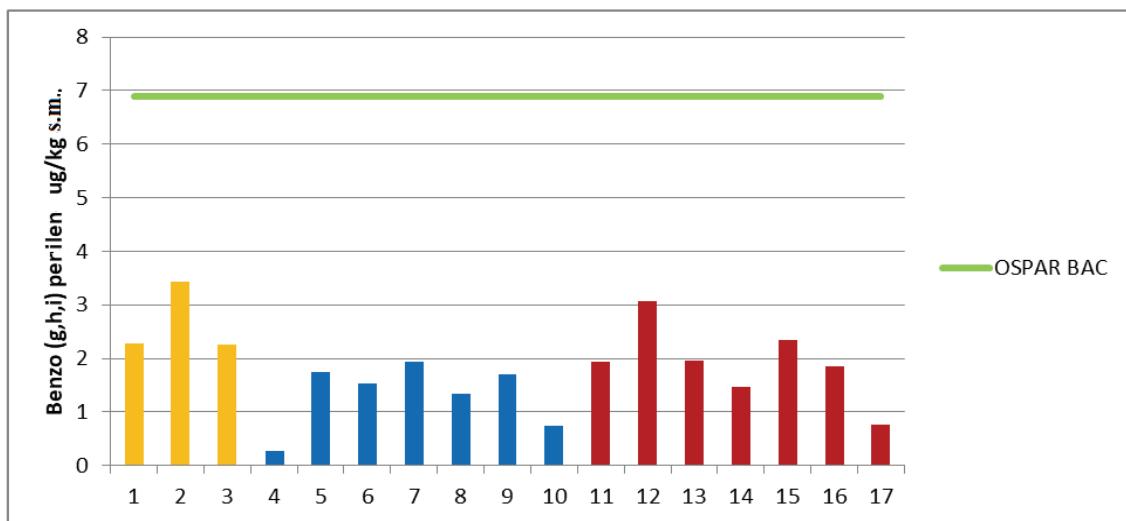
Na Slici 5.25. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta sa indeno(123-cd)pirenom.



Slika 5.25. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta indeno(123-cd)pirenom

Benzo(g,h,i)perilen

Grafički prikaz koncentracija benzo(g,h,i)perilena u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.26.

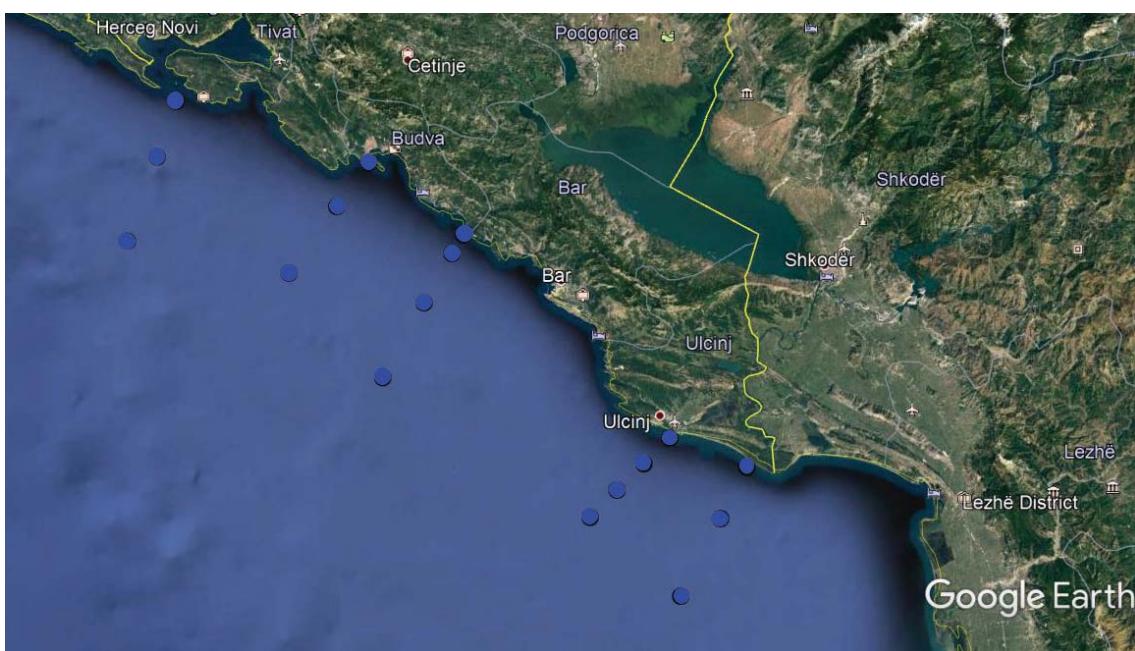


Slika 5.26. Grafički prikaz koncentracija benzo(g,h,i)perilena po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Sadržaj benzo(g,h,i)perilena u sedimentu na ispitivanim lokacijama je ispod BAC vrijednosti ili ispod granice kvantifikacije metode.

Koncentracije benzo(g,h,i)perilena duž cijelog ispitivanog područja su relativno ujednačene i kretale su se u intervalu 0,75 do 3,43 µg/kg.

Na Slici 5.27. dat je geografski prikaz stepena zagadenosti sedimenta sa benzo(g,h,i)perilenom.



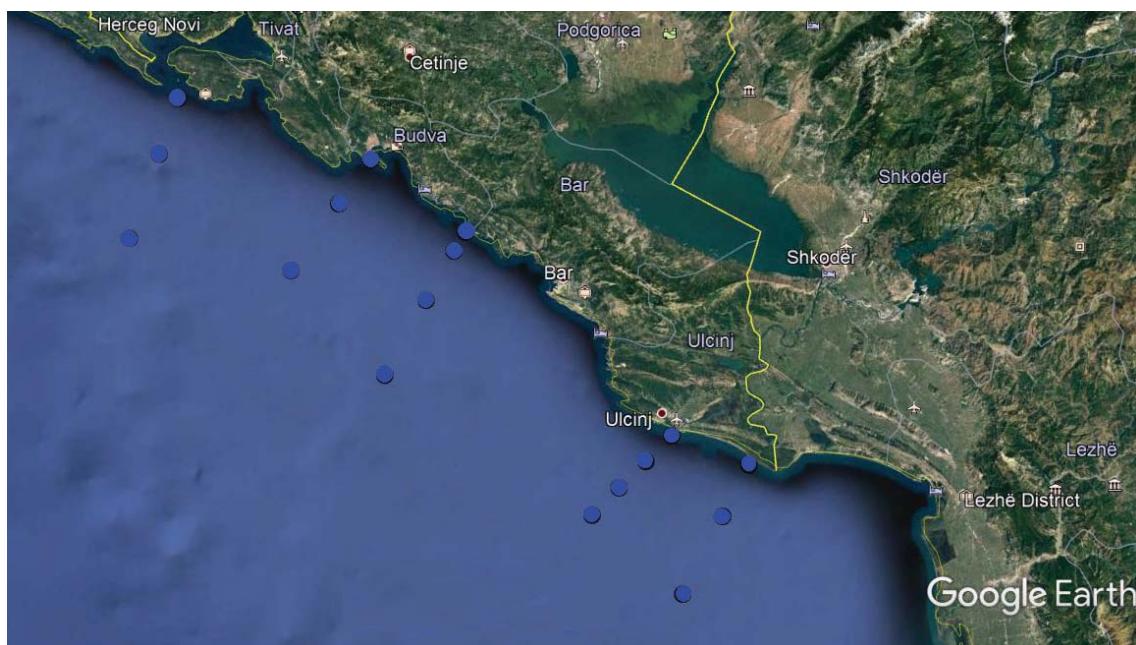
Slika 5.27. Geografski prikaz statusa zagadenosti sedimenta benzo(g,h,i)perilenom

POLIHGOROVANI BIFENILI

PCB 28

Prema rezultatima analize, sadržaj PCB 28 je na svim ispitivanim lokacijama ispod granice kvantifikacije metode.

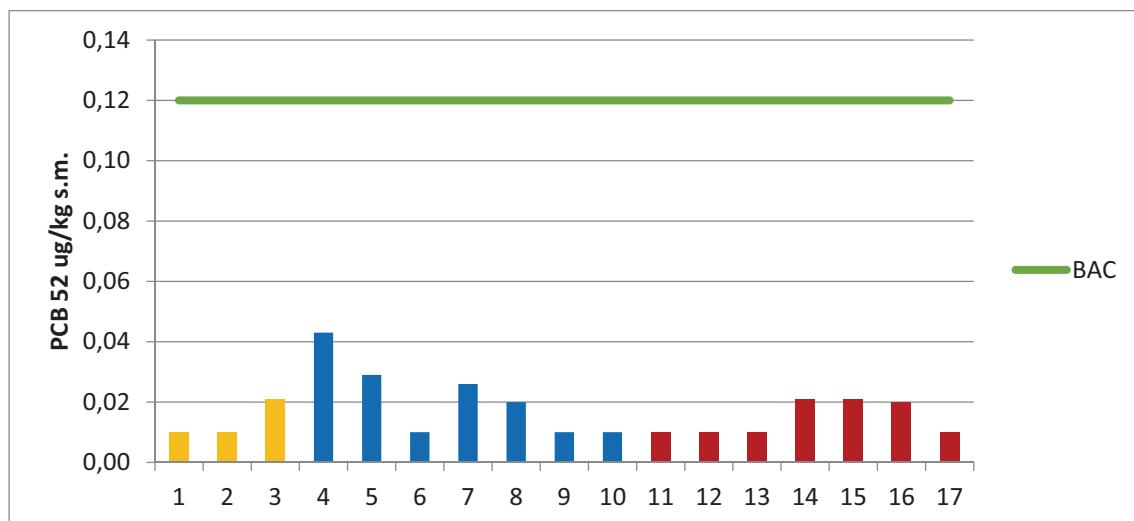
Na Slici 5.28 dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta PCB 28.



Slika 5.28. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta PCB-om 28

PCB 52

Grafički prikaz koncentracija PCB 52 u sedimentima sa ispitivanih lokacija dat je na Slici 5.29.

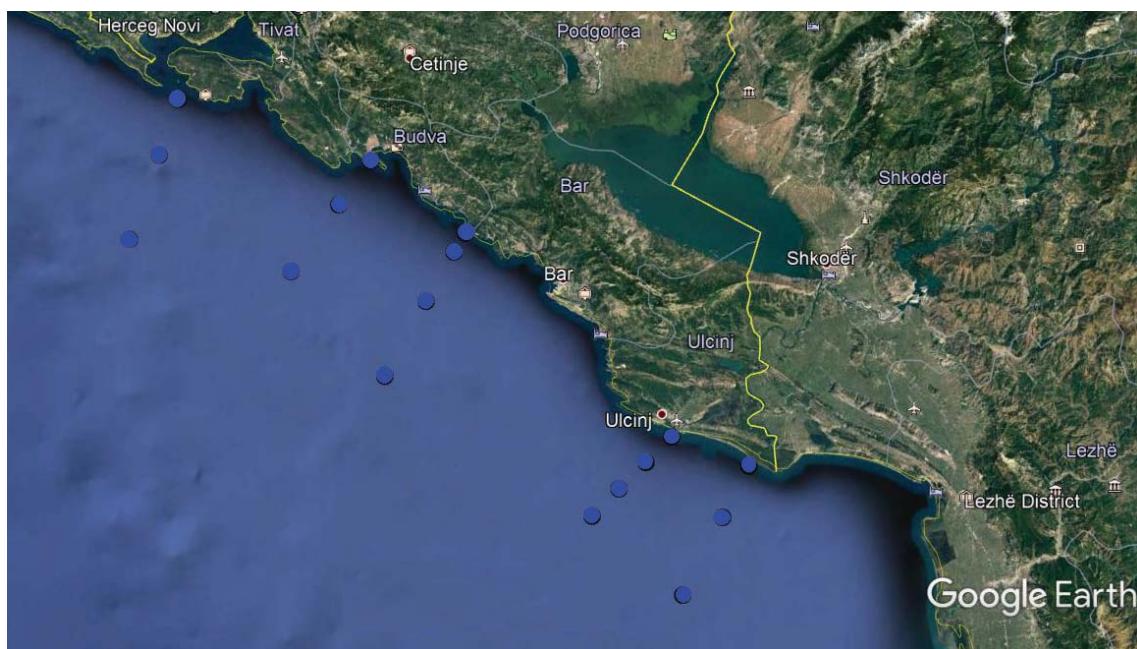


Slika 5.29. Grafički prikaz koncentracija PCB 52 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj PCB 52 u sedimentu na ispitivanim lokacijama je ispod BAC vrijednosti.

