

datum / ožujak 2022.

naručitelj / Golar Viking Management d.o.o., Zrinsko Frankopanska 64, 21 000 Split

naziv dokumenta / IZVJEŠĆE O PRAĆENJU STANJA OKOLIŠA ZA TERMINAL ZA UKAPLJENI
PRIRODNI PLIN NA OTOKU KRKU ZA 2021. GODINU





<i>Naručitelj</i>	Golar Viking Management d.o.o. Zrinsko Frankopanska 64, 21 000 Split
<i>Izvršitelj</i>	DVOKUT-ECRO d. o. o. Trnjanska 37, 10 000 Zagreb

<i>Naziv dokumenta:</i>	IZVJEŠĆE O PRAĆENJU STANJA OKOLIŠA ZA TERMINAL ZA UKAPLJENI PRIRODNI PLIN NA OTOKU KRKU
<i>Ugovor:</i>	U141-20
<i>Verzija:</i>	Izvješće za 2021. Rev. 2
<i>Datum:</i>	11. ožujka 2022.

<i>Voditelj:</i>	<i>dr. sc. Tomi Haramina</i> 
<i>Stručni suradnici:</i> <i>(zaposleni voditelji/suradnici stručnih poslova ovlaštenika)</i>	<i>Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.</i> <i>Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.</i> <i>Marijana Bakula, mag. ing. cheming.</i> <i>Mr.sc. Gordan Golja, mag.ing.cheming.</i>
<i>Ostali zaposleni stručni suradnici ovlaštenika:</i>	<i>Vanja Karpišek, mag. ing. cheming, univ. spec. oecoing.</i>
<i>Suradničke institucije:</i>	<i>Janolus d.o.o.</i> <i>Institut za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku</i> <i>Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije</i>
<i>Direktorica:</i>	<i>Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.</i> 





SADRŽAJ

1	UVOD	6
2	MJERNE METODE	7
2.1	ANALIZA SEDIMENTA	7
2.2	ANALIZA BAKRA U MORSKOJ VODI	9
2.3	ANALIZA OCEANOGRAFSKIH I BIOLOŠKIH PARAMETARA U MORSKOJ VODI.....	9
2.4	ANALIZA BAKTERIOPLANKTONA, FITOPLANKTONA I ZOOPLANKTONA U MORSKOJ VODI	11
2.5	STANJE MORSKIH STANIŠTA OBALNOG POJASA	12
2.6	TEMPERATURA MORA	13
3	REZULTATI PRAĆENJA STANJA OKOLIŠA	14
3.1	ANALIZA VODE	14
3.2	ANALIZA SEDIMENTA	16
3.3	BAKTERIOPLANKTON, FITOPLANKTON I ZOOPLANKTON.....	18
3.3.1	ZIMA	18
3.3.2	PROLJEĆE	25
3.3.3	LJETO.....	31
3.3.4	JESEN	36
4	STANJE MORSKIH STANIŠTA OBALNOG POJASA	43
5	TEMPERATURA MORA	47
5.1	TEMPERATURE NA SUSTAVU RASHLADNE VODE ZA SUSTAV ZA PROIZVODNNU ELEKTRIČNE ENERGIJE	47
5.2	TEMPERATURE NA SUSTAVU UPLINJAVANJA	49
5.3	TEMPERATURE NA MJERNIM PLUTAČAMA	50
6	ZAKLJUČAK	55
7	LITERATURA I PROPISI	58
8	PRILOZI	60
	PRILOG 1: SUGLASNOST ZA OBAVLJANJE STRUČNIH POSLOVA ZAŠTITE OKOLIŠA	60

POPIS TABLICA

Tablica 2-1: Metode određivanja koncentracija pojedinih tvari u sedimentu.....	7
Tablica 2-2: Metode određivanja pojedinih pokazatelja u stupcu morske vode.....	10
Tablica 3-1: Izmjerene vrijednosti prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari u sedimentu na tri postaje kroz četiri sezone. Narančastim su označene izmjerene vrijednosti koje prelaze granične vrijednosti za vrlo dobro stanje prema Bakke i sur. (2010.)	17
Tablica 3-2: Koncentracije (prosječna zastupljenost) odabranih elemenata u ppm (dio na milijun, mg/kg) u sedimentu iz luke Terminala za UPP u odnosu na druge lokacije u Jadranskom moru.	18
Tablica 4-1: Rezultati kod LNG terminala dobiveni direktnim pregledom (dobivena vrijednost) te EQR vrijednosti dobiveni odnosom dobivene vrijednosti, morfologije, nagiba obale te referentne vrijednosti.....	43
Tablica 4-2: Referentne vrijednosti koje se koriste za procjenu CARLIT boniteta za Jadransko more.....	43

POPIS GRAFIČKIH PRILOGA

Grafički prikaz 2-1: Točke za praćenje onečišćujućih tvari u sedimentu.	7
Grafički prikaz 2-2: Točke određivanja koncentracije bakra u vodi.	9
Grafički prikaz 2-3: Točke za praćenje oceanografskih i bioloških pokazatelja u stupcu vode.	10



Grafički prikaz 2-4: Točke za praćenje planktona.....	11
Grafički prikaz 2-5: Lokacija mjernih plutača.....	13
Grafički prikaz 3-1: Zasićenje kisikom po sezonomama i postajama. Zelena i crvena crtkana linija predstavljaju donju i gornju graničnu vrijednost za vrlo dobro ili referentno stanje.....	14
Grafički prikaz 3-2: Koncentracija ukupnog dušika na površini i na dnu po postajama i sezonomama.....	15
Grafički prikaz 3-3: Koncentracije bakra po postajama i sezonomama.....	15
Grafički prikaz 3-4: Vertikalna raspodjela heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	19
Grafički prikaz 3-5: Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od 20 µm na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	19
Grafički prikaz 3-6: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine.....	20
Grafički prikaz 3-7: Vertikalna raspodjela dijatomeja na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	21
Grafički prikaz 3-8: Vertikalna raspodjela dinoflagelata na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	21
Grafički prikaz 3-9: Vertikalna raspodjela kokolitoforida na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	22
Grafički prikaz 3-10: Vertikalna raspodjela golih trepetljikaša (ciliati) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	23
Grafički prikaz 3-11: Vertikalna raspodjela tintinida (lorikatni cilati) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	23
Grafički prikaz 3-12: Vrijednosti mikrozooplanktona (>50 µm) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine.....	24
Grafički prikaz 3-13: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine.....	25
Grafički prikaz 3-14: Vertikalna raspodjela heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	26
Grafički prikaz 3-15: Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od 20 µm na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	26
Grafički prikaz 3-16: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine.....	27
Grafički prikaz 3-17: Vertikalna raspodjela dinoflagelata na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	28
Grafički prikaz 3-18: Vertikalna raspodjela dijatomeja na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	28
Grafički prikaz 3-19: Vertikalna raspodjela kokolitoforida na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	29
Grafički prikaz 3-20: Vrijednosti mikrozooplanktona (>50 µm) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u lipnju 2021. godine.....	30
Grafički prikaz 3-21: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u lipnju 2021. godine.....	30
Grafički prikaz 3-22: Vertikalna raspodjela heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	31
Grafički prikaz 3-23: Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od 20 µm na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	32
Grafički prikaz 3-24: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine. Površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	33
Grafički prikaz 3-25: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti mikrofitoplanktona i nanofitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine: površinski slojevi (A), srednji slojevi (B) i pridneni slojevi (C).....	33
Grafički prikaz 3-26: Vertikalna raspodjela kokolitoforida na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	34
Grafički prikaz 3-27: Vertikalna raspodjela kriptofita i zelenih flagelata na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine: površinski slojevi (A), srednji slojevi (B) i pridneni slojevi (C).....	34
Grafički prikaz 3-28: Vrijednosti mikrozooplanktona (>50 µm) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine.....	35



Grafički prikaz 3-29: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine.....	36
Grafički prikaz 3-30: Vertikalna raspodjela heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	37
Grafički prikaz 3-31: Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od 20 μm na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	38
Grafički prikaz 3-32: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine. Površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	39
Grafički prikaz 3-33: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti mikrofitoplanktona (plavi stupići) i nanofitoplanktona (smeđi stupići) na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine: površinski slojevi (A), srednji slojevi (B) i pridneni slojevi (C).....	39
Grafički prikaz 3-34: Vertikalna raspodjela kokolitoforda na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.....	40
Grafički prikaz 3-35: Vrijednosti mikrozooplanktona ($>50 \mu\text{m}$) na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine.....	41
Grafički prikaz 3-36: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine.....	42
Grafički prikaz 4-1: Grafički prikaz dobivenog boniteta na i u blizini LNG terminala.....	44
Grafički prikaz 5-1: Temperature (dnevni srednjaci) ulazne i izlazne vode u rashladnom sustavu.....	48
Grafički prikaz 5-2: Razlike dnevnih srednjaka temperature izlazne i ulazne vode u rashladni sustav.....	48
Grafički prikaz 5-3: Dnevni srednjaci na ulazima i izlazima iz jedinica za uplinjavanje UPP-a.....	49
Grafički prikaz 5-4: Razlika temperatura na ulazu i izlazu sustava za uplinjavanje UPP-a, na sve tri jedinice.....	50
Grafički prikaz 5-5: Temperature na mjernoj plutači BFI_1.....	51
Grafički prikaz 5-6: Temperature na mjernoj plutači BFI_2.....	51
Grafički prikaz 5-7: Temperature na referentnoj mjernoj plutači.....	52
Grafički prikaz 5-8: Temperatura na 3 m dubine na mjernim plutačama.....	52
Grafički prikaz 5-9: Temperatura u srednjem sloju (BFI_1 i BFI_2 na 10 m, Referentna na 15 m).....	53
Grafički prikaz 5-10: Temperatura u donjem sloju (BFI_1 i BFI_2 na 15 m, Referentna na 40 m).....	53
Grafički prikaz 5-11: Razlika u temperaturi u odnosu na referentnu postaju, na dubini 3 m.....	54
Grafički prikaz 5-12: Razlika u temperaturi u odnosu na referentnu postaju, u srednjem sloju.....	54
Grafički prikaz 5-13: Razlika u temperaturi u odnosu na referentnu postaju, u donjem sloju.....	55





1 UVOD

Za izmjenu zahvata prihvatnog terminala za ukapljeni prirodni plin u Općini Omišalj na otoku Krku uvođenjem faze plutajućeg terminala za prihvat, skladištenje i uplinjavanje UPP-a Rješenjem Ministarstva zaštite okoliša i energetike o prihvatljivosti zahvata za okoliš, KLASA: UP/I 351-03/17-02/74, URBROJ: 517-06-2-1-1-18-16 od 11. travnja 2018. (dalje u tekstu: Rješenje) propisana je provedba programa praćenja stanja okoliša. Na osnovi predmetnog Rješenja Naručitelj, Golar Viking Management d.o.o., kao operator FSRU broda LNG Croatia, definirao je projektni zadatak za praćenje stanja okoliša tijekom rada Terminala za ukapljeni prirodni plin.

Praćenje stanja okoliša provodi se prema Programu praćenja stanja okoliša definiranim Rješenjem, a ovo Izvješće odnosi se na četiri mjerena, po jedno u svakoj sezoni, provedena tijekom prethodne godine i obuhvaćaju:

1. Uzorkovanje sedimenata na 3 lokacije u području utjecaja FSRU broda te određivanje udjela bakra, cinka, nikla i policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u sedimentu;
2. Uzorkovanje i određivanje koncentracije bakra u morskoj vodi na 2 mjesta u području utjecaja FSRU broda i jednoj referentnoj postaji;
3. Praćenje oceanografskih i bioloških pokazatelja: temperatura, slanost, kisik, hranjive soli, bakteriplankton, fitoplankton, zooplankton na području lokacije FSRU broda, na području uvale Sapan i izabrane referentne postaje.

U skladu s metodologijom, u proljeće je provedena analiza stanja morskih staništa obalnog pojasa CARLIT metodom.

Dodatno, naručitelj provodi kontinuirana mjerena temperature, i to:

- a. rashladne vode za sustav za proizvodnju električne energije,
- b. vode korištene u sustavu uplinjavanja UPP-a,
- c. u vodenom stupcu na 3 postaje – dvije na 200 m od FSRU broda i jednoj referentnoj na većoj udaljenosti (Srednja vrata).

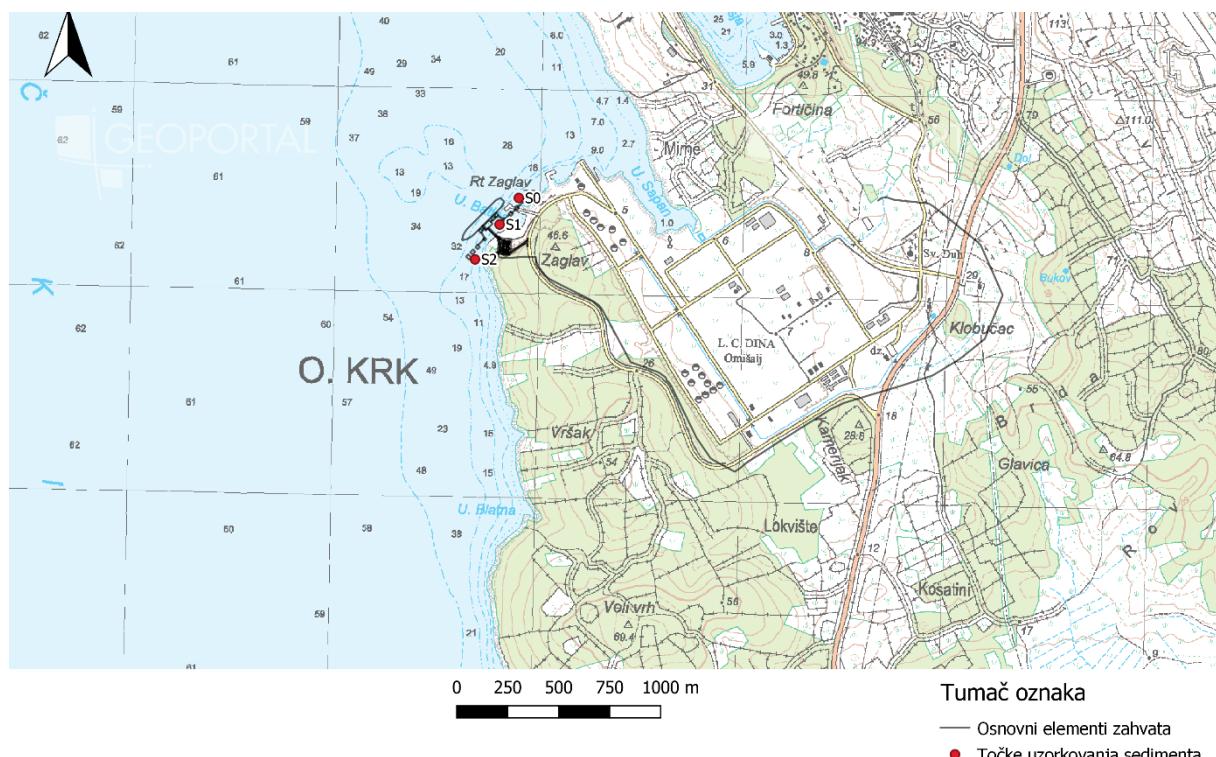
Na osnovi, od nositelja zahvata dostavljenih podataka o gore navedenim temperaturama, provedena je analiza utjecaja zahvata na temperaturu mora.



2 MJERNE METODE

2.1 ANALIZA SEDIMENTA

Sediment je uzorkovan na 3 postaje na području Terminala za UPP (Grafički prikaz 2-1).



Grafički prikaz 2-1: Točke za praćenje onečišćujućih tvari u sedimentu.

U sedimentu je analizirano prisustvo sljedećih prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari: bakar, nikal, cink, naftalen, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, krizen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i)perilen, indeno(1,2,3cd)piren. Nakon uzorkovanja, uzorak je sušen na 40 °C. Za analizu policikličkih aromatskih ugljikovodika uzorak je prosijan kroz sito promjera 2 mm, a za analizu metala uzorak je prosijan kroz sito promjera 0,5 mm.

Metode određivanja koncentracija pojedinih tvari u sedimentu prikazane su u sljedećoj tablici (Tablica 2-1).

Tablica 2-1: Metode određivanja koncentracija pojedinih tvari u sedimentu.

Pokazatelj	Metoda	Mjerna jedinica
Bakar	Vlastita metoda M 144-200, Izdanje 1, 15.11.2019.	mg/kg s.t.
	Modificirana metoda HRN ISO 8288:1998	
	Modificirana metoda HRN EN ISO 15586:2008	
Nikal	Vlastita metoda M 144-200, Izdanje 1, 15.11.2019.	mg/kg s.t.
	Modificirana metoda HRN ISO 8288: 1998	

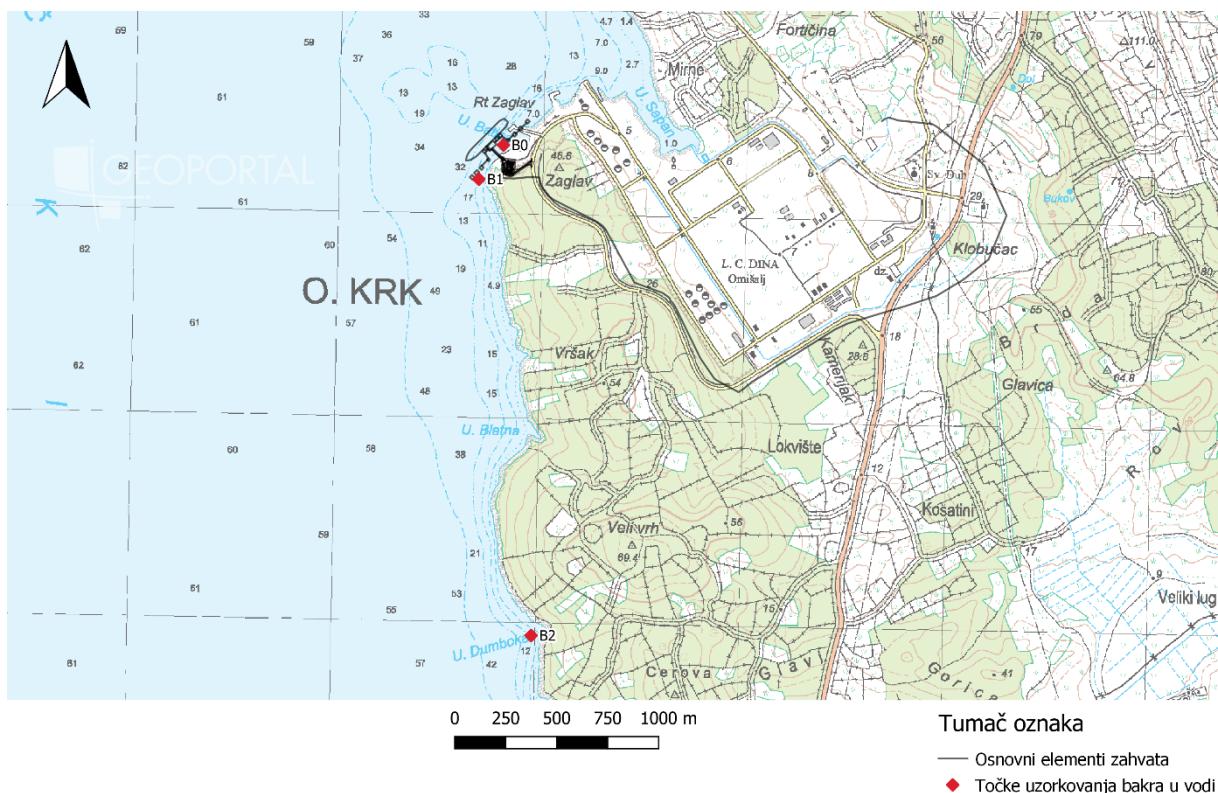
Pokazatelj	Metoda	Mjerna jedinica
Cink	Modificirana metoda HRN EN ISO 15586:2008 Vlastita metoda M 144-200, Izdanje 1, 15.11.2019. Modificirane metoda HRN ISO 8288:1998 Modificirana metoda HRN EN ISO 15586:2008	mg/kg s.t.
Naftalen	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869*	µg/kg s.t.
Acenaftilen	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Acenaften	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Fluoren	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Fenantren	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Antracen	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Fluoranten	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Piren	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Benzo(a)antracen	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Krizen	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Benzo(b)fluoranten	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg S.t.
Benzo(k)fluoranten	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Benzo(a)piren	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg S.t.
Dibenzo(a,h)antracen	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A. Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	µg/kg s.t.
Benzo(g,h,i)perilen	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019.	µg/kg s.t.



Pokazatelj	Metoda	Mjerna jedinica
	LC Varian Application Note, Number 7; A.Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-869	
Indeno(1,2,3cd)piren	Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. LC Varian Application Note, Number 7; A.Alebić-Juretić, Marine Pollut Bull, 2011, 863-86	µg/kg s.t.

2.2 ANALIZA BAKRA U MORSKOJ VODI

Koncentracija bakra u stupcu morske vode analizirana je na dvije postaje na području luke i jednoj referentnoj postaji (Grafički prikaz 2-2), na svakoj postaji na površini i pri dnu.



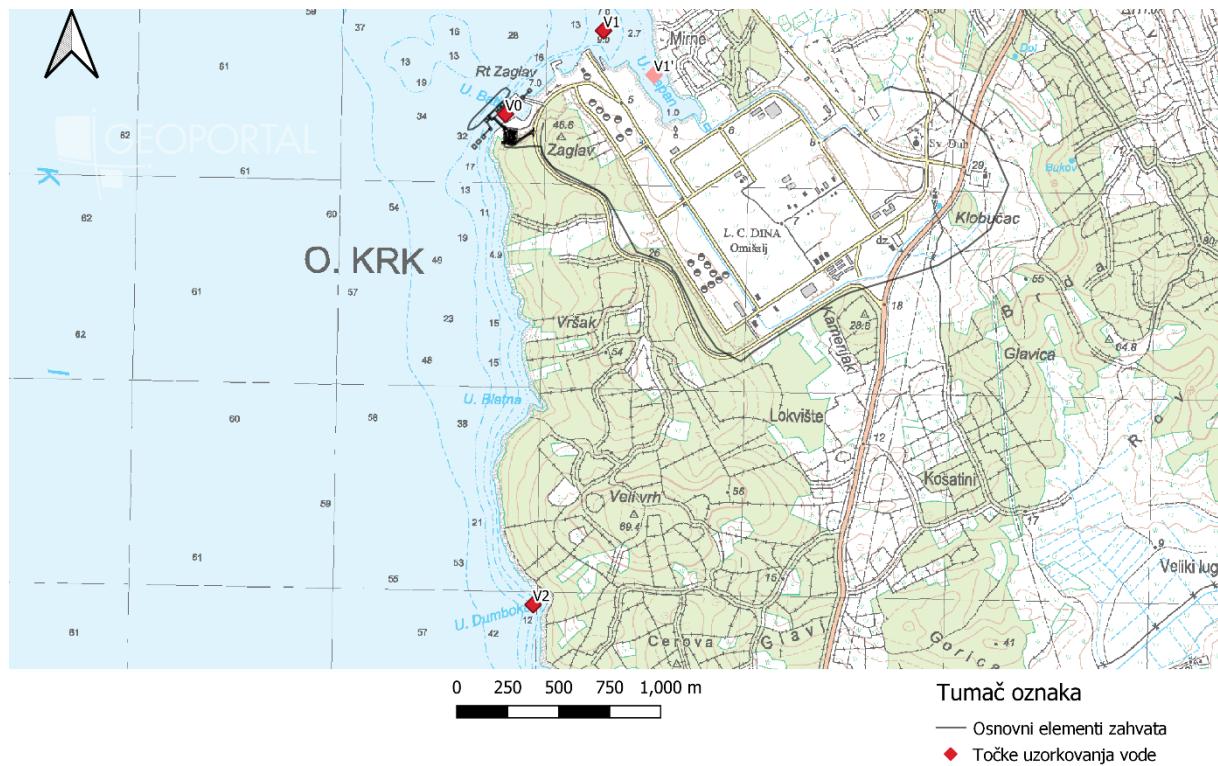
Grafički prikaz 2-2: Točke određivanja koncentracije bakra u vodi.

Za određivanje koncentracija bakra u vodi korištena je metoda HR EN ISO 17294-2:2016.

2.3 ANALIZA OCEANOGRAFSKIH I BIOLOŠKIH PARAMETARA U MORSKOJ VODI

Analiza oceanografskih i bioloških parametara u morskoj vodi provedena je na tri postaje: na području lokacije FSRU broda, na području uvale Sapan i izabrane referentne postaje. Nakon prvog monitoringa u prosincu 2020. utvrđeno je da je predviđena točka u uvali Sapan (V1' na Grafički prikaz 2-3, odn. P1'

na Grafički prikaz 2-4; radi se o istim postajama) preplitka za kvalitetnu analizu planktona te je u narednim mjerjenjima točka za monitoring pomaknuta na područje s većom dubinom (točka V1 na Grafički prikaz 2-3).



Grafički prikaz 2-3: Točke za praćenje oceanografskih i bioloških pokazatelja u stupcu vode.

