

MONITORING KAKOVOSTI MORJA IN VODA ZA ŽIVLJENJE IN RAST MORSKIH ŠKOLJK IN MORSKIH POLŽEV V LETU 2006

LETNO POROČILO

Naročnik: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje
Vojkova ulica 1b, Ljubljana
Pogodba št. 2523-06-500181

Izvajalec: Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran
Fornače 41, Piran

Nosilka projekta: dr. Patricija Mozetič

Sodelavci na programu*:

- NIB-MBP: Mira Avčin, dr. Oliver Bajt, Vladimir Bernetič, dr. Branko Čermelj, mag. Janja Francé, Alma Hvala, dr. Nives Kovač, Franc Kravos, Tihomir Makovec, Silva Maslo, Milijan Šiško, Marko Tadejevič, dr. Valentina Turk
- IJS: dr. Radmila Milačič, dr. Janez Ščančar, Vesna Fajon, Suzana Žižek, dr. Milena Horvat
- ZZV: mag. Slavko Lapajne, Marjana Babič, Mojca Baskar, Alenka Labovič, Ladislav Kučan, mag. Darinka Štajnbaher, mag. Zdenka Cencič Kodba, , Andreja Rošker Šajt, Bogdana Jeretin, dr. Ernest Vončina

Piran, februar 2007

* navedeni so vsi sodelavci, ki so sodelovali na programu monitoringa v letu 2006, na projektu s pogodbo št. 2523-06-500181 pa je bil izvajalec le NIB-MBP

Za bibliografske namene se delo navaja kot poročilo o razvojno-raziskovalni nalogi:

Mozetič, P., O. Bajt, B. Čermelj, J. Francé, N. Kovač, S. Lapajne, R. Milačič, M. Šiško in V. Turk. 2007. Monitoringa kakovosti morja in vodá za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2006. Letno poročilo. (Poročila MBP – Morska biološka postaja, 93). Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, 2007, 111 str.

Slika na naslovnici: T. Makovec

KAZALO

1	UVOD.....	4
2	MATERIAL IN METODE	6
2.1	<i>VZORČEVANJE.....</i>	6
2.1.1	Monitoring kakovosti morja.....	6
2.1.2	Monitoring kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev	8
2.2	<i>METODE</i>	10
3	REZULTATI.....	16
3.1	<i>MONITORING KAKOVOSTI MORJA.....</i>	16
3.1.1	Splošni parametri.....	16
3.1.2	Prednostni in indikativni parametri	33
3.1.3	Ocena kemijskega stanja morja	35
3.2	<i>MONITORING KAKOVOSTI VODE ZA ŽIVLJENJE IN RAST MORSKIH ŠKOLJK IN MORSKIH POLŽEV</i>	36
3.2.1	Ocena kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev	43
4	PRILOGA I: TABELE.....	45
5	PRILOGA II: SLIKE	66
6	LITERATURA.....	110

IZVLEČEK

Projektna naloga ***Izvajanje monitoringa kakovosti morja in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2006*** je obsegala dva podprograma nacionalnega monitoringa – 1. Monitoring kakovosti morja in 2. Monitoring kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev. Prvi je namenjen ugotavljanju in spremljanju kemijskega stanja površinskih voda, drugi pa spremljanju kakovosti površinskih voda, v katerih živijo ali bi lahko, v primeru zmanjšanja onesnaženja, živeli morski organizmi. Vsak podprogram je imel določeno število in tip merilnih mest, število in vrsto parametrov, določenih za posamezen matriks (voda, sediment, organizmi) ter frekvenco vzorčevanja. Za obalno morje so bila določena štiri merilna mesta (osnovno – 00CZ, referenčno – 000F in dve dodatni – 000K in 00MA), kot območja za spremljanje kakovosti vode za rast morskih organizmov pa merilna mesta na obstoječih gojiščih užitne klapavice (Strunjanski zaliv – 0024, Piranski zaliv (Seča) – 0035 in Debeli rtič – 00DB).

Leto 2006 je bilo zaznamovano z nižjimi povprečnimi (do $15,72 \pm 5,91$ °C) in absolutnimi najvišjimi temperaturami morske vode ($23,97$ - $24,70$ °C) kot v prejšnjih letih, že drugo leto zapored pa smo zabeležili premik površinskega temperaturnega viška iz avgusta v julij, ko je bil vodni stolp izrazito temperaturno razslojen. Ta temperaturna gibanja povezujemo z neobičajno hladnim in tudi deževnim avgustom v letih 2006 in 2005. Najnižje temperature so bile izmerjene v februarju ($7,07$ °C) in marcu ($7,32$ °C). Razpon nihanj površinske slanosti je bil med $36,84$ in $38,27$ psu; te vrednosti kažejo na zanemarljiv vpliv sladkovodnih vnosov v Tržaškem zalivu v letu 2006; ta vpliv je bil še največji v spomladanskih mesecih (april-junij). V nasprotju s prejšnjimi leti tudi nismo zabeležili pozno jesenskega viška, medtem ko je bilo opaziti dolgotrajnejše zadrževanje rahlo oslajene vode vzdolž skoraj celotnega vodnega stolpa v avgustu in septembru zaradi obilnejših padavin v tem času, ki pa vseeno niso pripomogle k večjemu padcu slanosti.

Koncentracije raztopljenega kisika se navkljub velikemu padcu kisika v pidnenem sloju v septembru ($\approx 4,6$ mg/l) niso nikoli približale hipoksičnim koncentracijam ($< 2,86$ mg/l). Najvišje koncentracije smo izmerili v najhladnejšem obdobju – februarju ($9,05$ - $9,21$ mg/l).

Sezonska dinamika različnih anorganskih in organskih hranil je odražala njihov izvor in poti kroženja. Tako smo viške nitrata praviloma izmerili v površinskem sloju v času slanostnih nižkov obdobju april-junij (do $7,78$ $\mu\text{mol/l}$), v drugi polovici leta pa so bile koncentracije nižje. Najvišje koncentracije amonija ($4,14$ $\mu\text{mol/l}$) in tudi fosfata ($0,43$ $\mu\text{mol/l}$), pa smo določili v pridnenem sloju v poletno-jesenskih mesecih. Te koncentracije kažejo na razgradnjo nakopičene organske snovi v sloju pri dnu, ki je gostotno oddeljen od zgoraj ležečih slojev. Viške silikata smo izmerili v obdobju premešanega vodnega stolpa v marcu (okoli 11 $\mu\text{mol/l}$) na vseh vzorčevalnih globinah ter ponovno v pridnenem sloju v mesecih temperaturne razslojenosti (julij-september: okoli 17 $\mu\text{mol/l}$). Takšna dinamika hranilnih snovi se je odražala na primarnih producentih, ki potrebujejo hranila za svojo rast in povečanje biomase. Povprečna fitoplanktonska biomasa v letu 2006 je bila $0,45 \pm 0,41$ in $0,69 \pm 0,60$ $\mu\text{g Chl } a/l$ na dveh zunanjih postajah slovenskega obalnega morja, kar je bistveno manj kot v letu 2005 (>1 $\mu\text{g/l}$). V splošnem smo na obeh postajah zabeležili tri viške: daljše obdobje od junija do septembra s povečanimi koncentracija v pridnenih slojih ($0,98$ - $3,87$ $\mu\text{g/l}$), novembrski višek vzdolž celotnega vodnega stolpa ($1,54$ - $1,93$ $\mu\text{g/l}$) in manjši zgodnje spomladanski višek v februarju ($1,02$ $\mu\text{g/l}$) oz. marcu ($0,76$ $\mu\text{g/l}$). Abundanca fitoplanktona je bila največja v juniju v globljih vodnih slojih ($2,7 \times 10^6$ cel./l), dva manjša viška pa smo zabeležile še v aprilu in novembru v zgornjem sloju ($1,1$ - $1,6 \times 10^6$ cel./l). Ob obeh spomladanskih viških so bili mikroflagelati najštevilčnejša in daleč prevladujoča skupina fitoplanktona, le novembra se je delež diatomej povzpел nad 50%.

Vrednosti TRIX indeksa kažejo na zelo dobre trofične razmere na vseh merilnih mestih v letu 2006 in boljše kot v letu 2005. Kar 81% vseh srednjih vrednosti (povprečje vrednosti vodnega stolpa) je bilo <4 , kar odraža visok trofični status morske vode. Trofične razmere so bile v povprečju boljše na referenčnem merilnem mestu (000F) kot na osnovnem (00CZ).

Splošna ocena kemijskega stanja morja v letu 2006 je glede na izmerjene vrednosti določenih kemičnih spojin v vodi ter njihove mejne koncentracije in določila iz Uredb UL RS 11/2002 in UL RS 46/2002, dobra za vse parametre, naštete v Uredbi UL RS 11/2002. Analize kemičnih

onesnaževalcev v sedimentu so ponovno pokazale na največjo vsebnost živega srebra (1,450 mg/kg) na postaji 00CZ, najnižjo pa na postaji 00MA (0,129 mg/kg). Vsebnosti kadmija so bile zelo podobne na vseh merilnih mestih (0,120-0,160 mg/kg), v povprečju pa ostaja postaja 000K skozi leta najbolj onesnažena s kadmijem. Vsebnost PAH-ov v sedimentu je bila zmerno povišana na merilnem mestu v Koprskem zalivu (000K), medtem ko so bile koncentracije pred portoroško marino (00MA) razmeroma nizke.

Meritve kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev smo izvajali na treh območjih gojišč užitne klapavice. Parametri onesnaženja (temperatura, slanost, skupna suspendirana snov) so bili primerljivi z vrednostmi, izmerjenimi na postajah obalnega morja in niso kazali večjih posebnosti. Vrednosti parametrov kakovosti so nakazovale dobre kisikove razmere. Abundanca in vrstna sestava toksičnega fitoplanktona, ki povzroča PSP, DSP in ASP zastrupitve pri ljudeh, sta bili podobni kot v prejšnjih letih. Povečano fekalno onesnaženje vode smo tako kot v letu 2005 zabeležili avgusta na školjčičišču na Debelem rtiču (180 klic/100 ml). Tudi vsebnost kadmija in živega srebra v sedimentu je bila največja na postaji 00DB, nasprotno pa so školjke s te postaje akumulirale najmanj teh kovin. Največje vsebnosti Cd in Hg smo določili v školjkah iz Strunjanskega zaliva (0024); tako kot v prejšnjih letih so bile vsebnosti težkih kovin v školjkah večje v marcu kot v septembru.

Ocena kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev, izdelana na podlagi meritev fizikalnih, kemičnih in mikrobioloških parametrov v vodi iz Priloge 1 in 5. člena Uredbe UL RS 46/2002, je dobra na vseh merilnih mestih, kjer se je izvajal monitoring.

1 UVOD

Pričujoče delo je letno poročilo projektne naloge »Izvajanje monitoringa kakovosti morja in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2006«, kot to določa 2. člen pogodbe št. 2523-06-500181, sklenjene med naročnikom, Ministrstvom za okolje in prostor, Agencija RS za okolje (v nadaljevanju MOP-ARSO) in izvajalcem, Nacionalnim inštitutom za biologijo, Morska biološka postaja Piran (v nadaljevanju NIB-MBP).

Zakonske in strokovne podlage, ki jih je pripravila vlada Republike Slovenije oz. pristojno ministrstvo (MOP) za izvajanje programa monitoringa v takšni obliki, kot bo predstavljen na naslednjih straneh, so:

- Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (**UL RS 11/2002**) s pripadajočim Pravilnikom o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda (**UL RS 42/2002**), ki določa način in obseg izvajanja imisijskega monitoringa za površinske vode;
- Uredba o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (**UL RS 46/2002**) s pripadajočim Pravilnikom o monitoringu kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (**UL RS 71/2002**);
- Pravilnik o določitvi delov morja, kjer je kakovost vode primerna za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (**UL RS 106/2004**);
- Program monitoringa kakovosti površinskih voda za leto 2006 (**ARSO, 12/2005**);
- Program monitoringa kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev za leto 2006 (**ARSO, 12/2005**);
- Zakon o vodah, 7. člen (**UL RS 67/2002**);
- Zakon o varstvu okolja, 96. 97. člen (**UL RS 41/2004**);
- Pravilnik o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda (**UL RS 63/2005**);
- Direktiva o vodah **2000/60/EEC**.

Oba najpomembnejša pravilnika za izvajanje različnih monitoringov (UL RS 42/2002 in UL RS 71/2002), povzemata evropske predpise in predstavljata prehodno obdobje do leta 2007, ko bo Slovenija pričela izvajati evropsko Direktivo o vodah (2000/60/EEC). To velja predvsem za Pravilnik o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda, ki vsebinsko povzema 8. člen in 1. točko aneksa 5 Direktive 2000/60/EEC, tj. tisti del, ki se nanaša na predstavitev rezultatov monitoringa kemijskega stanja površinskih voda. Pravilnik o monitoringu kakovosti površinske vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev pa vsebinsko povzema Direktivo 79/923/EEC o kakovosti vode za vzgojo lupinarjev.

Program monitoringa je bil sprva (obdobje 2003-2005) razdeljen na tri podprograme, v letu 2006 pa je obsegal le še dva, katerih rezultate tudi prikazujemo posebej:

1. Monitoring kakovosti morja

2. Monitoring kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev

Program **Monitoringa kakovosti brakičnih voda** v letu 2006 nismo več izvajali, saj zaenkrat v Sloveniji še niso definirana vodna telesa somornic ali brakičnih voda.

Po uredbi o kemijskem stanju površinskih voda so površinske vode reke, potoki, naravna in umetna jezera, somornica in obalno morje, zato prvi podprogram pokriva merilna mesta v obalnem morju. Uredba in pravilnik o kemijskem stanju površinskih voda med drugim opredeljujeta število in tip merilnih mest, frekvenco vzorčevanja ter vrsto parametrov v sklopu splošnih, prednostnih in indikativnih parametrov. Poleg tega določata izvajanje preglednih in rednih meritev monitoringa. Tako kot v letih 2003, 2004 in 2005, smo tudi v 2006 na morju izvajali pregledne meritve, ki so obsegale vse parametre, našteje v pravilniku o kemijskem stanju površinskih voda. Po uredbi in pravilniku o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev smo prav tako izvajali meritve vseh parametrov na mreži merilnih mest, kot je to predvideno za imisijski monitoring.

V letu 2006 sta pri izvedbi monitoringa za določene parametre sodelovala še dva izvajalca (v preteklih letih podizvajalca) in sicer Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Odsek za znanosti o okolju (v nadaljevanju IJS) in Zavod za zdravstveno varstvo Maribor (v nadaljevanju ZZV) (Tabela 1). Za oba smo istočasno z našimi vzorčevanji,

vzorčevali vodo in sediment tudi za njihove parametre. To poročilo tako vključuje nabor **vseh parametrov**.

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

2 MATERIAL IN METODE

2.1 VZORČEVANJE

2.1.1 Monitoring kakovosti morja

Merilna mesta. Mreža merilnih mest v programu monitoringa kakovosti morja obsega eno osnovno, eno referenčno in dve dodatni merilni mesti v slovenskem delu Tržaškega zaliva (Tabela 2). Osnovno merilno mesto je značilno za ugotavljanje kemijskega stanja določenega vodnega telesa in lahko tudi meji na teritorialne vode druge države (npr. Italija), kar velja za postajo 00CZ sredi Tržaškega zaliva (Slika 1).

Referenčno merilno mesto (000F) leži po dosedanjih podatkih na najmanj onesnaženem območju obalnega morja – v južnem delu Tržaškega zaliva, kjer je vpliv s kopnega najmanjši – in predstavlja referenčno točko za določanje meril za ugotavljanje kemijskega stanja površinskih voda. To merilno mesto smo uporabili tudi za določanje referenčnih razmer za fitoplanktonsko biomaso za določitev ekološkega stanja morja po smernicah Vodne direktive (Lipej *et al.*, 2006). Dodatni merilni mesti ležita na območjih obalnega morja, ki so pod vplivom enega ali več točkovnih, kot tudi netočkovnih virov onesnaženja. Merilno mesto 000K je v Koprskem zalivu, v neposredni bližini Luke Koper in izliva reke Rižane, v katero se stekajo komunalne in industrijske odplake po primarnem ali mehanskem čiščenju. Merilno mesto 00MA leži v Piranskem zalivu na vhodu v portoroško marino.

Frekvenca vzorčevanja. Splošne parametre smo vzorčevali 12-krat v letu na osnovnem in referenčnem merilnem mestu, na dodatnih pa 4-krat letno (Tabela 3). Sklop prednostnih in indikativnih parametrov smo vzorčevali 4-krat letno na vseh štirih merilnih mestih, vendar se je število prednostnih oz. indikativnih parametrov razlikovalo za posamezna merilna mesta. Prav tako se je razlikovalo število

vzorčevanj za različna matriksa – vodo in sediment: morsko vodo za analizo prednostnih in/ali indikativnih parametrov smo vzorčevali 4-krat, sediment pa le enkrat. V Tabeli 3 podajamo popis datumov vzorčevanj za posamezna merilna mesta, sklope parametrov in matriks za vse merjene parametre, ne glede na izvajalca meritev.

Popis parametrov. Parametri so razdeljeni v tri sklope: **splošni, prednostni in indikativni**. Splošni parametri vključujejo osnovne fizikalno-kemične in nekatere biološke parametre morske vode, indikativni in prednostni parametri pa so izključno kemični in dajejo največjo težo pri opisovanju kemijskega stanja obalnega morja (glej poglavje 3.1.3 in 3.2.1). V Tabelah 4-7 prikazujemo sklope parametrov za posamezno merilno mesto in matriks ter podrobne sezname parametrov posameznih sklopov.

Vzorčevanje. Za analizo splošnih parametrov smo vzorce morske vode zajemali s 5-litrskimi Niskinovimi posodami, ki so pripete na rozeto (*Sea-Bird SBE 32 Carousel Water Sampler*). Rozeta je standardna oceanografska oprema, ki se uporablja za vzorčevanje morske vode. Njena velika prednost je v tem, da lahko ob enem spustu v morje naekrat vzorčujemo do 12 vzorcev morske vode, globina zajema vzorcev pa je vnaprej računalniško določena, kar zagotavlja zajemanje vzorcev vedno na isti globini, tako na vseh postajah kot ob vsakem vzorčevanju.

Podvzorce za kisik in BPK_5 smo takoj previdno natočili v Winklerjeve stekleničke, podvzorce za ostale kemične in biološke parametre pa smo razdelili iz skupne 5-litrške steklenice po prihodu v laboratorij. Do prihoda v laboratorij smo jih hranili v ladijskem hladilniku. Splošne parametre smo določevali na standardnih oceanografskih globinah in sicer na štirih na postajah 000K in 00MA (0, 5, 10 m in pridneni sloj), na petih na postaji 000F (0, 5, 10, 15 m in pridneni sloj) ter na šestih globinah na postaji 00CZ (0, 5, 10, 15, 20 m in pridneni sloj). Vzorce vode za analizo fitoplanktonske združbe na postaji 000F smo zajeli na treh globinah (0, 5, 15 m).

Prednostne in indikativne parametre smo analizirali v vodi in sedimentu. Vzorce morske vode smo zajemali le v površinskem sloju s posebej označenimi vzorčevalnimi posodami za posamezne parametre oz. skupine parametrov (plastične za težke kovine, steklene za ostale parametre), bodisi ročno, bodisi s kovinsko palico z ležiščem za vzorčevalno posodo in označeno globino. Vzorce sedimenta (zgornji 2-cm sloj) smo jemali z gravitacijskim korerjem s plastično (za težke kovine) ali

kovinsko cevjo (za ostale parametre). Vzorci sedimenta so bili do analize težkih kovin shranjeni na temperaturi -20°C.

2.1.2 Monitoring kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev

Merilna mesta. Uredba in pravilnik o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev določata kakovost vodnega telesa, v katerem živijo ali bi lahko, v primeru zmanjšanja onesnaženja, živel morski organizmi. Tu gre predvsem za organizme, ki so namenjeni prodaji na trgu, zato sta bili že leta 2003 kot merilni mesti izbrani območji v notranjosti Strunjanskega in Piranskega zaliva, kjer vrsto let gojijo užitne klapavice *Mytilus galloprovincialis*, v letu 2005 pa je bilo dodano novo merilno mesto na območju novo vzpostavljenega gojišča na Debelem rtiču (Tabela 8, Slika 1).

Popis parametrov in frekvenca vzorčevanja. Na merilnih mestih smo izvajali imisijski monitoring, ki določa meritve vseh **parametrov onesnaževanja** in **parametrov kakovosti** ter njihove priporočene in mejne vrednosti. Popis merjenih parametrov je v Tabeli 9.

Frekvenca in globina vzorčevanja sta bili za posamezne parametre različni (Tabela 10), poleg tega so se določeni parametri merili v treh različnih matriksih (npr. težke kovine v vodi, sedimentu in organizmih). Frekvenca vzorčevanja v vodi je nihala od 2-krat do 12-krat letno, sediment smo vzorčili enkrat, organizme (tj. školjčje meso) pa dvakrat letno. Vzorčeni parametri in frekvenca vzorčevanja so bili na vseh merilni mesti enaki.

Vzorčevanje. Postopek vzorčevanja vode in sedimenta je bil enak kot pri monitoringu kakovosti morja. Vzorce vode smo zajemali s pomočjo rozete. Slanost in kisik smo določali v površinskem (0,5 m) in pridnenem sloju, ostale parametre pa le v površinskem sloju.

Za analize toksičnega fitoplanktona smo uporabili kompozitni ali tudi integrirani vzorec morske vode: vodo smo zajeli na petih (postaja 0035: 0, 3, 6, 9 m in dno) oz. šestih (postaji 0024 in 00DB: 0, 3, 6, 9, 12 m in dno) enakomerno porazdeljenih globinskih nivojih (vsake 3 metre), nato pa po en liter morske vode prelili v

vzorčevalno posodo. Tako smo dobili razmeroma reprezentativni vzorec celotnega vodnega stolpca, ki je za določevanje redkih toksičnih vrst fitoplanktona bolj primeren, kot pa posamezni in maloštevilni diskretni vzorci.

Vzorke sedimenta za določevanje vsebnosti kadmija in živega srebra smo jemali z gravitacijskim korerjem s plastično cevjo, pri čemer smo vzeli zgornji 2-cm sloj. Vzorce školjk (do 50 školjk enakih dimenzij) smo pobrali ročno in jih shranili v polietilenske vreče. Do analize težkih kovin so bili vzorci školjk in sedimenta shranjeni na temperaturi -20°C.

2.2 METODE

Meteorološki parametri. Temperaturo zraka smo izmerili po standardnih metodah.

Splošni fizikalno-kemični parametri. Temperaturo vode na posameznih globinah smo odčitali iz vertikalnih profilov, posnetih s CTD sondo, ki je bila izdelana na Univerzi v zahodni Avstraliji (CTD: *Conductivity, Temperature, Depth*). Slanost vode smo izračunali iz električne prevodnosti vode, ki smo jo prav tako izmerili s sondo in ki je odvisna od narave in količine prisotnih ionov ter temperature. Prosojnost vode smo določali po standardnem postopku s ploščo Secchi - okrogla bela plošča s premerom 30 cm.

pH smo izmerili v laboratoriju s pH metrom *Iskra MA 5794* in kombinirano stekleno elektrodo.

Kisik smo določali po Winklerjevi metodi (Winkler, 1888) s titracijo sproščenega joda z natrijevim tiosulfatom, kjer je sproščen jod ekvivalenten raztopljenemu kisiku v vodi.

Za določitev biokemijske potrebe po kisiku v petih dneh (BPK₅) smo Winklerjeve stekleničke z morsko vodo inkubirali pet dni pri temperaturi 20°C v popolni temi. Po končani inkubaciji smo raztopljeni kisik določili po Winklerju (*ibid.*). Biološka potreba po kisiku predstavlja razliko v količini raztopljenega kisika med takoj analiziranim vzorcem in vzorcem, v katerem se je kisik porabljal pet dni.

Hranilne snovi. Vodne raztopine različnih dušikovih, fosforjevih in silicijevih soli nastopajo v ionski obliki kot nitrit (NO₂⁻), nitrat (NO₃⁻), amonij (NH₄⁺), anorganski fosfat (PO₄³⁻) in silikat (SiO₄⁴⁻). 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 smo najprej reducirali do nitrita ob prehodu vzorca skozi kolono, napolnjeno z zrcni kadmija, ki so prevlečena z bakrom (Grasshoff, 1970), nato smo ga določili 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 fosfat ali ortofosfat smo določili po metodi Murphy & 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).

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

Skupna suspendirana snov (TSS) in partikulatni organski ogljik (POC). Vzorce morske vode smo filtrirali skozi predhodno prežgan Whatmanov filter GF/F iz steklenih vlaken s povprečno velikostjo por 0,7 µm. Pred uporabo smo filtre žgali pri temperaturi 480 °C približno 4 ure, da smo odstranili organske nečistoče. Delce, ki so se ustavili na filtru, smo spirali z destilirano vodo, da smo odstranili soli. Koncentracije TSS so bile določene gravimetrično, relativni deleži POC pa izračunani po predhodnem zakisanju filtrov in analizi z elementnim analizatorjem (*Carlo Erba Elemental Analyser 1108*) po metodi Hedges & Stern (1984).

Mineralna olja. Vsebnost mineralnih olj se določi po metodi DIN 38409-H18. Princip metode je IR spektrometrija po predhodni ekstrakciji vzorca vode z organskim topilom.

Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH). Ogljikovodike v sedimentu smo določali z metodo plinske kromatografije (UNEP/IOC/IAEA, 1992). Po ekstrakciji ogljikovodikov z zmesjo heksan-metilenklorid smo izločili žveplo s Hg. Po koncentraciji vzorca smo ločili alifatske (AH) od aromatskih ogljikovodikov (PAH) s kromatografijo na SiO₂ in Al₂O₃ in določili koncentracijo v obeh frakcijah. Točnost določanja smo preverili z analizo standardnega referenčnega materiala IAEA 408.

Organske halogenirane spojine.

Vsebnost pentaklorfenola v vodi se določi po metodi IM/GC-MSD/SOP 117 (Tabela 11a). Merilni princip je plinska kromatografija z masno selektivnim detektorjem. Vzorec vode se za analizo pripravi s predhodnim acetiliranjem in ekstrakcijo z organskim topilom. Program preiskav vključuje še druge halogene in nehalogene fenolne spojine, vsebnosti se določijo po metodi IM/GC-MSD/SOP 113 (Tabela 11a).

Vsebnosti triklorometana, triklorobenzena (izomere 1,2,3-, 1,2,4- in 1,3,5-), 1,2-dikloroetana, 1,1,2-trikloroetilena in 1,1,2,2-tetrakloroetilena in heksaklorobutadiena se določi po metodi ISO 10301 Section 3 (Tabela 11a). Princip metode je plinska kromatografija in tehnika »head space«.

Vsebnosti triklorobenzena (izomere 1,2,3-, 1,2,4- in 1,3,5-) in heksaklorobutadiena v sedimentu se določi po metodi ISO 10301 Section 3 (Tabela 11a).

Vsebnosti aldrina, dieldrina, endrina, α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH in heksaklorobenzena v vzorcih vode se določi po metodi ISO 6468, modificirana (Tabela 11a), po predhodni ekstrakciji tekoče-tekoče vzorca vode z organskim topilom. Merilni princip je plinska kromatografija in detektor na zajem elektronov.

Vsebnosti α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH in heksaklorobenzena v vzorcih sedimenta se določi po metodi ISO 10382, modificirana (Tabela 11a), po predhodni ekstrakciji trdno-tekoče vzorca sedimenta z organskim topilom. Merilni princip je plinska kromatografija in detektor na zajem elektronov.

Težke kovine.

Kovine v vodi. Vsebnosti težkih kovin se v vodi določi po metodi ISO 17294-2 v filtriranem vzorcu vode po filtraciji skozi filtrirni papir 0,45 μ m in v celokupnem vzorcu vode po predhodnem kislinskem mikrovalovnem razklopu s HCl in HNO₃, pod povišanim pritiskom in kontroliranimi temperaturnimi pogoji. Merilni princip je induktivno sklopljena plazma z masno selektivnim detektorjem (ICP-MS) (Tabela 11a). Vsebnosti živega srebra se določi se v vodi določi po metodi ISO 5666, modificirana, v filtriranem vzorcu vode po filtraciji skozi filtrirni papir 0,45 μ m (in stabilizaciji s K₂Cr₂O₇) in v celokupnem vzorcu vode po predhodnem kislinskem mikrovalovnem razklopu s HCl in HNO₃, pod povišanim pritiskom in kontroliranimi

temperaturnimi pogoji. Merilni princip je tehnika atomske absorpcijske spektrometrije hladnih par (CV AAS).

Kovine v sedimentu. Vzorce sedimentov (zgornji 2-cm sloj sedimenta) smo posušili na 30 °C, zmleli na cirkonijevem krogličnem mlinu in jih do analize shranili v plastičnih prahovkah. Elemente Cd, Pb, Cr, Cu, Zn in Ni smo analizirali tako, da smo zatehtali pribl. 250 mg sedimenta v teflonsko posodo in opravili razkroj v mikrovalovnem sistemu z mešanico kislin HNO₃, HCl in HF. Cd, Pb, Ni in Cr smo določili s tehniko elektrometrične atomske absorpcijske spektrometrije (ETAAS), Zn in Cu pa s FAAS pri optimalnih pogojih merjenja (Tabela 11b). Hg v sedimentu smo določili tako, da smo pribl. 150 mg sedimenta razkrojili v zaprti teflonski posodici z mešanico kislin HNO₃, HCl in HF in s segrevanjem na 135°C 12 ur. Po razkroju smo vsebino kvantitativno dopolnili do značke (25,8 cm³) z Milli-Q vodo. Hg smo določili s tehniko atomske absorpcijske spektrometrije hladnih par (AAS HP) (Tabela 11b). Za kontrolo točnosti postopka smo analizirali standardni referenčni material NIST CRM 320 (Trace elements in river sediment) in standardni referenčni material IAEA 405 (Estuarine sediment).

Kovine v organizmih. Z vsakega merilnega mesta smo vzeli po en kompozitni vzorec školjk, ki je vseboval 15 školjk podobnih izmetričnih parametrov. Za določanje Cd smo vzorce školjk (pribl. 1 g mokre teže) razkrojili v zaprtem mikrovalovnem sistemu s 4 cm³ konc. HNO₃ s.p. Po razkroju smo vsebino kvantitativno dopolnili do značke (25,8 cm³) z Milli-Q vodo. Cd v školjkah smo določili s ETAAS (Tabela 11b). Hg smo določili tako, da smo vzorce školjk (pribl. 1 g mokre teže) razkrojili v zaprti teflonski posodici s 4 cm³ konc. HNO₃ s.p. in s segrevanjem na 100°C 12 ur. Po razkroju smo vsebino kvantitativno dopolnili do značke (25,8 cm³) z Milli-Q vodo. Hg smo določili z AAS HP (Tabela 11b). Analizni postopek za določanje Cd in Hg v vzorcih školjk smo preverili z analizo standardnega referenčnega materiala tkiva ostrig (NIST Standard Reference Material Oyster Tissue 1566b) in standardnega referenčnega materiala tkiva klapavic (NIST Standard Reference Material Mussel Tissue 2977).

Biološki parametri.

Koncentracija klorofila *a* (Chl *a*) je pokazatelj fitoplanktonske biomase. Kocentracijo klorofila *a* smo določili z uporabo fluorimetrične metode (Holm-Hansen *et al.*, 1965). 300 ml morske vode smo filtrirali skozi Whatmanov GF/F filter iz steklenih vlaken z nominalno velikostjo por 0,7 µm. Filter smo zamrznili do nadaljnje analize, nato pa homogenizirali in ekstrahirali v 90% acetonu. Fluorescenco ekstrakta (10 ml) smo izmerili s pomočjo fluorimetra (*Turner Designs Trilogy Laboratory Fluorometer*), umerjenega s standardnim materialom znane koncentracije (*SIGMA Chlorophyll a From Spinach*). Izmerjeno fluorescenco, popravljeno za vsebnost feopigmentov (po zakisanju s 60 µl 0,1 M HCl), smo preračunali po formuli v koncentracijo klorofila *a* (*ibid.*).

Abundanca in sestava fitoplanktona. Število ali abundanco in taksonomsko sestavo celotnega fitoplanktona smo določali pod invertnim mikroskopom po Utermöhlovi metodi (Utermöhl, 1958). Vzorce morske vode (0,5-1 l), zajete na treh globinah na postaji 000F (0, 5, 15 m), 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. V rezultatih podajamo skupno število fitoplanktona (št. cel/l) in sestavo po glavnih razredih (diatomeje, dinoflagelati, kokolitoforidi, silikoflagelati) in netaksonomskih skupinah (mikroflagelati, ostalo).

Toksične vrste fitoplanktona. Število in vrstno sestavo toksičnega fitoplanktona iz razreda dinoflagelatov in diatomej smo določili pod invertnim mikroskopom, prav tako po Utermöhlovi metodi (*ibid.*). Kompozitni vzorec morske vode (1 l) s treh območij gojišč užitne klapavice (merilna mesta 0024, 0035 in 00DB) smo konzervirali z 2% nevtraliziranim formalinom. 100 ml podvzorca smo pustili posedati 48 ur v sedimentacijski komorici. Število posameznih vrst iz rodu *Dinophysis* ter drugih večjih toksičnih dinoflagelatov (>20 µm) smo določili ob pregledu celotnega dna sedimentacijske komorice pri 200-kratni povečavi, manjše predstavnike iz rodu *Alexandrium* (okoli 20 µm) in diatomejske vrste roda *Pseudo-nitzschia* pa smo prešteli v 150 poljih pri 400-kratni povečavi. Predstavnike *Alexandriuma* smo v večini primerov določili le do nivoja rodu (podajamo kot *Alexandrium* spp.). Število najdenih vrst v vzorcu smo preračunali na liter.

Mikrobiološki parametri. Število fekalnih koliformnih bakterij (FK) smo določali samo v okolni morski vodi. Uporabili smo metodo koncentriranja vzorca s filtracijo (MF-membranska filtracija) po navodilih in priporočilih UNEP/WHO (1995a, 1995b). Ustrezen volumen vode (največ 100ml) smo filtrirali skozi filtre velikosti por 0,45 µm (Millipore) in filtre inkubirali 24 ur na gojišču m-FC agar (Difco) pri temperaturi 44,5±0,2 °C. Rezultat predstavlja število zraslih kolonij v 100 ml vzorca vode (FK/100 ml).

Trofični indeks – TRIX. Ta indeks uporabljamo za oceno trofičnega statusa nekega morskega okolja (Vollenweider *et al.*, 1998). TRIX je namenjen predvsem obalnim vodam, kot je tudi Tržaški zaliv. Izračunamo ga iz koncentracij klorofila *a* (Chl *a*), anorganskega dušika ($N = NO_2^- + NO_3^- + NH_4^+$), celotnega fosforja (P) in absolutne deviacije od nasičenosti z raztopljenim kisikom (aD%O) po sledeči formuli:

$$TRIX = (\log [Chl\ a \times aD\%O \times N \times P] - [-1,5]) / 1,2$$

Vrednosti TRIX-a med 2 in 4 označujejo visok trofični status, vrednosti med 4 in 5 dober, med 5 in 6 srednji ter med 6 in 8 slab trofični status morske vode.

