



**NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA**

Zaključno poročilo o izvajanju monitoringa bioloških elementov kakovosti ekološkega stanja morja v 2023

Februar 2024

AVTORJI:

Francé, J., Orlando-Bonaca, M., Mavrič, B., Pitacco, V. (2024): Zaključno poročilo o izvajanju monitoringa bioloških elementov kakovosti ekološkega stanja morja v 2023. Zaključno poročilo. Poročila **222**. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 20 str.

NASLOV PROJEKTNE NALOGE: IZVAJANJE MONITORINGA BIOLOŠKIH ELEMENTOV KAKOVOSTI EKOLOŠKEGA STANJA
MORJA V SKLADU Z VELJAVNIMI METODOLOGIJAMI V LETU 2023

NAROČNIK: AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE
Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

IZVAJALEC: NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO,
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN
6330 Piran, Fornače 41

NOSILKA PROJEKTA: dr. Janja Francé

SODELAVCI NA PROJEKTU: dr. Janja Francé, dr. Martina Orlando-Bonaca, dr. Borut Mavrič, dr.
Valentina Pitacco, dr. Lovrenc Lipej, Milijan Šiško, Leon Lojze Zamuda,
Ana Lovrič Jančar, Živa Muhič

KRAJ IN DATUM: PIRAN, FEBRUAR 2024

Kazalo vsebine

1	UVOD	1
2	BIOLOŠKI ELEMENT: BENTOŠKI NEVREtenČARJI	1
3	BIOLOŠKI ELEMENT: FITOPLANKTON	6
3.1	Biomasa fitoplanktona	6
3.2	Sestava fitoplanktonske združbe	10
4	BIOLOŠKI ELEMENT: MAKROALGE	14

Kazalo slik

Slika 1:	Letna geometrična srednja vrednost koncentracij klorofila a v površinskem vodnem sloju za leto 2023 na posameznih merilnih mestih s standardno deviacijo. Dodani sta meji med zelo dobrim in dobrim ekološkim stanjem (zelena) ter med dobrim in zmernim ekološkim stanjem (rumena)	8
Slika 2:	Mesečne koncentracije klorofila a (vrednosti do LOD) na treh globinah posameznih merilnih mest v letu 2023	10
Slika 3:	Mesečne abundance posameznih fitoplanktonskih skupin in celotnega fitoplanktona na treh globinah merilnega mesta 000F v letu 2023. Pozor na različne skale na y oseh za različne skupine ...	12

Kazalo tabel

Tabela 1:	Razredi kakovosti ekološkega stanja in pripadajoče mejne REK vrednosti vrednotenja ekološkega stanja obalnega morja na podlagi bentoških nevretenčarjev	2
Tabela 2:	Najbolj številčni in najbolj pogosti taksoni v VT4 v letu 2023.....	3
Tabela 3:	REK vrednost (M-AMBI) in ekološko stanje, ki ga je vodno telo SI5VT4 doseglo v letu 2023 .	4
Tabela 4:	REK vrednost (M-AMBI) in ekološko stanje, ki so ga merilna mesta v SI5VT4 dosegla v letu 2023.....	4
Tabela 5:	Status vodnega telesa SI5VT4 ter povprečne vrednosti REK in treh metrik, ki sestavljajo multimetrični indeks M-AMBI za SI5VT4 v zadnjih 5 letih	4
Tabela 6:	Status posameznih merilnih mest v SI5VT4, ter povprečne vrednosti REK in treh metrik, ki sestavljajo multimetrični indeks M-AMBI v zadnjih 5 letih	5
Tabela 7:	Relativna abundanca ekoloških skupin (EG I – občutljive vrste, EG II – neobčutljive vrste, EG III – odporne vrste, EG IV – oportunisti 2. reda EG V – oportunisti 1. reda) in povprečen AMBI po posameznih mestih vzorčenja in sezonah.....	5
Tabela 8:	Razredi kakovosti ekološkega stanja po modulu trofičnost, pripadajoče REK vrednosti in mejne vrednosti fitoplanktonske biomase za posamezen razred kakovosti	6
Tabela 9:	Ekološko stanje morja na podlagi fitoplanktona v letu 2023 na posameznih merilnih mestih in vodnih telesih slovenskega morja; prikazane so letne geometrijske srednje vrednosti koncentracij klorofila a in pripadajoče vrednosti REK.....	7
Tabela 10:	Letne geometrijske srednje vrednosti koncentracij klorofila a na posameznih merilnih mestih v obdobju 2017-2023; vrednosti so obarvane glede na pripadajoče ekološko stanje (modro - zelo dobro stanje, zeleno - dobro stanje).....	9
Tabela 11:	Razpon EEI-c in vrednosti REK za posamezne razrede kakovosti.	14
Tabela 12:	Ocena ekološkega stanja makroalg v dveh sezonah v letu 2023.....	15
Tabela 13:	Povprečna ocena ekološkega stanja makroalg v letu 2023 in ekološko stanje vodnega telesa SI5VT2	15

Tabela 14: Letno povprečje EEI-c vrednosti na mestih vzorčenja v SI5VT2 od 2006 do 2023 na podlagi rezultatov državnega monitoringa ali raziskovalnih projektov	16
Tabela 15: Povprečne vrednosti pokrovnosti taksonov makroalg v dveh sezonah na mestih vzorčenja v SI5VT2 v 2023	17
Tabela 16: Nabor šifrantov merilnih mest oz. mest vzorčenja.....	19

1 Uvod

Za vrednotenje stanja posameznega vodnega telesa je v okviru vodne direktive potrebno spremljati in oceniti ekološko in kemijsko stanje obalnega morja ter kemijsko stanje teritorialnih voda. Ekološko stanje morja je ovrednoteno s tremi biološkimi elementi kakovosti (BEK): fitoplanktonom, makrofitskimi algami in bentoškimi nevretenčarji. Poleg bioloških elementov se spremlja tudi fizikalno-kemijske in hidromorfološke elemente, ki so podporni elementi pri oceni ekološkega stanja. Merila za razvrščanje vodnih teles površinskih voda v razrede ekološkega in kemijskega stanja določa Uredba o stanju površinskih voda (Ur.l. RS, št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16 in 44/22 – ZVO-2).

Morska biološka postaja Piran Nacionalnega inštituta za biologijo (NIB-MBP) je v letu 2023 kot izvajalec za potrebe spremljanja ekološkega stanja morja opravila analize za vrednotenje stanja na podlagi fitoplanktona, vzorčenje in analize za vrednotenje stanja na podlagi bentoških nevretenčarjev ter vzorčenje in analize za vrednotenje stanja na podlagi makroalg. Analize fitoplanktona so vključevale meritve biomase fitoplanktona (koncentracij klorofila a) in določitev vrstne sestave in abundance fitoplanktona, kar je tako v skladu z vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES) kot z morsko strategijo (Direktiva 2008/56/ES).

2 Biološki element: bentoški nevretenčarji

V letu 2023 smo v okviru vzorčenja bentoških nevretenčarjev v vodnem telesu SI5VT4 Žusterna - Piran (vzorčna mesta (VM) VT4P10, VT4P11, VT4P12, VT4P12, VT4P13 in VT4P14; Tabela 16) izvedli 4 terenske dni, dva v pomladnem obdobju (1. 6. 2023 in 2. 6. 2023) in dva v jesenskem obdobju (6. 9. 2023 in 7. 9. 2023). Na vsakem vzorčnem mestu smo ob vsakem vzorčenju pobrali 3 grabila oz. tri vzorce, oz. v celotnem obdobju na vseh VM skupaj 30. Za vsak vzorec smo ovrednotili njegov volumen. Najprej smo izmerili višino sedimenta na sredini grabila. Iz tega smo kasneje določili volumen vzetega sedimenta, tako da smo do izmerjenih višin v grabilo dotočili vodo in izmerili njen volumen. Prav tako smo izmerili volumen vzorca, ki je ostal na 4 mm situ (groba frakcija) in 1 mm situ (fina frakcija). Na podlagi teh rezultatov smo izračunali tudi razmerje med delom vzorca, ki je ostal na sitih (delci večji od 1 mm) in celotnim vzorcem iz grabila. Na podlagi teh rezultatov dobimo dodaten pogled na sestavo vzorčenega sedimenta na merilnih mestih, čez čas pa bomo lahko preverili, kakšne so razlike, če gostoto organizmov ovrednotimo na površino odvzetega sedimenta ali pa na volumen.