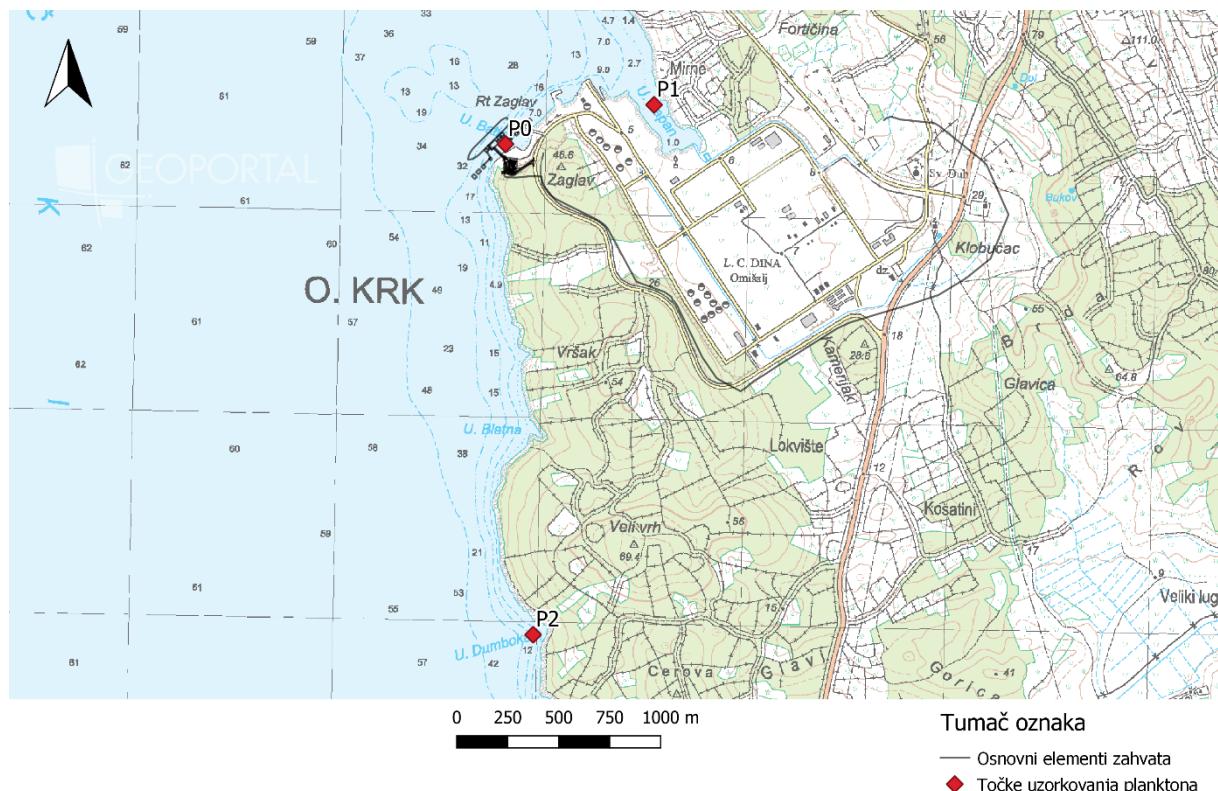
Metode korištene za određivanje pojedinih pokazatelja prikazane su u sljedećoj tablici (Tablica 2-2).

Tablica 2-2: Metode određivanja pojedinih pokazatelja u stupcu morske vode.

Pokazatelj	Metoda	Mjerna jedinica
Temperatura vode	SM 23rd Ed.2017.2550 B	°C
Salinitet	SM 23rd Ed.2017. 2520 B	psu
Otopljeni kisik	HRN EN 25813:2003	mg/L
Zasićenje kisikom	ISO 5813-1983(E)	%
Fosfati	HRN EN ISO 6878:2008	µg P/L
Ukupni fosfor	Method of Seawater Analysis; 3rd, Completely Revised and Extended Ed.(1998) Method 10.2.13	mg P/L
Ukupni dušik	HRN EN 12260:2008	mg N/L

2.4 ANALIZA BAKTERIOPLANKTONA, FITOPLANKTONA I ZOOPLANKTONA U MORSKOJ VODI

Koncentracije bakterioplanktona, fitoplanktona i zooplanktona određene su u stupcu morske vode na istim lokacijama na kojima su određeni ostali biološki parametri (Grafički prikaz 2-4). Kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, nakon prvog monitoringa u prosincu 2020. utvrđeno je da je predviđena točka u uvali Sapan (P1' na Grafički prikaz 2-4, odn. V1' na Grafički prikaz 2-3; radi se o istim postajama) preplitka za kvalitetnu analizu planktona te je u narednim mjeranjima točka za monitoring pomaknuta na područje s većom dubinom (točka P1 na Grafički prikaz 2-4).



Grafički prikaz 2-4: Točke za praćenje planktona.

U nastavku su opisane metode analize planktona.

Bakterioplankton

Gustoća populacija bakterioplanktona određena je direktnom metodom uz pomoć epifluorescentne mikroskopije (Hobbie et al 1977). Uzorci su od uzorkovanja do obrade pohranjeni na tamnom mjestu u hladnjaku na temperaturi oko 5 °C.

Za bojanje je korištena 0,01% vodena otopina akridin oranža (C.I. 46005, Sigma) profiltrirana kroz 0,2 µm membranski filter (Millipore). Sub-uzorci (10 ml) bojani su s otopinom akridin oranža (1 ml) 5 minuta, a zatim su profiltrirani kroz crni polikarbonatni filter (Nuclepore Corporation ; promjer filtera 25 mm, promjer pora 0,2 µm). Destilirana voda koja je profiltrirana kroz 0,2 µm membranski filter (Millipore) je korištena za ispiranje vakumskog lijevka nakon filtriranja svakog uzorka. Filtriranje uzorka je izvršeno uz tlak manji od 34 kPa. Kao pred-filter za nukleoporni filter korišten je membranski filter (Millipore) promjera pora od 0,45 µm. Nakon filtriranja vlažan filter je prenesen na kap imerzionog ulja



koje ne fluorescira (Cargille, Type A) na predmetnom stakalcu. Na filter je stavljen kap imerzionog ulja, pokrovica i ponovno kap imerzionog ulja.

Stanice bakterija su brojane pod ukupnim povećanjem 1500 puta pomoću Zeiss JENALUMAR fluorescentnog mikroskopa. Brojano je najmanje 200 bakterijskih stanica koje fluoresciraju zeleno u slučajno odabranim vidnim poljima. Usporedo s brojanjem heterotrofnih bakterijskih stanica brojane su i autotrofne koje uključuju cijanobakterije te autotrofne i miksotrofne flagelate do 2 μm veličine stanica.

Fitoplankton

Sastav i brojnost fitoplanktonskih zajednica utvrđeni su prema Utermöhlovoj metodi (Utermöhl 1958). Uzorci vode (250 ml) prikupljeni su Niskin crpcem i konzervirani formaldehidom do konačne koncentracije 2% otopine formaldehid-morska voda. Pod-uzorci od 25 ml smještali su se u komore za sedimentiranje najmanje 24 sata. Brojanje stanica je izvedeno na inverznom mikroskopom s uvećanjima od $100 \times$, $200 \times$ i $400 \times$, ovisno o veličini vrsta.

Mikrozooplankton

Trepetljikaši - ciljati (Ciliophora)

Metode sakupljanja, pripreme i analize uzoraka za ovu skupinu zooplanktona identične su kao za fitoplankton. Obuhvatili su najvećim dijelom heterotrofne jednostanične organizme veličine manje od 50 μm .

Mikro-metazoi

Ovoj frakciji mikrozooplanktona pripadaju razvojni stadiji zooplanktonskih organizama te adulti koji su veći od 50 μm , a manji od 200 μm . Uzorci su sakupljeni planktonskom mrežom finoće tkanja 50 μm , vertikalnim potezima od dna do površine, te analizirani na inverznom stereomikroskopu. Rezultati su prikazani brojem jedinki po m^{-3} .

Mezozooplankton

Uzorci mezozooplanktona sakupljeni su vertikalnim potezima planktonskom mrežom finoće tkanja 200 μm te analizirani na stereomikroskopu iz povećanje od 100x. Rezultati su prikazani brojem jedinki po m^3 .

2.5 Stanje morskih staništa obalnog pojasa

Stanje morskih staništa obalnog pojasa procijenjeno je CARLIT metodom. Metoda CARLIT (Kartiranje litoralnih zajednica ili *Cartography of littoral rocky-shore communities*) obuhvaća kartiranje zajednica makroalgi u mediolitoralu i gornjem infralitoralu te obradu prikupljenih podataka pomoću geografskog informacijskog sustava (GIS) (prema Ballesteros i sur., 2007). CARLIT omogućuje precizno prostorno definiranje kakvoće voda u GIS prikazu. Rezultat metode CARLIT je karta zajednica makroalga u GIS sučelju što omogućuje bolju i sigurniju procjenu stanja voda, te pojednostavljuje upravljanje vodnim tijelima. S operativnog gledišta CARLIT je metoda koja se zasniva na pregledavanju obalnog pojasa gumenom brodicom i na bilježenju pojave i abundacije dominantnih zajednica makroalgi u gornjem infralitoralu duž hridinaste obale. Prema literaturi i eksperimentalnim radovima je utvrđeno da su zajednice algi u gornjem infralitoralu osjetljivije na promjene u okolišu. Tako npr. naselja roda *Cystoseira* u čistim područjima su dobro razvijena (tvoreći homogena naselja), dok u područjima pod umjerenim opterećenjem i antropogenim utjecajem prelaze u zajednice u kojima dominiraju tolerantne i oportunističke vrste (npr. vapnena alga *Corallina elongata* i rod *Ulva*). Tipična sezonalnost



u makroalgi uzrokuje da se u tom pojasu makroalge iznimno dobro razvijaju u proljeće. Ta sezonalnost čini proljeće najbolje vrijeme za određivanje kakvoće mora. Zato se na području cijelog Mediterana CARLIT metoda primjenjuje od travnja do lipnja (prema Ballesteros i sur., 2007). Također i u prilagodbi CARLIT metode za istočni dio Jadranskog mora (Nikolić i sur., 2013) te u opisu načina detaljnog kartiranja obale (Marasović i sur., IR 2013) stoji da se kartiranje primjenjuje jedino u proljeće.

2.6 TEMPERATURA MORA

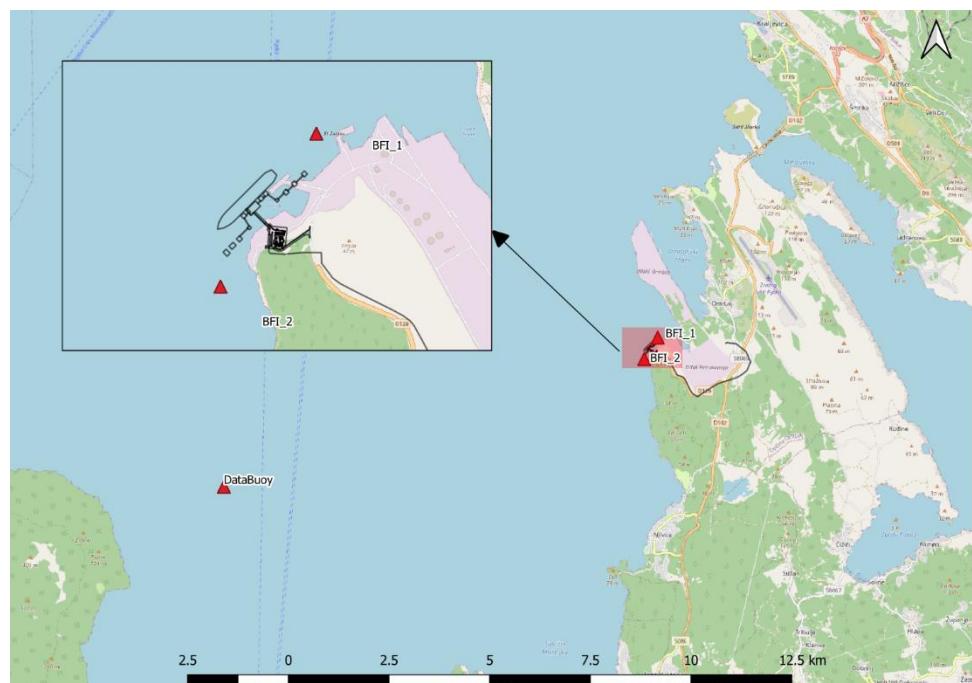
Temperatura mora mjeri se na:

- a. sustavu rashlađivanja jedinice za proizvodnju električne energije,
- b. sustavu uplinjavanja UPP-a,
- c. u vodenom stupcu na 3 postaje – dvije na 200 m od FSRU broda i jednoj referentnoj na većoj udaljenosti (Srednja vrata).

Na sustavu rashlađivanja jedinice za proizvodnju električne energije temperatura se mjeri na ulazu i izlazu iz sustava. Rješenjem je propisano da razlika temperature vode na izlazu i ulazu ne smije prelaziti 10°C . Analizirani su podaci dostavljeni od naručitelja koji predstavljaju dnevne srednjake vrijednosti temperaturu na navedenim točkama.

Sustav za uplinjavanje UPP-a sastoji se od tri jedinice. Temperatura se mjeri na svakoj jedinici na ulazu u sustav uplinjavanja i izlazu iz sustava. Rješenjem je propisano da razlika temperatura vode na ulazu i izlazu iz svake jedinice ne smije prelaziti 7°C . Analizirani su podaci dostavljeni od naručitelja koji predstavljaju dnevne srednjake izmjereneh temperaturu.

U vodenom stupcu temperatura se mjeri na tri postaje (mjerne plutače), na svakoj postaji na tri dubine. Dvije postaje nalaze se na oko 200 m od FSRU broda, a treća je referentna i nalazi se u Srednjim vratima (Grafički prikaz 2-5).



Grafički prikaz 2-5: Lokacija mjernih plutača.

Koordinate plutača u HTRS sustavu su:



Ime	E	N
BFI_1	345745.6	5008854
BFI_2	345411.6	5008321
DataBuoy (referentna)	334967.1	5005146

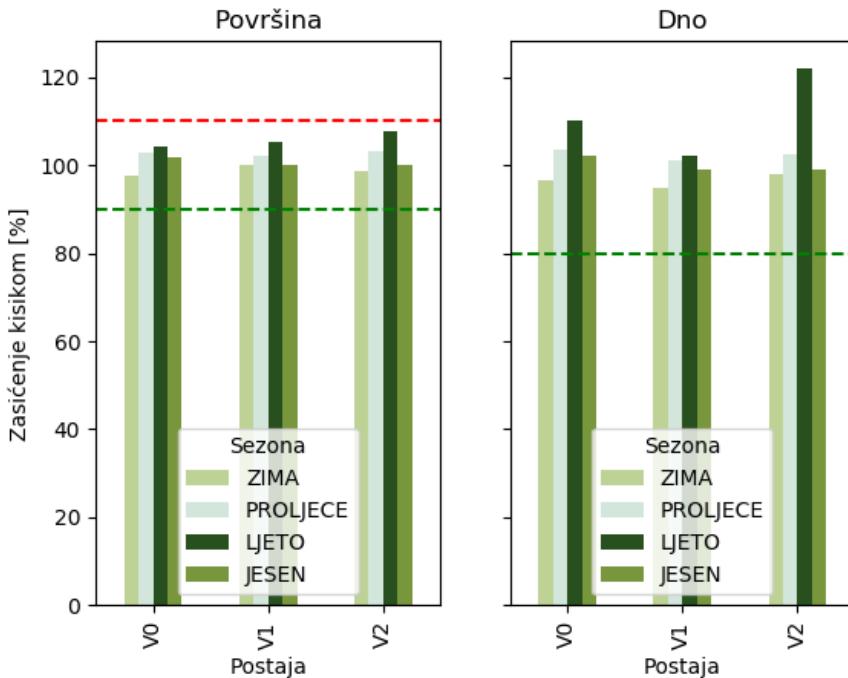
3 REZULTATI PRAĆENJA STANJA OKOLIŠA

Prema Programu praćenja stanja okoliša praćenje se provodi četiri puta godišnje, po jednom u svakoj sezoni. Mjerenja obrađena u ovom Izvještaju provedena su: u prosincu 2020. (zima), svibnju 2021. (proljeće), kolovozu 2021. (ljeto) i listopadu 2021. (jesen).

3.1 ANALIZA VODE

Rezultati praćenja ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske elemente kakvoće i specifičnu onečišćujuću tvar, spoj bakra, uspoređeni su s propisanim graničnim vrijednostima sukladno Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 96/19).

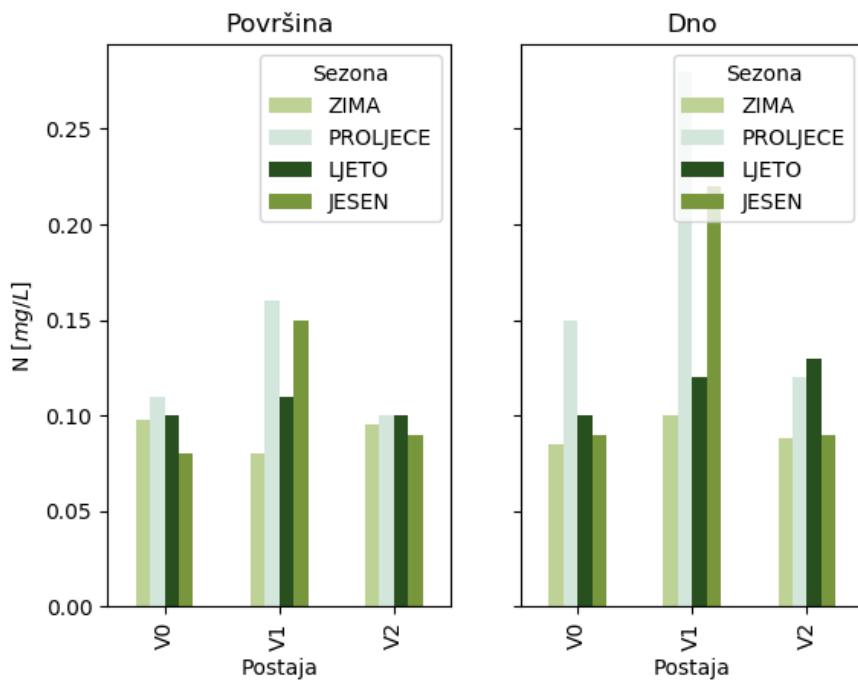
Prema Uredbi o standardu kakvoće voda, uvjet za vrlo dobro ili referentno ekološko stanje s obzirom na zasićenje kisikom je da vrijednosti zasićenja kisikom budu između 90 % i 110 % na površini, odn. više od 80 % pri dnu. Vrijednosti zasićenja kisikom zadovoljavale su u svim mjerjenjima uvjete za vrlo dobro ili referentno ekološko stanje priobalnih voda (Grafički prikaz 3-1).



Grafički prikaz 3-1: Zasićenje kisikom po sezonomama i postajama. Zelena i crvena crtkana linija predstavljaju donju i gornju graničnu vrijednost za vrlo dobro ili referentno stanje.

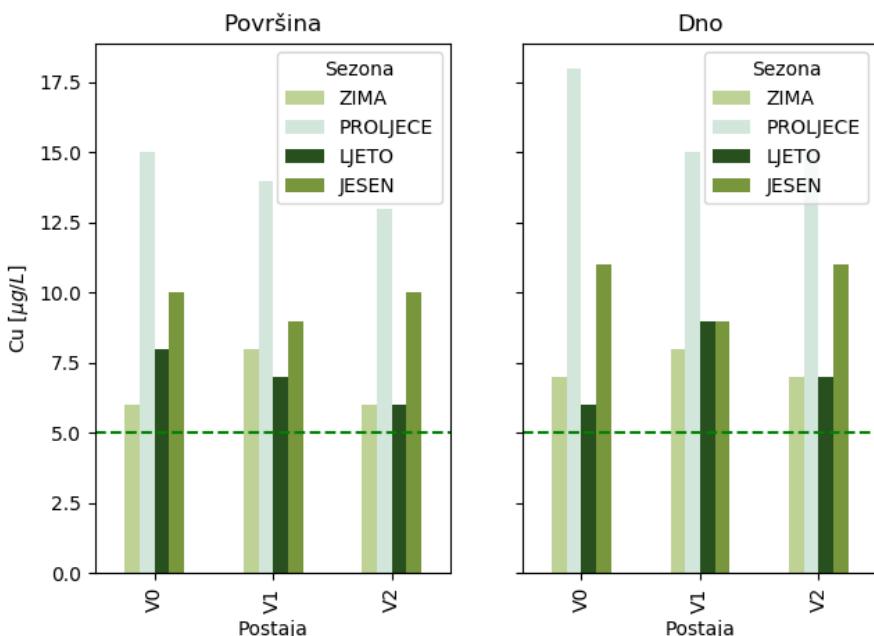
Ekološko stanje s obzirom na utvrđene koncentracije ukupnog fosfora i fosfata je vrlo dobro ili referentno za sva provedena mjerenja. Ukupni dušik poprimao je vrijednosti od 0,08 mg/L do 0,28 mg/L. Za ukupni dušik nisu definirane granične vrijednosti za ekološko stanje, ali usporedbom s

referentnom točkom (V2) vidi se da su na postaji u LNG luci (V1) u proljeće i u jesen vrijednosti bile otprilike dvostruko više nego na referentnoj postaji (Grafički prikaz 3-2).



Grafički prikaz 3-2: Koncentracija ukupnog dušika na površini i na dnu po postajama i sezonama.

Koncentracija bakra u stupcu vode prelazi graničnu vrijednost za prosječnu godišnju koncentraciju (5 µg/L) te s obzirom na ovu specifičnu onečišćujuću tvar voda nije u dobrom stanju. Ove povišene vrijednosti bakra u stupcu vode zabilježene su i na referentnoj točki, na kojoj su vrijednosti usporedive s onima u uvali Sapan i u LNG luci.



Grafički prikaz 3-3: Koncentracije bakra po postajama i sezonama.



3.2 ANALIZA SEDIMENTA

Budući da za kakvoću sedimenta nisu propisane granične vrijednosti prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari kao što je to slučaj za vodu i biotu sukladno Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 96/19), izmjerene vrijednosti uspoređene su s kriterijima koje su u Norveškoj predložili Bakke i suradnici (2010).

Prema Bakke i sur. kakvoća sedimenata je razvrstana u pet klasnih kategorija pri čemu su prve dvije – vrlo dobra i dobra, te što se tiče stanja okoliša, smatrane dobrom i/ili zadovoljavajućom, dok su III, IV i V smatrane nezadovoljavajućom jer se u tom rasponu koncentracija mogu očekivati toksični učinci.

Izmjerene koncentracije prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari u sedimentima razvrstane prema Bakke i sur. navedene su u tablici u nastavku.

Kao što je vidljivo iz Tablica 3-1 većina vrijednosti zadovoljava uvjet za vrlo dobro stanje, a sve izmjerene vrijednosti su ispod granične vrijednosti za dobro stanje.



Tablica 3-1: Izmjerene vrijednosti prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari u sedimentu na tri postaje kroz četiri sezone. Narančastim su označene izmjerene vrijednosti koje prelaze granične vrijednosti za vrlo dobro stanje prema Bakke i sur. (2010.).

Pokazatelj	Mjerna jedinica	ZIMA			PROLJEĆE			LJETO			JESEN			Maks. izmjerena vrijednost	Standard kakvoće*	
		S0	S1	S2	S0	S1	S2	S0	S1	S2	S0	S1	S2		Vrlo dobro	Dobro
Bakar	mg/kg s.t.	15	15	9.1	19	7.7	11	16	15	21	21	8.2	12	21	<35	35-51
Nikal	mg/kg s.t.	34	33	16	31	24	25	17	15	22	24	7.1	17	34	<30	30-46
Cink	mg/kg s.t.	56	46	29	63	20	31	37	34	59	72	22	44	72	<150	150-360
Nafalen	µg/kg s.t.	<1.00	<1.00	3.05	4.31	7.29	6.17	2.95	1.09	<1.00	2.15	<1.00	<1.00	7.29	<2	2-290
Acenaftilen	µg/kg s.t.	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	0	<1.6	1.6 - 33
Acenaften	µg/kg S.t.	<1.00	<1.00	<1.00	1.04	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	4.43	<1.00	<1.00	<1.00	4.43	<4.8	2.4-160
Fluoren	µg/kg s.t.	<1.00	1.04	<1.00	1.46	1.26	1.44	1.49	<1.00	5.23	<1.00	<1.00	<1.00	5.23	<6.8	6.8-260
Fenantron	µg/kg s.t.	2.55	5.86	7.7	5.37	4.95	6.05	8.68	4.26	24.9	<1.00	3.16	1.1	24.9	<6.8	6.8-500
Antracen	µg/kg s.t.	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	1.68	<1.00	<1.00	<1.00	1.68	<1.2	1.2-31
Fluoranten	µg/kg s.t-	2.27	4.54	9.12	<2.00	<2.00	<2.00	7.63	3.06	30.3	<2.00	<1.01	<2.00	30.3	<8	8-170
Piren	µg/kg s.t.	2.13	3.18	8.94	1.1	<1.00	1.25	5.71	2.5	17.7	<1.00	<1.02	<1.00	17.7	<5.2	5.2-280
Benzo(a)antracen	µg/kg s.t.	<1.00	<1.00	3.32	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	1.5	<1.00	<1.00	<1.03	<1.00	3.32	<3.6	3.6-60
Krizen	µg/kg s.t.	1.66	<1.00	3.14	<1.00	<1.00	<1.00	1.04	1.77	<1.00	<1.00	<1.04	<1.00	3.14	<4.4	4.4-280
Benzo(b)fluoranten	µg/kg s.t.	1.4	<1.00	7.1	<1.00	<1.00	<1.00	1.16	2.63	<1.00	<1.00	<1.05	<1.00	7.1	<46	46-240
Benzo(k)fluoranten	µg/kg s.t.	<1.00	<1.00	3.31	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.06	<1.00	3.31	<210	
Benzo(a)piren	µg/kg s.t.	<1.00	<1.00	1.38	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	1.14	<1.00	<1.00	<1.07	<1.00	1.38	<6	6-420
Dibenzo(a,h)antracen	µg/kg s.t.	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.08	<1.00	0	<12	12-590
Benzo(g,h,i)perilen	µg/kg s.t.	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.09	<1.00	0	<18	18-21
Indeno(1,2,3cd)piren	µg/kg s.t.	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.10	<1.00	0	<20	20-47

*prema i Bakke i sur. (2010)



Dodatno, u tablici niže (Tablica 3-2) prikazana je usporedba maksimalnih izmjerenih koncentracija bakra, nikla i cinka u sedimentu kod Terminala za ukapljeni prirodni plin u Omišlju s nekoliko karakterističnih literarnih vrijednosti za onečišćeni i ne-onečišćeni sediment.

