

**datum / ožujak 2021.**

**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**



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

<i>Naziv dokumenta:</i>	<b>IZVJEŠĆE O PRAĆENJU STANJA OKOLIŠA ZA TERMINAL ZA UKAPLJENI PRIRODNI PLIN NA OTOKU KRKU</b>
<i>Ugovor:</i>	U141-20
<i>Verzija:</i>	Konačno izvješće za 2020.
<i>Datum:</i>	29. ožujka 2021.

<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. oeconomics.</i>
<i>Direktorica:</i>	<i>Marta Brkić, mag. ing. prosp. arch.</i> 



---

## S A D R Ž A J

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MJERNE METODE</b>	<b>2</b>
2.1	ANALIZA SEDIMENTA .....	.2
2.2	ANALIZA BAKRA U MORSKOJ VODI .....	.4
2.3	ANALIZA OCEANOGRAFSKIH I BIOLOŠKIH PARAMETARA U MORSKOJ VODI.....	.4
2.4	ANALIZA BAKTERIOPLANKTONA, FITOPLANKTONA I ZOOPLANKTONA U MORSKOJ VODI .....	.5
<b>3</b>	<b>REZULTATI PRAĆENJA STANJA OKOLIŠA 22. 12. 2020. - ZIMA</b>	<b>7</b>
3.1	ANALIZA VODE .....	.7
3.2	ANALIZA SEDIMENTA .....	.9
3.3	BAKTERIOPLANKTON, FITOPLANKTON I ZOOPLANKTON.....	.10
3.3.1	BAKTERIOPLANKTON .....	.10
3.3.2	FITOPLANKTON .....	.11
3.3.3	MIKROZOOPLANKTON .....	.17
3.3.4	MEZOZOOPLANKTON .....	.20
<b>4</b>	<b>ZAKLJUČAK</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>LITERATURA I PROPISI</b>	<b>24</b>

---

### POPIS TABLICA

Tablica 2-1: Metode određivanja koncentracija pojedinih tvari u sedimentu.....	2
Tablica 2-2: Metode određivanja pojedinih pokazatelja u stupcu morske vode. ....	5
Tablica 3-1: Izmjerene koncentracije fizikalno-kemijskih elemenata kakvoće i specifičnu onečišćujuću tvar - spoj bakra i usporedba s odgovarajućim vrijednostima iz Uredbe o standardu kakvoće voda. ....	8
Tablica 3-2: Izmjerena koncentracija bakra u stupcu vode. ....	9
Tablica 3-3: Izmjerene koncentracije prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari u sedimentu.....	9
Tablica 3-4: 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. ....	10
Tablica 3-5: Sastav i brojnost skupina fitoplanktona u prosincu 2020. godine.....	15
Tablica 3-6: Sastav i brojnost mikrozooplanktona sakupljenog mrežom finoće tkanja 50 µm u prosincu 2020. godine. ....	19
Tablica 3-7: Sastav i brojnost mezozooplanktona sakupljenog mrežom finoće tkanja 200 µm u prosincu 2020. godine. ....	21

### POPIS GRAFIČKIH PRILOGA

Grafički prikaz 2-1: Točke za praćenje onečišćujućih tvari u sedimentu. ....	2
Grafički prikaz 2-2: Točke uzorkovanja bakra u vodi. ....	4
Grafički prikaz 2-3: Točke za praćenje oceanografskih i bioloških pokazatelja u stupcu vode. ....	5
Grafički prikaz 2-4: Točke za praćenje planktona. ....	6
Grafički prikaz 3-1: 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. ....	11
Grafički prikaz 3-2: 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. ....	11
Grafički prikaz 3-3: Vertikalna raspodjela ukupnih vrijednosti fitoplanktona na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine.....	12
Grafički prikaz 3-4: 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. ....	13
Grafički prikaz 3-5: 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. ....	13



---

Grafički prikaz 3-6: 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. ....	14
Grafički prikaz 3-7: 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 pridneni slojevi (C) plavim stupićima. ....	17
Grafički prikaz 3-8: 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 pridneni slojevi (C) plavim stupićima. ....	18
Grafički prikaz 3-9: Vrijednosti mikrozooplanktona ( $>50 \mu\text{m}$ ) na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u prosincu 2020. godine.....	18
Grafički prikaz 3-10: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u prosincu 2020. godine.....	20



---

## **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: 517-06-2-1-18-16 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 prva mjerena provedena po dolasku FSRU broda na lokaciju Terminala za UPP (prosinac 2020. godine) i obuhvaćaju:

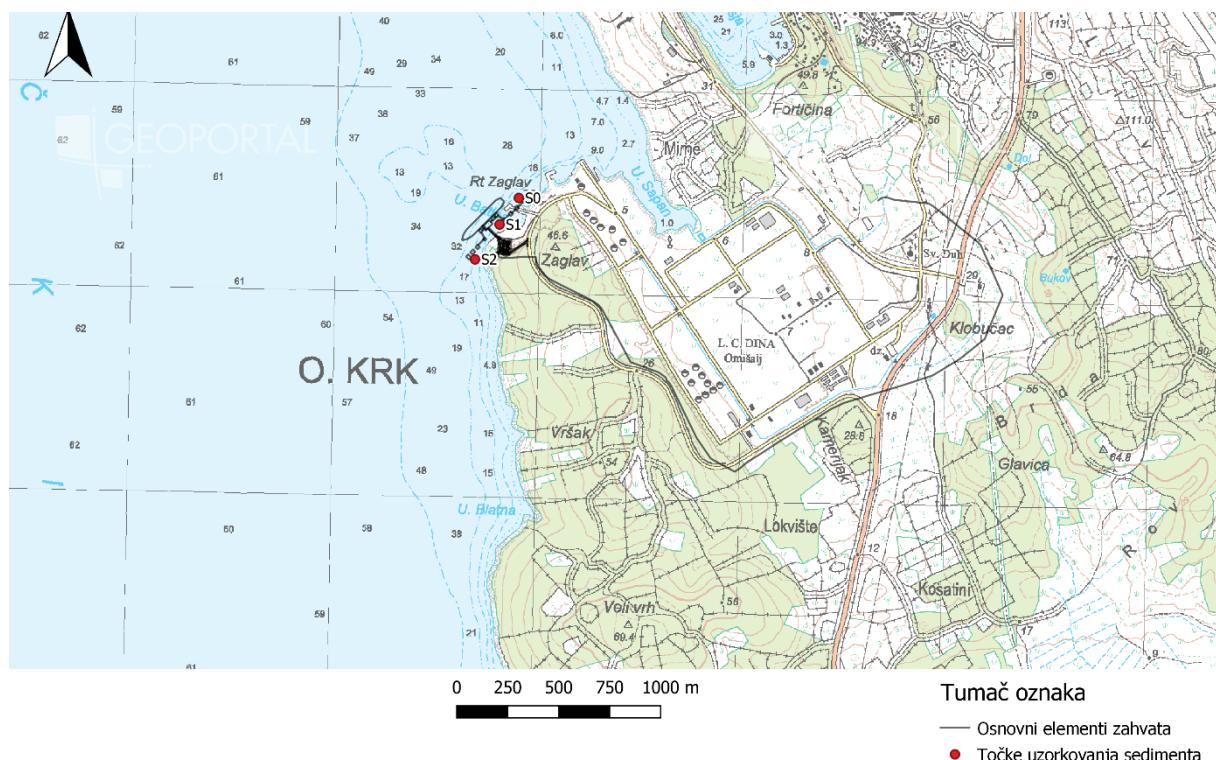
1. Uzorkovanje sedimenata na 3 lokacije u području utjecaja FSRU broda te određivanje udjela bakra, cinka, nikla i policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u sedimentu;
2. Uzorkovanje i određivanje koncentracije bakra u morskoj vodi na 2 mjesta u području utjecaja FSRU broda i jednoj referentnoj 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.