Vzorci so bili obdelani in analizirani ter rezultati ovrednoteni na podlagi Metodologije vrednotenja ekološkega stanja obalnega morja na podlagi bentoških nevretenčarjev, ki je objavljena na naslovu:

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Voda/Ekolosko_stanje/metod_vredn_ekoloskega_st_morja_bentoskih_nevretencarjev.pdf.

Na podlagi te metodologije za vrednotenje ekološkega stanja obalnega morja na podlagi bentoških nevretenčarjev uporabljamo indeks M-AMBI, ki temelji na faktorski analizi treh metrik (AMBI - morski biotični indeks, ki temelji na razdelitvi makrobentoških živali v ekološke skupine glede na stopnjo tolerance oziroma občutljivosti na naraščajočo stopnjo okoljskega stresa; S - število najdenih taksonov v vzorcu in H' - Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks). REK vrednosti izračunavamo s pomočjo programske opreme za izračun indeksa, ki ga je razvil španski inštitut AZTI (<https://www.azti.es/en/>), razvrščanje v razrede ekološkega stanja pa izvedemo skladno z nacionalnimi mejnimi vrednostmi, ki so

podane v Tabela 1. REK vrednosti smo za vsako VM na letnem nivoju zaokrožili na dve decimalki in nato izračunali VM vrednost na letnem nivoju.

Tabela 1: Razredi kakovosti ekološkega stanja in pripadajoče mejne REK vrednosti vrednotenja ekološkega stanja obalnega morja na podlagi bentoških nevretenčarjev

Razred kakovosti – ekološko stanje	Razmerje ekološke kakovosti - razpon
Zelo dobro	≥ 0,83
Dobro	0,62 - 0,82
Zmerno	0,41 - 0,61
Slabo	0,20 - 0,40
Zelo slabo	< 0,20

Na podlagi izločenih organizmov smo pripravili tabelo vrst in abundanc v posameznem vzorcu ter izračunali REK s pomočjo programske opreme za izračun indeksa AMBI (AZTI Marine Biotic Index) in najnovejšo referenčno listo vrst, verzija junij 2022.

Vsi rezultati so podani v prilogah, osnovni podatki v excelovi datoteki »BNARSO_2023« in analize v excelovi datoteki »BNARSO_2023-res«.

V vzorcih smo skupaj našli 6536 osebkov, ki smo jih razvrstili v 236 taksonov. 28 taksonov je bilo takih, ki jih še nismo zabeležili v okviru monitoringa ekološkega stanja obalnega morja. V vzorcih iz leta 2019 smo v VT4 našli 5847 osebkov, ki smo jih razvrstili v 194 taksonov. Med določevanjem in preštevanjem osebkov v vzorcih iz leta 2023 smo opazili, da so bili osebki praviloma precej manjši kot običajno.

Daleč najštevilčnejši so bili mnogoščetinci, med katerimi še posebej izstopa vrsta *Pseudoleiocyathella fauveli* s 1229 preštetimi osebki (18,8 % vseh osebkov), ki se je pojavil v prav vseh vzorcih (Tabela 2). Največ osebkov, skoraj 30 %, smo našli na VM VT4P11, po več kot 20 % pa tudi na VM VT4P12 in VT4P13. Spada med oportuniste prvega reda. Te vrste v vzorcih iz leta 2019 nismo zaznali. V letu 2019 sta po številčnosti najbolj izstopali vrsti mnogoščetincev *Heteromastus filiformis* (več kot 23 % vseh preštetih osebkov) in *Lumbrineris gracilis* (več kot 14 % vseh preštetih osebkov). Precej številčni so bili v letu 2023 tudi mnogoščetinci iz rodu *Lumbrineris* s 637 preštetimi osebki (skoraj 10 % vseh osebkov). V tem rodu se po predvidevanjih nahajata dve vrsti, ki smo ju prej določali kot *L. gracilis* in *L. latreilli*, vendar pa je v vmesnem času prišlo do taksonomskih revizij in trenutno status še ni čisto razrešen. Posledično smo osebke določevali kot en takson *Lumbrineris* spp.

Tabela 2: Najbolj številčni in najbolj pogosti taksoni v VT4 v letu 2023

* št. osebkov pove število vseh najdenih osebkov taksona v vseh vzorcih skupaj.

** delež, ki ga število osebkov predstavlja glede na število vseh najdenih osebkov v VT4 v letu 2023.

*** frekvenca (tudi pogostost) pojavljanja v vzorcih pove, v koliko vzorcih se je nek takson pojavil.

**** delež vzorcev, v katerih se takson pojavlja glede na skupno število vzorcev v VT4 v letu 2023 (30).

takson	št. osebkov*	relativno št. osebkov (%)**	frekvenca pojavljanja v vzorcih***	relativna frekvenca pojavljanja v vzorcih (%)****
<i>Pseudoleiocapitella fauveli</i>	1229	18,80	30	100,00
<i>Lumbrineris</i> spp.	637	9,75	29	96,67
<i>Aonides oxycephala</i>	388	5,94	28	93,33
<i>Levinsenia gracilis</i>	326	4,99	30	100,00
<i>Moerella distorta</i>	312	4,77	29	96,67
<i>Euclymene</i> sp.	227	3,47	17	56,67
<i>Apseudopsis latreillii</i>	137	2,10	23	76,67
<i>Euclymene oerstedii</i>	108	1,65	13	43,33
<i>Eunice vittata</i>	108	1,65	28	93,33
<i>Ampelisca</i> sp.	89	1,36	25	83,33
<i>Praxillella</i> sp.	83	1,27	18	60,00
<i>Notomastus latericeus</i>	81	1,24	19	63,33
<i>Aponuphis brementi</i>	80	1,22	23	76,67
<i>Piromis eruca</i>	80	1,22	18	60,00
<i>Antalis inaequicostata</i>	74	1,13	25	83,33
skupno število vseh osebkov iz VT4 v letu 2023	6536			
skupno število vseh taksonov iz VT4 v letu 2023	236			

Na podlagi rezultatov vodno telo SI5VT4 uvrstimo v razred ekološke kakovosti **zelo dobro** z vrednostjo indeksa M-AMBI 0,83 (Tabela 3). Na različnih vzorčnih mestih (VM) so se vrednosti REK gibale med 0,75 in 0,90, pri čemer je bila vrednost najnižja na VM VT4P13 na Rtu Ronek (bolj proti Belim skalam) in najvišja na VM VT4P14 ob obalni cesti pod Splošno bolnišnico Izola. Na treh VM (VT4P10, VT4P12 in VT4P14) smo določili zelo dober razred ekološke kakovosti, na dveh (VT4P11 in VT4P13) pa dober (Tabela 4).

Tabela 3: REK vrednost (M-AMBI) in ekološko stanje, ki ga je vodno telo SI5VT4 doseglo v letu 2023

vodno telo	M-AMBI	Status
SI5VT4 – VT Morje Žusterna - Piran	0,83	Zelo dobro

Tabela 4: REK vrednost (M-AMBI) in ekološko stanje, ki so ga merilna mesta v SI5VT4 dosegla v letu 2023

VM	M-AMBI pomlad	M-AMBI jesen	Povprečen M-AMBI	Status
VT4P10	0,838	0,899	0,87	Zelo dobro
VT4P11	0,765	0,833	0,80	Dobro
VT4P12	0,810	0,879	0,84	Zelo dobro
VT4P13	0,740	0,765	0,75	Dobro
VT4P14	0,880	0,920	0,90	Zelo dobro

V primerjavi z letom 2019, ko je bilo vodno telo SI5VT4 nazadnje vzorčeno, se je vrednost indeksa M-AMBI nekoliko povečala (iz 0,81 na 0,83), to povečanje pa je bilo ravno tolikšno, da je prišlo tudi do uvrstitve v različna razreda ekološke kakovosti (dobro v 2019 in zelo dobro v 2023) (Tabela 5). Na dveh od petih vzorčnih mestih (VT4P11 in VT4P13) so bile vrednosti REK zelo primerljive, enaka pa je bila tudi uvrstitev v razred ekološke kakovosti (Tabela 6). Na dveh VM (VT4P10 in VT4P14) je prišlo do povišanja vrednosti REK in tudi uvrstitve v višji razred ekološke kakovosti, na VM VT4P12 se je vrednost rek zmanjšala, a je uvrstitev v razred ekološke kakovosti ostala enaka.