Tablica 3-2: Koncentracije (prosječna zastupljenost) odabranih elemenata u ppm (dio na milijun, mg/kg) u sedimentu iz luke Terminala za UPP u odnosu na druge lokacije u Jadranskom moru.

Element	Najviša izmjerena koncentracija u sedimentu u luci Terminala za UPP u Omišlju	Koncentracija u sedimentima sjevernog Jadrana (ppm; Dolenec i dr., 1998)	Koncentracija u sedimentu luke Rijeka (ppm; Cukrov i dr., 2011)	Koncentracija u sedimentu otvorenog mora ispred Ancone (ppm; Ianni i dr., 2000)
Cu	21	4,1-33,4	30,6-207	8,40-21,5
Zn	72	29-167	50-743	56,6-106
Ni	34	19-86	54,8-110	/

Iz gornje tablice vidljivo je da su čak i maksimalne izmjerene koncentracije unutar granica koncentracija izmjerenih u neonečišćenim sedimentima sjevernog Jadrana.

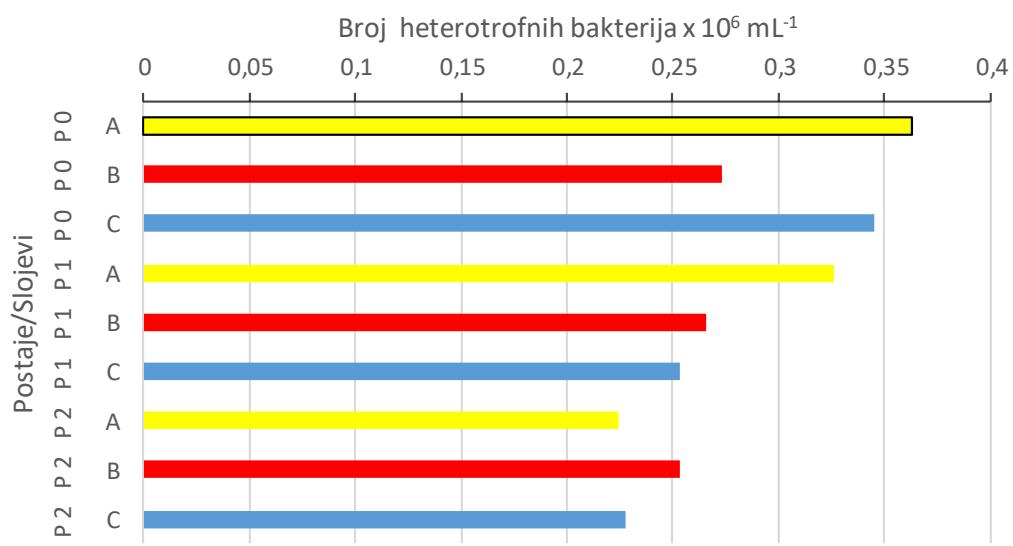
3.3 BAKTERIOPLANKTON, FITOPLANKTON I ZOOPLANKTON

3.3.1 ZIMA

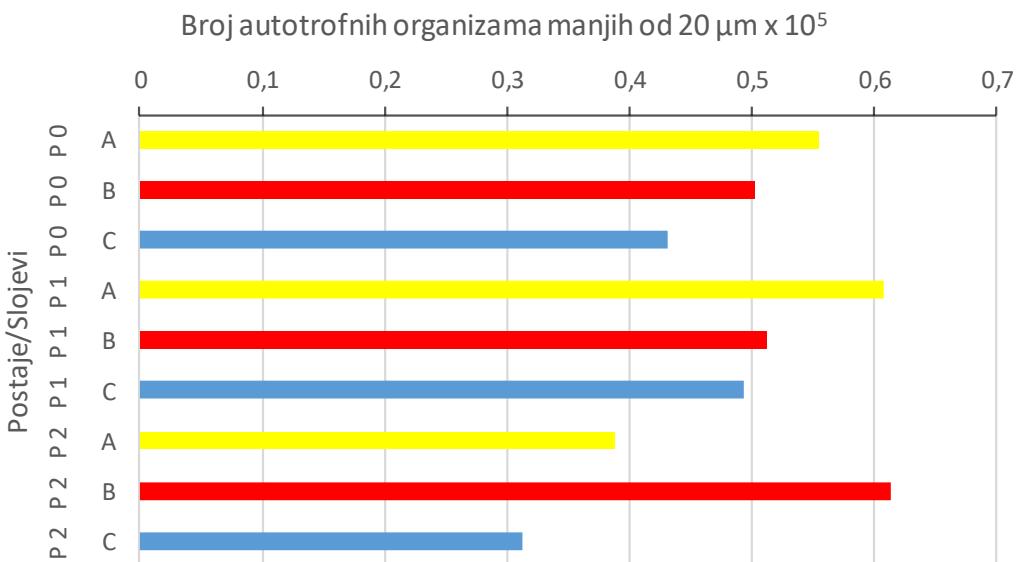
3.3.1.1 Bakterioplankton

Utvrđene su niske gustoće heterotrofnih bakterija na svim postajama bez izraženih razlika unutar slojeva (Grafički prikaz 3-4). Raspon vrijednosti bio je između $0,224 \text{ i } 0,363 \text{ bakterija } \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$. Prosječne vrijednosti po postajama iznosile su $0,327 \pm 0,048 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P0), $0,282 \pm 0,039 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P1) i $0,235 \pm 0,016 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P2). Navedene brojke ukazuju da su istraživane postaje imale osobitosti oligotrofnih morskih područja, sličnim otvorenim vodama južnog Jadrana. Ove rezultate potvrđuju i izrazito niske gustoće piko-autotrofnih organizama (Grafički prikaz 3-5): raspon vrijednosti bio je $0,313 - 0,614 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$, a srednjak $0,491 \pm 0,010 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$.





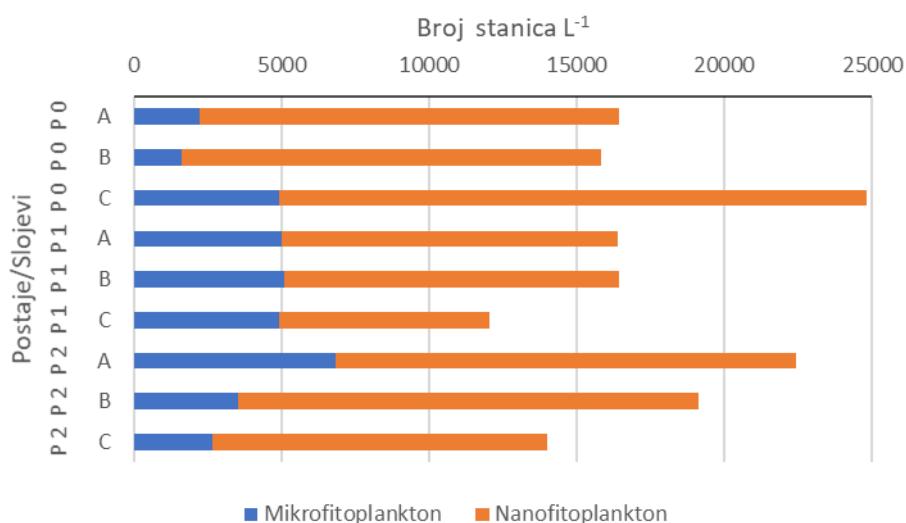
Grafički prikaz 3-4: Vertikalna raspodjela heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.



Grafički prikaz 3-5: Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od 20 μm na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

3.3.1.2 Fitoplankton

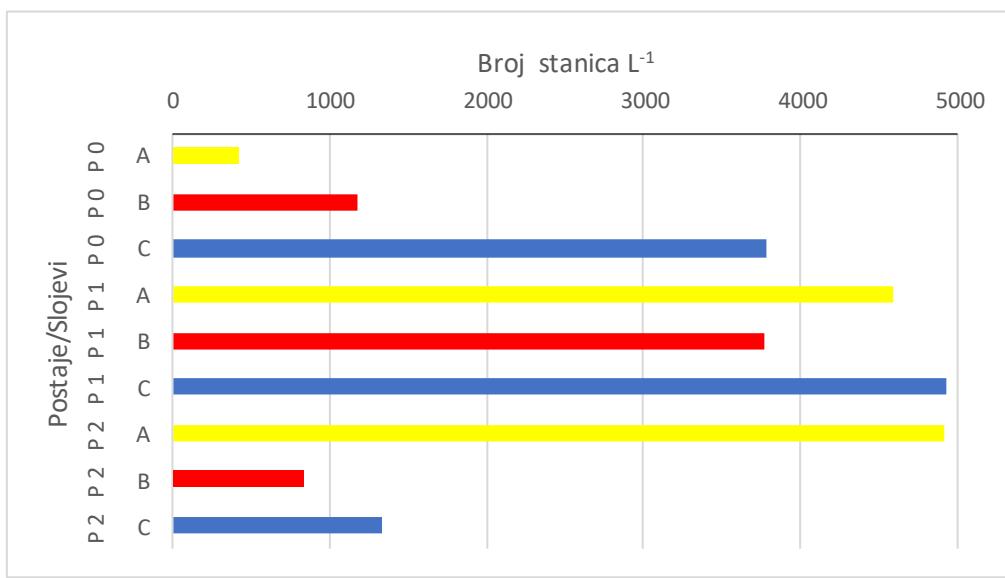
Ukupne vrijednosti fitoplanktona bile su niske, u rasponu od samo 12 300 stanica L⁻¹ uz dno postaje P1 do 24 800 stanica L⁻¹ uz dno postaje P0 (Grafički prikaz 3-6). U ukupnim vrijednostima dominirala je veličinski nano-frakcija s udjelima između 59% (P1 uz dno) do 90% (P0 srednji sloj), što potvrđuje oligotrofno stanje akvatorija u vremenu uzorkovanja. Prosječna vrijednost nanofitoplanktona za sve postaje iznosila je $13\,404 \pm 3624$ stanica L⁻¹, a mikrofitoplanktona 4097 ± 1676 stanica L⁻¹.



Grafički prikaz 3-6: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine.

Najbrojnije skupine fitoplanktona bile su dijatomeje (*Bacillariophyta*) i dinoflagelati (*Dinoflagellata*). Povišene vrijednosti zabilježene su u svim slojevima na postaji P1 (Grafički prikaz 3-7), prosječno 4439 ± 596 stanica L⁻¹. Međutim, na toj postaji nađen je veliki broj neidentificiranih penatnih dijatomeja morskog dna što ukazuje na resuspenziju sedimenta prilikom uzimanja uzoraka. Na ostalim postajama utvrđene su velike razlike između postaja: dok su na P0 gustoće rasle od površine prema pridnenom sloju, na P2 raspodjela je bila suprotna. Stoga, na obje postaje zabilježena su visoka odstupanja od prosjeka: 1797 ± 1768 stanica L⁻¹ na P0 te 2363 ± 2228 stanica L⁻¹. Determiniran je mali broj taksona dijatomeja, samo 12, od kojih brojnošću izdvajamo *Chaetoceros spp.*, i *Nitzschia longissima*.





Grafički prikaz 3-7: Vertikalna raspodjela dijatomeja na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

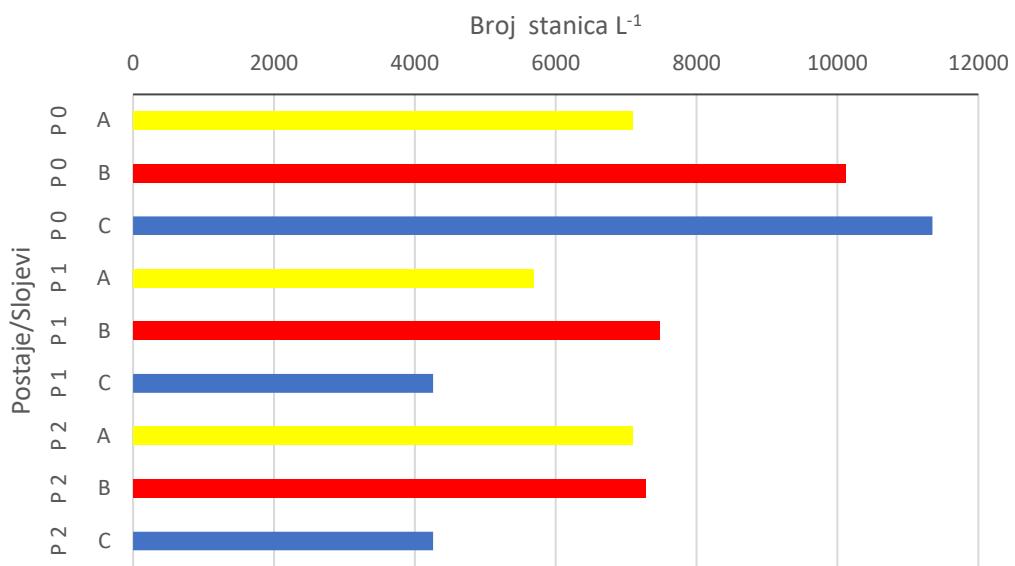


Grafički prikaz 3-8: Vertikalna raspodjela dinoflagelata na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

Osobito niske vrijednosti utvrđene su za dinoflagelate (Grafički prikaz 3-8). U pridnenom sloju postaje P1 nije nađen niti jedan predstavnik ove skupine. Maksimum od 2560 stanica L⁻¹ zabilježen je u površinskom sloju na P2. Određeno je samo šest taksona dinoflagelata.

Od potencijalno toksičnih vrsta i/ili indikatora većeg stupnja trofije nađene su dijatomeje *Nitzschia longissima* i *Pseudo-nitzchia* spp. i dinoflaglat *Dinophysis caudata*. Međutim, one su isto tako uobičajeniji predstavnici fitoplanktona, te su zastupljeni s niskim gustoćama

Više vrijednosti za obalno područje utvrđene su za kokolitoforide, skupinu karakterističnu za otvoreno more. Raspon vrijednosti bio je između 4260 stanica L⁻¹ i 11 350 stanica L⁻¹ (Grafički prikaz 3-9).



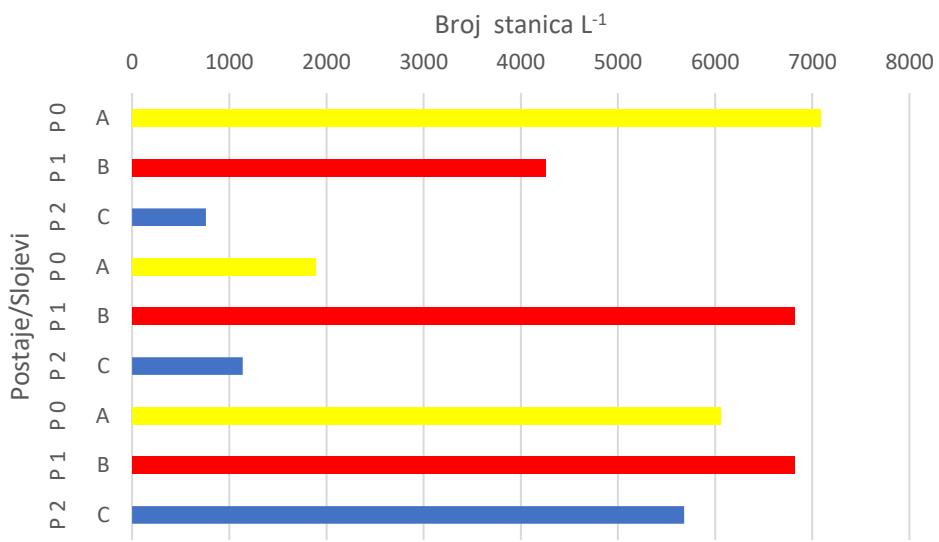
Grafički prikaz 3-9: Vertikalna raspodjela kokolitofora na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

Ostali predstavnici fitoplanktonskih zajednica bili su prisutni s malim gustoćama populacija. Prosječna vrijednost silikoflagelata iznosila je 489 ± 496 stanica L⁻¹, kriptofita 3944 ± 1380 stanica L⁻¹ i zelenih flagelata 2051 ± 1440 stanica L⁻¹.

3.3.1.3 Mikrozooplanton

Glavni predstavnici jednostaničnog mikrozooplanktona su goli i lorikatni cilijati – tintinidi (Tintinnida). Goli cilijati dominirali su u ukupnom broju jedinki ovoj skupini s udjelima između 50% i 100%. Visoke vrijednosti u svim slojevima zabilježene su na postaji P2, prosječno 6187 ± 580 jedinki L⁻¹. Ipak, maksimum od 7090 jedinki L⁻¹ utvrđen je na površini P0 gdje je srednjak iznosio 4037 ± 3171 jedinki L⁻¹ (Grafički prikaz 3-10). Na postaji P1 veća gustoća nađena je samo u srednjem sloju, 6820 jedinki L⁻¹. Srednja vrijednost iznosila je 3283 ± 3086 jedinki L⁻¹. Utvrđene vrijednosti golih cilijata su visoke i u skladu s produktivnim područjima Sredozemnog mora (Vagué i sur., 1997; Peréz i sur., 1997, 2000) i eutrofnog sjevernog Jadrana (Monti i sur., 2012), a veće od Kaštelskog zaljeva (Bojanović i sur., 2005). Oba područja spadaju među najproduktivnija akvatorija Jadranskog mora i Sredozemlja.





Grafički prikaz 3-10: Vertikalna raspodjela golih trepetljikaša (cilijati) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridnjeni slojevi (C) plavim stupićima.

Tintinidi (lorikatni cilijati) su imali niže gustoće populacija. Jedina visoka vrijednost od 1140 jedinki L^{-1} zabilježena je uz dno postaje P1 (Grafički prikaz 3-11). Ovakvo visoko brojstvo u skladu je s produktivnim područjima Jadranskog mora, kao što je sjeverni Jadran (Monti et al., 2012) i Malostonski zaljev (Kršinić i sur., 2016). Međutim, u pojedinim slojevima drugih postaja jedinke nisu nađene.

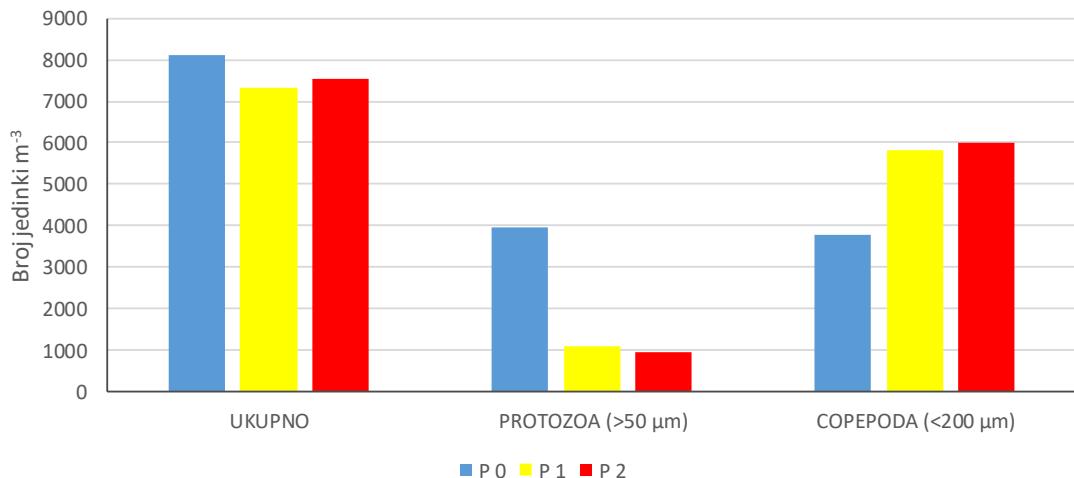


Grafički prikaz 3-11: Vertikalna raspodjela tintinida (lorikatni ciljati) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridnjeni slojevi (C) plavim stupićima.

Mikro-metazoi



Ukupne vrijednosti mikro-metazoa bile su između 7339 jed. m^{-3} (P2) i 8128 jed. m^{-3} (P1) (Grafički prikaz 3-12). Najveći brojčani udio imali su razvojni stadiji kopepoda (50%-82%), osobito naupliji. Povišene vrijednosti utvrđene su za vrstu *Mesodinium rubrum*, osobito na plitkoj postaji P1 gdje je nađeno 3968 jed. m^{-3} jedinki ovog miksotrofnog ciliata, poznatog da stvara velike gustoće populacija u eutrofiziranim područjima.



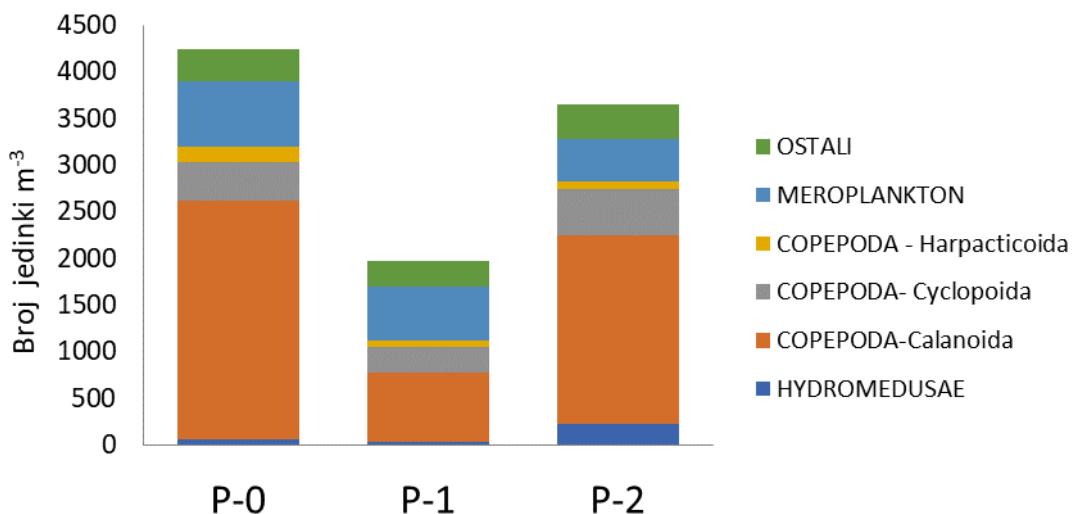
Grafički prikaz 3-12: Vrijednosti mikrozooplanktona ($>50 \mu m$) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine.

3.3.1.4 Mezozooplankton

Ukupne vrijednosti mezozooplanktona iznosile su od 1968 jed. m^{-3} zabilježenih na postaji P1 do 4249 jed. m^{-3} nađenih na postaji P0. Najbrojnija skupina su bili kopepodi (Copepoda) s prosječnim udjelom od 67% ukupne brojnosti mesozooplanktona (Grafički prikaz 3-13). Od ukupno 3 skupine (Reda) kopepoda nađeno je 12 taksona. U uzorcima su prevladavali rodovi *Paracalanus*, *Clausocalanus*, *Oncaeae*, i porodica *Corycaeidae*, koji predstavljaju tipičnu zooplanktonsку zajednicu obalnih područja Jadranskog mora. Zabilježeno je još 8 holoplanktonskih skupina: *Hydromedusae*, *Siphonophorae*, *Isopoda*, *Cladocera*, *Pteropoda*, *Appendicularia*, *Chaetognatha*, *Doliolidae*. Najbrojniji su bili predstavnici hidromeduza, sa maksimumom od 219 jed. m^{-3} na postaji P2, te *Chaetognatha* sa najvećom vrijednosti na postaji P0 (105 jed. m^{-3}). Predstavnici ostalih skupina su nađeni u manjem broju. Meroplanktonska fauna je sudjelovala sa prosječnih 20% ukupne gustoće sa najvećom vrijednosti nađenom na postaji P0 (708 ind. m^{-3}). U meroplanktonu su prevladavale ličinke školjkaša.

Vrijednosti mesozooplanktona u prosincu odgovaraju umjereno produktivnim područjima otvorenih voda sjevernog Jadrana te su nešto više od gustoća zabilježenih u obalnom području srednjeg i južnog Jadrana (Camatti, i sur., 2008; Miloslavić i sur., 2015).





Grafički prikaz 3-13: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine.