Rezultati analiz monitoringa za leto 2006 v elektronskem zapisu (datoteka **ARSO_pod2006.xls**) so podani v obliki številčne vrednosti do meje zaznavnosti (LOD) za vse tiste parametre, za katere je bil LOD določen. Seznam uporabljenih analitskih metod za parametre iz projektne naloge po pogodbi št. 2523-06-500181 s pripadajočimi podatki (povsod tam, kjer je bilo možno navesti podatke), je prav tako v elektronski obliki (datoteka **EB_tabela_metode06.xls**).

V tem poročilu rezultate prikazujemo tabelarično (Prloga I) in slikovno (Priloga II); slikovno gradivo je tudi v elektronski obliki v sledečih datotekah:

Grafi06_CZ.xls, Grafi06_F.xls, Grafi06_K.xls, Grafi06_MA.xls, Grafi06_morje.xls, Grafi06_skoljci.xls).

3 REZULTATI

Rezultate monitoringa podajamo posebej za vsak podprogram in za vsak sklop parametrov.

3.1 MONITORING KAKOVOSTI MORJA

3.1.1 Splošni parametri

Frekvenca vzorčevanja splošnih parametrov je bila različna za referenčno in osnovno merilno mesto (12-krat letno) v primerjavi z dodatnimi merilnimi mesti (4-krat letno). Zato za postaji 000F in 00CZ prikazujemo časovni potek (zvezno) mesečnih vrednosti posameznih parametrov, medtem ko štiri meritve na postajah 000K in 00MA prikazujemo nezvezno v obliki stolpičev.

Temperatura, slanost, prosojnost

Temperatura. Na dveh zunanjih postajah slovenskega obalnega morja (Slika 2) so bile najvišje temperature izmerjene julija v površinskem sloju (23,97 °C na 000F in 24,70 °C na 00CZ), na obeh postajah pa sta bila ta viška za približno stopinjo C do dve nižja v primerjavi z viški iz leta 2005 (Mozetič *et al.*, 2006). Najnižje temperature smo izmerili februarja v pridnenem sloju postaje 00CZ (7,07 °C) oz. marca na globini 10 m na postaji 000F (7,32 °C). Najnižja februarska temperatura je bila višja kot absolutna najnižja temperatura iz leta 2005 (6,77 °C) (*ibid.*). Šele v mesecu maju smo na vseh globinah vodnega stolpa obeh postaj izmerili temperature > 10 °C; v tem mesecu se je vodni stolpec pričel temperaturno razslojevati, termoklina se je pričela oblikovati na globini 10-15 m. Največja razslojenost je bila opažena v juniju in juliju, oktobra pa je bil vodni stolpec že popolnoma premešan. Podobno kot v prejšnjih letih, je bila tudi v letu 2006 povprečna temperatura na postaji 000F (15,72±5,94 °C) rahlo višja kot na postaji 00CZ (15,10±5,48 °C). Drugo leto zapored pa smo opazili premik temperaturnega viška iz meseca avgusta v julij, saj sta bila avgust 2005 in 2006 neobičajno deževna in hladna (Mesečni bilten ARSO - avgust 2005, Mesečni bilten ARSO - avgust 2006).

Ob štirikratnem vzorčevanju na notranjih postajah slovenskega obalnega morja (Slika 3) so bile temperature med 7,39 °C (februar, površinski 5-m sloj) in 23,61 °C (avgust,

0 m) na postaji 000K in med 7,29 °C (februar, 5 m) in 23,30 °C (avgust, 5 m) na postaji 00MA. Tudi te vrednosti kažejo na rahlo nižje najvišje temperature v letu 2006 v primerjavi z letom poprej (Mozetič *et al.*, 2006), še bolj pa z letom 2004 (Mozetič *et al.*, 2005). Iz slike je tudi razvidna izrazitejša temperaturna slojevitost v maju, medtem ko je bil v ostalih mesecih vodni stolpec dokaj temperaturno homogen. Deževno in hladno vreme v prvi polovici avgusta je pripelvalo k padcu površinskih temperatur in k premešanju plitvega vodnega stolpa ter izostanku termokline v tem mesecu.

Slanost. V splošnem so največja nihanja slanosti zabeležena v površinskem sloju, kjer se najbolj kaže vpliv padavin in povečanih sladkovodnih pretokov; ta vpliv lahko ob izjemnih razmerah zaznamo tudi v globljih slojih vodnega stolpa (5-10 m). V letu 2006 je bil razpon nihanj površinske slanosti manjši kot v letu 2005 (Mozetič *et al.*, 2006). Površinska slanost na postaji 00CZ je bila med 36,84 psu (april in september) in 38,26 psu (februar), na postaji 000F pa med 37,16 psu (april) in 38,27 psu (januar) (Slika 4). Na postaji 000F slanost ni nikoli padla pod 37 psu in le še v treh primerih (maj, julij in september) smo izmerili površinsko slanost $\leq 37,5$ psu. Vpliv sladke vode je bil kot običajno večji na postaji 00CZ: razširjanje sladke vode smo zabeležili večkrat (12 meritev $< 37,5$ psu) in tudi v globljih podpovršinskih slojih (5 in tudi 10 m) kot na postaji 000F. Vendar so bile v povprečju razlike med postajama majhne ($37,82 \pm 0,30$ psu postaja 000F in $37,76 \pm 0,35$ psu postaja 00CZ). V nasprotju s prejšnjimi leti tudi nismo zabeležili pozno-jesenskega viška (oktober-november), je pa bilo opaziti dolgotrajnejše zadrževanje rahlo oslajene vode vzdolž skoraj celotnega vodnega stolpa, razen v pridnenem sloju (okoli 38 psu), v pozno poletnih mesecih (avgust, september) zaradi obilnega deževja v tem času.

Tudi maloštevilne meritve na dodatnih merilnih mestih (Slika 5) kažejo na to, da so bile nižje površinske slanosti značilne za spomladanski (36,63 psu na postaji 000K in 37,20 psu na postaji 00MA) in poletni mesec (36,90 psu na postaji 000K in 37,27 psu na postaji 00MA), v februarju pa smo vzdolž celotnega vodnega stolpa izmerili visoke slanosti (≥ 38 psu). Vpliv sladke vode je bil bolj zaznaven na postaji 000K, ki leži blizu estuarija reke Rižane. Novembrske meritve kažejo na dokaj velike razlike v slanosti med površinskimi in globljimi sloji, vendar je potrebno omeniti, da smo slanost novembra merili z ročnim refraktometrom, ker je bila sonda v popravilu. Ročni refraktometer pa ima zelo grobo delitev skale v primerjavi s sondo (na 0,5 psu).

Prosojnost. Prosojnost morske vode, izmerjena s Secchi ploščo, je bila med 5 in 19 m (Slika 6). Največjo prosojnost smo izmerili avgusta na postaji 000F, ob tem vzorčevanju je bila zabeležena tudi največja prozornost na postaji 00CZ (15 m), ki pa je bila za 4 m manjša kot na postaji 000F. Dobre razmere smo v mesecu avgustu zabeležili tudi na obeh notranjih postajah (12 m), ki imata praviloma manjšo prosojnost vodnega stolpa zaradi bližine obale in manjše globine (resuspenzija sedimenta). Velika prosojnost vode je bila značilna še za februar, junij, julij in september (> 10 m). Najslabše razmere so bile značilne za jesensko-zimske mesece (oktober-december, januar), pa tudi za mesece površinskih slanostnih nižkov (april, maj) z izjemo septembra. Decembra smo izmerili najmanjšo globino Secchi plošče (5 in 6 m) na postajah 00CZ in 000F, kar se ujema z rezultati iz leta 2005 (Mozetič *et al.*, 2006). Na obeh notranjih postajah pa smo izmerili najnižjo prosojnost v maju (5-6 m). V povprečju je bila globina Secchi plošče večja na postaji 000F ($11,0 \pm 4,3$ m) v primerjavi s postajo 00CZ ($10,5 \pm 2,9$ m), obe pa sta bili večji od lanskoletnih.

Kisik

Raztopljeni kisik. Sezonska dinamika koncentracij raztopljenega kisika je podobna na postajah 000F in 00CZ (Slika 7). Koncentracije so bile med 4,61 mg/l (september, dno) in 9,12 mg/l (februar, 15 m) na postaji 00CZ in med 5,04 mg/l (marec, 10 m) in 9,05 (februar, dno). Visoke koncentracije kisika smo izmerili v zimskih mesecih (januar-februar), maja ter v pozno-jesenskih mesecih (november-december). Razlika med temi viški je ta, da so bile v hladnejših mesecih visoke koncentracije izmerjene na vseh globinskih nivojih, ob majskem višku pa so bile opazne večje razlike med posameznimi vodnimi sloji (najnižje vrednosti na površini). Te razlike bile značilne tudi za vse nadaljnje mesece od junija do avgusta na postaji 000F oz. do oktobra na postaji 00CZ. Najbolj izrazita razlika med posameznimi sloji pa je bila opazna ob obeh nižkih: na postaji 000F so bile nizke koncentracije (< 6 mg/l) zabeležene na globini 10 in 21 m, zgornji sloji pa so imeli koncentracijo $> 7,3$ mg/l. Podobno je bilo septembra na postaji 00CZ, kjer je močno izstopal pridneni sloj. Ta pozno-poletni do jesenski nižek je značilen za najglobljo postajo Tržaškega zaliva, kjer smo v preteklosti večkrat zabeležili hipoksične razmere (< 2 ml/l kisika), izjemoma pa anoksijo. V letu 2006 se je najnižja pridnena koncentracija kisika (4,61 mg/l oz. 3,23 ml/l) rahlo približala koncentracijski meji hipoksije, vendar so se razmere že naslednji mesec - v oktobru izboljšale.

Rezultati štirikratnih meritev na dodatnih merilnih mestih kažejo podobne razmere (Slika 8): najvišje koncentracije smo izmerili v najhladnejšem mesecu – februarju (9,21 mg/l na postaji 000K, 5 m in 9,17 mg/l na postaji 00MA, prav tako 5 m). Maja so koncentracije nekoliko upadle; največji padec smo zabeležili v površinskem sloju, kar ustreza kisikovim razmeram tudi na zunanjih postajah zaliva (Slika 7). Najnižje koncentracije nasploh pa smo izmerili v avgustu (<7 mg/l na obeh postajah in v vseh vodnih slojih). Absolutna nizka sta bila izmerjena pri dnu postaje 000K (6,30 mg/l) in na površini postaje 00MA (6,58 mg/l). Novembrske koncentracije so bile podobne oz. nekoliko nižje od majskih, razlike med posameznimi sloji pa niso bile tako izrazite (7,70-7,90 mg/l na postaji 000K in 7,58-7,77 mg/l na postaji 00MA).

Nasičenost s kisikom. Nasičenost s kisikom nad 100% na postajah 000F in 00CZ je bila v splošnem značilna za maj in julij, izjema so bile le nekatere pridnene oz. površinske vrednosti (Slika 9). Največji % nasičenosti je bil izračunan maja na globini 5 m na postaji 000F (114 %) in julija na globini 15 m na postaji 00CZ (109 %). Nasičenost s kisikom se je približala 100% nasičenosti še septembra in novembra na postaji 000F ter oktobra in novembra na postaji 00CZ. Najnižje % nasičenost smo praviloma izračunali v mesecih in vodnih slojih nizkov kisikovih koncentracij: marca in aprila na postaji 000F (54-77 %) ter septembra (63 %) in avgusta (78 %) v pridnenem sloju postaje 00CZ, pa tudi marca in aprila skoraj vzdolž celotnega vodnega stolpa.

Izračuni nasičenosti s kisikom ob štirikratnih vzorčevanjih na obeh dodatnih merilnih mestih ne kažejo velikih razlik med postajama, obdobji in vodnimi sloji (Slika 10). Supersaturacijske razmere so bile na obeh postajah zabeležene v maju (največ okoli 110 %), zelo dobre razmere (okoli 100 %) pa so bile značilne tudi za november. Najmanjši % nasičenosti, vendar še vedno visok, smo izračunali v avgustu: 91 % v pridnenem sloju postaje 000K in 95 % v površinskem sloju postaje 00MA.

Biokemijska potreba po kisiku (BPK₅). Biokemijska potreba po kisiku je eden od tistih parametrov, ki, podobno kot v prejšnjih letih, nima neke značilne dinamike in je zelo spremenljiv. Na postaji 00CZ so bile vrednosti BPK₅ med 0,03 mg/l (marec, april) in 1,39 mg /l (februar), na postaji 000F pa med 0,07 mg/l (marec, april) in 1,29 mg/l (maj) (Slika 11). V splošnem lahko rečemo, da so se nižki in viški BPK₅ v grobem ujemali z nižki in viški koncentracij raztopljenega kisika (Slika 7): ob nizkih koncentracijah kisika je bila tudi BPK₅ nizka in obratno. Zanimivo je, da so bile

najvišje koncentracije na obeh postajah izmerjene v pridnenem sloju. Tako nobeden od viškov ne sovпада s padcem površinske slanosti, kar bi sicer lahko povezali s povečanimi sladkovodnimi vnosi organske snovi, ki je primerna za bakterijsko razgradnjo in porabo kisika, pač pa gre te visoke koncentracije morda pripisati bakterijski razgradnji sedimentirane organske snovi v pridnenem sloju. Postaja 00CZ je bila v povprečju ($0,53 \pm 0,40$ mg/l) rahlo bogatejša z razpoložljivo organsko snovjo za bakterijsko razgradnjo v primerjavi s postajo 000F ($0,42 \pm 0,35$ mg/l), nihanja pa pa bila na obeh postajah velika. Na splošno pa so te koncentracije zelo nizke v primerjavi s tistimi iz močno onesnaženih voda (npr. komunalne odplake), za katere je ta parameter eden od indikatorjev stopnje onesnaženja.

Tudi dodatni merilni mesti kažeta velika nihanja koncentracij BPK₅ (Slika 12): od 0,30 mg/l (avgust, dno) do 1,51 mg /l (februar, 0 m) na postaji 000K ter od 0,16 mg/l (avgust, 5 m) do 2,13 mg/l (februar, dno) na postaji 00MA. Razen sezonskega ujemanja viškov in nizkov, druge podobnosti med obema postajama nismo zasledili.

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 povprečju 5 % v letu 2006) in je to le vmesna oblika pri transformaciji anorganskih dušikovih spojin, predstavljamo le dve najpomembnejši dušikovi spojini: amonij in nitrat.

Amonij. Sezonska dinamika amonija na obeh zunanjih postajah je podobna (Slika 13), saj smo viške praviloma zabeležili v enakih mesecih, pa tudi povprečni letni koncentraciji sta si podobni ($0,90 \pm 0,71$ $\mu\text{mol/l}$ na postaji 000F in $0,98 \pm 0,93$ $\mu\text{mol/l}$ na postaji 00CZ). Na postaji 000F so bile koncentracije amonija med 0,14 $\mu\text{mol/l}$ (november, 0 m) in 3,44 $\mu\text{mol/l}$ (junij, dno), na postaji 00CZ pa med 0,16 $\mu\text{mol/l}$ (november, 5 m) in 4,14 $\mu\text{mol/l}$ (september, dno). Visoke koncentracije na postaji 00CZ smo izmerili tudi v juniju vzdolž celotnega vodnega stolpa (2,71-3,60 $\mu\text{mol/l}$), kar sovпада z junijskim viškom na postaji 000F, ki je bil prav tako izmerjen na vseh globinah vodnega stolpa. Po drugi strani pa je bila visoka septembrska koncentracija na postaji 00CZ omejena le na pridneni sloj in delno na globine 15-20 m (okoli 1,5 $\mu\text{mol/l}$). Povišane pridnene koncentracije amonija smo na tej postaji zabeležili že mesec poprej – v avgustu (1,71 $\mu\text{mol/l}$). Poletno-jesenski pridneni viški amonija se

praviloma pojavljajo vsako leto, ker je v teh mesecih vodni stolp najbolj stratificiran in poteka v sloju pri dnu, ki je gostotno oddeljen od zgornjih slojev, razgradnja nakopičene organske mase. Ti pridneni viški sovpadajo tudi z najnižjimi koncentracijami raztopljenega kisika na postaji 00CZ (Slika 7), kot posledica aerobne razgradnje organske snovi. Na postaji 000F smo prav tako v septembru zabeležili najvišjo koncentracijo v pridnenem sloju (okoli 1 $\mu\text{mol/l}$), ki pa je bila mnogo nižja kot na postaji 00CZ. Najnižje koncentracije ($<0,2 \mu\text{mol/l}$) smo na obeh postajah izmerili v novembru, nizke vrednosti pa so bile značilne še za februar in julij. Z izjemo nekaterih viškov oz. povišanih koncentracijah v posameznih vodnih slojih, so bile koncentracije amonija na obeh postajah praviloma enakomerno porazdeljene vzdolž vodnega stolpa.

Tudi na obeh dodatnih merilnih mestih sta si bili sezonska porazdelitev koncentracij amonija in razpon njihovih vrednosti dokaj podobni. Najvišje koncentracije smo izmerili v avgustu (1,03 $\mu\text{mol/l}$ na postaji 000K, pridneni sloj; 1,18 $\mu\text{mol/l}$ na postaji 00MA, 0 m), najnižje pa v februarju (0,33 $\mu\text{mol/l}$ na postaji 000K, 10 m; 0,30 $\mu\text{mol/l}$ na postaji 00MA, 0 m) (Slika 14). Visoko koncentracijo amonija smo na postaji 000K zabeležili še v maju na površini (1,02 $\mu\text{mol/l}$), na postaji 00MA pa povišanih koncentracij $> 1 \mu\text{mol/l}$, razen avgustovskega viška, nismo izmerili. Izračunani srednji vrednosti kažeta, da so bile na postaji 000K koncentracije amonija nekoliko višje ($0,72 \pm 0,21 \mu\text{mol/l}$) v primerjavi s postajo 00MA ($0,65 \pm 0,22 \mu\text{mol/l}$), zelo podobni SD pa kažeta na enake odklone od srednjih vrednosti.

Nitrat. Tako kot pri amoniju, smo tudi pri nitratu zabeležili višje absolutne in povprečne letne koncentracije na postaji 00CZ. Vrednosti so bile med 0,05 $\mu\text{mol/l}$ (julij, 10 m) in 7,78 $\mu\text{mol/l}$ (april, 0 m) na postaji 00CZ ter med 0,01 $\mu\text{mol/l}$ (avgust, 15 m) in 6,72 $\mu\text{mol/l}$ (januar, 0 m) na postaji 000F (Slika 15). Povprečne letne vrednosti so bile $1,75 \pm 1,49 \mu\text{mol/l}$ (postaja 00CZ) in $1,55 \pm 1,40 \mu\text{mol/l}$ (postaja 000F) in v obeh primerih nižje kot v letu 2005 (srednje vrednosti $>2 \mu\text{mol/l}$) (Mozetič *et al.*, 2006).

Skupna značilnost letne dinamike koncentracij nitrata je ta, da smo visoke koncentracije v grobem zabeležili v prvi polovici leta, po julijskem nižku pa so koncentracije rahlo in postopoma naraščale proti koncu leta, vendar niso dosegle zimsko-spomladanskih vrednosti. Izjema je bila postaja 00CZ, kjer smo septembra v pridnenem sloju izmerili zelo visoke koncentracije nitrata (4,88 $\mu\text{mol/l}$). Sicer pa so

bili viški omejeni na zgornje sloje vodnega stolpa (0-5 m, včasih tudi do 10 m). Opazna pa je tudi neenakomerna porazdelitev nitrata po vodnih slojih (v nasprotju z amonijem) bodisi zaradi slanostne ali temperaturne stratifikacije.

Dinamika nitrata sovpada s porazdelitvijo površinskih slanosti na obeh postajah, saj se visoke koncentracije nitrata v zgornjih slojih praviloma pojavljajo v času površinskih slanostnih nizkov, tj. razlivanju sladke vode po površini Tržaškega zaliva (april, maj, junij; Slika 4). Izostanek jesenskega slanostnega nižka zaradi razmeroma sušne jeseni in nizkih rečnih pretokov se zrcali v razmeroma nizkih koncentracijah nitrata v pozno jesenskih mesecih. Pri tem je potrebno omeniti dve izjemi, ko smo opazili razhajanja med slanostjo in nitratom: absolutno najvišja koncentracija nitrata na postaji 000F je bila izmerjena v januarju, ko smo izmerili tudi najvišjo slanost, po drugi strani pa nizke slanosti v septembru niso sovpadale s povečanimi koncentracijami nitrata v površinskem sloju obeh postaj. Tedaj smo visoke/povišane koncentracije nitrata izmerili v sloju pri dnu kot posledica mineralizacije organske snovi, visoke površinske koncentracije nitrata (pa tudi v globljih slojih) v januarju pa bi lahko bile posledica premešanja vodnega stolpa in vnosa visokih koncentracij v zgornje sloje (tudi za december 2005 so značilne visoke koncentracije na postaji 000F) (Mozetič *et al.*, 2006). Najnižje koncentracije smo izmerili v poletnih mesecih, natančneje juliju ($<0,4 \mu\text{mol/l}$), kar je bilo značilno tudi za prejšnja leta (*ibid.*).

Vrednosti nitrata na dodatnih merilnih mestih so bile med $0,15 \mu\text{mol/l}$ (avgust, dno) in $4,89 \mu\text{mol/l}$ (februar, 0 m) na postaji 00MA ter med $0,12 \mu\text{mol/l}$ (maj, dno) in $4,44$ (avgust, 0 m) $\mu\text{mol/l}$ na postaji 000K (Slika 16). Viška in nižka sta bila izmerjena v istih vodnih slojih (površina oz. dno), vendar v različnih mesecih. V primerjavi z letom poprej, so bile v letu 2006 najvišje koncentracije nitrata na obeh merilnih mestih nižje. Visoke vrednosti smo na postaji 000K izmerili tudi v februarju vzdolž celotnega vodnega stolpa ($2,64\text{-}3,11 \mu\text{mol/l}$), pa tudi na postaji 00MA so bile ob februarškem vzorčevanju, poleg absolutnega površinskega viška, visoke koncentracije značilne za ostale globinske nivoje ($3,56\text{-}4,74 \mu\text{mol/l}$). V februarju in novembru so bile koncentracije nitrata na obeh postajah dokaj enakomerno porazdeljene po vodnem stolpu (izjema pridneni sloj novembra na postaji 000K), ob spomladanskem in poletnem vzorčevanju pa je izstopal površinski sloj.

Skupni dušik. Poleg anorganskih dušikovih spojin smo merili tudi skupni dušik, ki vključuje še organske spojine. Delež organskih spojin smo izračunali iz razlike med

skupnim dušikom in anorganskim dušikom (vsota koncentracij nitrita, nitrata in amonija). Organske dušikove spojine so, tako kot v preteklih letih, veliko prispevale k skupnemu dušiku. Njihov povprečni delež za vse postaje in za celotno vzorčevalno obdobje je znašal 92 ± 5 % skupnega dušika, kar je zelo podobno povprečni vrednosti iz leta 2005 (90 ± 7 %) (Mozetič *et al.*, 2006). Prav zaradi visokih deležev organskega dušika pri skupnem dušiku, se sezonska dinamika slednjega v glavnem ne ujema s porazdelitvijo obeh anorganski oblik (amonij, nitrat) in ne sledi dejavnikom, ki lahko vplivajo na njuno porazdelitev (npr. vnosi s kopnega, stratifikacija vodnega stolpa, privzem anorganskih soli s strani fitoplanktona in izgradnja biomase planktona, razgradnja organske snovi idr.).

Koncentracije skupnega dušika so bile od 21,18 $\mu\text{mol/l}$ (februar, 10 m) do 52,05 $\mu\text{mol/l}$ (november, 20 m) na postaji 00CZ ter med 18,90 $\mu\text{mol/l}$ (oktober, 0 m) in 49,81 $\mu\text{mol/l}$ (julij, 5 m) na postaji 000F. Iz slike sezonske dinamike skupnega dušika obeh postaj (Slika 17) lahko razberemo tri obdobja povišanih koncentracij, ki delno sovpadajo: na obeh postajah smo zabeležili visoke vrednosti v poletnih mesecih (junij-julij), novembra ter še januarja na postaji 000F oz. marca na postaji 00CZ. Tudi obdobji nizkov sovpadata - februar in oktober. Povprečni letni vrednosti obeh postaj sta podobni lanskoletnim povprečnim koncentracijam, pri čemer je srednja vrednost postaje 00CZ ($36,57\pm 7,61$ $\mu\text{mol/l}$) ponovno večja od tiste s postaje 000F ($33,33\pm 7,01$ $\mu\text{mol/l}$).

Tudi na dodatnih merilnih mestih (Slika 18) smo najvišje vrednosti izmerili novembra, le da je bilo to na postaji 000K v sloju 10 m (49,54 $\mu\text{mol/l}$), na postaji 00MA pa pri dnu (53,32 $\mu\text{mol/l}$). Vendar so bile visoke koncentracije skupnega dušika (>40 $\mu\text{mol/l}$) v tem mesecu značilne za vse vodne sloje. Najnižje koncentracije skupnega dušika so bile na postaji 000K izmerjene februarja na globini 10 m (24,95 $\mu\text{mol/l}$), na postaji 00MA pa avgusta v pridnenem sloju (18,39 $\mu\text{mol/l}$). Sicer pa je bila porazdelitev skupnega dušika z izjemo maja na postaji 000K in avgusta na postaji 00MA bolj ali manj enakomerna vzdolž vodnega stolpa.

Hranilne snovi fosforja

Anorganski fosfat. Koncentracije anorganskega fosfata so bile tako kot v preteklih letih zelo nizke in zelo variabilne, tako časovno kot prostorsko (med postajama): v povprečju $0,06\pm 0,07$ $\mu\text{mol/l}$ na postaji 00CZ in $0,05\pm 0,05$ $\mu\text{mol/l}$ na postaji 000F.

Razpon koncentracij je bil od meje detekcije metode (0,01 $\mu\text{mol/l}$) do 0,43 $\mu\text{mol/l}$ na postaji 00CZ (avgust, dno) oz. 0,22 $\mu\text{mol/l}$ na postaji 000F (avgust, 0 in 10 m) (Slika 19). Povišane koncentracije $>0,1$ $\mu\text{mol/l}$ so bile na postaji 000F izmerjene le še dvakrat in sicer ponovno avgusta na globini 5 m (0,18 $\mu\text{mol/l}$) in junija na površini (0,18 $\mu\text{mol/l}$). Manjši višek smo zabeležili še januarja vzdolž celotnega vodnega stolpa (0,06-0,09 $\mu\text{mol/l}$). Z izjemo štirih viškov $>0,1$ $\mu\text{mol/l}$, ki so bili omejeni le na posamezne sloje, so bile v ostalih mesecih nizke koncentracije dokaj enakomerno porazdeljene po vodnem stolpu. Na postaji 00CZ so bile visoke koncentracije fosfata omejene zlasti na pridneni sloj v daljšem obdobju od julija do septembra (0,15-0,43 $\mu\text{mol/l}$), vendar smo septembra povišano koncentracijo izmerili tudi na površini (0,20 $\mu\text{mol/l}$). Zabeležili smo še manjši spomladanski višek in sicer marca na globini 15 m (0,22 $\mu\text{mol/l}$). Koncentracije pod mejo detekcije metode smo določili februarja (celoten vodni stolp) in oktobra (pridneni sloji) na postaji 000F ter ponovno februarja (10-15 m), maja (10-20 m) in junija (5-15 m) na postaji 00CZ.

Štirikratne meritve na dodatnih merilnih mestih kažejo na velika nihanja koncentracij anorganskega fosfata, tako v času in prostoru (med postajama in po posameznih globinah) (Slika 20). Višje koncentracije smo zabeležili na postaji 00MA. Vrednosti so bile med 0,01 $\mu\text{mol/l}$ (februar, 5 m in dno) in 0,12 $\mu\text{mol/l}$ (avgust, 0 m) na postaji 000K ter med 0,01 $\mu\text{mol/l}$ (februar, celoten vodni stolp) in 0,21 $\mu\text{mol/l}$ (november, 10 m) na postaji 00MA. Na tej postaji smo v novembru izmerili povišane koncentracije (0,12-0,13 $\mu\text{mol/l}$) še v slojih >10 m, medtem ko je bil površinski sloj nasprotno osiromašen s fosfatom. V nasprotju s postajo 00MA, so bile na postaji 000K visoke koncentracije izmerjene v avgustu in maju, vendar je samo avgustovski površinski višek presegel koncentracijo 0,1 $\mu\text{mol/l}$.

Skupni fosfor. Skupni fosfor predstavlja organske (vgrajene v organizmih in v suspendirani snovi) in anorganske fosforjeve spojine v raztopljeni in partikulatni obliki. Velik delež odpade na organske spojine in v letu 2006 je v povprečju (upoštevajoč vse postaje in globine) ta delež predstavljal 76 ± 18 % vseh fosforjevih spojin. Kljub velikemu deležu organskih fosforjevih spojin in v nasprotju z dinamiko celotnega dušika in anorganskega dušika, se je dinamika skupnega fosforja dokaj ujemala z dinamiko anorganskega fosfata.

To je še zlasti razvidno iz slike zunanjih postaj (Slika 21). Na postajah 000F in 00CZ smo viške in povišane koncentracije praviloma izmerili v istih meseci in istih vodnih

slojih kot pri anorganskemu fosfatu, pri čemer je bilo to ujemanje večje na postaji 00CZ. Koncentracije skupnega fosforja so bile med 0,11 $\mu\text{mol/l}$ (maj, 0 m) in 0,51 $\mu\text{mol/l}$ (september, dno) na postaji 00CZ ter med 0,12 $\mu\text{mol/l}$ (februar, 0 m in april, 5 m) in 0,39 $\mu\text{mol/l}$ (november, dno) na postaji 000F. Povišane koncentracije skupnega fosforja smo na postaji 00CZ zabeležili še v daljšem obdobju od maja do avgusta v pridnenem sloju (0,26-0,46 $\mu\text{mol/l}$), septembra v površinskem sloju (0,43 $\mu\text{mol/l}$) ter marca na globini 15 m (0,31 $\mu\text{mol/l}$). Na postaji 000F pa smo porast koncentracij skupnega fosforja zabeležili še v juniju na površini (0,36 $\mu\text{mol/l}$) in tudi januarja na globini 5-15 m (0,23 $\mu\text{mol/l}$). Junjski višek in januarski porast skupnega fosforja je primerljiv s porastom koncentracij anorganskega fosfata, medtem ko se novembrski pridneni višek skupnega fosforja in velik avgustovski višek fosfata v zgornjih slojih ne prekrivata. Za obe postaji je značilno, da so bile v mesecih nizkih koncentracij skupnega fosforja le-te dokaj enakomerno porazdeljene po vodnem stolpu, visoke koncentracije pa so bile praviloma omejene na posamezne vodne sloje (predvsem pridneni in/ali površinski/zgornji 5-m sloji). Povprečna letna koncentracija skupnega fosforja je bila nekoliko višja na postaji 00CZ ($0,22 \pm 0,08 \mu\text{mol/l}$) v primerjavi s postajo 000F ($0,20 \pm 0,06 \mu\text{mol/l}$).

Koncentracije skupnega fosforja na dodatnih merilnih mestih so bile med 0,16 $\mu\text{mol/l}$ (februar, 0 m) in 0,35 $\mu\text{mol/l}$ (november, 10 m) na postaji 000K ter med 0,14 $\mu\text{mol/l}$ (februar, površina in dno) in 0,30 $\mu\text{mol/l}$ (maj, 0 m) na postaji 00MA (Slika 22). Obdobje nizkov se ujema z obdobjem najnižjih koncentracij anorganskega fosfata – februar, vendar nizki niso bili izmerjeni v istih vodnih slojih, čeprav je tudi res, da so bile na vseh globinskih nivojih zabeležene nizke koncentracije obeh parametrov. Obdobja viškov skupnega fosforja in anorganskega fosfata pa se niso ujemala, vendar so bile v vseh teh mesecih izmerjene visoke koncentracije obeh parametrov. Visoke koncentracije skupnega fosforja na postaji 000K smo tako izmerili še v avgustu na površini (0,33 $\mu\text{mol/l}$) in pri dnu (0,26 $\mu\text{mol/l}$), na postaji 00MA pa v novembru na globini 5 m (0,28 $\mu\text{mol/l}$) in pri dnu (0,26 $\mu\text{mol/l}$).

Hranilne snovi silicija

Raztopljeni anorganski silicij se v morski vodi povečini nahaja v obliki silikatnega iona SiO_4^{4-} . Tako kot v prejšnjih letih smo viške oz. visoke koncentracije silikata izmerili v poletno-jesenskem času v pridnenem sloju kot posledica raztapljanja

biogenega silicija, vgrajenega zlasti v zunanje skeletne strukture (frustule) sedimentiranih planktonskih diatomej, najverjetneje pa so svoj delež prispevale tudi bentoške diatomeje. Poleg tega smo v letu 2006 zabeležili tudi marčevski višek vzdolž celotnega vodnega stolpa (Slika 23).

Vrednosti koncentracij silikata so bile od 1,86 $\mu\text{mol/l}$ (junij, 10 m) do 11,61 $\mu\text{mol/l}$ (marec, 0 m) na postaji 000F ter od 1,23 $\mu\text{mol/l}$ (junij, 20 m) do 17,08 $\mu\text{mol/l}$ (september, dno) na postaji 00CZ. Te razlike se odražajo tudi na povprečni letni koncentraciji, ki je znatno višja na postaji 00CZ ($5,41 \pm 2,52 \mu\text{mol/l}$) kot na postaji 000F ($4,48 \pm 1,81 \mu\text{mol/l}$). Kot je razvidno iz Slike 23, smo viške silikata na obeh postajah zabeležili v različnih obdobjih (marec in september), čeprav so bile visoke marčevske koncentracije vzdolž celotnega vodnega stolpa (6,85-11,81 $\mu\text{mol/l}$) značilne tudi za postajo 00CZ. Povišanih pridnenih koncentracij, izmerjenih julija na postaji 000F (9,44 $\mu\text{mol/l}$), na postaji 00CZ nismo izmerili, nasprotno pa se septembrski višek na postaji 00CZ (8,59-17,08 $\mu\text{mol/l}$) v globljih slojih od globine 15 m do dna, ni ujemal z mnogo nižjimi koncentracijami v istem času na postaji 000F (<5 $\mu\text{mol/l}$). Tako kot pri drugih hranilih, je tudi v primeru dinamike silikata moč razlikovati med obdobji premešanega (marec) in razslojenega (julij, september) vodnega stolpa in porazdelitvijo visokih koncentracij v povezavi s fizikalnimi lastnostmi morske vode. Najnižje koncentracije silikata pa smo zabeležili v istem mesecu (junij).