Primerjava posameznih metrik, ki se uporabljajo za izračun indeksa M-AMBI pokaže, da je bilo v letu 2023 najdenih v povprečju več taksonov (Tabela 5 in Tabela 6). Prav tako so bile praviloma višje vrednosti Shannon-Wienerjevega diverzitetnega indeksa. Izjema je le VM VT4P12, kjer je prišlo do manjšega zmanjšanja te vrednosti (Tabela 6).

Na nivoju VT in na treh VM (VT4P11, VT4P12 in VT4P13) smo v letu 2023 zaznali višje vrednosti indeksa AMBI glede na leto 2019. To nakazuje na poslabšanje stanja, kot ga ta indeks vrednoti. Pri tem kategorizacija stanja, kot jo ovrednoti sam program AMBI, ostaja enaka v obeh letih (rahlo moteno; angl. slightly disturbed). Vrednosti indeksa AMBI na VM VT4P11 in VT4P13 (okoli vrednosti 3) so najvišje zabeležene v okviru monitoringa ekološkega stanja slovenskega morja od leta 2017.

Tabela 5: Status vodnega telesa SI5VT4 ter povprečne vrednosti REK in treh metrik, ki sestavljajo multimetrični indeks M-AMBI za SI5VT4 v zadnjih 5 letih

VT & leto	Povpr. AMBI	Povpr. št. taksonov	Povpr. diverziteta	Povpr. M-AMBI	Status
VT4_23	2,61	88	4,95	0,83	Zelo dobro
VT4_19	2,04	73	4,55	0,81	Dobro

Tabela 6: Status posameznih merilnih mest v SI5VT4, ter povprečne vrednosti REK in treh metrik, ki sestavljajo multimetrični indeks M-AMBI v zadnjih 5 letih

VM & leto	Povpr. AMBI	Povpr. št. taksonov	Povpr. diverziteta	Povpr. M-AMBI	Status
VT4P10_23	2,15	84	5,13	0,87	Zelo dobro
VT4P10_19	2,30	76	4,55	0,80	Dobro
VT4P11_23	2,99	90	4,78	0,80	Dobro
VT4P11_19	2,47	86	4,42	0,80	Dobro
VT4P12_23	2,65	94	4,96	0,84	Zelo dobro
VT4P12_19	1,33	68	5,14	0,90	Zelo dobro
VT4P13_23	3,05	81	4,53	0,75	Dobro
VT4P13_19	2,04	68	4,47	0,78	Dobro
VT4P14_23	2,23	92	5,36	0,90	Zelo dobro
VT4P14_19	2,13	71	4,20	0,77	Dobro

Če pogledamo sestavo družbe po ekoloških skupinah (EG; angl. Ecological Groups), je glede na pretekla vzorčenja v SI5VT4 najbolj izstopajoča prisotnost organizmov iz EG V (oportunisti 1. reda), ki jih v letu 2019 praktično nismo zaznali. V letu 2023 je bil relativni delež te skupine na VM med 10,9 in 29,7 % (Tabela 7), v posameznih vzorcih pa se je približal tudi 40 %. Nižji je bil delež organizmov iz EG IV, med 1,1 % in 3,2 %.

Tabela 7: Relativna abundanca ekoloških skupin (EG I – občutljive vrste, EG II – neobčutljive vrste, EG III – odporne vrste, EG IV – oportunisti 2. reda EG V – oportunisti 1. reda) in povprečen AMBI po posameznih mestih vzorčenja in sezonah

VM & sezona	EG I (%)	EG II (%)	EG III (%)	EG IV (%)	EG V (%)	Povpr. AMBI
VT4P10_P23	28,10	23,80	33,30	2,50	12,30	2,20
VT4P10_J23	27,80	25,00	35,30	1,10	10,90	2,10
VT4P11_P23	17,00	31,10	21,00	3,20	27,70	2,93
VT4P11_J23	17,20	23,80	26,50	2,80	29,70	3,05
VT4P12_P23	14,30	29,80	37,40	2,60	15,90	2,64
VT4P12_J23	18,00	24,70	36,60	2,50	18,10	2,67
VT4P13_P23	12,00	28,00	31,40	1,30	27,30	3,06
VT4P13_J23	13,50	31,70	23,70	1,50	29,60	3,03
VT4P14_P23	29,80	26,90	24,10	1,80	17,40	2,25
VT4P14_J23	33,50	26,70	19,10	1,80	18,90	2,22
VT4_povprečje	21,12	27,15	28,84	2,11	20,78	2,61

3 Biološki element: fitoplankton

Po vodni direktivi je predvideno, da se za vrednotenje ekološkega stanja s fitoplanktonom uporabijo naslednji parametri: sestava, številčnost in biomasa fitoplanktona (Uredba o stanju površinskih voda, Ur. L. RS, št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16 in 44/22 – ZVO-2). Vendar je bila za vrednotenje ekološkega stanja obalnega morja na podlagi fitoplanktona nazadnje sprejeta le uporaba metrike biomasa fitoplanktona, ki se izraža s koncentracijo klorofila *a* (Chl *a*). Ker je sestava fitoplanktonske združbe pomembna tudi za ovrednotenje biodiverzitete pelagičnega habitata, kar obravnava Morska strategija, se v okviru monitoringa na enem merilnem mestu vzorči morsko vodo tudi za analize sestave in abundance fitoplanktonske združbe.

Morska voda za analizo klorofila *a* je bila v letu 2023 vzorčena na šestih merilnih mestih v petih vodnih telesih slovenskega morja (za šifre vodnih teles in merilnih mest glej Tabela 16). Na merilnem mestu 000F v vodnem telesu S15VT4 so bili vzeti tudi vzorci določitev sestave in abundance fitoplanktonske združbe. Vzorci so bili vzeti enkrat mesečno na treh globinah: na površini (0,5 m), na 5 m in pri dnu. Vzorci so bili obdelani in analizirani ter stanje po fitoplanktonu ovrednoteno na podlagi **Metodologije vrednotenja ekološkega stanja obalnega morja na podlagi fitoplanktona**, ki je objavljena na naslovu: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Voda/Ekolosko_stanje/metod_vredn_ekološkega_st_morja_fitoplanktona.pdf.

3.1 Biomasa fitoplanktona

Za oceno ekološkega stanja po BEK fitoplankton se uporabi metrika **biomasa fitoplanktona izražena kot letna geometrična sredina koncentracij klorofila *a*** ($\mu\text{g/l}$) v površinskem vodnem sloju. Mejne vrednosti za razrede ekološke kakovosti so prikazane v spodnjem izseku iz Metodologije vrednotenja (Tabela 8).

Tabela 8: Razredi kakovosti ekološkega stanja po modulu trofičnost, pripadajoče REK vrednosti in mejne vrednosti fitoplanktonske biomase za posamezen razred kakovosti

Biomasa_fitopl_REK - razpon	Razred kakovosti – ekološko stanje	Klorofil <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$) - razpon
1	Referenčna vrednost	0,33
$\geq 0,82$	Zelo dobro	$\leq 0,64$
0,61 - 0,81	Dobro	0,65 - 1,50
0,40 – 0,60	Zmerno	1,51 - 3,50
0,19 – 0,39	Slabo	3,51 - 8,20
$< 0,19$	Zelo slabo	$> 8,20$

