

KAZALO

1	UVOD	2
2	OPIS OBMOČJA RAZISKAV	3
3	MATERIAL IN METODE	5
3.1	<i>VZORČEVANJE</i>	5
3.2	<i>METODE</i>	7
4	REZULTATI	11
4.1	<i>FIZIKALNO-KEMIJSKE LASTNOSTI MORSKE VODE</i>	11
4.1.1	Temperatura, slanost, specifična teža	11
4.1.2	Kisik	23
4.1.3	Hranilne snovi fosforja	31
4.1.4	Hranilne snovi dušika	39
4.1.5	Hranilne snovi silicija	50
4.2	<i>CELOTNA SUSPENDIRANA SNOV</i>	54
4.3	<i>PLANKTON V JV DELU TRŽAŠKEGA ZALIVA</i>	61
4.3.1	Biomasa fitoplanktona	61
4.3.2	Abundanca in sestava fitoplanktona	70
4.3.3	Porazdelitev mikrozooplanktona	74
4.3.4	Zooplanktonska biomasa	78
5	ZAKLJUČKI	80
6	LITERATURA	83

1 UVOD

Pričujoče poročilo je zaključno poročilo naloge »Izvajanje monitoringa kakovosti morja za leto 2001«, kot to določa pogodba št. 2523-01-500035 med naročnikom, MOP, Agencija RS za okolje in izvajalcem, Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja.

Aplikativni projekt »Izvajanje monitoringa kakovosti morja za leto 2001« obsega sklop meteoroloških, fizikalno-kemičnih in bioloških parametrov, s katerimi opisujemo razmere vodnega telesa, tj. slovenskega dela Tržaškega zaliva, v 10 mesecih leta 2001. Projekt predstavlja pravzaprav redni monitoring kakovosti morske vode, ki pod okriljem MOP poteka vsakoletno že od 1988. leta dalje. V teh letih je bil program nekajkrat spremenjen: zmanjševalo se je število parametrov in vzorcev istega parametra na določenih globinah, 1997. leta pa se je zmanjšalo tudi število vzorčevanj. Že peto leto zapovrstjo monitoring kakovosti morja izvajamo le desetkrat v letu (januar – september in november) in ne skozi celo leto (enkrat mesečno), kar se odraža v nepopolno predstavljeni sezonski dinamiki fizikalnih, kemičnih in bioloških parametrov. Ta izguba oz. odsotnost podatkov je še toliko bolj boleča, če upoštevamo, da se biokemični procesi v morju odvijajo hitro (red velikosti od nekaj ur do dni), oktober pa je praviloma eden najproduktivnejših mesecev v letu.

Pri oblikovanju okoljskega monitoringa v prihodnosti je potrebno upoštevati usklajevanje različnih okoljskih dejavnosti med Slovenijo in Evropsko unijo, kamor sodi tudi monitoringa voda, . Po dokončnem sprejetju najnovejše evropske direktive o skupni politiki do vod (Direktiva 2000/60/EC) z dne 22.12.2000, je tudi v Sloveniji steklo kolesje primerjav in usklejevanj med obema zakonodajama (primer projekt CRP (MOP/MŠZŠ, 2001-2003): “Biološki elementi za določitev ekološkega stanja površinskih vodnih teles v skladu z direktivo EU o skupni politiki do vod”). Ta projekt bo med drugim podal smernice za pripravo monitoringa obalnega morja, ki naj bi se čimbolj približal zahtevam iz Direktive. To pomeni, da se bo tudi v bodoče monitoring še spreminjal, dopolnjeval in izboljševal z namenom spremljanja kakovosti obalnega morja v njegovih najbolj naravnih območjih in tistih, ki se zaradi najrazličnejših zunanjih vplivov oddaljujejo od nekega referenčnega mesta. Vse dosedanje delo, ki je bilo vloženo v ta monitoring, tako s strani naročnika kot

izvajalca, bo predstavljalo neprecenljivo vrednost v smislu serije dolgoletnih podatkov in strokovnih izhodišč za prihodnost.

Podatki in poročilo so zaščiteni po določenih avtorskega prava, uporaba podatkov in tisk zunaj NIB-MBP in MOP- Agencija RS za okolje pa sta dovoljena le v obliki izvlečkov z navedbo vira.

2 OPIS OBMOČJA RAZISKAV

Severnojadranski bazen se v svojem najplitvejšem severovzhodnem delu končuje s Tržaškim zalivom, katerega omejujeta rt Savudrija na vzhodu in Gradež na zahodu. Severozahodni del zaliva je plitvejši od jugovzhodnega, vendar pa največja globina v osrednjem delu ne preseže 30 m, medtem ko je dobra petina zaliva plitvejša od 10 m. Površina Tržaškega zaliva meri okoli 600 km², njegova prostornina pa 9,5 km³.

Hidrografske lastnosti vodnih mas Tržaškega zaliva so v veliki meri povezane s sladkovodnimi pretoki večjih in manjših rek. V primerjavi s severnim Jadranom, v katerega se z velikimi severnoitalijanskimi rekami (Pad, Adiža, Piave) letno izlije povprečno 3600 m³/s sladke vode (Degobbis & Gilmartin, 1990), je količina sladkovodnega vnosa v Tržaški zaliv veliko manjša (150 m³/s; Olivotti *et al.*, 1986). Preračunano na volumsko enoto, pa je količina sladke vode, ki se izlije v Tržaški zaliv, približno trikrat večja od tiste, ki priteče v severni Jadran (Malej *et al.*, 1995).

Največji sladkovodni vnosi so v severozahodnem delu zaliva, medtem ko so vnosi na slovenski strani v jugovzhodnem delu mnogo manjši. Najpomembnejša reka Tržaškega zaliva je Soča, ki ima za približno red velikosti večji pretok od vseh rečnih pretokov skupaj na slovenski obali (Olivotti *et al.*, 1986). Vpliv Soče lahko ob konicah pretokov v spomladanskem in jesenskem obdobju (čez 1000 m³/s; Malačič *et al.*, 1994) seže preko osrednjega dela zaliva. Pretoki slovenskih vodotokov Rižane, Badaševice, Dragonje in Drnice po nekaterih ocenah letno v povprečju ne presežejo 10 m³/s (Malačič *et al.*, 1994), vendar pa je zaradi njihove hudourniške narave pretok močno pogojen s padavinami, ki se ob nevihtah lahko poveča za več kot desetkrat.

Struktura vodnega stolpa se spreminja sezonsko (Fonda Umani *et al.*, 1992): za zimsko in zgodnjepomladansko obdobje je značilna izrazita vertikalna in horizontalna premešanost, od maja do septembra pa se v vodnem stolpu vzpostavi vertikalna temperaturna in gostotna slojevitost, ki se lahko v poletnem času občasno poruši

zaradi močih kratkotrajnih neviht (Malej *et al.*, 1997). Velik temperaturni razpon je značilen za površinski (6-27°C) in pridneni sloj (6-20°C). Slanost in njena porazdelitev po zalivu sta odvisni od pretokov rek, vendar le v površinskem sloju, kjer se vrednosti gibljejo od <30 do 38 PSU. Te razlike so v globljih slojih veliko manjše, vrednosti pa dokaj stabilne, saj tu vpliv rek ni več zaznaven. Tudi koncentracija hranilnih snovi, še posebej nitrata in silikata, sledi že omenjenemu sezonskemu nihanju rečnih vnosov in obilnejšim padavinam. Koncentracija hranilnih snovi je najvišja v površinskem sloju spomladi in jeseni ter poleti v pridnenem sloju pod termoklino, kot posledica regeneracijskih procesov.

Ponavljajoči se in nenadni vnosi hranilnih snovi v Tržaški zaliv neposredno vplivajo na skokovito naraščanje in upadanje fitoplanktonske biomase in primarne produkcije. Količina klorofila *a*, kot ocena fitoplanktonske biomase, se giblje od vrednosti, značilnih za oligotrofna območja (<0,5 µg/l) pa do evtrofnih razmer (okoli 15 µg/l). Velika sezonska spremenljivost se kaže tudi v taksonomski strukturi fitoplanktonske združbe. To področje naseljuje neritična združba mikroflagelatno-diatomejskega tipa, kjer v večjem delu leta prevladujejo mikroflagelati (Fanuko, 1981). Občasno se pojavijo izraziti diatomejski viški, ki so omejeni na krajša časovna obdobja in največkrat predstavljajo tudi absolutne viške celotne fitoplanktonske združbe. Praviloma so ti viški sezonsko omejeni na pomlad in jesen, kar je značilno za obalna morja zmernege pasu, vendar je bliskovit porast diatomej v Tržaškem zalivu povezan tudi s kratkotrajnimi poletnimi nevihtami, povečanim vnosom hranilnih snovi in premešanjem razslojenega vodnega stolpca (Malej *et al.*, 1997). Takšne nenadne spremembe lahko spremenijo sestavo in gostoto fitoplanktona. V zimskih mesecih so številčni tudi kokolitoforidi. Dinoflagelati so vedno prisotni, a je njihov delež abundance manj pomemben kot pa delež, ki ga dosežajo pri celotni biomasi (Mozetič, 1993). Silikoflagelati so prisotni jeseni in pozimi in še tedaj v zelo majhnem številu.

Večletno spremljanje dinamike cijanobakterij v jugovzhodnem delu zaliva (Turk, 1991) kaže na manjši višek spomladi in izrazit višek poleti, ko njihov delež pri fiksaciji anorganskega ogljika v hranilno osiromašenem okolju preseže 70% (Malej *et al.*, 1995). Ta pomemben odstotek novo ustvarjenega organskega ogljika, ki se kopiči v pikoplanktonskem velikostnem razredu (0,6 do 2 µm), lahko v obdobju razslojenega vodnega stolpca v celoti popasejo vodne bolhe (Lipej, 1996).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORČEVANJE

Monitoring kakovosti morja za leto 2001 smo izvajali na petih postajah jugovzhodnega dela Tržaškega zaliva (Slika 1): 000F, 00CZ, 000G, 000K in 00MA, od katerih sta postaji 000K in 00MA notranji – zalivski, ostale tri pa predstavljajo odprte vode zaliva. Zemljepisne koordinate postaj in največje globine ter poimenovanje postaj po šifrantu MOP-Agencije RS za okolje, so podane v tabeli 1.

Tabela 1: Zemljepisne koordinate in največje globine vzorčevanih postaj.

Oznaka postaje	Oznaka postaje po šifrantu MOP	Zemljepisna širina (N)	Zemljepisna dolžina (E)	Največja globina (m)
000F	F	45°32,30	13°33,00	21
00CZ	CZ	45°37,40	13°37,93	24
000G	G	45°35,58	13°13,19	22
000K	K	45°33,60	13°43,20	16
00MA	MA	45°30,20	13°34,20	16

V letu 2001 smo izpeljali 10 terenov (Tabela 2). Frekvenca vzorčevanja morske vode in meritve meteoroloških in fizikalnih parametrov na terenu je bila enkrat mesečna od januarja do septembra ter ponovno v novembru 2001. Ker je na slikah v tem poročilu časovna skala podana v dnevih in ne v enakih mesečnih presledkih, podajamo v tabeli tudi zaporedni dan v letu, ko smo izvedli teren.

Tabela 2: Datumi opravljenih terenov.

Zap. št. terena	Datum	Dan v letu
1	17.1.01	17
2	13.2.01	44
3	12.3.01	71
4	18.4.01	108
5	15.5.01	135
6	13.6.01	164
7	17.7.01	198
8	7.8.01	219
9	11.9.01	254
10	12.11.01	316



Slika 1: Vzorčevalne postaje v jugovzhodnem delu Tržaškega zaliva.

Vzorci morske vode smo črpali s črpalko pod nizkim tlakom v skupno 5-litrsko posodo, po prihodu v laboratorij pa smo vzeli podvzorci za različne biološke in kemične parametre. Na postajah 000G, 000K in 00MA smo vzorčevali na štirih standardnih oceanografskih globinah (0, 5, 10 m in pridneni sloj), na postaji 000F na petih (0, 5, 10, 15 m in pridneni sloj), na postaji 00CZ pa na šestih globinah (0, 5, 10, 15, 20 m in pridneni sloj). Za nekatere parametre (meritve temperature ter analize slanosti, raztopljenega kisika in BPK_5) smo tanek sloj morske vode tik nad dnom zajeli z Rutnerjevim vzorčevalnikom, s katerim lahko zelo previdno zajamemo vodni sloj, ne da bi pri tem razburkali sediment na morskem dnu.

Vzorce morske vode za vse fizikalne in večino kemičnih parametrov smo zajeli na vseh postajah in vseh globinah. BPK₅ smo določali le na površini in v pridnem sloju, prav tako količino celotne suspendirane snovi na postajah 000G, 000K in 00MA. Na ostalih dveh postajah, 000F in 00CZ, pa smo količino celotne suspendirane snovi določali na vseh globinah. Biološke parametre (fitoplankton, mikrozooplankton, mrežni zooplankton) smo merili le na postaji 000F in sicer na globinah 0, 10 m in dno za fitoplankton ter 0 m in dno za mikrozooplankton.

3.2 METODE

Meteorološki parametri. Stanje morja (Beaufortova lestvica in smer valov) in ozračja (temperatura zraka, hitrost in smer vetra) smo določali po standardnih metodah.

Fizikalno-kemični parametri. Temperaturo, slanost in količino raztopljenega kisika na posameznih globinah smo odčitali iz vertikalnih profilov naštetih parametrov, posnetih s CTD sondo, ki je bila izdelana na Univerzi v zahodni Avstraliji (CTD: *Conductivity, Temperature, Depth*). Stopnjo nasičenosti s kisikom smo izračunali s pomočjo tabel "International Oceanographic Tables" (1973). Specifično težo (σ_t) morske vode smo izračunali iz temperature in slanosti po tabelah, zbranih v knjigi "Handbook of Oceanographic Tables" (1962). Prozornost morske vode smo določili s pomočjo Secchi plošče, okrogle bele plošče s premerom 30 cm.

V vzorcih, zajetih z Rutnerjevim vzorčevalnikom, smo nekatere fizikalne in kemične parametre izmerili analitično in ne z uporabo CTD sonde. Temperaturo smo izmerili s termometrom, pritrjenim v vzorčevalniku. Slanost smo določili po Mohr-Knudsenovi metodi (Knudsen, 1901, 1902), s titracijo klorida s srebrovim nitratom. Kisik smo določali po Winklerjevi metodi (1888), s titracijo sproščene joda z natrijevim tiosulfatom, kjer je sproščen jod ekvivalenten raztopljenemu kisiku v vodi.