Štirikratne meritve na dodatnih merilnih mestih kažejo drugačne razmere kot na dveh zunanjih postajah (Slika 24). Na postaji 000K smo izmerili višje koncentracije kot na postaji 00MA, ki so bile v razponu 1,31-5,16 $\mu\text{mol/l}$ (postaja 000K) in 0,82-3,60 $\mu\text{mol/l}$ (postaja 00MA). Viške smo izmerili v novembru na postaji 000K in v maju na postaji 00MA, visoke koncentracije >4 $\mu\text{mol/l}$ pa smo na postaji 000K izmerili tudi februarja in maja. Na splošno lahko rečemo, da smo na postaji 000K ob vseh štirih vzorčevanjih zabeležili viške silikata praviloma na globini 5 m, medtem ko so bili pridneni sloji vedno najbolj revni s silikatом (1,31-1,60 $\mu\text{mol/l}$). Na postaji 00MA pa sta bila zlasti maj in februar bogata s silikatом vzdolž celotnega vodnega stolpa, avgusta in novembra pa se koncentracije niso dvignile nad 2 $\mu\text{mol/l}$. Takšno dinamiko raztopljenega silicija bi lahko povezali z izpostavljenostjo postaje 000K stalnemu vplivu reke Rižane, ki se izliva v Koprski zaliv. Majhna globina obeh postaj v primerjavi z obema zunanjima postajama pa najverjetneje ne omogoča vzpostavitev

stabilnega, razslojenega vodnega stolpa in s tem nakopičenja reaktivnega silikata v pridnenem sloju v poletnih mesecih.

Skupna suspendirana snov in partikulatni organski ogljik

V splošnem bi lahko za dinamiko skupne suspendirane snovi (TSS) na zunanjih postajah zaliva lahko rekli, da je bila skozi leto 2006 in vzdolž posameznih vodnih slojev dokaj uravnotežena z izjemo posameznih izrednih viškov (Sliki 25 in 26). Vsebnost TSS je edini parameter, kjer so bile povprečne letne vrednosti v 2006 višje na postaji 000F ($3,22 \pm 4,50$ mg/l) v primerjavi s postajo 00CZ ($1,88 \pm 2,09$ mg/l).

Dva izrazita viška smo na postaji 000F zabeležili julija v zgornjih 10 m vodnega stolpa (16,23-19,67 mg/l) in oktobra na vseh globinskih nivojih (10,34-10,93 mg/l). Poleg tega smo novembra zabeležili še osamljen višek TSS na globini 15 m (10,72 mg/l), medtem ko so bile koncentracije na ostalih globinah mnogo nižje ($< 2,3$ mg/l). Izračunani deleži organskega ogljika (POC: 0,8-2,2 %) kažejo, da je ob teh viških prevladovala anorganska frakcija (mineralizirana organska snov: zunanji vnosi, mineralizacija organske snovi in premešanje vodnih slojev ter resuspenzija sedimenta). V vseh ostalih mesecih so bile koncentracije TSS mnogo nižje (≤ 5 mg/l), najnižjo vsebnost TSS pa smo zabeležili septembra na površini (0,1 mg/l). V nasprotju z močno razgrajeno suspendirano snovjo v času viškov TSS, smo visoke deleže POC izračunali za daljše obdobje od maja do septembra z najvišjimi vrednostmi $\geq 30\%$ v maju (35,6 % na površini). Povišan delež organskega ogljika je bil izračunan tudi v decembru na globini 5 m (26,0 %).

Prostorsko (posamezni vodni sloji) in časovno omejeni viški TSS so bili na postaji 00CZ nekoliko številčnejši (Slika 26). Najvišje vrednosti smo podobno kot na postaji 000F zabeležili v oktobru, vendar le v pridnenem sloju (11,96 mg/l) in tudi novembra na globini 20 m (11,24 mg/l). Poleg tega smo izmerili še nekaj posamičnih povišanih koncentracij (v območju 5 do 7 mg/l) v prvi polovici leta, sicer pa so bile vrednosti TSS ob vseh ostalih vzorčevanjih $\leq 2,5$ mg/l z nizkom v maju na globini 10 m (0,38 mg/l). Tudi na tej postaji smo najbolj razgrajeno organsko snov z najnižjim deležem organskega C zabeležili v času viškov TSS, tj. oktobra (1,0 %) in novembra (1,6 %), pa tudi maja (1,2 %). Daljše obdobje povišane vsebnosti partikulatnega organskega ogljika v vzorcih morske vode je segalo od aprila do julija (višek 37,6 % julija na

globini 15 m), vsebnost POC >30% pa smo zabaležili tudi novembra in decembra na 10 m.

Na dodatnih merilnih mestih smo viške oz. povišane koncentracije TSS (Slika 27) izmerili v istih mesecih v površinskem sloju in na globini 5 m: 2,61 mg/l (000K) in 2,55 mg/l (00MA) v februarju ter 2,94 mg/l (000K) in 1,80 mg/l (00MA) v avgustu. Te koncentracije so mnogo nižje od najvišjih, izmerjenih na zunanjih postajah, vendar je potrebno upoštevati, da so bile meritve na dodatnih merilnih mestih izvedene le štirikrat. Tako so bile vrednosti TSS v februarju in avgustu na postajah 000F in 00CZ zelo podobne najvišjim koncentracijam na postajah 000K in 00MA iz istega obdobja. Najnižje koncentracije pa smo določili novembra na postaji 000K (0,77 mg/l, 10 m) in avgusta na postaji 00MA (0,45 mg/l, 10 m), čeprav so bile za slednjo nizke koncentracije (zlasti v globljih slojih) značilne tudi v novembru.

Skladno s porazdelitvijo TSS smo najvišje deleže organskega ogljika izračunali ob nižjih TSS (Slika 28). Višje deleže POC smo zabeležili na postaji 00MA; kar 4-krat so bili >20%, z viškom novembra v pridnenem sloju (pribl. 22 %). Tudi majski vzorci so bili na splošno bogati z organskim ogljikom (10,7-21,5 %), pa tudi en avgustovski (21 %, 10 m). Najnižje deleže smo izračunali februarja (3,6 %). Na postaji 000K so bili deleži POC v splošnem rahlo nižji, vendar je tudi tu, sicer majhna sususpendirana snov v mesecu maju, vsebovala največje deleže organskega ogljika (10,4-20,5 %). Sususpendirana snov je bila najbolj razgrajena avgusta na površini (3,5 % POC).

Biomasa fitoplanktona

Splošna značilnost fitoplanktonske biomase (koncentracija klorofila *a*) v letu 2006 je ta, da je bila njena porazdelitev med zunanjimi (Slika 29) in notranjimi postajami (Slika 30) jugovzhodnega dela Tržaškega zaliva razmeroma podobna in v primerjavi s prejšnjimi leti, tja do leta 2002, zelo nizka. To velja tako za absolutne vrednosti, ki niso presle 4 µg/l, kot tudi za letna povprečja zunanjih postaj, ki so bila po dolgih letih pod 1 µg/l. Povprečna letna vrednost za postajo 000F v letu 2006 je bila $0,45 \pm 0,41$ µg/l, za postajo 00CZ pa $0,69 \pm 0,60$ µg/l (Tabela 12).

Vrednosti klorofilne biomase so bile med 0,06 µg/l (julij, 0 m) in 1,93 µg/l (november, 15 m) na postaji 000F ter med 0,06 µg/l (januar, dno) in 3,87 µg/l (julij, dno) na postaji 00CZ. V grobem lahko rečemo, da smo na obeh postajah zabeležili tri viške: daljše poletno-jesensko obdobje od junija do septembra s povečanimi

koncentracijami v pridnenem sloju (0,76-0,98 µg/l na postaji 000F in 1,23-3,87 µg/l na postaji 00CZ) in na globini 20 m (1,63-2,47 µg/l, samo postaja 00CZ), novembrski višek vzdolž celotnega vodnega stolpa (1,16-1,93 µg/l na postaji 000F in 0,74-1,54 µg/l na postaji 00CZ) in manjši zgodnje spomladanski višek, zabeležen februarja na postaji 00CZ (1,02 µg/l) oz. marca na postaji 000F (0,76 µg/l). Razlika med obema postajama, poleg nižjih absolutnih koncentracij na postaji 000F, je bila ta, da smo na postaji 00CZ visoke koncentracije izmerili v pridnenem sloju kot posledico kopičenja sedimentirane fitoplanktonske biomase, na postaji 000F pa so bile najvišje vrednosti izmerjene v času jesenskega premešanega vodnega stolpa vzdolž vseh globin; še najmanjše koncentracije so bile tedaj izmerjene pri dnu. Povišano pridneno koncentracijo Chl *a* (okoli 1 µg/l) smo sicer izmerili tudi avgusta na dnu postaje 000F, vendar najverjetneje manj izrazita termoklina ni dopuščala tolikšnega kopičenja fitoplanktona in nemešanja z zgornjimi sloji kot na postaji 00CZ.

V letu 2006 nismo zabeležili značilnega spomladanskega viška Chl *a*, ki ga povezujemo s povečanimi sladkovodnimi pritoki oz. s povečanimi vnosi hranilnih snovi. Rahel porast koncentracij Chl *a* v zgodnje-spomladanskih mesecih bi lahko bil posledica premešanih razmer in s tem enakomerne porazdelitve hranil v vodnem stolpu, skupaj z že nekoliko boljšimi svetlobnimi razmerami kot npr. v jesensko-zimskih mesecih. Izostanek sladkovodnega vnosa hranil pa je najverjetneje onemogočil razvoj večjega fitoplanktonskega cvetenja. Nasprotno pa se spomladansko razlivanje sladke vode po zalivu od aprila do junija, zaznamovano z nizki površinske slanosti in viški nitrata, ni odražalo na povečani biomasi. Eden od razlogov je lahko vzorčevalna strategija, po kateri vzorčujemo vse parametre hkrati, tako da ne moremo zaznati odgovora fitoplanktonske združbe na vnose hranil z določenim časovnim zamikom.

Tudi na dodatnih merilnih mestih (Slika 30) smo najvišje koncentracije Chl *a* izmerili v novembru (1,19 µg/l na obeh postajah: pri dnu na postaji 00MA in na 10 m globine na postaji 000K). Sicer pa so bili vsi vodni sloji na postaji 000K bogati s klorofilno biomaso (>1 µg/l), na postaji 00MA pa so se koncentracije Chl *a* povzpele nad 1 µg/l le v globljih slojih. Povišane vrednosti smo zabeležili še v maju, prav tako na obeh merilnih mestih: 1,10 µg/l pri dnu postaje 00MA in 0,91 µg/l ponovno v 10-m sloju postaje 000K. Najnižje oz. zelo nizke koncentracije smo izmerili februarja (0,03 µg/l v površinskem sloju postaje 00MA in 0,16 µg/l v vodnem stolpu postaje 000K od 5 m

do dna). Sicer pa so bile tudi avgustovske vrednosti zelo nizke, saj so samo v enem primeru presegle koncentracijo 0,50 µg/l.

Abundanca in sestava fitoplanktona

Abundanco in taksonomsko sestavo fitoplanktona smo spremljali na postaji 000F na treh globinah vodnega stolpa (Slika 31). Abundanca fitoplanktona je bila med $2,2 \times 10^5$ cel./l (avgust, 5 m) in $2,7 \times 10^6$ cel./l (junij, 15 m). Zabeležili smo še dva manjša viška in sicer aprila v zgornjem 5-m sloju ($1,5-1,6 \times 10^6$ cel./l) ter novembra, prav tako v zgornjih slojih (okoli $1,1 \times 10^6$ cel./l). Zelo nizke abundance ($\leq 4,0 \times 10^5$ cel./l) smo zabeležili v zimskih mesecih (januar-februar) na vseh vzorčevalnih globinah. Enakomerna porazdelitev fitoplanktona v vertikalni smeri je bila značilna tudi še v marcu, potem pa so se pričeli vodni sloji glede porazdelitve fitoplanktona razlikovati. To je bilo še posebej očitno v aprilu, zlasti pa v juniju, kjer smo na globini 15 m zabeležili absolutno najvišjo abundanco, ki je bila kar 3-krat večja od abundance, zabeležene v površinskem sloju. Z izjemo tega velikega junijskega viška v globljih slojih, smo najvišje abundance praviloma zabeležili v površinskem sloju, občasno pa tudi na globini 5 m. V decembru, tako kot v prvih treh mesecih leta, so se razlike med vodnimi sloji ponovno zabrisale ($4,7-6,1 \times 10^5$ cel./l).

Primerjava letne dinamike abundance s fitoplanktonsko biomaso na postaji 000F (Slika 29) kaže določena razhajanja, ki so lahko posledica razlik v vsebnosti Chl *a*/celico pri različnih vrstah oz. skupinah fitoplanktona (vrstno specifična vsebnost Chl *a*/celico), dejstva, da Chl *a* ni popolnoma ekvivalenten celični biomasi (celični ogljik), saj je tu še kopica drugih pomožnih pigmentov, količina Chl *a* se lahko tudi spreminja pri posameznih vrstah kot oblika fiziološkega odgovora (npr. sinteza več Chl *a*/celico v zmanjšanih svetlobnih razmerah). Nenazadnje pa je to lahko posledica »metodološke napake« pri štetju pod mikroskopom. Pri rutinskih mikroskopskih pregledih je namreč težko ločiti med živimi in razpadajočimi celicami, ki ne vsebujejo več Chl *a* ali pa ga imajo zelo malo. To bi lahko bil primer junijskega viška abundance na globini 15 m, ki pa ga pri klorofilni biomasi nismo zaznali. Tedaj so močno prevladovali mikroflagelati, majhna, netaksonomska skupina bičkastih alg, ki imajo v primerjavi z dinoflagelati ali diatomejami manjšo vsebnost Chl *a*/celico, lahko pa da so že bili v stacionarni fazi oz. fazi razpadanja. Novembrska viška obeh parametrov, s katerimi opisujemo značilnosti fitoplanktonske združbe, sta sovpadala,

tretji - spomladanski višek pa je pri fitoplanktonski abundanci nastopil aprila, medtem ko smo rahel porast Chl *a* na globini 5 m zabeležili marca.

Iz Slike 31, ki prikazuje tudi abundanco posameznih skupin fitoplanktona (integrirane vrednosti abundance v zgornjih 15 m vodnega stolpa), lahko razberemo, katere skupine oz. razredi fitoplanktona so največ prispevali k celotnemu številu. Tako kot vedno, sta bila najštevilčnejša netaksonomska skupina majhnih ($\leq 10 \mu\text{m}$), avtotrofnih bičkarjev – mikroflagelatov, ki združuje predstavnike različnih razredov planktonskih mikroalg in pa razred diatomej. V povprečju so bili mikroflagelati najštevilčnejša skupina ($5,6 \times 10^5 \pm 2,6 \times 10^5 \text{ cel./l}$) in so prevladovali v večjem delu leta (v povprečju $76 \pm 19 \%$ skupnega števila). Njihov višek smo zabeležili maja ($1,0 \times 10^6 \text{ cel./l}$), vendar je bilo celo spomladansko obdobje od aprila do junija zaznamovano z veliko abundanco mikroflagelatov ($> 8,5 \times 10^5 \text{ cel./l}$), drugi manjši višek pa smo zabeležili v oktobru ($6,5 \times 10^5 \text{ cel./l}$). Ob teh viških je bil njihov delež tudi do 96 %, kar pomeni, da so bili ti bičkasti organizmi skoraj edini predstavniki fitoplanktona v vzorcih morske vode. Delež diatomej se je samo enkrat povzpел nad 50 % in sicer novembra, ko smo zabeležili sezonski višek diatomej ($5,7 \times 10^5 \text{ cel./l}$). Manjši porast diatomej smo zabeležili še aprila, junija in julija ($3,7\text{-}4,4 \times 10^5 \text{ cel./l}$), vendar se je samo julija delež diatomej približal 50 %, saj so bili mikroflagelati v aprilu in juniju daleč najštevilčnejša skupina. Obe skupini sta bili najmanj številčni ob absolutnem nižku celotnega fitoplanktona, tj. v februarju. Tedaj so nekoliko porasli kokolitoforidi ($3,4 \times 10^4 \text{ cel./l}$) s prevladujočo vrsto *Emiliana huxleyi*, njihov delež je dosegel 10 % celotnega števila. Tudi dinoflagelati so v februarju dosegli največji delež skupnega števila (8 %), vendar so bili najštevilčnejši v aprilu ($2,7 \times 10^4 \text{ cel./l}$)

Na splošno lahko rečemo, da je bilo število celotnega fitoplanktona in s tem posameznih skupin nižje kot v letu 2005 (Mozetič *et al.*, 2006), mikroflagelati pa so bili daleč najštevilčnejša in najbolj prevladujoča skupina fitoplanktona.

Trofični indeks – TRIX

Izračunane vrednosti trofičnega indeksa TRIX prikazujemo kot srednje vrednosti vodnega stolpa za posamezno postajo (Slika 32). Srednje vrednosti trofičnega indeksa so bile med $2,58 \pm 0,50$ (postaja 000F, julij) in $4,25 \pm 0,25$ (postaja 00CZ, marec). Vrednosti TRIX indeksa med 2 in 4 odražajo visok trofični status morja in v letu 2006

je bilo kar 90,6 % vseh povprečnih vrednosti v tem statusu. Upošteva se še pozitivne standardne deviacije (+SD), pa se ta delež nekoliko zmanjša (81,3 %) Najvišja povprečna vrednost in ostalih 5 meritev ($\langle X \rangle + SD$) v razponu med 4 in 5 pa odražajo dober trofični status. Dober trofični status morske vode je bil tako dosežen marca na obeh zunanjih postajah ter aprila, avgusta, septembra in decembra na postaji 00CZ. Najboljše trofične razmere pa so bile v povprečju dosežene v februarju in avgustu z izjemo postaje 00CZ ter seveda v juliju na postaji 000F. Trofične razmere med postajami so bile dokaj variabilne. Najmanj variabilne (med postajami in med globinami) izgledajo razmere v maju in novembru.

Izračuni TRIX indeksa na dodatnih merilnih mestih, ki sta bili izbrani na obremenjenih območjih obalnega morja (to velja zlasti za postajo 000K), kažejo na zelo dobre in podobne trofične razmere v letu 2006, saj so bile vse absolutne vrednosti znotraj visokega trofičnega statusa (<4). V primerjavi z letom 2005 so bile razmere bistveno boljše, saj je lanskoletno povprečje obeh notranjih postaj odražalo dober trofičen status, na postaji 00MA pa smo celo zabeležili absolutno najslabšo vrednost TRIX indeksa v letu 2005 (5,86) (Mozetič *et al.*, 2006).

Absolutne vrednosti obeh zunanjih postaj so veliko bolj variabilne: na postaji 000F smo nekoliko slabše razmere (dober trofični status, TRIX: 4-5) zabeležili na vseh globinah vodnega stolpa v marcu (4,01-4,29), pa še aprila (4,05) in decembra (4,00) v površinskem sloju, vendar so bile skoraj vse te vrednosti pravzaprav na meji med visokim in dobrim trofičnim statusom. Na postaji 00CZ so bile razmere drugačene – slabše, saj smo dober trofični status določili v 27 % vseh meritev (predvsem marec, april, delno december in pridneni sloji v poletnih mesecih), ena meritev (5,17; september, dno) pa je odražala srednji trofični status (TRIX: 5-6), blizu pa ji je bila tudi avgustovska vrednost pridnenega sloja (4,95).

Navkljub tem časovno in prostorsko omejenim variacijam pa sta obe zunanji postaji v povprečju odražali visok trofični status morja ($3,29 \pm 0,54$, postaja 000F in $3,50 \pm 0,62$, postaja 00CZ) in v primerjavi z letom poprej so bile razmere boljše ($3,73 \pm 0,63$, postaja 000F in $3,98 \pm 0,74$, postaja 00CZ v letu 2005) (*ibid.*).

3.1.2 Prednostni in indikativni parametri

Skupini prednostnih in indikativnih parametrov predstavljamo skupaj, saj gre za spojine – kemične onesnaževalce, s katerimi določami kemijski status vodnih teles. Poleg tega se določeni parametri (npr. težke kovine) pojavljajo tako na listi prednostnih kot indikativnih parametrov, zato jih je smiselno podajati skupaj.

Težke kovine

Težke kovine v vodi. Rezultati preskušanj so pokazali, da so težke kovine praviloma prisotne na vseh mestih vzorčevanja. Koncentracije kadmija so na meji zaznavanja za vodotopne oblike (Tabela 13). Tudi za živo srebro je ugotovljeno, da so izmerjene koncentracije za vodotopne oblike na meji zaznavanja za uporabljene metode preskušanja. Izjema je merilno mesto vzorčevanja 00MA v Piranskem zalivu, kjer je za $N=4$ vrednost $X_{\text{SREDNJA}}=0,19 \mu\text{g/l Hg}$ in $X_{\text{MAX}}=0,70 \mu\text{g/l Hg}$.

Rezultati analiz težkih kovin (Cd, Hg, Cu, Zn, Cr, Ni in Pb) kažejo, da izmerjene koncentracije za vodotopne oblike na nobenem merilnem mestu ne presegajo mejnih vrednosti, določenih z Uredbo o kemijskem stanju površinskih voda (UL RS 11/2002). Glede na izmerjene vrednosti je ocenjeno, da nekoliko višje koncentracije cinka prevladujejo na območju Koprškega zaliva (postaja 000K).

Baker je na vseh merilnih mestih prisoten v podobnih koncentracijah. Razlike med srednjimi in najvišjimi vrednostmi so majhne; na osnovi 90 percentilnih vrednosti za $N=4$ je ocenjeno, da prevladujejo koncentracije, ki so blizu srednjim vrednostim. Razlike v koncentracijah bakra med merilnimi mesti so minimalne.

Težke kovine v sedimentu. Na vseh štirih postajah obalnega morja smo z liste prednostnih parametrov določevali vsebnost živega srebra in kadmija v zgornjem 2-cm sloju sedimenta. Na dodatnih merilnih mestih pa smo določili še preostalih 5 kovin, ki sodijo med indikativne parametre. Meritve smo izvajali v novembru, rezultate pa prikazujemo na Sliki 33, posebej za živo srebro in kadmij ter za preostalih pet kovin.

Koncentracije živega srebra so bile ponovno, tako kot v prejšnjih letih, daleč najvišje na postaji 00CZ sredi Tržaškega zaliva (1,450 mg/kg), najnižje pa na postaji 00MA (0,129 mg/kg). Tej je sledila postaja 000K (0,253 mg/kg), na postaji 000F pa smo izmerili koncentracijo 0,392 mg/kg. Letos smo prvič zasledili, da je imela postaja

000F večjo (skoraj dvakratno!) vsebnost Hg kot postaja 000K. Predvidevamo, da so najvišje koncentracije Hg na postaji 00CZ, ki so kar 4- do 11-krat višje od koncentracij, izmerjenih na drugih postajah, posledica vpliva reke Soče in vsebnosti Hg v tej reki. V primerjavi s prejšnjimi leti, odkar smo pričeli izvajati meritve vsebnosti težkih kovin v sedimentu v okviru tega monitoringa, so vsebnosti v letu 2006 v sedimentu obeh dodatnih merilnih mest v Piranskem (postaja 00MA) in Koprskem zalivu (postaja 000K) rahlo upadle (Slika 34). Razmere so drugačne na zunanjih postajah zaliva, kjer ni opaziti upadanja koncentracij Hg, ampak ostajajo vsebnosti v letu 2006 zelo podobne tistim iz prejšnjih let (predvsem 2003). Sediment postaje 00MA ostaja v povprečju najmanj onesnažen s Hg ($0,144 \pm 0,018$ mg/kg), tisti s postaje 00CZ pa najbolj ($1,206 \pm 0,462$ mg/kg).

Vsebnosti kadmija so bile zelo podobne na vseh merilnih mestih ($0,120$ - $0,160$ mg/kg), najnižje pa so bile na postaji 00MA (Slika 33). Primerjava med leti (2003-2006) in postajami kaže naraščajoč trend onesnaženja sedimenta s Cd zlasti na zunanjih postajah (00CZ in 000F). Na postaji 000K smo v letu 2006 prav tako izmerili najvišje vsebnosti Cd doslej, vendar je bila ta koncentracija zelo podobna tisti iz leta 2004 (Slika 34). Na postaji 00MA pa se je koncentracija celo znižala v primerjavi z zadnjimi dvema leti. Postaja 000K je v povprečju najbolj onesnažena s kadmijem ($0,122 \pm 0,047$ mg/kg), najmanj pa postaja 000F ($0,092 \pm 0,042$ mg/kg). Ostaja pa dejstvo, da smo največji porast koncentracij Cd na vseh postajah opazili med leti 2003 in 2004.

Meritve kroma, cinka, niklja, bakra in svinca na dodatnih merilnih mestih so pokazale večjo vsebnost vseh težkih kovin na postaji 000K, pri čemer so bile razlike med postajama v koncentracijah Zn najmanjše, v koncentracijah Cu pa največje (Slika 33). Ta rezultat je v nasprotju s tistim iz leta 2005, kjer smo največje razlike opazili prav v vsebnosti cinka (Mozetič *et al.*, 2006). Primerjava letnih nihanj vsebnosti posameznih kovin v sedimentu (Slika 35) je pokazala rahel trend upadanja koncentracij težkih kovin na obeh postajah le v primeru Cu, delno tudi Ni, pri ostalih kovinah pa zaradi medletnih variacij trenda ni mogoče zaznati. V primeru Pb smo v letu 2006 izmerili doslej najvišje koncentracije.

Organske halogenirane spojine

Organske halogenirane spojine smo določali na dveh merilnih mestih - 000F in 00CZ, v vodi in sedimentu. V obeh matriksih, na vseh mestih vzorčevanja in v celotnem času izvajanja programa monitoringa v letu 2006, so bile izmerjene vsebnosti organskih halogeniranih spojin na koncentracijskem nivoju meje zaznavanja za uporabljene metode preskušanja.

Pentaklorfenol

Pentaklorfenol smo določali na dveh merilnih mestih - 000F in 00CZ, v vodi. Na vseh mestih vzorčevanja in v celotnem času izvajanja programa monitoringa v letu 2006, so bile izmerjene vsebnosti pentaklorfenola na koncentracijskem nivoju meje zaznavanja za uporabljene metode preskušanja.

Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH) v sedimentu

PAH-e v sedimentu smo določali na postajah 000K in 00MA (Tabela 14), vzorčevanje pa je potekalo v septembru.

Vsebnost PAH-ov v površinski plasti sedimenta je bila na merilnem mestu 000K zmerno povišana, medtem ko so koncentracije na mestu 00MA razmeroma nizke. Zmerna onesnaženost na postaji 000K je najverjetneje posledica intenzivnega pomorskega prometa v Koprskem zalivu (Luka Koper). Poleg pomorskega prometa sta možna vira onesnaževanja še samo mesto Koper, predvsem v zimskem času, in le deloma čiščene komunalne odplake, v katere se zbirajo tudi meteorne vode (spiranje ulic, cest).

Med PAH-i so prevladovale spojine, ki so bolj značilne za pirogeni izvor (nealkilirani PAH-i). Tako so bile višje koncentracije pirena in fluorantena, predstavnikov ogljikovodikov pirogenega izvora. Takšen izvor PAH-ov pa še potrjujejo PAH-i z več kondenziranimi aromatskimi obroči (benzo, dibenzo in indeno derivati). Pojavnost alkiliranih derivatov fenantrena in pirena pa kaže tudi na manjši petrogeni izvor PAH-ov.

3.1.3 Ocena kemijskega stanja morja

Ocena kemijskega stanja morja je izdelana na osnovi določil Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (UL RS 11/2002). Na osnovi rezultatov preskušanj,

primerjave izmerjenih vrednosti z mejnimi vrednostmi za posamezen parameter in ocene trendov, je ocenjeno sledeče (Tabela 13; glej tudi Tabelo 11a in Sliko 36):

- za **nitratni ion (NO₃⁻)** povprečna letna koncentracija na nobenem merilnem mestu ne presega predpisane mejne vrednosti;
- za težke kovine: **kadmij, cink, svinec, baker, krom, nikelj** in **živo srebro** povprečne letne koncentracije ne presegajo predpisane mejne vrednosti na nobenem merilnem mestu, zato je kemijsko stanje za vse naštete parametre ocenjeno kot **dobro**;
- v primeru **organskih halogeniranih spojin** in **pentaklorfenola** so bile koncentracije v vodi na obeh merilnih mestih (000F in 00CZ) in ob vseh štirih vzorčenjih pod mejo detekcije in daleč pod mejnimi vrednostmi iz Uredbe UL RS 11/2002. Zato velja, da je kemijsko stanje vodnih teles na podlagi teh parametrov **dobro**.

Na podlagi naštetih parametrov je bilo kemijsko stanje na vseh merilnih mestih ocenjeno kor **dobro**.

3.2 MONITORING KAKOVOSTI VODE ZA ŽIVLJENJE IN RAST MORSKIH ŠKOLJK IN MORSKIH POLŽEV

Parametri tega programa so razdeljeni v dve skupini: parametri onesnaženja in parametri kakovosti. Vendar jih v tem poročilu prikazujemo po sklopih glede na frekvenco vzorčevanja in matriks. V letu 2006 smo spremljali stanje kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev na treh gojiščih užitne klapavice v slovenskem delu Tržaškega zaliva: v Strunjanu (postaja 0024), Seči (postaja 0035) in na Debelem rtiču (postaja 00DB).

Slanost in kisik

Vrednosti slanosti in koncentracij raztopljenega kisika ter stopnje nasičenosti s kisikom so bile na postajah 0024, 0035 in 00DB podobne kot na postajah obalnega morja.

V letu 2005 smo zabeležili dva večja in en manjši površinski padec slanosti (Slika 37). Prvi sezonski nižek oz. padec površinske slanosti smo izmerili aprila na postajah

00DB (36,68 psu) in 0035 (37,02 psu), na postaji 0024 pa je slanost z marčevske vrednosti 37,95 psu aprila padla na 37,44 psu. Absolutno najnižjo slanost smo izmerili maja (36,23 psu), vendar je bil ta padec zabeležen le na postaji 00DB. Drugi nižek, ki je bil ponovno bolj izrazit na školjčičih na Debelem rtiču (36,49 psu) in v Seči (37,12 psu), veliko manj pa v Strunjanu (37,49 psu), smo izmerili avgusta. Tretji padec površinske slanosti v letu 2006 pa je bil izmerjen novembra, vendar le na postaji 0024, kljub vsemu pa slanost ni padla pod 37 psu. Najvišje površinske slanosti smo izmerili v hladnem delu leta in sicer v februarju na postaji 0024 (38,21 psu) ter marca na postajah 0035 (38,02 psu) in 00DB (38,07 psu). V povprečju je bila postaja 00DB najbolj pod vplivom sladkovodnih vnosov oz. razširjanja sladke vode po površini (srednja letna vrednost: $37,40 \pm 0,63$ psu), vendar razlike v primerjavi z ostalima postajama niso bile velike ($37,50 \pm 0,36$ psu na postaji 0035; $37,61 \pm 0,35$ psu na postaji 0024). Tako kot za morske postaje velja tudi v primeru školjčič, da je bilo leto 2006 razmeroma suho in z izjemo postaje 00DB v povprečju bolj slano kot leto 2005 (Mozetič *et al.*, 2006). V pridnenem sloju ni bilo zaznati vpliva sladke vode, le v novembru in delno v decembru smo opazili rahlo znižanje slanosti (do 37 psu) v sloju pri dnu na postajah 0024 in 00DB (Slika 37). Nihanja med postajami so bila veliko manjša kot v primeru površinske slanosti (izjema november zaradi meritev slanosti z ročnim refraktometrom).

Koncentracije raztopljenega kisika (Slika 38) so bile najvišje v zimskih mesecih (januar in februar), ko smo zabeležili najnižje temperature morske vode. To je bilo značilno tako za površinske (8,55-8,70 mg/l v januarju in 8,94-9,07 mg/l v februarju) kot pridnene vodne sloje (8,45-8,67 mg/l v januarju in 8,95-9,00 mg/l v februarju), saj je bil tedaj vodni stolpec popolnoma premešan in je bil kisik enakomerno porazdeljen po vodnem stolpu. Po februarjem površinskem višku kisika, so koncentracije v marcu močno padle (6,88-7,20 mg/l) ter ponovno narasle v spomladanskih mesecih (april-maj), vendar so ostale daleč pod zimskimi koncentracijami. Drugi površinski nižek kisika smo zabeležili v avgustu (6,64-6,83 mg/l), absolutno najnižjo koncentracijo kisika v površinskem sloju v letu 2006 pa smo izmerili oktobra na postaji 0035 (6,11 mg/l). V zadnjih dveh mesecih leta so koncentracije spet nekoliko narasle (do 7,81 mg/l).

V pridnenem sloju so bile razlike med postajami v vsebnosti kisika večje kot na površini (Slika 38). To je bilo očitno zlasti v spomladanskih mesecih od marca do

maja. V nasprotju s površinskim slojem smo upad koncentracij kisika beležili v topljšem delu leta in z vzpostavitvijo razslojenega vodnega stolpa. Tako smo najnižje pridnene koncentracije izmerili v avgustu na postajah 0024 in 00DB(6,51-6,68 mg/l); izjema je bila ponovno postaja 0035, kjer smo absolutni nižek (6,45 mg/l), tako kot v površinskem sloju, zabeležili v oktobru. Postaja 0035 je bila v povprečju tako na površini ($7,47 \pm 0,81$ mg/l), kot pri dnu ($7,66 \pm 0,95$ mg/l) najmanj bogata s kisikom, čeprav smo na tej postaji izmerili absolutni višek raztopljenega kisika v 2006 (9,60 mg/l).

Nasičenost s kisikom je bila v površinskem sloju največja na postaji 0024 ($97,4 \pm 8,0$ %), sledila je postaja 00DB ($96,8 \pm 8,9$ %), najnižja pa je bila na postaji 0035 ($95,7 \pm 9,8$ %). Le v maloštevilnih primerih je % nasičenosti padel pod 90 % (Slika 39). Najnižji delež smo izračunali marca na vseh postajah (74,1-76,7 %), skladno s padcem vsebnosti raztopljenega kisika. Supersaturacijske razmere (>100 %) so bile, z manjšimi odstopanji, značilne za dolgo obdobje od maja do septembra, z viškom v juliju (okoli 108 %). V pridnenem sloju so bile razmere podobne, le da smo daleč največjo nasičenost s kisikom zabeležili maja na postaji 00DB (120,6 %), čeprav so bile supersaturacijske razmere zabeležene še v juliju, septembru pa tudi novembru. Tudi v pridnenem sloju smo najnižji % nasičenosti izračunali v marcu, vendar vrednosti niso padle pod 82 %. Tudi v tem sloju je bil v povprečju najnižji delež izračunan za postajo 0035, najvišji pa, nasprotno od površinskega sloja, za postajo 00DB.

Toksični fitoplankton

Vzorke morske vode, v katerih smo določevali število in vrstno sestavo dinoflagelatov, povzročiteljev DSP in PSP zastrupitve, ter kremenastih alg iz rodu *Pseudo-nitzschia*, povzročiteljev ASP zastrupitve, smo vzorčevali dvakrat mesečno od junija do vključno oktobra na treh postajah: 0024, 0035 in 00DB. Vzorčevali in analizirali smo integrirane vzorce morske vode.