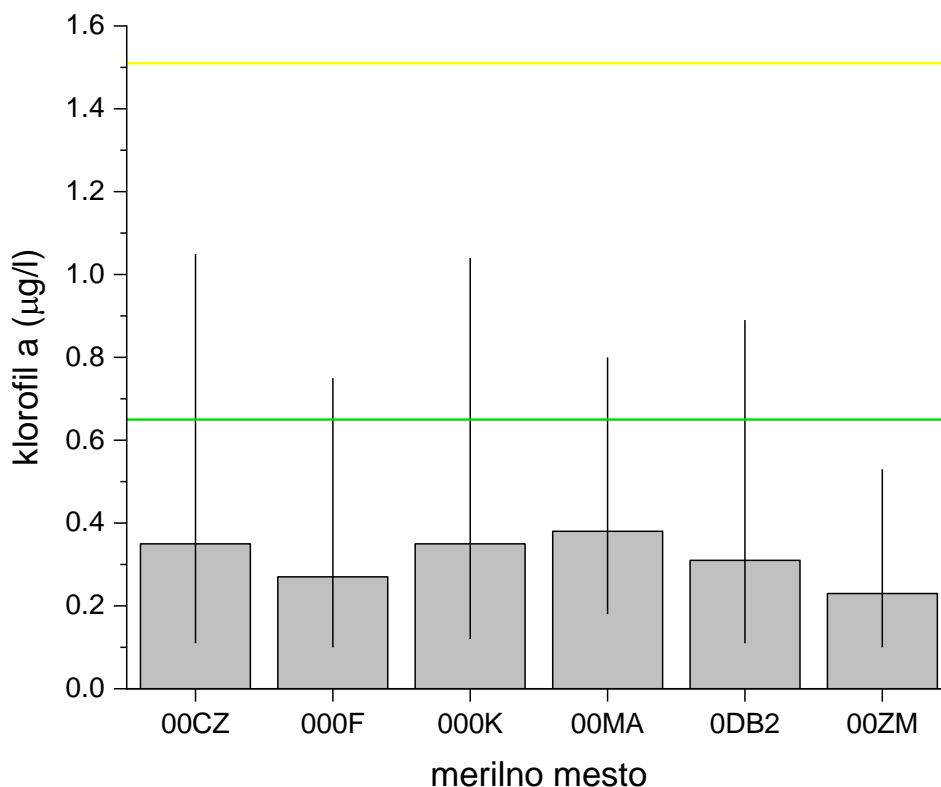
Letne geometrične srednje vrednosti koncentracij klorofila *a* v površinskem sloju vseh šestih merilnih mest so bile v letu 2023 zelo nizke in v ozkem razponu, še nekoliko nižje kot leta 2022 (od 0,23 do 0,38 $\mu\text{g/l}$; Tabela 9). Najvišja letna klorofilna biomasa je bila leta 2023 na merilnem mestu 00MA v S15VT5 (0,38 $\mu\text{g/l}$; Slika 1), kar odstopa od pričakovanj, saj dolgoletna opazovanja in meritve na tem merilnem mestu namreč ne nakazujejo na večje obremenitve s hranili, kljub temu, da leži merilno

mesto 00MA znotraj Piranskega zaliva in je od obale oddaljeno le 0,6 NM. Vendar je treba poudariti, da je taka vrednost še zmeraj zelo nizka. Le nekoliko nižja je bila letna klorofilna biomasa na merilnih mestih 00CZ in 000K (0,35 µg/l; Slika 1). Na merilnem mestu 00CZ v SI5VT1 običajno pričakujemo najvišje koncentracije klorofila *a*, saj je to merilno mesto v osrednjem delu Tržaškega zaliva pod znatnim vplivom reke Soče, največje reke, ki se izliva v zaliv na severozahodni obali, zato so tu pričakovane višje vrednosti. Merilno mesto 000K leži znotraj Koprškega zaliva (močno preoblikovano vodno telo) in je le 0,5 NM oddaljena od obale. Zaradi bližine izlivov rek Rižane in Badaševice, kakor tudi zaradi vpliva močno poseljene obale, kar vse prinaša v zaliv večje količine hranilnih snovi, to merilno mesto spada med območja s pričakovanimi višjimi koncentracijami klorofila *a*. Obe merilni mesti imata izmed vseh merilnih mest največjo standardno deviacijo, kar kaže na največjo variabilnost med meseci (Slika 1). Na merilnem mestu 0DB2 v SI5VT2 so pričakovane višje vrednosti klorofila *a*, saj leži na robu gojitvenih polj za užitne klapavice in je v bližini dveh velikih mest s pristanišči, Kopra in Trsta, kjer je vpliv bližine poseljene obale znaten. Vendar se v letu 2023 merilno mesto 0DB2 uvršča v spodnjo polovico po letni klorofilni biomasi (0,31 µg/l; Slika 1). Pričakovano najnižje koncentracije klorofila *a* v letu 2023 so bile izmerjene na merilnih mestih 000F v SI5VT4 (0,27 µg/l; Slika 1) in 00ZM v SI5VT1 (0,23 µg/l; Slika 1). Merilno mesto 000F leži znotraj obalnega morja, vendar zaradi svoje lege ni pod neposrednim vplivom sladkovodnih vnosov in drugih vplivov s kopnega. Zaradi nizke povprečne klorofilne biomase in velike prosojnosti vode je bilo to merilno mesto v preteklosti izbrano kot referenčno. Merilno mesto 00ZM leži v odprtem morju na vhodu v Tržaški zaliv, na skrajnem zahodnem robu slovenskega morja. Od obal je oddaljeno 6 NM in je tako precej daleč od antropogenih virov onesnaženja in izlivov rek, ki bi vplivali na povečanje biomase fitoplanktona.

S tako nizkimi letnimi geometrijskimi srednjimi vrednostmi je bilo ekološko stanje obalnega morja na podlagi BEK fitoplankton v letu 2023 na vseh merilnih mestih ovrednoteno kot **zelo dobro** (Tabela 9, Slika 1). Kar na treh merilnih mestih 0DB2, 000F in 00ZM so bile letne koncentracije klorofila *a* celo nižje kot v referenčnih razmerah za obalno morje tipa IIA Adriatic na nivoju Jadranskega morja (0,33 µg/l). Glede na zelo dobro stanje vseh merilnih mest je bilo tudi stanje vseh vodnih teles, vključno s teritorialnim morjem (SI5VT1, letna geometrična srednja vrednost klorofila *a* 0,28 µg/l), ovrednoteno kot **zelo dobro**. Vodno telo SI5VT1 sicer vključuje dve merilni mesti, ki običajno kažeta različne trofične značilnosti, in poprečenje lahko zamegli pravo sliko, vendar sta v letu 2023 imeli obe merilni mesti zelo dobro ekološko stanje.

Tabela 9: Ekološko stanje morja na podlagi fitoplanktona v letu 2023 na posameznih merilnih mestih in vodnih telesih slovenskega morja; prikazane so letne geometrijske srednje vrednosti koncentracij klorofila *a* in pripadajoče vrednosti REK

merilno mesto	vodno telo	klorofil <i>a</i> (µg/l) letna geometrijska srednja vrednost	REK	ekološko stanje
0DB2	SI5VT2	0,31	1,00	zelo dobro
000K	SI5VT3	0,35	0,97	zelo dobro
000F	SI5VT4	0,27	1,00	zelo dobro
00MA	SI5VT5	0,38	0,95	zelo dobro
00CZ	SI5VT1	0,35	0,97	zelo dobro
00ZM	SI5VT1	0,23	1,00	zelo dobro
skupaj	SI5VT1	0,28	1,00	zelo dobro



Slika 1: Letna geometrična srednja vrednost koncentracij klorofila *a* v površinskem vodnem sloju za leto 2023 na posameznih merilnih mestih s standardno deviacijo. Dodani sta meji med zelo dobrim in dobrim ekološkim stanjem (zelena) ter med dobrim in zmernim ekološkim stanjem (rumena)

V zadnjih sedmih letih so letne koncentracije klorofila *a* precej nihale, vendar so se spreminjale bolj ali manj enako na vseh merilnih mestih, tako da so se razlike med njimi ohranjale. Variabilnost med leti je bila torej večja, kot variabilnost med merilnimi mesti (Tabela 10). V letih 2017 in 2020 je bilo ekološko stanje na merilnih mestih 00CZ, 0DB2 in 000K dobro, poleg tega pa še na merilnem mestu 00CZ leta 2021. V vseh ostalih primerih je bilo stanje zelo dobro. Vendar je potrebno poudariti, da so bile letne geometrijske srednje vrednosti klorofila *a* prav leta 2023 večinoma najnižje do sedaj, torej še nekoliko nižje kot leta 2022 (razen za merilni mesti 000F in 00MA), ki je veljalo za zelo sušno leto, predvsem v zahodnem delu države. Čeprav je bilo leto 2023 znano po izjemnih avgustovskih poplavah, se te na Jadranskem povodju niso izrazile in je tu prišlo le do razlivanja ob vodotokih (http://rte.arso.gov.si/vode/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Porocilo_visoke_vode_in_poplave_avg2023.pdf). Nasprotno so bile jesenske poplave med 24. oktobrom in 6. novembrom 2023 izrazite tudi v porečju Soče (http://rte.arso.gov.si/vode/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Poplave_Slovenija_okt-nov_2023.pdf), kar je najverjetneje imelo vpliv na razmere v slovenskem morju (Slika 2), vendar se na letnem nivoju na klorofilni biomas ni izrazilo. Variabilnost klorofilne biomase v površinskem sloju med letom je vidna na Slika 1 kot standardna deviacija, ki ima v primerjavi z letom 2022 na vseh merilnih mestih večji razpon. Novembra so se koncentracije klorofila *a* v površinskem sloju merilnih mest v obalnem morju približale ali presegle 2,00 µg/l (Slika 2).