Za določitev biološke porabe kisika v petih dneh (BPK₅) v površinskih in pridnih vzorcih, smo le-te inkubirali pet dni pri temperaturi 20°C v popolni temi. Po končani inkubaciji smo raztopljeni kisik določili po Winklerju (ibid.). Biološka poraba kisika predstavlja razliko v količini raztopljenega kisika med takoj analiziranim vzorcem in vzorcem, v katerem se je kisik porabljal pet dni.

pH morske vode smo izmerili v laboratoriju s pH metrom ISKRA MA 5794 in kombinirano stekleno elektrodo.

Celotni ogljikov dioksid smo izračunali iz celotne in karbonatne alkalinitete po tabelah (Strickland & Parsons, 1968), upoštevajoč pH, temperaturo in slanost morske vode.

Hranilne snovi. Vodne raztopine različnih dušikovih, fosforjevih in silicijevih soli nastopajo v ionski obliki kot nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), amonij (NH_4^+), anorganski fosfat (PO_4^{3-}) in silikat (SiO_4^{4-}). Koncentracije hranilnih snovi smo izmerili v nefiltriranih vzorcih po standardnih kolorimetričnih metodah, ki so široko uporabljene v oceanografskih raziskavah (Grasshoff *et al.*, 1983). Vse spektroskopske analize (absorpcije raztopin hranilnih snovi) so bile opravljene s PERKIN ELMER UV/VIS Lambda 14 spektrometrom, s 5 in 10 cm kivetami.

Nitrit smo določili kot rožnato azobarvilo, ki reagira z dodanim sulfanilamidom in N-naftil-etilendiamin dihidrokloridno raztopino (Bendschneider & Robinson, 1952). Nitrat najprej reduciramo do nitrita ob prehodu vzorca skozi kolono, napolnjeno z zrnici kadmija, ki so prevlečena z bakrom (Grasshoff, 1970), nato pa ga določimo po metodi za nitrit. Za določitev amonija smo uporabili indofenol modro metodo (Koroleff, 1969, 1970), po kateri smo vzorcu dodali citrat, fenol-nitroprisidni reagent in bazično raztopino hipoklorita. Anorganski dušik smo izračunali po seštevku nitrita, nitrata in amonija.

Anorganski fosfat ali ortofosfat smo določili po metodi Murphey & Riley (1962), modificirani po Koroleffu (1963, neobjavljeni podatki), kjer nastaja fosfomolibdatni kompleks, ki ga z askorbinsko kislino reduciramo v modro obarvano spojino.

Reaktivni silikat smo določili po dodatku heptamolibdata, ki ga nato reduciramo z askorbinsko kislino v prisotnosti oksalne kisline v močno modro obarvan kompleks (Koroleff, 1971).

Celotni fosfor in celotni dušik smo določili po oksidaciji vzorca s persulfatom, nato pa smo uporabili že opisane metode za določitev anorganskega fosfata in nitrata.

Celotna suspendirana snov. Vzorce morske vode (1 l) smo filtrirali skozi predhodno prežgan Whatmanov filter GF/C iz steklenih vlaken s povprečno velikostjo por 1,0 μm . Pred uporabo smo filtre prežgali pri temperaturi 450°C približno 3 ure, da smo odstranili organske nečistoče. Delce, ki so ostali na filtru, smo spirali z destilirano vodo, da smo odstranili soli. Količino suspendirane snovi smo izmerili gravimetrično pred (celotna suspendirana snov ali seston) in po sežigu (anorganski del) v peči 3 ure

pri 500°C. Količino organskega dela smo določili iz razlike v masi med celotno suspendirano snovjo in anorganskim delom.

Biološki parametri. Koncentracija klorofila *a* je pokazatelj fitoplanktonske biomase. Koncentracijo klorofilne biomase smo določili z uporabo fluorometrične metode (Holm-Hansen *et al.*, 1965). 20 ml morske vode smo filtrirali skozi membranski filter z velikostjo por 0,22 µm, filter pa homogenizirali in ekstrahirali v 90% acetonu. Fluorescenco ekstrakta smo izmerili s pomočjo fluorometra (TURNER fluorometer Model 112) in izmerjeno vrednost preračunali po formuli v koncentracijo klorofila *a* (Holm-Hansen *et al.*, *ibid.*).

Fitoplankton. Število ali abundanco in taksonomsko sestavo fitoplanktona smo določali pod invertnim mikroskopom po Utermöhlovi metodi (1958). Vzorce morske vode (850 ml), zajete na treh globinah na postaji 000F (0, 10 m, dno) smo konzervirali z nevtraliziranim formalinom (2% končna koncentracija). 50 ali 25 ml podvzorca smo pustili posedati preko noči v sedimentacijski komorici in naslednji dan prešteli celice v 100 poljih pri 400x povečavi. Najdene organizme smo, razen v primeru mikroflagelatov, skušali določiti do nivoja vrste, kjer pa to ni bilo mogoče, pa do roda. V rezultatih podajamo sestavo fitoplanktona po glavnih razredih (diatomeje, dinoflagelati, kokolitoforidi, silikoflagelati) in netaksonomskih skupinah (mikroflagelati, ostalo), potem ko smo vanje združili prepoznane organizme.

Število in sestavo fitoplanktona kot tudi klorofilno biomaso podajamo posebej za posamezen globinski nivo in kot integrirane vrednosti vodnega stolpa.

Mikrozooplankton. Vzorce mikrozooplanktonskih populacij smo načrpali na postaji 000F (0 m, dno) z nizkotlačno črpalko v 5-litrski plastični posodi in jih konzervirali s 3% raztopino nevtraliziranega formalina. V laboratoriju smo iz posod po 24 urah previdno oddekantirali odvečno vodo do 1 litra vzorca, ki smo ga razdelili s Folsomovim spliterjem na podvzorce. Četrtno ali osmino celega vzorca (odvisno od gostote celic) smo 24 ur sedimentirali v sedimentacijskih komoricah, katerih vsebino smo pregledali pod invertnim mikroskopom po Utermöhlovi metodi (1958).

Za določevanje golih oligotrihnih migetalkarjev (alorikati) smo uporabljali priročnike Maeda (1986) in Maeda & Carey (1985), za tintinide pa določevalna priročnika Kofoid & Campbell (1929, 1939). Planktonske nevretenčarje smo določili le na ravni

višjih taksonomskih skupin. Ker smo vzorčevali le površinski in pridneni sloj, podatkov nismo integrali, ampak podajamo realne vrednosti abundance.

Zooplanktonska biomasa. Vzorce mezozooplankton (velikostni razred $>200\ \mu\text{m}$) smo jemali s standardno zooplanktonsko mrežo VP-2 (velikost mrežnih očes $200\ \mu\text{m}$) na postaji 000F. Opravili smo en vertikalni vlek od dna do površine in dobljeni vzorec planktona shranili v Weckovem kozarcu ter konzervirali s 4% nevtraliziranim formalinom. V laboratoriju smo vzorce razdelili s Folsomovim spliterjem na dva enaka dela: enega smo uporabili za določevanje zooplanktonske biomase, drugega pa shranili v zbirki zooplanktonskih vzorcev. Prvi podvzorec smo precedili skozi $200\ \mu\text{m}$ mrežico in ga dali v predhodno stehtan porcelanski lonček. Lonček s podvzorci smo sušili pri 60°C v eksikatorju in ga po 24 urah stehtali (suha teža zooplanktona). Po tehtanju smo podvzorec v lončku upepelili v peči pri 500°C . Po eni uri smo vzorec ponovno stehtali in določili maso pepela. Le-to smo odšteli od suhe teže in dobili količino organske snovi (AFDW – *ash free dry weight* ali suha teža brez pepela).

4 REZULTATI

4.1 FIZIKALNO-KEMIJSKE LASTNOSTI MORSKE VODE

Rrezultate fizikalno-kemijskih lastnosti morske vode v jugovzhodnem delu Tržaškega zaliva podajamo ločeno za zunanje postaje ali odprte vode (000F, 00CZ, 000G) in notranje postaje v Piranskem (00MA) in Koprskem zalivu (000K). Na večini slik prikazujemo časovno porazdelitev parametrov le v površinskem in pridnenem sloju, medtem ko so v tabelah podani rezultati za vse merjene globine vodnega stolpa. Na slikah 28-32, ki prikazujejo časovno porazelitev klorofilne biomase na posameznih postajah, podajamo vse merjene globine. V tabelah 3-17 so podatki statistično obdelani: povprečne vrednosti s standardno deviacijo ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti ter število meritev za posamezne globine na petih postajah. V teh tabelah smo izpustili globino 20 m s postaje 00CZ, saj predstavlja v posameznem mesecu le eno meritev in zato ni smiselno podajati izračunov srednje vrednosti in SD za eno meritev.

4.1.1 Temperatura, slanost, specifična teža

V desetih mesecih leta 2001 (januar-september in november) je bila temperatura morske vode med 10,15 in 26,25°C. Najnižja vrednost je bila izmerjena v marcu v pridnenem sloju, najvišja pa avgusta na površini (Tabela 3). Marec in februar sta bila nasploh najhladnejša meseca, saj so se srednje vrednosti temperature, izmerjene na vseh petih postajah, le v dveh primerih povzpele čez 11°C. V februarju so bile pridnene temperature višje kot v površinskem sloju, v marcu pa je bil pridneni sloj najhladnejši. Vendar pa so te zimske temperature v primerjavi s prejšnjimi leti razmeroma visoke. Tako smo na primer v letih 1999 in 2000 izmerili najnižjo temperaturo pod 7°C (Vukovič *et al.*, 2000, 2001), medtem ko so bile najvišje, poletne temperature v teh letih nižje v primerjavi z letom 2001. Časovna porazdelitev in spreminjanje temperature sta bili na zunanjih (Slika 2) in notranjih postajah (Slika 3) JV dela Tržaškega zaliva podobni: od januarja do aprila so bile temperature razmeroma nizke (od 10,15 do 12,97°C), posamezni vodni sloji pa se niso razlikovali, maja pa smo povsod zabeležili izrazit dvig, ki je bil zaradi neposrednega stika s segretim ozračjem najvišji na površini. Temperaturna razslojenost vodnega stolpa je

bila največja v juliju in avgustu (povprečna razlika med površinskimi in pridnenimi sloji: 6,11°C v juliju in 5,26°C v avgustu). Septembra in še posebej novembra pa so bili posamezni vodni sloji spet enakomerno segreti oz. ohlajeni – izotermija. Najvišja pridnena temperatura je bila izmerjena v septembru na postaji 000K (21,83°C).

Porazdelitev površinske slanosti, ki je najbolj izpostavljena zunanjim vplivom, odraža značilno sezonsko dinamiko (Sliki 4, 5; Tabela 4). V prvih dveh mesecih leta 2001 so bile površinske vrednosti visoke (od 36,31 do 37,60 PSU). Marca je sledil velik padec slanosti, ki pa je bil omejen bolj na vzhodni del slovenskega morja (glej postaje na Sliki 1): 16,62 PSU na postaji 00CZ, 25,33 PSU na postaji 000G in 29,42 PSU na postaji 000K. Ta padec površinske slanosti je bil mnogo manjši na postaji 000F (35,77 PSU), še manjši pa na postaji 00MA (36,62 PSU). Predvidevamo, da je to dogajanje v marcu povezano z obilnim deževjem, ki je bilo značilno za prvo polovico meseca (osebna opažanja) in posledično s povečanimi sladkovodnimi pretoki ter kroženjem vode v Tržaškem zalivu v takih razmerah. V naslednjih mesecih so se vrednosti površinske slanosti dvignile, ponoven manjši padec pa smo zabeležili v treh poletnih mesecih (junij–avgust) praviloma na vseh postajah (od 34,75 do 35,05 PSU). V obeh obdobjih znižanja površinske slanosti smo opazili značilno razliko: marca smo zabeležili lečo sladke vode le na površini, na globini 5 m pa so bile vrednosti že v okviru normalnih morskih vrednosti (okoli 37,80 PSU). V poletnih mesecih pa je bil celoten 5- do 10-metrski zgornji sloj oslajen (Tabela 4). Visoke površinske slanosti v novembru (>37,20 PSU) so bile verjetno posledica dolgotrajnega suhega jesenskega obdobja. V pridnenem sloju se je slanost zelo malo spreminjala: povprečne vrednosti petih postaj so bile med 36,91 PSU (junij) in 37,90 PSU (marec). Največja povprečna pridnena slanost je časovno sovpadala z mesecem najnižje površinske slanosti (marec).

Specifično težo (σ_t) smo izračunali iz temperature in slanosti, zato je moč pričakovati, da so bile vrednosti in nihanja spec. teže neposredno povezane s spremembami obeh parametrov. Najnižjo in najvišjo vrednost spec. teže (Tabela 5) smo izračunali marca v površinskem (12,61 g/cm³) in pridnenem sloju (29,24 g/cm³) na postaji 00CZ, kar sovпада z zelo nizko površinsko slanostjo na eni strani in obratno, z visoko slanostjo in nizko temperaturo pri dnu. Praviloma je razslojenost vodnega stolpa oz. razlika med površinsko in pridneno spec. težo v poletnem času povezana s temperaturo (neenakomerno segrevanje vodnih plasti), spomladi pa z znižano slanostjo v

površinskem sloju zaradi sladkovodnih vnosov. Tako je bilo tudi v letu 2001 (Sliki 6, 7). V zimskih mesecih (januar-februar) in v novembru so bile te razlike najmanjše, spomladi in poleti pa največje – v povprečju $7,20 \text{ g/cm}^3$ (marec) in $3,25 \text{ g/cm}^3$ (julij).