Na lokacijama 1, 2, 6, 9, 10, 11, 12, 13 i 17 koncentracije PCB 52 bile su ispod granice kvantifikacije metode, dok su dobijene koncentracije na ostalim ispitivanim lokacijama veoma bliske toj granici.

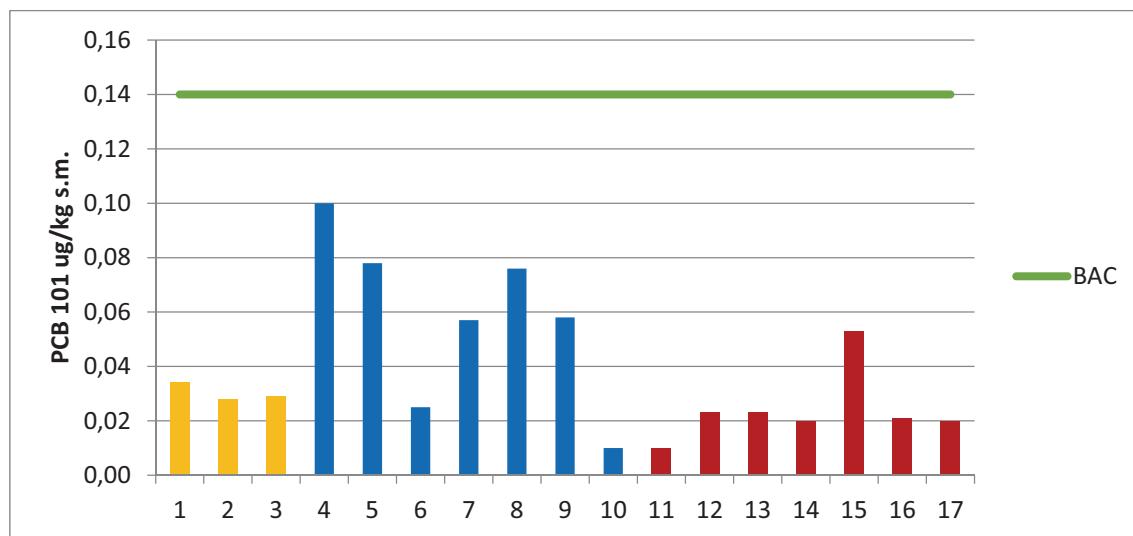
Na Slici 5.30 dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta PCB 52.



Slika 5.30. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta PCB 52

PCB 101

Grafički prikaz koncentracija PCB 101 u sedimentima na ispitivanim lokacijama dat je na Slici 5.31.

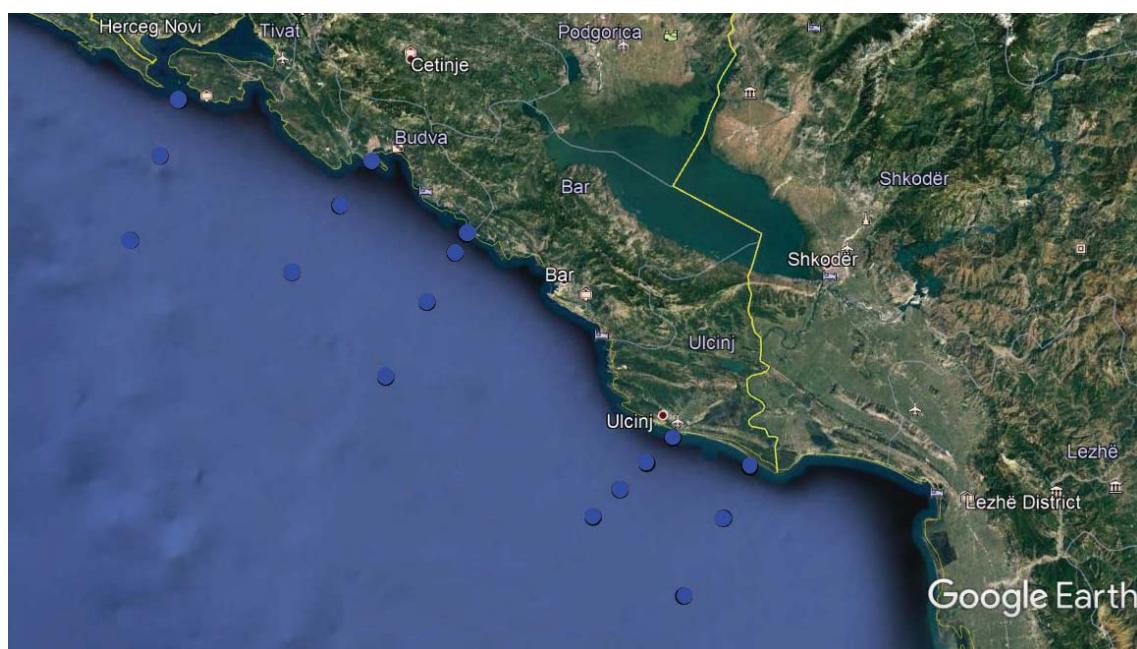


Slika 5.31. Grafički prikaz koncentracija PCB 101 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj PCB 101 u sedimentu je ispod BAC vrijednosti ili ispod granice kvantifikacije metode.

Analizom dobijenih rezultata može se zaključiti da su koncentracije PCB 101 u uzorcima sjevernog dijela mora Crne Gore ujednačene. Sličan odnos među dobijenim koncentracijama primjetan je i u južnom djelu ispitivanog područja.

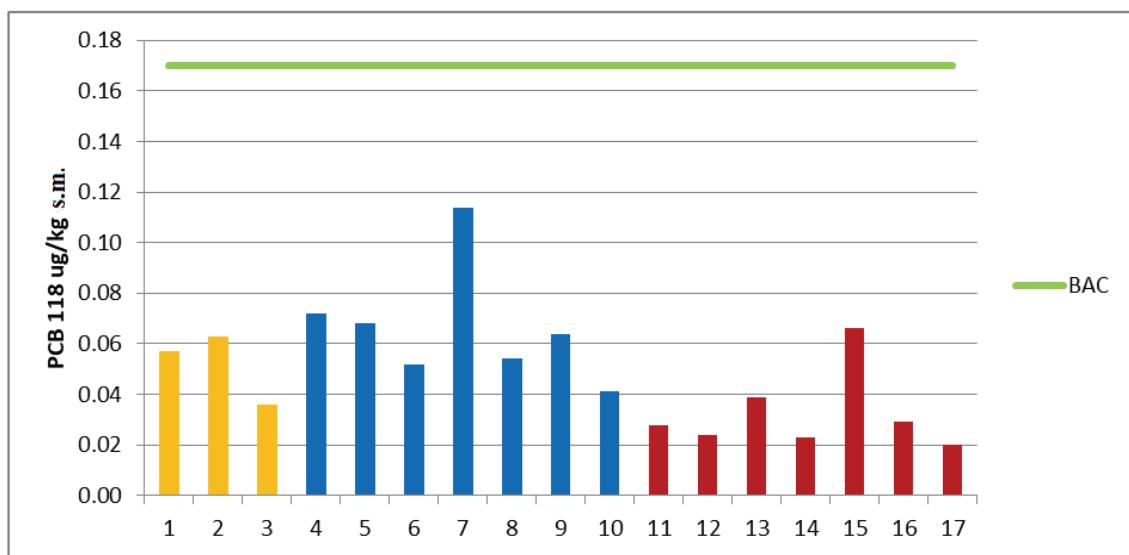
Na Slici 5.32 dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta PCB 101.



Slika 5.32. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta PCB 101

PCB 118

Grafički prikaz koncentracija PCB 118 u sedimentima dat je na Slici 5.33.

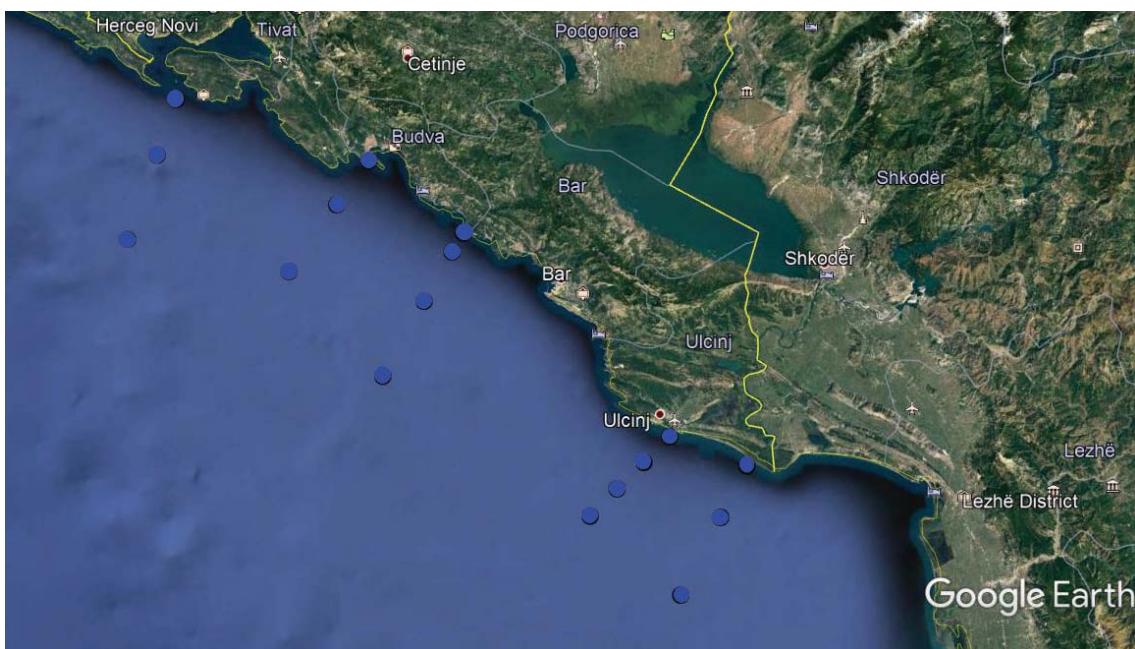


Slika 5.33. Grafički prikaz koncentracija PCB 118 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj PCB 118 u sedimentu na svim ispitivanim lokacijama je ispod BAC vrijednosti.