Tabela 10: Letne geometrijske srednje vrednosti koncentracij klorofila *a* na posameznih merilnih mestih v obdobju 2017-2023; vrednosti so obarvane glede na pripadajoče ekološko stanje (modro - zelo dobro stanje, zeleno - dobro stanje)

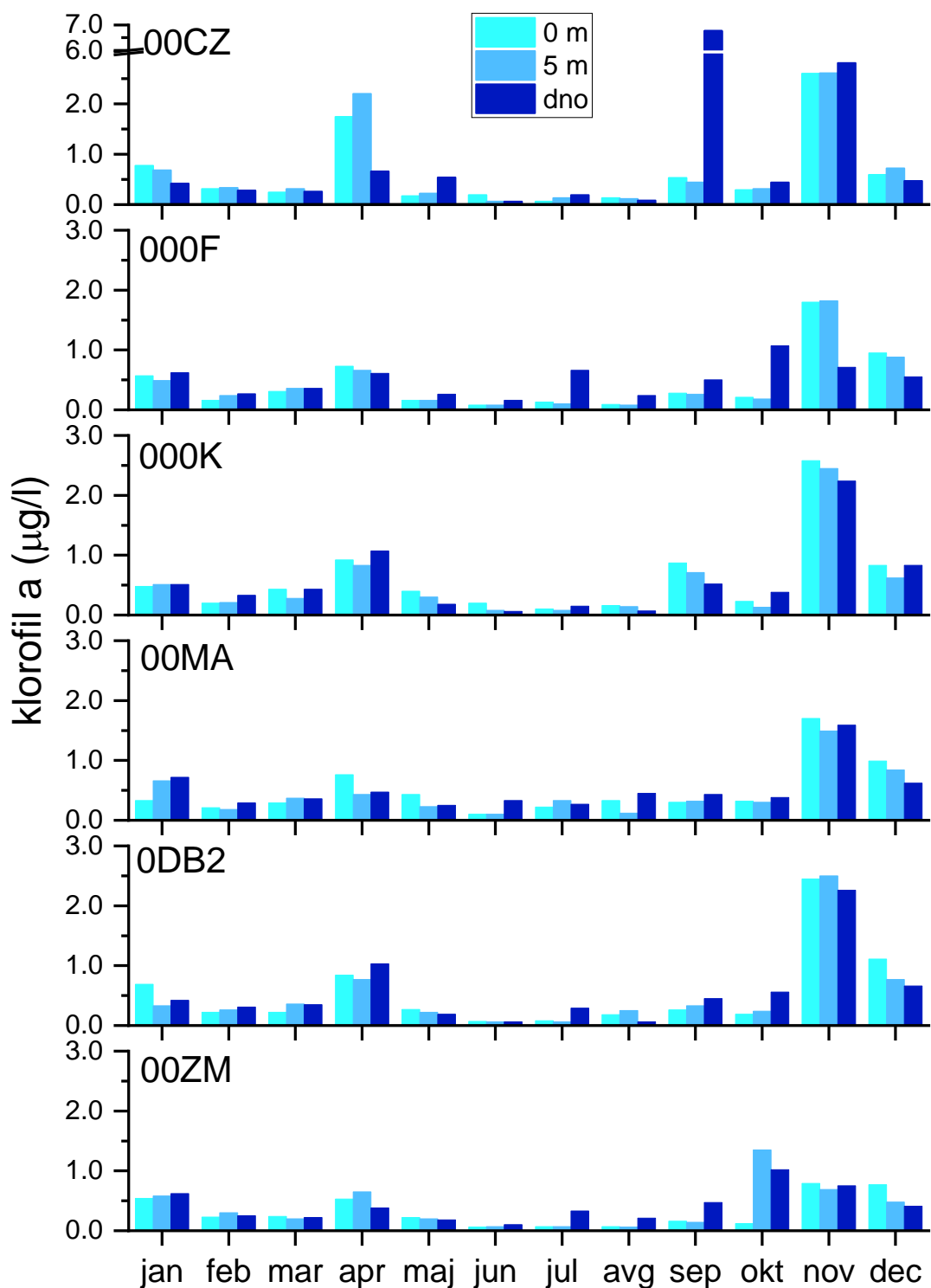
merilno mesto	vodno telo	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
00CZ	SI5VT1	0,69	0,41	0,56	0,81	0,65	0,42	0,35
00ZM	SI5VT1			0,36	0,58	0,43	0,26	0,23
0DB2	SI5VT2	0,72	0,36	0,52	0,75	0,59	0,50	0,31
000K	SI5VT3	0,66	0,43	0,54	0,75	0,64	0,48	0,35
000F	SI5VT4	0,55	0,37	0,42	0,56	0,55	0,26	0,27
00MA	SI5VT5	0,63	0,33	0,49	0,64	0,55	0,34	0,38

Čeprav ekološko stanje vrednotimo le na podlagi koncentracij klorofila *a* v površinskem vodnem sloju, je razporeditev po globini pomembna in lahko pokaže ali obrazloži nekatere pojave, npr. pomanjkanje raztopljenega kisika v pridnenem sloju. Mesečne koncentracije klorofila *a* v letu 2023 v vseh treh vodnih slojih merilnih mest so prikazane na Slika 2 (prikazane so izmerjene vrednosti do LOD).

Letni potek mesečnih koncentracij klorofila *a* se sicer vsako leto spreminja, vendar v splošnem pričakujemo dva viška, spomladanskega in jesenskega. Leta 2023 je bil spomladanski višek izmerjen aprila, ko so se koncentracije klorofila *a* na merilnem mestu 00CZ približale 2,00 µg/l, na ostalih merilnih mestih pa so bile precej nižje, od okoli 0,50 µg/l na merilnem mestu 00ZM do okoli 0,90 µg/l na merilnem mestu 000K (Slika 2). Jesenski višek je nastopil novembra in je bil precej bolj izrazit kot leta 2022. Koncentracije klorofila *a* so bile novembra podobne v vseh treh vodnih slojih (od okoli 1,70 µg/l na merilnem mestu 00MA do okoli 2,80 µg/l na merilnem mestu 00CZ), kar je običajno in kaže na premešan vodni stolpec. Le na merilnem mestu 00ZM so bile tudi jesenske koncentracije klorofila *a* precej nizke (Slika 2).

Če so bile že leta 2022 koncentracije klorofila *a* v toplih mesecih (od junija do avgusta) na vseh merilnih mestih zelo nizke, z izjemo pridnenega sloja, so bile le-te v enakem obdobju leta 2023 še nižje, obdobje nizkih vrednosti pa je bilo še daljše, tj. od maja do avgusta (Slika 2). To večinoma velja tudi za klorofilno biomaso v pridnenem sloju, ki je običajno v poletnem času višja, saj se zaradi razslojenosti vodnega stolpca fitoplankton akumulira v pridnenem sloju, poleg tega pa prihaja do fizioloških prilagoditev celic fitoplanktona na nižjo svetlobno intenziteto. Klorofilna biomasa je bila še posebej nizka junija in julija, saj je bila na večini merilnih mest koncentracija klorofila *a* < 0,10 µg/l ali celo pod mejo detekcije metode (0,06 µg/l). Nasprotno smo zelo visoko koncentracijo klorofila *a* izmerili septembra v pridnenem sloju merilnega mesta 00ZM (6,77 µg/l), kar je bila tudi najvišja meritev leta 2023.

Predvidevamo torej, da je bil precej visok jesenski višek klorofilne biomase po predhodnih zelo nizkih vrednosti predvsem odraz jesenskih padavin in poplav, medtem ko poletne poplave, ki na Jadranskem povodju niso bile izrazite, niso imele vpliva na stanje fitoplanktona v slovenskem morju. Nasprotno, zelo nizke koncentracije klorofila *a* v zimskih (z izjemo januarja), pomladnih (z izjemo aprila) in poletnih mesecih kažejo na še poglobljene oligotrofne razmere v slovenskem morju.