Tabela 3: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti temperature ($^{\circ}C$) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	11,09	0,78	5	12,59	10,36
	5	11,52	0,68	5	12,60	10,90
	10	11,63	0,60	5	12,58	11,09
	15	11,48	0,40	2	11,87	11,08
	D	11,59	0,51	5	12,58	11,09
Februar	0	10,54	0,27	5	11,04	10,27
	5	10,52	0,19	5	10,81	10,26
	10	10,58	0,23	5	10,92	10,26
	15	10,44	0,11	2	10,55	10,33
	D	11,08	0,23	5	11,34	10,77
Marec	0	11,04	0,33	5	11,62	10,73
	5	10,63	0,28	5	10,97	10,19
	10	10,56	0,26	5	10,91	10,17
	15	10,46	0,27	2	10,72	10,19
	D	10,51	0,32	5	10,95	10,15
April	0	12,61	0,17	5	12,81	12,35
	5	12,57	0,12	5	12,76	12,46
	10	12,68	0,19	5	12,97	12,49
	15	12,81	0,05	2	12,86	12,76
	D	12,43	0,49	5	12,89	11,52
Maj	0	17,78	0,47	5	18,52	17,36
	5	17,32	0,57	5	18,25	16,59
	10	16,17	1,24	5	17,81	14,19
	15	14,65	0,34	2	14,98	14,31
	D	14,27	1,19	5	16,30	12,62
Junij	0	20,23	0,29	5	20,62	19,90
	5	20,25	0,29	5	20,64	19,85
	10	19,95	0,31	5	20,34	19,59
	15	17,72	1,57	2	19,28	16,15
	D	17,44	1,54	5	19,37	15,57
Julij	0	25,46	0,15	5	25,66	25,24
	5	25,45	0,14	5	25,62	25,24
	10	25,03	0,76	5	25,61	23,53
	15	21,88	0,70	2	22,58	21,18
	D	19,35	1,41	5	21,70	17,96
Avgust	0	25,81	0,42	5	26,25	25,04
	5	25,46	0,43	5	26,05	24,90
	10	23,53	1,02	5	24,68	21,91
	15	21,25	1,10	2	22,34	20,15
	D	20,55	0,80	5	21,50	19,53
September	0	22,33	0,28	5	22,78	21,95
	5	22,29	0,30	5	22,79	21,93
	10	22,22	0,32	5	22,80	21,91
	15	22,46	0,53	2	22,99	21,93
	D	20,26	0,93	5	21,83	19,29
November	0	16,64	0,54	5	17,27	15,68
	5	16,63	0,49	5	17,27	15,95
	10	16,66	0,46	5	17,28	16,11
	15	16,93	0,33	2	17,25	16,60
	D	16,18	0,35	5	16,64	15,75

Tabela 4: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti slanosti (PSU) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	37,21	0,27	5	37,60	36,91
	5	37,42	0,14	5	37,60	37,24
	10	37,47	0,11	5	37,61	37,34
	15	37,48	0,00	2	37,48	37,48
	D	37,50	0,11	5	37,72	37,41
Februar	0	36,85	0,28	5	37,09	36,31
	5	37,11	0,13	5	37,32	37,00
	10	37,22	0,16	5	37,49	37,01
	15	37,17	0,13	2	37,30	37,04
	D	37,51	0,16	5	37,71	37,29
Marec	0	28,75	7,36	5	36,62	16,62
	5	37,80	0,06	5	37,87	37,71
	10	37,86	0,03	5	37,91	37,82
	15	37,90	0,01	2	37,91	37,89
	D	37,90	0,03	5	37,94	37,87
April	0	36,24	0,56	5	36,85	35,33
	5	36,56	0,32	5	36,86	35,95
	10	36,72	0,40	5	37,17	36,01
	15	36,67	0,26	2	36,92	36,41
	D	37,43	0,16	5	37,68	37,19
Maj	0	36,15	0,60	5	37,00	35,21
	5	36,70	0,26	5	37,02	36,34
	10	37,09	0,15	5	37,22	36,83
	15	37,46	0,03	2	37,48	37,43
	D	37,36	0,11	5	37,52	37,22
Junij	0	35,55	0,53	5	36,27	34,75
	5	35,70	0,62	5	36,38	34,75
	10	35,98	0,59	5	36,57	35,11
	15	36,94	0,26	2	37,19	36,68
	D	36,91	0,28	5	37,20	36,48
Julij	0	35,19	0,20	5	35,30	34,78
	5	35,19	0,20	5	35,30	34,80
	10	35,45	0,25	5	35,94	35,28
	15	36,71	0,09	2	36,80	36,62
	D	37,20	0,08	5	37,29	37,07
Avgust	0	35,55	0,29	5	35,90	35,03
	5	35,83	0,50	5	36,56	35,05
	10	36,90	0,45	5	37,33	36,11
	15	37,58	0,06	2	37,63	37,52
	D	37,66	0,06	5	37,75	37,59
September	0	36,22	0,03	5	36,28	36,19
	5	36,22	0,03	5	36,27	36,19
	10	36,23	0,03	5	36,28	36,20
	15	36,50	0,05	2	36,54	36,45
	D	37,52	0,29	5	37,78	36,98
November	0	37,57	0,16	5	37,70	37,25
	5	37,62	0,11	5	37,74	37,45
	10	37,64	0,08	5	37,74	37,54
	15	37,71	0,04	2	37,74	37,67
	D	37,60	0,08	5	37,69	37,51

Tabela 5: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti specifične teže ali σ_t v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	28,50	0,13	5	28,71	28,32
	5	28,58	0,07	5	28,71	28,51
	10	28,60	0,06	5	28,71	28,52
	15	28,64	0,08	2	28,71	28,56
	D	28,64	0,04	5	28,71	28,59
Februar	0	28,32	0,20	5	28,53	27,95
	5	28,53	0,08	5	28,64	28,42
	10	28,60	0,10	5	28,76	28,50
	15	28,59	0,08	2	28,67	28,51
	D	28,76	0,07	5	28,85	28,70
Marec	0	21,95	5,66	5	27,95	12,61
	5	29,01	0,12	5	29,13	28,78
	10	29,10	0,05	5	29,18	29,03
	15	29,16	0,06	2	29,21	29,10
	D	29,15	0,08	5	29,24	29,04
April	0	27,46	0,42	5	27,90	26,80
	5	27,71	0,23	5	27,91	27,26
	10	27,82	0,28	5	28,11	27,31
	15	27,75	0,19	2	27,94	27,56
	D	28,41	0,18	5	28,62	28,17
Maj	0	26,24	0,45	5	26,99	25,59
	5	26,76	0,20	5	27,02	26,45
	10	27,33	0,26	5	27,59	26,88
	15	27,97	0,10	2	28,06	27,87
	D	27,97	0,27	5	28,21	27,46
Junij	0	25,09	0,44	5	25,79	24,43
	5	25,25	0,54	5	25,85	24,43
	10	25,53	0,52	5	26,05	24,79
	15	26,85	0,58	2	27,42	26,27
	D	26,89	0,58	5	27,56	26,21
Julij	0	23,38	0,14	5	23,52	23,10
	5	23,38	0,14	5	23,52	23,11
	10	23,71	0,42	5	24,52	23,41
	15	25,59	0,27	2	25,85	25,32
	D	26,63	0,38	5	26,98	25,97
Avgust	0	23,54	0,32	5	24,04	23,05
	5	23,85	0,51	5	24,58	23,08
	10	25,24	0,59	5	25,83	24,30
	15	26,40	0,26	2	26,66	26,14
	D	26,67	0,25	5	26,98	26,37
September	0	25,08	0,09	5	25,18	24,95
	5	25,10	0,09	5	25,21	24,95
	10	25,12	0,10	5	25,23	24,94
	15	25,25	0,11	2	25,36	25,14
	D	26,64	0,47	5	27,10	25,80
November	0	27,60	0,06	5	27,70	27,52
	5	27,64	0,05	5	27,70	27,58
	10	27,65	0,06	5	27,71	27,57
	15	27,63	0,05	2	27,68	27,58
	D	27,73	0,02	5	27,76	27,69

4.1.2 Kisik

Koncentracije kisika v morski vodi so prikazane na slikah 8 in 9 in v tabeli 6. Sezonska dinamika kisika v površinskem sloju je podobna tisti v pridnenem, le da so bile na površini vedno višje koncentracije. V zimskih mesecih so bile koncentracije kisika visoke (v povprečju od 6,4 do 8,0 ml/l vzdolž celotnega vodnega stolpa), najvišje vrednosti pa smo na vseh postajah izmerili v površinskem sloju v marcu, ko je bila voda najhladnejša (višek 8,7 ml/l na postaji 00CZ). S segrevanjem morske vode so koncentracije kisika pričele padati, kar je povezano s fizikalnimi lastnostmi morske vode (manjša topnost plinov pri višji temperaturi) in biokemičnimi procesi (produkcija in razgradnja organske snovi). Na površini so koncentracije kisika dosegle najnižjo vrednost v poletnih mesecih: v povprečju od 4,6 ml/l (julij) do 4,7 ml/l (avgust), absolutni nižek (4,6 ml/l) pa je bil izmerjen v juliju na postaji 000G. Tudi v pridnenem sloju smo vse od maja dalje opazili izrazito upadanje koncentracij kisika, ki so dosegle najnižjo vrednost v septembru – v povprečju 3,9 ml/l. V celotnem vzorčevalnem obdobju in upoštevajoč vse postaje, smo najnižjo koncentracijo kisika (2,7 ml/l) izmerili sredi Tržaškega zaliva na postaji 000G. V pridnenem sloju te postaje so bile kisikove razmere v septembru slabe. Koncentracija okoli 2,7 ml/l je nakazovala možnost razvoja hipoksije (< 2,0 ml/l), ker pa naslednji mesec oktober ni bil vključen v program monitoringa, tega podatka žal nimamo. V novembru so se kisikove razmere že močno izboljšale (5,1-5,7 ml/l) in koncentracije so bile dokaj enakomerno porazdeljene po vodnem stolpu.

Krivulje nasičenosti morske vode s kisikom (Sliki 10, 11) kažeje zelo podoben trend kot krivulje raztopljenega kisika. Vrednosti nasičenosti s kisikom v letu 2001 so bile med 53,1 in 129,3% (Tabela 7). Supersaturacija morske vode (nasičenost >100%) je bila značilna za dolgo obdobje od januarja do junija za vse postaje in na vseh globinah (izjema postaja 000G maja v pridnenem sloju: 89,8%). Nasičenost okoli 100% in več smo izračunali skoraj v celotnem vzorčevalnem obdobju v površinskem sloju, medtem ko so bila nihanja v pridnenem sloju nekoliko večja (v povprečju od 77,2 do 95,7%). Večina odstopanj od 100% saturacije je posledica nekonservativnih kemičnih procesov, pri katerih plin hitreje nastaja oz. se porablja kot lahko morska voda vzpostavi ravnotežje z ozračjem. Supersaturacijske razmere nad 120% so največkrat

značilne za evfotsko cono, kjer je fotosintetska produkcija kisika (fitoplankton) večja od hitrosti izmenjave plinov na meji zrak-voda za vzpostavitev ravnotežja.

Biološka poraba kisika (BPK_5) je bila v vzorčevalnem obdobju med 0,03 in 3,12 ml/l (Tabela 8). Vrednosti BPK_5 ne kažejo nobenega časovnega in prostorskega trenda, opazimo lahko le skokovito naraščanje in upadanje. Zaradi tega ne prikazujemo časovnega poteka BPK_5 na sliki, ampak zgolj izračunane vrednosti v tabeli 8. V dveh spomladanskih mesecih (marec-april) smo celo izračunali sintezo kisika po petih dneh, ne pa porabo. To je bilo značilno predvsem za pridneni sloj, ko so bile skoraj vse vrednosti negativne (negativna razlika med začetno koncentracijo in koncentracijo po 5 dneh; v bazi podatkov HMZPOD01.xls le-te po dogovoru izpisujemo kot 999,99), v marcu pa smo zabeležili sintezo kisika tudi v površinskem sloju. Ker so vrednosti BPK_5 v morski vodi zelo nizke v primerjavi s tistimi iz močno onesnaženih voda (npr. komunalne odplake), za katere je ta parameter eden od indikatorjev stopnje onesnaženja, lahko že majhne napake pri vzorčevanju in natančnost metode prikažejo navidezno sintezo kisika po petih dneh.

Tabela 6: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti kisika (ml/l) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	6,5	0,2	5	6,7	6,2
	5	6,4	0,2	5	6,7	6,2
	10	6,4	0,2	5	6,6	6,2
	15	6,5	0,2	2	6,7	6,3
	D	6,4	0,2	5	6,7	6,2
Februar	0	7,3	0,2	5	7,4	6,9
	5	7,3	0,2	5	7,5	7,0
	10	7,2	0,1	5	7,3	7,0
	15	7,2	0,0	2	7,2	7,1
	D	6,8	0,1	5	6,9	6,7
Marec	0	8,0	0,5	5	8,7	7,5
	5	7,6	0,1	5	7,7	7,5
	10	7,6	0,1	5	7,7	7,5
	15	7,5	0,1	2	7,6	7,5
	D	7,4	0,0	5	7,5	7,4
April	0	7,3	0,0	5	7,3	7,2
	5	7,3	0,1	5	7,4	7,3
	10	7,3	0,1	5	7,4	7,1
	15	7,3	0,1	2	7,3	7,3
	D	6,8	0,3	5	7,1	6,2
Maj	0	6,7	0,1	5	6,8	6,5
	5	6,7	0,1	5	6,8	6,6
	10	7,0	0,2	5	7,2	6,7
	15	7,2	0,0	2	7,2	7,2
	D	6,6	0,7	5	7,1	5,3
Junij	0	5,7	0,0	5	5,7	5,6
	5	5,7	0,1	5	5,8	5,6
	10	5,7	0,1	5	5,8	5,7
	15	5,9	0,1	2	6,0	5,7
	D	5,6	0,2	5	5,8	5,3
Julij	0	4,6	0,1	5	4,7	4,6
	5	4,6	0,1	5	4,7	4,6
	10	4,7	0,1	5	4,9	4,6
	15	5,1	0,2	2	5,3	5,0
	D	4,6	0,2	5	4,8	4,3
Avgust	0	4,7	0,1	5	4,9	4,6
	5	4,8	0,1	5	5,0	4,6
	10	5,0	0,1	5	5,1	4,8
	15	5,2	0,0	2	5,3	5,2
	D	4,7	0,4	5	5,0	3,9
September	0	4,9	0,1	5	5,0	4,9
	5	4,9	0,0	5	5,0	4,9
	10	4,9	0,0	5	5,0	4,8
	15	4,9	0,1	2	4,9	4,8
	D	3,9	0,7	5	4,7	2,7
November	0	5,3	0,2	5	5,7	5,1
	5	5,2	0,1	5	5,3	5,1
	10	5,2	0,1	5	5,3	5,1
	15	5,2	0,1	2	5,3	5,1
	D	5,2	0,0	5	5,3	5,2