Pojavljanje osebkov iz rodu *Alexandrium* (Slika 40), ki lahko povzročajo PSP zastrupitev, se je razlikovalo od pojavljanja v letu 2005 Mozetič *et al.*, (2006), saj smo povišane abundance z junijskim viškom zaznali le na postaji 00DB. Tu je bila že v prvi polovici junija abundanca osebkov iz rodu *Alexandrium* 1000 cel./l. Število celic je nato na postaji 00DB upadlo in le še dvakrat doseglo abundanco 250 cel./l (ob

koncu junija in avgusta). Na ostalih dveh postajah (0024 in 0035) so bili osebki iz rodu *Alexandrium* sicer navzoči bolj ali manj skozi celo vzorčevalno obdobje, vendar njihova abundanca ni presegla 150 cel./l. Manjšega oktobrskega viška, kot v letu 2005, ni bilo zaznati na nobeni postaji. Med najdenimi osebki iz rodu *Alexandrium* smo do vrste določili le *A. pseudogonyaulax*, ki je bil v vzorčevalnem obdobju zelo maloštevilen; pojavil se je namreč le v drugi polovici junija na postaji 00DB (10 cel./l). Junijsko pojavljanje je sicer za to vrsto značilno.

Dinamika potencialnih povzročiteljev DSP zastrupitev, torej vrst dinoflagelatov iz rodov *Dinophysis* in *Prorocentrum*, je bila v grobem podobna kot leta 2005, z dvema letnima viškoma (Slika 41). Abundanca teh organizmov je variirala od nobenega opaženega osebka v vzorcu do 130 cel./l na postajah 0024 in 00DB ter 220 cel./l na postaji 0035. Že ob prvem vzorčevanju v sredini junija smo zaznali prvi letni višek, kar je za te organizme običajno. Najbolj izrazit je bil ta višek na postaji 0035, kjer smo prešteli 120 cel./l, na drugih dveh postajah pa je bila abundanca pod 100 cel./l. Za junijskim viškom je število DSP povzročiteljev na postajah 0024 in 0035 upadlo in ostajalo bolj ali manj nizko (večinoma pod 70 cel./l) vse do septembra. Ob koncu tega meseca smo zabeležili drugi letni višek z 220 cel./l na postaji 0035 ter 120 cel./l na postaji 0024, kar je prav tako običajno za DSP povzročitelje. Od opisanega vzorca odstopa dinamika DSP povzročiteljev na postaji 00DB, saj tu ne spomladanski ne jesenski višek nista bila izrazita (največ 70 cel./l), največjo abundanco pa so DSP organizmi na tej postaji dosegli avgusta s 130 cel./l.

Tako po številu vrst kot skupni abundanci, je prevladoval rod *Dinophysis* (*D. caudata*, *D. fortii*, *D. rotundata*, *D. sacculus* in *D. sp.*), le na postaji 0035 smo ob vzorčevanju konec junija določili še vrsto *Prorocentrum lima*. Vsaka vrsta je imela svojo značilno dinamiko in je različno prispevala k skupni abundanci. Junija in julija je v vzorcih prevladoval *D. sacculus*, kar je bilo najbolj očitno na postaji 00DB (do 100 cel./l). Vrsto *D. rotundata* smo v vzorcih opazili skozi celotno vzorčevalno obdobje, večinoma v nizkem številu, najbolj številčna pa je bila septembra na postaji 0024 (do 50 cel./l). Vrsta *D. caudata* je dosegala visoke abundance le na postaji 00DB, kjer je s 100 cel./l največ doprinesla k zgoraj omenjenemu avgustovskemu višku. Značilno jesensko vrsto *D. fortii* smo v vzorcih morske vode našli v septembru in oktobru, ko je tudi predstavljala večinski delež drugega letnega viška z abundancami do 180 cel./l (postaja 0035).

V vzorcih smo prepoznali tudi dve potencialno strupeni vrsti dinoflagelatov - *Lingulodinium polyedrum* in *Protoceratium reticulatum*, ki izločata jesotoksine (povzročajo podobne simptome kot DSP toksini). *L. polyedrum* smo v vzorcih v nizkem številu opazili skoraj preko celega vzorčevalnega obdobja, povečano abundanco pa smo zabeležili le na dveh postajah: na postaji 0035 je bil najštevilčnejši junija (120 cel./l), na postaji 00DB pa avgusta (90 cel./l). Od julija do septembra se je občasno pojavljala tudi vrsta *P. reticulatum*, vendar ni preseгла abundance 20 cel./l.

V letu 2006 smo prvič spremljali tudi dinamiko toksičnih kremenastih alg iz rodu *Pseudo-nitzschia*, ki so potencialni povzročitelji ASP zastrupitve (Slika 42). Najvišje abundance smo zabeležili takoj na začetku vzorčevalnega obdobja v juniju, ko smo na postaji 00DB prešteli kar 655000 cel./l, na ostali dveh postajah pa so bile abundance znatno nižje (okoli 70000 cel./l na postaji 0024 in 32000 cel./l na postaji 0035). Od julija do septembra so bili osebki iz rodu *Pseudo-nitzschia* sicer vedno navzoči, vendar v nizkem številu (nekaj 1000 cel./l). Konec septembra smo na postajah 0024 ter 0035 zabeležili še drugi višek z okoli 30000 in 55000 cel./l. Na postaji 00DB ta višek ni bil zaznaven.

Nekateri parametri kakovosti in onesnaženja

V Tabeli 15 so zbrani podatki o nekaterih parametrih kakovosti in onesnaženja, ki smo jih merili 4-krat letno v površinskem sloju posameznih postaj.

Temperatura površinskega sloja vode je bila praviloma za nekaj desetink °C višja na postaji 0024. Vrednosti pH ne kažejo nobenih odstopanj od vrednosti, značilnih za morje. Največjo količino skupne sususpendirane snovi smo na vseh postajah določili v februarju (4,01-5,77 mg/l), v vseh nadaljnjih vzorcih pa je bilo TSS manj. Sicer pa je bila v povprečju postaja 00DB najbogatejša s TSS ($3,88 \pm 1,46$ mg/l), najrevnejša pa postaja 0024 ($3,41 \pm 0,62$ mg/l).

Število fekalnih koliformnih bakterij kaže na velika nihanja fekalnega onesnaženja med postajami in med meseci. Zgolj sezonske meritve analiz fekalnih koliformnih bakterij kažejo na povišane koncentracije klic fekalnega onesnaženja v poletnih mesecih. Abundance fekalnih koliformov v morski vodi so variirale od 1 do 180 FK/100ml, najvišjo vrednost pa smo zabeležili avgusta na postaji 00DB, natanko tako kot v letu 2005, ko so bile tudi na ostalih postajah v tem mesecu zabeležene najvišje vrednosti (Mozetič *et al.*, 2006). Najnižje abundance FK v letu 2006 smo določili v novembru. Školjke lahko filtrirajo velike količine vode in je zato bolj primerna metoda določanja sanitarne kakovosti samih školjk, kar določa Pravilnik o veterinarskih pogojih za proizvodnjo in dajanje živih školjk na trg (UL RS 33/2001, UL RS 1/2004).

Težke kovine

Težke kovine smo določali v vodi (dvakrat), sedimentu (enkrat) in organizmih (dvakrat), pri čemer smo v sedimentu in školjčjem mesu (vrsta *Mytilus galloprovincialis*) določali le kadmij in živo srebro. Rezultati meritev so prikazani v Tabelah 16 in 17.

Težke kovine v vodi. Rezultati preskušanj so pokazali, da so težke kovine prisotne na vseh mestih vzorčevanja. Koncentracije kadmija so na meji zaznavanja za vodotopne oblike na vseh treh merilnih mestih (Tabela 16). Tudi za živo srebro je ugotovljeno, da so izmerjene koncentracije za vodotopne oblike na meji zaznavanja za uporabljene metode preskušanja na dveh merilnih mestih (Piranski zaliv (Seča) – 0035 in Debeli rtič – 00DB). Na merilnem mestu Strunjanski zaliv – 0024 so bile v primerjavi z

omenjenima merilnima mestoma izmerjene višje koncentracije živega srebra, vendar niso presegle mejne vrednosti, predpisane v Uredbi UL RS 46/2002.

Prav tako je za cink, krom, nikelj in svinec ugotovljeno, da izmerjene koncentracije za vodotopne oblike ne presegajo mejnih vrednosti, določenih z Uredbo UL RS 46/2002.

Baker je na vseh treh merilnih mestih prisoten v zelo podobnih koncentracijah.

Težke kovine v mesu školjk in sedimentu. Pri vsebnosti kadmija in živega srebra v mesu školjk so opazne razlike med postajami in med sezonami (Tabela 17). Školjke, nabrane v marcu, so imele na vseh postajah višjo vsebnost Cd in Hg; ti rezultati se ujemajo s tistimi iz let 2005 in 2004 (Mozetič *et al.*, 2005, 2006). Glede prostorskih variacij, pa so bile školjke s postaje 0024 najbolj onesnažene s tema elementoma. Najmanj Hg so vsebovale školjke s postaje 0035, najmanj Cd pa školjke s postaje 00DB. Najvišje vsebnosti Hg v školjkah iz Strunjanskega zaliva sovpadajo z eno preseženo mejno vrednostjo koncentracij Hg v vodi na tej postaji.

Vsebnosti kovin v sedimentu kažejo drugačno sliko: največ Hg in Cd je bilo na postaji 00DB. Razlike med postajami so bile razmeroma majhne v primeru Cd (1,2-krat več Cd na Debelem rtiču kot v Seči in Strunjanu), v primeru Hg pa bistveno večje. Vsebnost Hg v sedimentu postaje 00DB je bila namreč 3-krat (postaja 0024) do 5-krat (postaja 0035) večja. Koncentracije Cd v sedimentu so zelo podobne koncentracijam štirih postaj obalnega morja, koncentracije Hg pa so, z izjemo postaje 00DB, podobne tistim s postaje 00MA, za katero so značilne najnižje vsebnosti Hg. Najvišje koncentracije Hg in Cd v sedimentu smo tudi v letu 2005 izmerili na postaji 00DB (Mozetič *et al.*, 2006). Vsebnosti obeh elementov v obeh letih ostajajo na pribl. enakem koncentracijskem nivoju na vseh treh merilnih mestih.

Organske halogenirane spojine

Organske halogenirane spojine so se določale v vodi. Na vseh merilnih mestih in v celotnem času izvajanja programa monitoringa v letu 2006, so bile izmerjene vsebnosti organskih halogeniranih spojin na koncentracijskem nivoju meje zaznavanja za uporabljene metode preskušanja.

Mineralna olja

Na vseh mestih vzorčevanja je ugotovljena prisotnost mineralnih olj:

Strunjanski zaliv (postaja 0024): $X_{\text{SREDNJA}}=0,006 \mu\text{g/l}$ in $X_{\text{MAX}}=0,008 \mu\text{g/l}$; Seča (postaja 0035): $X_{\text{SREDNJA}}\leq 0,005 \mu\text{g/l}$; Debeli rtič (postaja 00DB): $X_{\text{SREDNJA}}=0,005 \mu\text{g/l}$ in $X_{\text{MAX}}=0,008 \mu\text{g/l}$. Izmerjene vsebnosti so na koncentracijskem nivoju meje zaznavanja za uporabljene metode preskušanja, prav tako ni bila ugotovljena prisotnost vidnega filma na vodi, zato izmerjene vsebnosti mineralnih olj niso ocenjene za neustrezne/slabe Uredbe UL RS 46/2002.

3.2.1 Ocena kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev

Ta ocena je podana na podlagi meritev fizikalnih, kemijskih in mikrobioloških parametrov kakovosti morske vode in primerjave z mejnimi vrednostmi iz Priloge 1 oz. določili 5. člena Uredbe o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (UL RS 46/2002), pa tudi določil Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (UL RS 11/2002).

- 100% vzorcev (zahtevano 95%) ne presega mejne vrednosti za **slanost** (40 psu). Odstopanje najvišjih in najnižjih vrednosti slanosti od srednje vrednosti je manjše od 10% ($\Delta \leq 3,6\%$). Ocena kakovosti vodnega telesa na treh školjčičih: **ustrezna/dobra**.
- 100% vzorcev (zahtevano 95%) ni nižjih od posamične mejne vrednosti za **nasičenost s kisikom** ($\geq 60\%$). Povprečne vrednosti za vse postaje so $> 96\%$. Ocena kakovosti vodnega telesa na treh školjčičih: **ustrezna/dobra**.
- 100% vzorcev (zahtevano 75%) ne odstopa navzgor ali navzdol od mejnih vrednosti za **pH** (7-9). Ocena kakovosti vodnega telesa na treh školjčičih: **ustrezna/dobra**.
- 100% vzorcev (zahtevano 75%) ne presega priporočene vrednosti iz priloge 1 za število **fekalnih koliformnih bakterij** ($\leq 300/100 \text{ ml}$). Ocena kakovosti vodnega telesa na treh školjčičih: **ustrezna/dobra**.

Na osnovi rezultatov preskušanj, primerjave izmerjenih vrednosti z mejnimi vrednostmi za posamezen parameter in ocene trendov je ocenjeno sledeče (glej tudi Tabelo 16 in Sliko 43):

- za težke kovine: **kadmij, cink, svinec, baker, krom, nikelj** in **živo srebro** povprečne letne koncentracije ne presegajo predpisane mejne vrednosti na nobenem merilnem mestu. Razmere so zato na vseh treh preiskovanih območjih školjčičišč ocenjene kot **ustrezne** glede na kriterije Uredbe.
- v primeru **organskih halogeniranih spojin** so bile koncentracije v vodi na vseh merilnih mestih in ob dveh vzorčevanjih pod mejo zaznavanja in ne presegajo mejnih vrednosti določenih z Uredbo. Razmere na preiskovanih območjih školjčičišč so zato ocenjene za **ustrezne/dobre**.
- ne glede na občasno prisotnost **mineralnih olj** na vseh mestih vzorčevanja, pa prevladujejo vsebnosti na koncentracijskem nivoju spodnje meje zaznavanja, ki ne povzročajo vidnega filma na vodni površini, prav tako ne vplivajo škodljivo na morske školjke in morske polže. Razmere so zato z vidika vsebnosti mineralnih olj ocenjene za **ustrezne/dobre** glede na določila Uredbe.

4 PRILOGA I

TABELE 1 - 17

Tab. 1: Popis ustanov, ki so sodelovale na programih nacionalnega monitoringa in izvajalci, odgovorni za posamezne analize, vzorčenje in izvedbo programov.

Izvajalec	Ustanova	Parameter
dr. Patricija Mozetič	NIB-MBP	vodja programa
Marko Tadejevič Franc Kravos	NIB-MBP	vzorčenje na terenu
Tihomir Makovec		CTD sonda, obdelava podatkov iz sonde, grafično oblikovanje zaključnega poročila
Alma Hvala		priprava terenov
Mira Avčin Silva Maslo	NIB-MBP	splošni fizikalno-kemični parametri, vnos rezultatov v bazo podatkov
Vladimir Bernetič	NIB-MBP	skupna suspendirana snov
dr. Oliver Bajt	NIB-MBP	PAH-i v sedimentu
dr. Nives Kovač dr. Branko Čermelj	NIB-MBP	skupna suspendirana snov in partikulatni organski ogljik
Milijan Šiško, univ.dipl.biol.	NIB-MBP	fitoplankton, obdelava podatkov, izdelava slikovnega gradiva
mag. Janja Francé	NIB-MBP	toksični fitoplankton
dr. Valentina Turk	NIB-MBP	mikrobiološki parametri
dr. Radmila Milačič dr. Janez Ščančar Vesna Fajon Suzana Žižek dr. Milena Horvat, vodja Odseka za znanosti o okolju	IJS	težke kovine v sedimentu in školjkah
mag. Slavko Lapajne, univ.dipl.kem. Marjana Babič, univ.dipl.kem. Mojca Baskar, univ.dipl.inž.kem.tehnol. Alenka Labovič, univ.dipl.inž.kem.tehnol. Ladislav Kučan, univ.dipl.inž.kem.tehnol. mag. Darinka Štajnbaher, univ.dipl.kem. mag. Zdenka Cenčič Kodba, univ.dipl.kem. Andreja Rošker Šajt, univ.dipl.kem. Bogdana Jeretin, univ.dipl.inž.kem.tehnol. dr. Ernest Vončina, univ.dipl.kem., spec.	ZZV	težke kovine v vodi, organske halogenirane spojine, mineralna olja

Tab. 2: Mreža merilnih mest za ugotavljanje kemijskega stanja obalnega morja.

Vodno telo	Merilno mesto	Tip	Zemljepisna širina (N)	Zemljepisna dolžina (E)	Globina postaje (m)
SIVT1	00CZ	osnovno	45°37,40'	13°37,93'	24
SIVT4	000F	referenčno	45°32,30'	13°33,00'	21
SIVT3	000K	dodatno	45°33,60'	13°43,20'	16
SIVT5	00MA	dodatno	45°30,20'	13°34,20'	16

Tab. 3: Datumi vzorčevanj in popis vzorčenih sklopov parametrov za posamezna merilna mesta (S – splošni, P – prednostni, I – indikativni parametri).

Datum	Merilno mesto	Matriks	Sklop parametrov
18.01.06	00CZ	voda	S
	000F	voda	S
14.02.06	00CZ	voda	S, P, I
	000F	voda	S, P, I
	000K	voda	S, P, I
	00MA	voda	S, P, I
15.03.06	00CZ	voda	S
	000F	voda	S
21.04.06	00CZ	voda	S
	000F	voda	S
16.05.06	00CZ	voda	S, P, I
	000F	voda	S, P, I
	000K	voda	S, P, I
	00MA	voda	S, P, I
14.06.06	00CZ	voda	S
	000F	voda	S
19.07.06	00CZ	voda	S
	000F	voda	S
17.08.06	00CZ	voda	S, P, I
	000F	voda	S, P, I
	000K	voda	S, P, I
	00MA	voda	S, P, I
13.09.06	000K	sediment	I
	00MA	sediment	I
21.09.06	00CZ	voda	S
	000F	voda	S
18.10.06	00CZ	voda	S
	000F	voda	S
15.11.06	00CZ	voda	S, P, I
		sediment	P
	000F	voda	S, P, I
		sediment	P
000K	voda	S, P, I	
	sediment	P, I	
00MA	voda	S, P, I	
	sediment	P, I	
13.12.06	00CZ	voda	S
	000F	voda	S

Tabela 4: Sklopi parametrov za posamezna merilna mesta in matriks (FIZ-KEM: splošni fizikalno-kemični parametri; Chl *a*: klorofil *a*; TRIX: trofični indeks; FITO: abundanca in taksonomska sestava fitoplanktona; KOV: težke kovine; PAH: policiklični aromatski ogljikovodiki).

Merilno mesto	Tip	Matriks	Splošni parametri	Prednostni parametri	Indikativni parametri
00CZ	osnovno	voda	FIZ-KEM, Chl <i>a</i> , TRIX	vsi	KOV
		sediment	-	vsi	-
000F	referenčno	voda	FIZ-KEM, Chl <i>a</i> , FITO, TRIX	vsi	KOV
		sediment	-	vsi	-
000K 00MA	dodatno	voda	FIZ-KEM, Chl <i>a</i> , TRIX	kadmij, živo srebro	KOV
		sediment	-	kadmij, živo srebro	PAH, KOV

Tabela 5: Seznam splošnih parametrov v morski vodi.

Parameter
FIZIKALNO-KEMIČNI
temperatura zraka
temperatura vode
pH
kisik (O ₂)
nasičenost s kisikom (% O ₂)
biokemijska potreba po kisiku v 5. dneh (BPK ₅)
prosojnost
slanost
skupna suspendirana snov (TSS)
partikulatni organski ogljik (POC)
skupni dušik (TN)
amonij (NH ₄ ⁺)
nitrit (NO ₂ ⁻)
nitrat (NO ₃ ⁻)
skupni fosfor (TP)
ortofosfat (PO ₄ ³⁻)
silikat (SiO ₄ ⁴⁻)
BIOLOŠKI
klorofil <i>a</i> (Chl <i>a</i>)
število in sestava fitoplanktona
TRIX

Tabela 6: Seznam prednostnih parametrov v vodi in sedimentu.

Parameter
VODA
Težke kovine
kadmij-filt. (Cd-filt.)
kadmij-nefilt. (Cd-nefilt.)
živo srebro-filt. (Hg-filt.)
živo srebro-nefilt. (Hg-nefilt.)
Organske halogenirane spojine
pentaklorfenol
heksaklorobenzen
heksaklorobutadien
α -HCH (α -heksaklorocikloheksan)
β -HCH (β -heksaklorocikloheksan)
γ -HCH (γ -heksaklorocikloheksan - lindan)
δ -HCH (δ -heksaklorocikloheksan)
1,2,3-triklorobenzen
1,2,4-triklorobenzen
1,3,5-triklorobenzen
triklorometan
1,2-dikloroetan
1,1,2,2-tetrakloroeten (perkloretilen)
1,1,2-trikloroeten
SEDIMENT
Težke kovine
kadmij (Cd)
živo srebro (Hg)
Organske halogenirane spojine
heksaklorobenzen
heksaklorobutadien
α -HCH (α -heksaklorocikloheksan)
β -HCH (β -heksaklorocikloheksan)
γ -HCH (γ -heksaklorocikloheksan - lindan)
δ -HCH (δ -heksaklorocikloheksan)
pentaklorfenol
1,2,3-triklorobenzen
1,2,4-triklorobenzen
1,3,5-triklorobenzen

Tabela 7: Seznam indikativnih parametrov v vodi in sedimentu.

Parameter
VODA
Težke kovine
baker-filtr. (Cu-filtrirani vzorec)
baker-nefiltr. (Cu-nefiltrirani vzorec)
cink-filtr. (Zn-filtrirani vzorec)
cink-nefiltr. (Zn-nefiltrirani vzorec)
krom-filtr. (Cr-filtrirani vzorec)
krom-nefiltr. (Cr-nefiltrirani vzorec)
nikelj-filtr. (Ni-filtrirani vzorec)
nikelj-nefiltr. (Ni-nefiltrirani vzorec)
svinec-filtr. (Pb-filtrirani vzorec)
svinec-nefiltr. (Pb-nefiltrirani vzorec)
SEDIMENT
Težke kovine
baker (Cu)
cink (Zn)
krom (Cr)
nikelj (Ni)
svinec (Pb)
Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH)
naftalen
acenaftilen
acenaften
fluoren
fenantren
antracen
fluoranten*
piren
benzo(a)antracen
krizen
benzo(b)fluoranten*
benzo(k)fluoranten*
benzo(a)piren*
benzo(g,h,i)perilen*
dibenzo(a,h)antracen
indeno(1,2,3-c,d)piren*

Tabela 8: Merilna mesta za ugotavljanje kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev na gojiščih školjk vrste *Mytilus galloprovincialis*.

Vodno telo	Merilno mesto	Značilnost	Zemljepisna širina (N)	Zemljepisna dolžina (E)	Globina postaje (m)
SIVT4	0024	školjčišče v Strunjanskem zalivu	45°31,79'	13°35,80'	14
SIVT5	0035	školjčišče v Piranskem zalivu	45°29,49'	13°34,83'	12
SIVT2	00DB	školjčišče na Debelem rtiču	45°35,75'	13°42,78'	16

Tabela 9: Seznam merjenih parametrov onesnaževanja in kakovosti na območjih školjčičšč.

Parameter
PARAMETRI ONESNAŽEVANJA
VODA
temperatura
slanost
skupna suspendirana snov (TSS)
PARAMETRI KAKOVOSTI
VODA
pH
kisik (O ₂)
nasičenost s kisikom (% O ₂)
mineralna olja
fekalne koliformne bakterije (FK)
toksični fitoplankton - število in sestava (HAB)
Organske halogenirane spojine
1,2-dikloreten
heksaklorobenzen
heksaklorobutadien
α-HCH (α-heksaklorocikloheksan)
β-HCH (β-heksaklorocikloheksan)
γ-HCH (γ-heksaklorocikloheksan - lindan)
δ-HCH (δ-heksaklorocikloheksan)
tetrakloroeten
trikloroeten
triklorometan
Kovine (filtr. in nefiltr. vzorec)
srebro (Ag)
arzen (As)
kadmij (Cd)
krom (Cr)
baker (Cu)
živo srebro (Hg)
nikelj (Ni)
svinec (Pb)
čink (Zn)
SEDIMENT
kadmij (Cd)
živo srebro (Hg)
ORGANIZMI
kadmij (Cd)
živo srebro (Hg)

Tabela 10: Datumi vzorčevanj in popis vseh vzorčevanih parametrov na merilnih mestih 0024, 0035 in 00DB.

Datum	Matriks	Parametri
18.01.06	voda	slanost, O ₂
14.02.06	voda	slanost, O ₂ , temperatura, pH, TSS, FK, mineral.olja, org. halogen. spoj., kovine
15.03.06	voda	slanost, O ₂
16.03.06	organizmi	Cd, Hg
21.04.06	voda	slanost, O ₂
16.05.06	voda	slanost, O ₂ , temperatura, pH, TSS, FK, mineral.olja
14.06.06	voda	slanost, O ₂ , HAB
28.06.06	voda	HAB
12.07.06	voda	HAB
19.07.06	voda	slanost, O ₂ , HAB
02.08.06	voda	HAB
17.08.06	voda	slanost, O ₂ , temperatura, pH, TSS, FK, mineral.olja, HAB
28.08.06	voda	HAB
13.09.06	voda	slanost, O ₂ , HAB
	organizmi	Cd, Hg
	sediment	Cd, Hg (0035, 0024)
27.09.06	voda	HAB
11.10.06	voda	HAB
18.10.06	voda	slanost, O ₂
15.11.06	voda	slanost, O ₂ , temperatura, pH, TSS, FK, mineral.olja, org. halogen. spoj., kovine
	sediment	Cd, Hg (00DB)
13.12.06	voda	slanost, O ₂

Tabela 11a: Pregled uporabljenih preskusnih metod Zavoda za zdravstveno varstvo Maribor.

Šif._par.	Parameter	Merilni princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovost
3070	Mineralna olja	FTIR	DIN 38409-H18	ug/l	0,005	0,006	20%
4033	Arzen nefiltriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	1	5	15%
4030	Arzen filtriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	1	2	10%
4051	Baker nefiltriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	1	2	15%
4040	Baker filtriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	0,2	1	9%
4101	Cink nefiltriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	5	10	20%
4090	Cink filtriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	2	10	12%
4131	Kadmij nefiltriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	0,1	0,2	15%
4120	Kadmij filtriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	0,1	0,2	9%
4201	Krom nefiltriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	1	5	20%
4190	Krom filtriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	0,2	1	10%
4241	Nikelj nefiltriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	1	5	20%
4230	Nikelj filtriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	0,4	1	10%
4273	Srebro nefiltriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	1	2	15%
4270	Srebro filtriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	0,2	1	10%
4301	Svinec nefiltriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	1	2	15%
4290	Svinec filtriran	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l	0,2	1	9%
4351	Živo srebro nefiltriran	AAS-HP	ISO 5666 mod.	ug/l	0,10	0,5	19%
4340	Živo srebro filtriran1)	AAS-HP	ISO 5666 mod.	ug/l	0,05	0,1	16%
5030	2-metoksifenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5040	2-metilfenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5050	fenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5060	3-metilfenol+4-metilfenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5070	2,4-dimetilfenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5080	3,5-dimetilfenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5090	2-klorofenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5100	2-nitrofenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5110	2,4-diklorofenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5120	4-kloro-3-metilfenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5130	2,4,6-triklorofenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5140	2,4-dinitrofenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5150	4-nitrofenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5160	2-metil-4,6-dinitrofenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
5170	pentaklorfenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP113	µg/l	0,01	0,05	15%
6120	alfa-HCH	GC/ECD	ISO 6468-modif.	µg/l	0,002	0,01	15%
6130	beta-HCH	GC/ECD	ISO 6468-modif.	µg/l	0,002	0,01	15%
6140	gama-HCH	GC/ECD	ISO 6468-modif.	µg/l	0,002	0,01	15%
6150	delta-HCH	GC/ECD	ISO 6468-modif.	µg/l	0,003	0,01	15%
6160	Heksaklorobenzen	GC/ECD	ISO 6468-modif.	µg/l	0,001	0,01	15%
8010	Triklorometan	GC/HS	ISO 10301 Section 3	µg/l	0,3	0,5	14%

Šif._par.	Parameter	Merilni princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovost
8090	1,2-Dikloroetan	GC/HS	ISO 10301 Section 3	µg/l	0,5	1	12%
8120	1,1,2,2-Tetrakloroeten	GC/HS	ISO 10301 Section 3	µg/l	0,1	0,3	15%
6163	1,2,3 Triklorobenzen	GC/MS/HS	ISO 10301 Section 3	µg/l	0,3	1	16%
6164	1,2,4 Triklorobenzen	GC/MS/HS	ISO 10301 Section 3	µg/l	0,3	1	16%
6165	1,3,5 Triklorobenzen	GC/MS/HS	ISO 10301 Section 3	µg/l	0,3	1	16%
6170	Heksaklorobutadien	GC/MS/HS	ISO 10301 Section 3	µg/l	0,3	1	16%
8130	1,1,2-Trikloroeten	GC/HS	ISO 10301 Section 3	µg/l	0,2	0,4	11%
5172	Pentaklorfenol	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP117	mg/kg	0,01	0,05	20%
6122	alfa-HCH	GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%
6132	beta-HCH	GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%
6152	delta-HCH	GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%
6142	gama-HCH(lindan)	GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%
6162	Heksaklorobenzen	GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%
6166	1,2,3 Triklorobenzen	GC/HS	ISO 10301 sect. 3 modif.	mg/kg	0,01	0,05	20%
6167	1,2,4 Triklorobenzen	GC/HS	ISO 10301 sect. 3 modif.	mg/kg	0,01	0,05	20%
6168	1,3,5 Triklorobenzen	GC/HS	ISO 10301 sect. 3 modif.	mg/kg	0,01	0,05	20%
6172	Heksaklorobutadien	GC/HS	ISO 10301 sect. 3 modif.	mg/kg	0,01	0,05	20%

Tabela 11b: Pregled uporabljenih preskusnih metod Instituta »Jožef Stefan« Ljubljana.

Šif._par.	Parameter	Merilni princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovost
4060	Baker - sediment	AAS	doma validirane metode	mg/kg	1	2	5%
4110	Cink - sediment	AAS	doma validirane metode	mg/kg	0,5	0,7	5%
4140	Kadmij - sediment	AAS	doma validirane metode	mg/kg	0,02	0,03	5%
4141	Kadmij - organizmi	AAS	doma validirane metode	mg/kg	0,035	0,05	5%
4210	Krom - sedimentn	AAS	doma validirane metode	mg/kg	0,02	0,05	5%
4250	Nikelj - sediment	AAS	doma validirane metode	mg/kg	0,1	0,2	5%
4310	Svinec - sediment	AAS	doma validirane metode	mg/kg	0,1	0,2	5%
4360	Živo srebro - sediment	AAS-HP	doma validirane metode	mg/kg	0,0001	0,0002	5%
4361	Živo srebro - organizmi	AAS-HP	doma validirane metode	mg/kg	0,0001	0,0002	5%

Tabela 12: Srednje vrednosti (<X>), standardne deviacije (SD) ter najnižje (MIN) in najvišje (MAX) koncentracije klorofila a ($\mu\text{g/l}$) na postajah Tržaškega zaliva v letu 2006. (N=število podatkov)

postaja	00CZ	000F	000K	00MA
<X>	0,69	0,45		
SD	0,60	0,41		
MIN (mesec)	0,06 (jan)	0,06 (jul)	0,15 (avg)	0,03 (feb)
MAX (mesec)	3,87 (jul)	1,93 (nov)	1,19 (nov)	1,19 (nov)
N	72	60	16	16

Tabela 13: Pregled rezultatov testiranja za posamezne parametre po Uredbi o kemijskem stanju površinskih voda (UL RS 11/2002) ter ocena kemijskega stanja morja glede na navedene parametre v letu 2006.

<X> = srednja vrednost vseh meritev v letu 2006; Max. = najvišja koncentracija; N = število meritev

Parameter	Enota	Statistični parameter / Ocena kemijskega stanja	Merilno mesto			
			000F	00CZ	000K	00MA
NO ₃ ⁻	mg/l	<X>	0,10	0,11	0,10	0,11
		Max.	0,42	0,48	0,28	0,30
		N	60	72	16	16
		Mejna vrednost	25	25	25	25
		Kemijsko stanje	dobro	dobro	dobro	dobro
Cd	µg/l	<X>	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
		Max.	0,2	0,2	0,2	0,2
		N	4	4	4	4
		Mejna vrednost	1/0,5 ¹	1/0,5 ¹	1/0,5 ¹	1/0,5 ¹
		Kemijsko stanje	dobro	dobro	dobro	dobro
Hg	µg/l	<X>	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,19
		Max.	0,08	< 0,05	0,08	0,70
		N	4	4	4	4
		Mejna vrednost	1	1	1	1
		Kemijsko stanje	dobro	dobro	dobro	dobro
Cu	µg/l	<X>	3,5	3,9	3,6	3,6
		Max.	4,2	4,2	4,2	3,9
		N	4	4	4	4
		Mejna vrednost	5	5	5	5
		Kemijsko stanje	dobro	dobro	dobro	dobro
Zn	µg/l	<X>	7,5	7,5	8,4	7,5
		Max.	7,5	7,5	11,0	7,5
		N	4	4	4	4
		Mejna vrednost	100	100	100	100
		Kemijsko stanje	dobro	dobro	dobro	dobro

Cr	$\mu\text{g/l}$	<X>	0,3	0,3	0,3	0,6
		Max.	0,8	0,8	0,8	0,8
		N	4	4	4	4
		Mejna vrednost	10	10	10	10
		Kemijsko stanje	dobro	dobro	dobro	dobro
Ni	$\mu\text{g/l}$	<X>	0,5	0,8	0,8	0,8
		Max.	0,8	0,8	0,8	0,8
		N	4	4	4	4
		Mejna vrednost	10	10	10	10
		Kemijsko stanje	dobro	dobro	dobro	dobro
Pb	$\mu\text{g/l}$	<X>	0,4	0,6	0,3	0,3
		Max.	0,7	0,7	0,7	0,7
		N	4	4	4	4
		Mejna vrednost	10	10	10	10
		Kemijsko stanje	dobro	dobro	dobro	dobro

Opombe:

1 – vrednost za raztopljeni Cd (filtrat) velja za notranje morske vode in teritorijalno morje

Tabela 14: Koncentracije PAH-ov v zgornjem sloju sedimenta na postajah 000K in 00MA (vzorčevanje 13.9.2006).

PAH	000K (mg/kg)	00MA (mg/kg)
Naftalen	<0,001	<0,001
Acenaftilen	<0,001	<0,001
Acenaften	<0,001	<0,001
Fluoren	0,027	0,008
Fenantren	0,077	0,046
Antracen	0,014	0,006
Fluoranten	0,132	0,049
Piren	0,146	0,018
Benzo(a)antracen	0,075	0,008
Krizen	0,013	0,102
Benzo(b)fluoranten	0,035	0,008
Benzo(k)fluoranten	0,015	0,003
Benzo(a)piren	0,026	0,017
Benzo(g,h,i)perilen	0,043	0,033
Dibenzo(a,h)antracen	0,067	0,042
Indeno(1,2,3-c,d)piren	0,037	0,012

Tabela 15: Vrednosti fizikalnih, kemičnih in mikrobioloških parametrov, merjenih v površinskem sloju vode na postajah 0024, 0035 in 00DB v letu 2006.