Slika 2: Mesečne koncentracije klorofila a (vrednosti do LOD) na treh globinah posameznih merilnih mest v letu 2023

3.2 Sestava fitoplanktonske združbe

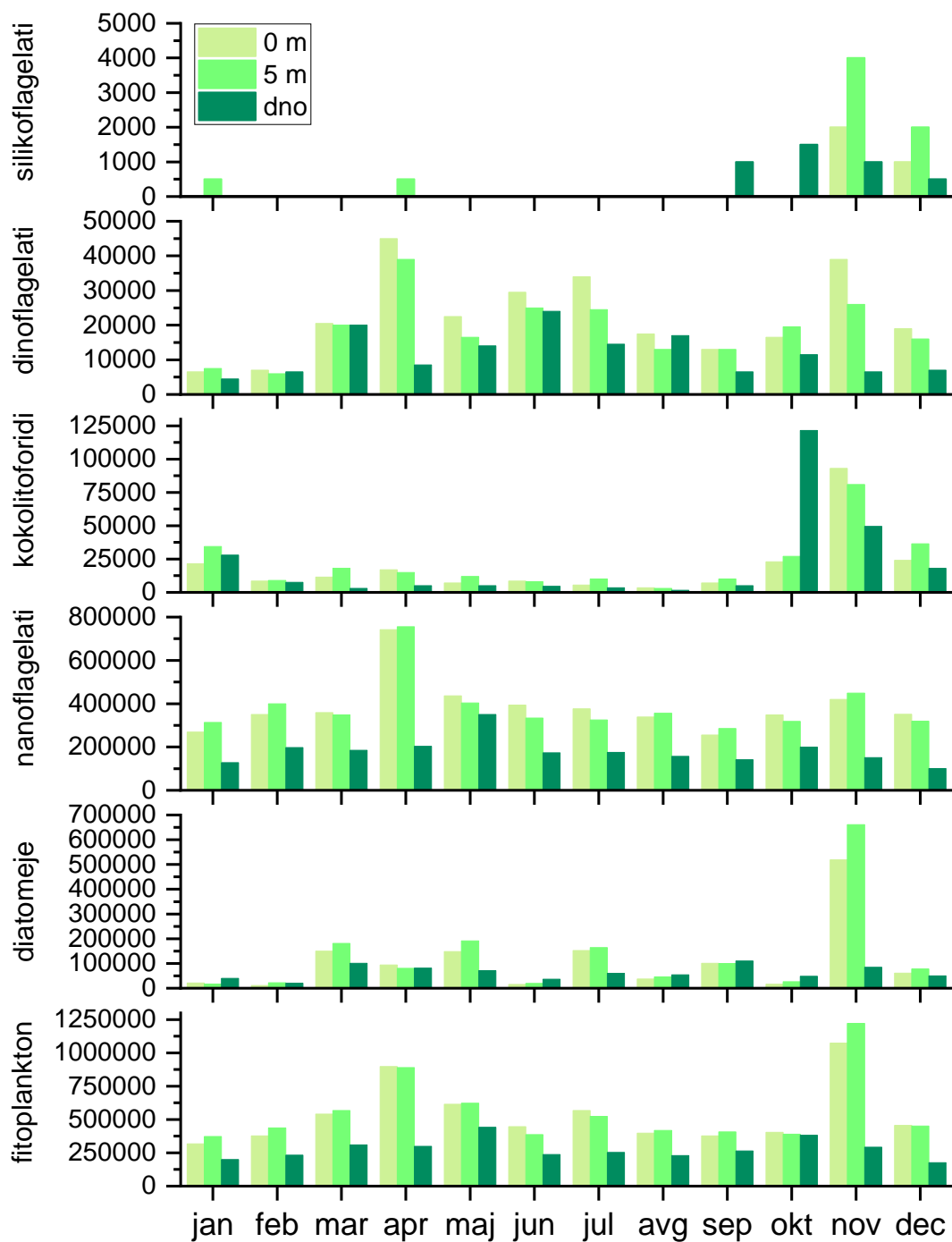
Tako aprilski kot novembrski višek klorofilne biomase sta sovpadala z viški abundance celotnega fitoplanktona na merilnem mestu 000F (Slika 3). Te so bile v povprečju nekoliko višje kot leta 2022 in so ob jesenskem višku presegle 1.000.000 celic/l. Letna dinamika celotnega fitoplanktona je sovpadala

s pričakovano dinamiko z dvema viškoma in je bila v grobem podobna tisti leta 2022, s spomladanskim viškom aprila (okoli 890.000 celic/l v površinskih vodnih slojih) in jesenskim viškom novembra (okoli 1.100.000 celic/l v površinskih vodnih slojih; Slika 3). Dinamiki abundanc in klorofilne biomase v različnih vodnih slojih se sicer ne ujemata popolnoma, kar je običajno, saj pa fitoplanktonske vrste zelo različno prispevajo k biomasi fitoplanktona, ob upoštevanju širokega velikostnega razpona fitoplanktonskih celic (< 1 µm do > 1 mm). Poleg tega je tudi vsebnost klorofila je pri vrstah različna, odvisna tudi od življenjske faze, v kateri se celice nahajajo v času vzorčenja.

K spomladanskemu višku fitoplanktona so največ doprinesli nanoflagelati, ko je bila abundanca v površinskem in 5-metrskem sloju okoli 750.000 celic/l in zelo podobna tisti leta 2021. V ostalih mesecih je bila abundanca nanoflagelatov nižja in stabilna (okoli 350.000 celic/l), le z manjšim porastom novembra. Nanoflagelati so tudi običajno najštevilčnejša skupina v fitoplanktonu, leta 2023 pa je bila njihova abundanca v povprečju le malo višja kot leto poprej. Tudi spomladanski višek dinoflagelatov je sovpadal z aprilskim viškom fitoplanktona (45.000 celic/l). Abundance dinoflagelatov so bile nato višje še junija in julija, nato pa je ponoven porast sovpadal še z jesenskim viškom novembra (39.000 celic/l). Njihova abundanca je bila sicer leta 2023 višja kot leta 2022.

K jesenskemu fitoplanktonskemu višku so največ doprinesle diatomeje, ki so imele novembra izrazit višek v površinskem in 5-metrskem sloju (do 661.000 celic/l). Tudi sicer so imele diatomeje v letu 2023 precej višje abundance (povprečne vrednosti abundanc so bile od 63.000 celic/l v pridnenem sloju do 132.000 celic/l na 5 m globine) kot leto prej (povprečne vrednosti abundanc so bile od 43.000 v površinskem sloju do 51.000 celic/l v pridnenem sloju). Poleg diatomej so k jesenskemu višku fitoplanktona največ doprinesli kokolitoforidi, podobno kot leta 2022. Oktobra v pridnenem sloju in novembra predvsem v zgornjih dveh slojih smo namreč zabeležili precej visoke abundance te skupine (okoli 100.000 celic/l). V pridnenem sloju oktobra je močno prevladovala vrsta *Calciosolenia murrayi*, novembra pa poleg le-te še kozmopolitska vrsta *Emiliana huxleyi* in *Ophiaster hydroideus*. Sicer so bile abundance kokolitoforidov, predvsem v poletnih mesecih nekoliko nižje kot leta 2022.

Med fitoplanktonskimi skupinami, ki jih obravnavamo, imajo vedno najnižje abundance silikoflagelati, ki se pretežno pojavljajo v hladnem delu leta. V letu 2023 so tudi abundance silikoflagelatov sovpadale z jesenskim viškom fitoplanktona, ko smo našli največ 4.000 celic/l na 5 m globine. Skoraj izključno je šlo za najbolj pogosto vrsto *Dictyocha fibula*, ki je bila sicer manj pogosta kot leta 2022.



Slika 3: Mesečne abundance posameznih fitoplanktonskih skupin in celotnega fitoplanktona na treh globinah merilnega mesta 000F v letu 2023. Pozor na različne skale na y oseh za različne skupine

Tako kot že v letih 2021 in 2022, tudi v letu 2023 nobena vrsta ni dosegla milijonskih vrednosti abundance, pri katerih običajno začnemo govoriti, da določena vrsta »zacveti«. V nasprotju z letom 2022, ko niti nobena fitoplanktonska vrsta niti posamezen rod niso dosegli 100.000 celic/l, z izjemo *E. huxleyi*, smo leta 2023 zabeležili nekaj takih dogodkov. Najvišje abundance so dosegle diatomeje vrste

Asterionellopsis glacialis, ki so med novembrskim viškom presegle 200.000 celic/l. Med diatomejami so imele dokaj visoke abundance še vrste iz rodu *Chaetoceros*, ki so bile najbolj številčne maja (> 100.000 celic/l) in novembra (> 200.000 celic/l), poleg tega pa še vrsta *P. calliantha* (ali pa sorodne, zelo podobne vrste z ozkimi celicami), ki je bila značilna za spomladanske mesece in je marca na 5 m globine tudi preseгла 100.000 celic/l. Sicer, pa vrste iz rodu *Pseudo-nitzschia*, ki so značilne tako za spomladanski kot za jesenski čas in se ob ugodnih razmerah lahko zelo namnožijo, v letu 2023 niso imele zelo visokih abundanc. Julij je imela nekoliko povečane abundance vrsta *Leptocylindrus danicus* z do 71.000 celic/l, druge vrste in rodovi diatomej pa niso preseгли 50.000 celic/l.