Tabela 7: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti nasičenosti s kisikom (%) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	107,1	2,2	5	110,2	105,3
	5	107,3	2,3	5	110,9	105,0
	10	107,2	2,3	5	110,9	105,1
	15	107,9	3,3	2	111,2	104,7
	D	107,5	2,3	5	111,4	105,3
Februar	0	117,4	2,3	5	119,8	113,6
	5	117,6	2,4	5	120,6	113,9
	10	116,7	1,6	5	119,0	114,1
	15	116,1	0,3	2	116,3	115,8
	D	112,6	1,7	5	114,4	110,2
Marec	0	124,6	1,2	5	126,4	123,1
	5	123,2	1,5	5	125,2	120,6
	10	122,5	1,6	5	124,8	119,7
	15	122,4	0,2	2	122,5	122,2
	D	120,6	0,9	5	121,5	119,3
April	0	123,2	0,6	5	124,2	122,6
	5	123,6	0,7	5	124,9	122,9
	10	123,0	1,0	5	124,7	121,8
	15	124,0	0,4	2	124,4	123,6
	D	114,4	6,4	5	120,8	102,7
Maj	0	124,2	1,4	5	126,9	123,0
	5	125,2	1,2	5	127,4	123,9
	10	127,0	1,0	5	128,4	125,4
	15	128,1	1,2	2	129,3	126,9
	D	116,3	13,6	5	127,5	89,8
Junij	0	110,0	0,9	5	111,3	108,8
	5	110,6	0,9	5	112,0	109,5
	10	111,0	0,7	5	112,0	110,1
	15	109,9	0,8	2	110,6	109,1
	D	104,7	6,1	5	111,8	94,9
Julij	0	98,8	1,1	5	100,2	97,2
	5	98,8	1,0	5	100,2	97,4
	10	99,3	1,6	5	102,3	97,7
	15	103,9	2,5	2	106,4	101,4
	D	89,3	6,7	5	97,5	82,4
Avgust	0	100,5	1,7	5	103,8	99,6
	5	101,6	2,1	5	105,5	99,6
	10	104,1	2,0	5	106,0	100,7
	15	106,2	0,9	2	107,1	105,2
	D	92,8	9,7	5	101,0	76,3
September	0	99,6	0,6	5	100,7	98,8
	5	99,7	0,5	5	100,5	99,2
	10	99,4	0,4	5	100,1	99,1
	15	99,3	0,5	2	99,8	98,8
	D	77,2	14,0	5	96,0	53,1
November	0	97,8	4,1	5	105,8	94,7
	5	96,5	1,6	5	99,3	94,7
	10	96,0	1,0	5	97,6	94,9
	15	96,4	1,4	2	97,8	94,9
	D	95,7	1,2	5	97,2	94,2

Tabela 8: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti BPK₅ (ml/l) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	0,88	0,57	5	1,87	0,09
	D	0,73	0,35	5	1,10	0,08
Februar	0	1,99	0,66	5	3,12	1,28
	D	0,50	0,27	4	0,88	0,17
Marec	0	0,13	0,11	2	0,23	0,03
	D	0,04*	0,00	1	0,04*	0,04*
April	0	0,63	0,68	4	1,76	0,03
	D	N.P.	N.P.	0	N.P.	N.P.
Maj	0	2,19	0,97	5	2,99	0,29
	D	0,51	0,32	5	1,01	0,08
Junij	0	1,15	0,43	5	1,80	0,73
	D	0,36	0,23	4	0,76	0,20
Julij	0	1,45	0,65	5	2,27	0,39
	D	0,69	0,34	5	1,23	0,42
Avgust	0	1,94	0,23	5	2,14	1,51
	D	0,84	0,10	5	0,96	0,70
September	0	1,45	0,36	5	2,14	1,07
	D	0,27	0,17	5	0,44	0,03
November	0	1,34	0,34	5	1,80	0,74
	D	1,34	0,66	5	2,22	0,47

N.P. – ni podatka za BPK₅ (negativne vrednosti)

* - samo ena meritev, zato so srednja vrednost, MAX in MIN enake, SD pa je 0,00

4.1.3 Hranilne snovi fosforja

Sezonska dinamika anorganskega fosfata (PO_4^{3-}) je bila na zunanjih in notranjih postajah dokaj spremenljiva (Sliki 12, 13). Najnižja koncentracija je bila na meji detekcije metode (0,01 $\mu\text{mol/l}$), najvišjo pa smo izmerili septembra na postaji 00CZ v pridnenem sloju (0,74 $\mu\text{mol/l}$) (Tabela 9). Visoke površinske koncentracije so bile značilne za januar in marec, vendar so bile v le-tem mesecu omejene zlasti na odprte vode zaliva (postaji 00CZ in 000G) (Slika 12). Po marčevskem višku so padle, junija rahlo narasle, najnižje pa so bile v juliju in delno tudi v avgustu. V povprečju so bile vrednosti vzdolž celotnega stolpa, razen pri dnu, pod 0,1 $\mu\text{mol/l}$. Septembra so ponovno rahlo narasle, novembrske površinske koncentracije pa so bile v tem mesecu višje na notranjih postajah (Slika 13). Pridnene koncentracije anorganskega fosfata so bile še bolj spremenljive od površinskih. V odprtem delu zaliva so bili zimski do zgodnjepomladanski meseci revni s fosfatom, od aprila dalje pa so vrednosti močno narasle (npr. 0,56 $\mu\text{mol/l}$ na postaji 000G) in z vmesnimi padci ostale visoke vse do septembra, ko smo zabeležili najvišjo vrednost v celotnem vzorčevalnem obdobju: 0,74 $\mu\text{mol/l}$. Novembra so bile koncentracije v odprtem delu zaliva zelo nizke. V

Koprskem zalivu (postaja 000K) smo visoke koncentracije izmerili pozimi (januar-februar), maja in julija ($0,29 \mu\text{mol/l}$), najvišja koncentracija v Piranskem zalivu (postaja 00MA) pa je bila izmerjena v septembru ($0,22 \mu\text{mol/l}$).

Koncentracije celotnega fosforja, ki vključuje organske (npr. spojine vgrajene v organizmih) in anorganske spojine v raztopljeni in partikulatni obliki, so bile od $0,17$ do $1,11 \mu\text{mol/l}$ (Tabela 10). Časovna in prostorska porazdelitev celotnega fosforja (Sliki 14, 15) je podobna porazdelitvi anorganskega fosfata; še največje razlike smo opazili v površinskem sloju notranjih postaj Tržaškega zaliva (Slika 15). Največje koncentracije na površini smo izmerili v marcu na postajah 00CZ ($0,44 \mu\text{mol/l}$), 000K ($0,41 \mu\text{mol/l}$) in 000G ($0,37 \mu\text{mol/l}$) ter v novembru na postaji 000K ($0,42 \mu\text{mol/l}$). Koncentracije celotnega fosforja so bile v pridnenem sloju praviloma višje kot na površini: najvišje vrednosti so bile med $0,84 \mu\text{mol/l}$ (maja na postaji 000G in julija na postaji 000K) in $1,11 \mu\text{mol/l}$ (postaja 00CZ, september).

Tabela 9: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti anorganskega fosfata ($\mu\text{mol P/I}$) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	0,13	0,04	5	0,18	0,07
	5	0,12	0,04	5	0,19	0,09
	10	0,16	0,05	5	0,22	0,09
	15	0,11	0,02	2	0,13	0,09
	D	0,16	0,07	5	0,29	0,11
Februar	0	0,06	0,03	5	0,11	0,03
	5	0,09	0,04	5	0,17	0,04
	10	0,12	0,04	5	0,19	0,07
	15	0,10	0,01	2	0,10	0,09
	D	0,17	0,06	5	0,27	0,12
Marec	0	0,13	0,11	5	0,32	0,02
	5	0,05	0,03	5	0,11	0,01
	10	0,07	0,03	5	0,12	0,04
	15	0,05	0,01	2	0,05	0,04
	D	0,11	0,04	5	0,17	0,07
April	0	0,07	0,02	5	0,11	0,05
	5	0,07	0,03	5	0,12	0,04
	10	0,09	0,05	5	0,19	0,04
	15	0,05	0,01	2	0,06	0,04
	D	0,12	0,02	5	0,15	0,09
Maj	0	0,05	0,01	5	0,07	0,03
	5	0,04	0,02	5	0,08	0,02
	10	0,05	0,02	5	0,07	0,02
	15	0,05	0,02	2	0,06	0,03
	D	0,25	0,17	5	0,56	0,10
Junij	0	0,06	0,02	5	0,09	0,02
	5	0,04	0,02	5	0,07	0,01
	10	0,04	0,02	5	0,08	0,01
	15	0,08	0,00	2	0,08	0,08
	D	0,17	0,11	5	0,39	0,06
Julij	0	0,03	0,02	5	0,07	0,01
	5	0,03	0,03	5	0,10	0,01
	10	0,07	0,02	5	0,10	0,04
	15	0,03	0,02	2	0,05	0,01
	D	0,16	0,10	5	0,29	0,07
Avgust	0	0,04	0,02	5	0,08	0,01
	5	0,03	0,03	5	0,08	0,01
	10	0,06	0,04	5	0,12	0,01
	15	0,05	0,00	2	0,05	0,05
	D	0,15	0,03	5	0,19	0,11
September	0	0,05	0,01	5	0,07	0,04
	5	0,06	0,01	5	0,08	0,05
	10	0,08	0,02	5	0,11	0,06
	15	0,13	0,08	2	0,21	0,05
	D	0,32	0,22	5	0,74	0,12
November	0	0,05	0,03	5	0,11	0,02
	5	0,05	0,03	5	0,11	0,03
	10	0,05	0,02	5	0,07	0,03
	15	0,05	0,01	2	0,05	0,04
	D	0,10	0,03	5	0,14	0,05

Tabela 10: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti celotnega fosforja ($\mu\text{mol P/l}$) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	0,29	0,06	5	0,39	0,22
	5	0,29	0,04	5	0,37	0,26
	10	0,34	0,07	5	0,46	0,26
	15	0,31	0,01	2	0,32	0,30
	D	0,33	0,07	5	0,47	0,28
Februar	0	0,26	0,04	5	0,31	0,21
	5	0,32	0,05	5	0,40	0,26
	10	0,36	0,07	5	0,44	0,27
	15	0,28	0,00	2	0,28	0,28
	D	0,40	0,09	5	0,56	0,27
Marec	0	0,34	0,08	5	0,44	0,24
	5	0,24	0,03	5	0,28	0,20
	10	0,26	0,05	5	0,32	0,19
	15	0,24	0,03	2	0,26	0,21
	D	0,31	0,06	5	0,39	0,24
April	0	0,26	0,05	5	0,34	0,21
	5	0,29	0,04	5	0,34	0,24
	10	0,31	0,06	5	0,41	0,25
	15	0,27	0,03	2	0,29	0,24
	D	0,38	0,07	5	0,50	0,28
Maj	0	0,28	0,06	5	0,39	0,22
	5	0,27	0,05	5	0,34	0,21
	10	0,25	0,03	5	0,30	0,22
	15	0,21	0,04	2	0,24	0,17
	D	0,43	0,22	5	0,84	0,21
Junij	0	0,29	0,05	5	0,34	0,22
	5	0,30	0,06	5	0,36	0,22
	10	0,27	0,04	5	0,33	0,23
	15	0,32	0,10	2	0,41	0,22
	D	0,45	0,10	5	0,65	0,35
Julij	0	0,22	0,03	5	0,27	0,19
	5	0,22	0,03	5	0,28	0,19
	10	0,27	0,04	5	0,34	0,23
	15	0,23	0,03	2	0,25	0,20
	D	0,50	0,23	5	0,84	0,30
Avgust	0	0,25	0,05	5	0,31	0,17
	5	0,25	0,02	5	0,28	0,21
	10	0,29	0,05	5	0,35	0,21
	15	0,22	0,01	2	0,22	0,21
	D	0,42	0,04	5	0,49	0,36
September	0	0,31	0,04	5	0,39	0,28
	5	0,34	0,02	5	0,37	0,32
	10	0,34	0,05	5	0,39	0,27
	15	0,33	0,01	2	0,33	0,32
	D	0,65	0,25	5	1,11	0,44
November	0	0,25	0,09	5	0,42	0,19
	5	0,24	0,03	5	0,29	0,19
	10	0,23	0,04	5	0,30	0,18
	15	0,22	0,02	2	0,24	0,20
	D	0,31	0,06	5	0,40	0,25

4.1.4 Hranilne snovi dušika

Anorganski raztopljeni dušik se v morski vodi nahaja v obliki nitratnega (NO_3^-), nitritnega (NO_2^-) in amonijevega (NH_4^+) iona. Ker so koncentracije nitrita zelo nizke in malo prispevajo k celotnemu rezervoarju anorganskega dušika (v letu 2001 v povprečju okoli 4%), v tem poročilu predstavljamo ostali dve najpomembnejši obliki anorganskega dušika: nitrat in amonij.

Koncentracije nitrata so bile v letu 2001 praviloma pod $20 \mu\text{mol/l}$, le trikrat pa smo izmerili vrednosti nižje od $1 \mu\text{mol/l}$ (Tabela 11). Najnižja absolutna koncentracija je bila izmerjena septembra na površini postaje 000G ($0,64 \mu\text{mol/l}$). V marcu smo na površini postaj v osrednjem delu Tržaškega zaliva (00CZ: $73,78 \mu\text{mol/l}$ in 000G: $33,21 \mu\text{mol/l}$) in v Koprskem zalivu (000K: $37,39 \mu\text{mol/l}$) izmerili letni višek koncentracij nitrata (Sliki 16, 17). V tem mesecu sta bili koncentraciji nitrata na ostalih dveh postajah v zahodnejšem delu Tržakega zaliva bistveno nižji (000F: $15,91 \mu\text{mol/l}$ in 00MA: $14,32 \mu\text{mol/l}$). Zelo visoke marčevske koncentracije so bile omejene le na tanek površinski sloj, saj so že na globini 5 m močno padle in najvišja koncentracija na vseh postajah ni presegla $10 \mu\text{mol/l}$. Ti površinski viški in njihova prostorska porazdelitev sovpadajo z izredno nizko slanostjo, izmerjeno v marcu na površini osrednjih do vzhodnih postaj Tržaškega zaliva, kar kaže na pomembno vlogo zunanjih, sladkovodnih vnosov anorganskega dušika pri kroženju snovi in nadaljnjih bioloških procesih v slovenskem obalnem morju. Po marčevskem sezonskem višku so koncentracije v površinskem sloju močno padle in bile najnižje v avgustu (zunanje postaje; Slika 16) in septembru (notranje postaje; Slika 17). V pridnenem sloju smo opazili postopno upadanje koncentracij nitrata od zimskih mesecev, ko smo izmerili najvišje vrednosti (v povprečju $10,37$ do $12,15 \mu\text{mol/l}$; Tabela 11), pa vse do maja. V tem mesecu smo izmerili najnižjo pridneno koncentracijo na postaji 000F ($1,74 \mu\text{mol/l}$) in izračunali najnižjo povprečno koncentracijo za vse postaje ($2,89 \mu\text{mol/l}$). Junija in julija so pridnene koncentracije nekoliko narasle, avgusta pa smo na nekaterih postajah ponovno beležili padec koncentracij. V jesenskih mesecih, še posebej pa septembra na zunanjih postajah, so koncentracije spet nekoliko narasle.