Koncentracije su se kretale u intervalu od 0,02 do 0,11 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

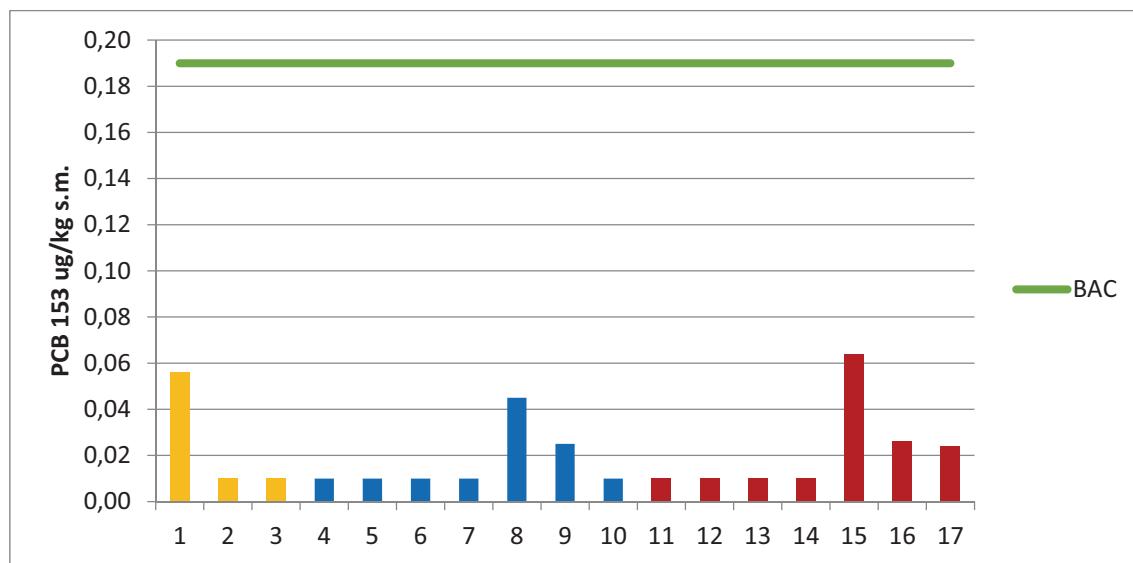
Na Slici 5.34 dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta PCB 118.



Slika 5.34. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta PCB 118

PCB 153

Grafički prikaz koncentracija PCB 153 u sedimentima dat je na Slici 5.35.

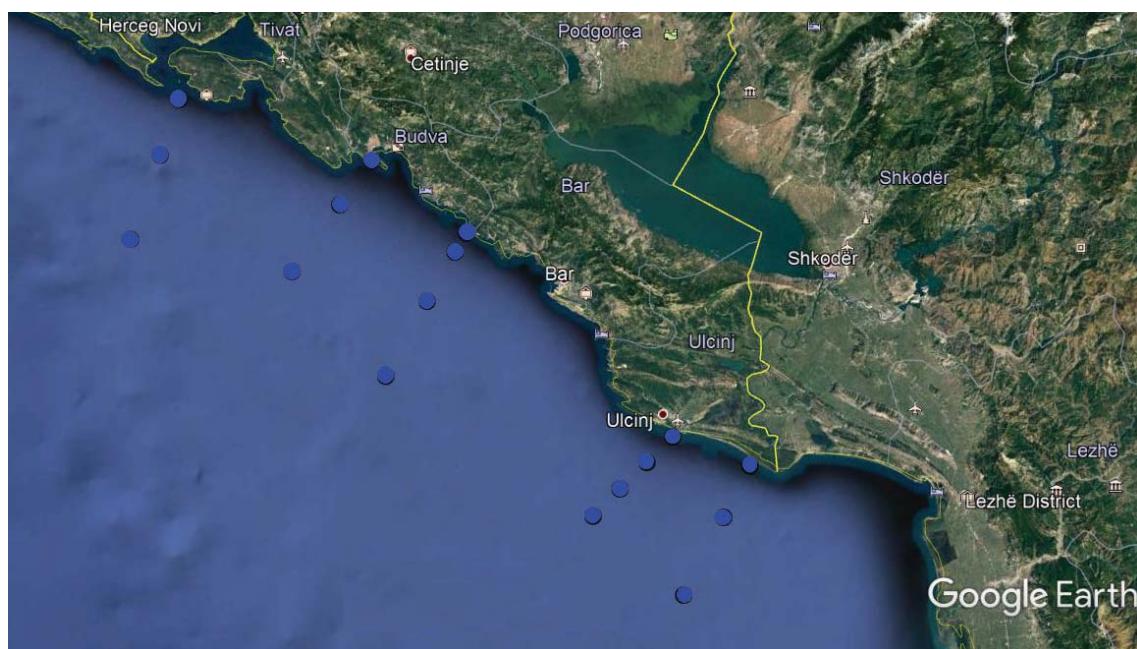


Slika 5.35. Grafički prikaz koncentracija PCB 153 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj PCB 153 u sedimentu na ispitivanim lokacijama je ispod BAC ili ispod granice kvantifikacije metode.

Na lokacijama 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 i 14 dobijene vrijednosti koncentracija su ispod granice kvantifikacije metode.

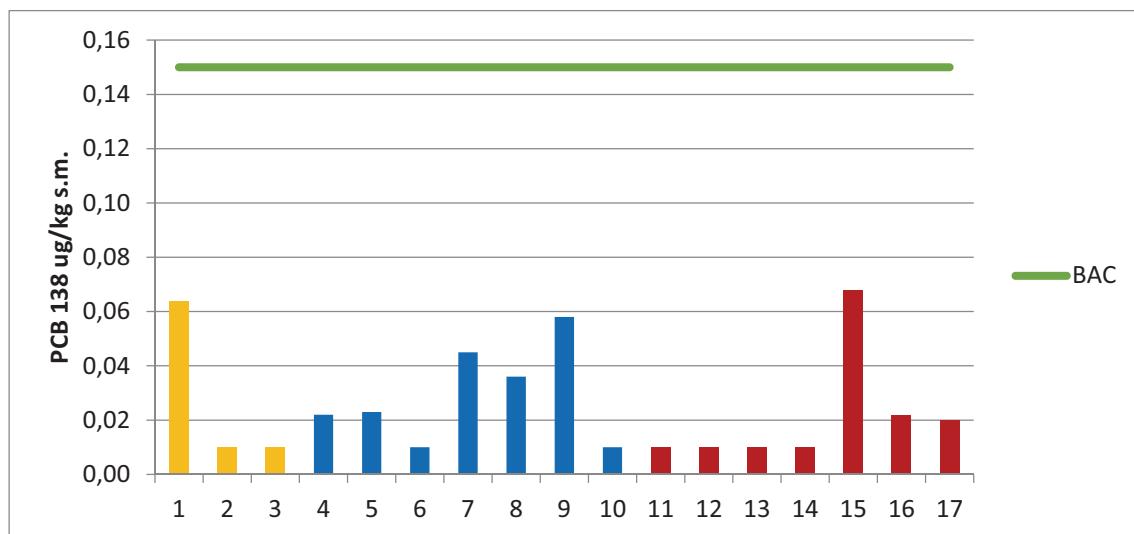
Na Slici 5.36 dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta PCB 153.



Slika 5.36. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta PCB 153

PCB 138

Grafički prikaz koncentracija PCB 138 u sedimentima dat je na Slici 5.37.



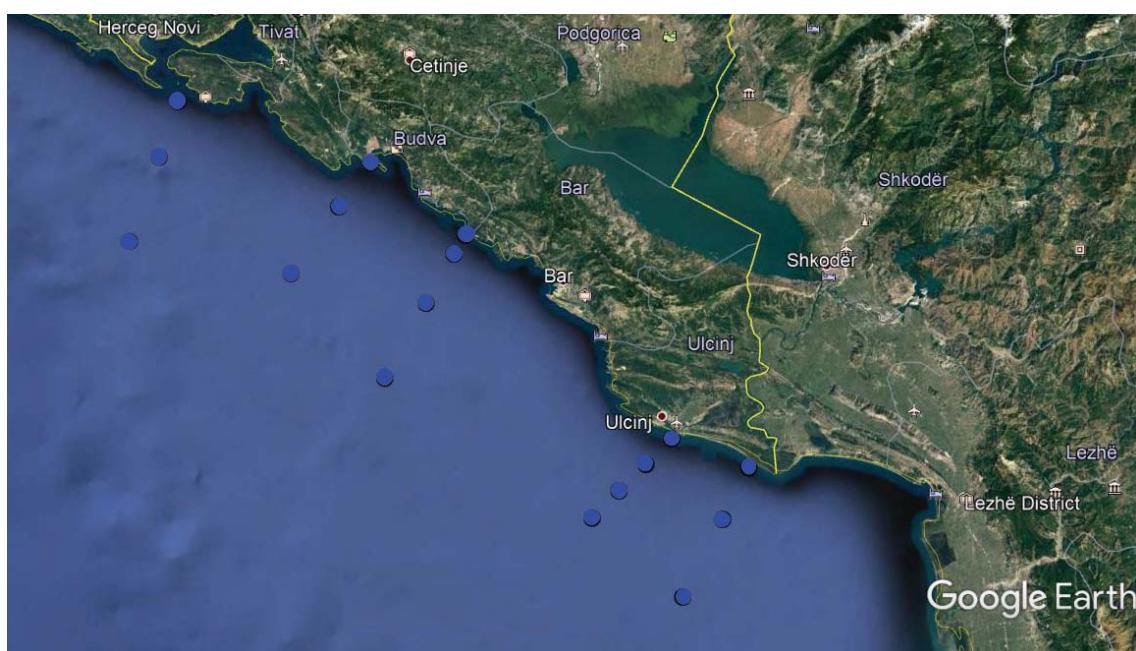
Slika 5.37. Grafički prikaz koncentracija PCB 138 po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj PCB 138 u sedimentu na ispitivanim lokacijama je ispod BAC vrijednosti.

Na lokacijama 2, 3, 6, 10, 11, 12, 13 i 14 sadržaj PCB 138 je ispod granice kvantifikacije metode.

Dobijene koncentracije PCB 138 su se u rasponu od 0,020 do 0,068 µg/kg.

Na Slici 5.38 dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta PCB 138.

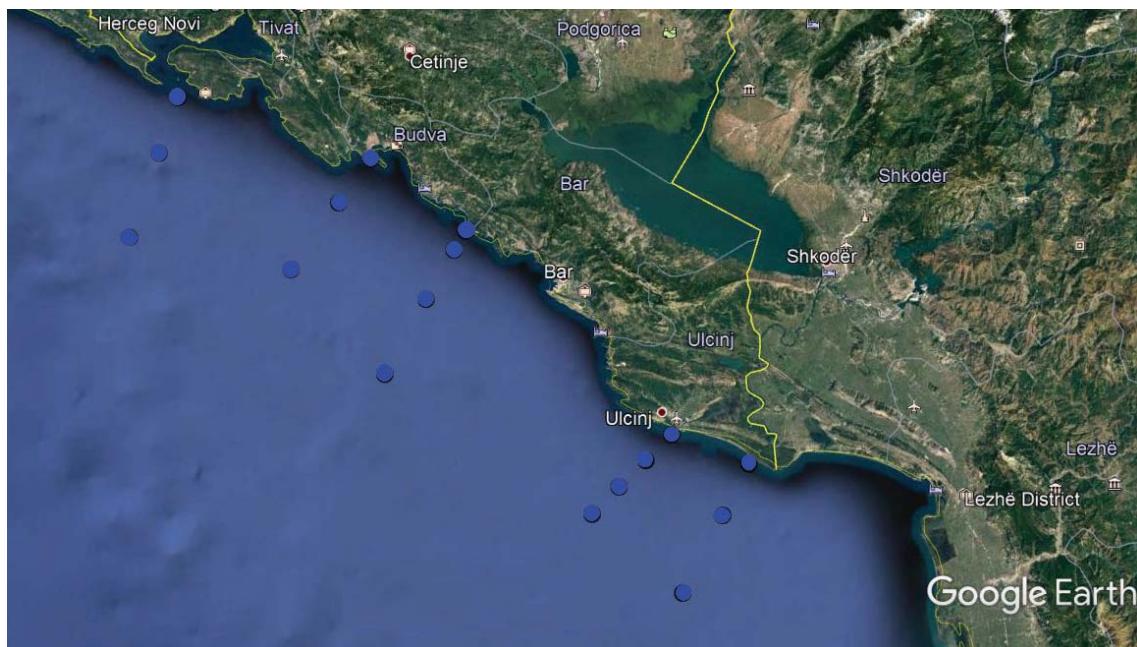


Slika 5.38. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta PCB 138

PCB 180

Prema rezultatima analize, sadržaj PCB 180 je na svim ispitivanim lokacijama ispod granice kvantifikacije metode.