Med dinoflagelati so bili, kot običajno, najbolj številčni goli dinoflagelati, ki jih je izjemno težko določiti do vrste in jih beležimo kot rodova *Gymnodinium* in *Gyrodinium*. Ti so bili najbolj številčni tudi med aprilskim in novembrskim viškom (okoli 30.000 celic/l). Poleg njih so bile pogoste vrste iz skupine *Heterocapsa*, ki so prav tako težavne za določanje in so imele višek junija (do 16.000 celic/l), marca pa tudi majhna vrsta *Prorocentrum cordatum*, ki je v pridnenem sloju dosegla 13.000 celic/l.

4 Biološki element: makroalge

V letu 2023 smo v okviru monitoringa makroalg v vodnem telesu S15VT2, upoštevali 3 mesta vzorčenja (DR2, DR3 in DR4; Tabela 16). Opravili smo 2 terenska dneva, prvega v pomladnem obdobju (3. 5. 2023) in drugega v pozno poletnem obdobju (31. 8. 2023). Vzorčenja so potekala brez posebnosti.

Vzorci so bili pregledani in vrste določene ter rezultati ovrednoteni na podlagi Metodologije vrednotenja ekološkega stanja obalnega morja na podlagi makroalg, ki je objavljena na naslovu:

http://mop.arhiv-spletisc.gov.si/si/delovna_podrocja/voda/ekolosko_stanje_povrsinskih_voda/index.html.

Pri oceni stanja makroalg v infralitoralno se uporablja **Indeks vrednotenja ekološkega stanja - neprekinjena formula (EEI-c)**, ki temelji na podrobnejši razdelitvi rodov alg v ekološke razrede (ESG: Ecological State Groups). V ESG I se uvrščajo vrste, ki rastejo počasi in imajo dolgo vegetacijsko dobo. Za uvrščanje v podrazrede IA, IB in IC se upošteva njihova prilagodljivost na svetlobne razmere. V ESG II se uvrščajo vrste, ki hitro rastejo in imajo kratko vegetacijsko dobo oz. oportunistične vrste. Za uvrščanje v podrazrede IIA in IIB se upošteva njihova stopnja rasti. Za vsako določeno vrsto se nato oceni še pokrovnost na kvadratu 20 cm × 20 cm (vertikalna projekcija). EEI-c se izračuna po enačbi, ki je podrobneje razložena v omenjenem metodološkem zvezku. Podane mejne vrednosti za EEI-c in REK, ki so jih sprejele vse sredozemske države članice EU, ki uporabljajo EEI-c, so prikazane v Tabela 11.

Tabela 11: Razpon EEI-c in vrednosti REK za posamezne razrede kakovosti.

Razred kakovosti – ekološko stanje	Razpon EEI-c	Razpon EEI-c_REK
Zelo dobro	$10 \geq \text{EEI-c} \geq 8,09$	$1 \geq \text{REK} \geq 0,76$
Dobro	$8,09 > \text{EEI-c} \geq 5,84$	$0,76 > \text{REK} \geq 0,48$
Zmerno	$5,84 > \text{EEI-c} \geq 4,04$	$0,48 > \text{REK} \geq 0,25$
Slabo	$4,04 > \text{EEI-c} \geq 2,34$	$0,25 > \text{REK} \geq 0,04$
Zelo slabo	$2,34 > \text{EEI-c}$	$0,04 > \text{REK}$

V letu 2023 se je ocena ekološkega stanja za vsa mesta vzorčenja za makroalge v S15VT2 močno razlikovala med pomladjo in jesenjo (Tabela 12). Kot je bilo že ugotovljeno v prejšnjih letih monitoringa, se ekološko stanje makroalg skoraj vedno izboljšuje v jesenskem času. V pomladnem obdobju je imela v vseh vzorcih visoko pokrovnost *Dictyota dichotoma* (ki spada v ESG II), jeseni pa je imela občutno višjo pokrovnost *Padina pavonica* (ESG I). Ker je v posameznem letu priporočeno izvesti vsaj dve vzorčenja, se izračuna letno povprečje vrednosti indeksa EEI-c za posamezno mesto vzorčenja in nato se iz povprečja izračuna REK vrednosti Indeksa vrednotenja ekološkega stanja (Tabela 13). Dobljeno vrednost se primerja z mejnimi vrednostmi razredov kakovosti (Tabela 11).

Tabela 12: Ocena ekološkega stanja makroalg v dveh sezonah v letu 2023

	DR2 pomlad			DR3 pomlad			DR4 pomlad		
ESG I	10,80	5,60	9,00	0,60	7,40	15,60	28,00	9,00	9,00
ESG II	32,80	49,80	61,60	51,20	29,00	48,40	27,20	62,60	63,00
EEl-c vzorca	4,18	2,75	2,50	2,25	4,14	3,66	5,96	2,46	2,45
EEl-c mesta	3,1460			3,3490			3,6222		
	DR2 jesen			DR3 jesen			DR4 jesen		
ESG I	19,80	66,60	23,00	34,80	44,40	51,40	22,80	58,20	65,00
ESG II	57,60	7,60	51,60	46,40	15,00	27,00	39,20	24,00	15,20
EEl-c vzorca	3,54	10,00	4,07	5,21	8,11	7,61	4,76	8,26	9,39
EEl-c mesta	5,8689			6,9783			7,4703		

Za uvrstitev vodnega telesa za posamezno leto v razred ekološkega stanja je treba upoštevati tudi dolžine reprezentativnih kamnitih segmentov za posamezno mesto vzorčenja. Dolžino posameznega segmenta je treba pomnožiti z izračunano vrednostjo EEl-c pripadajočega mesta vzorčenja (letno povprečje), ki označuje ta del obalnega morja. Na ta način se dobi utežene vrednosti EEl-c za posamezen dolžinski segment. Seštevek uteženih EEl-c vrednosti vseh dolžinskih segmentov na vodnem telesu se deli s skupno dolžino kamnite obalne črte, tako se dobi končno uteženo vrednost EEl-c (Tabela 13). Dobljeno EEl-c vrednost se pretvori v REK in se primerja z mejnimi vrednostmi razredov kakovosti, ki so prikazane v Tabela 11.

Tabela 13: Povprečna ocena ekološkega stanja makroalg v letu 2023 in ekološko stanje vodnega telesa SI5VT2

Vodno telo	Mesto	Dolžina odseka (m)	letno povprečje EEl-c	letno povprečje REK	dolžina odseka *EEl-c	seštevek (dolžina odseka *EEl-c)	dolžina kamnite obale VT	EEl-c vodnega telesa	REK vodnega telesa
SI5VT2	DR3	872,21	5,16	0,40	4500,60				
	DR2	919,43	4,51	0,31	4146,62	17491,65	3385,23	5,17	0,40
	DR4	1593,59	5,55	0,44	8844,43				

Ekološko stanje na podlagi makroalg smo v SI5VT2 nazadnje ocenili leta 2019. Ocena ekološkega stanja na mestu vzorčenja DR3 je imela manjše odstopanje v primerjavi z letom 2019, medtem ko se je stanje na DR2 in DR4 poslabšalo za en razred, iz Dobro na Zmerno (Tabela 14). Tudi ekološko stanje vodnega telesa, ocenjeno kot **Zmerno** z EEl-c = 5,17, je v letu 2023 za en razred slabše, kot je bilo v 2019 (EEl-c = 6,94).