Parameter	Temp.	pH	TSS	FK
Postaja / mesec	(°C)		(mg/l)	(št./100 ml)
0024				
FEB	7,91	8,31	4,01	25
MAJ	19,31	8,26	3,83	30
AVG	24,14	8,25	3,12	125
NOV	16,40	8,32	2,69	0
0035				
FEB	7,69	8,32	5,29	35
MAJ	18,40	8,28	3,26	75
AVG	23,06	8,26	3,20	180
NOV	16,10	8,23	2,85	5
00DB				
FEB	6,91	8,32	5,77	25
MAJ	18,71	8,28	3,93	45
AVG	23,08	8,26	2,23	50
NOV	16,50	8,32	3,57	1

Tabela 16: Pregled rezultatov analiz težkih kovin v površinskem sloju vode na postajah 0024, 0035 in 00DB v letu 2006 ter ocena kakovosti vode za posamezne parametre po Uredbi o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (UL RS 46/2002).

<X> = srednja vrednost vseh meritev v letu 2006; Max. = najvišja koncentracija

Parameter	Enota	Statistični parameter / Ocena kakovosti	Merilno mesto		
			0024	0035	00DB
Cd	µg/l	<X>	< 0,1	< 0,1	< 0,1
		Max.	< 0,1	< 0,1	< 0,1
		Mejna vrednost	0,5	0,5	0,5
		Ocena kakovosti	ustrezna	ustrezna	ustrezna
Hg	µg/l	<X>	0,07	< 0,05	< 0,05
		Max.	0,12	< 0,05	< 0,05
		Mejna vrednost	0,3	0,3	0,3
		Ocena kakovosti	ustrezna	ustrezna	ustrezna
Cu	µg/l	<X>	3,3	3,4	3,3
		Max.	3,9	3,9	3,9
		Mejna vrednost	5	5	5
		Ocena kakovosti	ustrezna	ustrezna	ustrezna
Zn	µg/l	<X>	7,5	7,5	4,3
		Max.	7,5	7,5	7,5
		Mejna vrednost	100	100	100
		Ocena kakovosti	ustrezna	ustrezna	ustrezna
Cr	µg/l	<X>	0,5	0,5	0,5
		Max.	0,8	0,8	0,8
		Mejna vrednost	10	10	10
		Ocena kakovosti	ustrezna	ustrezna	ustrezna
Ni	µg/l	<X>	0,8	0,8	0,8
		Max.	0,8	0,8	0,8
		Mejna vrednost	10	10	10
		Ocena kakovosti	ustrezna	ustrezna	ustrezna

Pb	$\mu\text{g/l}$	<X>	0,4	1,0	0,4
		Max.	0,7	1,2	0,7
		Mejna vrednost	10	10	10
		Ocena kakovosti	ustrezna	ustrezna	ustrezna

Tabela 17: Koncentracije težkih kovin v sedimentu in organizmih na postajah 0024, 0035 in 00DB v letu 2006.

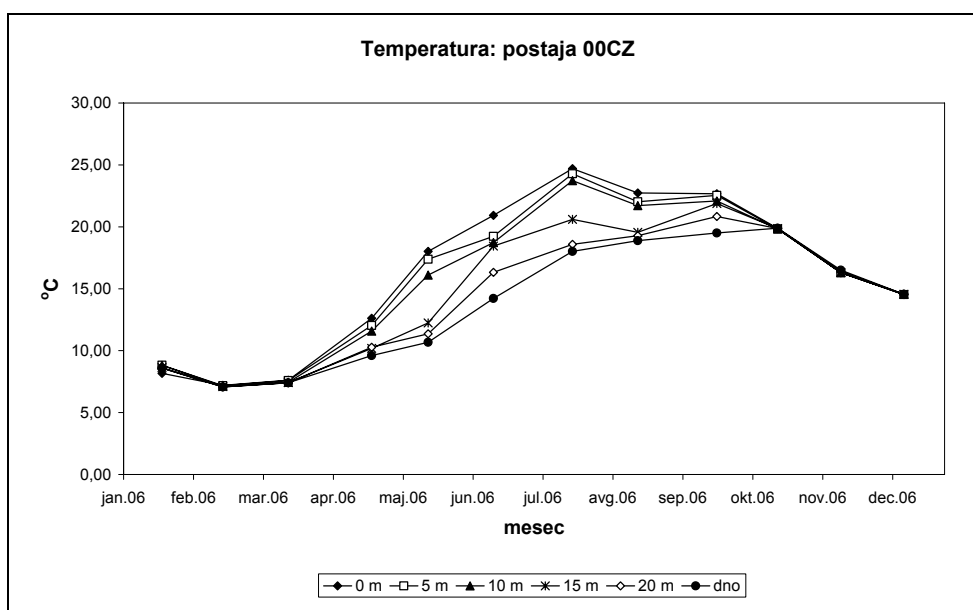
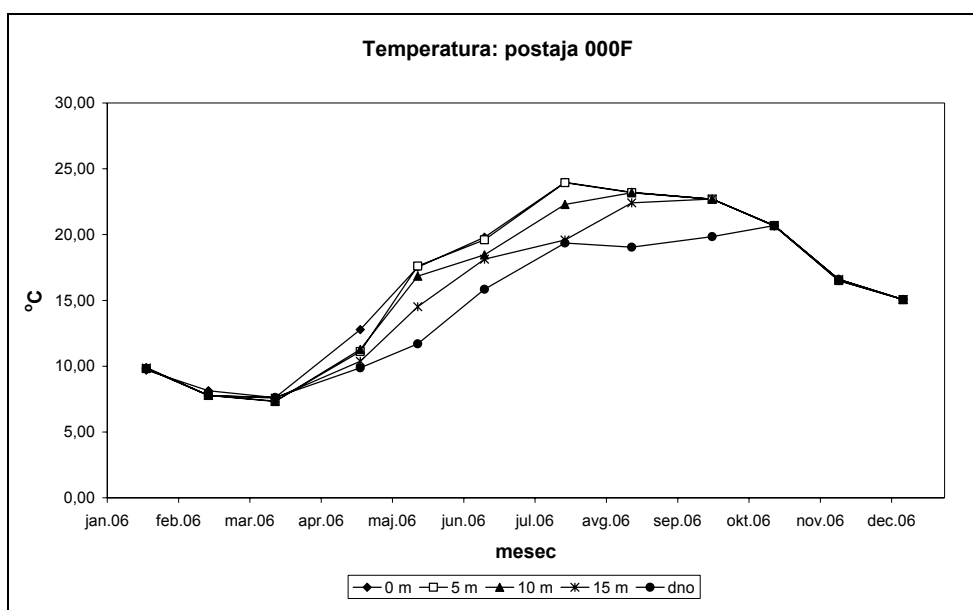
Parameter	0024		0035		00DB	
	MAR	SEP	MAR	SEP	MAR	SEP
ŠKOLJKE						
Cd (mg/kg)	1,070	0,810	0,860	0,690	0,680	0,440
Hg (mg/kg)	0,230	0,103	0,170	0,079	0,200	0,133
SEDIMENT						
Cd (mg/kg)		0,130		0,130		0,160
Hg (mg/kg)		0,150		0,095		0,461

5 PRILOGA II

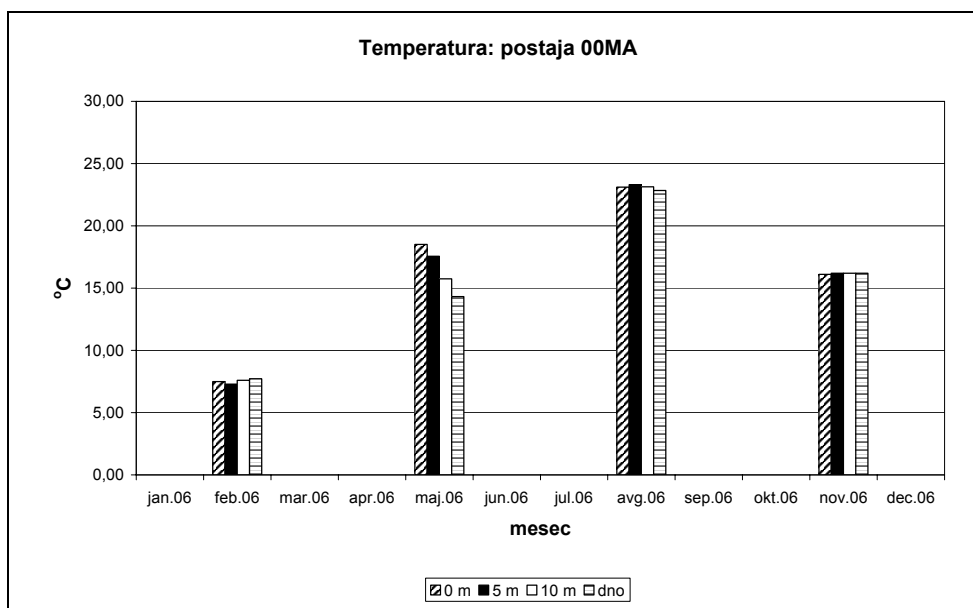
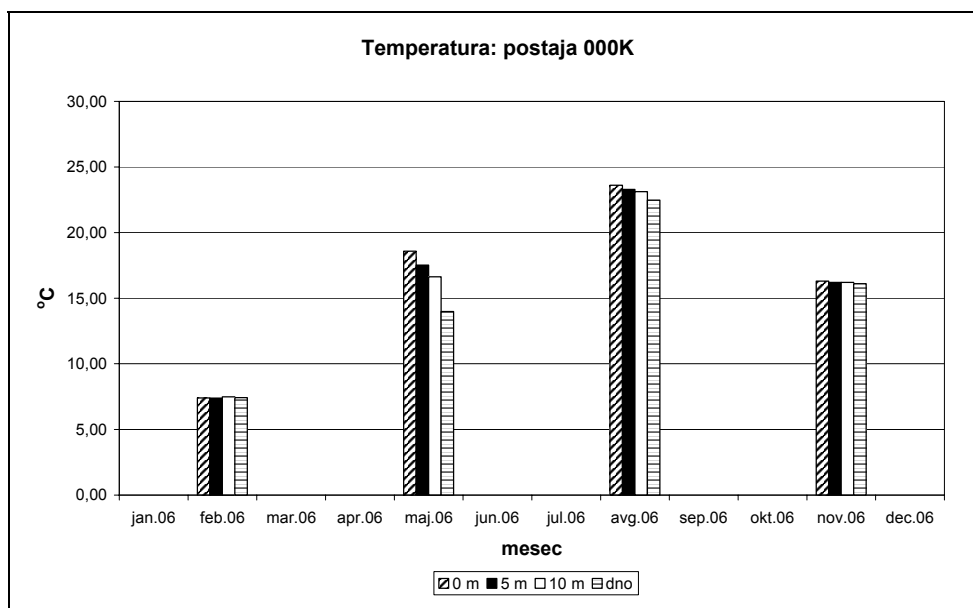
SLIKE 1 - 43



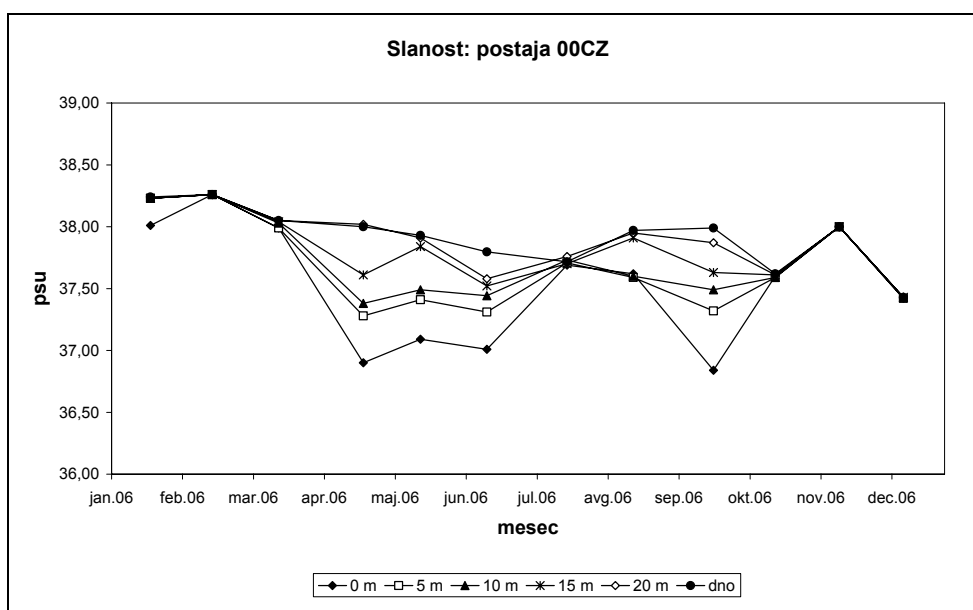
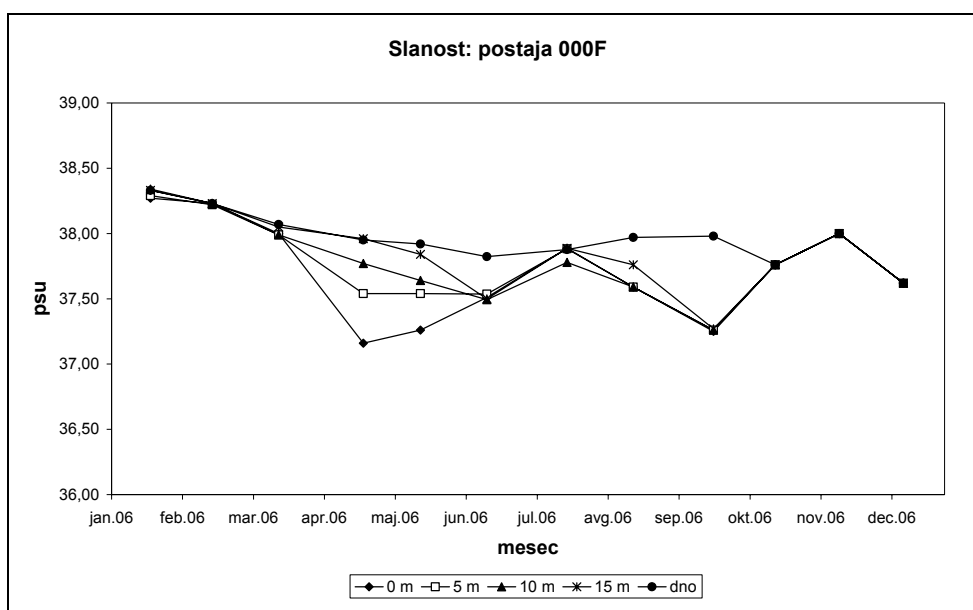
Sl. 1: Mreža merilnih mest dveh programov nacionalnega monitoringa v letu 2006 v južnem delu Tržaškega zaliva. Z rdečo barvo so označena merilna mesta v morju, z rumeno pa merilna mesta na območjih gojišč školjk.



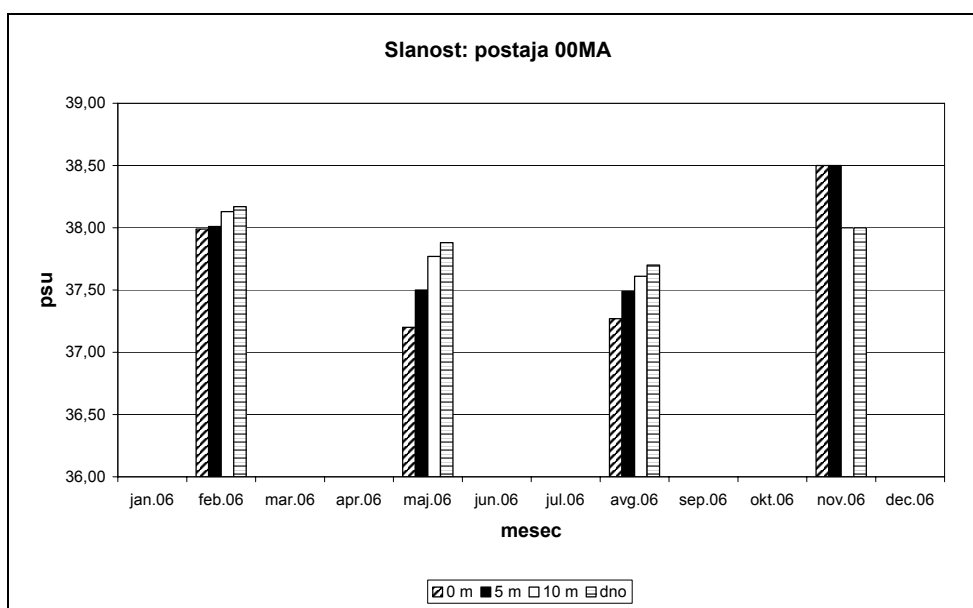
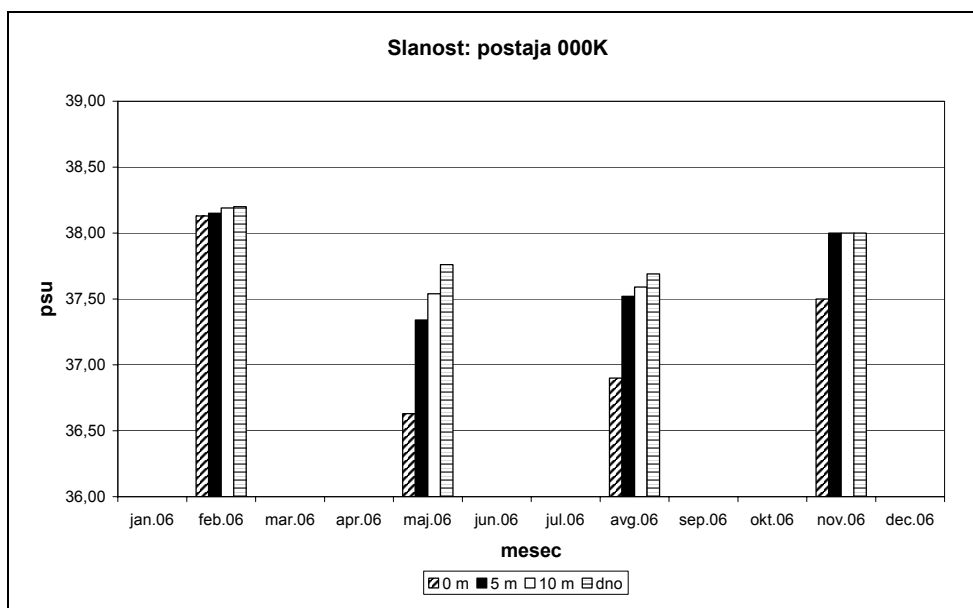
Slika 2: Sezonska dinamika temperature morske vode na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



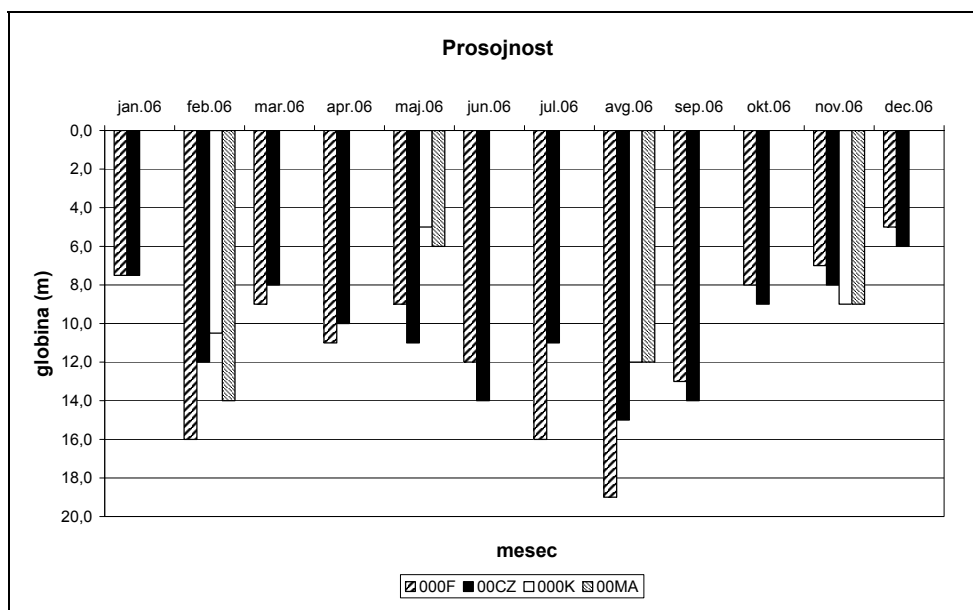
Slika 3: Meritve temperature morske vode na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



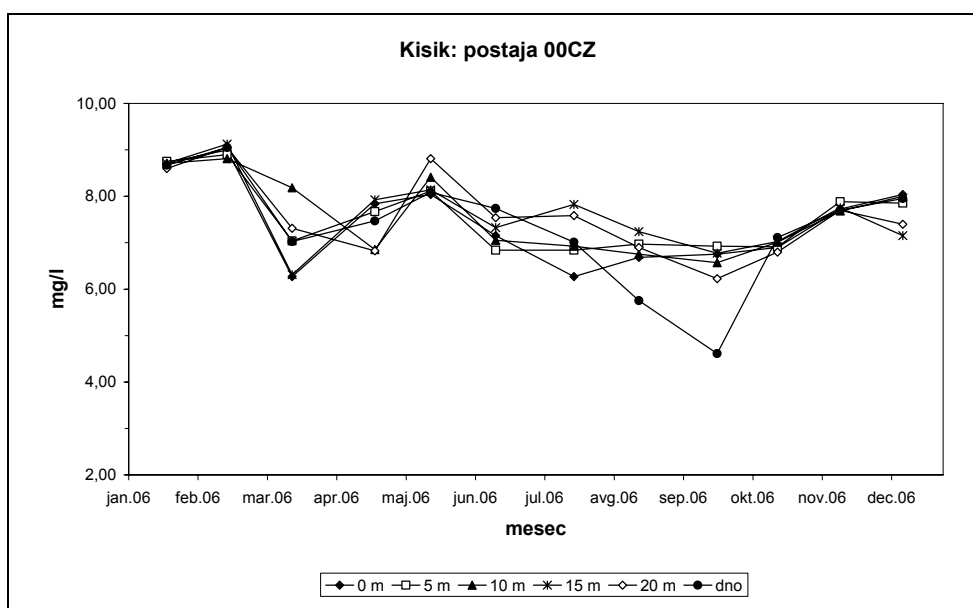
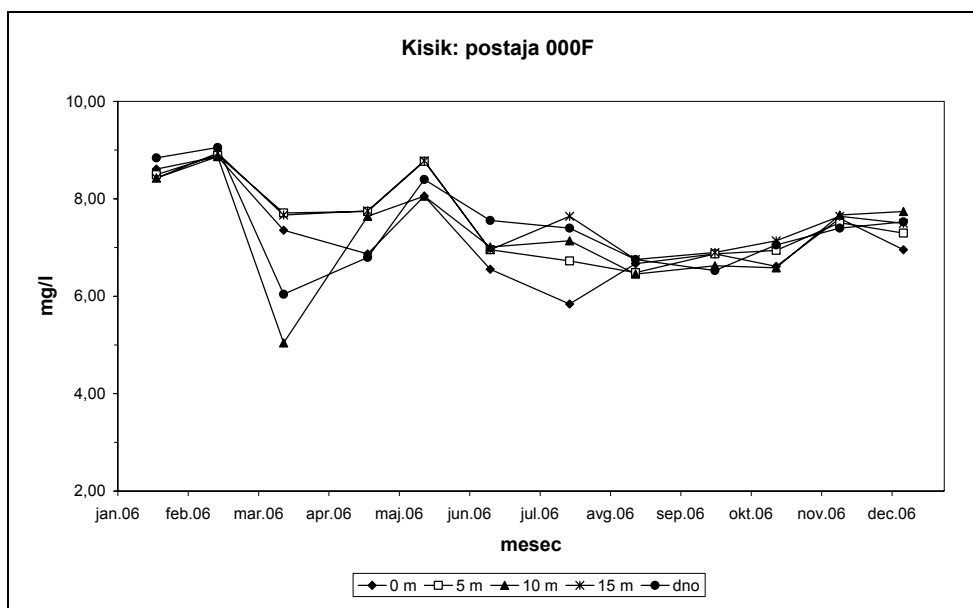
Slika 4: Sezonska dinamika slanosti morske vode na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



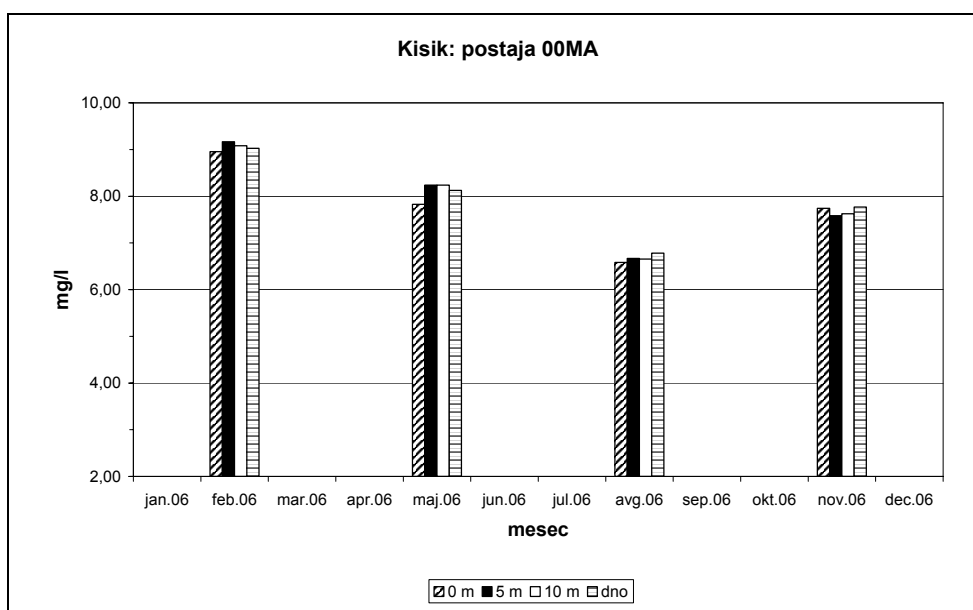
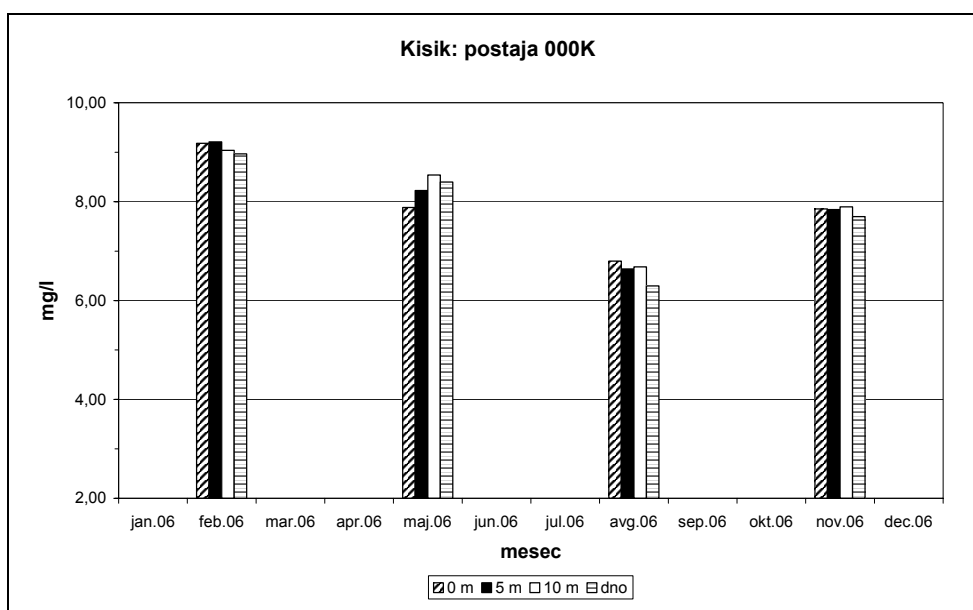
Slika 5: Meritve slanosti morske vode na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



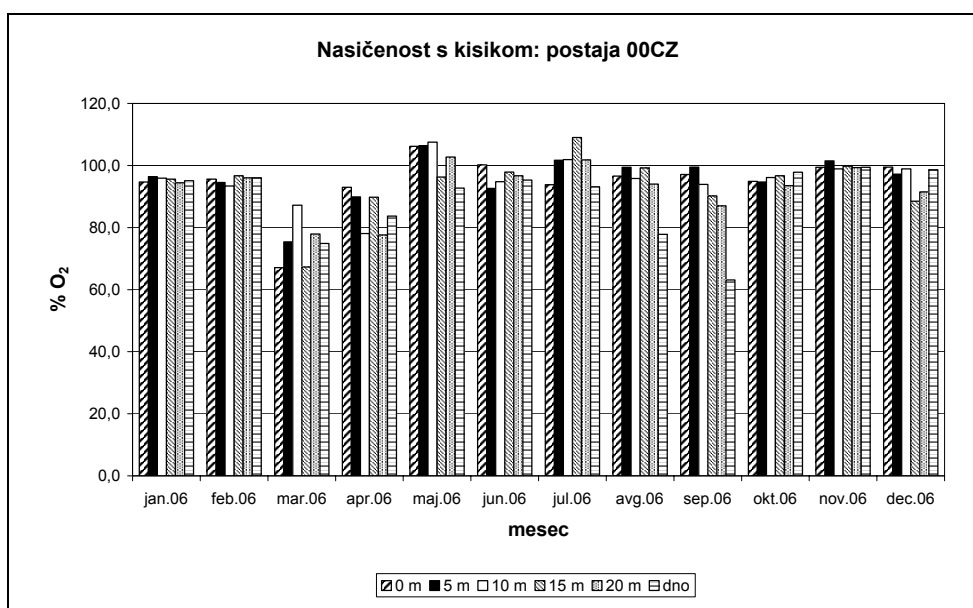
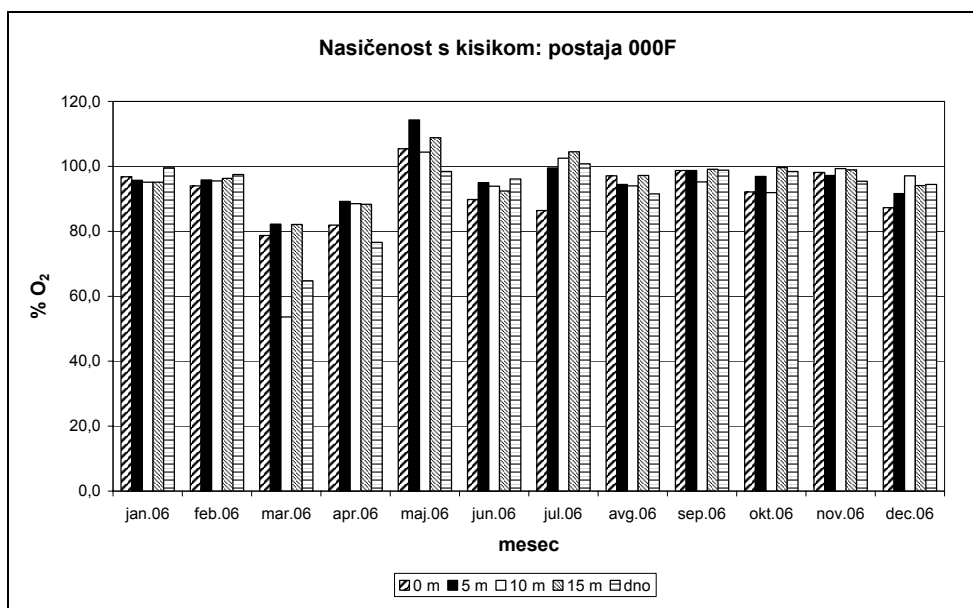
Slika 6: Prosojnost vodnega stolpa na štirih postajah obalnega morja v letu 2006.