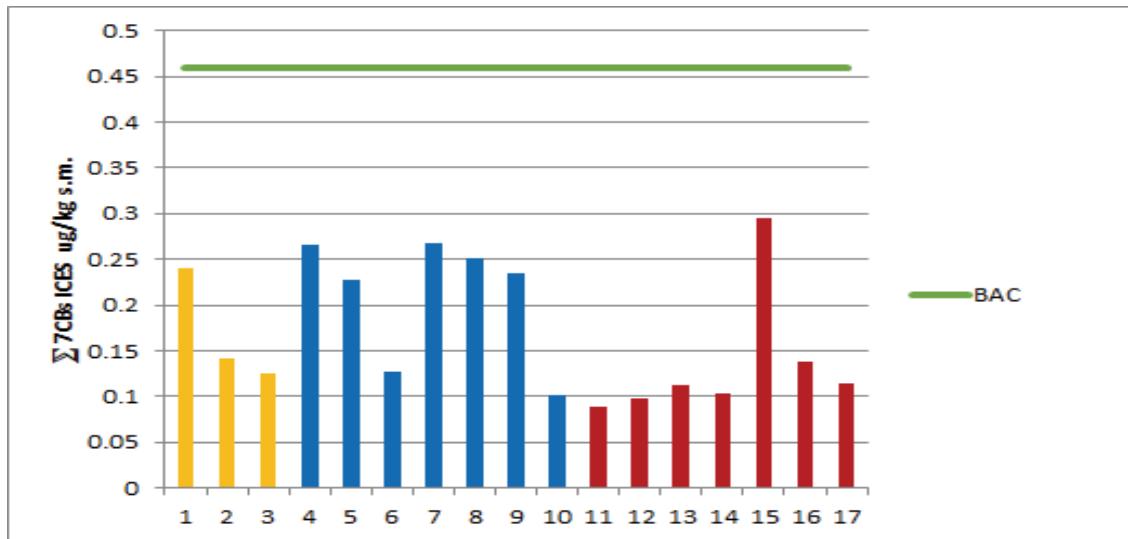
Na Slici 5.39. dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta PCB 180.



Slika 5.39. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta PCB 180

Σ7CBs ICES

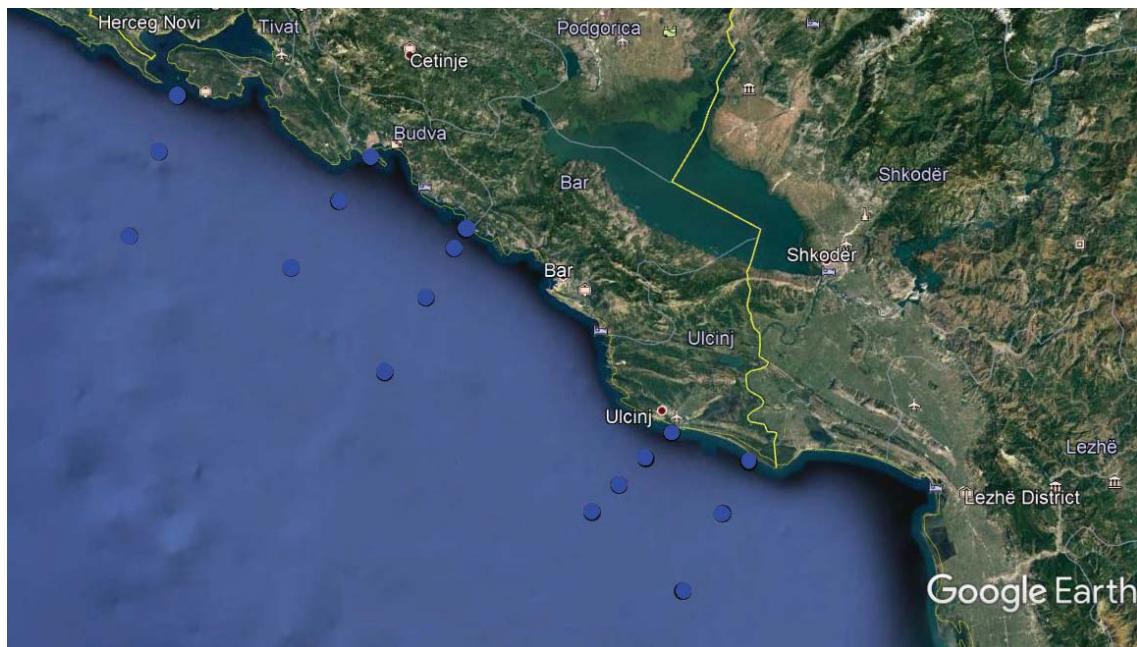
Grafički prikaz koncentracija Σ7CBs ICES u sedimentima dat je na Slici 5.40.



Slika 5.40. Grafički prikaz koncentracija Σ7CBs ICES po lokacijama u odnosu na OSPAR BAC

Prema rezultatima ispitivanja, sadržaj Σ7CBs ICES u sedimentu je na svim ispitivanim lokacijama ispod BAC vrijednosti.

Na Slici 5.41 dat je geografski prikaz stepena zagađenosti sedimenta Σ7CBs ICES.

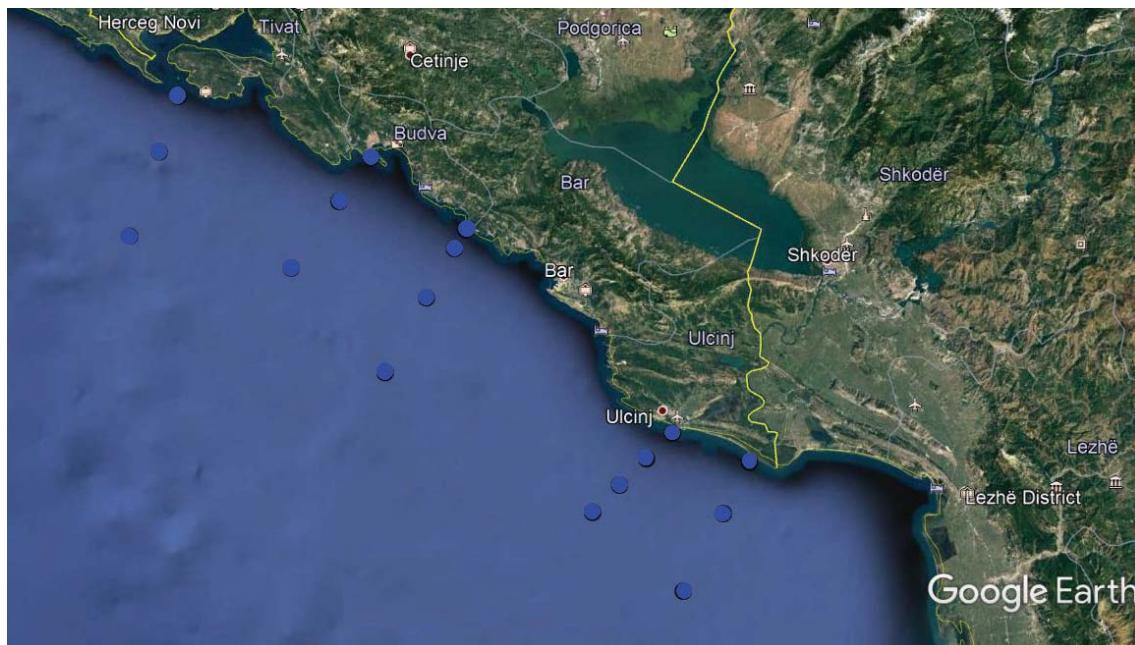


Slika 5.41. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta Σ7CBs ICES

ORGANOHLORNI PESTICIDI

Ispitivanje sadržaja organohlornih pesticida (heksaklorbenzen, aldrin, dieldrin, endrin, heptahlor, DDE, DDD, DDT) u sedimentu izvršeno je na 17 lokacija duž pet transekata, na području južnog, srednjeg i sjevernog dijela mora Crne Gore.

Sadržaj organohlornih pesticida na svim ispitivanim lokacijama je bio ispod BAC vrijednosti odnosno ispod granice kvantifikacije metode. Na Slici 5.42 dat je geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta organohlornim pesticidima.



Slika 5.42. Geografski prikaz statusa zagađenosti sedimenta organohlornim pesticidima

ZAKLJUČAK

Nepolarni organski mikrozagađivači, poput policikličkih aromatskih ugljovodonika, PCBa i organohlornih pesticida koji su adsorbovani u sedimente, imaju malu bioraspoloživost za slatkovodne i morske životinje u odnosu na vodu. Faktori bioakumulacije iz sedimenata (koncentracija u životinja / 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 adsorbiranih 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 adsorbovani u sedimente su neznatno bioraspoloživi, ali sedimenti u kontaminiranim područjima često sadrže

visoke koncentracije adsorbovanih 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 što navodi da se radi o prirodnom sadržaju (BC) te da iste ne predstavljaju rizik po životnu sredinu.

Sadržaj PCBa i organohlornih pesticide je značajno ispod BAC (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.

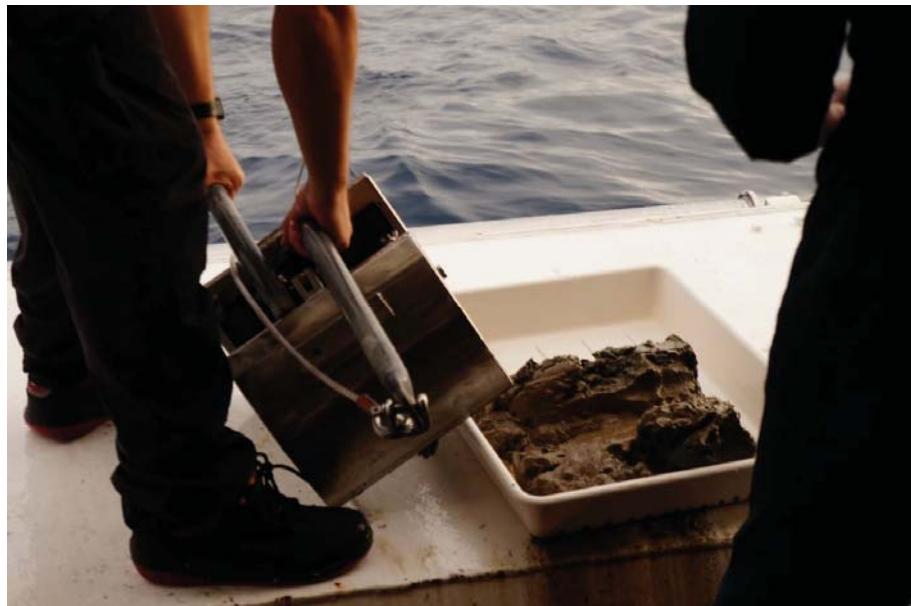
FOTO DOKUMENTACIJA



Slika 5.43.



Slika 5.44.