Koncentracije amonija so bile v primerjavi s koncentracijami nitrata mnogo nižje ($0,24$ - $9,87 \mu\text{mol/l}$) in v povprečju višje v pridnenem ($2,10 \mu\text{mol/l}$) kot površinskem sloju ($1,37 \mu\text{mol/l}$) (Tabela 12). Sezonska dinamika amonija v površinskem sloju je

bila manj skokovita kot tista v pridnenem sloju (Sliki 18, 19). Na površini smo opazili tri sezonske viške – v januarju, juniju in novembru (v povprečju od 1,26 do 2,38 $\mu\text{mol/l}$), najnižjo koncentracijo (0,28 $\mu\text{mol/l}$) pa smo izmerili aprila na postaji 00CZ. V sloju pri dnu so koncentracije amonija bolj nihale. Po januarskem višku (1,71-4,06 $\mu\text{mol/l}$), smo marca zabeležili najnižje pridnene vrednosti (v povprečju 1,05 $\mu\text{mol/l}$), ki so od aprila dalje naraščale in bile najvišje v septembru (zunanje postaje in postaja 00MA: 2,87-4,54 $\mu\text{mol/l}$) in juliju (postaja 000K: 3,20 $\mu\text{mol/l}$). V novembru smo zlasti na odprtih postajah zaliva izmerili zelo nizke pridnene koncentracije. Dolgo spomladansko – poletno obdobje visokih koncentracij amonija v sloju pri dnu je povezano z regeneracijskimi procesi v tem sloju, tj. z razgradnjo nakopičene organske mase po zgodnjepomladanskem cvetenju fitoplanktona in zadrževanju amonija pri dnu zaradi izrazito razslojenega vodnega stolpa v poletnih mesecih.

Poleg anorganskih dušikovih snovi smo merili tudi celotni dušik, ki vključuje še organske spojine (Sliki 20, 21). Organske dušikove spojine so prispevale večji delež k celotnemu dušiku: v povprečju znaša organski delež za vse postaje in za celotno vzorčevalno obdobje 80 ± 12 %. Koncentracije celotnega dušika so bile od 25,58 $\mu\text{mol/l}$ (postaja 00MA novembra v pridnenem sloju) do 144,56 $\mu\text{mol/l}$ (postaja 00CZ januarja na 20 m; ni podano v tabeli 13). V površinskem sloju je bila dinamika celotnega dušika podobna dinamiki nitrata, ko smo izmerili najvišje koncentracije v marcu (predvsem postaje 00CZ, 000G in 000K) in ponovno v juniju. V sloju pri dnu pa so bile koncentracije celotnega dušika dokaj enakomerno porazdeljene, kar velja še posebej za zunanje postaje Tržaškega zaliva, le v novembru smo zabeležili izrazit dvig koncentracij, vendar le na postaji 00CZ (Slika 20). Za notranje postaje pa je značilno (Slika 21), da je bila dinamika celotnega dušika podobna dinamiki amonija z visokimi vrednostmi v juniju in juliju.

Tabela 11: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti nitrata ($\mu\text{mol N/l}$) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	14,92	3,02	5	18,97	11,48
	5	12,81	0,56	5	13,42	11,82
	10	12,82	1,74	5	15,08	10,11
	15	12,84	0,48	2	13,32	12,36
	D	12,15	0,90	5	13,32	10,80
Februar	0	10,17	0,58	5	10,77	9,10
	5	9,67	1,94	5	11,71	6,79
	10	10,30	1,70	5	12,41	7,50
	15	12,77	1,14	2	13,90	11,63
	D	10,37	1,46	5	12,89	8,96
Marec	0	34,92	21,47	5	73,78	14,32
	5	8,19	1,30	5	9,96	6,10
	10	5,42	0,60	5	6,24	4,65
	15	5,46	0,16	2	5,61	5,30
	D	5,79	0,70	5	6,43	4,63
April	0	8,73	1,44	5	11,02	7,17
	5	8,96	1,18	5	10,37	7,75
	10	8,36	2,29	5	11,43	4,85
	15	6,55	0,86	2	7,40	5,69
	D	5,78	1,22	5	7,42	4,37
Maj	0	6,52	2,44	5	9,44	2,28
	5	3,91	1,69	5	6,82	2,00
	10	2,05	0,96	5	3,45	1,07
	15	2,00	0,61	2	2,60	1,39
	D	2,89	1,00	5	4,53	1,74
Junij	0	8,71	2,52	5	12,05	5,07
	5	8,07	3,12	5	12,64	4,40
	10	6,17	1,39	5	8,59	4,47
	15	5,47	0,48	2	5,95	4,99
	D	4,08	0,50	5	4,76	3,34
Julij	0	5,54	3,78	5	12,56	2,74
	5	5,82	3,78	5	12,44	2,27
	10	4,09	1,28	5	6,08	2,57
	15	3,58	0,29	2	3,87	3,29
	D	3,95	0,77	5	4,76	2,68
Avgust	0	3,61	0,80	5	4,78	2,44
	5	2,93	0,67	5	3,95	1,91
	10	2,43	1,26	5	4,28	0,96
	15	3,60	2,75	2	6,35	0,85
	D	3,69	1,70	5	6,60	1,64
September	0	2,31	1,29	5	4,25	0,64
	5	2,52	1,19	5	4,23	1,32
	10	2,38	1,11	5	4,20	1,24
	15	4,44	2,11	2	6,55	2,33
	D	5,72	2,30	5	8,61	2,25
November	0	4,07	0,55	5	4,96	3,24
	5	4,12	0,78	5	4,84	3,00
	10	3,98	1,03	5	5,96	3,28
	15	3,52	0,08	2	3,60	3,44
	D	4,53	0,88	5	5,88	3,73

Tabela 12: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti amonija ($\mu\text{mol N/l}$) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	2,38	0,53	5	3,06	1,73
	5	2,38	0,40	5	3,09	1,85
	10	3,88	3,04	5	9,87	1,52
	15	1,92	0,15	2	2,07	1,77
	D	2,72	0,77	5	4,06	1,71
Februar	0	1,60	0,07	5	1,71	1,53
	5	1,95	0,11	5	2,07	1,82
	10	1,98	0,36	5	2,63	1,53
	15	1,97	0,16	2	2,13	1,81
	D	2,20	0,41	5	2,61	1,52
Marec	0	1,08	0,29	5	1,37	0,60
	5	0,82	0,15	5	1,04	0,65
	10	1,06	0,64	5	2,33	0,64
	15	0,75	0,01	2	0,75	0,74
	D	1,05	0,34	5	1,57	0,72
April	0	0,52	0,18	5	0,73	0,28
	5	0,54	0,25	5	0,97	0,24
	10	0,99	0,71	5	2,27	0,27
	15	0,60	0,14	2	0,73	0,46
	D	1,41	0,62	5	2,64	0,97
Maj	0	1,06	0,17	5	1,26	0,77
	5	1,00	0,15	5	1,18	0,81
	10	1,55	1,09	5	3,69	0,65
	15	0,99	0,16	2	1,14	0,83
	D	2,04	1,00	5	3,62	0,85
Junij	0	2,18	0,28	5	2,71	1,96
	5	1,96	0,19	5	2,22	1,69
	10	2,00	0,43	5	2,65	1,32
	15	1,96	0,46	2	2,41	1,50
	D	2,35	0,41	5	2,90	1,84
Julij	0	1,22	0,40	5	1,96	0,79
	5	1,01	0,31	5	1,43	0,61
	10	1,24	0,43	5	2,06	0,86
	15	0,83	0,08	2	0,90	0,75
	D	2,19	0,88	5	3,24	1,03
Avgust	0	1,29	0,18	5	1,56	0,99
	5	1,10	0,14	5	1,29	0,95
	10	1,14	0,28	5	1,63	0,90
	15	1,25	0,18	2	1,42	1,07
	D	2,14	1,03	5	4,11	1,33
September	0	1,06	0,15	5	1,20	0,78
	5	1,21	0,20	5	1,49	1,03
	10	1,08	0,11	5	1,27	0,97
	15	2,22	0,36	2	2,58	1,86
	D	3,40	0,78	5	4,54	2,28
November	0	1,26	0,50	5	2,14	0,75
	5	1,12	0,24	5	1,33	0,75
	10	1,15	0,37	5	1,65	0,80
	15	1,06	0,21	2	1,27	0,85
	D	1,49	0,44	5	2,09	0,89

Tabela 13: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti celotnega dušika ($\mu\text{mol N/l}$) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	40,40	2,47	5	44,40	37,05
	5	40,82	3,49	5	44,52	35,12
	10	44,95	4,90	5	52,25	40,38
	15	48,75	3,59	2	52,34	45,16
	D	38,38	1,75	5	40,89	36,87
Februar	0	38,35	3,63	5	43,22	32,73
	5	39,18	6,98	5	51,52	30,54
	10	39,15	4,16	5	43,78	34,18
	15	39,19	0,32	2	39,51	38,87
	D	41,15	4,63	5	49,70	35,74
Marec	0	71,18	23,74	5	104,18	43,90
	5	39,79	5,33	5	49,56	33,28
	10	38,15	4,16	5	45,17	33,64
	15	37,30	0,22	2	37,52	37,08
	D	41,27	4,47	5	49,25	36,17
April	0	43,56	8,52	5	56,11	33,44
	5	45,02	7,48	5	56,94	34,23
	10	45,04	6,24	5	52,75	36,01
	15	49,10	0,29	2	49,39	48,81
	D	42,60	8,36	5	52,39	29,62
Maj	0	45,88	2,06	5	48,88	43,51
	5	45,71	3,77	5	51,46	39,72
	10	41,55	5,17	5	47,67	32,29
	15	48,00	4,64	2	52,63	43,36
	D	41,33	7,42	5	51,33	32,49
Junij	0	52,73	5,23	5	61,99	47,35
	5	55,75	5,02	5	65,23	51,50
	10	48,86	4,57	5	54,75	42,09
	15	47,78	3,46	2	51,23	44,32
	D	51,75	5,71	5	62,06	45,85
Julij	0	46,33	5,62	5	57,25	41,63
	5	41,46	4,29	5	46,02	34,96
	10	43,16	6,41	5	54,70	37,50
	15	52,11	2,95	2	55,05	49,16
	D	50,72	5,05	5	59,09	45,47
Avgust	0	41,69	8,00	5	55,42	31,42
	5	58,96	28,87	5	116,00	37,87
	10	40,14	3,25	5	43,90	36,24
	15	42,08	3,49	2	45,57	38,59
	D	44,58	3,47	5	50,99	41,82
September	0	33,09	6,07	5	43,25	27,44
	5	42,00	9,93	5	59,48	33,66
	10	43,43	4,84	5	47,84	34,09
	15	47,68	3,52	2	51,20	44,16
	D	42,31	3,77	5	46,72	35,36
November	0	34,26	4,93	5	42,69	27,56
	5	31,60	3,96	5	36,23	26,09
	10	31,72	2,81	5	35,52	26,99
	15	37,52	1,13	2	38,65	36,39
	D	38,71	16,10	5	69,38	25,58

4.1.5 Hranilne snovi silicija

Raztopljeni anorganski silicij se nahaja v morski vodi v obliki silikatnega iona SiO_4^{4-} . Najnižjo in najvišjo koncentracijo smo izmerili v istem mesecu – v marcu, na globini 10 m na postaji 00MA (1,53 $\mu\text{mol/l}$) in na površini postaje 00CZ (28,16 $\mu\text{mol/l}$) (Tabela 14). Na splošno lahko rečemo, da so na porazdelitev silikata vplivali v površinskem sloju zunanji sladkovodni vnosi, v pridnenem pa regeneracijski procesi (Sliki 22, 23). Tako je na površini močno izstopal marčevski višek, zlasti na postajah 00CZ (28,16 $\mu\text{mol/l}$) in 000K (13,82 $\mu\text{mol/l}$), povišane koncentracije pa smo izmerili še julija in septembra na postaji 000F (17,41 in 15,78 $\mu\text{mol/l}$) ter novembra na postajah 00CZ (17,62 $\mu\text{mol/l}$) in 000K (10,21 $\mu\text{mol/l}$). V povprečju so bile pridnene koncentracije višje od površinskih, le v marcu (sezonski višek) in januarju smo izračunali večje povprečne koncentracije za površinski sloj. Še posebej značilen je bil porast silikata v sloju pri dnu na zunanjih postajah zaliva vse od marca dalje pa do septembra, ko smo izmerili najvišje pridnene koncentracije (16,61-23,43 $\mu\text{mol/l}$) (Slika 22). Tudi na notranjih postajah zaliva (Slika 23) smo zabeležili viške v poletnem času, ki pa niso bili tako dolgotrajni kot je bilo to značilno za zunanje postaje. Na postaji 00MA smo izmerili višek v septembru (12,36 $\mu\text{mol/l}$), na postaji 000K pa v juliju (18,60 $\mu\text{mol/l}$) in nekoliko manjšega še v novembru (16,41 $\mu\text{mol/l}$). Izgleda, da večja globina zunanjih, odprtih postaj in s tem izrazitejša slojevitost vodnega stolpa vplivata na to, da se silikat dlje časa kopiči in zadržuje v sloju pri dnu.