3.3.1.5 Zaključak

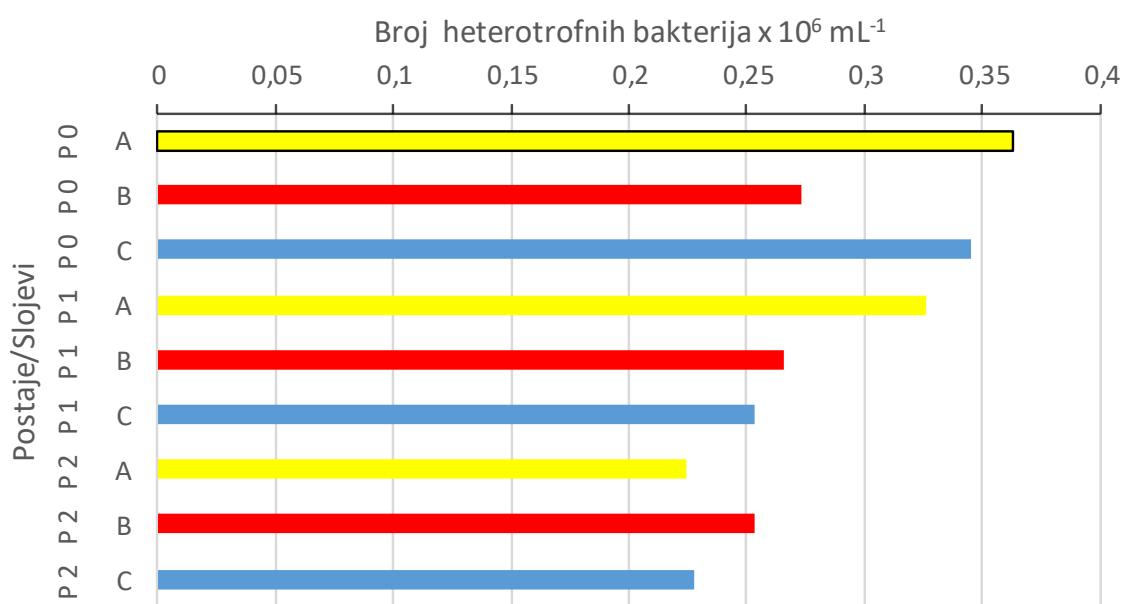
Niske vrijednosti heterotrofnog i autotrofnog bakterioplanktona te skupina fitoplanktona ukazuju na zimsku smanjenju primarnu proizvodnju, tipičnu za oligotrofna morska područja. Više vrijednosti kokolitofora za obalno područje ukazuje na pojačani utjecaj otvorenog mora, što je često zabilježeno tijekom zimske izotermije vodenog stupca. Suprotno od fitoplanktona, vrijednosti trepetljikaša, posebice golih cilijata, odgovaraju gustoćama utvrđenim za visoko produktivna područja Sredozemnog i Jadranskog mora. Također, utvrđene su povišene gustoće populacija mezozooplanktona, osobito kopepoda, što je u suprotnosti s niskom abundancom njihovih razvojnih stadija, nauplija i kopepodita. Rezultati ovih kratkoročnih istraživanja ukazuju na trenutačno heterotrofna dominaciju planktonskih organizama, koja je uobičajena u hladnom dijelu godine, ali i na vjerojatnost postojanja povećane primarne proizvodnje u prethodnim jesenskim mjesecima.

3.3.2 PROLJEĆE

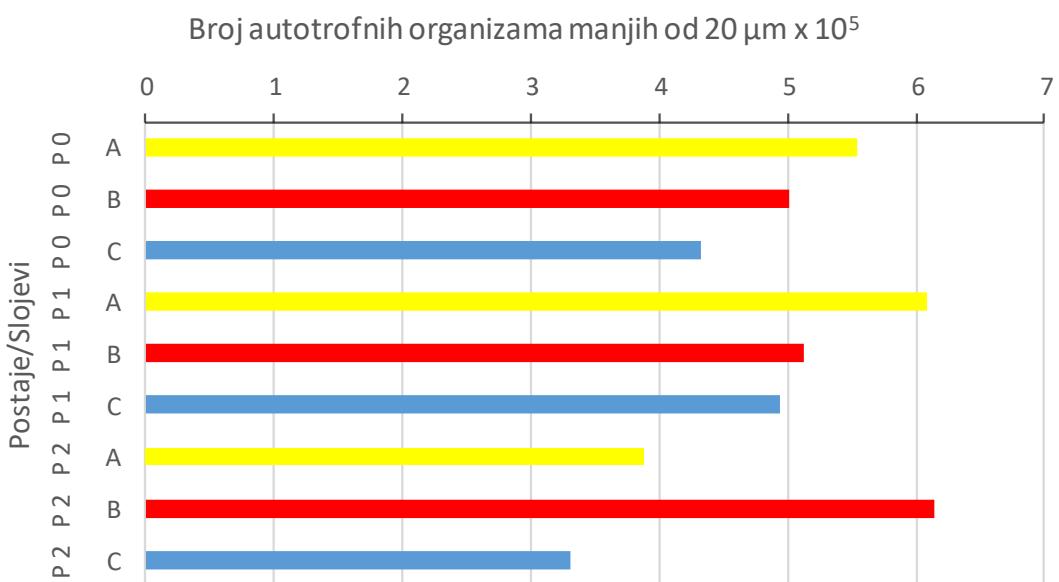
3.3.2.1 Bakterioplankton

Utvrđene su niske gustoće populacija heterotrofnih bakterija bez izraženih razlika vrijednosti između slojeva (Grafički prikaz 3-14). Raspon brojnosi bio je između $0,190 \text{ i } 0,323 \text{ bakterija } \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$. Prosječne vrijednosti po postajama iznosile su $0,288 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P0), $0,243 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P1) i $0,199 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P2). Kao i za prosinac, navedeni rezultati ukazuju da su istraživane postaje imale osobitosti oligotrofnih morskih područja, sličnim otvorenim vodama južnog Jadrana. Veće gustoće u usporedbi s prosincem zabilježene su za piko-autotrofne organizma (Grafički prikaz 3-15): raspon vrijednosti bio je $0,053-0,612 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$, a srednjak $0,408 \times 10^5 \text{ mL}^{-1}$. Pored toga, navedene gustoće karakteristične su za slabo produktivna područja.





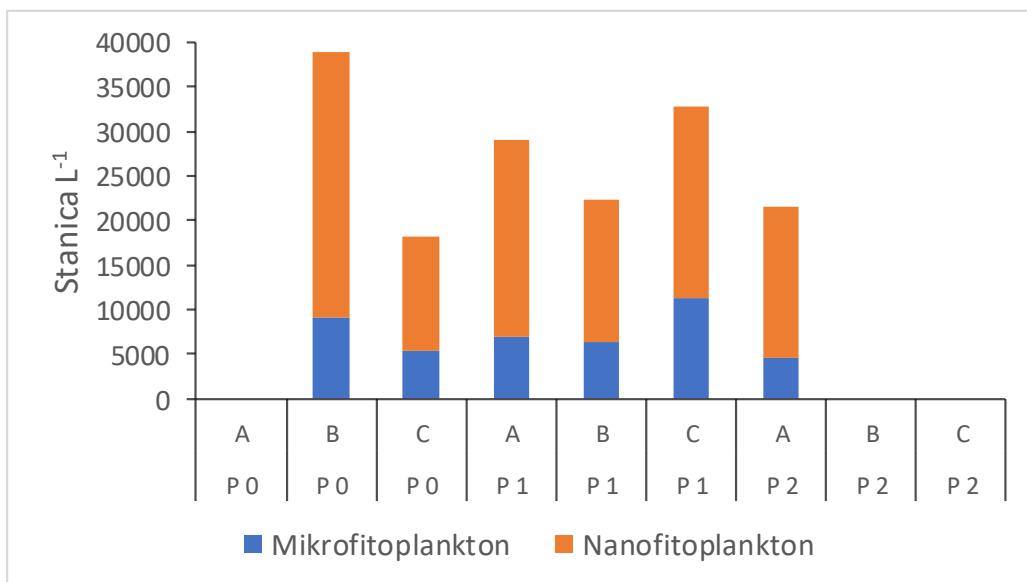
Grafički prikaz 3-14: Vertikalna raspodjela heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.



Grafički prikaz 3-15: Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od $20 \mu\text{m}$ na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

3.3.2.2 Fitoplankton

Zabilježene su nešto više vrijednosti fitoplanktona u usporedbi s rezultatima dobivenim za prosinac, u rasponu od 18 260 stanica L⁻¹ uz dno postaje P 1 do 38 890 stanica L⁻¹ u središnjem sloju iste postaje (Grafički prikaz 3-16). U ukupnim vrijednostima dominirala je veličinski nano-frakcija s udjelima između 65% do 70%, što ukazuje na oligotrofno stanje akvatorija u vremenu uzorkovanja. Prosječna vrijednost nanofitoplanktona za sve postaje iznosila je $19\,855 \pm 2514$ stanica L⁻¹, a mikrofitoplanktona 7322 ± 2514 stanica L⁻¹.



Grafički prikaz 3-16: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine.

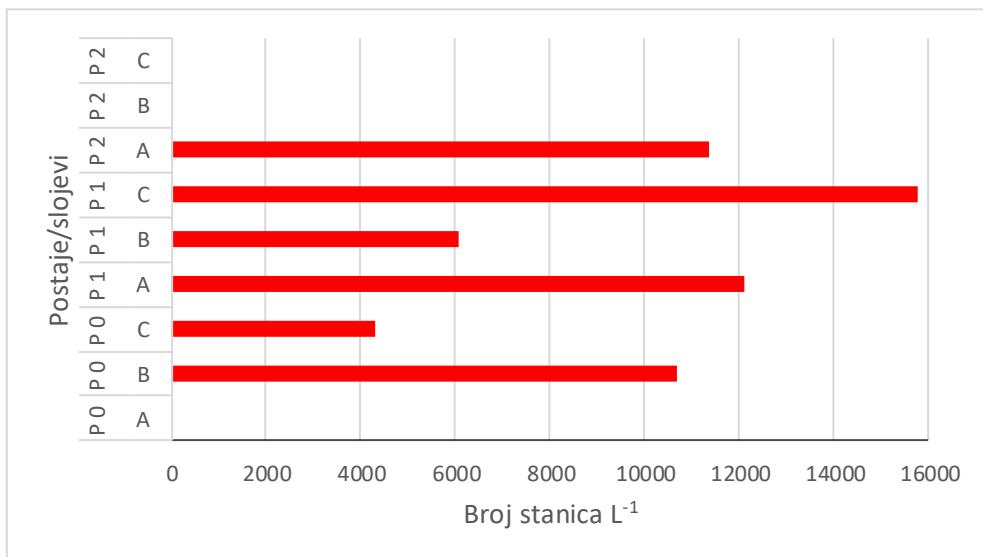
Najbrojnije skupine fitoplanktona bili su dinoflagelati (Dinoflagellata) što je očekivano za topiji dio godine. Maksimum od 15 790 stanica L⁻¹ utvrđen je uz dno postaje P1 (Grafički prikaz 3-17). Prosječne vrijednosti za sve postaje iznosile su $10\,050 \pm 4202$ stanica L⁻¹. Zabilježeno je samo šest vrsta, a najbrojniji su bili nedeterminirani dinoflagelati što ukazuje na resuspenziju sedimenta prilikom uzimanja uzoraka. Od potencijalno toksičnih vrsta nađene su vrste roda *Protoperidinium* sp. te *Prorocentrum micans*.

Povišene vrijednosti dijatomeja (Bacillariophyta) od 11 180 stanica L⁻¹ zabilježene su samo uz dno postaje P1 (Grafički prikaz 3-18). Prosječna vrijednost za sve postaje iznosila je samo 6903 ± 2379 stanica L⁻¹. Determiniran je mali broj taksona dijatomeja, samo 17, od kojih brojnošću izdvajamo vrstu *Cyclotella choctawacheana*.

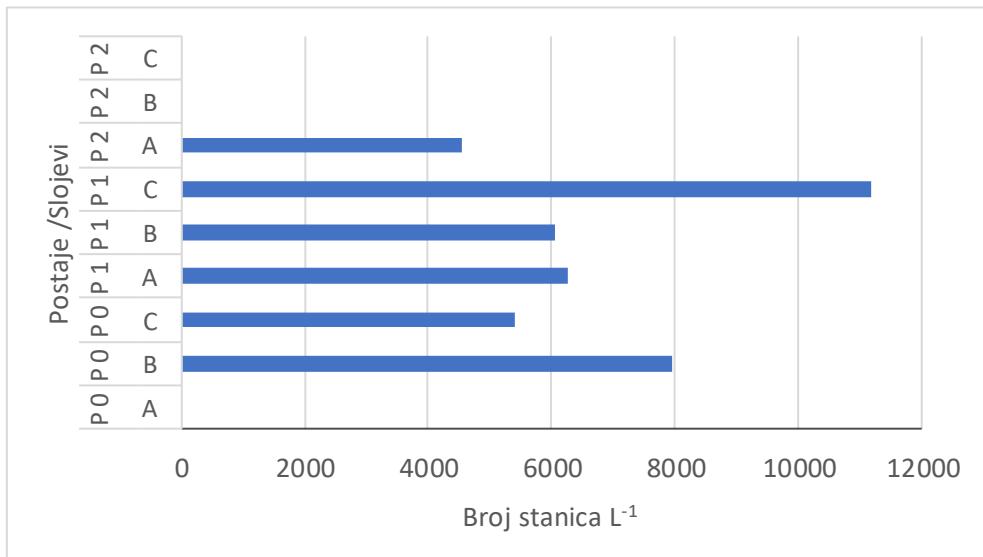
Kokolitoforidi, fitoplanktonska skupina karakterističnu za otvoreno more, s većom gustoćom od 9930 stanica L⁻¹ nađeni su samo uz dno postaje P1 (Grafički prikaz 3-19). Sve jedinke pripadale su nano-veličinskoj frakciji.

Od ostalih predstavnika fitoplanktonskih zajednica, silikoflagelati su imali neznatni udio i nađeni su samo u srednjem sloju postaje P0. Međutim, kriptofiti i zeleni flagelati bili su znatno brojniji. Prosječna vrijednost kriptofita iznosila je 7093 ± 4302 stanica L⁻¹ s maksimumom od 12 770 stanica L⁻¹ na površini P1. Prosječna vrijednost zelenih flagelata bila je 7803 ± 2652 stanica L⁻¹, a maksimum od 11 350 stanica L⁻¹ je utvrđen uz dno P0.

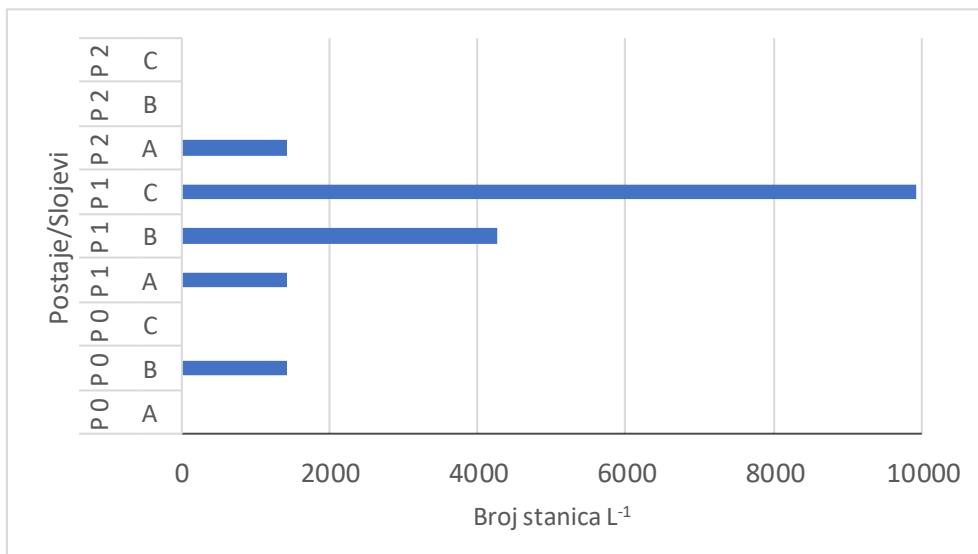




Grafički prikaz 3-17: Vertikalna raspodjela dinoflagelata na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.



Grafički prikaz 3-18: Vertikalna raspodjela dijatomeja na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.



Grafički prikaz 3-19: Vertikalna raspodjela kokolitoforida na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

3.3.2.3 Mikrozooplankton

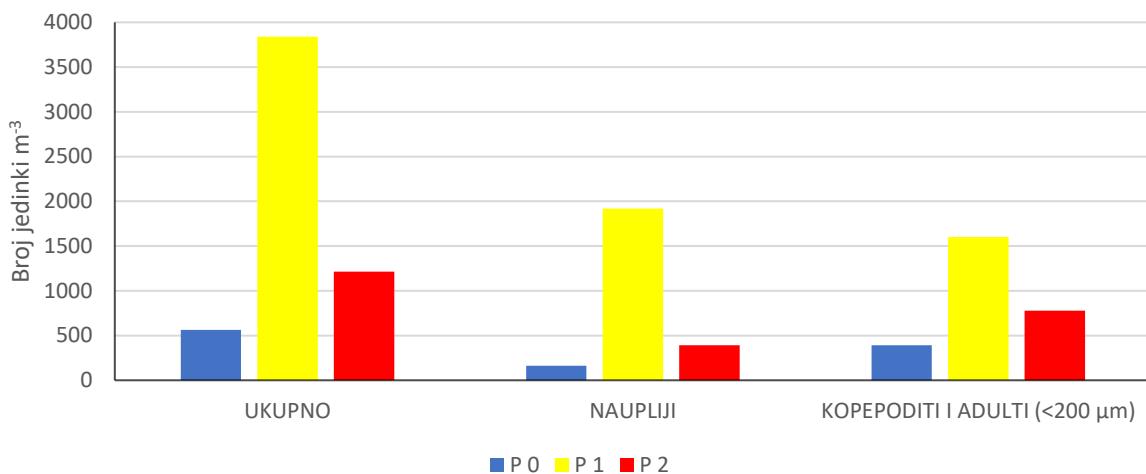
Trepetljikaši - cilijati (Ciliophora)

Cilijati su nađeni samo na površinskom i prednenom sloju postaje P1 s vrijednostima od samo 380 jedinki L^{-1} . Prepostavljamo da razlog ovakvim vrijednostima kontaminacija uzorka sedimentom što je onemogućilo prepozнатljivost jedinki mikroskopskom analizom.

Mikro-metazoi

Ukupne vrijednosti mikro-metazoa bile su niske, između 563 jed. m^{-3} (P0) i 3840 jed. m^{-3} (P1) (Grafički prikaz 3-20). Izrazito niske gustoće utvrđene su za razvojne stadije kopepoda, osobito naupliji. Od ostalih komponenata mikrozooplanktona, veći broj jedinki (128 jed. m^{-3}) razvojnih stadija bentonskih puževa zabilježen je na postaji P1. Općenito, sastav mikrozooplanktonske zajednice bio je neobičajeno siromašan.



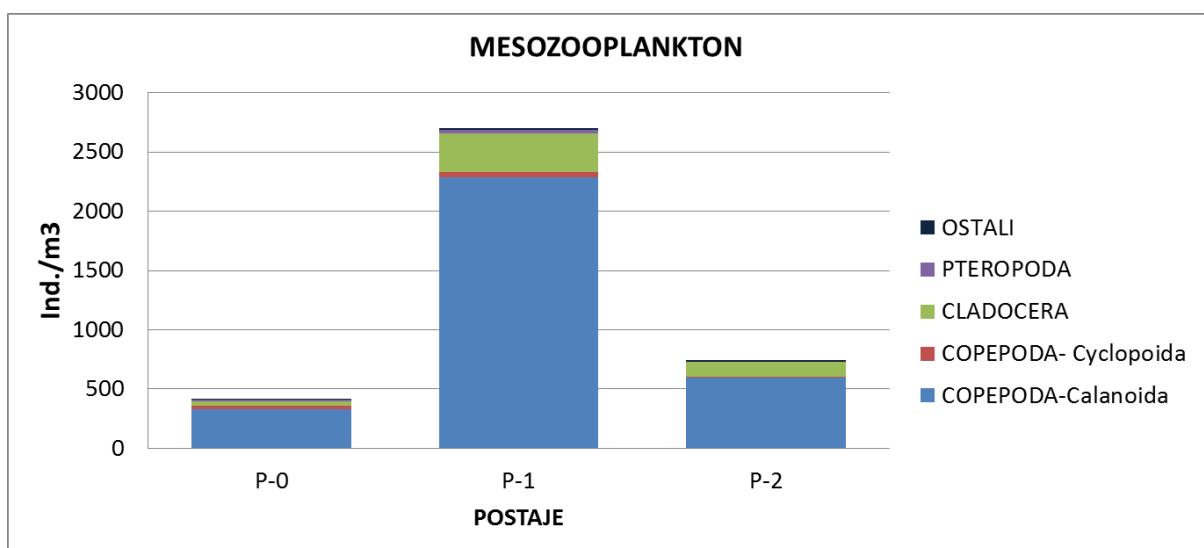


Grafički prikaz 3-20: Vrijednosti mikrozooplanktona ($>50 \mu\text{m}$) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u lipnju 2021. godine.

3.3.2.4 Mezozooplankton

Ukupne vrijednosti mezozooplanktona iznosile su od 415 jed. m^{-3} zabilježenih na postaji P0 do 2704 jed. m^{-3} nađenih na postaji P1. Navedene vrijednosti mezozooplanktona u srpnju su znatno niže od gustoća zabilježenih u obalnom području sjevernog Jadrana za uzorkovano doba godine.

Izrazito najbrojnija skupina mezozooplanktonskih organizama su bili kopepodi (Copepoda), sa udjelom od preko 80% ukupne brojnosti mesozooplanktona na sve tri uzorkovane postaje (Grafički prikaz 3-21). Nađeno je ukupno 10 taksona kopepoda, među kojima je po brojnosti dominirala vrsta *Acartia (Acartiura) clausi*. Od ostalih mezozooplanktonskih skupina relativno brojna je bila skupina Cladocera, čiji je najveći udio u ukupnom broju (17%) zabilježen na postaji P2. Dominacija navedenih zooplanktonskih organizama je tipična za najtoplji dio godine u obalnim područjima Jadranskog mora. Zabilježeno je još 4 holoplanktonskih skupina: Siphonophorae, Pteropoda, Appendicularia, Chaetognatha te meroplanktonske ličinke uključujući riblja jaja i larve. Predstavnici ovih skupina nisu značajnije sudjelovali u ukupnim vrijednostima mezozooplanktonske zajednice uzorkovanog područja.



Grafički prikaz 3-21: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u lipnju 2021. godine.



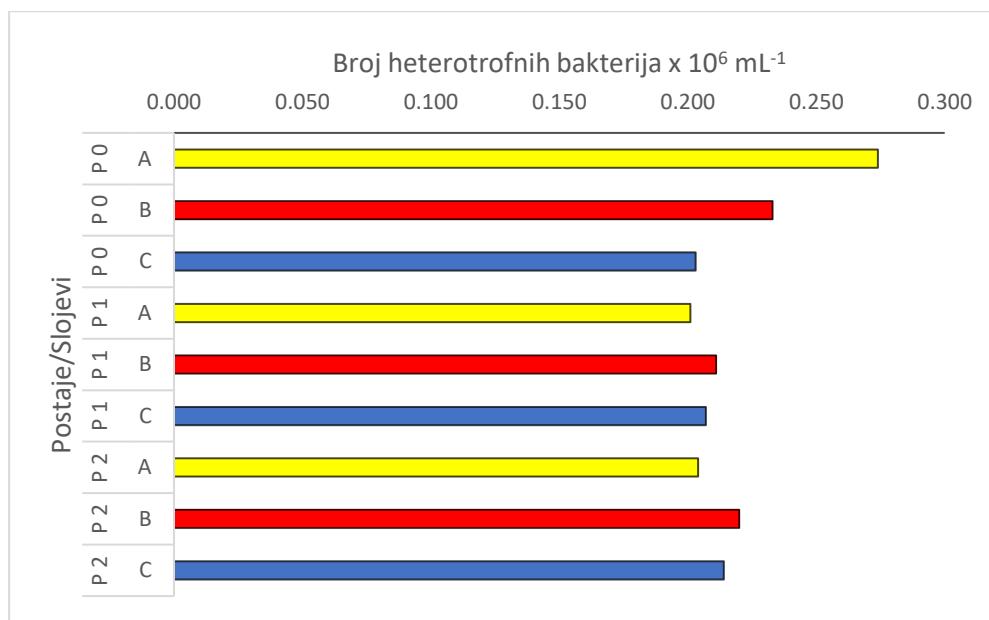
3.3.2.5 Zaključak

Zabilježen je siromašan sastav te izrazito niske vrijednosti svih skupina i veličinskih frakcija planktona što je neobično za istraživano razdoblje (svibanj-lipanj).

3.3.3 LJETO

3.3.3.1 Bakterioplankton

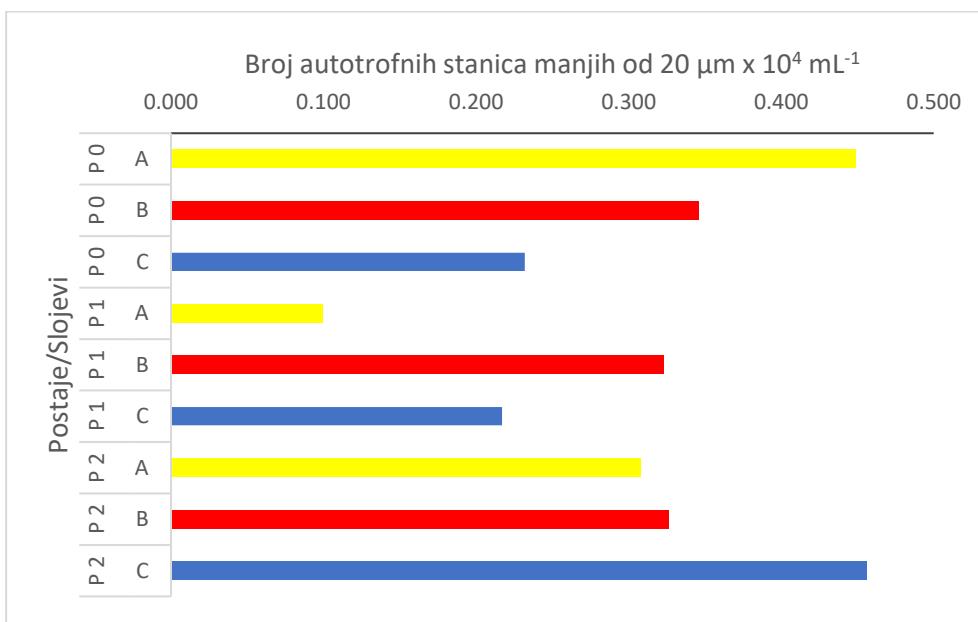
Utvrđene su niske gustoće populacija heterotrofnih bakterija bez izraženih razlika vrijednosti između slojeva (Grafički prikaz 3-22). Raspon brojnosti bio je između $0,201$ i $0,274$ bakterija $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$, prosječno $0,219 \pm 0,201$ bakterija $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$. Prosječne vrijednosti po postajama iznosile su $0,237 \pm 0,036 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P0), $0,206 \pm 0,005 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P1) i $0,213 \pm 0,008 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P2). Kao i za prethodne analize (prosinac, svibanj), navedeni rezultati ukazuju da su istraživane postaje imale osobitosti oligotrofnih morskih područja. Prema Krstulović i sur. (1997) koncentracije heterotrofnih bakterija u oligotrofnim morskim ekosustavima ne prelaze vrijednosti od $3,43$ bakterija $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$, ili prosjek od $0,88 \pm 0,06$ bakterija $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$. Naše vrijednosti su znatno niže i slične su otvorenim vodama južnog Jadrana.