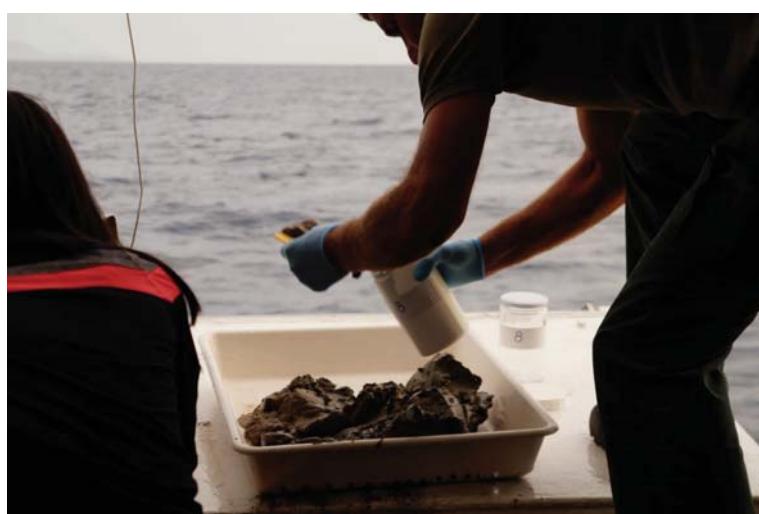
Slika 5.45.



Slika 5.46.



Slika 5.47.



Slika 5.48.



Slika 5.49.

LITERATURA

BIODIVERZITET: LIVADE POSIDONIJE

Guala I., Kandic M., Radman M., Varda D., Andžus 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., Benedettii Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Fraschetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvatici E., Benzoni F., Calcinaia 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., Piazzi 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

Balata, D., Piazzi, 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., & Calcina, 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, Kružić P, Jaklin A, Zuljević A, Rajković Z, Rodić P, Jelić 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., & Piazzi, 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.

Piazzi, 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.

Piazzi, L., Balata, D., & Cinelli, F. (2007). Invasions of alien macroalgae in Mediterranean coralligenous assemblages. *Cryptogamie Algologie*, 28, 289–301.

Piazzi, 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.

Piazzi, 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 buoyancy-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 Instituto 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

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 Researrch*, 44: 57-71.

Beaugrand, G. 2005. Monitoring pelagic ecosystems using plankton indicators. *Ices Journal of Marine Science*, 62: 333-338.

Bellafiore, D., Guarneri, 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 atmosphere1. *Limnology and Oceanography*, 29(3): 620-632.

Bernardi-Aubry, F., Berton, A., Bastianini, M., Socal, G., Acri, 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. II*, 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., Gvozdenović, 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. Smoldlaka. 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 Weinhein, 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, Österreich und der Schweiz, In: Rabenhorst's kryptogamen-Flora Deutschlands, Österreich 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 Süsswasserflora 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.
- Kiørboe, 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, Choretrichia, 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. Diatomées de France et des districts maritimes voisins. A. Asher et Co. (Reimpression), Amsterdam, 539 pp.
- Pucher-Petković, T., Marasović, I. 1980. Développement des populations phytoplanctoniques 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.
- Rivaro, 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., Papathanassiou, 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, Raphydophycées, 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., Tselepides, 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.

PRILOZI

Prilog 1.

Karakteristike livada posidonije na lokaciji hrid Đeran

Lokacija	Hrid Đeran								
Datum istraživanja	21.08.2019.								
Tip podloge	U plićem dijelu stjenovita podloga a preovladuje pješčana podloga								
Karakteristika obale	Hrid se nalazi oko 1,5 km udaljenosti od pješčane plaže, lokacija je veoma izložena svakoj vrsti hidrodinamizma, a pogotovo južnim vjetrovima, kao i uticaju rijeke Bojane čije je ušće na oko 5km udaljenosti od hridi Đeran								
Potencijalni uticaji	Uticaj rijeke Bojane u smislu eutrofikacije, povećane sedimentacije, smanjenog saliniteta, uticaj ribarenja, sidrenje								
Transekti	1	2	3						
Donji limit, dubina	17,6	14	16						
Donji limit, tip	Regresivan	Progresivan	Regresivan						
Gornji limit, dubina	8	8	8						
Stanice	Donji limit	Sredina	Gornji limit	Donji limit	Sredina	Gornji limit	Donji limit	Sredina	Gornji limit
Gustina livade	163	188		223	321		222	331	
Pokrovost livade	31%	23%		24%	53%		28%	49%	
Ci	0,9	1		1	1		0,9	0,9	
Zaštićene vrste	<i>Axinella polypoides</i>		<i>Pinna nobilis</i>	<i>Axinella cannabina, Holothuria tubulosa</i>		<i>Cladocora caespitosa, Ophidiaster ophidianus</i>		<i>Holothuria tubulosa</i>	<i>Cladocora caespitosa</i>
Invazivne vrste									
Napomena	Za sva 3 transekta donji limit i sredina je isto jer nema posidonije na većoj dubini								

Prilog 2.

Karakteristike livada posidonije na lokaciji Crni rt

Lokacija	Crni rt
Datum istraživanja	14 i 15.10.2019.
Tip podloge	Stjenovito uz obalu, a dublje pjeskovito
Karakteristika obale	Neurbanizovana obala, zapadna strana Crnog rta, izloženo južnim i zapadnim vjetrovima
Potencijalni uticaji	Ribarenje i sidrenje

Transekti	1	2	3	
Donji limit, dubina	22,5	23,5	25	
Donji limit, tip	Progresivno	Progresivno	Regresivno	
Gornji limit, dubina	11	10	6	
Stanice	Donji limit	Sredina	Gornji limit	
Gustina livade	165	424	372	
Pokrovnost livade	55%	79%	81%	
Ci	1	0,9	0,9	
Zaštićene vrste	<i>Cystoseira spinosa; Tonna galea</i>	<i>Ophidiaster ophidianus</i>	<i>Ophidiaster ophidianus</i>	<i>Ophidiaster ophidianus</i>
Invazivne vrste		<i>Caulerpa cylindracea</i>	<i>Caulerpa cylindracea</i>	<i>Caulerpa cylindracea</i>
Napomena				

Prilog 3.

Karakteristike livada posidonije na lokaciji Buljarica

Lokacija	Buljarica
Datum istraživanja	30.08.2019.
Tip podloge	Dominantno pješčana podloga sa vrlo malo krupnog kamenja uz obalu
Karakteristika obale	Jugoistočni dio obale uvale Buljarica, skoro da je potpuno neurbanizovan, izloženo uticaju zapadnog i djelimično južnog vjetra
Potencijalni uticaji	Sidrenje, ribarenje, eutrofikacija

Transekti	1	2	3
Donji limit, dubina	22	Dublje od 22	23
Donji limit, tip	Regresivno	Nepoznato	Regresivno
Gornji limit, dubina	6	7	7

Stanice	Donji limit	Sredina	Gornji limit	Donji limit	Sredina	Gornji limit	Donji limit	Sredina	Gornji limit
Gustina livade	117	255	406	/	224	427	133	367	409
Pokrovnost livade	40%	39%	49%	/	45%	64%	42%	90%	73%
Ci	0,9	0,9	0,9	/	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9
Zaštićene vrste			Pinna nobilis			Cystoseira amentacea			Pinna nobilis
Invasivne vrste									
Napomena		Palastura je bila mrtva		Nije mjereno		Mjereno na 12 m dubine			Palastura je mrtva

Prilog 4.

Podaci temperature i saliniteta mjereni SBE-25 CTD sondom Instituta za oceanografiju i ribarstvo, Split

Podaci su dostavljeni u ASCII formatu.

Prilog 5. Prozirnost izmjerena SECCHI pločom

NAZIV STANICE	DATUM	VRIJEME (UTC+1)	SECCHI (m)
1	09.10.2019.	8:11	25
2	09.10.2019.	10:21	20
3	09.10.2019.	12:55	22
4	10.10.2019.	9:41	16
5	10.10.2019.	10:57	21
6	09.10.2019.	16:27	18
7	10.10.2019.	8:04	17
8	09.10.2019.	18:35	NOĆ
9	10.10.2019.	15:30	17
10	10.10.2019.	13:13	22
11	11.10.2019.	17:30	NOĆ
12	11.10.2019.	16:28	12
13	11.10.2019.	15:17	14
14	11.10.2019.	13:44	14
15	11.10.2019.	9:17	7
16	11.10.2019.	10:21	16
17	11.10.2019.	12:00	17

Prilog 6.

Standardni grafički prikazi u okeanografiji

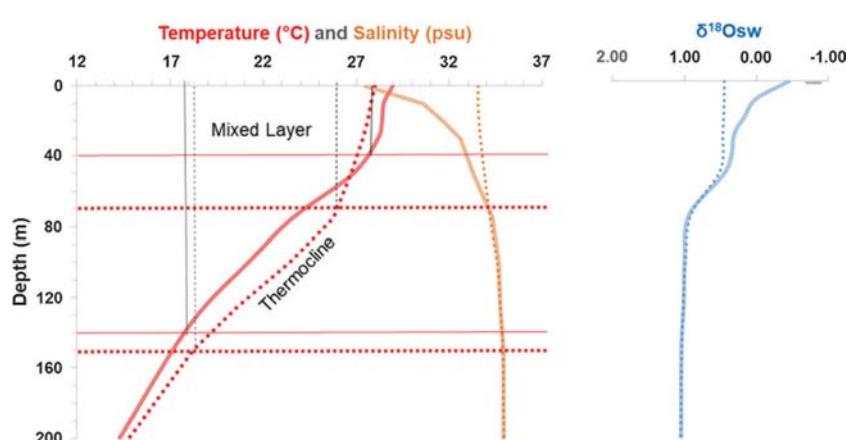
U okeanografiji je vrlo važno izmjerene vrijednosti grafički prikazati na način da jasno opisuju što više prikupljenih informacija. Pri tome se služimo 2D ili 3D grafičkim prikazima u koordinatnom sustavu sa z-osom položenom vertikalno prema dolje, odnosno s rastućom dubinom. Često se istovremeno prikazuju dva ili tri svojstva morske vode i u tom slučaju x-osa je dvostruka ili trostruka. Dobar primjer je prikaz vertikalne promjene temperature i saliniteta (x-os) po dubini (z-os) što omogućava uočavanje položaja termokline i halokline. Dodatno takav graf može sadržavati i treću x-os npr. gustoću. Dubina se često izražava u jedinicama pritiska, a ne geometrijski, iz razloga što se dubina sa sondi određuje preko pritiska u moru. To je moguće zbog uglavnom linearne zavisnosti hidrostatičkog pritiska od geometrijske dubine, $p=p(z)$. Takvi prikazi najčešći su opisi struktura u moru dobijeni mjerjenjima sa broda (diskretna mjerena na standardnim okeanografskim dubinama klasičnim pumpama s termometrima ili kontinuirana mjerena u vertikalnom stubu sa CTD sondama), sa plutača ili drifтерa. Pri tome treba voditi računa o izboru odgovarajuće skale na vertikalnim i horizontalnim osama. Vertikalni profili temperature saliniteta i gustine daju informacije o položaju termokline, halokline i piknokline, slojeva u kojima ova svojstva morske vode imaju najveće vertikalne gradijente (Slika 7.1). U umjerenim geografskim širinama ova su svojstva na otvorenom moru strogo sezonska (Slika 7.2). Temperatura je mjera sadržaja topote u moru dok je salinitet maseni odnos rastopljenih ukupnih soli u moru.