Tabela 14: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti silikata ($\mu\text{mol Si/l}$) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	10,12	1,80	5	13,25	7,90
	5	9,14	0,87	5	10,71	8,06
	10	8,26	0,79	5	9,36	7,49
	15	10,29	0,26	2	10,55	10,03
	D	8,76	1,14	5	10,90	7,48
Februar	0	6,05	1,69	5	8,46	3,82
	5	5,45	1,47	5	7,49	3,45
	10	5,72	1,36	5	6,95	3,23
	15	7,36	0,82	2	8,17	6,54
	D	7,14	2,03	5	10,02	4,92
Marec	0	14,41	7,27	5	28,16	6,63
	5	3,56	1,58	5	6,52	2,38
	10	2,99	1,19	5	4,44	1,53
	15	4,94	0,49	2	5,42	4,45
	D	3,55	1,25	5	5,06	1,65
April	0	4,85	1,70	5	8,09	3,26
	5	4,47	2,01	5	8,08	1,99
	10	4,04	0,80	5	5,49	3,20
	15	5,65	0,14	2	5,78	5,51
	D	7,63	1,44	5	8,77	5,05
Maj	0	7,89	3,31	5	13,27	3,73
	5	7,81	2,55	5	12,04	4,33
	10	6,65	1,73	5	8,57	4,56
	15	8,79	1,39	2	10,17	7,40
	D	8,26	2,21	5	10,93	5,01
Junij	0	8,65	2,87	5	12,61	3,96
	5	8,70	2,44	5	11,85	5,62
	10	7,84	2,61	5	12,70	4,91
	15	11,30	4,32	2	15,62	6,98
	D	10,10	2,95	5	13,81	5,93
Julij	0	10,25	4,93	5	17,41	4,44
	5	11,53	6,83	5	24,53	5,63
	10	7,93	1,92	5	10,87	5,32
	15	13,95	1,92	2	15,86	12,03
	D	16,10	5,78	5	20,31	4,69
Avgust	0	8,13	2,97	5	11,59	3,74
	5	7,88	2,95	5	11,57	5,16
	10	7,80	3,42	5	13,01	3,89
	15	14,13	6,63	2	20,75	7,50
	D	12,30	5,16	5	19,79	6,07
September	0	10,03	3,51	5	15,78	5,78
	5	9,98	2,99	5	15,18	7,19
	10	7,86	1,53	5	10,56	6,53
	15	13,21	4,33	2	17,54	8,88
	D	16,84	4,94	5	23,43	10,57
November	0	11,51	3,24	5	17,62	7,97
	5	13,55	5,87	5	24,34	8,80
	10	11,85	5,16	5	21,81	7,41
	15	10,62	0,93	2	11,54	9,69
	D	14,28	4,93	5	20,01	7,90

4.2 CELOTNA SUSPENDIRANA SNOV

Celotno suspendirano snov ali seston prikazujemo ločeno za anorganski in organski del. Za obe komponenti velja, da je njuna porazdelitev bolj skokovita v pridnenem sloju s posamičnimi izredno visokimi vrednostmi, ki so najverjetneje posledica povečane bentoške produkcije alg, lokalno omejenega toka, ki prinaša suspendiran material, pa tudi vzorčevanja - razburkanje in zajemanje sedimenta.

V površinskem sloju so bile vrednosti anorganskega dela suspendirane snovi, ki vključuje v vodi prisotne mineralne delce avtohtonega (oklepne strukture planktona) in alohtonega izvora (reke, padavine, suha depozicija), od 0,12 do 3,38 mg/l (Tabela 15). Obe vrednosti smo izmerili na postaji 00CZ - najnižjo v februarju in najvišjo v marcu. Za odprte postaje Tržakega zaliva je značilno, da je bila porazdelitev površinskih koncentracij na postajah 00CZ in 000F podobna, medtem ko je dinamika na postaji 000G nekoliko odstopala od dinamike obeh postaj (Slika 24). Razen v marcu (2,26-3,38 mg/l) smo viške anorganske suspendirane snovi opazili še v januarju (2,34 mg/l) in maju (1,96 mg/l) na postaji 00CZ ter v juniju na postaji 000G (2,20 mg/l). V pridnenem sloju smo izmerili zelo visoke koncentracije v aprilu (55,20 mg/l) in juniju (92,13 mg/l) na postaji 000G. Če zanemarimo te izstopajoče vrednosti, so bile ostale pridnene koncentracije na zunanjih postajah od 0,14 mg/l na postaji 000F v novembru do 15,00 mg/l na postaji 00CZ v septembru. Podobno smo opazili pri notranjih postajah zaliva (Slika 25). V površinskem sloju je bila dinamika anorganske suspendirane snovi bolj enakomerna, z viški v januarju (2,02-2,42 mg/l), marcu (2,09-2,42 mg/l) in avgustu (2,34 mg/l). Z manjšimi odstopanji v februarju in avgustu sta si bili dinamiki na postajah 000K in 00MA zelo podobni. V pridnenem sloju ponovno izstopata dva viška, ki smo ju izmerili le na postaji 000K (84,02 mg/l v februarju in 24,77 mg/l v juliju), ostale vrednosti pa so bile od 0,80 mg/l v novembru (00MA) do 4,28 mg/l v septembru (00MA).

Vrednosti organske suspendirane snovi (živi in mrtvi planktonski organizmi in njihovi razpadajoči deli – detrit, vnos organske snovi s kopnega) so bile v površinskem sloju od 0,33 mg/l (november, postaja 000G) do 3,01 mg /l (junij, postaja 00CZ) (Tabela 16). Visoke vrednosti nad 2 mg/l smo izmerili še julija na postaji 000G (2,24 mg/l) ter junija in julija na postaji 000K (2,38 in 2,36 mg/l) (Sliki 26, 27). V pridnenem sloju močno izstopata viška, izmerjena maja (9,44 mg/l) in julija (11,60 mg/l) na postaji

000G, ki sovpadata z viškoma anorganske suspendirane snovi na isti postaji. Visoke koncentracije smo izmerili tudi v marcu na postaji 00CZ (4,38 mg/l) in juliju na postaji 000K (5,63 mg/l). Na vseh postajah so bile nizke vrednosti značilne za november in april (v povprečju 0,90 in 1,01 mg/l).

Dinamiki obeh komponent suspendirane snovi v letu 2001 kažeta v grobem na to, da se v površinskem sloju viški organske suspendirane snovi pojavljajo v poletnih mesecih, viški anorganske suspendirane snovi pa bolj v zimsko-spomladanskih mesecih (marec: povečani sladkovodni vnosi).

Tabela 15: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti celotne suspendirane snovi – anorganski del (mg/l) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	1,80	0,61	5	2,42	0,78
	D	1,68	1,10	5	3,68	0,68
Februar	0	1,02	0,69	5	1,88	0,12
	D	18,67	32,69	5	84,02	1,13
Marec	0	2,67	0,52	5	3,38	2,09
	D	3,82	3,24	5	10,26	1,58
April	0	1,65	0,23	5	2,06	1,38
	D	3,18	0,44	5	3,62	2,48
Maj	0	1,32	0,56	5	1,96	0,64
	D	12,81	21,21	5	55,20	1,02
Junij	0	1,38	0,67	5	2,20	0,22
	D	3,20	1,55	5	6,22	2,06
Julij	0	1,33	0,40	5	1,81	0,62
	D	24,68	34,85	5	92,13	1,36
Avgust	0	1,08	0,64	5	2,34	0,62
	D	2,18	0,52	5	2,74	1,42
September	0	1,69	0,19	5	1,88	1,34
	D	6,56	4,39	5	15,00	2,96
November	0	0,43	0,15	5	0,68	0,28
	D	1,06	0,74	5	2,26	0,14

Tabela 16: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti celotne suspendirane snovi – organski del (mg/l) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	1,26	0,37	5	1,58	0,60
	D	1,32	0,30	5	1,74	0,90
Februar	0	1,72	0,14	5	1,86	1,56
	D	2,06	0,33	5	2,44	1,50
Marec	0	1,13	0,11	5	1,28	0,94
	D	1,87	1,28	5	4,38	1,02
April	0	0,94	0,45	5	1,74	0,46
	D	1,01	0,14	5	1,14	0,77
Maj	0	1,27	0,38	5	1,96	0,82
	D	3,22	3,12	5	9,44	1,40
Junij	0	1,75	0,88	5	3,01	0,52
	D	1,42	0,44	5	2,26	1,04
Julij	0	1,89	0,42	5	2,36	1,18
	D	4,45	3,91	5	11,60	1,20
Avgust	0	1,17	0,31	5	1,74	0,94
	D	1,33	0,20	5	1,66	1,14
September	0	1,20	0,21	5	1,60	0,98
	D	1,60	0,37	5	2,08	1,14
November	0	0,70	0,20	5	0,89	0,33
	D	0,90	0,24	5	1,32	0,68

4.3 PLANKTON V JV DELU TRŽAŠKEGA ZALIVA

4.3.1 Biomasa fitoplanktona

Značilnosti fitoplanktonske združbe v Tržaškem zalivu označujejo njena biomasa (koncentracija glavnega fotosintetskega barvila klorofila *a*) ter abundanca in vrstna sestava fitoplanktona.

Porazdelitev klorofilne biomase na petih postajah JV dela Tržaškega zaliva v letu 2001 (januar-september, november) je prikazana na slikah 28-33. Absolutne vrednosti klorofilne biomase so bile od 0,21 do 10,04 $\mu\text{g/l}$ (Tabeli 17, 18), izmerjene pa so bile maja na postaji 000G na globini 5 m (Slika 30), oz. aprila v pridnenem sloju postaje 00CZ (Slika 28). V primerjavi z letom 2000 (Vukovič *et al.*, 2001), ko nismo opazili enega ali nekaj značilnih sezonskih viškov klorofila *a*, smo v letu 2001 na vseh postajah izmerili izrazit zgodnjepomladanski višek v februarju. Vrednosti iz tabele 17 kažejo tudi na to, da so bile v letu 2001 postaje JV dela Tržaškega zaliva bogatejše s fitoplanktonsko biomaso, saj so bile povprečne, najnižje in najvišje koncentracije praviloma večje kot pa v letu 2000. Vendar so bila tudi nihanja klorofilne biomase izrazitejša v letu 2001, na kar kažejo visoke standardne deviacije.

Tabela 17: Srednje vrednosti ($\langle X \rangle$), standardne deviacije (SD) ter najnižje (MIN) in najvišje (MAX) koncentracije klorofila *a* ($\mu\text{g/l}$) na petih postajah Tržaškega zaliva v obdobju januar-september, november 2001. (No.=število podatkov)

postaja	00CZ	000F	000G	000K	00MA
$\langle X \rangle$	2,33	1,33	1,85	2,22	1,50
SD	2,31	0,96	1,79	2,39	1,48
MIN (mesec)	0,22 (Jan)	0,36 (Avg)	0,21 (Maj)	0,54 (Avg)	0,49 (Jul)
MAX (mesec)	10,04 (Apr)	4,99 (Feb)	9,22 (Feb)	9,26 (Feb)	6,99 (Feb)
No.	60	50	40	40	40

Navkljub najvišji koncentraciji klorofila *a*, izmerjeni aprila na postaji 00CZ, so bile v povprečju koncentracije klorofilne biomase na vseh globinah vodnega stolpa najvišje v februarju (4,41 - 6,59 $\mu\text{g/l}$; Tabela 18). Za vse postaje je značilno, da se je v februarju, po nizkih januarskih koncentracijah (okoli 1,0 $\mu\text{g/l}$), biomasa fitoplanktona

močno povečala. Obsežno cvetenje fitoplanktona smo zaradi premešanega vodnega stolpa in razpoložljivih hranil zabeležili na vseh globinah, vendar so bile najvišje koncentracije izmerjene v globljih slojih (od 10 m do dna) in ne na površini. Navkljub velikemu vsnosu sladke vode v marcu in visokim koncentracijam nitrata, to ni vplivalo na nadaljnji razvoj fitoplanktonskega cvetenja. Marca so koncentracije klorofila *a* na vseh postajah padle in se postopoma zniževale vse do maja (00CZ, 000F, 00MA) oz. junija (000K, 000G), ko smo zabeležili najnižje absolutne (0,21 in 0,40 $\mu\text{g/l}$ v maju in juniju) in povprečne vrednosti (0,50 in 0,82 $\mu\text{g/l}$ v maju in juniju). Vendar so bile nizke koncentracije v celotnem pozno pomladanskem do poletnem obdobju (maj-avgust) značilne predvsem za zgornji 10 do 15-metrski vodni sloj, medtem ko smo na dnu v tem obdobju izmerili vedno zelo visoke vrednosti. Nasploh je bila za leto 2001 značilna zelo različna dinamika klorofilne biomase zgornjih slojev in pridnenega sloja na vseh petih postajah, saj smo ponekod vse od marca oz. maja do avgusta najvišje vrednosti izmerili vedno v pridnenem sloju. Še najbolj so izstopali pridneni viški v juliju na postajah 00CZ (6,42-7,00 $\mu\text{g/l}$), 000G (4,26 $\mu\text{g/l}$) in 000K (4,81 $\mu\text{g/l}$). V poletnem času je to prav gotovo posledica temperaturne/gostotne razslojenosti vodnih slojev, ko se celice posedajo in kopičijo pri dnu. Nekoliko bolj pa so presenetljive visoke pridnene vrednosti v spomladanskem času. Septembra in novembra, ob ponovnem premešanju vodnega stolpa, je bila klorofilna biomasa enakomerno porazdeljena, pa tudi povprečne koncentracije praviloma niso presegle 2,0 $\mu\text{g/l}$ (september) in 1,0 $\mu\text{g/l}$ (november) (Tabela 18).

Iz slike integriranih vrednosti (Slika 33) lahko vidimo, da je bila klorofilna biomasa prostorsko dokaj neenakomerno porazdeljena po JV delu Tržaškega zaliva. To je bilo značilno zlasti za obdobja visokih koncentracij (februar, marec, april, delno julij), medtem ko so bile razlike med postajami v času nizkih koncentracij (januar, maj, junij, september, november) bistveno manjše. Praviloma je bil osrednji do vzhodni del zaliva (postaje 00CZ, 000G, 000K) bogatejši s fitoplanktonsko biomaso, zahodnejši del, zlasti postaja odprtih voda (000F), pa revnejši.