Grafički prikaz 3-22: Vertikalna raspodjela heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

Gustoće malih autotrofnih organizama bile su slične prethodnom istraživanju za svibanj. Raspon vrijednosti bio je $0,099$ - $0,456 \times 10^5$ stanica mL^{-1} (Grafički prikaz 3-23), a srednjak $0,306 \pm 0,113 \times 10^5$ stanica mL^{-1} . Na postaji P0 vrijednosti se smanjuju od površine prema dnu, dok je na postaji P1 utvrđena suprotna vertikalna raspodjela. Najmanje razlike između slojeva nađene su na postaji P2 za koju su ujedno zabilježena najveća prosječna vrijednost za vodeni stupac od $0,363 \pm 0,099 \times 10^5$ stanica mL^{-1} . Sve navedene gustoće karakteristične su za slabo produktivna područja.





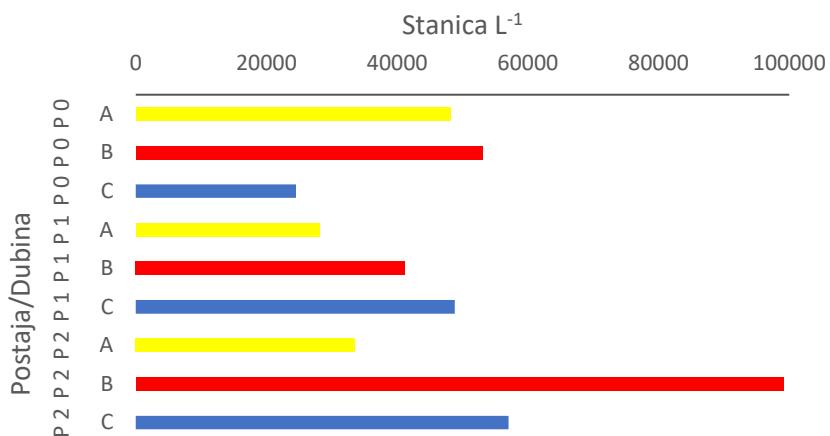
Grafički prikaz 3-23: Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od 20 µm na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u svibnju 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

3.3.3.2 Fitoplankton

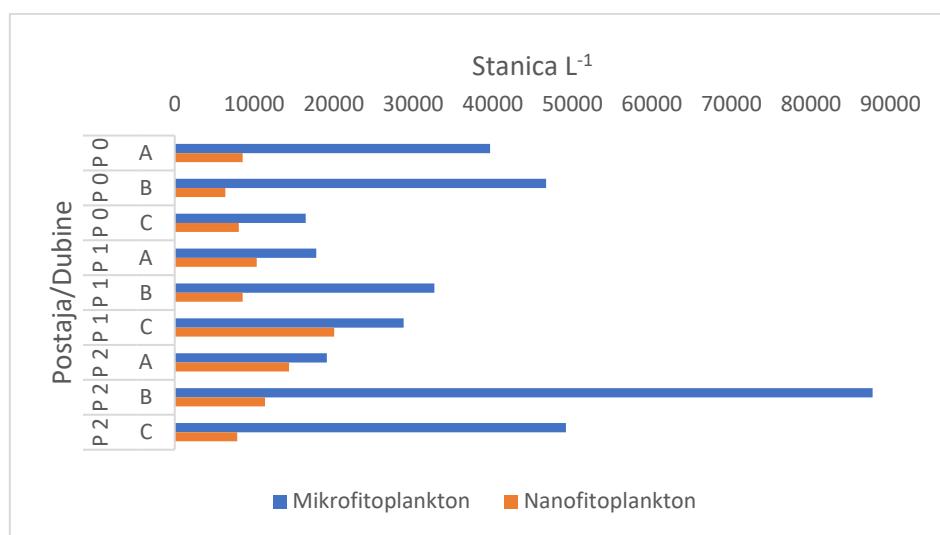
Zabilježene su povišene gustoće populacija ukupnog fitoplanktona u rasponu od 24 540 stanica L⁻¹ (pridneni sloj P0) do 99 110 stanica L⁻¹ (srednji sloj P2) (Grafički prikaz 3-24). Srednja vrijednost za sve postaje iznosila je $38\ 210 \pm 11430$ stanica L⁻¹. Najveća brojnost utvrđena je na postaji P2, prosječno 63230 ± 33227 stanica L⁻¹.

U ukupnim vrijednostima fitoplanktona dominirala je veličinski mikro-frakcija s udjelima između 57% i 88%. Stoga je maksimum od 87 750 stanica L⁻¹ također utvrđen u srednjem sloju postaje P2. Izrazito dominatna vrsta bila je dijatomeja *Chaetoceros wighamii*, karakteristična za organsko opterećene bočate vode.





Grafički prikaz 3-24: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine. Površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

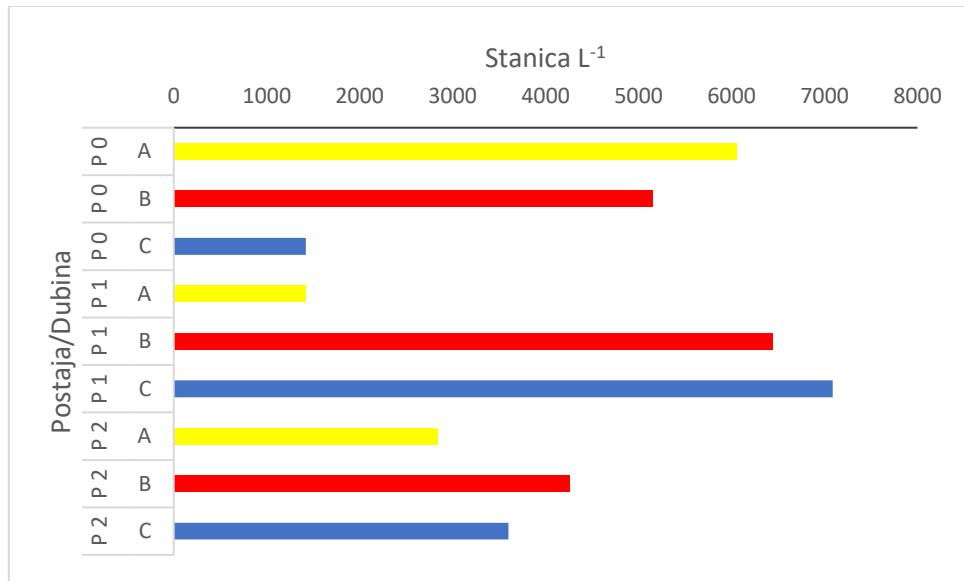


Grafički prikaz 3-25: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti mikrofitoplanktona i nanofitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine: površinski slojevi (A), srednji slojevi (B) i pridneni slojevi (C).

Dinoflagelati su bili rijetki i malobrojni. Najveći broj stanica pripadao je nano-frakciji i nisu determinirane do roda i vrsta. Među određenim dinoflagelata nađeni su potencijalno toksični rodovi *Prorocentrum* i *Protoperidinium*.

Kokolitoforidi, fitoplanktonska skupina skupinu karakterističnu za otvoreno more, s većom gustoćom od 6440 i 7090 stanica L⁻¹ nađeni su u srednjem sloju i uz dno postaje P1 (Grafički prikaz 3-26). Na površini postaje P0 utvrđeno je 6060 stanica L⁻¹. Dominirale su stanice nano-veličinske frakcije.

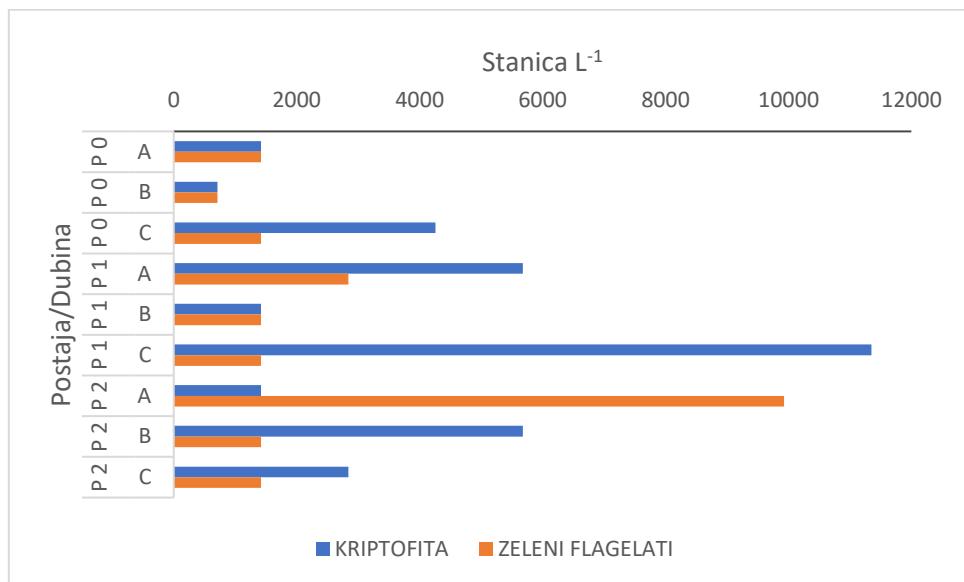




Grafički prikaz 3-26: Vertikalna raspodjela kokolitoforda na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u kolovozu 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

Od ostalih predstavnika fitoplanktonske zajednice izdvajamo visoku vrijednost kriptofita od 11 350 stanica L⁻¹ i zelenih flagelata (bičaša) na površini postaje P2, 9930 stanica L⁻¹.

U kolovozu nije nađena niti jedna stanica predstavnika silikoflagelata.



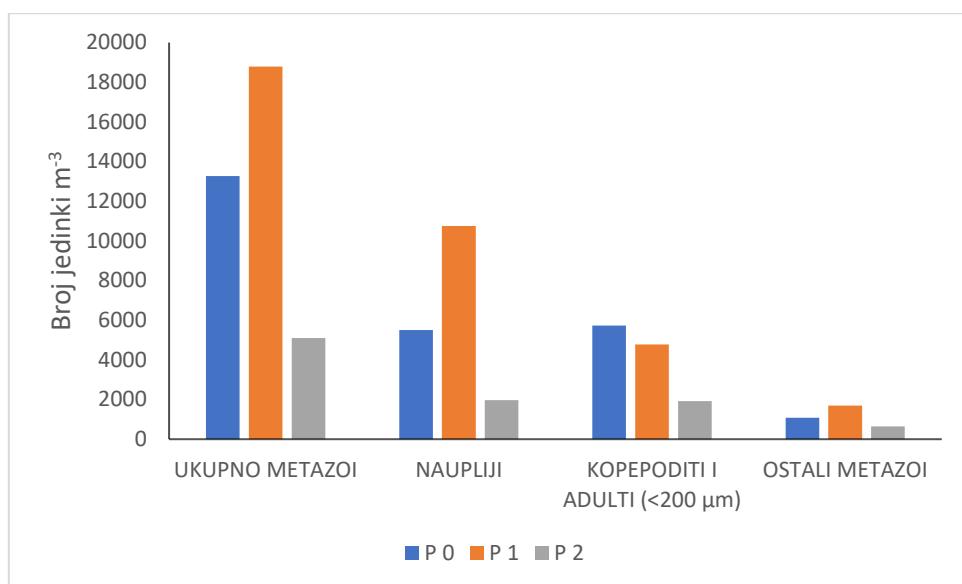
Grafički prikaz 3-27: Vertikalna raspodjela kriptofita i zelenih flagelata na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine: površinski slojevi (A), srednji slojevi (B) i pridneni slojevi (C).

3.3.3.3 Mikrozooplankton

Predstavnici jednostaničnog mikrozooplanktona bili su rijetko nađeni i malobrojni, osobito nelorikatni cilijati. Jedina viša vrijednost od 790 jed. L^{-1} zabilježena je za golie cilijate uz dno postaje P2. U mrežnom uzorku mikrozooplanktona na površini postaje P1 nađena je povećana brojnost svjetlećeg bičaša *Noctiluca scintillans*, 2560 jed. m^{-3} .

Mikro-metazoi

Utvrđene su visoke vrijednosti ukupnog višestaničnog mikrozooplanktona, najviše tijekom do sadašnjeg monitoringa ovog područja. Osobito veliki broj jedinki nađen je na postaji P1, 18 792 jed. m^{-3} (Grafički prikaz 3-28). Prema ukupnoj brojnosti slijedi postaja P0 s 13260 jed. m^{-3} , te postaja P2 gdje je zabilježena niža gustoća od 5093 jed. m^{-3} . Vrijednosti svih predstavnika mikro-metazooplanktona bile su znatno veće u usporedbi s rezultatima za prosinac i lipanj. Dominantna skupina bili su kopepodi, osobito naupliji, ali i *Oithona* kopepoditi te adulti vrste *Oithona nana*. Ove gustoće populacija, te sastav u kojem dominiraju ciklopoidi, su u skladu s dosadašnjim spoznajama brojnosti mikrozooplanktona za sjevernu regiju istočne obale Jadrana (Lučić i sur., 2003; Kršinić i sur., 2017).



Grafički prikaz 3-28: Vrijednosti mikrozooplanktona ($>50 \mu\text{m}$) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine.

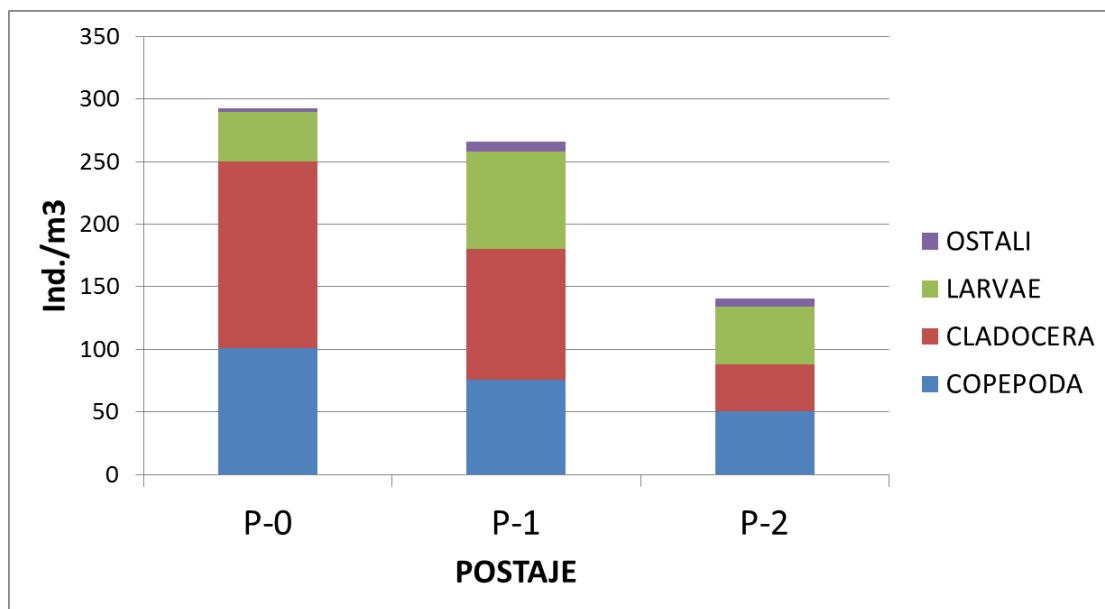
3.3.3.4 Mezozooplankton

Ukupne vrijednosti mesozooplanktona iznosile su od 140 jed. m^{-3} zabilježenih na postaji P2 do 295 jed. m^{-3} nađenih na postaji P0. Navedene vrijednosti mesozooplanktona u kolovozu su znatno niže od gustoća uobičajeno zabilježenih za ovo doba godine. Uzrok tome su prvenstveno izostanak visokih ljetnih vrijednosti kladocera (Cladocera), karakterističnih za šire područje sjevernog Jadrana tijekom ljetnih mjeseci (Fonda-Umani i sur., 2005).

Na postajama P0 i P1 kladocere su sudjelovale s udjelom od 51%, odnosno 39% ukupne brojnosti. Zabilježene su tri vrste iz ove skupine, od kojih je vrsta *Penilia avirostris* bila najbrojnija. Kopepodi (Copepoda) su bili najbrojnija skupina na postaji P-2 (36% udjela) te druga najbrojnija skupina na ostalim istraživanim lokacijama (Grafički prikaz 3-29). Nađeno je ukupno samo 10 taksona kopepoda, među kojima su, osim juvenilnih stadija, dominirale vrste *Centropages kroyeri*, *Acartia* (*Acartiura*)



clausi i porodica Oncaeidae. Od ostalih mesozooplanktonskih skupina brojni su bili ličinački stadiji, čiji je udio u ukupnom broju mesozooplanktonih organizama iznosio do maksimalnih 29% zabilježenih na postaji P1. Izrazito najbrojniji predstavnici ove grupe bile su ličinke školjkaša. Zabilježeno je još 4 holoplanktonskih skupina: Siphonophorae, Pteropoda, Appendicularia i Chaetognatha čiji predstavnici nisu značajnije sudjelovali u ukupnim vrijednostima mesozooplanktonske zajednice uzorkovanog područja.



Grafički prikaz 3-29: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine.

3.3.3.5 Zaključak

Niske vrijednosti autotrofnih jednostaničnih organizama možemo dovesti u svezu s visokim vrijednostima mikrometazoa koji su u direktnoj svezi unutar hranidbene mreže. Također, njihovom dominacijom u planktonu, osobito nauplija i kopepodita, možemo hipotetski objasniti niske vrijednosti adultnih kopepoda koji se u vremenu uzimanja uzorka nisu razvili u odrasle jedinice mezozooplanktonske frakcije ($> 200 \mu\text{m}$). Kao i za prijašnje mjesecu u kojim je obavljen monitoring, sastav i brojnost planktonske zajednice ukazuje na oligotrofni karakter istraživanog područja.

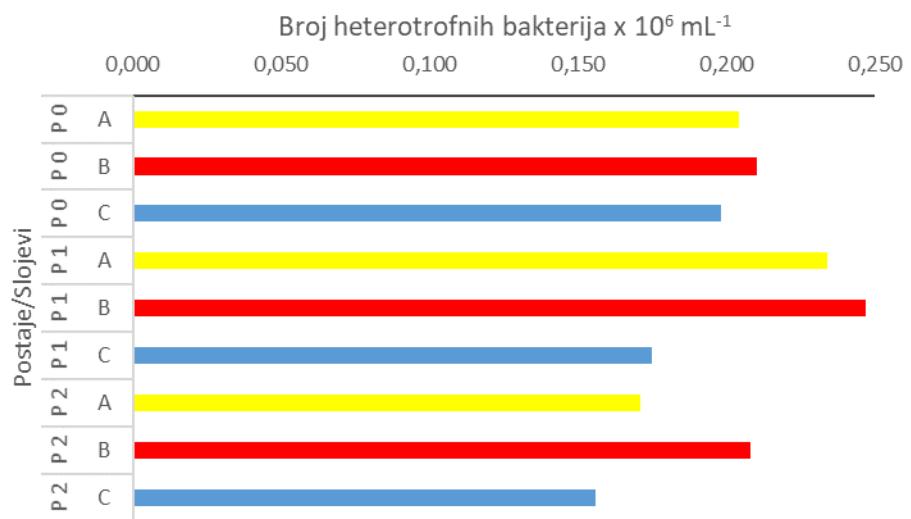
3.3.4 JESEN

3.3.4.1 Bakterioplankton

Utvrđene su niske gustoće populacija heterotrofnih bakterija bez izraženih razlika vrijednosti između slojeva (Grafički prikaz 3-30). Raspon brojnosti bio je između $0,156$ i $0,247$ bakterija $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$, prosječno $0,200 \pm 0,029$ bakterija $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$. Prosječne vrijednosti po postajama iznosile su $0,204 \pm 0,006 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P0), $0,219 \pm 0,038 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P1) i $0,178 \pm 0,027 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ (P2). Kao i za prethodne analize (prosinac, svibanj, kolovoz), navedeni rezultati ukazuju da su istraživane postaje imale osobitosti oligotrofnih morskih područja. Prema Krstulović i sur. (1997) koncentracije heterotrofnih bakterija u oligotrofnim morskim ekosustavima Jadrana ne prelaze vrijednosti od $3,43$ bakterija $\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$, ili

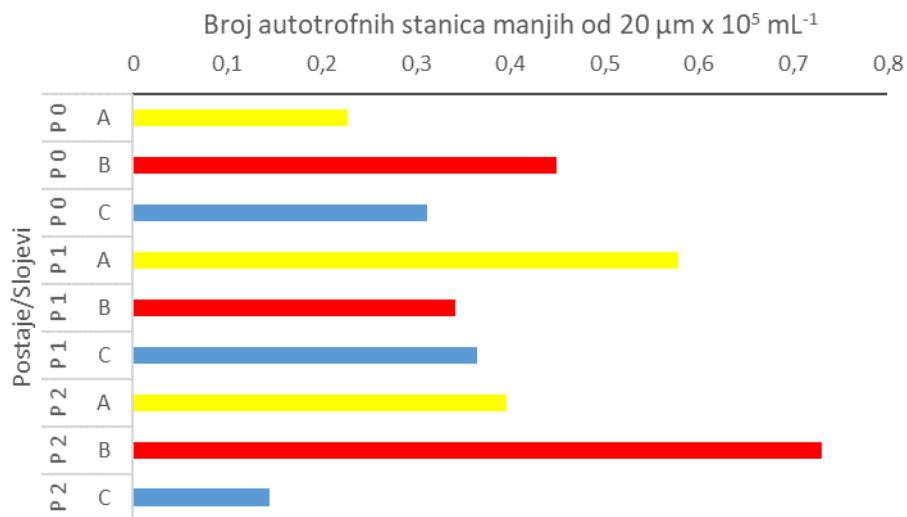


prosjek od $0,88 \pm 0,06$ bakterija $\times 10^6$ mL $^{-1}$. Naše vrijednosti su znatno niže i slične su otvorenim vodama južnog Jadrana.



Grafički prikaz 3-30: Vertikalna raspodjela heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

Gustoće malih autotrofnih organizama (cijanobakterija) bile su još niže od onih zabilježenim u prethodnim mjesecima monitoringa. Raspon brojnosti bio je od $0,730 \times 10^5$ stanica mL $^{-1}$ do samo $0,144 \times 10^5$ stanica mL $^{-1}$ zabilježenih uz dno postaje P2 (Grafički prikaz 3-31). Prosječna vrijednost za sve postaje iznosila je $0,394 \pm 0,177 \times 10^5$ stanica mL $^{-1}$. Najviše gustoće populacija malih autotrofa bile su u površinskom ili srednjem dijelu vodenog stupca. Prosječne vrijednosti po postajama iznosile su $0,329 \pm 0,111 \times 10^5$ mL $^{-1}$ (P 0), $0,428 \pm 0,130 \times 10^5$ mL $^{-1}$ (P1) i $0,423 \pm 0,294 \times 10^5$ mL $^{-1}$ (P2). Premda su utvrđene vrijednosti više od onih zabilježenih u kolovozu, sve navedene gustoće karakteristične su za slabo produktivna područja.



Grafički prikaz 3-31: Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od $20 \mu\text{m}$ na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

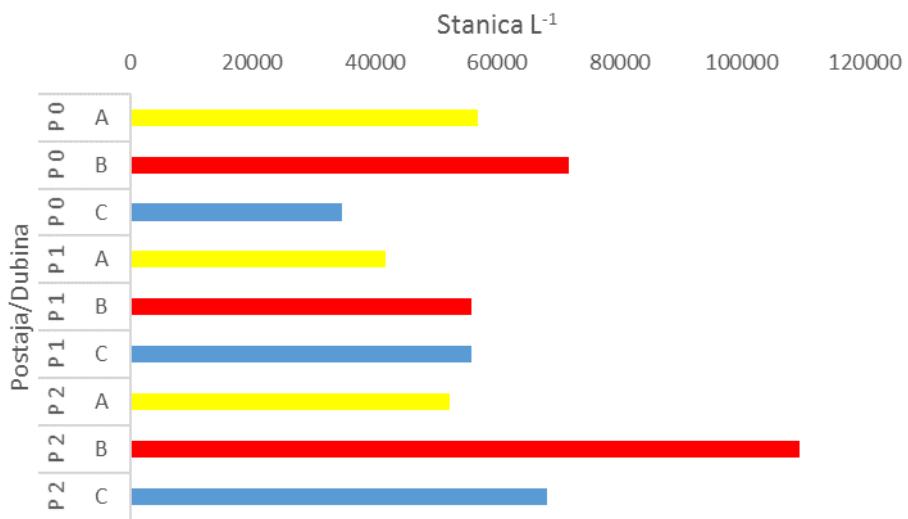
3.3.4.2 Fitoplankton

Zabilježene su povišene gustoće populacija ukupnog fitoplanktona u rasponu od 109 410 stanica L^{-1} (srednji sloj P2) do 34 660 stanica L^{-1} (pridneni sloj P0) (Grafički prikaz 3-32). Srednja vrijednost za sve postaje iznosila je $52\ 018 \pm 12\ 847$ stanica L^{-1} .