To je bezdimenzionalna veličina koja se izražava u postocima ili promilima. Razne su definicije saliniteta:

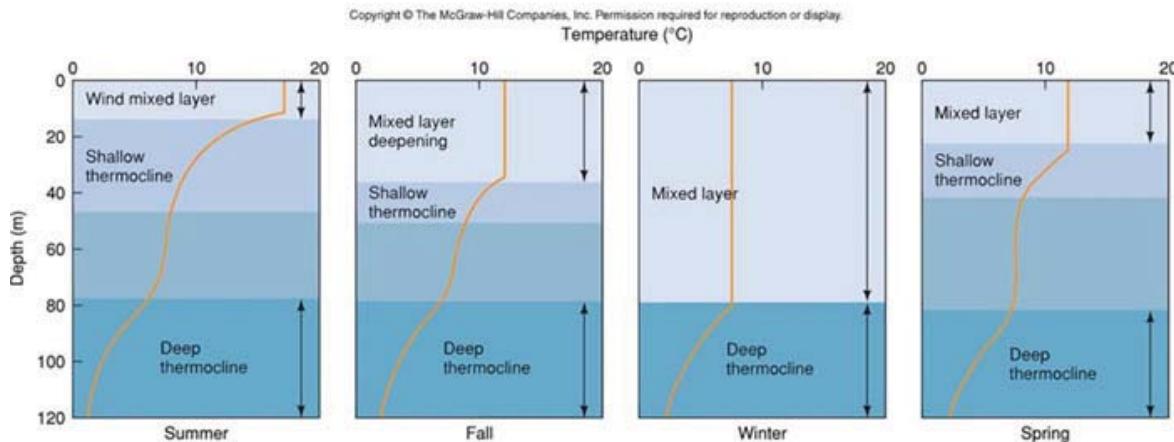
- Ukupna količina rastopljene materije u gramima sadržana u 1 kilogramu morske vode;
- Ukupna količina rastopljene materije u gramima sadržana u 1 kilogramu morske vode kada su svi karbonati pretvoreni u okside, brom i jod su zamijenjeni hlorom i sva organska materija je oksidirana;
- Definicije na temelju hloriniteta (Cl) – masa srebra potrebna da se potroše halogenidi u 0,3285234 kg morske vode.

Treba napomenuti da su nezavisno o absolutnoj koncentraciji saliniteta relativni odnosi makrokonstituenata u svjetskim morima konstantni (Dittmarovo pravilo). Salinitet se izražava u g/kg i u ‰, a često se upotrebljava mjerna jedinica PSU (*Practical Salinity Unit*). Fizičke metode određivanja saliniteta se zasnivaju na mjerenu otpornosti i provodljivosti morske vode i dijele se na:

- konduktivne metode (Wheatsonov most) (konduktivni salinometar s elektrodnim senzorima); i
- induktivne metode (induktivni salinometar s bezelektrodnim senzorima). Vertikalna kontinuirana CTD mjerena su mjerena električne provodljivosti (konduktivitet) iz kojih se preračunava salinitet.



Slika 7.1. Grafički prikaz vertikalne promjene temperature, saliniteta i gustine morske vode

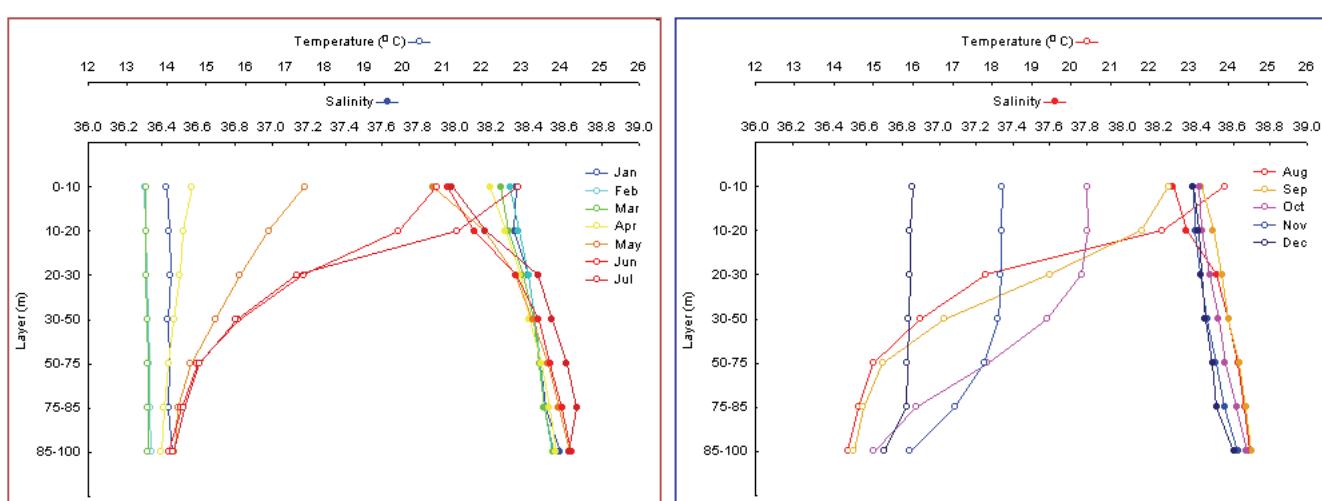


Slika 7.2. Sezonske promjene temperature i dubine termokline

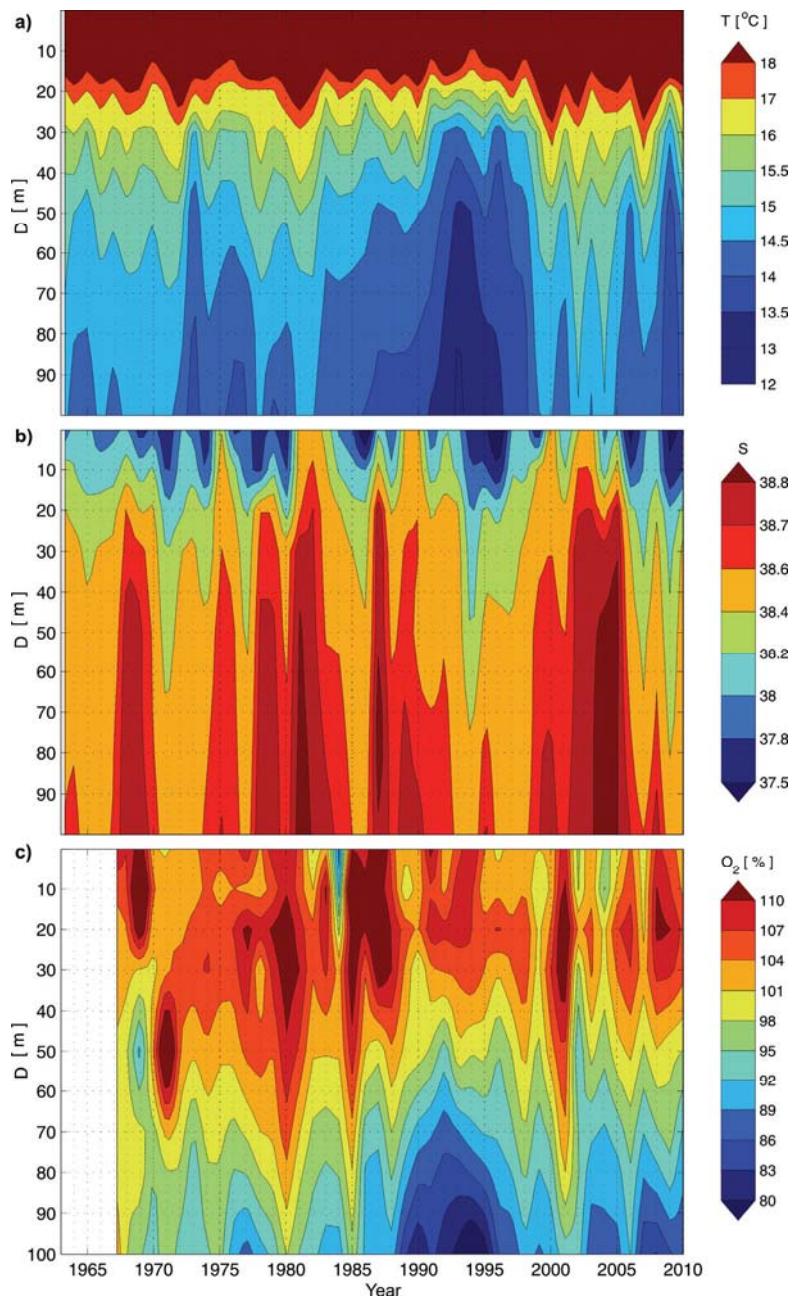
U Jadranu parametri fizičke okeanografije kao što su temperatura i salinitet imaju sezonski karakter. Zimi je vodeni stub potpuno izmiješan i vladaju uslovi nestabilnosti u moru (vertikalna homogenost) dok je ljeti prisutna termoklina i vladaju uslovi stabilnosti (vertikalna stratificiranost). Vertikalne promjene temperature i saliniteta (ili bilo kojeg drugog parametra u moru) tokom godine crtaju se često u koordinatnom sistemu višestruke x-ose sa rastućom dubinom na z-osi.

Još jedan često korišćen grafički prikaz struktura u moru je Hovmöller diagram. Ose Hovmöllerovog dijagrama su

obično geografska dužina ili širina (x-osa) i vrijeme (y-osa), a vrijednost nekog polja (npr. temperature) predstavljena je bojom ili su polja osjenčena. Hovmöllerovi dijagrami koriste se u okeanografiji za prikazivanje vremenske evolucije vertikalnih profila skalarnih veličina poput temperature, gustine ili koncentracija soli, nutrijenata, kiseonika i ostalih sastavnih dijelova mora (Slika 7.4). Osim toga mogu se npr. prikazati vertikalni profili temperature, saliniteta i gustine izmjereni prilikom krstarenja na dovoljno gusto položenim stanicama duž transekata od obale prema otvorenom moru (Slika 7.5).



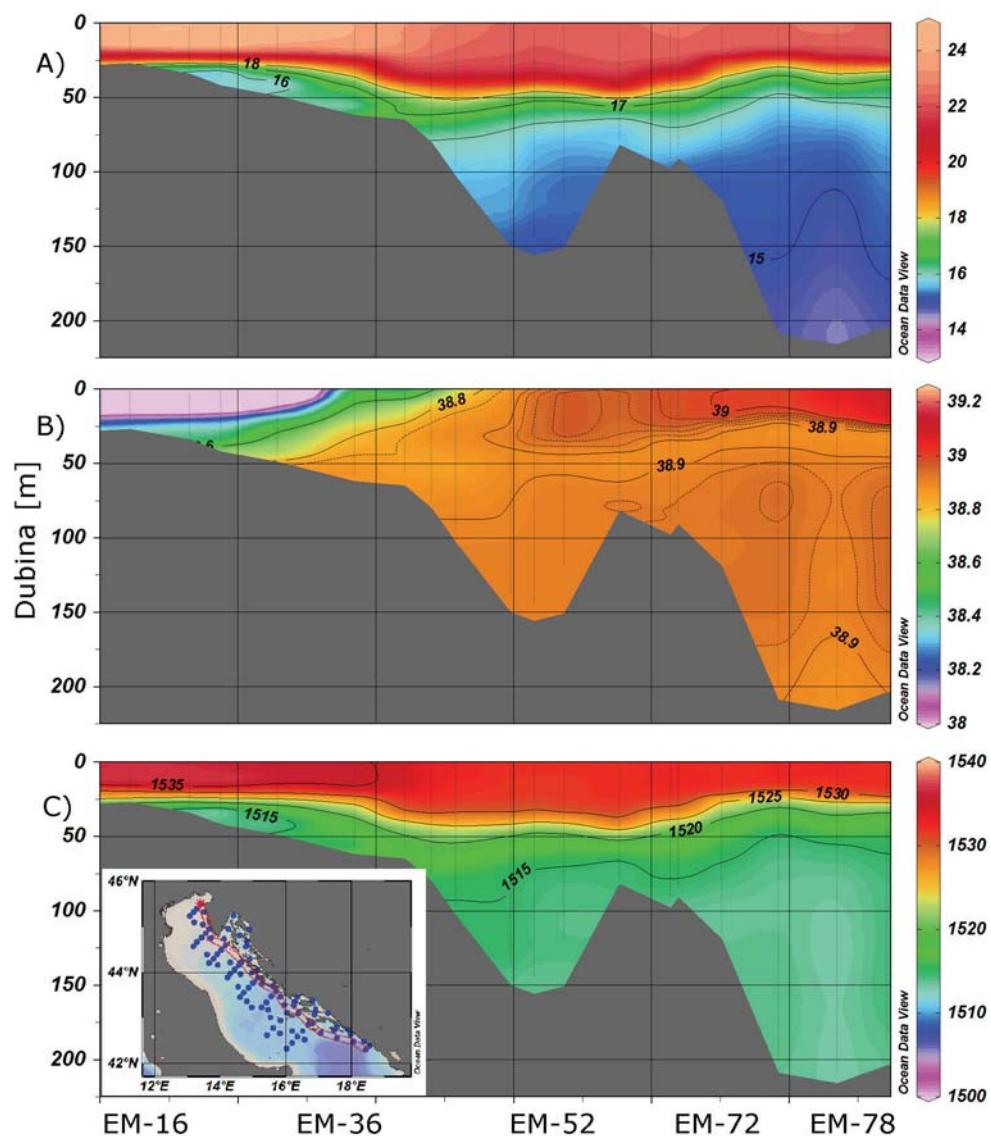
Slika 7.3. Sezonske promjene temperature i saliniteta tokom godine (Grbec i sar., 2010)