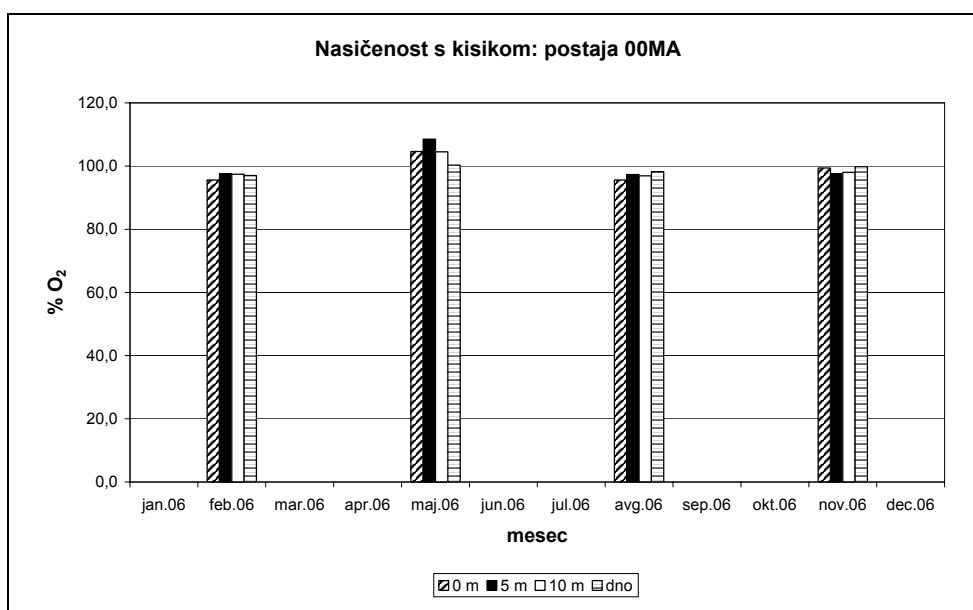
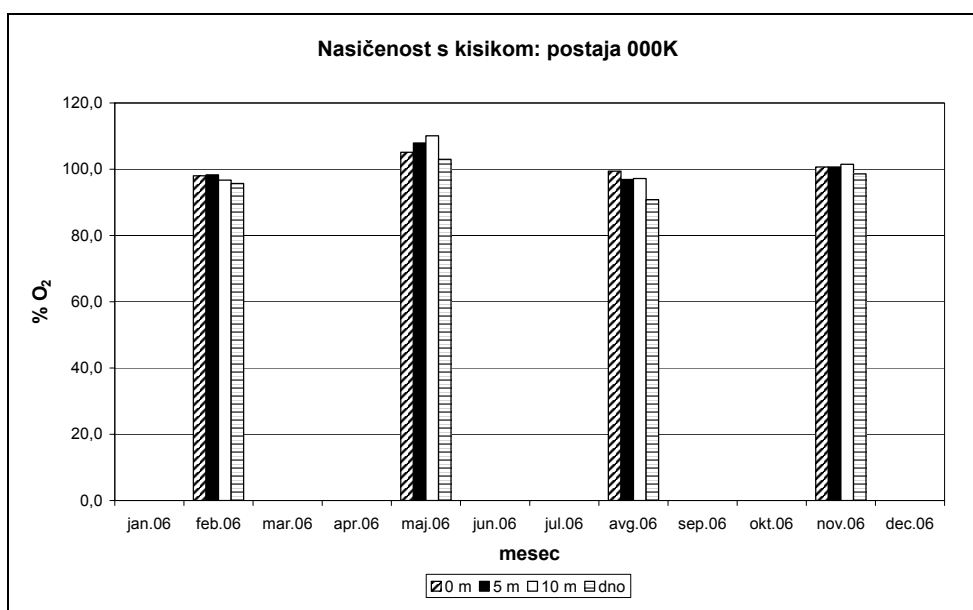
Slika 7: Sezonska dinamika koncentracij raztopljenega kisika v vodi na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



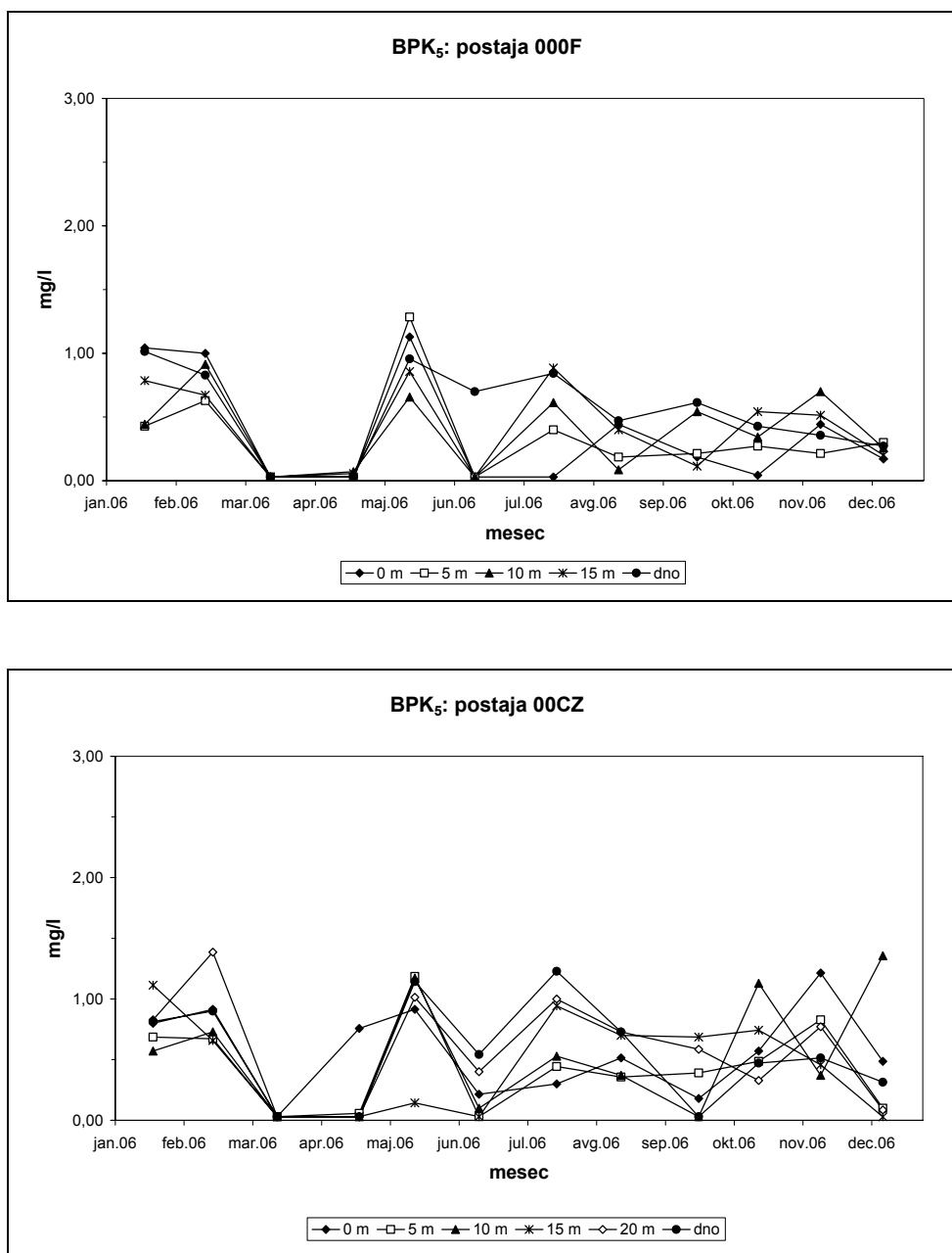
Slika 8: Meritve koncentracij raztopljenega kisika v vodi na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



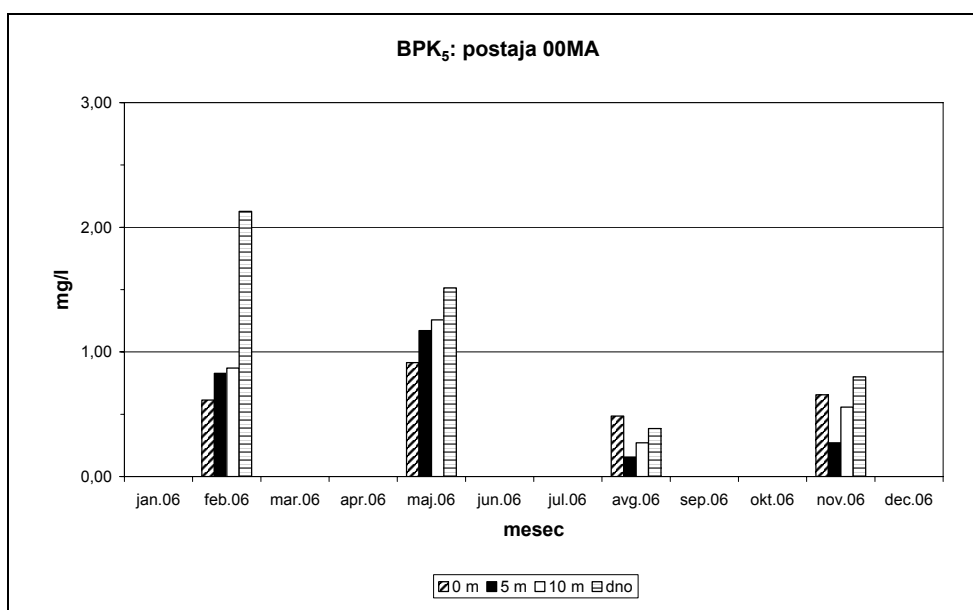
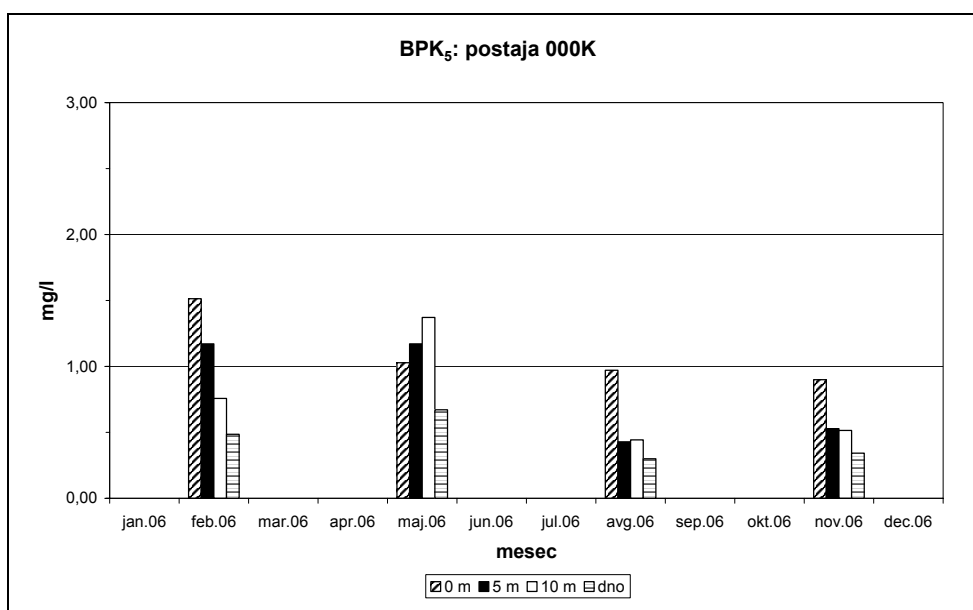
Slika 9: Deleži nasičenosti vode s kisikom na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



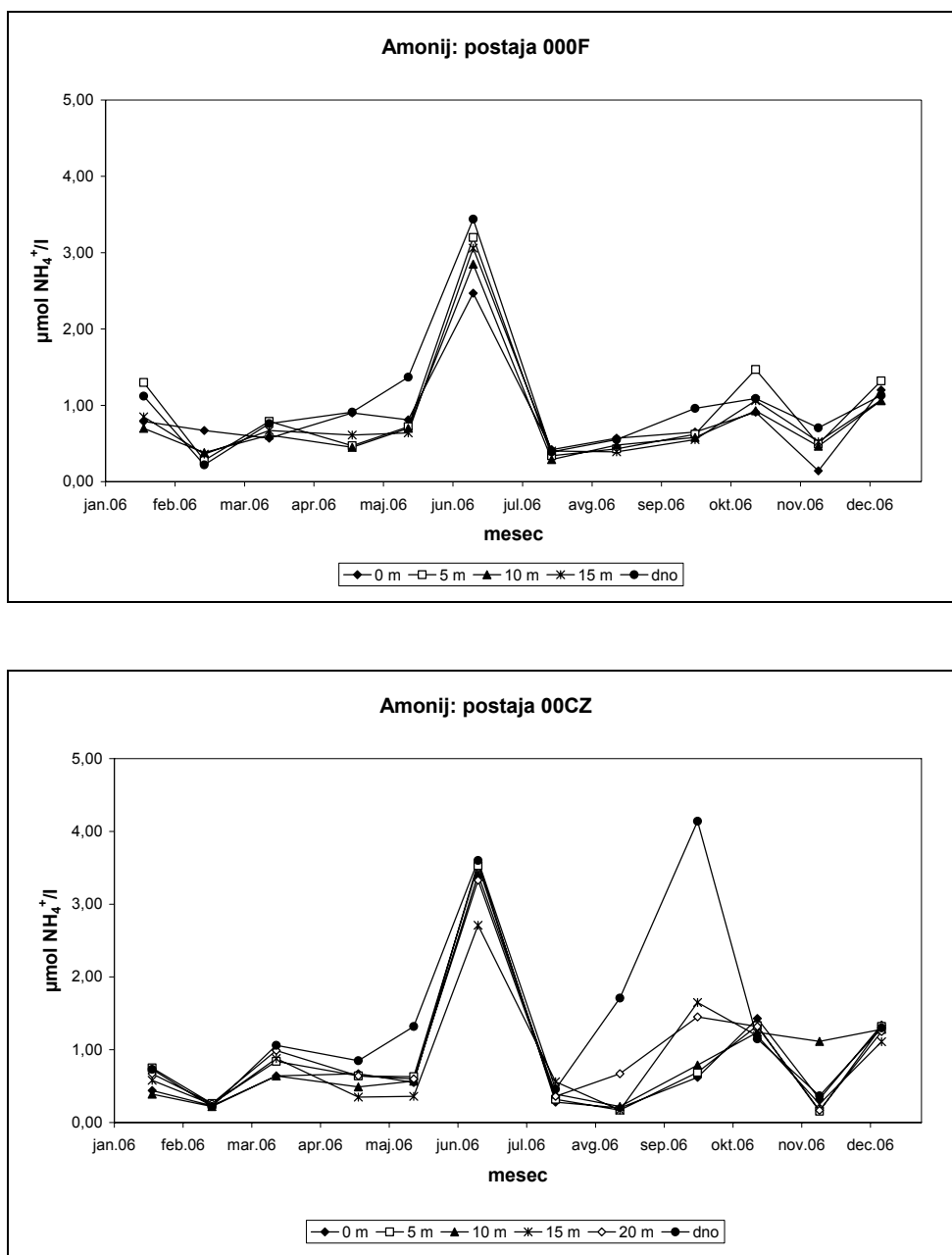
Slika 10: Deleži nasičenosti vode s kisikom na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



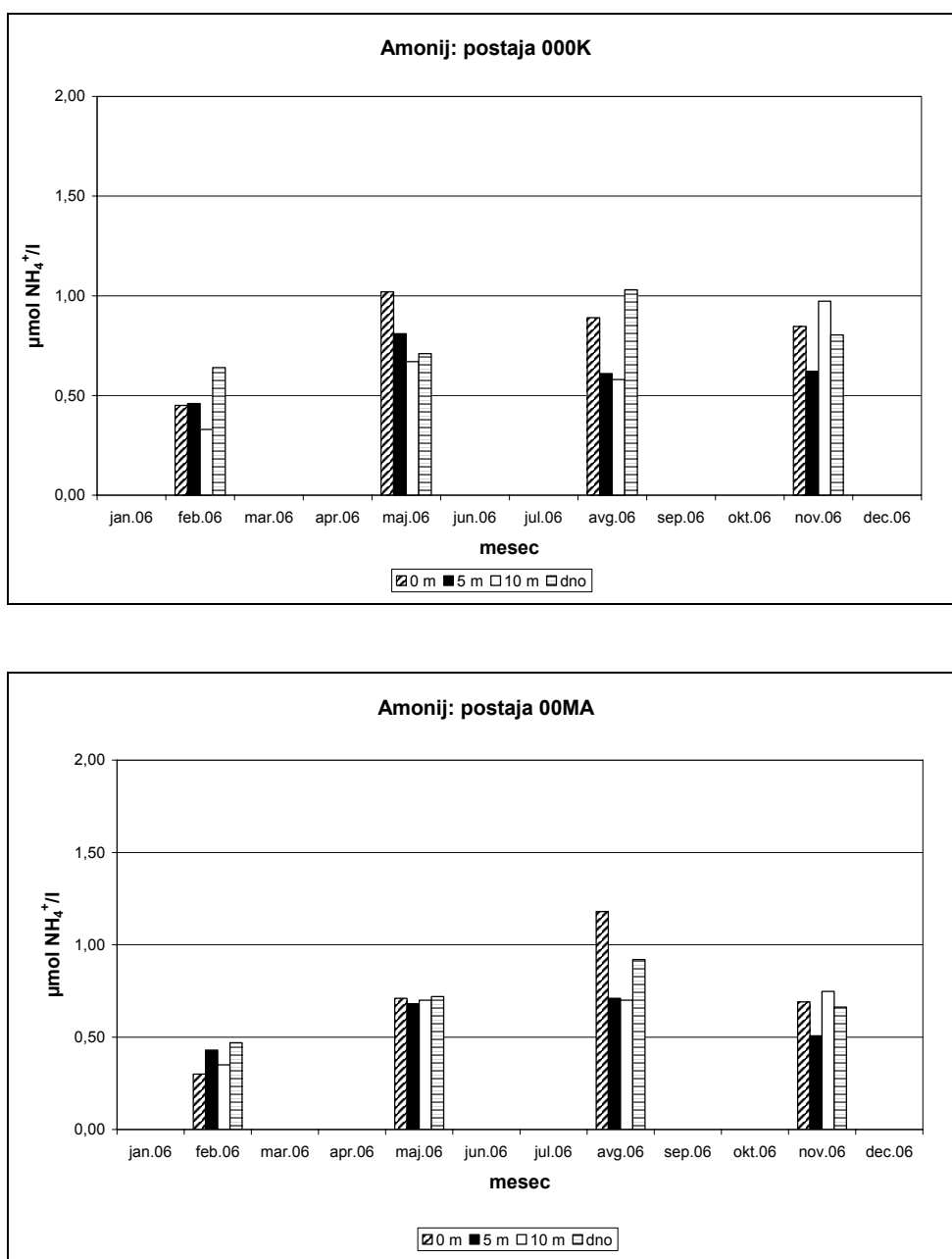
Slika 11: Meritve biokemijske potrebe po kisiku v 5. dneh (BPK₅) na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



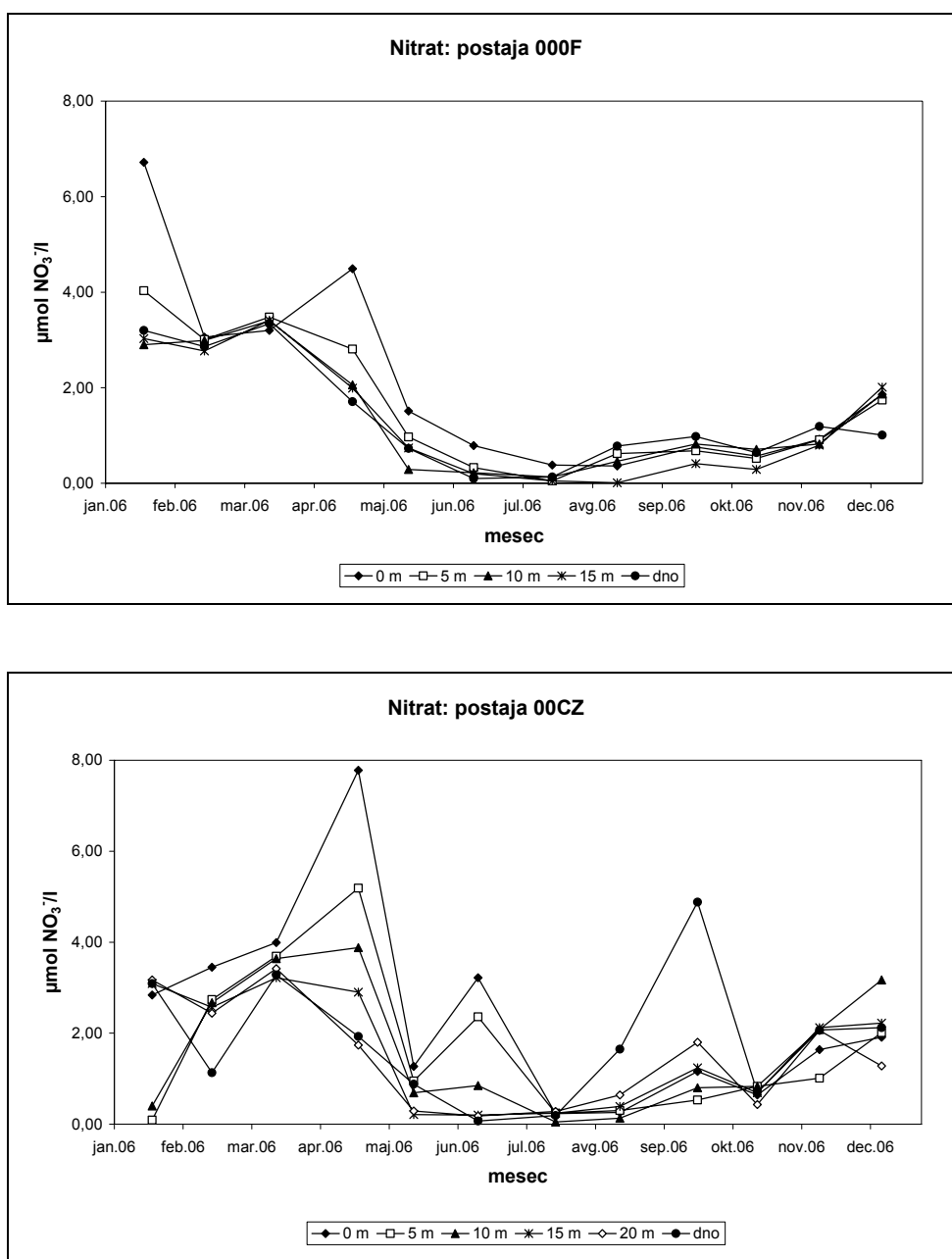
Slika 12: Meritve biokemijske potrebe po kisiku v 5. dneh (BPK₅) na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



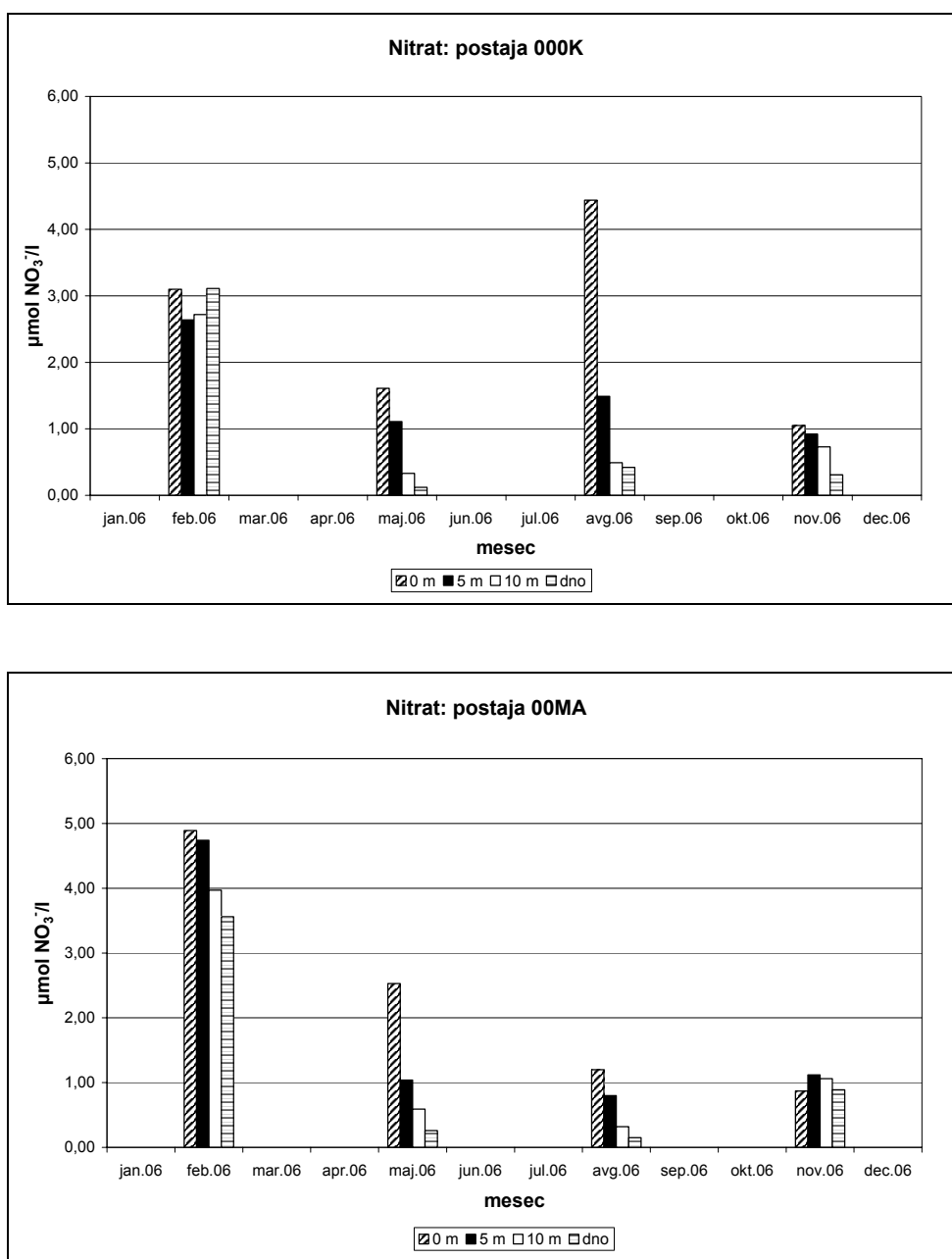
Slika 13: Sezonska dinamika koncentracij amonija na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



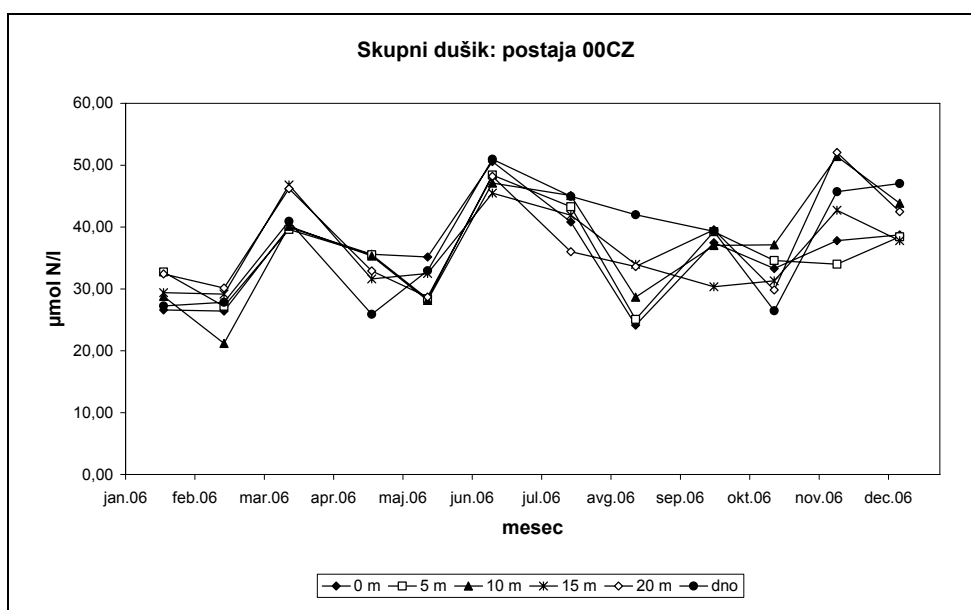
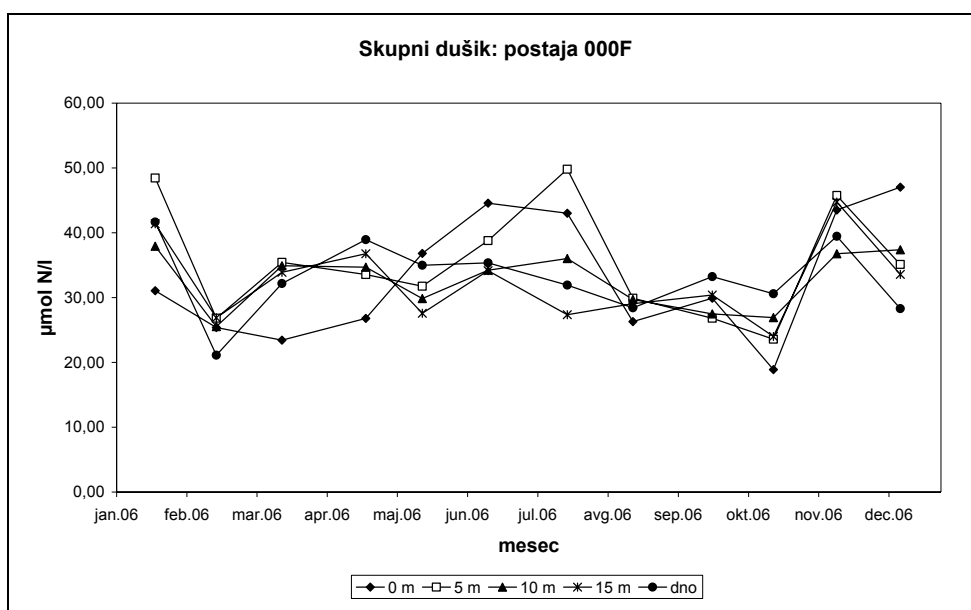
Slika 14: Meritve koncentracij amonija na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



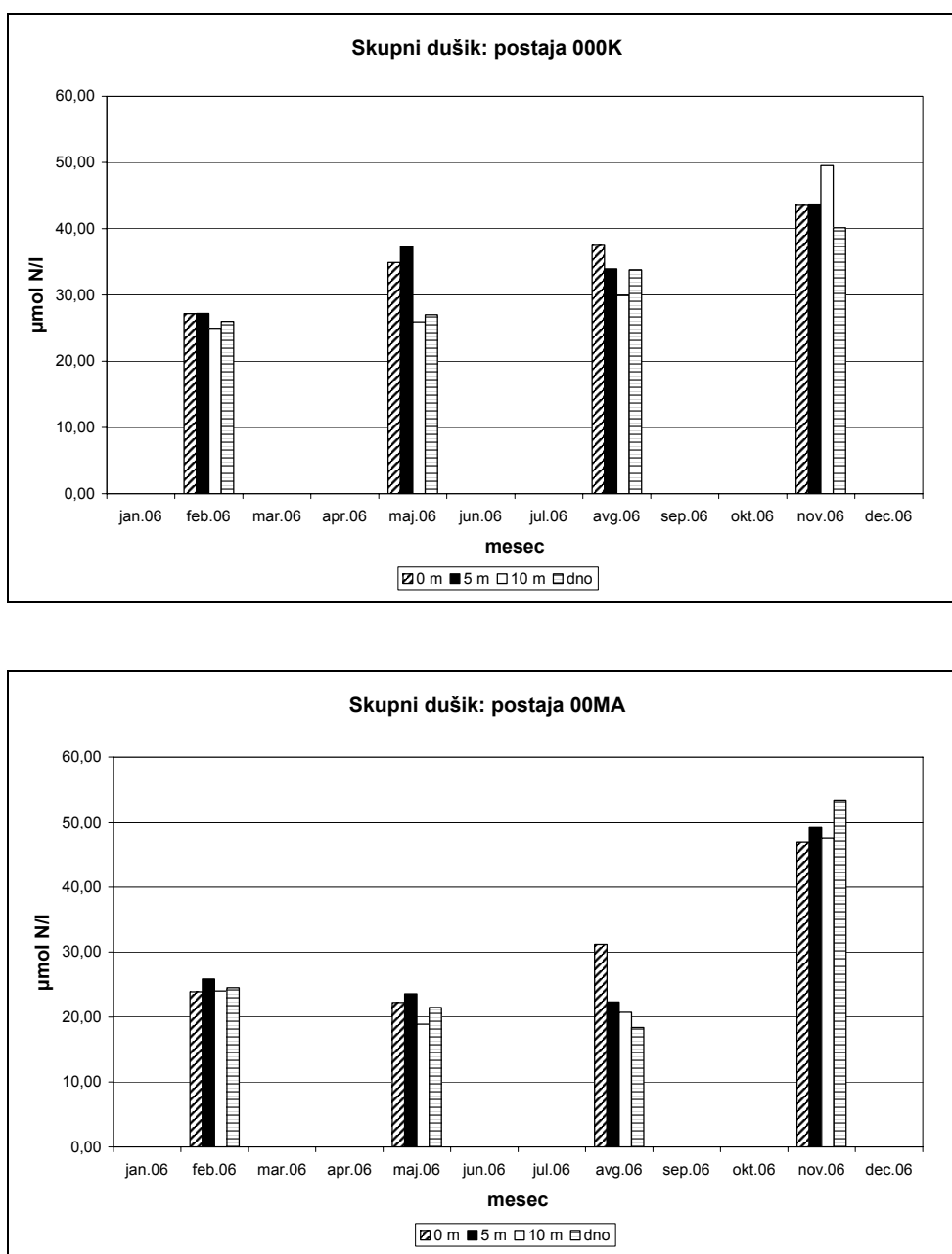
Slika 15: Sezonska dinamika koncentracij nitrata na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



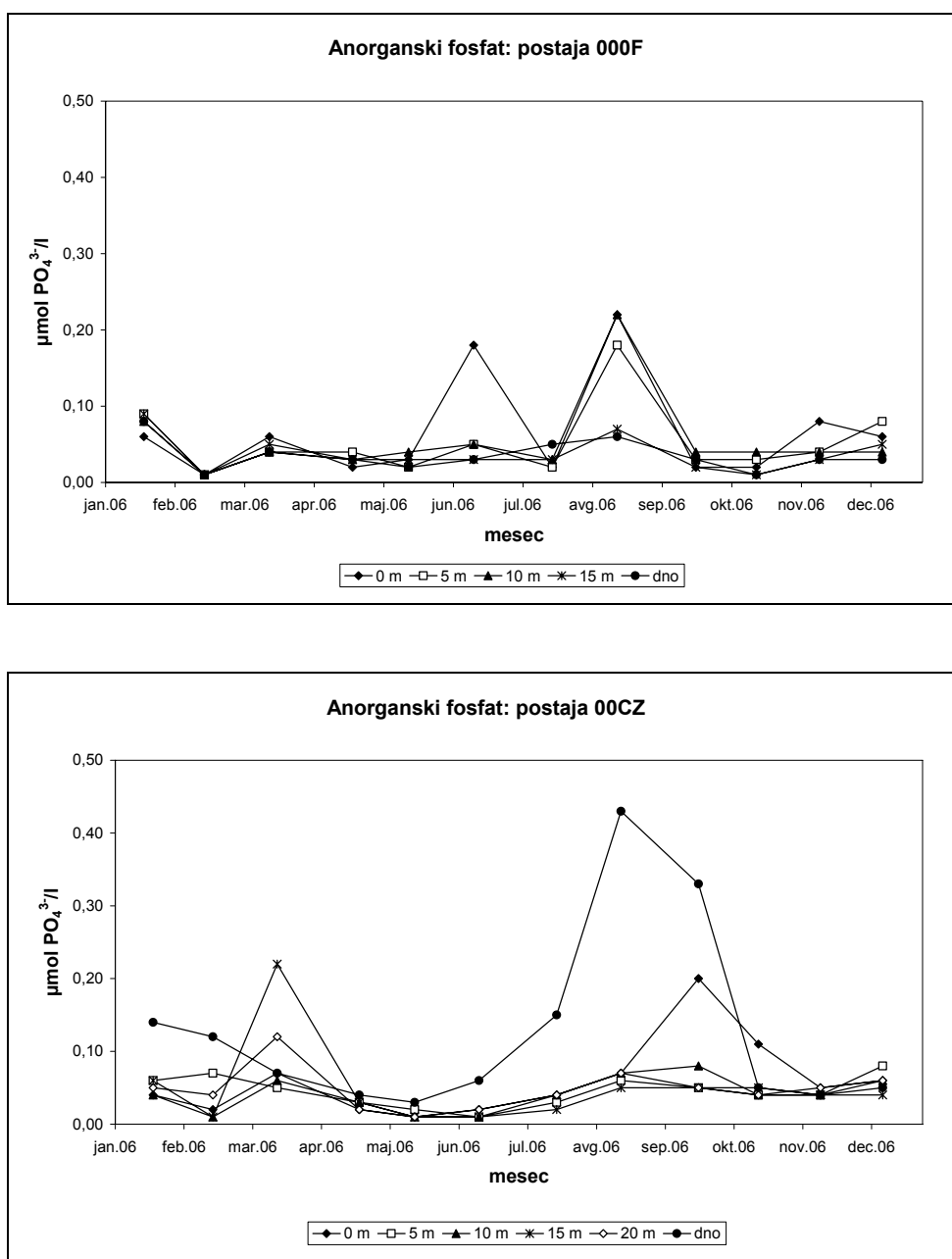
Slika 16: Meritve koncentracij nitrata na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