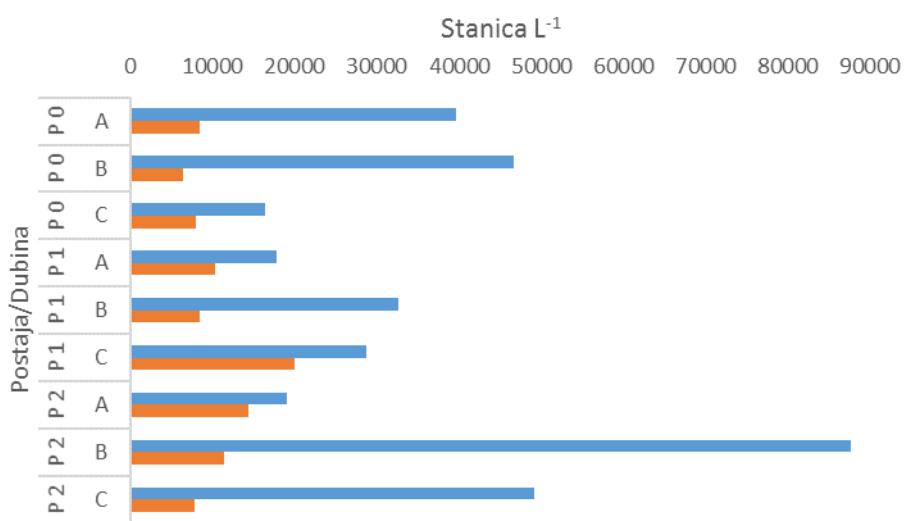
U ukupnim vrijednostima fitoplanktona dominirala je veličinski mikro-frakcija s udjelima između 42% i 80% (Grafički prikaz 3-33). Maksimum od 87 650 stanica L^{-1} i izrazita dominacija mikrofitoplanktona utvrđena je u srednjem sloju postaje P2. Veliki udio u ukupnim gustoćama populacija ove frakcije od 72% zabilježen je i uz dno iste postaje. Međutim, determinirano je izuzetno mali broj vrsta, samo 8, od kojih su *Cylindrotheca closterium* i *Pseudo-nitzschia delicatissima* imali veću učestalost nalaza i povišenu brojnost. Najveće gustoće utvrđene su za nedeterminirane penatne dijatomeje

Nano-frakcija fitoplanktona bila je izuzetno siromašna po sastavu i brojnosti. Najviša vrijednost od 20 050 stanica L^{-1} zabilježena je uz dno postaje P1. Osobito mali broj jedinki utvrđen je na dinoflagelate manje od $20 \mu\text{m}$.

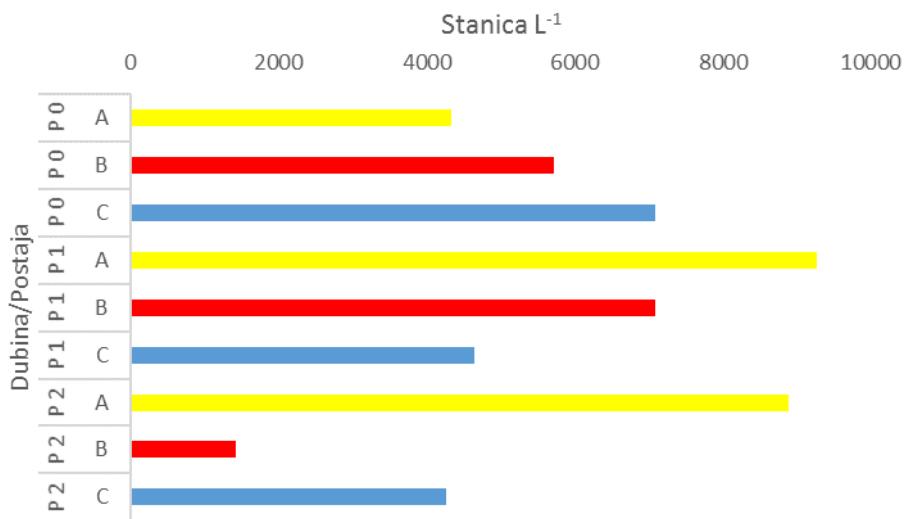
Brojni su bili kokolitoforidi, fitoplanktonska skupina karakteristična za otvoreno more. Njihov raspon vrijednosti bio je između 9270 stanica L^{-1} i 1420 stanica L^{-1} (Grafički prikaz 3-34). Dominirale su stanice mikro-veličinske frakcije.



Grafički prikaz 3-32: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine. Površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.



Grafički prikaz 3-33: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti mikrofitoplanktona (plavi stupići) i nanofitoplanktona (smeđi stupići) na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine: površinski slojevi (A), srednji slojevi (B) i pridneni slojevi (C).



Grafički prikaz 3-34: Vertikalna raspodjela kokolitoforida na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

Od ostalih predstavnika fitoplanktonske zajednice rijetko su nađeni kriptofiti s maksimalnom vrijednošću od 7920 stanica L⁻¹. Zeleni flagelati (bičaša) bili su još rijeđi i malobrojniji. U studenom nije nađena niti jedna stanica predstavnika silikoflagelata.

3.3.4.3 Mikrozooplankton

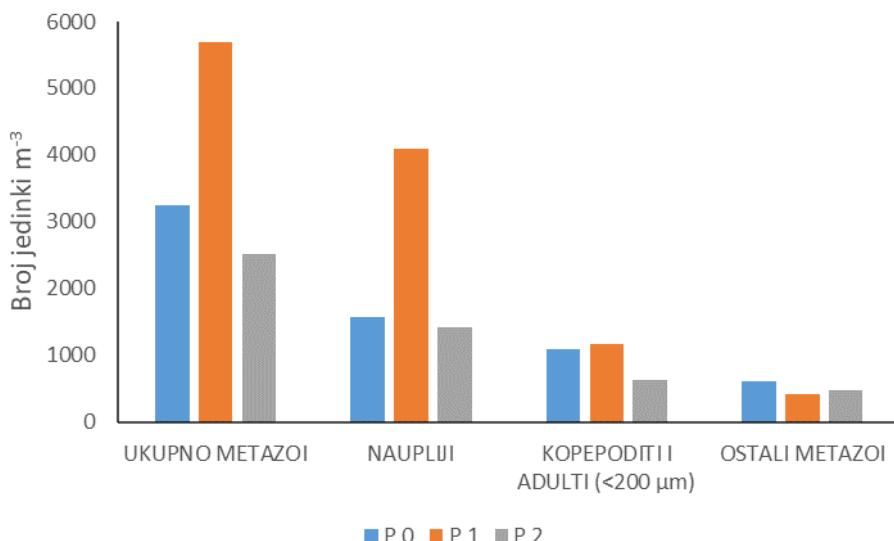
Protisti

Predstavnici jednostaničnog mikrozooplanktona bili su rijetko nađeni i malobrojni, osobito nelorikatni cilijati. Jedina viša vrijednost od 760 jed. L⁻¹ zabilježena je za golie cilijate na površini postaje P0. Gustoće tintinida lorikatnih cilijata nisu bile veće od 40 jed. L⁻¹.

Mikro-metazoi

Nađene su niske ukupne gustoće populacija višestaničnog mikrozooplanktona u rasponu od 2518 jed. m⁻³ (P2) do 5688 jed. m⁻³ (Grafički prikaz 3-35). Brojnost svih predstavnika mikro-metazooplanktona bile su veće u usporedbi s rezultatima za lipanj, ali manje od onih utvrđenih u prosincu 2020. godine, te znatno manje od vrijednosti zabilježenih u kolovozu 2021. Naupliji kopepoda bili su najbrojniji predstavnici mikro-metazoa s udjelima u ukupnim vrijednostima od 48% (P0), 72% (P1) i 56% (P2). Stoga, jedino je na postaji P1 zabilježen povećani broj jedinki nauplija, 4096 jed. m⁻³. U svakom slučaju, utvrđene gustoće populacija svih predstavnika mikrozooplanktona znatno su niže u usporedbi s dosadašnjim spoznajama o brojnosti ove frakcije za sjevernu regiju istočne obale Jadrana (Lučić i sur., 2003; Kršinić i sur., 2017).



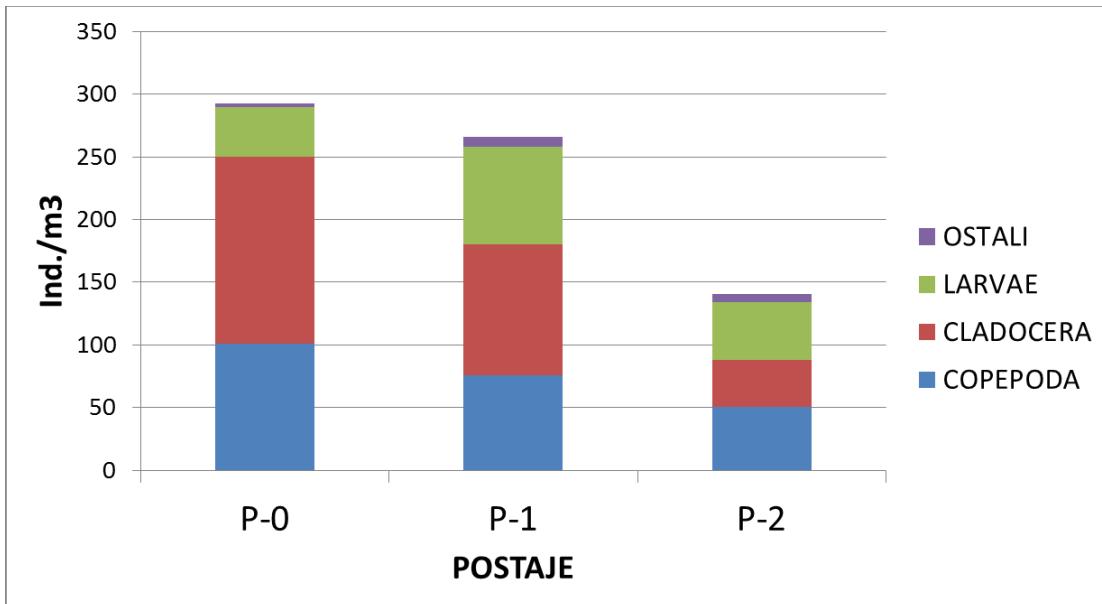


Grafički prikaz 3-35: Vrijednosti mikrozooplanktona ($>50 \mu\text{m}$) na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u studenom 2021. godine.

3.3.4.4 Mezozooplankton

Ukupne vrijednosti mesozooplanktona iznosile su od 76 jed.m^{-3} zabilježenih na postaji P-0 do 246 jed.m^{-3} nađenih na postaji P-1 (Grafički prikaz 3-36). Navedene vrijednosti mesozooplanktona u studenome su niže od uobičajenih gustoća zabilježenih tijekom jeseni u obalnom području sjevernog Jadrana.

Na sve tri istraživane postaje brojčano dominantna skupina su bili kopepodi (Copepoda), sa prosječnim udjelom od 82% ukupne brojnosti mesozooplantona. U oba brojčano dominantna reda kopepoda (Calanoida i Cyclopoida) dominirali su juvenilni stadiji. Nađeno je ukupno 13 taksona kopepoda, od kojih su najbrojnije bile jedinke vrsta *Temora stylifera*, *Acartia (Acartiura) clausi*, *Oithona similis*, te porodice *Corycaeidae*. Od ostalih mesozooplanktonskih organizama treba izdvojiti predstavnike skupina Appendicularia (prosječnog udjela od 6% u ukupnom broju) i Chaetognatha (prosječnog udjela od 4%). Zabilježeno je još 5 holoplanktonskih skupina: Hydromedusae, Siphonophorae, Cladocera, Pteropoda i Doliolidae kao i ličinački stadiji bentoskih organizama, međutim njihovi predstavnici nisu značajnije sudjelovali u ukupnim vrijednostima mesozooplanktonske zajednice istraživanog područja.



Grafički prikaz 3-36: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u kolovozu 2021. godine.

3.3.4.5 Zaključak

Kao i za prijašnje mjesece u kojim je obavljen monitoring, sastav i brojnost planktonske zajednice ukazuje na oligotrofni karakter istraživanog područja. To se posebno odnosi na piko i nano veličinske frakcije. Heterotrofne bakterije i pikoautotrofni pigmentirani (autotrofni i miksotrofni) organizmi najbrže reagiraju na promjene u morskim ekosustavima. Za sve tri istraživane postaje godišnja prosječna brojnost heterotrofnih bakterija iznosi $0,233 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ što je u skladu s vrijednostima oligotrofnih područja srednjeg (Šolić i sur. 1997) i južnog Jadrana (Hrustić i sur. 2013). Brojnost od $1 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ se smatra granicom između oligotrofnih i eutrofnih područja (Azam i sur., 1983; Sanders i sur. 1992).

Potpriču niske produkcije područja monitoringa nalazimo i u niskim vrijednostima svih fitoplanktonskih predstavnika. U svim dosadašnjim istraživanjima utvrđen je siromašan sastav ove zajednice što je u suprotnosti za oliogotrofna morska područja. Ovim zaključcima pridružuju se i rezultati dobiveni za mikrozooplankton i mezozooplankton. S izuzetkom u kolovozu, vrijednosti mikrozooplanktona bile su usporedive jedino s otvorenim morem južnog Jadrana. Generalno, svi rezultati dobiveni tijekom ovog jednogodišnjeg sezonskog monitoringa se znatno razlikuju od dosadašnjih spoznaja za gustoće populacija planktonskih zajednica sjevernog dijela istočne obale Jadrana.

4 STANJE MORSKIH STANIŠTA OBALNOG POJASA

Pregled obalnog pojasa na području napravljen je tijekom svibnja 2021. godine uz pomoć brodice s kojom se može doći u neposrednu blizinu obalne linije. Za sam pregled potrebno je potpuno mirno more bez valova jer se u protivnom dobro ne vidi morsko dno na dubini od do 50 cm dubine. Početne i krajnje točke su određene ručnim GPS uređajem kao i sama dužina istraživanog segmenta. Za ovo istraživanje je odabran segment duljine od oko 200 metara.

Tablica 4-1: Rezultati kod LNG terminala dobiveni direktnim pregledom (dobivena vrijednost) te EQR vrijednosti dobiveni odnosom dobivene vrijednosti, morfologije, nagiba obale te referentne vrijednosti.

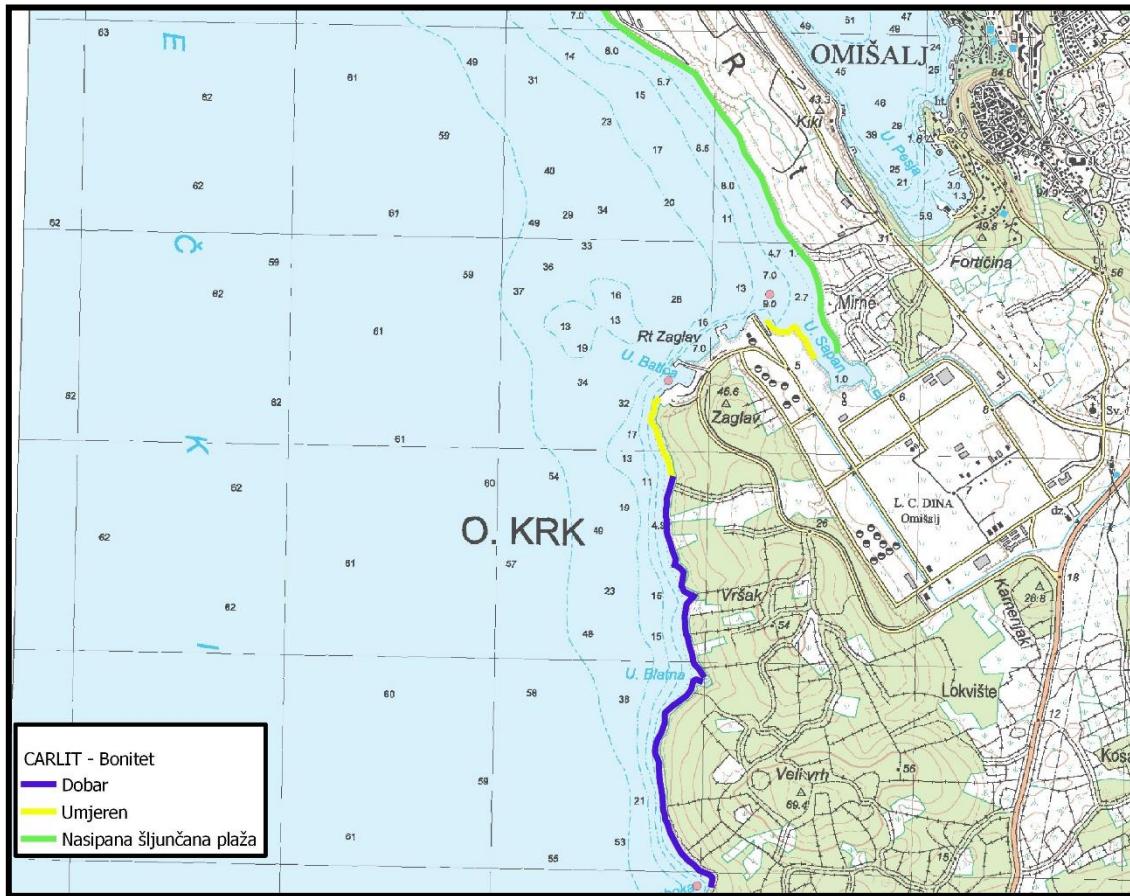
Lokacija	Broj segmenta	Duljina(m)	Morfologija obale	Nagib	Referentna vrijednost	Dobivena vrijednost	EQR vrijednost	Bonitet
LNG sjever	1	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	10	0,56433409	moderate
LNG jug	1	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	10	0,56433409	moderate
LNG jug	2	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	10	0,56433409	moderate
LNG jug	3	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	4	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	5	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	6	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	7	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	8	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	9	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	10	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	11	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	12	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good
LNG jug	13	200	Low coast	Sub-vertical	17,72	12	0,6772009	good

Iz tablice se vidi da se bonitet na pregledanom području izmjenjuje iz dobrog u umjereno dobro.

Tablica 4-2: Referentne vrijednosti koje se koriste za procjenu CARLIT boniteta za Jadransko more

REFERENTNE VRIJEDNOSTI ZA JADRANSKO MORE		
Morfologija obale	Nagib	Referentna vrijednost
High coast	Horizontal	20
High coast	Sub-vertical	17.55
High coast	Vertical	12.96
High coast	Overhanging	10
Low coast	Horizontal	19.02
Low coast	Sub-vertical	17.72
Low coast	Vertical	14.62
Low coast	Overhanging	9.66
Blocks		12.76



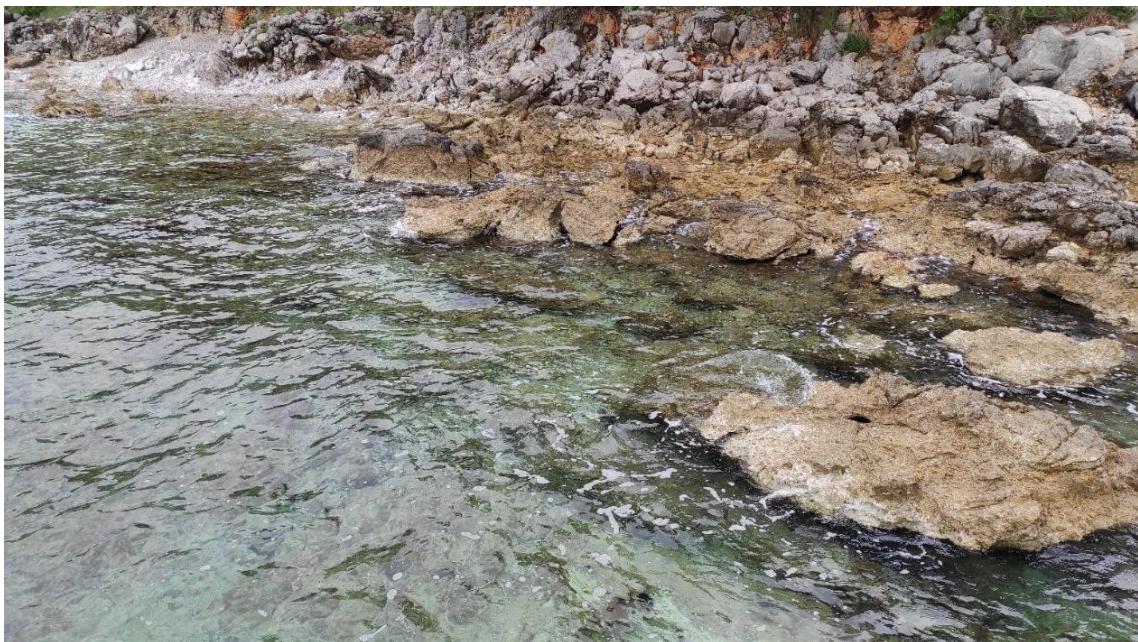


Grafički prikaz 4-1: Grafički prikaz dobivenog boniteta na i u blizini LNG terminala

Na području LNG terminala vidljivo je da se bonitet mijenja iz umjereno dobrog u dobro (Grafički prikaz 4-1). Na obalnoj liniji od sjevera prema jugu može se uočiti povećanje boniteta što se direktno može povezati s dugogodišnjim antropogenim-industrijskim utjecajem na prostoru današnjeg LNG terminala. Dodatno, prostor odnosno obalna linija na širem području je godinama nasipavana s više ili manje pokretnim materijalom (Slika 4-1). Alge po kojima se određuje CARLIT bonitet su uglavnom višegodišnje i dugoživuće vrste kojima treba pripremljena podloga za naseljavanje (Slika 4-2). Zbog navedenih osobina na istraživanom području oko LNG terminala algi je znatno manje nego na području južnije od terminala gdje nema antropogenog utjecaja na obalnu liniju.



Slika 4-1: U potpunosti nasipani dio obale na području LNG terminala.



Slika 4-2: Ne nasipavana obalna linija na širem području LNG terminala.

Obala na istraživanom području je niska (uska) uslijed ne-postojanja jačih vjetrova koji na ovoj obali mogu uzrokovati veće valove, odnosno jače zaslanjenje obale i/ili tla (Slika 4-3).



Slika 4-3: Niska prirodna obalna linija na udaljenosti od 500 metara od terminala s dobrim bonitetom.



Slika 4-4: Neposredno, južno na granici LNG terminala obala je također nasuta kroz zadnjih 50ak godina, bonitet na ovom dijelu je umjerenog dobar.

Preporuka za buduće istraživanje je da se segmenti za CARLIT metodu još smanje (na 150 ili 100 metara dužine) kako bi se dobila bolja slika lokalnog utjecaja odnosno mogućeg oporavka s obzirom na promjenu tipa industrijskog postrojenja.

Sjeverno od LNG terminala nalazi se naftni terminal Omišalj. Područje naftnog terminala, ali i šire također je nasipavano tijekom dužeg niza godina, a zbog veličine nasipavanog granulata (manje kamenje i šljunak), nemoguće je na takvoj obali utvrditi CARLIT bonitet (Slika 4-5).



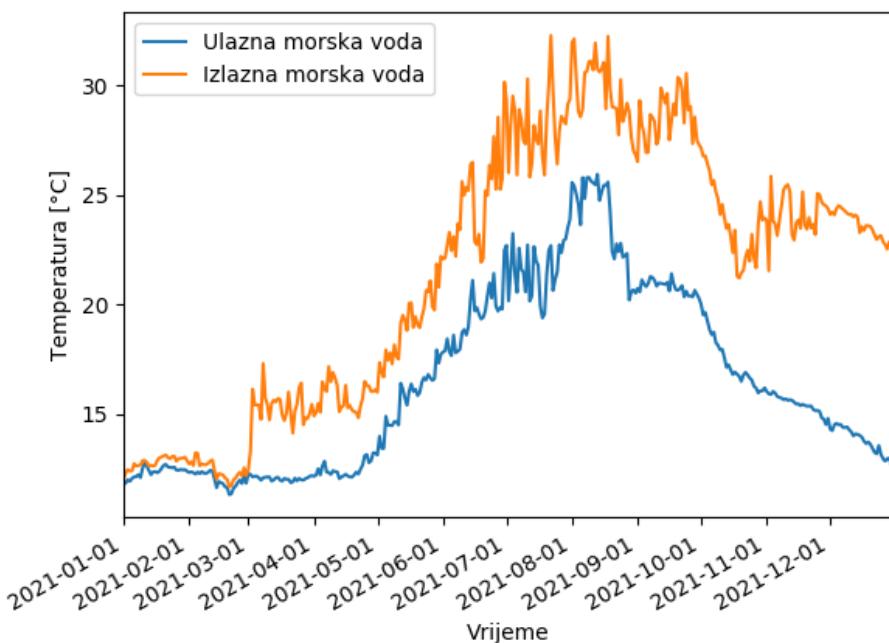
Slika 4-5: Manje i veće kamenje te šljunak na obali sjeverno od LNG terminala.