## 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	

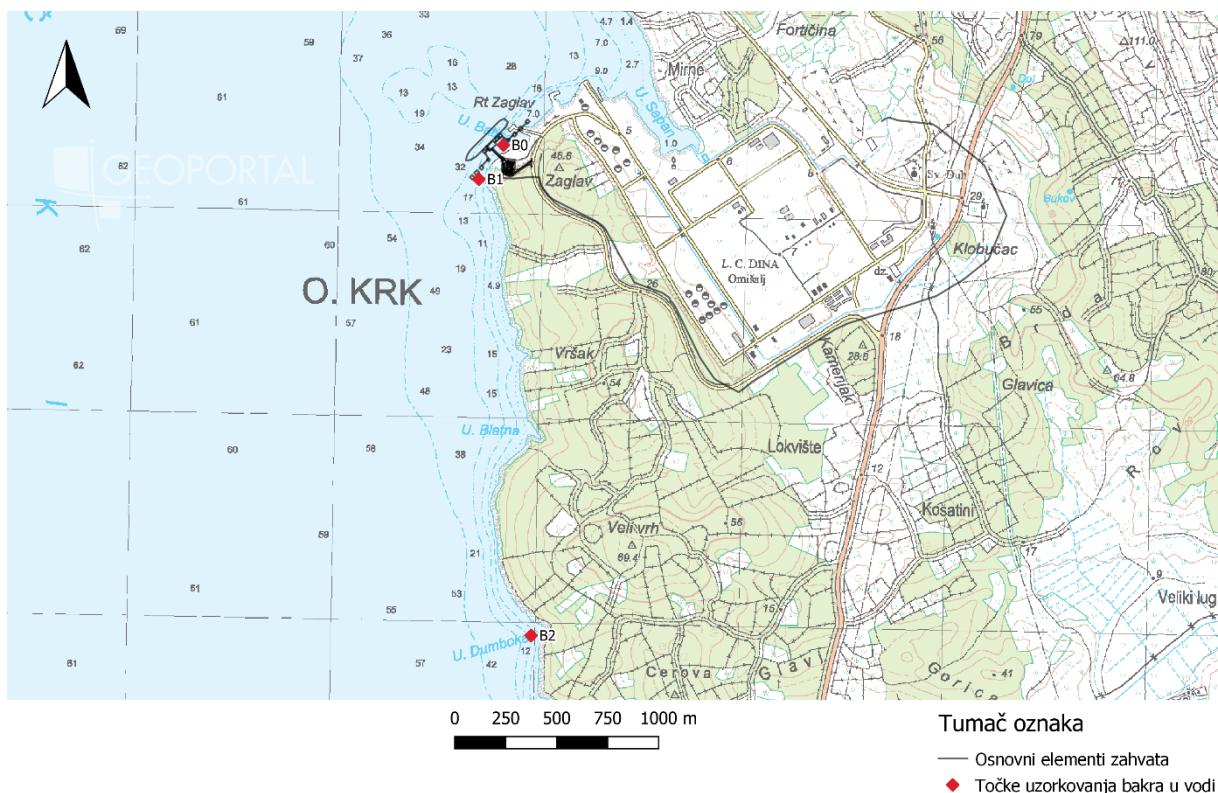
<b>Pokazatelj</b>	<b>Metoda</b>	<b>Mjerna jedinica</b>
Cink	Modificirana metoda HRN EN ISO 15586:2008 Vlastita metoda M 144-200, Izdanje 1, 15.11.2019. Modificirane metoda HRN ISO 8288:1998	mg/kg s.t.
Naftalen	Modificirana metoda HRN EN ISO 15586:2008 Vlastita metoda M 160-200, Izdanje 1, 13.11.2019. 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, 201 1, 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.

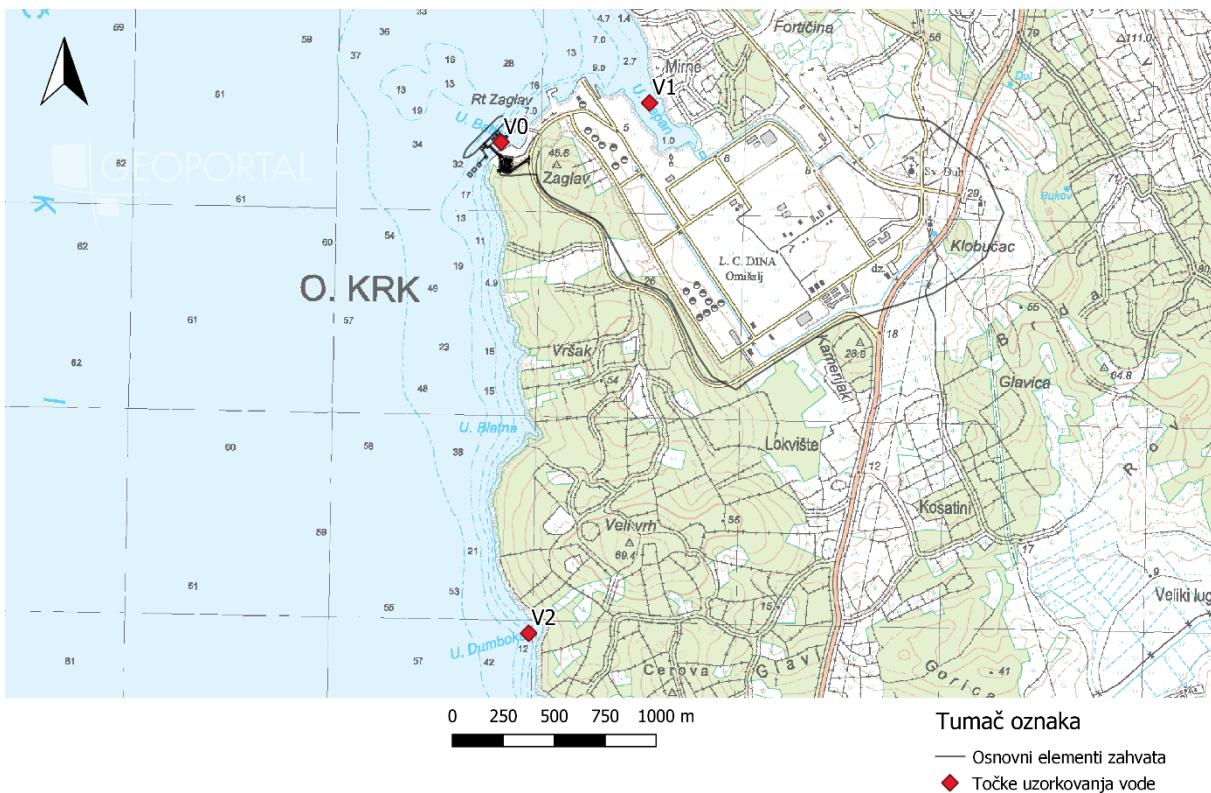


Grafički prikaz 2-2: Točke određivanja koncentracije bakra u vodi.