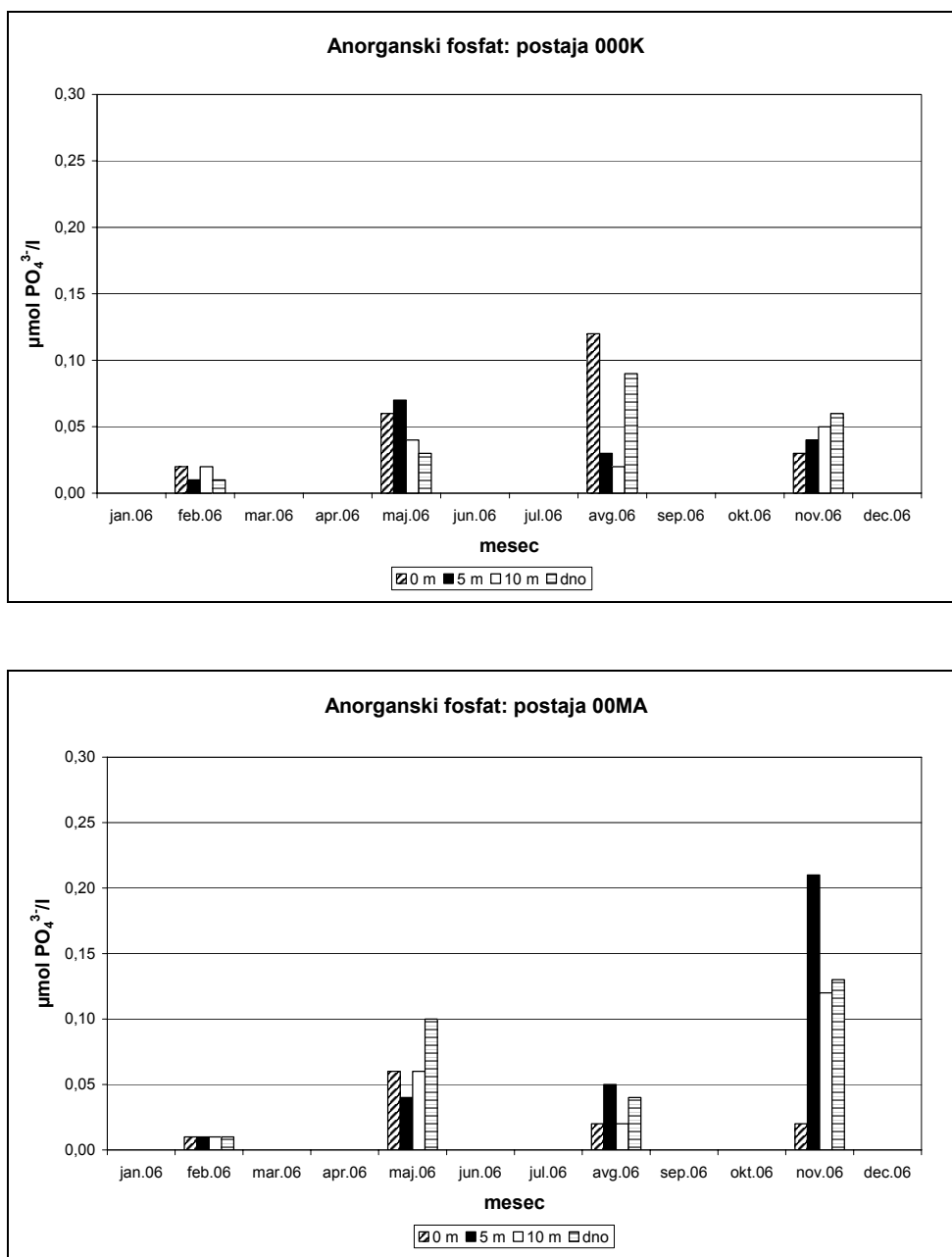
Slika 17: Sezonska dinamika koncentracij skupnega dušika na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



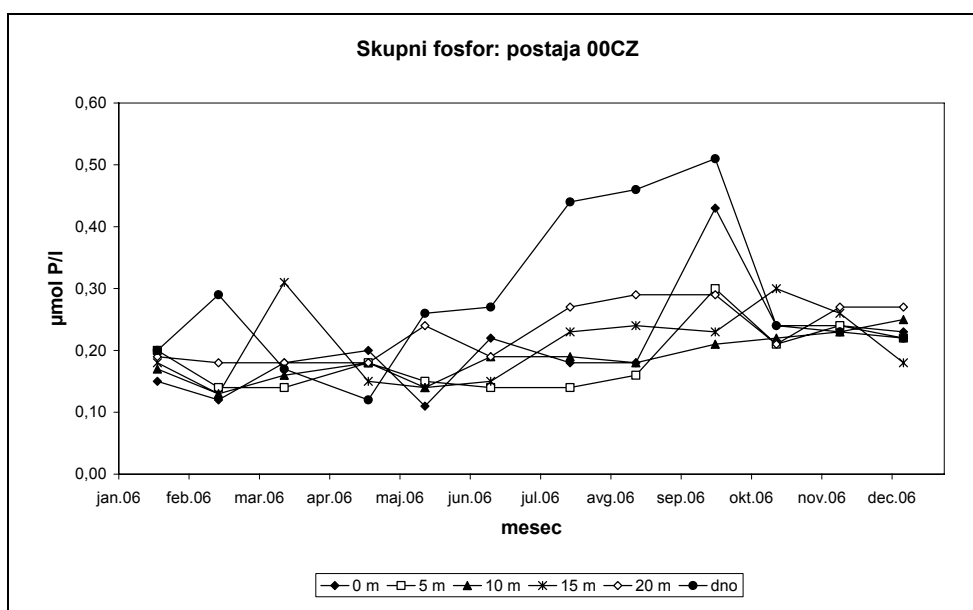
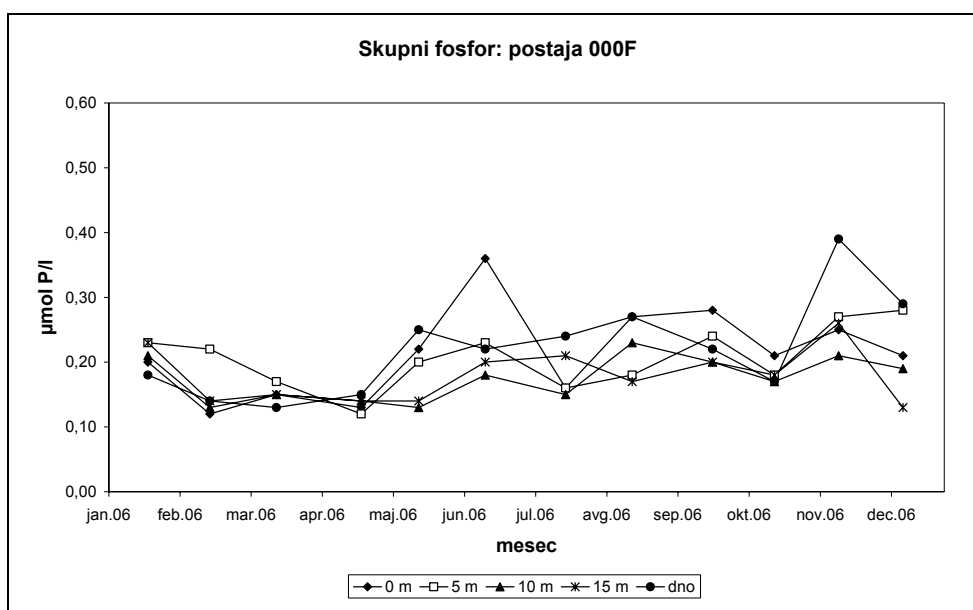
Slika 18: Meritve koncentracij skupnega dušika na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



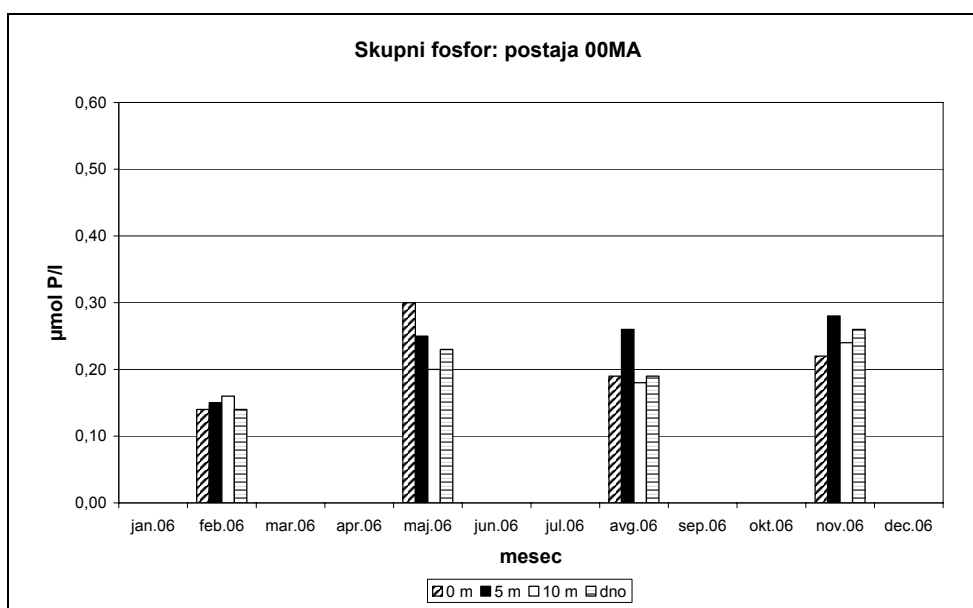
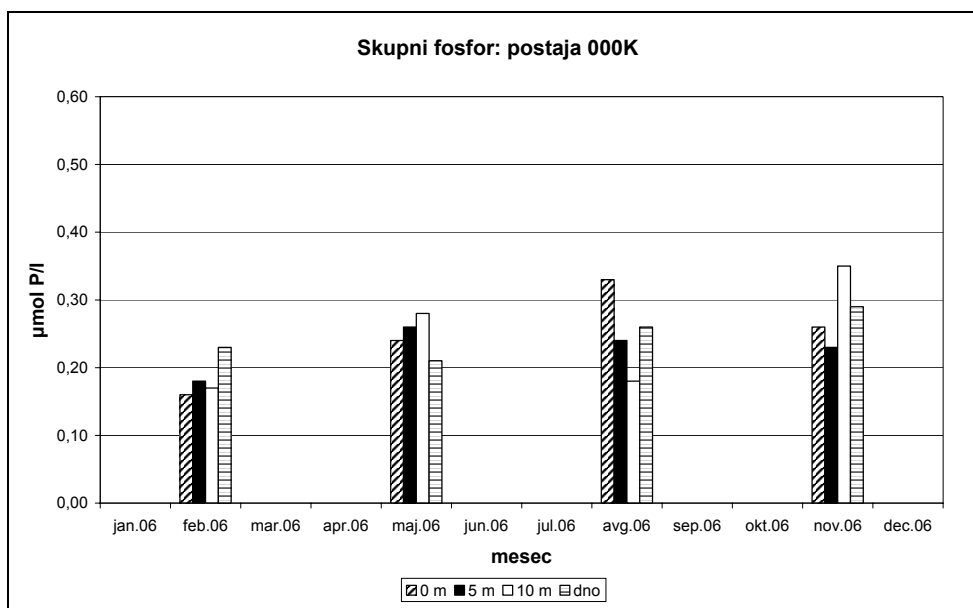
Slika 19: Sezonska dinamika koncentracij anorganskega fosfata na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



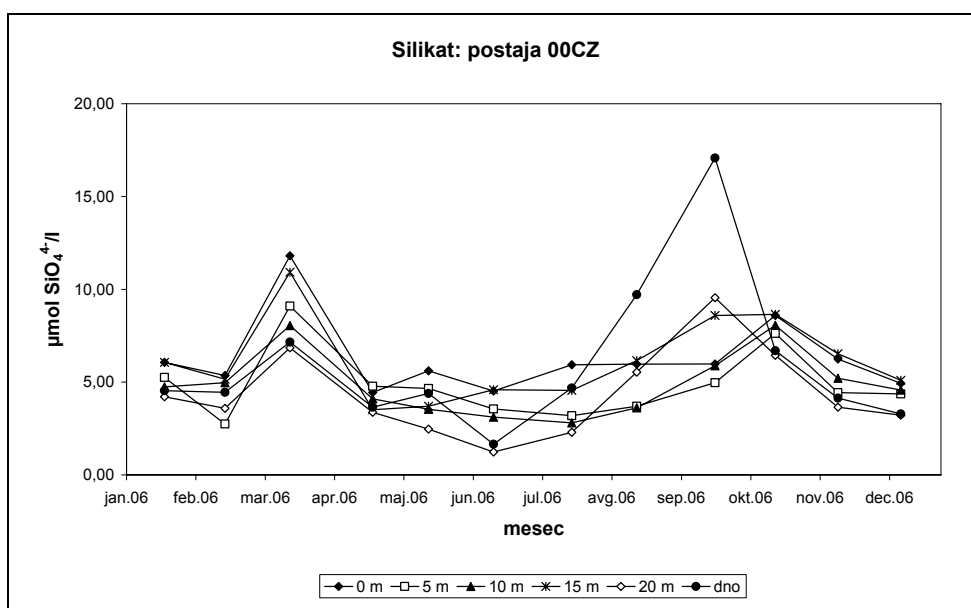
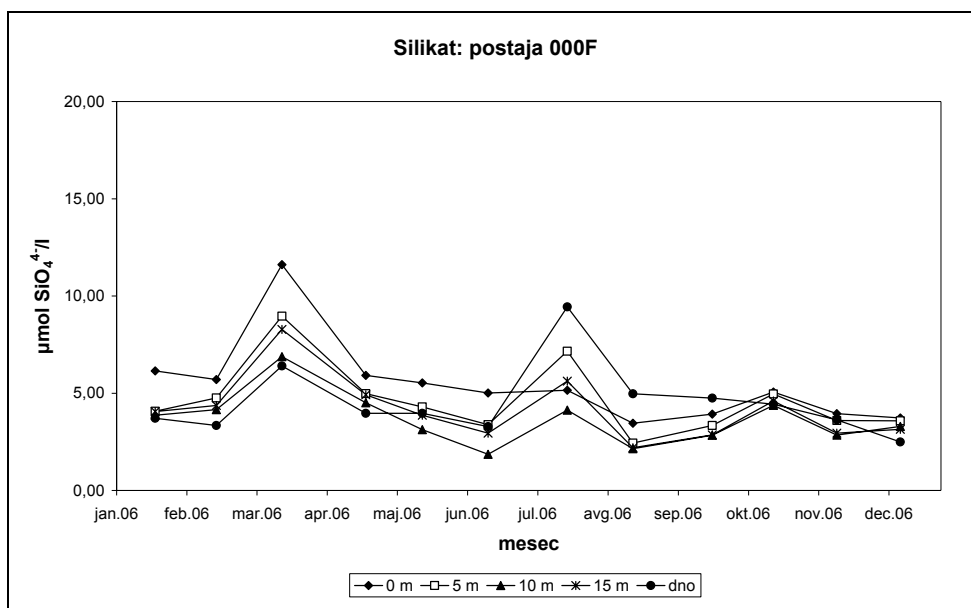
Slika 20: Meritve koncentracij anorganskega fosfata na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



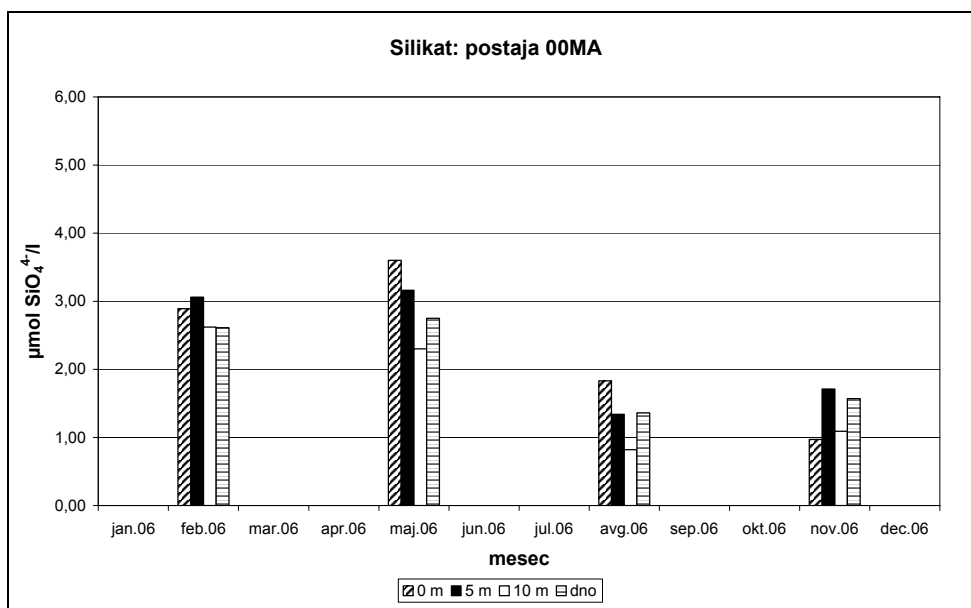
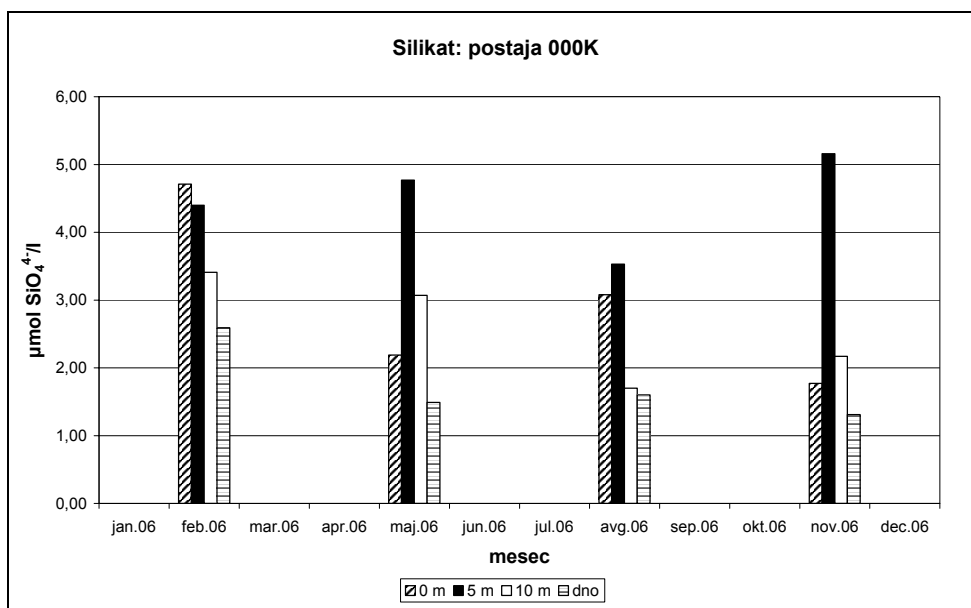
Slika 21: Sezonska dinamika koncentracij skupnega fosforja na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



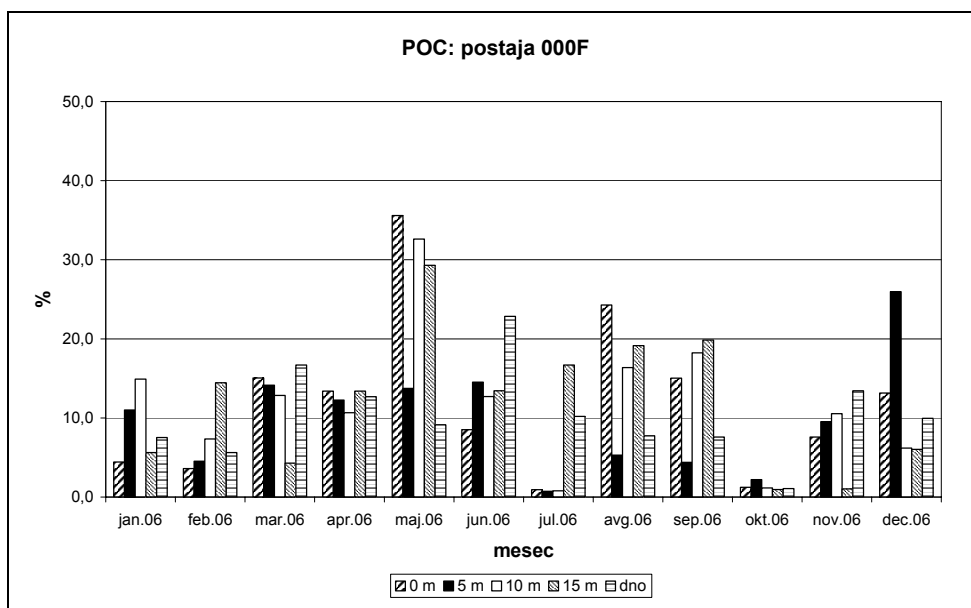
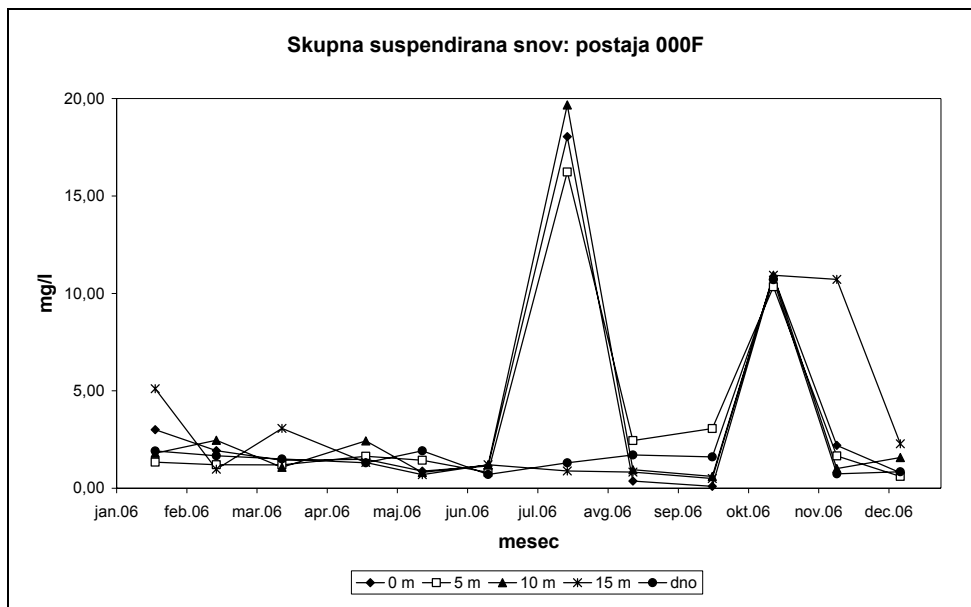
Slika 22: Meritve koncentracij skupnega fosforja na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



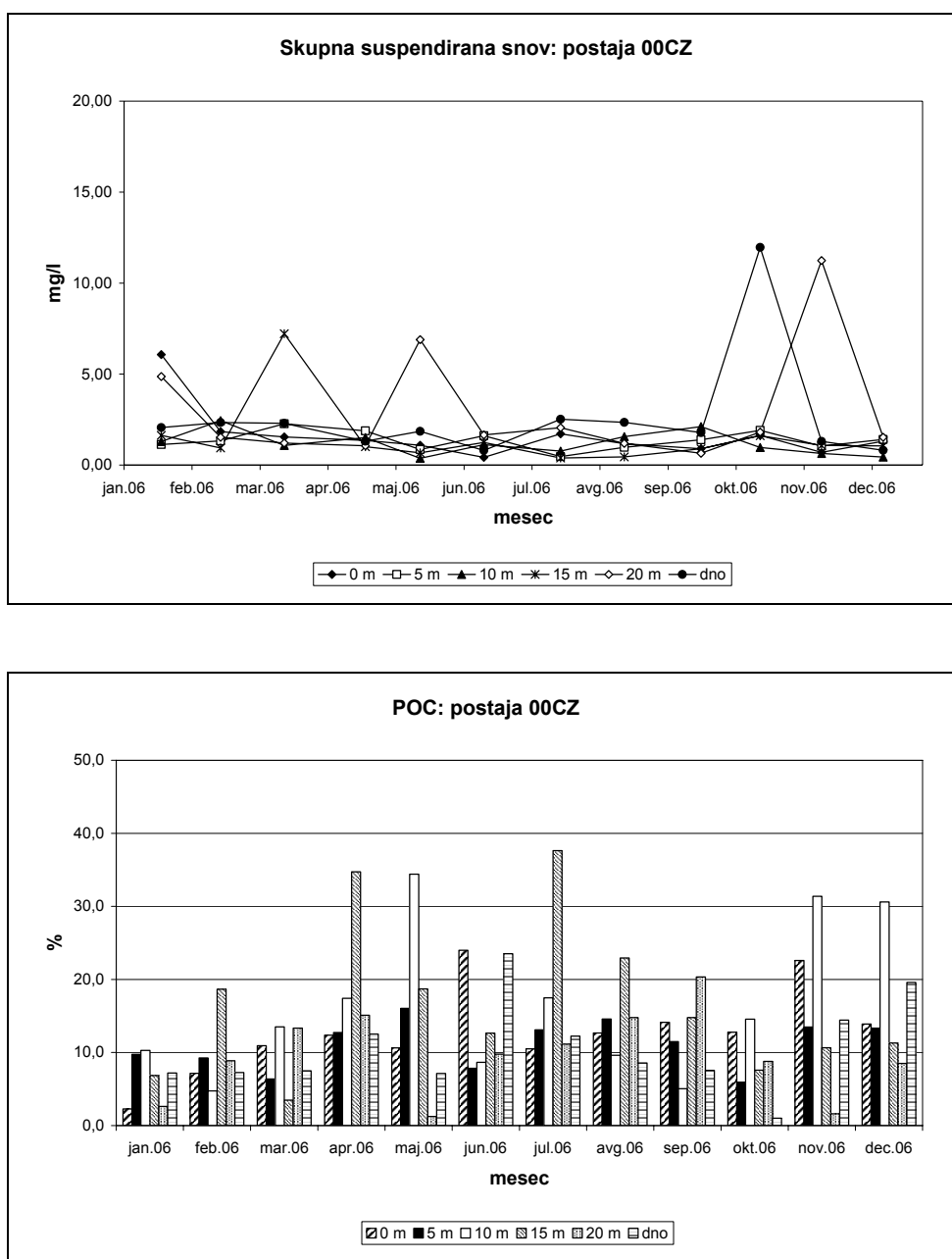
Slika 23: Sezonska dinamika koncentracij silikata na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



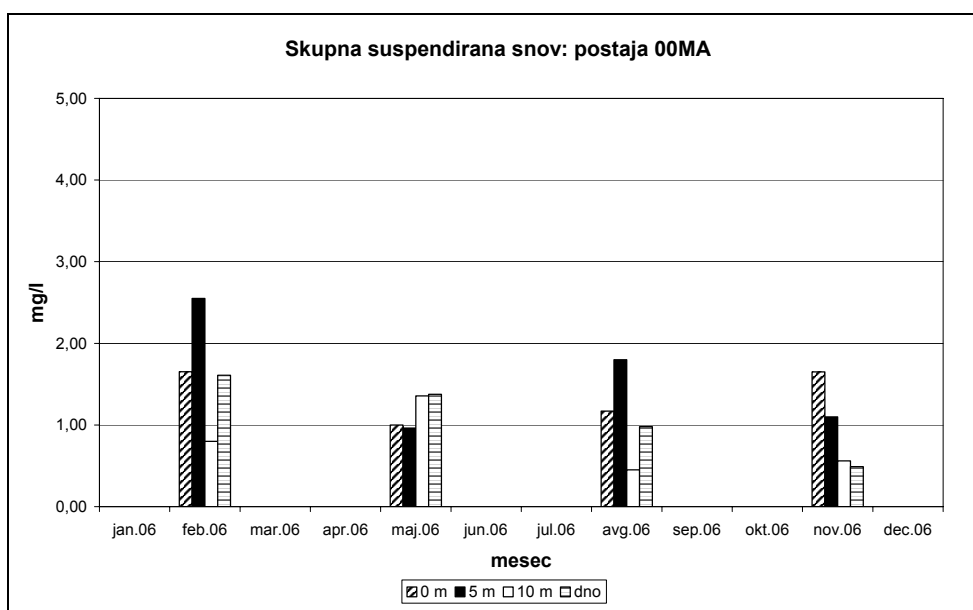
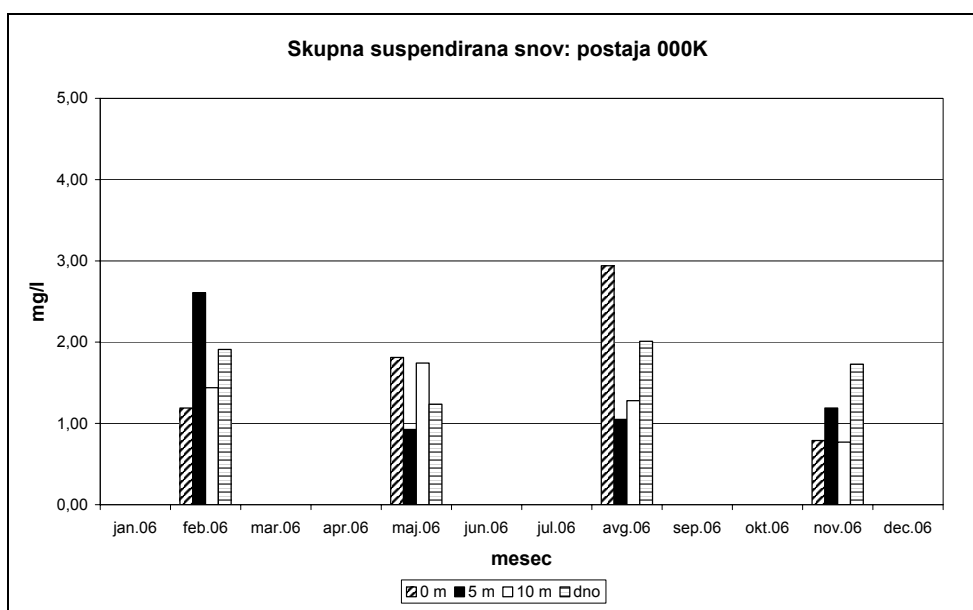
Slika 24: Meritve koncentracij silikata na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



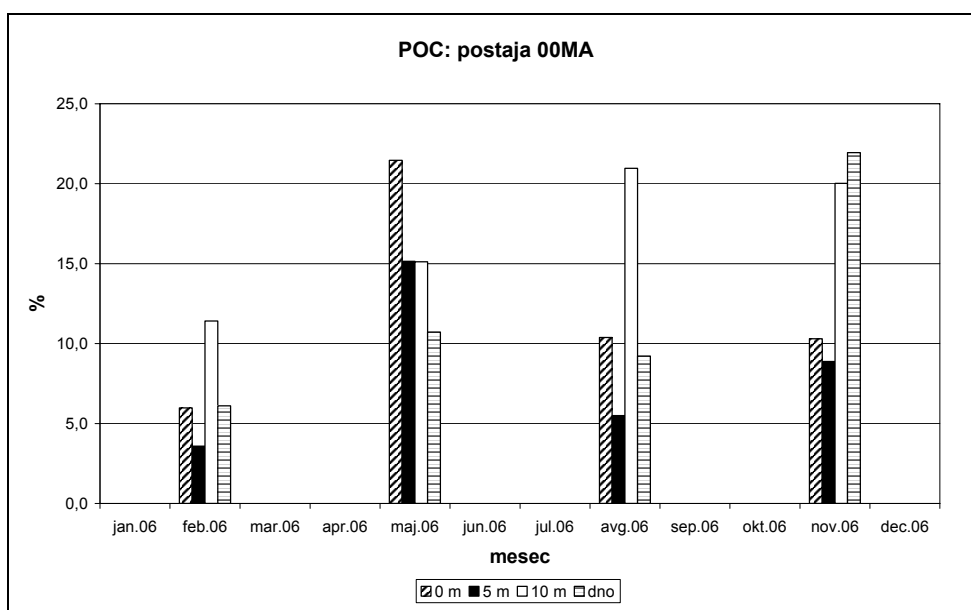
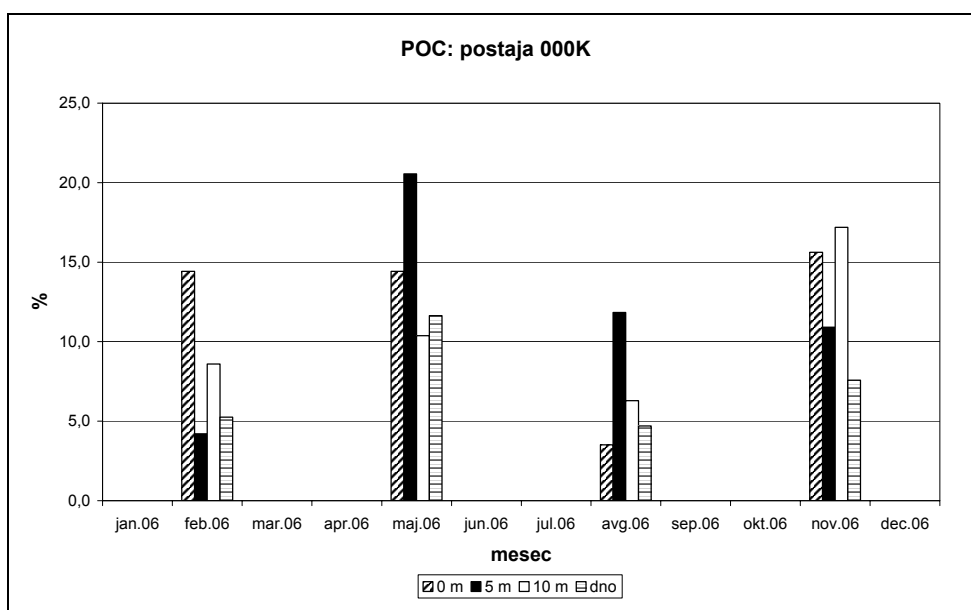
Slika 25: Sezonska dinamika koncentracij TSS in deležev POC na referenčnem merilnem mestu (000F) v letu 2006.



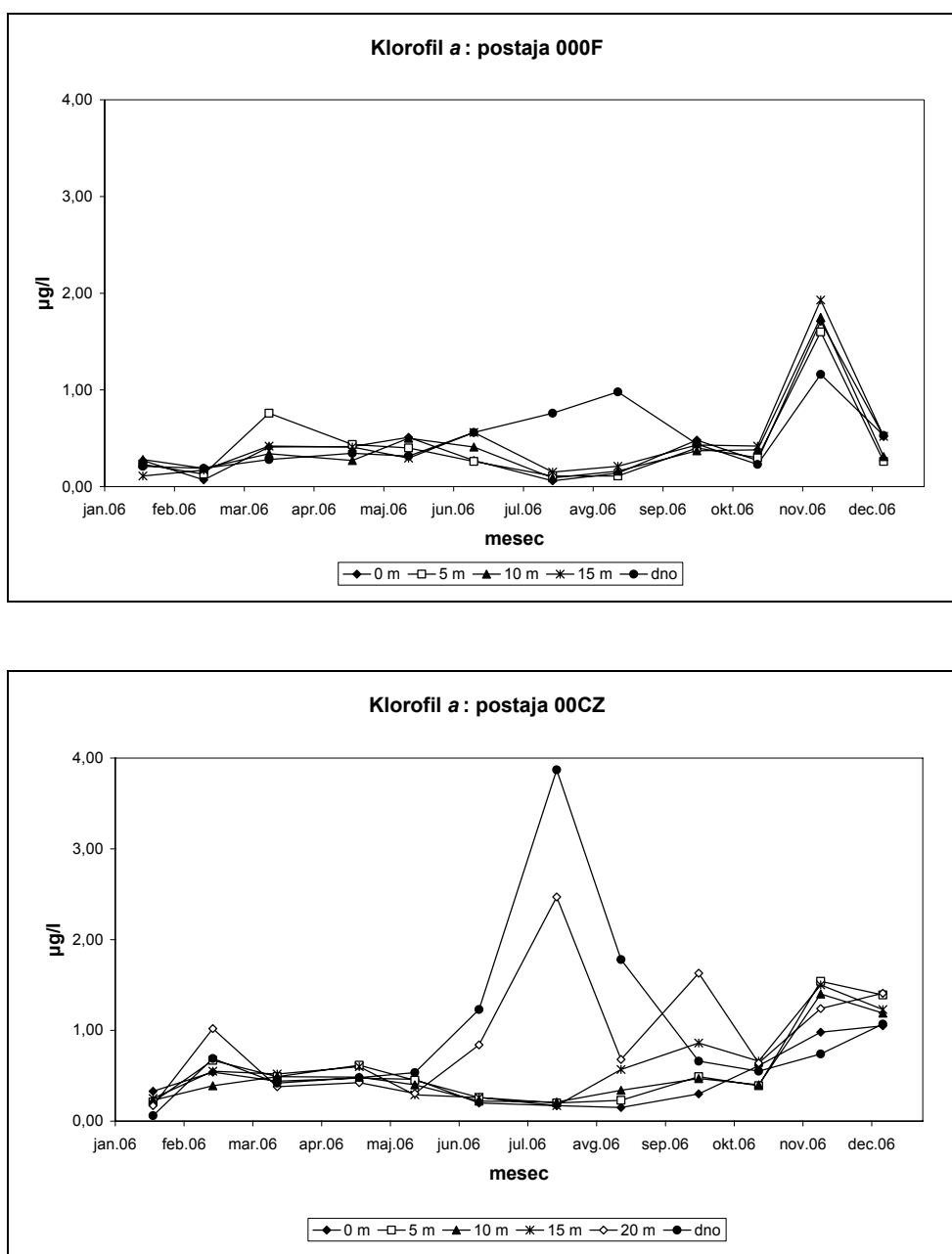
Slika 26: Sezonska dinamika koncentracij TSS in deležev POC na osnovnem merilnem mestu (00CZ) v letu 2006.