5 TEMPERATURA MORA

5.1 TEMPERATURE NA SUSTAVU RASHLADNE VODE ZA SUSTAV ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

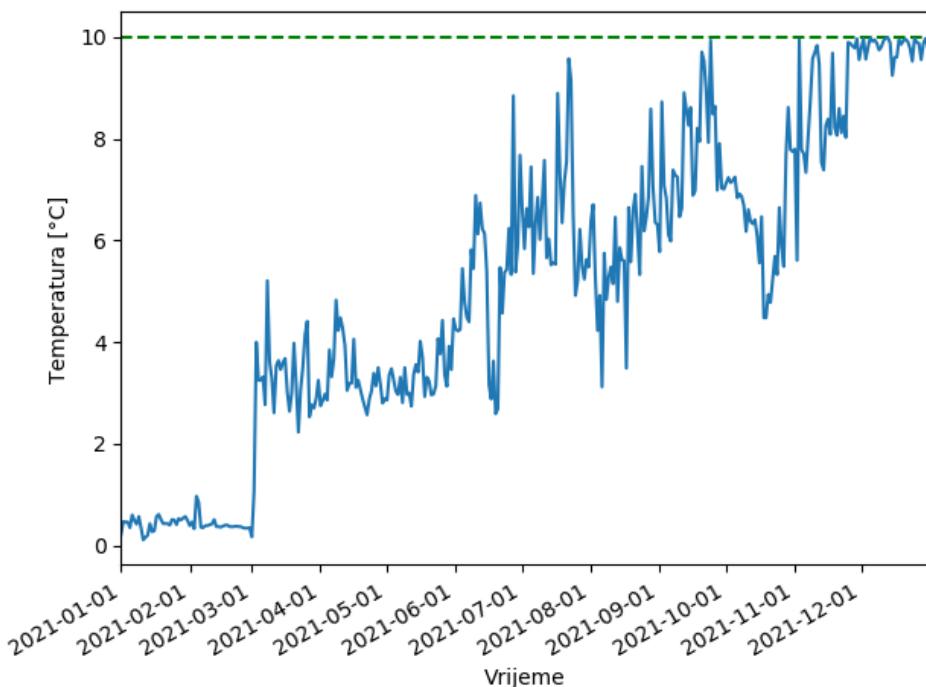
Mjerenja se obavljaju na ulazu i izlazu vode za hlađenje jedinice za proizvodnju električne energije. Prema Rješenju, rad rashladnog sustava mora se voditi tako da razlika temperature morske vode na izlasku iz rashladnog sustava u odnosu na temperaturu na ulasku u sustav ne bude veća od 10°C .

Grafički prikaz 5-1 prikazuje dnevne srednjake izmjerene temperature na ulazu i na izlazu iz rashladnog sustava.



Grafički prikaz 5-1: Temperatura (dnevni srednjaci) ulazne i izlazne vode u rashladnom sustavu.

Tijekom 2021. razlike dnevnih srednjaka temperature izlazne i ulazne vode u rashladni sustav jedinice za proizvodnju električne energije nije prešao dopuštenu vrijednost $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Grafički prikaz 5-2).

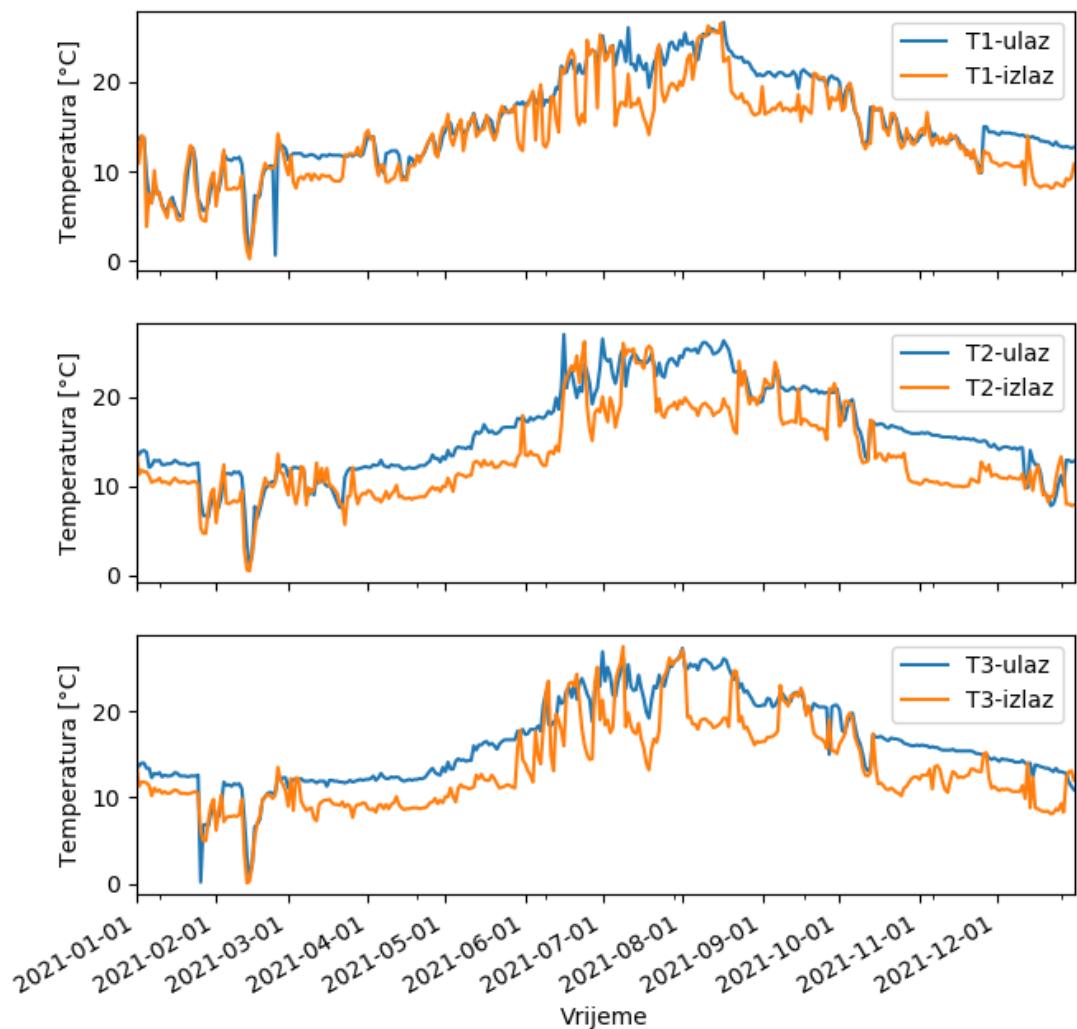


Grafički prikaz 5-2: Razlike dnevnih srednjaka temperature izlazne i ulazne vode u rashladni sustav.



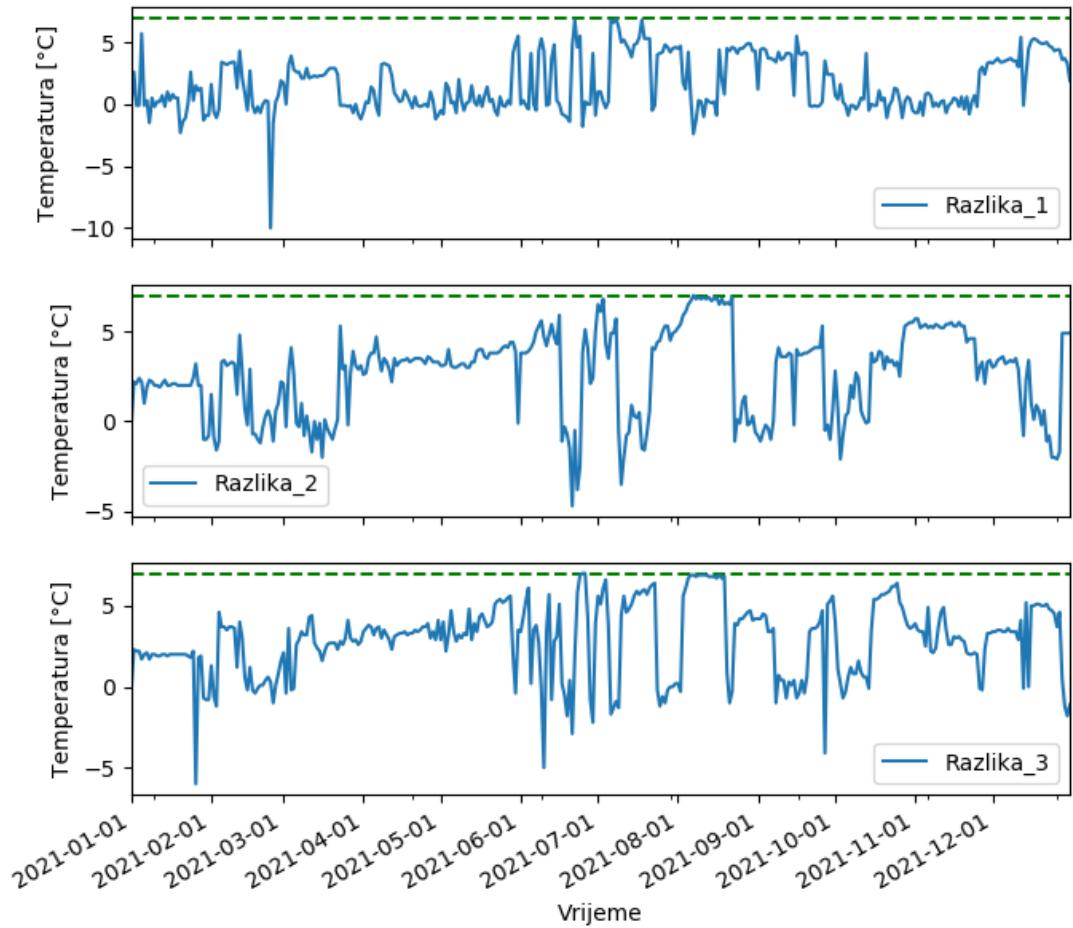
5.2 TEMPERATURE NA SUSTAVU UPLINJAVANJA

Mjerenja se obavljaju na svakoj od tri jedinice za uplinjavanje UPP-a i to na ulazu i na izlazu iz sustava. Rješenjem je propisano da razlika temperatura vode na ulazu i izlazu iz svake jedinice ne smije prelaziti 7°C . Analizirani su podaci dostavljeni od naručitelja koji predstavljaju dnevne srednjake izmjerениh temperatura.



Grafički prikaz 5-3: Dnevni srednjaci na ulazima i izlazima iz jedinica za uplinjavanje UPP-a.

Razlika temperature na izlazu i ulazu u sustav uplinjavanja tijekom 2021. nije prešla najvišu dopuštenu vrijednost 7°C (Grafički prikaz 5-4).

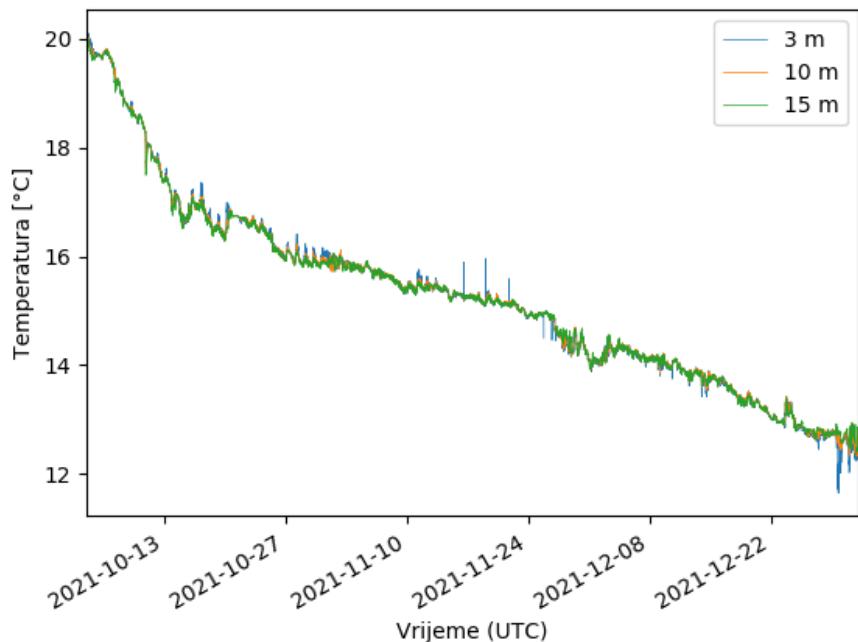


Grafički prikaz 5-4: Razlika temperatura na ulazu i izlazu sustava za uplinjavanje UPP-a, na sve tri jedinice.

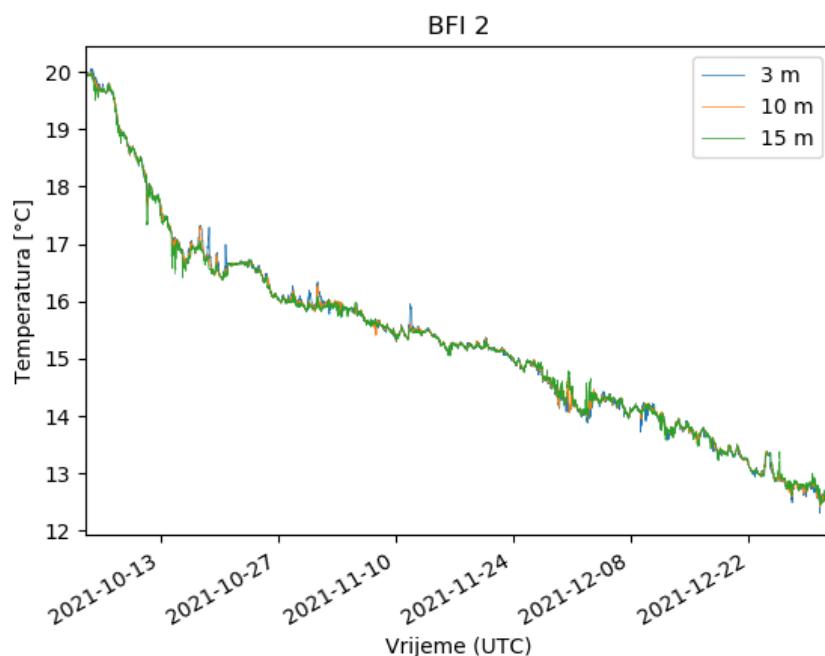
5.3 TEMPERATURE NA MJERNIM PLUTAČAMA

Mjerenja temperature u vodenom stupcu provode se na dvije lokacije na udaljenosti 200 m od FSRU broda i na referentnoj lokciji u Srednjim vratima (kod rta Prapratna). Temperature se mjere na tri dubine – na plutačama BFI_1 i BFI_2 (200 m od FSRU broda) na dubinama 3 m, 10 m i 15 m, a na referentnoj postaji na 3 m, 15 m i 40 m. U nastavku su prikazani vremenski nizovi izmjerenih temperatura na svakoj postaji. Mjerenja su bila dostupna za razdoblje od 4. 10. 2021. do 31. 12. 2021.

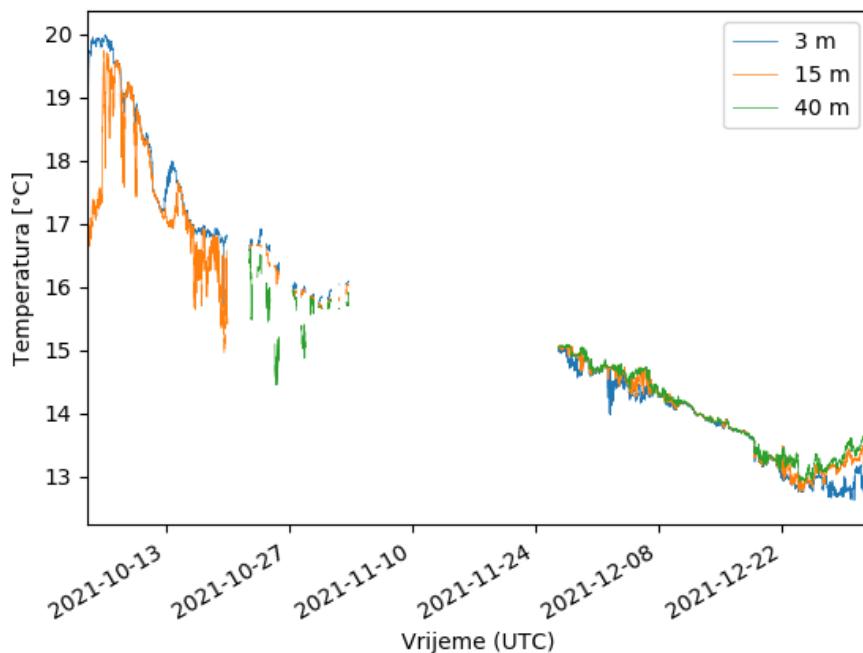




Grafički prikaz 5-5: Temperature na mjernoj plutači BFI_1.



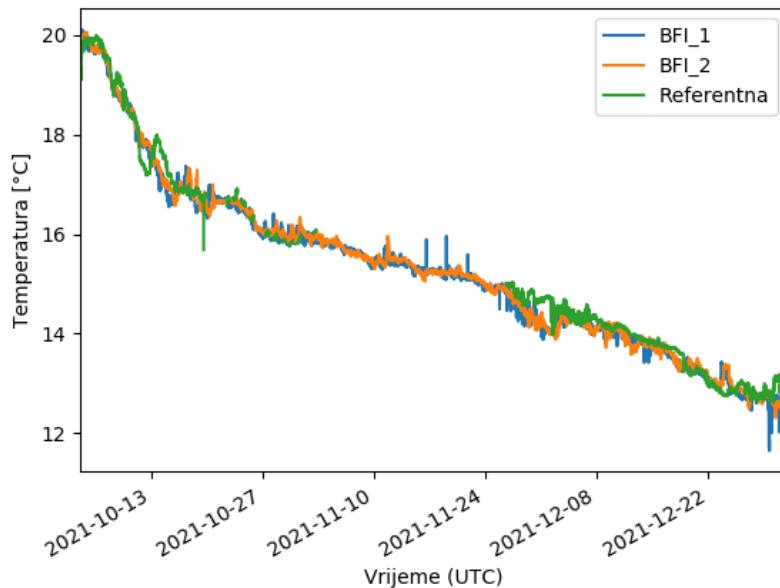
Grafički prikaz 5-6: Temperature na mjernoj plutači BFI_2.



Grafički prikaz 5-7: Temperatura na referentnoj mjernoj plutači.

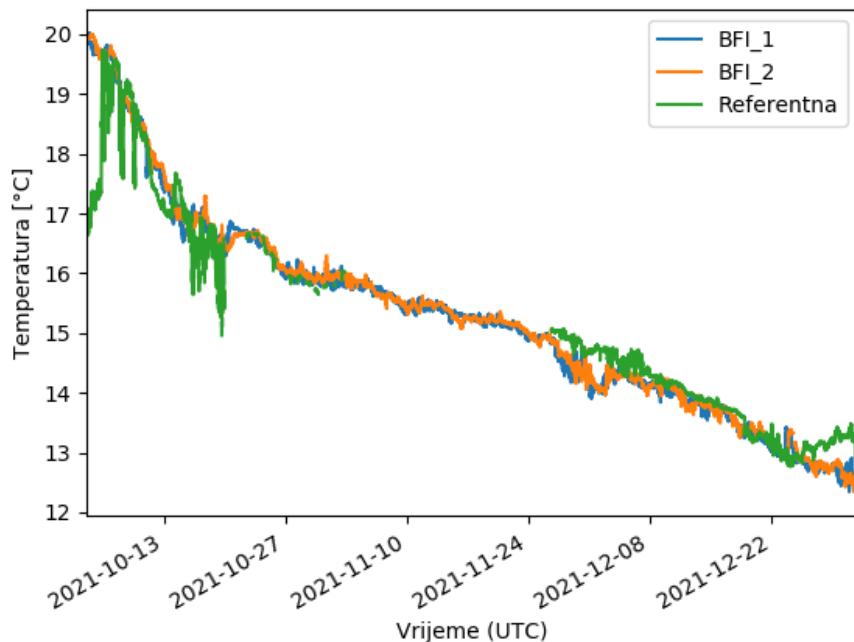
Na referentnoj plutači nedostaje po 11 % podataka na dubinama 3 m i 15 m i 37 % podataka na dubini 40 m.

U nastavku su uspoređene temperature na tri razine na mjernim plutačama.

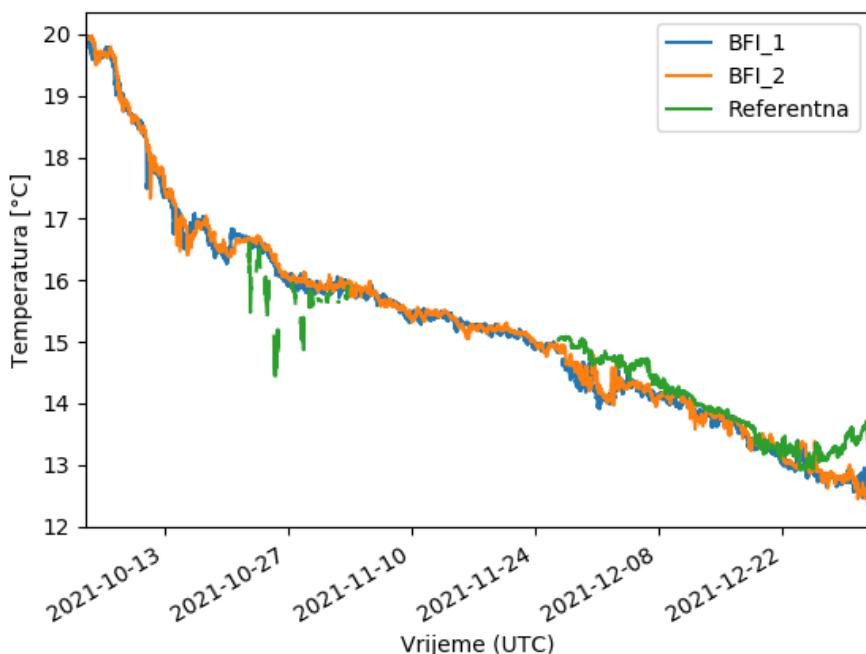


Grafički prikaz 5-8: Temperatura na 3 m dubine na mjernim plutačama.





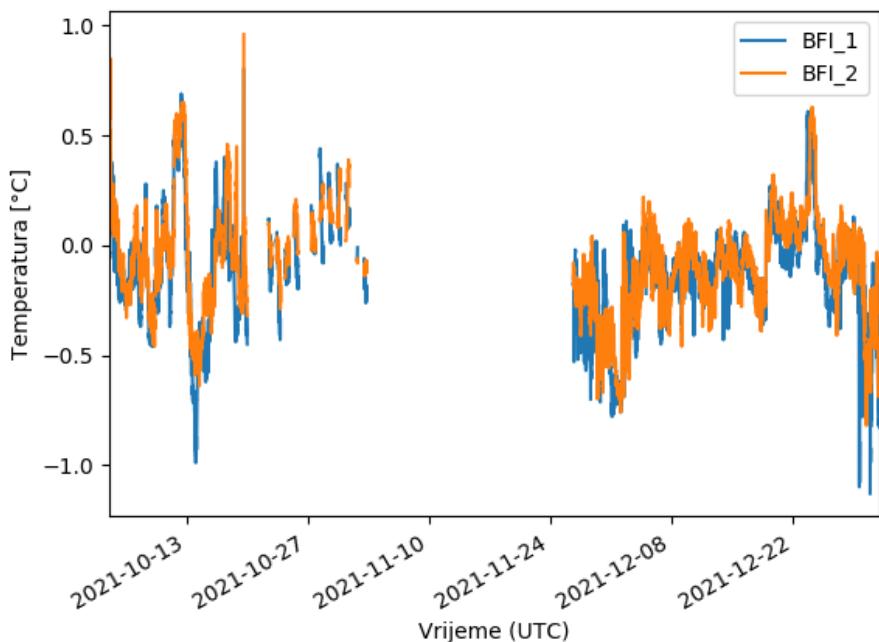
Grafički prikaz 5-9: Temperatura u srednjem sloju (BFI_1 i BFI_2 na 10 m, Referentna na 15 m).



Grafički prikaz 5-10: Temperatura u donjem sloju (BFI_1 i BFI_2 na 15 m, Referentna na 40 m).

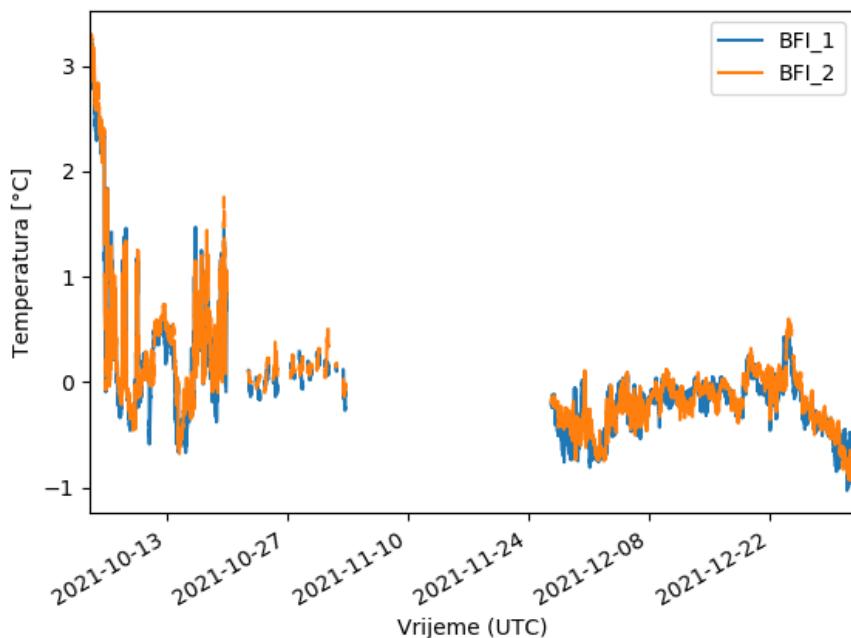
U nastavku su prikazane razlike u temperaturama u odgovarajućim slojevima između svake mjerne postaje kod FSRU broda i referentne postaje.