Slika 7.4. Hovmöllerov dijagram vremenske promjenjivosti temperature, saliniteta i kiseonika u području srednjeg Jadrana (Matić, i sar., 2011.).

Dijagrami omogućuju praćenje promjena termohaline strukture tokom više godina što je za Jadran vrlo bitno, s obzirom na njegovu znatnu klimatsku varijabilnost. Ovakvi prikazi omogućuju uočavanje prisustva određenih tipova vodenih masa što opet vodi ka boljem objašnjenju doprisona horizontalnih i vertikalnih procesa u ukupnoj promjeni toplote i soli u moru. Ti su procesi vezani i za izmjenu voda sa Mediteranom i/ili stvaranja guste vode u sjevernom i južnom Jadranu.

Hovmöllerovi dijagrami koji prikazuju termohalinu strukturu izmjerenu tokom pojedinačnih krstarenja opisuju varijabilnost u području istraživanja i daju polazište za objašnjenje određenje dinamike vodenih masa uz poznavanje stanja atmosfere tokom krstarenja, kao i mezoskalnih procesa neposredno prije i za vrijeme krstarenja. Dijagrami se mogu koristiti za prikaz raznih parametara, ne samo temperature i saliniteta.



Slika 7.5. Hovmöllerovi dijagrami temperature mora, saliniteta i brzine zvuka [m/s] avgust – septembar, 2017. na dužobalnom transektu (crvena linija)

Prilog 7.

Međudjelovanje atmosfere i mora

Fizičke osobine površinskog sloja mora zavise od niza fizičkih faktora koji su dijelom rezultat procesa u moru, kao i procesa na granici s atmosferom. Te procese možemo uslovno rečeno dijeliti na okeanografske i meteorološke. Okeanografski procesi koji uslovljavaju promjenu površinske temperature mora, kao i promjene u dubljim slojevima su advektivni prenosi toplote morskim strujama, prenosi toplote molekularnim putem i turbulentni pokreti uslovljeni nestabilnošću vodenog stuba. Efekti interakcije atmosfera-more kao što je tok toplote, tj. razlika toplote koju more primi iz atmosfere i one toplote koju njoj (atmosferi) predaje, uzrokuju znatne vertikalne promjene toplote površinskog sloja mora. I druge osobine mora takođe se mijenjaju pod djelovanjem horizontalnih i vertikalnih procesa. Sadržaj soli površinskog sloja mora, od čega zavisi njegov salinitet, podložan je promjenama koje se događaju zbog procesa isparavanja, znači gubitka mase, odnosno povećanja sadržaja soli u moru, slatkovodnih dotoka padavinama te u obalnim područjima rijekama i vruljama – procesima koji razrjeđuju more, tj. čine ga manje slanim. Meteorološki procesi nad morem reflektuju se u okviru graničnog sloja atmosfere-more gdje se stalnom izmjenom svojstava između dva medija mijenjaju fizički, hemijski i biološki procesi u moru.

Značajan proces koji direktno utiče na toplotno stanje morske površine je Sunčev zračenje. Ono na Zemlju stiže kao kratkotrasno, a prolaskom kroz atmosferu procesom refleksije (odbijanja) gubi približno 29% upadne energije. Manji dio dijelom apsorbuje (upija) vodena para i oblaci, približno 23%. Ostatak kratkotrasnog zračenja od približno 48% pada na Zemljinu površinu koja ga apsorbuje. Treba naglasiti da se ovdje radi o kratkotrasnom zračenju koje vazduh ne može apsorbovati, naime atmosfera se grije i hlađi dugotrasnim zračenjem od površine kopna i mora. Kako upadno kratkotrasno zračenje ima sezonski karakter to je izmjena toplotnih procesa na granici atmosfera-more takođe sezonski zavisna. Uz proces izmjene toplote vrlo važan proces je izmjena mase i momenta između atmosfere i mora procesom evaporacije, kao i djelovanjem vjetra. Duž istočne obale Jadrana razlika između gubitka mase procesom isparavanja (evaporacija) i one količine

mase koju Jadran prima padavinama i slatkovodnim dotocima je prostorno vrlo varijabilna. Ova ravnoteža ($E - (P+R)$) direktno mijenja sadržaj soli na površini mora i važna je pri određivanju termohaline cirkulacije. Prostorna različitost u Jadranu ispoljava se u obliku godišnjeg hoda i po apsolutnim mjesecnim vrijednostima. Kako evaporacija ima maksimum tokom ljeta, tj. tokom sezone grijanja, a istovremeno su padavine u tom dijelu godine minimalne, to je tok vlage ($E - P$) tokom godine maksimalan ljeti, odnosno evaporacija nadavlada nad padavinama. Idući dalje od obale padavine se, zbog izostanka orografski uslovljenih padavina, smanjuju. Iz tog razloga, sezonski hod $E - P$ razlikuje se značajno idući prema otvorenom moru. Uticaj bure (jaki vjetar u suvoj atmosferi) zimi pogoduje jačem isparavanju, pa je i to dodatni faktor prostorne promjenjivosti godišnjih hodova izmjene toplote na granici atmosfera-more.

Za vrijeme ekstremnih vremenskih situacija, kao što su pojave jakih epizoda bure gubitak toplote izrazito je velik. Ovaj proces u graničnom sloju uzrokuje dvije, za termohalinu cirkulaciju (THC) vrlo bitne stvari: 1) hlađenje površinskog sloja mora jer se procesom isparavanja gubi toplota; 2) postupni porast salinitete površinskog sloja mora jer procesom isparavanja površinski sloj mora gubiti vlagu. Ovo su preduslovi stvaranja teške vode, čije je formiranje u Jadranu povezano s njegovom mezoskalnom dinamikom na vremenskim skalama od sinoptičke, sezonske, interdekadne i klimatske. Zimi se u sjevernom Jadranu stvara voda niske temperature i većeg saliniteta koja zbog stabilnosti tone i cirkulacijom zauzima dublje slojeve Jabučke kotline. Ova teška voda (NadDW – North Adriatic Deep water) zbog efekta kompenzacije podstiče izmjenu voda s Mediteranom što se manifestuje prisustvom intermedijarne Levantinske vode u Jadranu. Jadran ima vrlo složenu dinamiku, pa je za opisivanje procesa u polju saliniteta i temperature neophodno poznavati kako opšte osobine Jadranskog mora tako i atmosferske procese nad njim. Kako izmjena toplote i mase između atmosfere i mora zavisi od stanja oba medija (i vazduha i mora) mjerljivih s nekoliko parametara (temperatura vazduha, pritisak i vlaga u vazduhu, kao i vjetar) uključujući i površinsku temperaturu mora za određivanje upliva

atmosfere na more potrebno je poznavati varijabilnost spomenutih parametara, te njihovu prostorno-vremensku posebnost.

Osim izmjene toplove i mase na granici atmosfere i mora, već spomenuta izmjena momenta znatno doprinosi promjenama u graničnom sloju. Efekat vjetra je višestruk. Vjetar učestvuje u izmjeni svojstava između atmosfere i mora povećavajući isparavanje s morske površine. Djelovanjem vjetra na morskou površinu stvaraju se talasi. Na dodirnoj površini uslijed trenja vjetar povlači i čestice vode te tako dolazi do strujanja. Drugi efekat vjetra je nagomilavanje morske vode u područje prema kojem duva te tako indirektno djeluje na strujanje. Treba spomenuti i za Jadran značajne procese izranjanja i poniranja vode (downwelling i upwelling), koji nastaju tokom sezone grijanja uz obalu pri duvanju NW vjetra u područjima kada se obala nalazi lijevo od smjera vjetra. U svim spomenutim procesima, vjetar djeluje pojačavajući vertikalno miješanje vodenog stuba. Za Jadran je karakteristična znatna razlika prostorne raspodjele vjetra duž obale i okomito na obalu. Različita prostorna raspodjela vjetra u sjevernom Jadranu od one južnije je posljedica složene dinamike Jadranskog mora.

Spomenuti procesi međudjelovanja atmosfere i mora uslovljavaju vertikalne i horizontalne promjene u polju temperature i saliniteta. Ti se procesi mogu opisati jednostavnim modelom izmjene svojstava u graničnom sloju atmosfera-more.

Model određivanja vremenske promjenjivosti toplove i soli pod djelovanjem horizontalnih i vertikalnih procesa (Orlić, 1993; Grbec, 1996).

Osnovne jednačine promjenjivosti toplove i soli u moru:

$$\rho_w C_{pw} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial H_{ver}}{\partial z} + \frac{\partial H_{hor}}{\partial y}$$

$$\rho_w \beta \frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\partial S_{ver}}{\partial z} + \frac{\partial S_{hor}}{\partial y}$$

gdje (H_{hor} , S_{hor}) označavaju horizontalne i vertikalne komponente toplove, odnosno soli. Vremenske se promjene toplove i soli u sloju debljine h uz uvažavanje parametrizacije uz graničnu površinu s atmosferom određuju rješenjem sistema jednačina:

$$\int_{-h}^0 \frac{\partial T}{\partial t} dz = \int_{-h}^0 \frac{\partial}{\partial z} \left(K_H \frac{\partial T}{\partial z} \right) dz$$

$$\int_{-h}^0 \frac{\partial S}{\partial t} dz = \int_{-h}^0 \frac{\partial}{\partial z} \left(K_S \frac{\partial S}{\partial z} \right) dz$$

$$H_{ver} = \begin{cases} Q_{NET} & z=0 \\ K_H \rho_w C_{pw} \frac{\partial T}{\partial z} & z<0 \end{cases}$$

$$S_{ver} = \begin{cases} \rho_w \beta S_0 (E - P) & z=0 \\ K_S \rho_w \beta \frac{\partial S}{\partial z} & z<0 \end{cases}$$

Za određivanje vremenske promjenjivosti svojstava T (temperature) i S (saliniteta) potrebno je naravno poznavati vrijednosti koeficijenata turbulentne izmjene toplove i soli u vodenom stubu, kao i na površini. Iz graničnog uslova na površini određujemo koeficijente izmjene K_H (K_S). Koeficijenti izmjene tek se u novije vrijeme mijere, a odnedavno i u Jadranu (Petrers i Orlić, 2005), pa mogu poslužiti i za potvrdu ovako izračunatih vrijednosti.

$$\left(K_T \frac{\partial T}{\partial z} \right)_0 = \frac{Q_{net}}{\rho c_p}$$

$$\left(K_S \frac{\partial S}{\partial z} \right)_0 = S(E - P)$$

Vremenske se promjene odabranih svojstava morske vode, uz pretpostavku vertikalno konstantnih iznosa koeficijenata izmjene toplove i soli, kao i aproksimacijom derivacije konačnim razlikama (npr. Stirlingovom metodom) mogu odrediti u svakom odabranom sloju u moru. Srednja temperatura (salinitet) sloja debljine h određuje se iz izmjerениh vrijednosti vertikalnim usrednjavanjem:

$$\langle P \rangle = \frac{1}{h_2 - h_1} \int_{-h_1}^{-h_2} P(z) dz; P = \begin{cases} T \\ S \end{cases}$$

Sezonska promjenjivost npr. temperature može se za neku dubinu z odrediti prilagođavanjem 2-harmonijske funkcije podacima koji su mjereni tokom dovoljno dugog vremenskog razdoblja kako bi se osigurala statistička klima.