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 (Grafički prikaz 2-3).



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

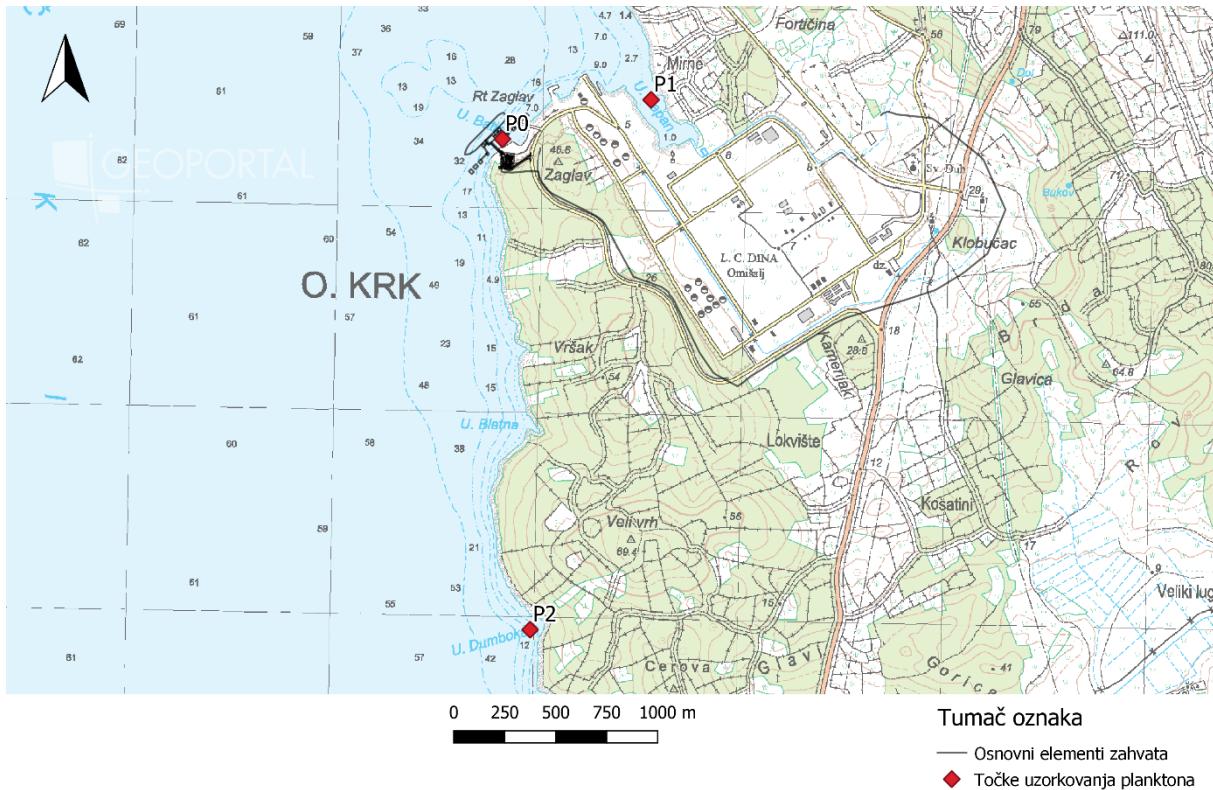
Metode korištene za određivanje pojedinih pokazatelja prikazane su u sljedećoj tablici (Tablica 2-2).

**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).



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 stavljena kap imerzionog ulja, pokrovница 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 inverznim mikroskopom s uvećanjima od  $100 \times$ ,  $200 \times$  i  $400 \times$ , ovisno o veličini vrsta.

## **Mikrozooplankton**

### *Trepetljikaši - cilijati (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  $50 \mu\text{m}$ .

### *Mikro-metazoi*

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

## **Mezozooplankton**

Uzorci mezozooplanktona sakupljeni su vertikalnim potezima planktonskom mrežom finoće tkanja  $200 \mu\text{m}$  te analizirani na stereomikroskopu iz povećanje od  $100x$ . Rezultati su prikazani brojem jedinki po  $\text{m}^{-3}$ .

---

## **3 REZULTATI PRAĆENJA STANJA OKOLIŠA**

---

Prema Programu praćenja stanja okoliša dana 22. prosinca 2020. provedena su prva mjerenja po dolasku FSRU broda na lokaciju Terminala za UPP.

---

### **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) te su prikazani u tablicama u nastavku (Tablica 3-1, Tablica 3-2).

Vrijednosti parametara: zasićenje kisikom, fosfati i ukupni fosfor zadovoljavaju uvjete za vrlo dobro ekološko stanje, dok vrijednost parametra ukupni dušik zadovoljava uvjet za dobro ekološko stanje. Vrijednost bakra u stupcu morske vode nešto je viša od granične vrijednosti za prosječnu godišnju koncentraciju za kategoriju ekološkog stanja za specifične onečišćujuće tvari, i to na svim postajama uključujući i referentnu postaju.



**Tablica 3-1: Izmjerene koncentracije fizikalno-kemijskih elemenata kakvoće i specifičnu onečišćujuću tvar - spoj bakra i usporedba s odgovarajućim vrijednostima iz Uredbe o standardu kakvoće voda.**

Oznaka uzorka	Mjesto uzorkovanja, HTRS96	Dubina uzorkovanja	Temperatura (°C)	Salinitet (psu)	Otopljeni kisik (mg/L)	Zasićenje kisikom (%)	Fosfati (µg P / L) / (µmol/L)	Ukupni fosfor (mg P/L) / (µmol/L)	Ukupni dušik (mg/L N) / (µmol/L)
V0 – površina	45°12'00" N	0 m	13,2	35,2	10,33	97,5	<0,003 / -	<0,005 / -	0,098 / 7,00
V0 – dno	14°32'04" E	10 m	13,8	35,7	10,1	96,5	<0,003 / -	<0,005 / -	0,085 / 6,07
V1 – površina	45°12'08" N	0 m	13,3	35,3	10,57	99,9	<0,003 / -	<0,005 / -	0,080 / 5,71
V1 – dno	14°32'37" E	2 m	13,6	34,4	9,97	94,8	0,004 / 0,000129	<0,005 / -	0,100 / 7,13
V2 – površina	45°10'43" N	0 m	13,2	34,5	10,49	98,8	<0,003 / -	<0,005 / -	0,095 / 6,78
V2 – dno	14°32'13" E	8 m	13,8	35,2	10,22	97,8	0,003 / 0,000097	<0,005 / -	0,088 / 6,28
<i>Uredba o standardu kakvoće voda (NN 66/19)</i>									
Prilog 2, Tablica 13. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske elemente kakvoće, HR-O3_23					-	-	Vrlo dobro: P: 90 – 110 D: > 80	Vrlo dobro: 0,07 µmol/l	Vrlo dobro: 0,3 µmol/l
Prilog 10., Tablica 10c: Granične vrijednosti pokazatelja eutrofifikacije u priobalnim vodama					-	-	Vrlo dobro: 80 – 120 %	Vrlo dobro: < 0,3 µmol/l	-
P- površinski sloj - sloj vodenog stupca od površine (0,5 m) do dubine halokline									
D – pridneni sloj - sloj vodenog stupca 1 – 2 m iznad dna									