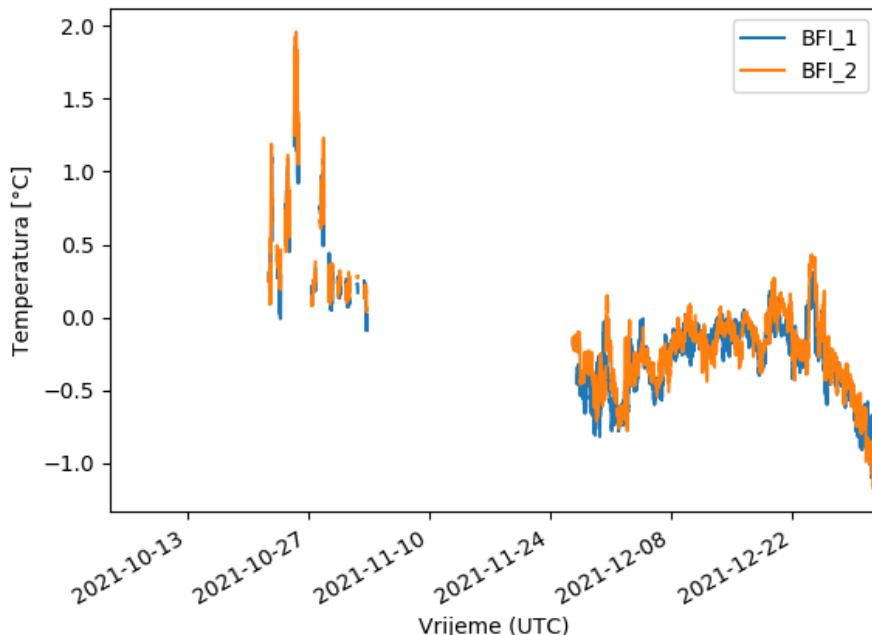
Grafički prikaz 5-11: Razlika u temperaturi u odnosu na referentnu postaju, na dubini 3 m.

Najveća razlika u gornjem sloju iznosi $-1,13^{\circ}\text{C}$ i dogodila se 30. 12. 2021.



Grafički prikaz 5-12: Razlika u temperaturi u odnosu na referentnu postaju, u srednjem sloju.

Najveća izmjerena razlika u srednjem sloju iznosi $3,3^{\circ}\text{C}$. Međutim, s obzirom na izmjerene vrijednosti na referentnoj postaji (v. Grafički prikaz 5-9) smatramo da ta mjerena nije ispravna, i samim time niti ova razlika nije ispravna. Ako se pogledaju samo vrijednosti nakon 25. 10. 2021., najveća razlika u temperaturi između mjernih postaja i referentne postaje u srednjem sloju iznosi $-1,03^{\circ}\text{C}$ (30. 12. 2021.).



Grafički prikaz 5-13: Razlika u temperaturi u odnosu na referentnu postaju, u donjem sloju.

U donjem sloju najveća razlika u temperaturi na mjernim plutačama BFI_1 i BFI_2 u odnosu na referentnu postaju iznosi $-1,17^{\circ}\text{C}$ (31. 12. 2021., zanemarena su mjerena prije 29. 10. 2021. koja smatramo neispravnima – v. Grafički prikaz 5-10).

6 ZAKLJUČAK

Provđeno je praćenje stanja okoliša za Terminal za ukapljeni prirodni plin na otoku Krku u četiri sezone tijekom godine – zima (prosinac 2020.), proljeće (svibanj 2021.), ljeto (kolovoz 2021.) i jesen (listopad 2021.). Provđene su sljedeće analize:

1. Određivanje udjela bakra, cinka, nikla i policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u sedimentu na 3 lokacije u području FSRU broda;
2. Određivanje koncentracije bakra u morskoj vodi na 2 postaje u području utjecaja FSRU broda i na referentnoj postaji;
3. Određivanje oceanografskih i bioloških pokazatelja: temperatura, slanost, kisik, hranjive soli, bakteriplankton, fitoplankton, zooplankton na području lokacije FSRU broda, na području uvale Sapan i izabrane referentne lokacije;

Vrijednosti parametara: zasićenje kisikom, fosfati i ukupni fosfor zadovoljavaju uvjete za vrlo dobro ili referentno ekološko stanje. Granične vrijednosti ekološkog stanja za ukupni dušik u priobalnom moru nisu definirane. Izmjerene koncentracije specifične onečišćujuće tvari bakra u stupcu vode prelaze granične vrijednosti za dobro ekološko stanje u svim terminima monitoringa, ali to uključuje i referentnu postaju.

Koncentracije prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari u sedimentu većinom zadovoljavaju uvjet za vrlo dobro stanje, a sve izmjerene vrijednosti su ispod granične vrijednosti za dobro stanje sedimenta. Oba ova stanja smatraju se zadovoljavajućim.

Sastav i brojnost planktonske zajednice ukazuje na oligotrofni karakter istraživanog područja. To se posebno odnosi na piko i nano veličinske frakcije. Heterotrofne bakterije i pikautotrofni pigmentirani (autotrofni i miksotrofni) organizmi najbrže reagiraju na promjene u morskim ekosustavima. Za sve tri istraživane postaje godišnja prosječna brojnost heterotrofnih bakterija iznosi $0,233 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ što je u skladu s vrijednostima oligotrofnih područja srednjeg (Šolić i sur. 1997) i južnog Jadrana (Hrustić i sur. 2013). Brojnost od $1 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ se smatra granicom između oligotrofnih i eutrofnih područja (Azam i sur., 1983; Sanders i sur. 1992). Potvrdu niske produkcije područja monitoringa nalazimo i u niskim vrijednostima svih fitoplanktonskih predstavnika. U svim dosadašnjim istraživanjima utvrđen je siromašan sastav ove zajednice što je u suprotnosti za oliogotrofna morska područja. Ovim zaključcima pridružuju se i rezultati dobiveni za mikrozooplankton i mezozooplankton. S izuzetkom u kolovozu, vrijednosti mikrozooplanktona bile su usporedive jedino s otvorenim morem južnog Jadrana. Generalno, svi rezultati dobiveni tijekom ovog jednogodišnjeg sezonskog monitoringa se znatno razlikuju od dosadašnjih spoznaja za gustoće populacija planktonskih zajednica sjevernog dijela istočne obale Jadrana.

U proljeće je provedena ocjena stanja morskih staništa obalnog pojasa CARLIT metodom. Na području LNG terminala bonitet se mijenja iz umjerenog dobrog u dobro. Na obalnoj liniji od sjevera prema jugu može se uočiti povećanje boniteta što se direktno može povezati s dugogodišnjim antropogenim-industrijskim utjecajem na prostoru današnjeg LNG terminala. Dodatno, prostor odnosno obalna linija na širem području je godinama nasipavana s više ili manje pokretnim materijalom. Alge po kojima se određuje CARLIT bonitet su uglavnom višegodišnje i dugoživuće vrste kojima treba pripremljena podloga za naseljavanje. Zbog navedenih osobina na istraživanom području oko LNG terminala algi je znatno manje nego na području južnije od terminala gdje nema antropogenog utjecaja na obalnu liniju.

Temperatura mora mjerila se na tri jedinice za uplinjavanje UPP-a, i to na ulazima i izlazima iz sustava, zatim na ulazu i izlazu iz sustava rashlađivanja jedinice za proizvodnju električne energije te na tri plutače – dvije na udaljenosti od oko 200 m od FSRU broda i jednoj referentnoj u Srednjim vratima. Razlika dnevnih srednjaka temperature na izlazu i ulazu u sustav uplinjavanja tijekom 2021. nije prešla dopuštenih $7 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Razlike dnevnih srednjaka na izlazu i ulazu vode u rashladni sustav jedinice za proizvodnju električne energije tijekom 2021. godine nisu premašile dopuštenu vrijednost od $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Razlike vrijednosti između temperatura na plutačama kraj FSRU broda i referentne postaje osciliraju oko nule, što ukazuje da nema značajnog utjecaja procesa uplinjavanja na temperaturu vode. Najviša zabilježena razlika iznosi $-1,17 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Međutim, treba naglasiti da su mjerena na referentnoj plutači manjkava, s velikim brojem podataka koji nedostaju, a i dio podataka koji je izmjerena nije pouzdan (nagli skokovi u vrijednostima te određen broj vrijednosti koje nisu vjerojatne), što predstavlja prepreku za kvalitetnu analizu. Preporuča se naručitelju implementirati kontinuirano praćenje mjerena kako bi se prekidi i druge poteškoće u mjerenu odmah uočili i uklonili njihovi uzroci. Također, preporuča se implementacija kontrole kvalitete podataka.





7 LITERATURA I PROPISI

- Bakke T., Kallqvist T., Ruus A., Breedveld G.D., and Hylland K. 2010. Development of sediment quality criteria in Norway. *J. Soil Sediments*, 10, 172-178.
- Bojanić, N., M. Šolić, N. Krstulović, S. Šestanović, I. Marasović, Ž. Ninčević, 2005. Temporal variability in abundance and biomass of ciliates and copepods in the eutrophicated part of Kaštela Bay (Middle Adriatic Sea). *Helgoland Marine Research*, 59: 107-120.
- Camatti, E., A. Comaschi, A. De Olazabal & S. Fonda Umani. 2008. Annual dynamics of the mesozooplankton communities in a highly variable ecosystem (North Adriatic Sea, Italy), *Marine Ecology*, 29: 387-398.
- Cukrov, N., Francišković Bilinski, S., Hlača, B., Barišić, D. (2011): A recent history of metal accumulation in the sediments of Rijeka harbor, Adriatic Sea, Croatia. *Marine Pollution Bulletin* 62, 154-167.
- Dolenec, T., Faganeli, J., & Pirc, S. (1998): Major, minor, and trace elements in surficial sediments from the open Adriatic Sea: A regional geochemical study. *Geologia Croatica*, 51/1, 59-73.
- Fonda Umani, S., Milani, L., Borme, D., Olazabal, de A., Parlato, S., Precali, R., Kraus, R., Lučić, D., Njire, J., Totti, C., Pompei, M. and Cagnini, M., 2005. Inter-annual variations of planktonic food webs in the northern Adriatic Sea and their role in driving organic carbon fluxes. *Science of the Total Environment*, 353: 218-231.
- Hobbie, J.E., R.J. Daley and S. Jasper. 1977. Use of Nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.* 33, 1225-1228.
- Ianni, C., Magi, E., Rivaro, P., Ruggieri, N. (2000): Trace metals in Adriatic coastal sediments: Distribution and speciation pattern. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 78/1-2, 73-92.
- Krstulović, N., Šolić, M., Marasović, I. 1997. Relations between bacteria, phytoplankton and heterotrophic nanoflagellates along the trophic gradient. *Helgoländer Meeresunters.* 51: 433–443.
- Kršinić, F., Bojanić, D., Precali, R., Kraus, R., 2017. Quantitative variability of the copepod assemblages in the northern Adriatic Sea from 1993 to 1997. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74: 528-538.
- Kršinić, F., M. Čalić, M, Carić, 2016. The population structure of planktonic protists and small metazoans in Mali Ston Bay (Adriatic Sea) - implications for determination of trophic state and shellfish culturing potential. *Acta Adriatica*, 57: 17-38.
- Lučić, D., Njire, J., Morović, M., Precali, R., Fuks, D. and Bolotin, J., 2003. Microzooplankton in the open waters of the Northern Adriatic Sea from 1990 to 1993: the importance of copepod nauplii densities. *Helgoland Marine Research*, 57: 73-81.
- Milosavljić, M., D. Lučić, Žarić, M., B. Gangai, I. Onofri, 2015. The importance of vertical habitat gradients on zooplankton distribution in an enclosed marine environment (South Adriatic Sea). *Marine Biology Research*, 5: 462-474.
- Monti, M., M. Minocci, L. Milani, S. Fonda Umani, 2012. Seasonal and interannual dynamics of microzooplankton abundances in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea, Italy). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 115: 149-157.



Peréz, M. T., J. R. Dolan, E. Fukai, 1997. Planktonic oligotrich ciliates in the NW Mediterranean: growth rates and consumption by copepods. *Marine Ecology Progress Series*, 155: 89-101.

Vagué, D., H. A. Blough, C. M. Duarte, 1997. Dynamics of ciliate abundance, biomass and community composition in an oligotrophic coastal environment (NW Mediterranean). *Aquatic Microbial Ecology*, 12: 71-83.

Uredba o standardu kakvoće voda (Narodne novine broj 96/19)



8 PRILOZI

Prilog 1: Suglasnost za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša





PRIMLJENO 20-02-2020

REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA
I ENERGETIKE

10000 Zagreb, Radnička cesta 80
Tel: 01/ 3717 111 fax: 01/ 3717 149

Uprava za procjenu utjecaja na okoliš i
održivo gospodarenje otpadom
Sektor za procjenu utjecaja na okoliš

KLASA: UP/I 351-02/13-08/136

URBROJ: 517-03-1-2-20-19

Zagreb, 14. veljače 2020.

Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, na temelju odredbe članka 42. Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“, broj 80/13, 153/13, 78/15 i 12/18), a u vezi s člankom 71. Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“, broj 118/18), te u vezi s člankom 130. Zakona o općem upravnom postupku („Narodne novine“, broj 47/09), rješavajući povodom zahtjeva ovlaštenika DVOKUT ECRO d.o.o., Trnjanska 37, Zagreb, radi utvrđivanja promjena u popisu zaposlenika ovlaštenika, donosi:

RJEŠENJE

I. Ovlašteniku DVOKUT ECRO d.o.o., Trnjanska 37, Zagreb, OIB: 29880496238, izdaje se suglasnost za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša:

1. Izrada studija o značajnom utjecaju strategije, plana ili programa na okoliš (u dalnjem tekstu: strateška studija) uključujući i dokumentaciju potrebnu za ocjenu o potrebi strateške procjene te dokumentaciju za određivanje sadržaja strateške studije,
2. Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš, uključujući dokumentaciju za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš te dokumentaciju za određivanje sadržaja studije o utjecaju na okoliš,
3. Izrada procjene rizika i osjetljivosti za sastavnice okoliša,
4. Izrada dokumentacije vezano za postupak izdavanja okolišne dozvole uključujući izradu Temeljnog izvješća,
5. Izrada programa zaštite okoliša,
6. Izrada izvješća o stanju okoliša,
7. Izrada izvješća o sigurnosti,

8. Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš,
 9. Izrada sanacijskih elaborata, programa i sanacijskih izvješća,
 10. Izrada projekcija emisija, izvješća o provedbi politike i mjera smanjenja emisija i nacionalnog izvješća o promjeni klime,
 11. Izrada izvješća o proračunu (inventaru) emisija stakleničkih plinova i drugih emisija onečišćujućih tvari u okoliš,
 12. Izrada i/ili verifikaciju posebnih elaborata, proračuna, i projekcija za potrebe sastavnica okoliša,
 13. Procjena šteta nastalih u okolišu uključujući i prijeteće opasnosti,
 14. Praćenje stanja okoliša,
 15. Obavljanje stručnih poslova za potrebe Registra onečišćavanja okoliša,
 16. Obavljanje stručnih poslova za potrebe sustava upravljanja okolišem i neovisnog ocjenjivanja,
 17. Izrada elaborata o usklađenosti proizvoda s mjerilima u postupku ishođenja znaka zaštite okoliša »Priatelj okoliša« i znaka EU Ecolabel,
 18. Izrada elaborata o utvrđivanju mjerila za određenu skupinu proizvoda za dodjelu znaka zaštite okoliša »Priatelj okoliša«.
- II. Suglasnost iz točke I. ove izreke prestaje važiti u roku od godine dana od dana stupanja na snagu propisa iz članka 40. stavka 11. Zakona o zaštiti okoliša.
- III. Ovo rješenje upisuje se u očeviđnik izdanih suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša koje vodi Ministarstvo zaštite okoliša i energetike.
- IV. Ukida se rješenje Ministarstva zaštite okoliša i energetike: KLASA: UP/I 351-02/13-08/136, URBROJ: 517-03-1-2-19-17 od 18. studenoga 2019. godine, kojim je ovlašteniku DVOKUT ECRO d.o.o., Trnjanska 37, Zagreb, dana suglasnost za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša.
- V. Uz ovo rješenje prileži Popis zaposlenika ovlaštenika i sastavni je dio ovoga rješenja.

O b r a z l o ž e n j e

Ovlaštenik DVOKUT ECRO d.o.o., Trnjanska 37, Zagreb (u dalnjem tekstu: Ovlaštenik), podnio je zahtjev za izmjenom podataka o zaposlenim stručnjacima navedenim u Rješenju: KLASA: UP/I 351-02/13-08/136, URBROJ: 517-03-1-2-19-17 od 18. studenoga 2019. godine, koje je izdalo Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (u dalnjem tekstu: Ministarstvo).

Ovlaštenik je tražio da se sa popisa izostavi stručnjak Vjeran Magjarević jer nije više zaposlenik ovlaštenika. Isto tako Ministarstvo je utvrdilo da se stručni poslovi izrade operativnog programa praćenja stanja okoliša i izrade posebnih elaborata i izvješća za potrebe ocjene stanja sastavnica okoliša iz Rješenja (KLASA: UP/I 351-02/13-08/136, URBROJ: 517-03-1-2-19-17 od 18. studenoga 2019. godine), sukladno izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“, broj 118/18) više ne nalazi na popisu poslova zaštite okoliša koje obavljaju ovlaštenici.

U provedenom postupku Ministarstvo je izvršilo uvid u zahtjev za promjenom podataka i utvrdilo da su navodi iz zahtjeva utemeljeni te se navedeni djelatnik briše s popisa zaposlenika.

Slijedom navedenoga, utvrđeno je kao u točkama od I. do V. izreke ovoga rješenja.

UPUTA O PRAVNOM LIJEKU:

Ovo rješenje je izvršno u upravnom postupku i protiv njega se ne može izjaviti žalba, ali se može pokrenuti upravni spor. Upravni spor pokreće se tužbom Upravnom суду u Zagrebu, Avenija Dubrovnik 6, u roku 30 dana od dana dostave ovog rješenja. Tužba se predaje navedenom upravnom суду neposredno u pisanim oblicima, usmeno na zapisnik ili se šalje poštom, odnosno dostavlja elektronički.

Upravna pristojba na zahtjev i ovo rješenje naplaćena je državnim biljezima sukladno Zakonu o upravnim pristojbama („Narodne novine“, broj 115/16) i Uredbi o tarifi upravnih pristojbi („Narodne novine“, broj 8/17, 37/17, 129/17, 18/19, 97/19 i 128/19).



U prilogu: Popis zaposlenika kao u točki V. izreke rješenja.

DOSTAVITI:

1. DVOKUT ECRO d.o.o., Trnjanska 37, Zagreb, (R!, s povratnicom!)
2. Evidencija, ovdje

PO PIS

zaposlenika ovlaštenika: DVOKUT - ECRO d.o.o., Trnjanska 37, Zagreb, slijedom kojih je ovlaštenik ispunio propisane uvjete za izdavanje suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša sukladno rješenju Ministarstva KLASA: UP/I 351-02/13-08/136; URBROJ: 517-03-1-2-20-19 od 14. veljače 2020. godine

STRUČNI POSLOVI ZAŠTITE OKOLIŠA prema članku 40. stavku 2. Zakona	VODITELJI STRUČNIH POSLOVA	ZAPOSLENI STRUČNJACI
1. Izrada studija o značajnom utjecaju strategije, plana ili programa na okoliš (u dalnjem tekstu: strateška studija) uključujući i dokumentaciju potrebnu za ocjenu o potrebi strateške procjene te dokumentaciju za određivanje sadržaja strateške studije	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing. fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oecoing.	Najla Baković, mag.oecol.
2. Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš, uključujući i dokumentaciju za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš te dokumentacije za određivanje sadržaja studije o utjecaju na okoliš	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing. fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oecoing.	Najla Baković, mag.oecol.

6. Izrada procjene rizika i osjetljivosti za sastavnice okoliša	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing. fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag. ing. agr., univ. spec. oecoing.	Najla Baković, mag.oecol. mr.sc. Ines Rožanić
8. Izrada dokumentacije vezano za postupak izdavanja okolišne dozvole uključujući izradu Temeljnog izvješća	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; mr.sc. Ines Rožanić, MBA; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing. fizike	Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Imelda Pavelić Mrakužić, mag. ing. agr., univ. spec. oecoing.
9. Izrada programa zaštite okoliša	mr.sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing. fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag. ing. agr., univ. spec. oecoing.	Najla Baković, mag.oecol.

10. Izrada izvješća o stanju okoliša	mr.sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oeckoing.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag. ing. agr., univ. spec. oeckoing	Najla Baković, mag.oecol.
11. Izrada izvješća o sigurnosti	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr.sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oeckoing.	Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; Ivan Juratek, mag.ing.prosp.arch.; Imelda Pavelić Mrakužić, mag. ing. agr., univ. spec. oeckoing.,dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Najla Baković, mag.oecol.
12. Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oeckoing.; Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag. ing. agr., univ. spec. oeckoing	Najla Baković, mag.oecol.

14. Izrada sanacijskih elaborata, programa i sanacijskih izvješća	Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr.sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; Tomislav Hriberšek, mag. geol., dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing. fizike	Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oecoing.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch. Najla Baković, mag.oecol.
15.Izrada projekcija emisija, izvješća o provedbi politike i mjera smanjenja emisija i nacionalnog izvješća o promjeni klime.	Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.;	Tajana Uzelac Obradović, mag.biol.; Ines Geci, mag.geol.; mr.sc. Ines Rožanić, MBA; Marta Brkić, mag.ing.prosp.arch.; Daniela Klaić Jančijev, mag.bioli.; Ivan Juratek, mag.ing.prosp.arch.; Tomislav Hriberšek, mag.geol.; Mirjana Marčenić, mag.ing.prosp. arch.; Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oecoing, dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Najla Baković, mag.oecol.
16.Izrada izvješća o proračunu(inventaru) emisija stakleničkih plinova i drugih emisija onečišćujućih tvari u okoliš	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff.; struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; mr.sc. Ines Rožanić, MBA; Tajana Uzelac Obradović, mag.bioli.; Ines Geci, mag.geol.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag.bioli.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike	Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag.geol.; Najla Baković, mag.oecol. Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oecoing
20. Izrada i/ili verifikaciju posebnih elaborata, proračuna, i projekcija za potrebe sastavnica okoliša	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oecoing	Najla Baković, mag.oecol.

21. Procjena šteta nastalih u okolišu uključujući i prijeteće opasnosti,	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oeckoing.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming., dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike	Daniela Klaić Jančijev, mag.biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag.geol.; Tajana Uzelac Obradović, mag.biol.; Ines Geci, mag.geol.; mr. sc. Ines Rožanić, MBA; Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oeckoing. Najla Baković, mag.oecol.
22. Praćenje stanja okoliša	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; mr.sc. Ines Rožanić, MBA; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oeckoing.; Tajana Uzelac Obradović, mag.biol.; Ines Geci, mag.geol.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr.sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag.biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag.geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oeckoing.	Najla Baković, mag.oecol.
23. Obavljanje stručnih poslova za potrebe Registra onečišćavanja okoliša	mr. sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr.sc. Ines Rožanić, MBA; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Tajana Uzelac Obradović, mag.biol.; Ines Geci, mag.geol.; Daniela Klaić Jančijev, magg.biol.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oeckoing.;; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag.geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oeckoing.	Najla Baković, mag.oecol.

24. Obavljanje stručnih poslova za potrebe sustava upravljanja okolišem i neovisnog ocjenjivanja	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr.sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Tajana Uzelac Obradović, mag. biol.; Ines Geci, mag. geol.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr. sc. Konrad Kiš, mag. ing. silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag. biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag. geol.; dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike, Imelda Pavelić Mrakužić, mag. ing. agr., univ. spec. oecoing	Najla Baković, mag.oecol.
25. Izrada elaborata o uskladenosti proizvoda s mjerilima u postupku ishodišta znaka zaštite okoliša »Prijatelj okoliša« i znaka EU Ecolabel	mr.sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch; mr.sc. Ines Rožanić, MBA; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Tajana Uzelac Obradović, mag.biol.; Ines Geci, mag.geol.; Daniela Klaić Jančijev, mag.biol.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch; Tomislav Hriberšek, mag.geol.; mr.sc. Konrad Kiš, mag.ing.silv., dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oecoing	Najla Baković, mag.oecol.
26. Izrada elaborata o utvrđivanju mjerila za određenu skupinu proizvoda za dodjelu znaka zaštite okoliša »Prijatelj okoliša«.	Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.; Mario Pokrivač, mag. ing. traff., struč. spec. ing. sec.; mr.sc. Gordan Golja, mag. ing. cheming.; mr.sc. Ines Rožanić, MBA; Tajana Uzelac Obradović, mag.biol.; Ines Geci, mag.geol.; Mirjana Marčenić, mag. ing. prosp. arch.; mr.sc. Konrad Kiš, mag.ing.silv.; Marijana Bakula, mag. ing. cheming.; Daniela Klaić Jančijev, mag.biol.; Ivan Juratek, mag. ing. prosp. arch.; Tomislav Hriberšek, mag.geol.; Igor Anić, mag. ing. geoing., univ. spec. oecoing., dr.sc. Tomi Haramina, dipl.ing.fizike Imelda Pavelić Mrakužić, mag.ing.agr., univ.spec.oecoing	Najla Baković, mag.oecol.