Tabela 18: Povprečne ($\langle X \rangle \pm SD$), najvišje (MAX) in najnižje (MIN) vrednosti klorofila a ($\mu\text{g/l}$) v letu 2001. (No. = število meritev)

Mesec	Globina	$\langle X \rangle$	SD	No.	MAX	MIN
Januar	0	0,82	0,27	5	1,22	0,39
	5	0,99	0,55	5	1,93	0,22
	10	0,63	0,24	5	0,89	0,28
	15	0,75	0,28	2	1,02	0,47
	D	0,75	0,07	5	0,88	0,67
Februar	0	4,41	1,92	5	7,96	2,68
	5	5,69	1,91	5	8,79	3,90
	10	5,67	2,14	5	8,06	1,80
	15	5,43	0,44	2	5,86	4,99
	D	6,59	2,34	5	9,26	3,20
Marec	0	2,39	0,73	5	3,12	1,29
	5	1,17	0,26	5	1,48	0,72
	10	1,20	0,35	5	1,83	0,82
	15	3,52	1,51	2	5,02	2,01
	D	3,09	1,24	5	5,40	1,75
April	0	2,34	0,94	5	3,53	1,04
	5	2,30	0,76	5	3,60	1,28
	10	2,39	0,76	5	3,41	1,40
	15	2,51	1,29	2	3,80	1,22
	D	4,49	3,04	5	10,04	1,79
Maj	0	0,90	0,18	5	1,08	0,57
	5	0,82	0,32	5	1,11	0,21
	10	0,89	0,32	5	1,46	0,49
	15	0,93	0,10	2	1,02	0,83
	D	1,72	1,15	5	3,90	0,71
Junij	0	0,50	0,07	5	0,62	0,40
	5	0,61	0,04	5	0,67	0,56
	10	0,62	0,06	5	0,70	0,55
	15	1,24	0,40	2	1,64	0,84
	D	1,58	0,74	5	2,93	0,86
Julij	0	0,72	0,22	5	1,12	0,49
	5	0,53	0,11	5	0,67	0,36
	10	0,62	0,20	5	0,95	0,34
	15	1,12	0,49	2	1,60	0,63
	D	3,54	2,13	5	6,42	0,68
Avgust	0	0,46	0,11	5	0,57	0,29
	5	0,54	0,10	5	0,72	0,41
	10	0,66	0,25	5	0,92	0,35
	15	0,95	0,54	2	1,49	0,41
	D	1,89	0,82	5	3,37	0,90
September	0	1,63	0,31	5	2,12	1,20
	5	1,76	0,12	5	1,93	1,59
	10	1,56	0,14	5	1,69	1,30
	15	2,24	0,42	2	2,65	1,82
	D	1,07	0,52	5	1,93	0,41
November	0	1,02	0,28	5	1,56	0,82
	5	1,15	0,40	5	1,61	0,62
	10	0,82	0,08	5	0,91	0,73
	15	0,84	0,01	2	0,84	0,83
	D	0,82	0,12	5	1,00	0,64

4.3.2 Abundanca in sestava fitoplanktona

Abundanco in taksonomsko sestavo fitoplanktona smo spremljali na postaji 000F na treh globinah: 0, 10 m in dno. Porazdelitvi abundanc na teh globinah in izračunanih integriranih vrednosti sta prikazani na Sliki 34. Absolutne vrednosti abundance so bile od $1,4 \times 10^5$ (junij, globina 10 m) do $2,4 \times 10^6$ cel./l (februar, globina 10 m). Visoke vrednosti okoli $1,0 \times 10^6$ cel./l smo zabeležili še aprila vzdolž celotnega vodnega stolpa ($0,9$ - $1,1 \times 10^6$ cel./l), junija v pridnenem sloju ($1,0 \times 10^6$ cel./l) in marca na površini ($0,9 \times 10^6$ cel./l). Navkljub najnižji abundanci, izmerjeni v juniju na globini 10 m, so bile pridnene vrednosti v tem mesecu zelo visoke, tako da lahko rečemo, da je bil november mesec najnižjih fitoplanktonskih abundanc, ko vrednosti niso presegle $2,0 \times 10^5$ cel./l ($1,5$ - $1,6 \times 10^5$ cel./l). Zelo nizka fitoplanktonska abundanca je bila značilna tudi za julij ($1,5$ - $2,9 \times 10^5$ cel./l). Podobno kot pri klorofilni biomasi, vendar z manjšimi odstopanji, smo tudi tu beležili povečane vrednosti v pridnenem sloju vse od marca do avgusta, medtem ko so bili zgornji sloji (izjemi marec, april) revnejši s fitoplanktonom. Nasprotno, v obdobju nizkih abundanc (november, julij, januar), pa tudi v aprilu, so bile celice dokaj enakomerno porazdeljene po vodnem stolpu. Na sliki integriranih vrednosti (Slika 34) je časovna porazdelitev fitoplanktona na postaji 000F še boljše prikazana, kjer lahko vidimo izrazit februarski višek, manjši višek v aprilu in zelo nizke vrednosti abundance v novembru in juliju. Ta porazdelitev (z manjšimi odstopanji v aprilu) razmeroma dobro sovпада s porazdelitvijo integriranih vrednosti fitoplanktonske biomase na postaji 000F (Slika 33).

Med posameznimi skupinami fitoplanktona so tako kot doslej prevladovale diatomeje in netaksonomska skupina mikroflagelatov. Število in porazdelitev posameznih skupin podajamo na sliki integriranih vrednosti (Slika 35), kjer močno izstopa diatomejski višek v februarju ($9,6 \times 10^5$ cel./l ali 54%). Diatomeje so, podobno kot v prejšnjih letih, največ prispevale k sezonskemu višku skupnega števila celic. Diatomeje so bile najštevilčnejša skupina vzdolž celega vodnega stolpa, višek pa smo zabeležili na 10 m ($1,4 \times 10^6$ cel./l); tu je bil tudi njihov relativni delež največji (60%). Diatomejsko cvetenje v februarju je bilo povezano z razmahom vrste *Pseudonitzschia pungens*, ki je predstavljala okoli 80% skupnega števila diatomej. Ta vrsta je bila prevladujoča tudi v marcu (89-94%) v spodnjem, 11-metrskem sloju, vendar se je njena abundanca v primerjavi s februarjem močno zmanjšala. Poleg diatomej so bili v

februarju relativno dobro zastopani še mikroflagelati – integrirana vrednost relativnega deleža je predstavljala 39%. Ostale skupine so bile v tem mesecu številčno zanemarljive.

Razen v februarju so v preostalih mesecih leta močno prevladovali mikroflagelati, ki so predstavljali od 61% (januar) do 90% (junij) skupnega števila celic (integrirane vrednosti). Število diatomej se je nekoliko povečalo še v aprilu vzdolž celotnega stolpa ($2,1 \times 10^5$ cel./l) ter marca v pridnenem sloju, sicer pa so bile abundance praviloma manjše od $1,0 \times 10^5$ cel./l. Absolutni višek mikroflagelotov smo zabeležili v aprilu ($7,1 \times 10^5$ cel./l), visoke vrednosti pa so bile tudi v februarju ($6,2 \times 10^5$ cel./l). V mesecu največje relativne zastopanosti mikroflagelotov (junij) je bila njihova abundanca razmeroma nizka ($3,8 \times 10^5$ cel./l), najnižje število mikroflagelotov pa smo zabeležili novembra ($1,0 \times 10^5$ cel./l) in julija ($1,9 \times 10^5$ cel./l).

Od ostalih skupin so bili številčno pomembni tudi kokolitoforidi. Višek abundance smo zabeležili maja na globini 10 m ($1,7 \times 10^5$ cel./l), kar je prispevalo tudi k največji integrirani vrednosti ($1,1 \times 10^5$ cel./l) in največjemu relativnemu deležu (20%) celotnega vzorčevalnega obdobja. Povečane abundance na dolečenih globinah vodnega stolpa so bile značilne tudi za zimske mesece (januar-marec: $8,4-9,0 \times 10^4$ cel./l) in za september ($9,1 \times 10^4$ cel./l), medtem ko so bili poletni meseci najrevnejši s kokolitoforidi. V zimskih mesecih je prevladovala vrsta *Emiliana huxleyi*, ob majskem višku pa smo opazili cvetenje vrste *Calyptrosphaera* sp. Število dinoflagelotov, ki so sicer pomembna skupina fitoplanktonske združbe, je bilo še nižje od števila kokolitoforidov, njihov delež pa ni presegel 10% (največ 7% v septembru in novembru). Največ smo jih prešteli v septembru ($6,3 \times 10^4$ cel./l), rahlo povečanje abundance pa smo zabeležili še v aprilu ($>3,5 \times 10^4$ cel./l). Najmanj jih je bilo v januarju in juniju ($<1,0 \times 10^4$ cel./l). Tako kot vsa leta, so bili silikoflagelati najmanj pogosta in številčno najrevnejša skupina fitoplanktona. V vzorcih morske vode smo jih našli le v februarju, avgustu in septembru na globini 10 m in pri dnu. Še največ jih je bilo v februarju: $8,0 \times 10^3$ cel./l.

4.3.3 Porazdelitev mikrozooplanktona

Goli oligotrihni migetalkarji so prevladovali v zimskih in spomladanskih mesecih, v poletnih in jesenskih pa nekatere vrste tintinidov in larvalne oblike planktonskih rakov ceponožcev (Copepoda). Tintinidi so bili večji del leta manj številni, vendar so se pojavljali v vseh mesecih vzorčevanja. Larvalne oblike školjk, polžev in rakov vitičnjakov so se pojavljale občasno skozi vse leto, vendar v manjšem številu. Kotačniki (Rotatoria) so se pojavljali le jeseni. Najvišje abundance celotnega mikrozooplanktona so bile februarja v površinskem sloju (253 os./l) (Slika 36).

Tabela 19: Pojavljanje tintinidov leta 2001 na postaji 000F (pojavljanje vrste je označeno s križcem).

Taxon	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Nov
<i>Amphorella quadrilineata minor</i>					+					+
<i>Codonellopsis schabi</i>	+	+	+	+	+		+			+
<i>Dictyocysta elegans</i>										+
<i>Eutintinnus apertus</i>						+		+		
<i>Eutintinnus lusus undae</i>									+	+
<i>Eutintinnus tubulosus</i>						+				+
<i>Helicostomella subulata juv.</i>								+	+	
<i>Metacylis joergenseni</i>								+	+	
<i>Salpingella rotundata</i>	+	+	+		+		+	+	+	+
<i>Stenosemella nivalis</i>	+	+	+	+	+		+		+	+
<i>Stenosemella ventricosa</i>	+	+	+	+	+		+			
<i>Tintinnopsis beroidea</i>				+	+				+	
<i>Tintinnopsis campanula</i>										+
<i>Tintinnopsis minuta</i>		+		+					+	+
<i>Tintinnopsis radix</i>									+	+
<i>Tintinnopsis sp1</i>							+	+	+	
<i>Undella hyaline?</i>									+	
Skupaj vrst	4	5	4	5	6	2	5	5	9	10

Tintinidi

Najvišje abundance tintinidov so bile aprila v pridnenem sloju (101 os./l) in septembra v površinskem sloju (107 os./l) (Slika 37). V prvem višku je prevladovala hladnoljuba vrsta *Stenosemella nivalis* (93 os./l), v drugem pa *Tintinnopsis minuta* (72 os./l). Le še

februarja in novembra so bile abundance okoli 40 os./l, sicer pa znatno nižje. V poletnih vzorcih so se pojavljale hialine vrste *Eutintinnus apertus*, *E. lusus-undae* in *E. tubulosus*. V vzorcih nam je uspelo določiti 16 vrst in en takson. Vrstna sestava tintinidov in sezonsko pojavljanje le-teh je prikazano v tabeli 19.

Podobno kot v prejšnjih letih, smo v avgustu in septembru naleteli na drobne osebke vrste *Helicostomella subulata*, ki se v tem obdobju encistirajo. Vrsta *Stenosemella nivalis* je bila poleg aprilskega viška prevladujoča še januarja (3,6 os./l), februarja (43 os./l), marca (6,4 os/l) in maja (6,4 os./l).

Vrste, katerih abundanca je presegala 10 os./l, so poleg omenjenih *S. nivalis* in *T. minuta* še *Salpingella rotundata* (julij: 15 os./l; september: 33,6 os./l), *Tintinnopsis beroidea* (september: 10,4 os./l) ter *Helicostomella subulata* (september: 13,6 os./l).

Goli oligotrihni migetalkarji

Sezonska dinamika golih oligotrihnih migetalkarjev kaže dva viška - zimskega in spomladanskega (Slika 37). Njihove abundance so bile v letu 2001 razmeroma nizke. Najvišji abundanci sta bili zabeleženi v površinskem sloju februarja (200 os./l) in junija (169 os./l). Tekom celega leta so prevladovale vrste iz rodu *Strombidium*, le junija in julija so bile številnejše vrste iz rodu *Tontonia*. V juniju je bila njihova abundanca 88 os./l, julija pa 14 os./l. V februarju so bili številni tudi osebki vrst iz rodu *Lohmanniella* z 69 os./l. V poletnih mesecih so se redno pojavljale velike vrste iz rodu *Tontonia* in *Laboea*. Občasno so se pojavljale vrste iz rodu *Leegardhiella* in vrsta *Laboea strobila*. V nekaj primerih smo naleteli na vrste iz rodov *Halteria* in *Strobilidium*.

Ceponožci

Sezonska dinamika navplijev, postnavplijev in kopepoditov kaže poletni višek (avgust) in jesenski višek, oba v pridnem sloju (Slika 37). Najvišje abundance so bile znatno nižje kot v preteklih letih. Pri tem je potrebno opozoriti, da je možnost, da bi nekatere primerke pri štetju spregledali, skorajda zanemarljiva. Najvišje vrednosti so tako znašale le 56 os./l v avgustu, sicer pa okoli 40 os./l v obdobju od julija do novembra. V zimskih in spomladanskih mesecih pa so bile abundance ceponopžcev le redko višje od 10 os./l. V poletnem obdobju so prevladovali majhni navpliji, značilni za prevladujočo vrsto ceponožca *Acartia clausi*.

Druge skupine

Najbolj številne od drugih skupin so bile ličinke školjk (*veliconcha*), vendar v nizkih abundancah (do 5 os./l). Druge meroplanktonske živali v vzorcih so bile še larve polžev (*veliger*) ter navpliji rakov vitičnjakov (*Cirripedia*). Luknjičarke (*Foraminifera*) so se pojavljale posamič v pridnenih vzorcih, običajno v zimskih mesecih. Od kotačnikov smo zaseledili le posamične osebkke iz rodu *Asplanchna* (septembra in novembra).

Od protistov smo v februarju naleteli na plenilske migetalkarje iz rodu *Didinium*, v poletnih mesecih pa na velike kolonijske migetalkarje *Zoothamnium pelagicum*. Od taksonov, ki smo jih sicer prešteli, a jih zaradi velikosti ali nejasnega življenjskega načina (planktonski ali bentoški) nismo upoštevali v celotnem številu mikrozooplanktona, je potrebno omeniti vrsto *Noctiluca miliaris*, ki se je redno pojavljala od marca do oktobra ter holotrihne vrste migetalkarjev iz rodu *Lacrymaria*.