Tabela 14: Letno povprečje EEI-c vrednosti na mestih vzorčenja v SI5VT2 od 2006 do 2023 na podlagi rezultatov državnega monitoringa ali raziskovalnih projektov

Vodno telo	Mesto vzorčenja	EEI-c						povprečje
		2006	2011	2013	2017	2019	2023	
SI5VT2	DR3	7,92	6,14	4,97	6,33	5,74	5,16	6,04
	DR2	4,61	8,91	6,75	5,58	7,84	4,51	6,37
	DR4	9,54	6,01	6,66	7,13	7,08	5,55	6,99

Vzroke za **slabše stanje** na mestu vzorčenja DR2 gre poiskati predvsem v odsotnosti pokončne rdeče alge *Halopithys incurva* (ki spada v ESG I) v letu 2023. Pomladi in jeseni 2019 smo na tem mestu beležili visoko pokrovnost te vrste vsaj na eni paralelki. V odsotnosti cistozir ima ta rdeča alga pomembno vlogo na kamnitih podlagah obravnavanega območja, saj spada med tiste vrste, ki tvorijo tridimenzionalne habitate. Spomladi in poleti bujno raste, njena razvejana struktura pa zagotavlja zatočišče za številne epibionte (manjše spužve, trdoživnjake, mahovnjake, črve cevkarje, plaščarje in manjše alge). Poleg tega je bila rjava alga *Halopteris scoparia* (ESG II) v 2023 veliko bolj številčna kot v 2019 (Tabela 15).

Na mestu vzorčenja DR4 smo v 2019 predvsem spomladi beležili prisotnost vrste *Cystoseira compressa*, ki se je pojavljala v nižji obliki (t.i. var. *rosetta*). V 2023 je bila njena pokrovnost zanemarljiva, ob tem pa so se spomladi množično razvile vrste iz ESG II, predvsem *Dictyota dichotoma* in *Sphacelaria* spp. (Tabela 15). Na mestu vzorčenja DR3 je bila vrednost indeksa EEI-c malenkost nižja predvsem na račun višje pokrovnosti vrst iz ESG II v pozno-poletnem obdobju.

Vsa mesta vzorčenja v SI5VT2 so še vedno primerna za spremljanje stanja makroalg na kamnitem dnu zgornjega infralitorala.

Tabela 15: Povprečne vrednosti pokrovnosti taksonov makroalg v dveh sezonah na mestih vzorčenja v SI5VT2 v 2023

Takson	ESG	DR2 pomlad	DR3 pomlad	DR4 pomlad	DR2 jesen	DR3 jesen	DR4 jesen
<i>Cystoseira corniculata</i>	IA	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cystoseira compressa</i> var. <i>rosetta</i>	IB	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
<i>Padina pavonica</i>	IB	5,33	5,33	13,67	25,33	42,67	46,33
<i>Rytidhalea tinctoria</i>	IB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,33
<i>Flabellia petiolata</i>	IC	0,00	0,00	0,33	1,33	0,00	1,33
<i>Halimeda tuna</i>	IC	0,33	0,00	0,00	2,00	0,33	0,00
<i>Hildenbrandia crouaniorum</i>	IC	0,67	1,00	1,33	0,67	0,67	1,33
<i>Hydrolithon</i> spp.	IC	0,00	0,00	0,00	7,33	7,67	9,00
<i>Jania</i> sp.	IC	0,00	0,33	0,00	1,00	0,00	0,00
<i>Jania virgata</i>	IC	1,33	1,33	0,00	12,67	1,33	1,33
<i>Lithophyllum</i> spp.	IC	1,67	2,33	0,33	2,00	1,00	3,33
<i>Peyssonnelia polymorpha</i>	IC	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,33
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	IC	1,00	0,00	1,00	0,00	4,67	2,67
<i>Alsidium corallinum</i>	IIA	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	15,00
<i>Botryocladia botryoides</i>	IIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
<i>Champia</i> sp.	IIA	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00
<i>Cladostephus spongiosus</i> f. <i>verticillatus</i>	IIA	0,67	0,00	0,00	0,00	2,33	0,00
<i>Dasycladus vermicularis</i>	IIA	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dictyota dichotoma</i>	IIA	15,00	26,33	25,00	0,00	0,00	1,33
<i>Dictyota implexa</i>	IIA	2,67	2,67	0,00	0,00	3,67	0,00
<i>Gelidiella</i> sp.	IIA	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Gelidium</i> spp.	IIA	5,33	16,33	5,33	3,33	4,00	3,33
<i>Halopteris scoparia</i>	IIA	27,67	0,00	0,00	36,00	16,00	6,67
<i>Laurencia</i> spp.	IIA	0,33	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00
<i>Nithophyllum punctatum</i>	IIA	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rhodymenia ardissoni</i>	IIA	0,00	0,33	0,00	1,33	0,00	0,00
<i>Sphacelaria</i> spp.	IIA	2,67	4,00	28,67	2,67	1,67	3,67

<i>Zanardinia typus</i>	I/A	1,67	0,67	1,00	0,33	0,00	0,00
<i>Antithamnion</i> spp.	I/B	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ceramium</i> spp.	I/B	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00
<i>Cladophora prolifera</i>	I/B	0,00	0,00	0,33	0,67	1,67	0,00
<i>Cladophora</i> spp.	I/B	0,00	0,33	0,00	0,33	2,33	0,00
<i>Crouania attenuata</i>	I/B	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Dasya</i> spp.	I/B	0,67	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
<i>Polysiphonia</i> spp.	I/B	0,33	0,00	0,33	1,00	2,00	1,33
<i>Porphyra</i> spp.	I/B	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Valonia utricularis</i>	I/B	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Wrangelia penicillata</i>	I/B	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 16: Nabor šifrantov merilnih mest oz. mest vzorčenja

BEK	Vodno telo	Šifra MM	Merilno mesto	Globina (m)	
Fitoplankton	SI5VT1	M02000	00CZ	0,5	
	SI5VT1	M02005	00CZ	5	
	SI5VT1	M02024	00CZ	DNO-24	
	SI5VT1	M02050	00CZ	INT	
	SI5VT4	M14000	000F	0,5	
	SI5VT4	M14005	000F	5	
	SI5VT4	M14021	000F	DNO-21	
	SI5VT4	M14050	000F	INT	
	SI5VT3	M16000	000K	0,5	
	SI5VT3	M16005	000K	5	
	SI5VT3	M16016	000K	DNO-16	
	SI5VT3	M16050	000K	INT	
	SI5VT5	M18000	00MA	0,5	
	SI5VT5	M18005	00MA	5	
	SI5VT5	M18016	00MA	DNO-15	
	SI5VT5	M18050	00MA	INT	
	SI5VT2	M19100	0DB2	0,5	
	SI5VT2	M19105	0DB2	5	
	SI5VT2	M19118	0DB2	DNO-18	
	SI5VT2	M19150	0DB2	INT	
	SI5VT4	M21000	24	0,5	
	SI5VT4	M21014	24	DNO-14	
	SI5VT4	M21060	24	sediment	
	SI5VT5	M20000	35	0,5	
	SI5VT5	M20012	35	DNO-12	
	SI5VT5	M20060	35	sediment	
	SI5VT1	M01000	ZM	0,5	
	SI5VT1	M01005	ZM	5	
	SI5VT1	M01021	ZM	DNO-21	
	SI5VT1	M01050	ZM	INT	
	Bentoški nevretenčarji	SI5VT2	MBN0201	VT2P1	-
		SI5VT2	MBN0202	VT2P2	-
SI5VT2		MBN0204	VT2P4	-	
SI5VT2		MBN0203	VT2P3	-	
SI5VT3		MBN0302	VT3P2	-	
SI5VT3		MBN0304	VT3P4	-	
SI5VT3		MBN0306	VT3P6	-	
SI5VT4		MBN0410	VT4P10	-	
SI5VT4		MBN0411	VT4P11	-	
SI5VT4		MBN0412	VT4P12	-	

BEK	Vodno telo	Šifra MM	Merilno mesto	Globina (m)
	SI5VT4	MBN0413	VT4P13	-
	SI5VT4	MBN0414	VT4P14	-
	SI5VT5	MBN0506	VT5P6	-
	SI5VT5	MBN0507	VT5P7	-
	SI5VT5	MBN0508	VT5P8	-
Makroalge	SI5VT2	MMA0203	DR2	-
	SI5VT2	MMA0204	DR3	-
	SI5VT2	MMA0205	DR4	-
	SI5VT3	MMA0301	KP1	-
	SI5VT3	MMA0303	KP3	-
	SI5VT3	MMA0304	KP4	-
	SI5VT4	MMA0413	Iz4	-
	SI5VT4	MMA0423	Pa2	-
	SI5VT4	MMA0435	PO8	-
	SI5VT4	MMA0439	PP4	-
	SI5VT4	MMA0445	RR1	-
	SI5VT5	MMA0501	Por1	-
	SI5VT5	MMA0502	Por2	-
	SI5VT5	MMA0504	Se1	-