**Tablica 3-2: Izmjerena koncentracija bakra u stupcu vode.**

Oznaka uzorka	Mjesto uzorkovanja, HTRS96	Dubina uzorkovanja	Bakar (µg/L Cu)
B0 – površina	45°12'00" N	0 m	6
B0 - dno	14°32'04" E	10 m	7
B1 – površina	45°11'56" N	0 m	8
B1 – dno	14°31'58" E	10 m	8
B2 – površina	45°10'43" N	0 m	6
B2 - dno	14°32'13" E	8 m	7
<i>Uredba o standardu kakvoće voda (NN 66/19)</i>			
Prilog 2, Tablica 14. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za specifične onečišćujuće tvari – prosječna godišnja koncentracija (PGK)			
5 µg/l			

## 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 ili referentna 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.

**Tablica 3-3: Izmjerene koncentracije prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari u sedimentu.**

Prioritetne i druge onečišćujuće tvari	Oznaka uzorka			Uredba o standardu kakvoće voda (NN 66/19), Prilog 5., Tablica 5A i Bakke i sur. (2010)
	S0	S1	S2	
Bakar (mg/kg s.t.)	15	15	9,1	Vrlo dobro ili referentno: < 35
Nikal (mg/kg s.t.)	34	33	16	Vrlo dobro ili referentno: < 35
Cink (mg/kg s.t.)	56	46	29	Vrlo dobro ili referentno: < 150
Acenaften (µg/kg s.t.)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	Vrlo dobro ili referentno: < 4,8
Acenaftilen (µg/kg s.t.)	< 5,00	< 5,00	< 5,00	Dobro: 2,4 - 160
Antracen (µg/kg s.t.)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	Vrlo dobro ili referentno: < 1,2
Benzo (a) antracen (µg/kg s.t.)	< 1,00	< 1,00	3,32	Vrlo dobro ili referentno: < 3,6
Benzo (b)fluoranten (µg/kg s.t.)	1,40	< 1,00	7,10	Vrlo dobro ili referentno: < 46
Benzo (k)fluoranten (µg/kg s.t.)	< 1,00	< 1,00	3,31	Dobro: < 210
Benzo (a) piren (µg/kg s.t.)	< 1,00	< 1,00	1,38	Vrlo dobro ili referentno: < 6,0
Benzo (g,h,i) piren (µg/kg s.t.)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	Vrlo dobro ili referentno: < 18
Dibenzo (a,h) antracen (µg/kg s.t.)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	Vrlo dobro ili referentno: < 12
Fenantren (µg/kg s.t.)	2,55	5,86	7,70*	Vrlo dobro ili referentno: < 6,8 -*-Dobro 6,8 - 500
Fluoren (µg/ kg s.t.)	< 1,00	1,04	< 1,00	Vrlo dobro ili referentno: < 6,8



Prioritetne i druge onečišćujuće tvari	Oznaka uzorka			Uredba o standardu kakvoće voda (NN 66/19), Prilog 5., Tablica 5A i Bakkeu i sur. (2010)
	S0	S1	S2	
Fluoranten ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.t.)	2,13	4,54	9,12*	Vrlo dobro ili referentno: < 8 -* Dobro: 8-170
Indeno (1,2,3 cd) piren ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.t.)	< 1,00	< 1,00	< 1,00	Vrlo dobro ili referentno: < 5,2
Krizen ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.t.)	1,66	< 1,00	3,14	Vrlo dobro ili referentno: < 4,4
Naftalen ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.t.)	< 1,00	< 1,00	3,05*	Vrlo dobro ili referentno: < 2 -* Dobro: 2 - 290
Piren ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ s.t.)	2,13	3,18	8,94	Vrlo dobro ili referentno: < 5,2 -* Dobro: 5,2 - 280

Dodatno, u tablici niže (Tablica 3-4) prikazana je usporedba izmjerenih koncentracija bakra, nikla i cinka u sedimentu kod Terminala za ukapljeni prirodni plin u Omišlju s nekoliko karakterističnih literurnih vrijednosti za onečišćeni i ne-onečišćeni sediment.

**Tablica 3-4: Koncentracije (prosječna zastupljenost) odabranih elemenata u ppm (dio na milijun,  $\text{mg}/\text{kg}$ ) u sedimentu iz luke Terminala za UPP u odnosu na druge lokacije u Jadranskom moru.**

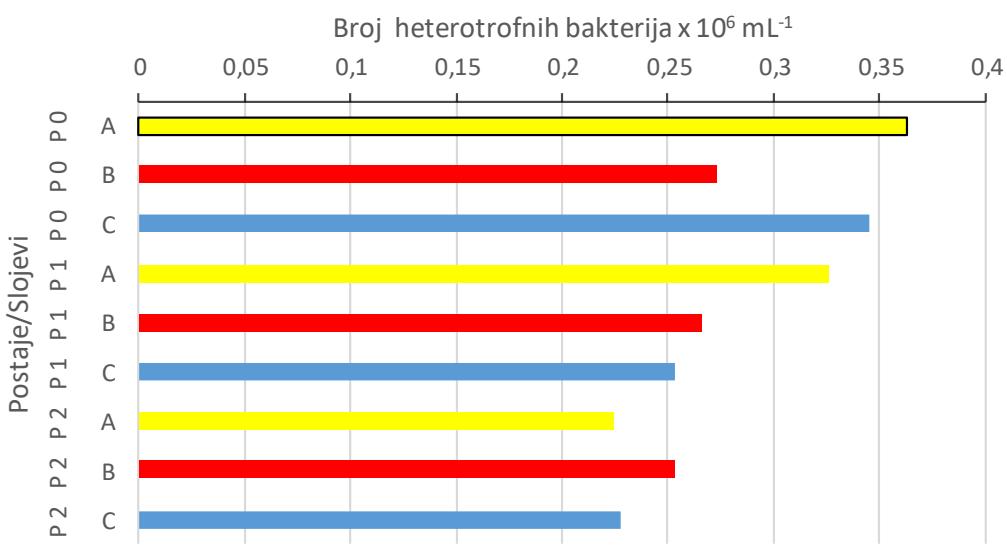
Element	Koncentracija u sedimentu u luci Terminala za UPP u Omišlju	Koncentracija u sedimentima sjevernog Jadrana (ppm; Dolenec i dr., 1998)	Koncentracija u sedimentu luke Rijeka (ppm; Cukrov i dr., 2011)	Koncentracija u sedimentu otvorenog mora ispred Ancone (ppm; Ianni i dr., 2000)
Cu	S0 15	4,1-33,4	30,6-207	8,40-21,5
	S1 15			
	S2 9,1			
Zn	S0 56	29-167	50-743	56,6-106
	S1 46			
	S2 29			
Ni	S0 34	19-86	54,8-110	/
	S1 33			
	S2 16			