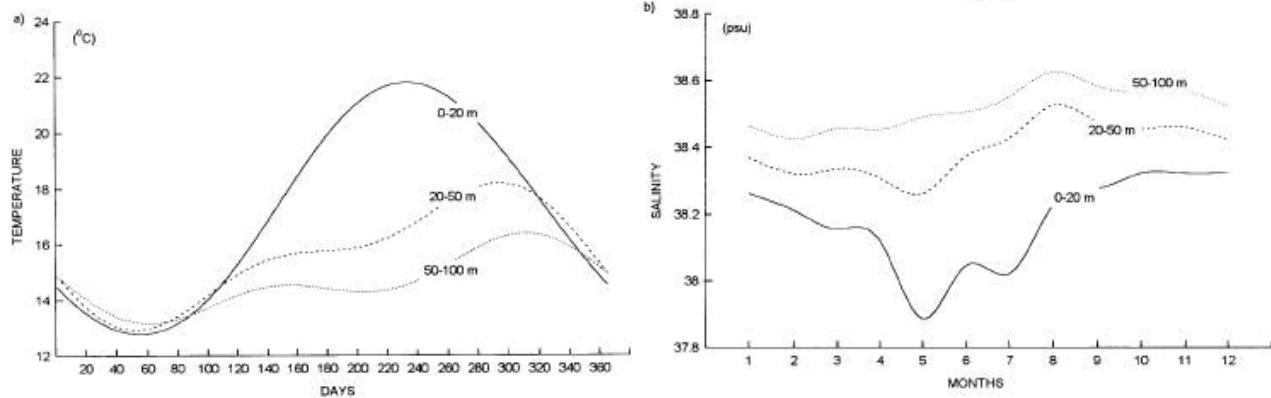
$$Y_z(t) = A_0 + A_1 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_1\right) + A_2 \sin\left(\frac{4\pi}{T}t + \varphi_2\right)$$

Vidljivo je da bez poznavanja stanja atmosfere nije moguće ni objašnjenje složene termohaline strukture obalnog područja i područja otvorenog mora. Uz dobru prostornu i vremensku pokrivenost mjerjenja temperature i saliniteta mogu se donositi zaključci o klimatskim termohalim osobinama nekog područja. Na kraju, sva monitoring istraživanja opisuju se u odnosu na srednja klimatska stanja što osigurava zaključke o trendovima u polju temperature i saliniteta kao podlozi za ekosistemski pristup.

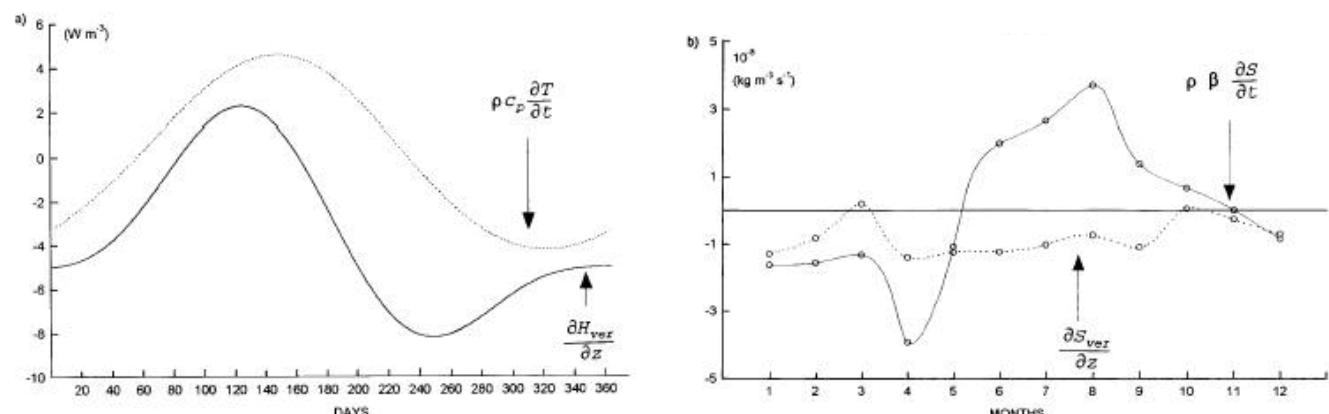
Primjer rješenja gornjih jednačina

Rješenje gornjih jednačina dato je za dugoročne nizove temperature i saliniteta na stanicama profila Split-Gargano. Određeni su srednji godišnji hodovi temperature i saliniteta (Slika 7.6), kao i udio horizontalnih i vertikalnih doprinosa ukupnoj sezonskoj promjenjivosti za svaku

unaprijed definisanu dubinu, odnosno sloj. Objektivnom analizom glavnih komponenata za ovaj su transek određena tri sloja u kojima se termohalina promjenjivost različito mijenja pod djelovanjem različitih procesa. Određena su tri sloja: površinski od 0-20 m; sloj 20-50 m i sloj od 50 m do dna. Uslovi na površini, odnosno poznavanje izmjena topote i vlage neophodni su za ova razmatranja. Služeći se jednačinama toplotne ravnoteže vremenska je promjenjivost topote izračunata tako da daje doprinos vertikalnih i horizontalnih procesa. Naime, uz poznavanje koeficijenata vertikalne izmjene, razlika između topote na vrhu i topote na dnu posmatranog sloja odgovorna je za dio topote koju sloj prima horizontalnim doprinosom, odnosno advekcijom. Koeficijent vertikalne izmjene topote minimalan je u martu, a maksimalan u decembru. Srednja vrijednost iznosi $(3,05 \pm 0,09) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{s}^{-1}$. Uz poznavanje koeficijenata te polazeći od gornjih jednačina moguće je odrediti topotu koju pojedini sloj primi vertikalnim i horizontalnim procesima.



Slika 7.6. Sezonska promjenjivost temperature i saliniteta na profilu Split-Gargano za 3 karakteristična sloja (Grbec, 1996)



Slika 7.7. Promjene topote i soli u sloju 0-20 m i udio vertikalnih procesa (razlika vertikalnog protoka topote, odnosno soli na vrhu i dnu sloja)

U ovom su sloju promjene toplove uzrokovane vertikalnim procesima (procesi izmjene atmosfera-more) značajne gotovo čitave godine. Od marta do maja promjenjivost toplove uzrokovana je vertikalnim procesima. Horizontalni procesi postaju značajni uspostavljanjem i trajanjem termokline od juna do septembra. Hlađenje je npr. manje nego što bi bilo kada bi se gledali samo vertikalni procesi. Razlika se pripisuje horizontalnim procesima koji strujanjem donose topliju vodu i na taj način doprinose povećanju toplove sloja iznad termokline. U jesen, nakon produbljenja termokline i njenog nestajanja, vertikalni procesi prevladavaju i postaju glavni faktor promjenjivosti toplove. I ovim se raspodjelama ističe važnost poznavanja procesa izmjene toplove i vlage na granici s atmosferom, odnosno opravdanost mjerjenja parametara koji ih određuju. U dubljim je slojevima takođe moguće sprovesti slična razmatranja. Tako u sloju 20-50 m promjena toplove ima dva maksimuma: u aprilu i septembru što se objašnjava činjenicom da je to sloj u kojemu se u proljeće stvara, a u jesen nestaje termoklina.

U sloju 0-20 m sličnim razmatranjem, primjenom gornjih jednačina na nizove saliniteta, određeni su vertikalni doprinosi soli, a potom upoređeni sa ukupnom promjenom soli. Neslaganja se uočavaju ljeti kada je ukupna promjena soli znatno veća nego što se to može pripisati vertikalnim doprinosom. Ljeti je, naime, u području srednjeg Jadrana prisutna ugrijana i lakša voda čiji se salinitet smanjuje advektivnim (horizontalnim) procesima. Od oktobra do maja vremenske promjene soli mogu se dobro opisati vertikalnim procesima, jer je to razdoblje kada nema znatnih horizontalnih procesa koji bi mijenjali sadržaj soli. U sloju 20-50 m (nije prikazano grafički)

ukupne vremenske promjene soli takođe su ljeti značajno veće nego promjene uzrokovane samo vertikalnim procesima. No, razlog tome je drugačiji od strujanja vode u površinskom sloju, a leži u činjenici da se ovaj sloj obogaćuje vodom iz južnog Jadrana advektivnim prenosom. U ostalom dijelu godine promjene soli su uglavnom posljedica vertikalnih procesa. Model se može primijeniti i na područja ako se raspolaže s dovoljno dugim nizovima podataka. Primjena ovoga jednostavnog modela omogućava da se klimatski odredi koji sloj je više podložan promjeni temperature (soli) zbog forsiranja iz atmosfere (vertikalni procesi), i u kojem dijelu godine, te kada je advektivni prijenos toplove i soli značajan. Na kraju, model daje osnovu za razmatranje dinamike vodenih masa u Jadranu u zavisnosti od stanja u Mediteranu (BiOS oscilacija/engl. Adriatic-Ionian Bimodal Oscillating System, BiOS). Cirkulacije Jadranskog mora sastoji se od tri glavna vrtloga: južnojadranski vrtlog (SAG), srednjejadranski vrtlog (MAG), i sjevernojadranski vrtlog (NAG), i od dvije glavne obalne struje: zapadnojadranska obalna struja (WAC) i istočnojadranska struja (EAC), kao i izlaznom strujom guste vode (DWOC). U Mediteranu, pod određenim uslovima cirkulacija vode je ciklonalna ili anticiklonalna, te u Jadran u pojedinim razdobljima ulazi voda iz istočnog, odnosno zapadnog Mediterana. Kontrola tog procesa događa se zimi. Tokom zimskog razdoblja, zbog hlađenja površine mora (djelovanje bure), na sjevernom i južnom Jadranu se stvaraju guste vodene mase, koje utiču na termohalinu cirkulaciju u istočnom Mediteranu. Stvaranje guste vode u Jadranu utiče i na Jadransko-jonsku bimodalnu oscilaciju, koja određuje termohaline karakteristike Jadrana. Više o tome može se naći u radovima Gačić, i sar. (2002), Civitarese i sar. (2010).



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 unaprjeđenje sprovodenja Protokola o integralnom upravljanju obalnog područja i pružanje podrške Programu integralnog praćenja i procjene stanja. Sprovodenjem projekta dopravljaće 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