4.3.4 Zooplanktonska biomasa

Najvišja zooplanktonska biomasa je bila v maju in septembru, ko smo stehali 235,59 in 204,85 mg/m³ suhe teže. Zooplanktonska biomasa je bila v nekaterih mesecih nekoliko nižja kot v preteklem letu (Vukovič *et al.*, 2001), vendar še vedno znatno visoka. Običajno so najvišje vrednosti biomase v ekvivalentih suhe teže v poletnih mesecih, ko prevladujejo v vzorcih meroplanktonske živali, v naših vzorcih pa so bile julija izmerjene zelo nizke biomase (okoli 30 mg/m³).

Organska snov je bila od 9,22 mg/m³ (julij) do 178,82 mg/m³ (september). Vrednosti anorganske snovi pa so bile od 12,44 mg/m³ (november) do 158,65 mg/m³ (maj). V enakem obdobju so bili viški zabeleženi tudi v letih poprej. Na Sliki 38 je podan sezonski potek biomase zooplanktona v letu 2001. Narejen je v obliki sumarnega diagrama, iz katerega je razvidno razmerje med organsko in anorgansko snovjo (mg/m³). V vzorcih, v katerih je razmerje v prid anorganske snovi, si lahko to razlagamo kot velik delež skeletnih delcev zooplanktonskih organizmov ali kot cvetenje nekaterih skupin fitoplanktona kot so npr. kremenaste alge (diatomeje).

5 ZAKLJUČKI

- Projekt »Izvajanje monitoringa kakovosti morja za leto 2001« je obsegal 10 vzorčenj v obdobju januar-september in november. Takšna vzorčevalna shema se je izkazala za pomanjkljivo, saj smo z izpustitvijo dveh vzorčenj v oktobru in decembru izgubili pomembne informacije o porazdelitvi in velikosti posameznih parametrov, predvsem slanosti, nitrata, klorofilne biomase in planktonske združbe. Iz izkušenj prejšnjih let pa vemo, da se oktobra praviloma pojavi drugi sezonski višek – poleg spomladanskega.
- Najbolj značilno za vertikalno strukturo vodnega stolpa v letu 2001 so bile visoke zimske temperature, ki tudi v najhladnejšem mesecu leta, v marcu, niso padle pod 10°C, po drugi strani pa so bile poletne temperature višje kot v zadnjih letih. To je prispevalo k izraziti temperaturni in gostotni razslojenosti vodnega stolpa v poletnem obdobju. Na specifično težo morske vode je poleg temperature vplivala še slanost, zlasti v marcu, ko smo zabeležili daleč najnižje površinske vrednosti v letu 2001 (16,62 PSU). Leča sladke vode je bila prostorsko omejena na tanek površinski sloj in na osrednji do vzhodni del slovenskega morja.
- V letu 2001 nismo zabeležili hipoksičnih razmer, saj so bile najnižje koncentracije kisika v septembru v pridnenem sloju nad 2,0 ml/l (manjka podatek za oktober!), v zimskih mesecih, ko je bila voda najhladnejša, pa so bile koncentracije tudi čez 8,0 ml/l.
- Sezonska dinamika anorganskega fosfata je bila na vseh postajah JV dela Tržaškega zaliva dokaj spremenljiva – tako v površinskem, še bolj pa v pridnenem sloju. Podobno smo opazili tudi pri celotnem fosforju. Koncentracije nitrata so bile praviloma višje v površinskem sloju. Sezonski višek nitrata v marcu (33,21-73,78 µmol/l) je predvsem na postajah osrednjega in vzhodnega dela Tržaškega zaliva sovpadal z zelo nizko površinsko slanostjo v tem mesecu, kar kaže na pomembno vlogo zunanjih, sladkovodnih vnosov anorganskega dušika pri kroženju snovi in nadaljnjih bioloških procesih v slovenskem obalnem morju. Koncentracije amonija so bile praviloma višje v pridnenem sloju in v povprečju mnogo nižje od koncentracij nitrata. Dolgo spomladansko – poletno obdobje visokih koncentracij amonija v sloju pri dnu je povezano z regeneracijskimi procesi v tem sloju. Za

sezonsko in prostorsko dinamiko silikata je bilo v splošnem značilno, da so na njegovo porazdelitev v površinskem sloju vplivali zunanji sladkovodni vnosi, v pridnenem pa regeneracijski procesi.

- Celotna suspendirana snov ali seston vsebuje organske in anorganske delce avtohtonega in alohtonega izvora. Za obe komponenti je značilno, da je bila njuna porazdelitev v letu 2001 bolj skokovita v pridnenem sloju, s posamičnimi izredno visokimi vrednostmi. V površinskem sloju so se viški organske suspendirane snovi pojavili v poletnih mesecih, viški anorganske suspendirane snovi pa bolj v zimsko-spomladanskih mesecih (marec: povečani sladkovodni vnosi, veliko alohtonega materiala).
- Praviloma je bil osrednji do vzhodni del zaliva v letu 2001 bogatejši s fitoplanktonsko biomaso (klorofil *a*), zahodnejši del, zlasti postaja odprtih voda (000F), pa revnejši. V februarju smo na vseh postajah in vzdolž celotnega vodnega stolpa izmerili izrazit višek fitoplanktonske biomase (4,99-9,26 $\mu\text{g/l}$). Najnižje koncentracije klorofila *a* ($<0,5 \mu\text{g/l}$) smo izmerili v maju in juniju. Vendar so bile nizke vrednosti značilne predvsem za zgornji 10 do 15-metrski sloj, medtem ko smo pri dnu, v dolgem poznopomladanskem do poletnem obdobju izmerili zelo visoke koncentracije klorofila *a*. Nasploh je bila za leto 2001 značilna zelo različna dinamika klorofilne biomase zgornjih slojev in pridnenega sloja na vseh petih postajah, saj smo vse od marca/maja do avgusta najvišje vrednosti izmerili vedno v pridnenem sloju.
- Časovna porazdelitev fitoplanktona na postaji 000F razmeroma dobro sovпада s porazdelitvijo klorofilne biomase: izrazit višek v februarju ($2,4 \times 10^6 \text{ cel./l}$), dva manjša viška v marcu in aprilu (okoli $1,0 \times 10^6 \text{ cel./l}$) in zelo nizke vrednosti abundance v novembru in juliju ($<2,0 \times 10^5 \text{ cel./l}$). Podobno kot pri klorofilni biomasi, vendar z manjšimi odstopanji, smo tudi tu beležili povečane vrednosti v pridnenem sloju vse od maja do avgusta, medtem ko so bili zgornji sloji revnejši s fitoplanktonom. Med posameznimi skupinami fitoplanktona so tako kot doslej prevladovali diatomeje in netaksonomska skupina mikroflagelatov. Diatomeje so največ prispevale k sezonskemu višku skupnega števila celic v februarju (največja abundanca $1,4 \times 10^6 \text{ cel./l}$). Diatomejsko cvetenje v februarju je bilo povezano z razmahom vrste *Pseudonitzschia pungens*, ki je predstavljala okoli 80% skupnega

števila te skupine. V preostalih mesecih leta so močno prevladovali mikroflagelati (61-90% celotne abundance). Največjo abundanco mikroflagelatov smo zabeležili v aprilu ($7,1 \times 10^5$ cel./l), najnižjo pa v novembru in juliju ($1,0-2,0 \times 10^5$ cel./l). Od drugih skupin so bili številčno pomembni tudi kokolitoforidi z viškom števila celic v maju ($1,7 \times 10^5$ cel./l). Število dinoflagelatov je bilo zelo nizko. Silikoflagelati so bili najmanj pogosta in številčno najrevnejša skupina fitoplanktona.

- Med mikrozooplanktonskimi populacijami na postaji 000F v letu 2001 so v zimskih in spomladanskih mesecih prevladovali goli oligotrihni migetalkarj, v poletnih in jesenskih pa nekatere vrste tintinidov in larvalne oblike planktonskih rakov ceponožcev. Najvišje abundance celotnega mikrozooplanktona so bile februarja v površinskem sloju (253 os./l). Tintinidi so bili večji del leta manj številni, vendar so se pojavljali v vseh mesecih vzorčevanja. Larvalne oblike školjk, polžev in rakov vitičnjakov so se pojavljale občasno skozi vse leto, vendar v manjšem številu. Kotačniki so se pojavljali le jeseni.
- Najvišja zooplanktonska biomasa je bila izmerjena v maju in septembru (235,59 in $204,85 \text{ mg/m}^3$ suhe teže). Običajno so najvišje vrednosti biomase v ekvivalentih suhe teže v poletnih mesecih, ko prevladujejo v vzorcih meroplanktonske živali, v naših vzorcih pa so bile julija izmerjene zelo nizke biomase (okoli 30 mg/m^3). Organska snov je bila od 9,22 (julij) do $178,82 \text{ mg/m}^3$ (september). Vrednosti anorganske snovi pa so bile od 12,44 (november) do $158,65 \text{ mg/m}^3$ (maj). V vzorcih, v katerih je razmerje v prid anorganske snovi, si lahko to razlagamo kot velik delež skeletnih delcev zooplanktonskih organizmov ali kot cvetenje nekaterih skupin fitoplanktona (diatomeje).

6 LITERATURA

- Bendschneider, K. & R.J. Robinson. 1952. *J. Marine Res.* 2, 1.
- Degobbi, D. & M. Gilmartin. 1990. Nitrogen, phosphorus, and biogenic silicon budgets for the northern Adriatic Sea. *Oceanol. Acta.* 13(1): 31-45.
- Fanuko, N. 1981. Prispevek k poznavanju fitoplanktona v Tržaškem zalivu. *Biol. vestn.* 29(1): 67-82.
- Fonda Umani, S., P. Franco, E. Ghirardelli & A. Malej. 1992. Outline of oceanography and the plankton of the Adriatic Sea. In: Colombo, G., I. Ferrari, V.U. Ceccherelli & R. Rossi (eds.), *Marine Eutrophication and Population Dynamics*. Olsen & Olsen, Fredensborg, 347-365.
- Grasshoff, K. 1970. *Technicon Paper (69I-57)*.
- Grasshoff, K., M. Ehrhardt & K. Kremling. 1983. *Methods of Seawater Analysis*. 2nd, Revised and Extended Edition. Verlag Chemie, 419 pp.
- Handbook of Oceanographic Tables*. 1962. U.S. Naval Oceanographic Office, p. 303-318.
- Holm-Hansen, O., C.J. Lorenzen, R.W. Holmes & J.D.H. Strickland. 1965. Fluorimetric determination of chlorophyll. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer.*, 30: 3-15.
- International Oceanographic Tables*. 1973. National Institute of Oceanography of Great Britain, and UNESCO, Paris, France, p. 13-82.
- Knudsen, M. 1901. *Hydrographical Tables*. Copenhagen, G.E.C. Gad, 63 pp.
- Knudsen, M. 1902. *K. danske Vidensk. Selsk. Skr., 6te Raekke Naturvidensk. Math. Afd.*, 12(1): 151.
- Kofoed, C.A. & A.S. Campbell. 1929. A conspectus of the marine and freshwater Ciliata belonging to the suborder Tintinnoinea, with description of new species principally from the Agassiz Expedition to the Eastern tropical Pacific, 1904-1905.
- Kofoed, C.A. & A.S. Campbell. 1939. *The Ciliata: The Tintinnea*. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard*, 84, 473 pp.
- Koroleff, F. 1969. ICES, C. M. 1969/C: 9 (mimeo).
- Koroleff, F. 1970. ICES, Interlab. Rep. 3: 19-22.
- Koroleff, F. 1971. ICES, C. M. 1971/C: 43 (mimeo).
- Lipej, L. 1996. Prehranjevalna vloga planktonskih rastlinojedov v razslojenem in vertikalno premešanem obalnem morju. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, 133 str.
- Maeda, M. 1986. An illustrated guide to the species of the families Halteriidae and Strobilididae (Oligotricha, Ciliophora), free swimming Protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean Res. Inst. Tokyo*, 21: 1-67.
- Maeda, M. & P.G. Carey. 1985. An illustrated guide to the species of the family Strombididae (Oligotricha, Ciliophora), free swimming Protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean Res. Inst. Tokyo*, 19: 1-68.
- Malačič, V., A. Malej, O. Bajt, L. Lipej, P. Mozetič & J. Forte. 1994. Razvojni projekt Občine Koper 2020 - varstvo morja in priobalnega pasu. Inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, 148 str.
- Malej, A., P. Mozetič, V. Malačič, S. Terzić & M. Ahel. 1995. Phytoplankton response to freshwater inputs in a small semi-enclosed gulf (Gulf of Trieste, Adriatic Sea). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 120: 111-121.

Malej, A., P. Mozetič, V. Malačič & V. Turk. 1997. Response of summer phytoplankton to episodic meteorological events (Gulf of Trieste, Adriatic Sea). *P.S.Z.N.I.: Mar. Ecol.* 18: 273-288.

Mozetič, P. 1993. Vloga posameznih velikostnih razredov fitoplanktona pri biomasi in produkciji južnega dela Tržaškega zaliva. Magistrsko delo, Vseučilišče v Zagrebu, 94 str.

Murphy, J. & J.P. Riley. 1962. *Analytica chim. Acta* 27: 31-36.

Olivotti, R., J. Faganeli & A. Malej. 1986. Impact of organic pollutants on coastal waters, Gulf of Trieste. *Wat. Sci. Technol.* 18: 57-68.

Strickland, J.D.H. & T.R. Parsons. 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Bd. Can. Bull.* 167: 1-310.

Turk, V. 1991. Mikrobni prehrabeni splet v vodah vzhodnega dela Tržaškega zaliva (severni Jadran). Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, 57 str.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mit. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, 9: 1-38.

Vukovič, A., L. Lipej & P. Mozetič. 2000. Program spremljanja kakovosti obalnega morja v republiki Sloveniji. Poročilo za leto 1999. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, 78 str.

Vukovič, A., L. Lipej & P. Mozetič. 2001. Program spremljanja kakovosti obalnega morja v republiki Sloveniji. Poročilo za leto 2000. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, 80 str.

Winkler, L.W. 1888. *Ber. dtsch. chem. Ges.*, 21: 2843-2855.