### 3.3 BAKTERIOPLANKTON, FITOPLANKTON I ZOOPLANKTON

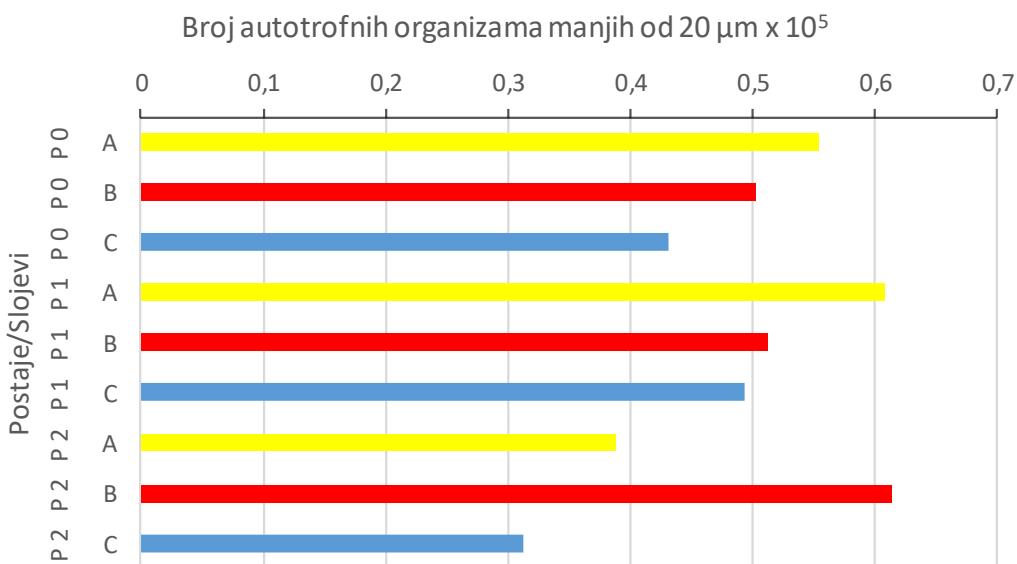
#### 3.3.1 BAKTERIOPLANKTON

Utvrđene su niske gustoće heterotrofnih bakterija na svim postajama bez izraženih razlika unutar slojeva (Grafički prikaz 3-1). Raspon vrijednosti bio je između  $0,224 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$  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 3-2): 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 3-1:** 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.



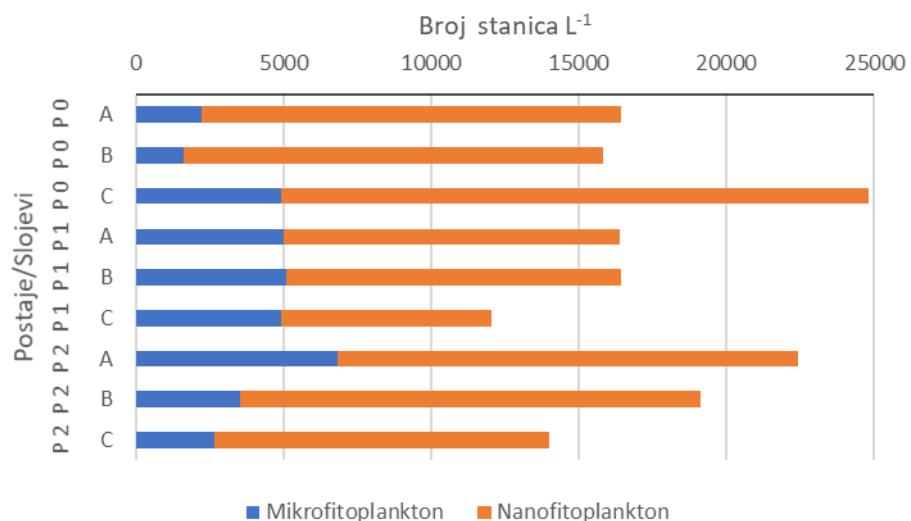
**Grafički prikaz 3-2:** Vertikalna raspodjela autotrofnih organizama manjih od 20  $\mu\text{m}$  na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

### 3.3.2 FITOPLANKTON

Ukupne vrijednosti fitoplanktona bile su niske, u rasponu od samo 12 300 stanica  $\text{L}^{-1}$  uz dno postaje P 1 do 24 800 stanica  $\text{L}^{-1}$  uz dno postaje P0 (Grafički prikaz 3-3). U ukupnim vrijednostima dominirala je

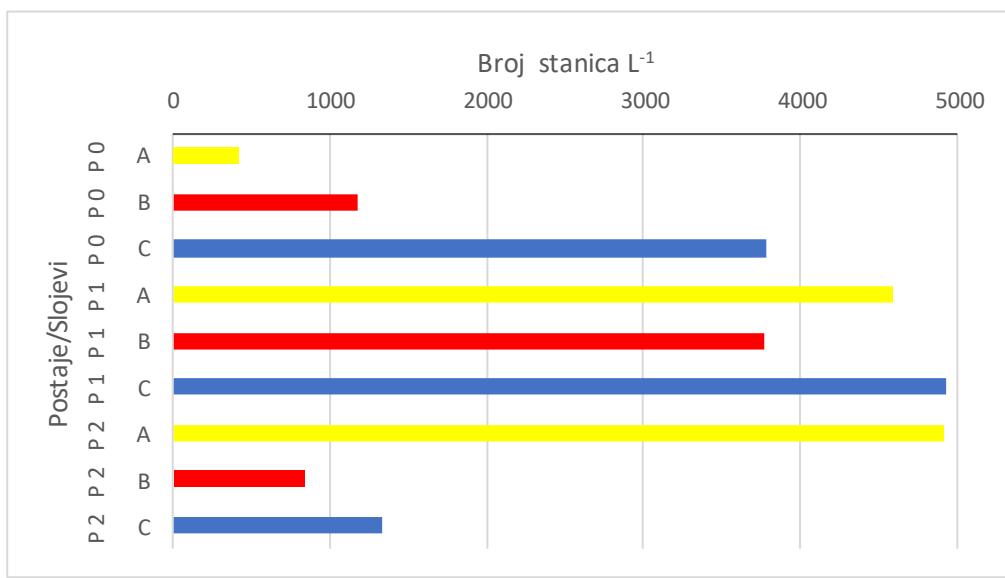


veličinski nano-frakcija s udjelima između 59% (P1 uz dno) do 90% (P0 srednji sloj), što potvrđuje oligotrofno stanje akvatorija u vremenu uzorkovanja. Prosječna vrijednost nanofitoplanktona za sve postaje iznosila je  $13\,404 \pm 3624$  stanica  $L^{-1}$ , a mikrofitoplanktona  $4097 \pm 1676$  stanica  $L^{-1}$ .



**Grafički prikaz 3-3: 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 3-4), prosječno  $4439 \pm 596$  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:  $1797 \pm 1768$  stanica  $L^{-1}$  na P0 te  $2363 \pm 2228$  stanica  $L^{-1}$ . Determiniran je mali broj taksona dijatomeja, samo 12 (Tablica 3-5), od kojih brojnošću izdvajamo *Chaetoceros spp.*, i *Nitzschia longissima*.



**Grafički prikaz 3-4:** 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 3-5:** 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.

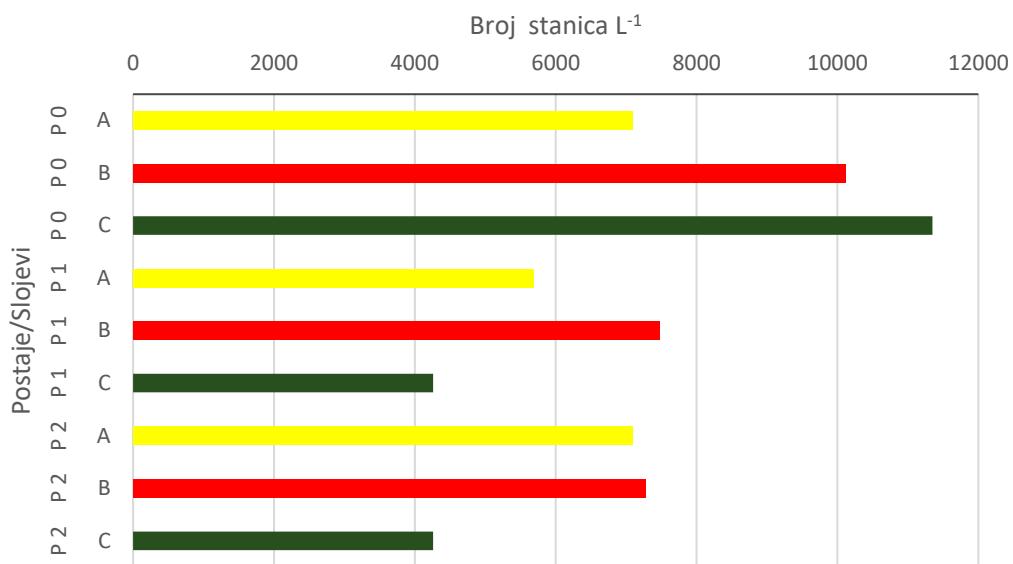
Osobito niske vrijednosti utvrđene su za dinoflagelate (Grafički prikaz 3-5). U pridnenom sloju postaje P1 nije nađen niti jedan predstavnik ove skupine. Maksimum od 2560 stanica L<sup>-1</sup> zabilježen je u površinskom sloju na P2. Određeno je samo šest taksona dinoflagelata (Tablica 3-5).

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<sup>-1</sup> i 11 350 stanica L<sup>-1</sup> (Grafički prikaz 3-6, Tablica 3-5).



**Grafički prikaz 3-6: Vertikalna raspodjela kokolitoforda 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 (Tablica 3-5). Prosječna vrijednost silikoflagelata iznosila je  $489 \pm 496$  stanica L<sup>-1</sup>, kriptofita  $3944 \pm 1380$  stanica L<sup>-1</sup> i zelenih flagelata  $2051 \pm 1440$  stanica L<sup>-1</sup>.

Tablica 3-5: Sastav i brojnost skupina fitoplanktona u prosincu 2020. godine.

Postaja	P0 površina	P0 sredina	P0 dno	P1 površina	P1 sredina	P1 dno	P2 površina	P2 sredina	P2 dno
Dubina									
<b>TAKSON</b>									
<b>DIJATOMEJE</b>									
<i>Bacteriastrum sp.</i>	380	380							
<i>Cerataulina pelagica</i>		760					3030		
<i>Chaetoceros sp.</i>	380	1510	2270	1140	760		380	380	
<i>Corethron hystrix</i>					380				
<i>Guinardia flaccida</i>				40					
<i>Hemiaulus hauckii</i>							80		
<i>Neocalyprella robusta</i>			380						
<i>Nitzschia longissima</i>	40	380	380	380	540	760	380	760	
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>						1510			
<i>Rhizosolenia cf. imbricata</i>		40		760					
<i>Thalassionema nitzschiooides</i>					760				
Neidentificirane penatne dijaomeje	380		380	1140	1330	3030	380		190
<b>UKUPNO DIJATOMEJE</b>	<b>420</b>	<b>1180</b>	<b>3790</b>	<b>4590</b>	<b>3770</b>	<b>4930</b>	<b>4920</b>	<b>840</b>	<b>1330</b>
<b>DINOFLAGELATI</b>									
<i>Dinophysis caudata</i>				380					
<i>Tripos spp.</i>	120	80	380	380			760	380	380
<i>Oxytoxum cf. sphaeroideum</i>							40		
<i>Prorocentrum micans</i>	190						380	190	380
<i>Protoperidinium sp.</i>	380						380		
nedeterminirani dinoflagelati (>20 µm)	380				380			380	
nedeterminirani dinoflagelati (<20 µm)				1420			1420		
<b>UKUPNO DINOFLAGELATI</b>	<b>1070</b>	<b>80</b>	<b>380</b>	<b>1800</b>	<b>760</b>	<b>0</b>	<b>2560</b>	<b>990</b>	<b>1140</b>



Postaja	P0	P0	P0	P1	P1	P1	P2	P2	P2
Dubina	površina	sredina	dno	površina	sredina	dno	površina	sredina	dno
<b>TAKSON</b>									
<b>KOKOLITOFORIDI</b>									
<i>Rhabdosphaera stylifer</i>		190			190				
<i>Syracosphaera pulchra</i>					190			190	
nedeterminirani kokolitoforidi (<20 µm)	7090	9930	11350	5680	7090	4260	7090	7090	4260
<b>UKUPNO KOLOLITOFORIDI</b>	<b>7090</b>	<b>10120</b>	<b>11350</b>	<b>5680</b>	<b>7470</b>	<b>4260</b>	<b>7090</b>	<b>7280</b>	<b>4260</b>
<b>SILIKOFLAGELATI</b>									
<i>Dictyocha fibula</i>			760						190
<i>Dictyocha speculum</i>	760	190		40	190		760	1510	
<b>UKUPNO SILIKOFLAGELATI</b>	<b>760</b>	<b>190</b>	<b>760</b>	<b>40</b>	<b>190</b>	<b>0</b>	<b>760</b>	<b>1510</b>	<b>190</b>
<b>KRIPTOFITA</b>	<b>4260</b>	<b>1420</b>	<b>5680</b>	<b>4260</b>	<b>2840</b>	<b>2840</b>	<b>5680</b>	<b>4260</b>	<b>4260</b>
<b>ZELENI FLAGELATI</b>	<b>2840</b>	<b>2840</b>	<b>2840</b>	<b>0</b>	<b>1420</b>	<b>0</b>	<b>1420</b>	<b>4260</b>	<b>2840</b>
<b>UKUPNO MIKROFITOPLANKTON (&gt;20µm)</b>	<b>2250</b>	<b>1640</b>	<b>4930</b>	<b>5010</b>	<b>5100</b>	<b>4930</b>	<b>6820</b>	<b>3530</b>	<b>2660</b>
<b>UKUPNO NANOFITOPLANKTON (&lt;20µm)</b>	<b>14190</b>	<b>14190</b>	<b>19870</b>	<b>11360</b>	<b>11350</b>	<b>7100</b>	<b>15610</b>	<b>15610</b>	<b>11360</b>



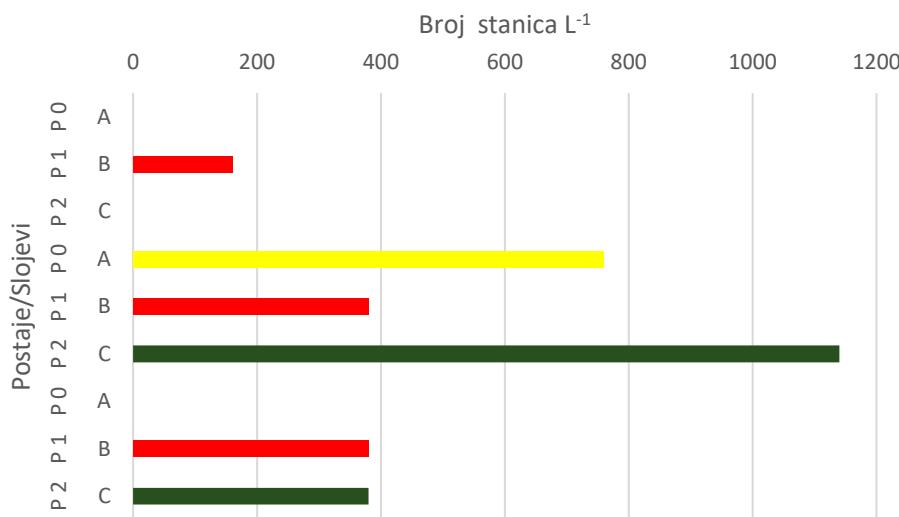
### 3.3.3 MIKROZOOPLANKTON

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  $6187 \pm 580$  jedinki  $L^{-1}$ . Ipak, maksimum od 7090 jedinki  $L^{-1}$  utvrđen je na površini P0 gdje je srednjak iznosio  $4037 \pm 3171$  jedinki  $L^{-1}$  (Grafički prikaz 3-7). Na postaji P1 veća gustoća nađena je samo u srednjem sloju, 6820 jedinki  $L^{-1}$ . Srednja vrijednost iznosila je  $3283 \pm 3086$  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 3-7: 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 pridneni 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 3-8). Ovako visoka brojnost 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.

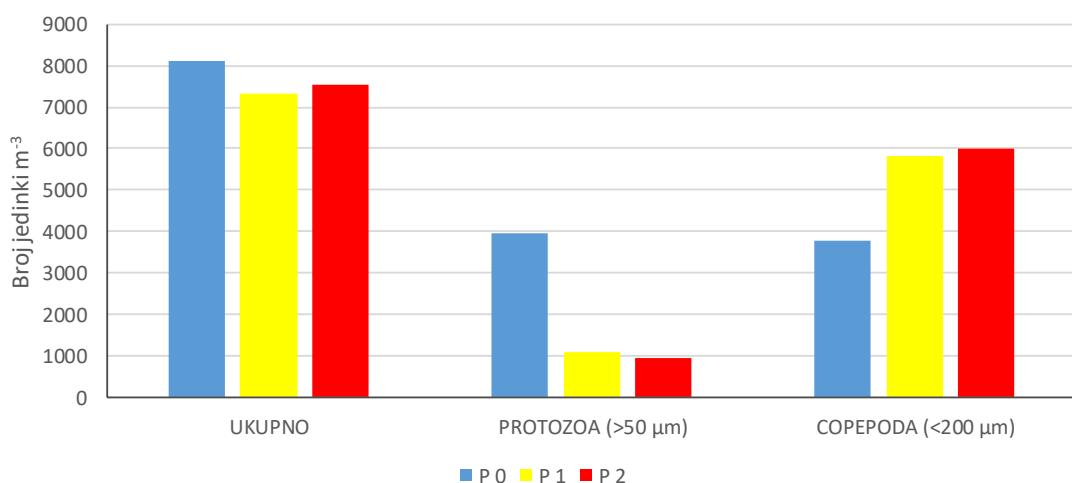


**Grafički prikaz 3-8:** Vertikalna raspodjela tintinida (lorikatni cilati) na istraživanim postajama (P0, P1, P2) u prosincu 2020. godine: površinski slojevi (A) predstavljeni su žutim, srednji slojevi (B) crvenim i pridneni slojevi (C) plavim stupićima.

### 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<sup>-3</sup>.

Ukupne vrijednosti mikro-metazoa bile su između 7339 jed. m<sup>-3</sup> (P2) i 8128 jed.m<sup>-3</sup> (P1) (Grafički prikaz 3-9). Najveći brojčani udio imali su razvojni stadiji kopepoda (50%-82%), osobito naupliji (Tablica 3-6). Povišene vrijednosti utvrđene su za vrstu *Mesodinium rubrum*, osobito na plitkoj postaji P1 gdje je nađeno 3968 jed. m<sup>-3</sup> jedinki ovog miksotrofnog ciliata, poznatog da stvara velike gustoće populacija u eutrofiziranim područjima.



**Grafički prikaz 3-9:** Vrijednosti mikrozooplanktona (>50 µm) na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u prosincu 2020. godine.



**Tablica 3-6: Sastav i brojnost mikrozooplanktona sakupljenog mrežom finoće tkanja 50 µm u prosincu 2020. godine.**

Postaja	P0	P1	P2
Datum	22-pro-20	22-pro-20	22-pro-20
Dubina [m]	17	2	14
<b>PROTISTA</b>			
<i>Noctiluca scintillans</i>	17	0	0
<i>Mesodinium rubrum</i>	956	3968	1092
<b>COPEPODA</b>			
nauplii	4983	2688	4164
Calanoida copepodites	230	896	1229
Oithona copepodites	17	64	17
Oithona nana	26	0	0
Euterpinia acutifrons	137	0	17
Microsetella norvegica	51	0	0
Oncaeidae	546	128	410
<b>PTEROPODA</b>			
Creseis spp. juv	102	0	34
<b>APPENDICULARIA</b>			
Appendicularians juv.	9	0	0
<b>LARVAE</b>			
Bivalvia	410	256	341
Gastropoda	34	128	17
Polychaeta	34	0	0
Cirripedia	4	0	0
Echinodermata	0	0	17
Pisces ova	1	0	0
PROTOZOA	956	3968	1092
PTEROPODA	102	0	34
COPEPODA	5990	3776	5837
APPENDICULARIA	9	0	0
LARVAE	483	384	375
<b>UKUPNO</b>	<b>7540</b>	<b>8128</b>	<b>7339</b>

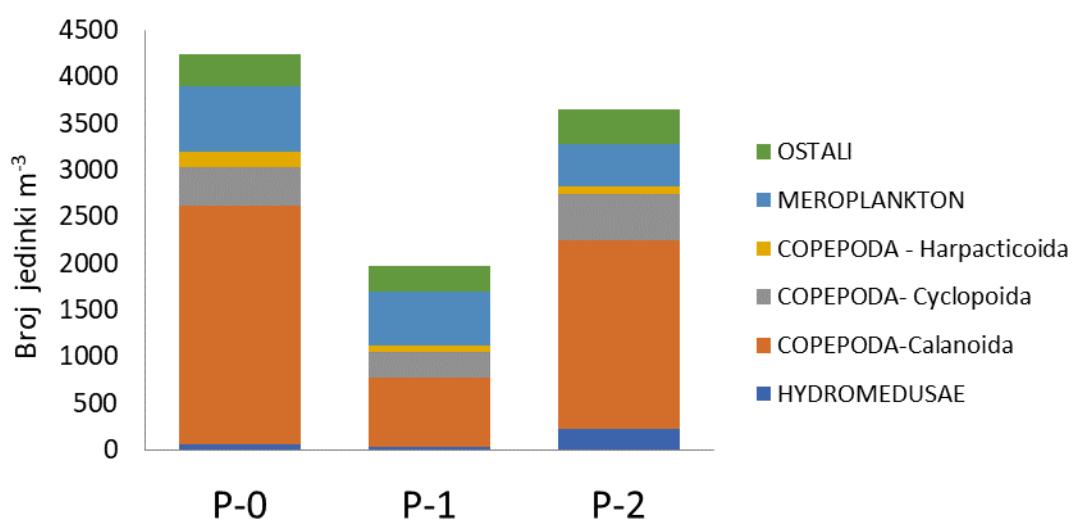


### 3.3.4 MEZOZOOPLANKTON

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<sup>-3</sup>.

Ukupne vrijednosti mezozooplanktona iznosile su od 1968 jed.m<sup>-3</sup> zabilježenih na postaji P1 do 4249 jed.m<sup>-3</sup> nađenih na postaji P0. Najbrojnija skupina su bili kopepodi (Copepoda) s prosječnim udjelom od 67% ukupne brojnosti mesozooplanktona (Grafički prikaz 3-10). 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 (Tablica 3-7). Najbrojniji bili predstavnici hidromeduza, sa maksimumom od 219 jed.m<sup>-3</sup> na postaji P-2, te Chaetognatha sa najvećom vrijednosti na postaji P 0 (105 jed.m<sup>-3</sup>). Predstavnici ostalih skupina su nađeni u manjem broju. Meroplanktonska fauna je sudjelovala sa prosječnih 20% ukupne gustoće sa najvećom vrijednosti nađenom na postaji P 0 (708 ind. m<sup>-3</sup>). 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 3-10: Vrijednosti mezozooplanktona na istraživanim postajama (P 0, P 1, P 2) u prosincu 2020. godine.

**Tablica 3-7: Sastav i brojnost mezozooplanktona sakupljenog mrežom finoće tkanja 200 µm u prosincu 2020. godine.**

Postaja	P0	P1	P2
Datum	22-pro-20	22-pro-20	22-pro-20
Dubina (m)	17	2	14
<b>HYDROMEDUSAE</b>			
Obelia sp.	1		
Solmissus albescens	15		
Medusa juv.	45	24	219
<b>SIPHONOPHORAE</b>			
Muggiaeae kochii	1	6	2
Muggiaeae atlantica			9
<b>ISOPODA</b>			
	4		
<b>CLADOCERA</b>			
Penilia avirostris	120	32	37
Podon spp.	1		
<b>COPEPODA</b>			
<b>Calanoida</b>			
kalanoidni kopepodit	1687	480	1536
Calanus helgolandicus			5
Paracalanus parvus	708	128	256
Paracalanus spp.			110
Calocalanus pavo		4	2
Clausocalanus spp.	166	128	110
Centropages typicus	1		2
Temora stylifera		4	
Acartia (Acartiura) clausi	3	8	2
<b>Cyclopoida</b>			
Oithona kopepodit	30	8	37
Oithona similis		8	
Oncaeidae	196	64	146
Corycaeidae	181	192	311
<b>Harpacticoida</b>			
Euterpina acutifrons	166	64	91
<b>PTEROPODA</b>			
Limacina sp.	30	32	91
Creseis sp.	45	192	91
<b>APPENDICULARIA</b>			
Oikopleura (Coecaria) longicauda	1		9
<b>CHAETOGNATHA</b>			



<b>Postaja</b>	<b>P0</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
<b>Datum</b>	22-pro-20	22-pro-20	22-pro-20
<b>Dubina (m)</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
Sagitta juv.	105	8	73
DOLIOLIDAE	8		
<b>LARVE</b>			
Bivalvia	482	544	293
Polychaeta		32	73
Pluteus	45		2
Trochofora	136		37
Pilidij	15		
Auricularia	30	8	37
Tornaria			5
Ova pisces		2	5
<b>HYDROMEDUSAE</b>	<b>61</b>	<b>24</b>	<b>219</b>
<b>COPEPODA-Calanoida</b>	<b>2564</b>	<b>752</b>	<b>2023</b>
<b>COPEPODA- Cyclopoida</b>	<b>407</b>	<b>272</b>	<b>494</b>
<b>COPEPODA - Harpacticoida</b>	<b>166</b>	<b>64</b>	<b>91</b>
<b>MEROPLANKTON</b>	<b>708</b>	<b>586</b>	<b>450</b>
<b>OSTALI</b>	<b>344</b>	<b>270</b>	<b>368</b>
<b>UKUPNO</b>	<b>4249</b>	<b>1968</b>	<b>3646</b>

## 4 ZAKLJUČAK

Dana 22. prosinca 2020. godine u skladu s Rješenjem provedeno je praćenje stanja okoliša za Terminal za ukapljeni prirodni plin na otoku Krku. Provedene 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 ekološko stanje, dok vrijednost parametra ukupni dušik zadovoljava uvjet za dobro ekološko stanje. Izmerene koncentracije specifične onečišćujuće tvari, bakra, u stupcu vode prelaze granične vrijednosti za dobro ekološko stanje.

Koncentracije prioritetnih i drugih onečišćujućih tvari u sedimentu upućuju na dobro ili zadovoljavajuće stanje sedimenta.



---

Niske vrijednosti heterotrofnog i autotrofnog bakteriplanktona 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 heterotrofnu dominaciju planktonskih organizama, koja je uobičajena u hladnom dijelu godine, ali i na vjerojatnost postojanja povećane primarne proizvodnje u prethodnim jesenskim mjesecima.

Konačno, napominjemo da se postaja P1 (uvala Sapan) zbog male dubine pokazala neprikladnom za analizu planktona, pa će se ta postaja u budućim uzorkovanjima premjestiti na lokaciju s većom dubinom u uvali Sapan.



---

## 5 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.
- 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.
- 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.
- Milosović, 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: grpwth 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)