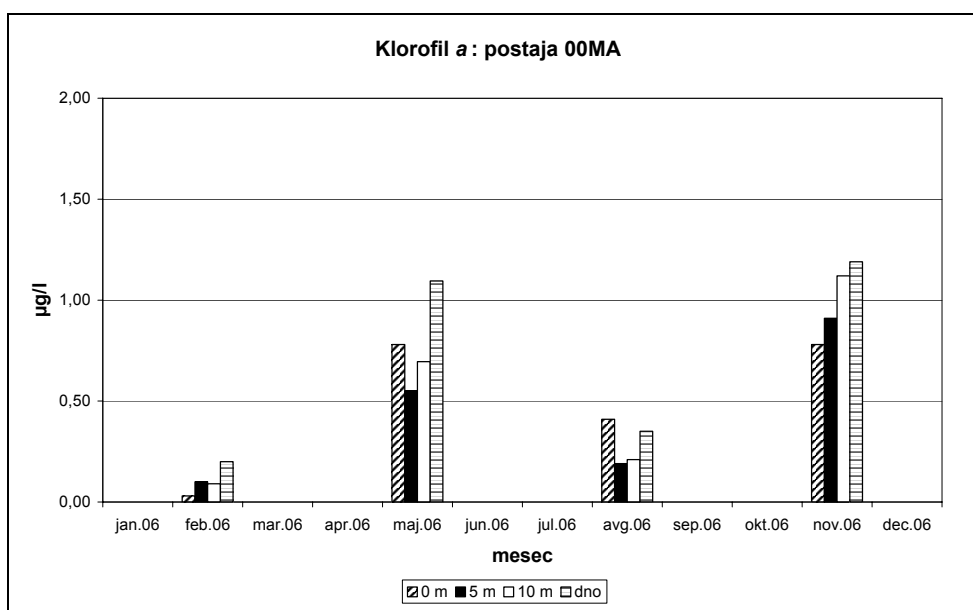
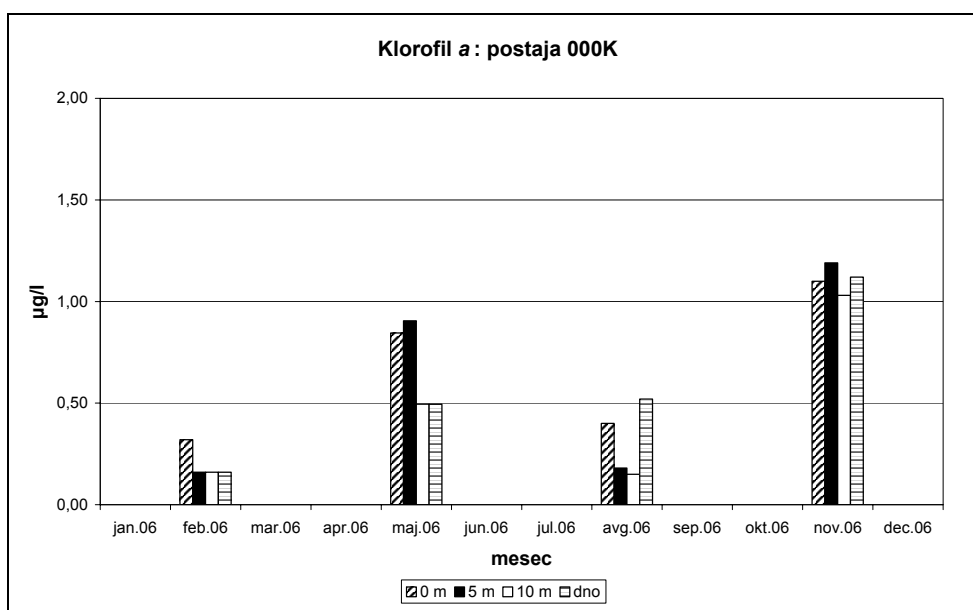
Slika 27: Meritve koncentracij TSS na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



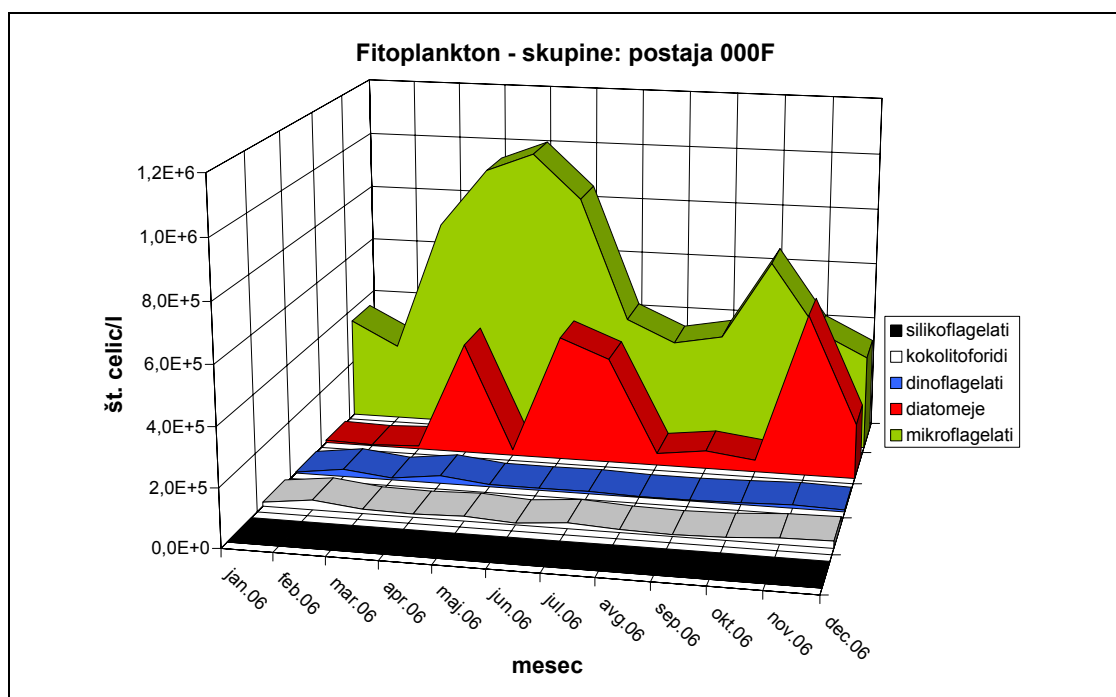
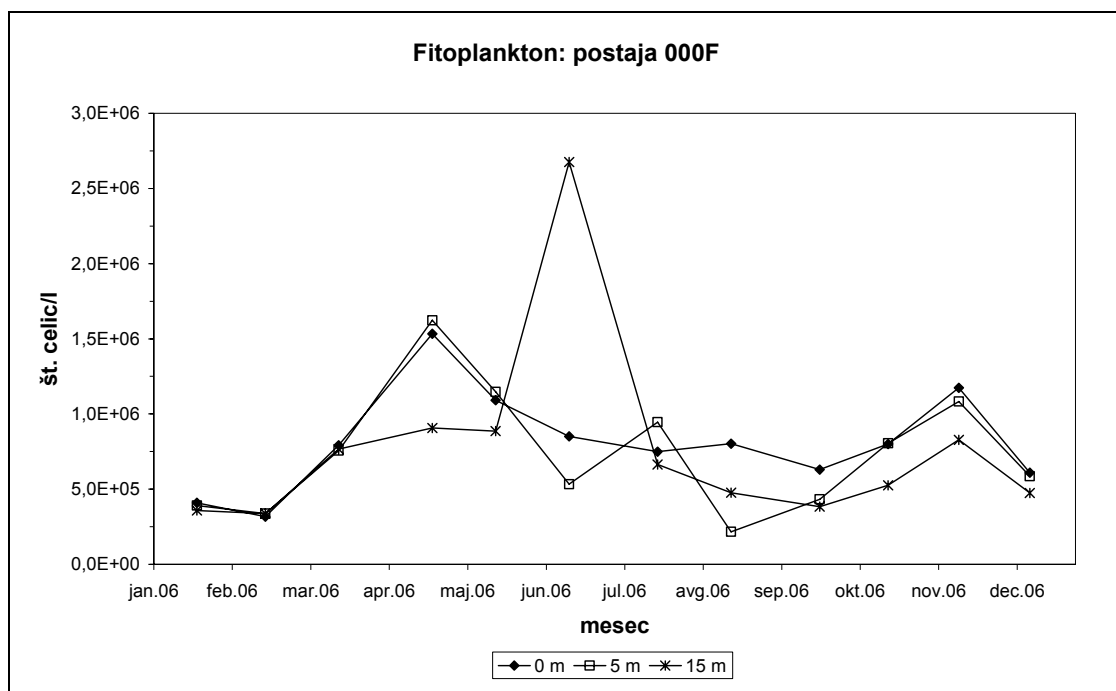
Slika 28: Deleži POC na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



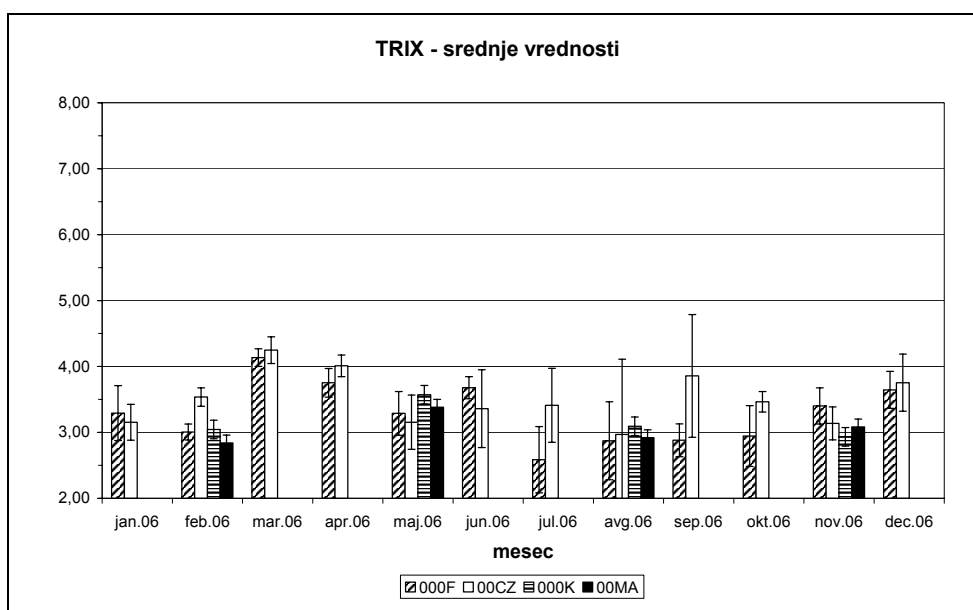
Slika 29: Sezonska dinamika koncentracij klorofila a na referenčnem (000F) in osnovnem (00CZ) merilnem mestu v letu 2006.



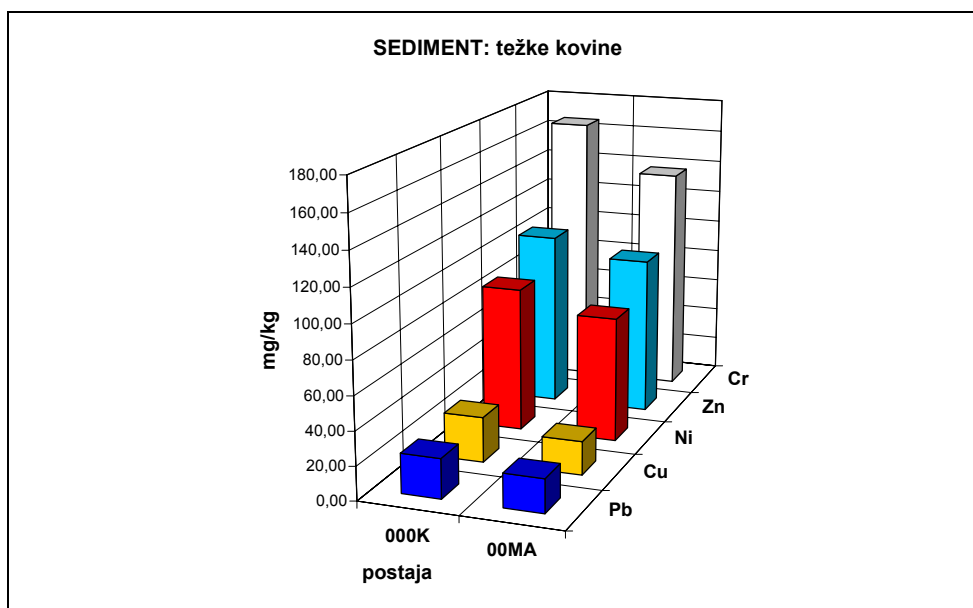
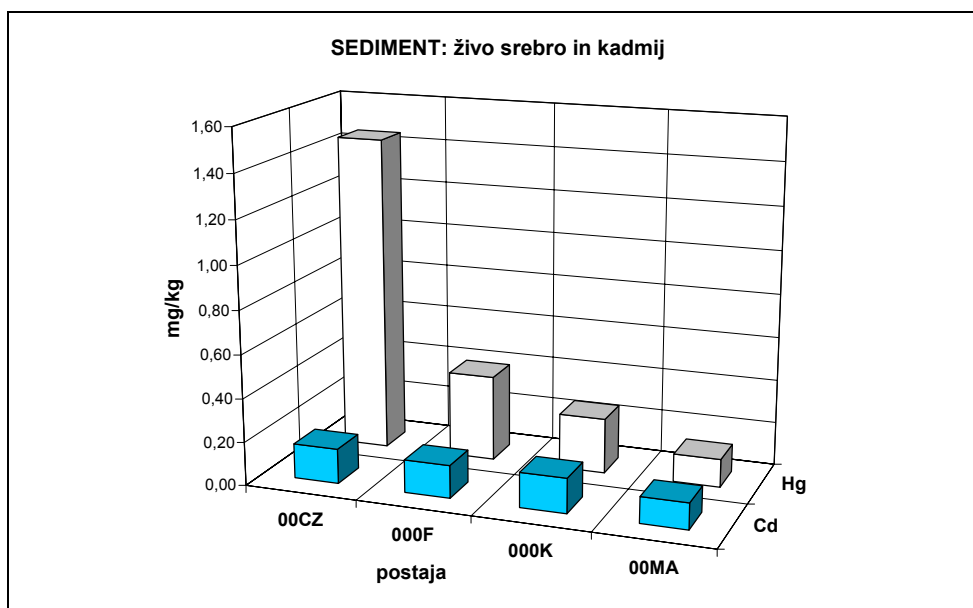
Slika 30: Meritve koncentracij klorofila a na dodatnih merilnih mestih v letu 2006.



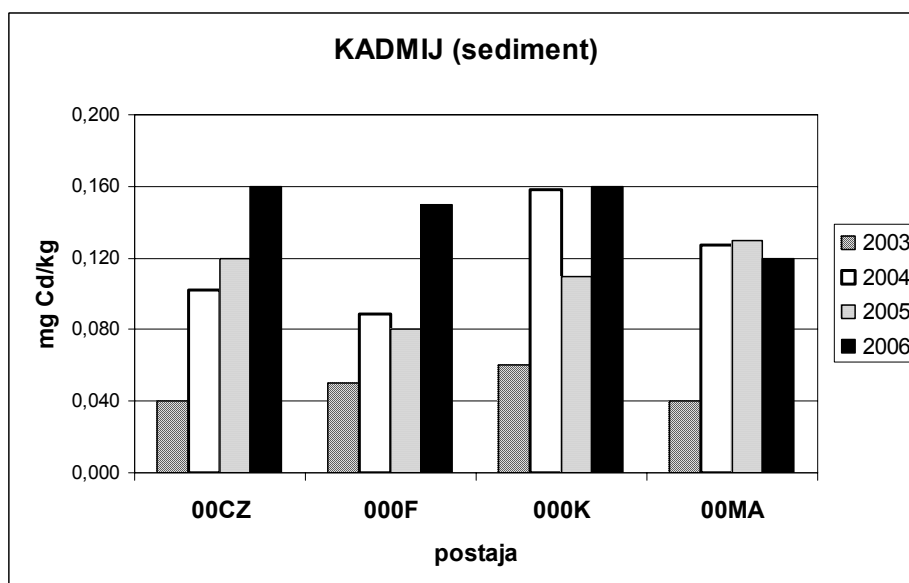
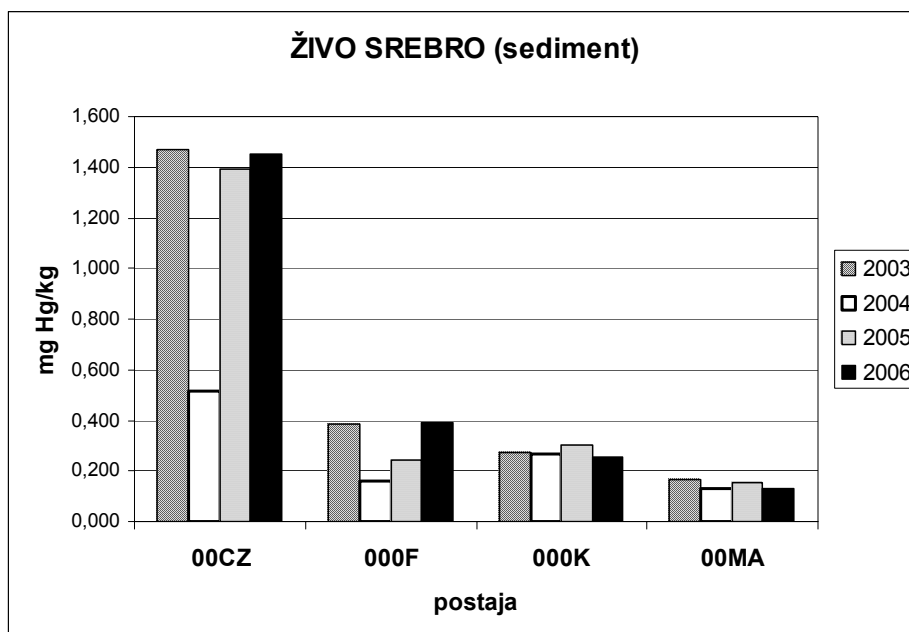
Slika 31: Sezonska dinamika abundance (zgoraj) celotnega fitoplanktona in (spodaj) posameznih skupin fitoplanktona (integrirane vrednosti) na postaji 000F v letu 2006.



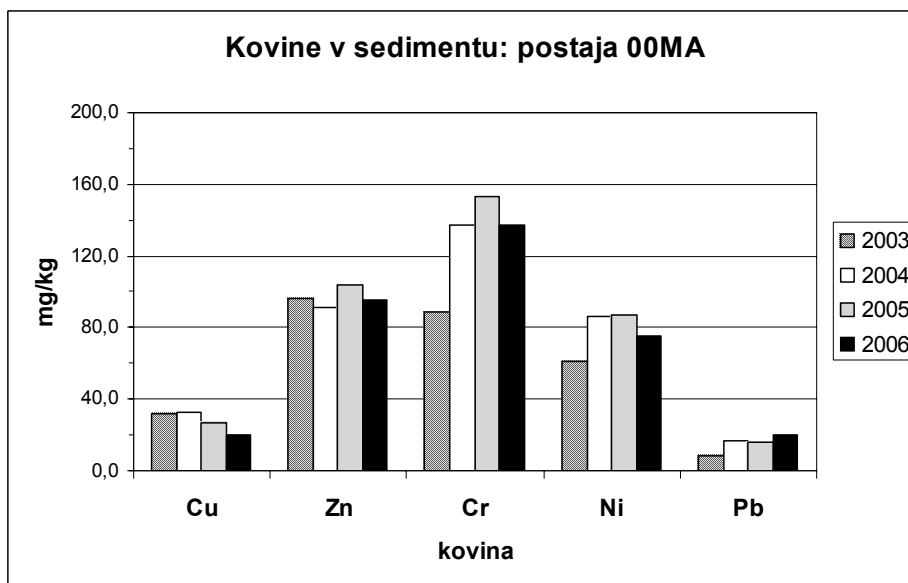
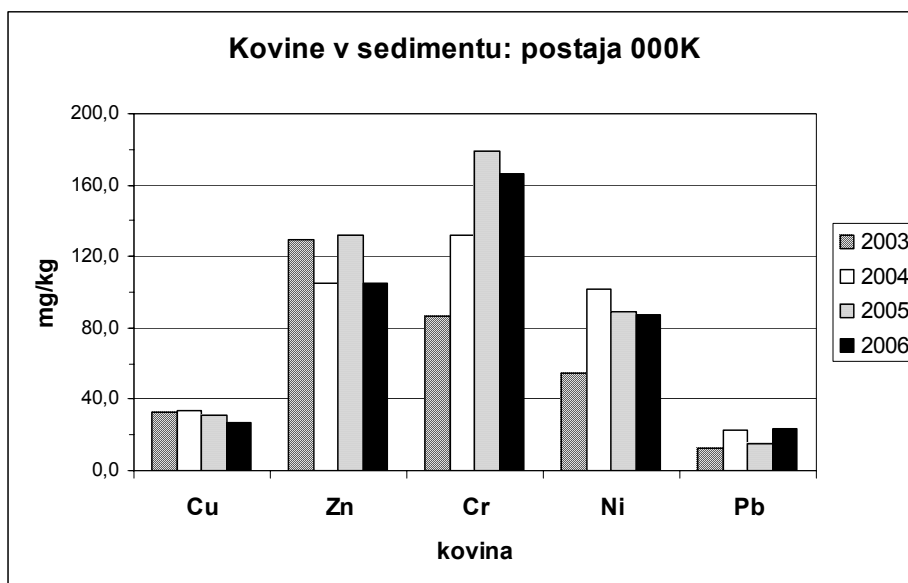
Slika 32: Srednje vrednosti (\pm SD) trofičnega indeksa TRIX na štiri postajah obalnega morja v posameznih mesecih leta 2006.



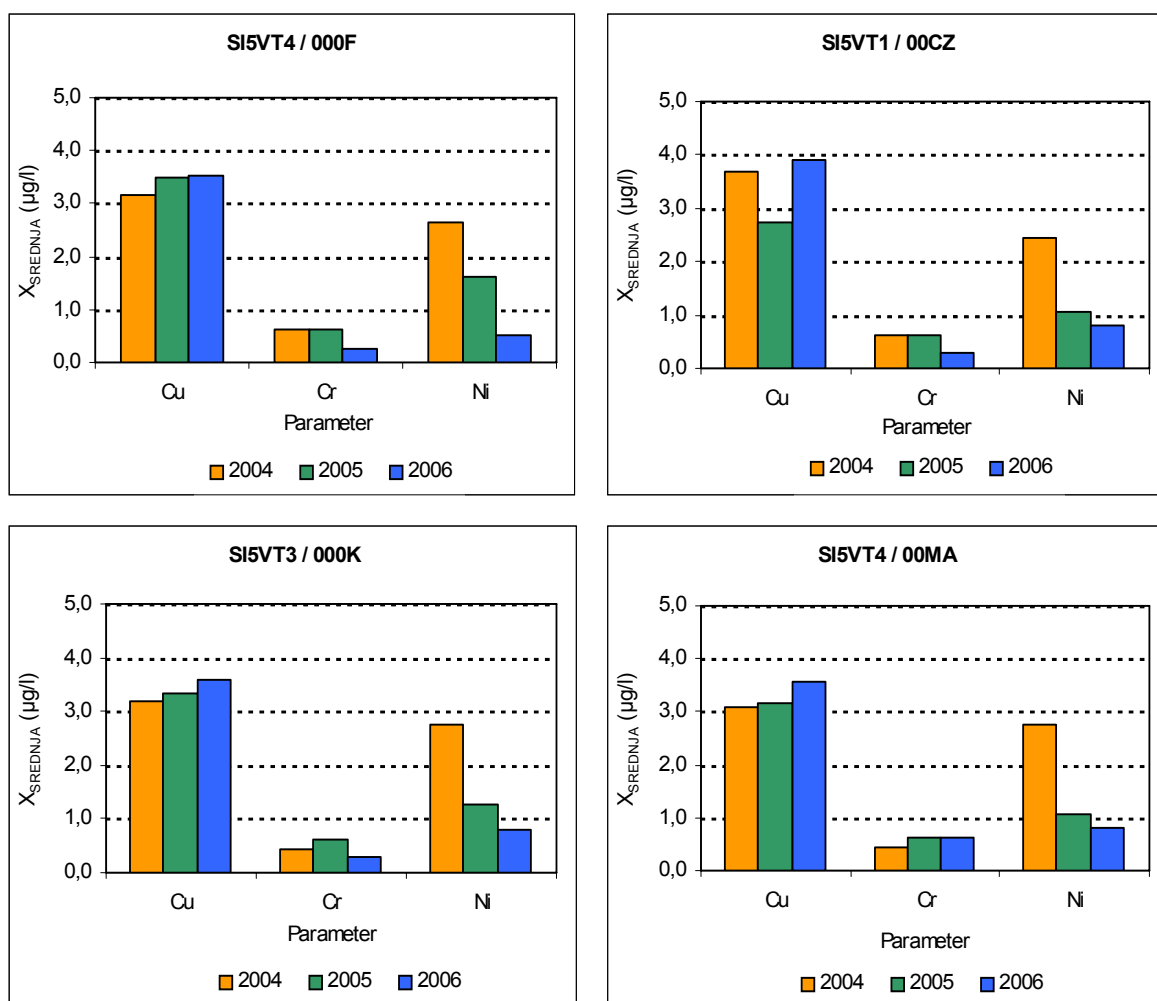
Slika 33: Koncentracije (zgoraj) kadmija in živega srebra v sedimentu štirih postaj obalnega morja in (spodaj) preostalih težkih kovin v sedimentu postaj 000K in 00MA v novembru 2006.



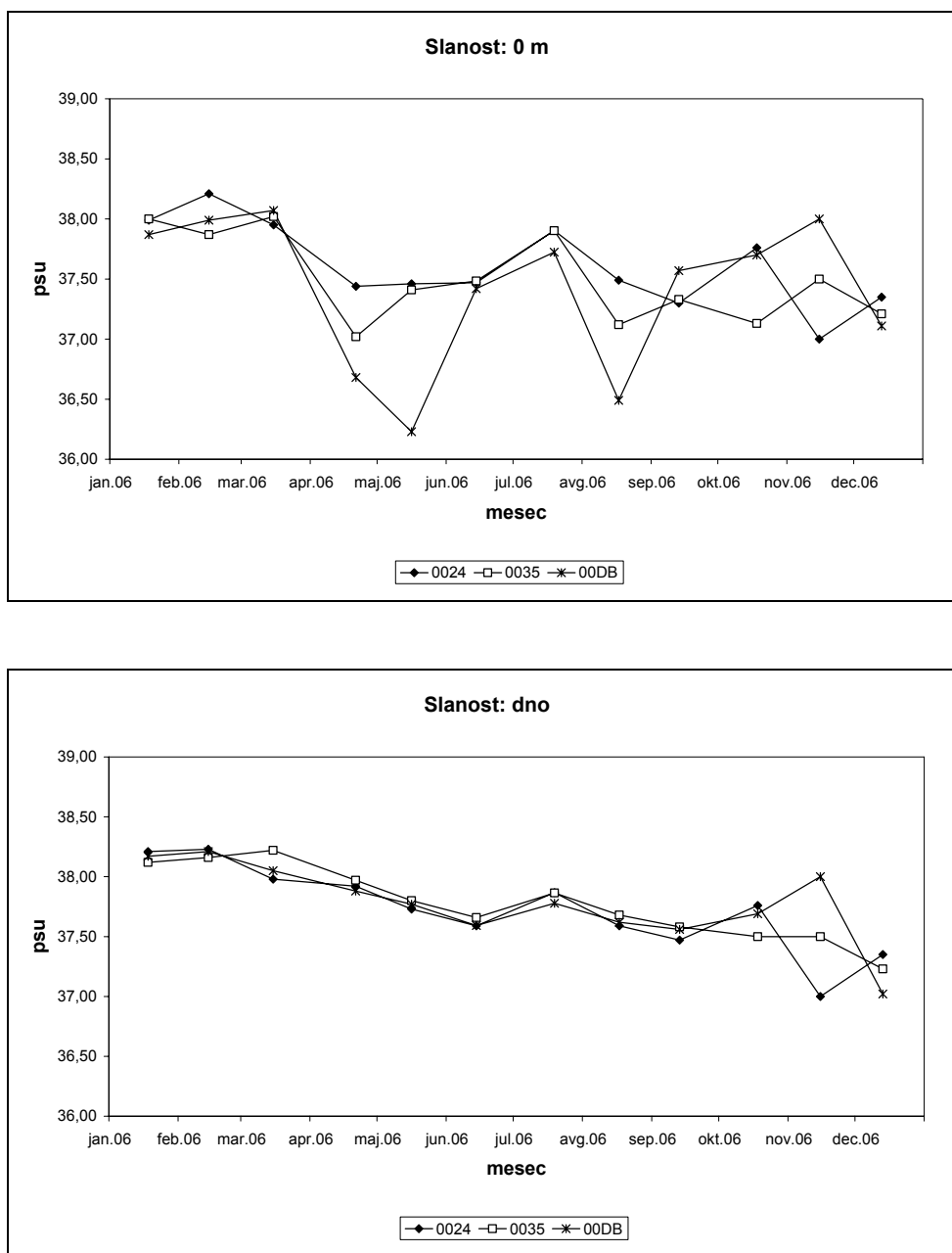
Slika 34: Variiranje vsebnosti (zgoraj) živega srebra in (spodaj) kadmija v sedimentu štirih postaj obalnega morja v letih 2003-2006.



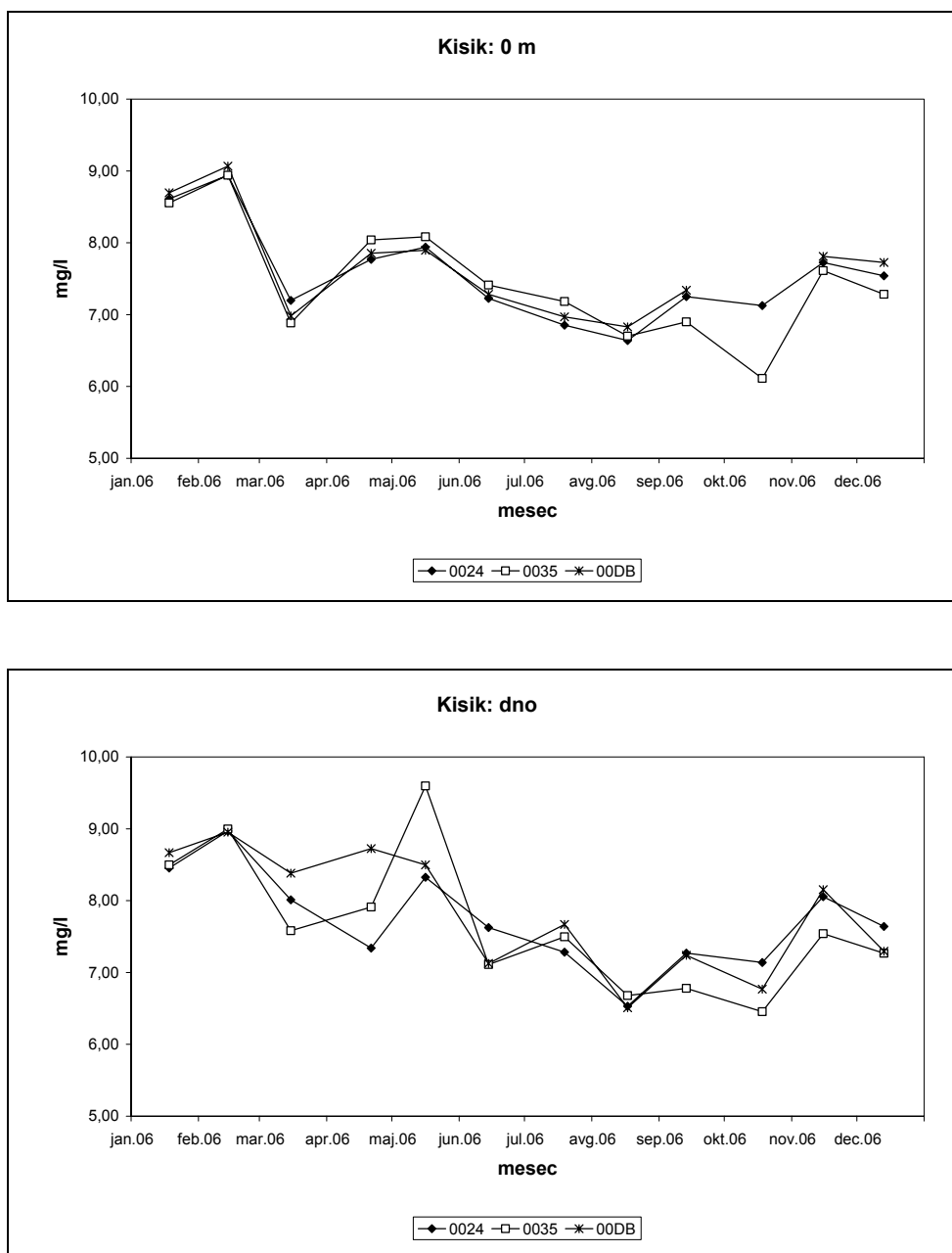
Slika 35: Variiranje vsebnosti težkih kovin v sedimentu (zgoraj) postaje 000K in (spodaj) postaje 00MA v letih 2003-2006.



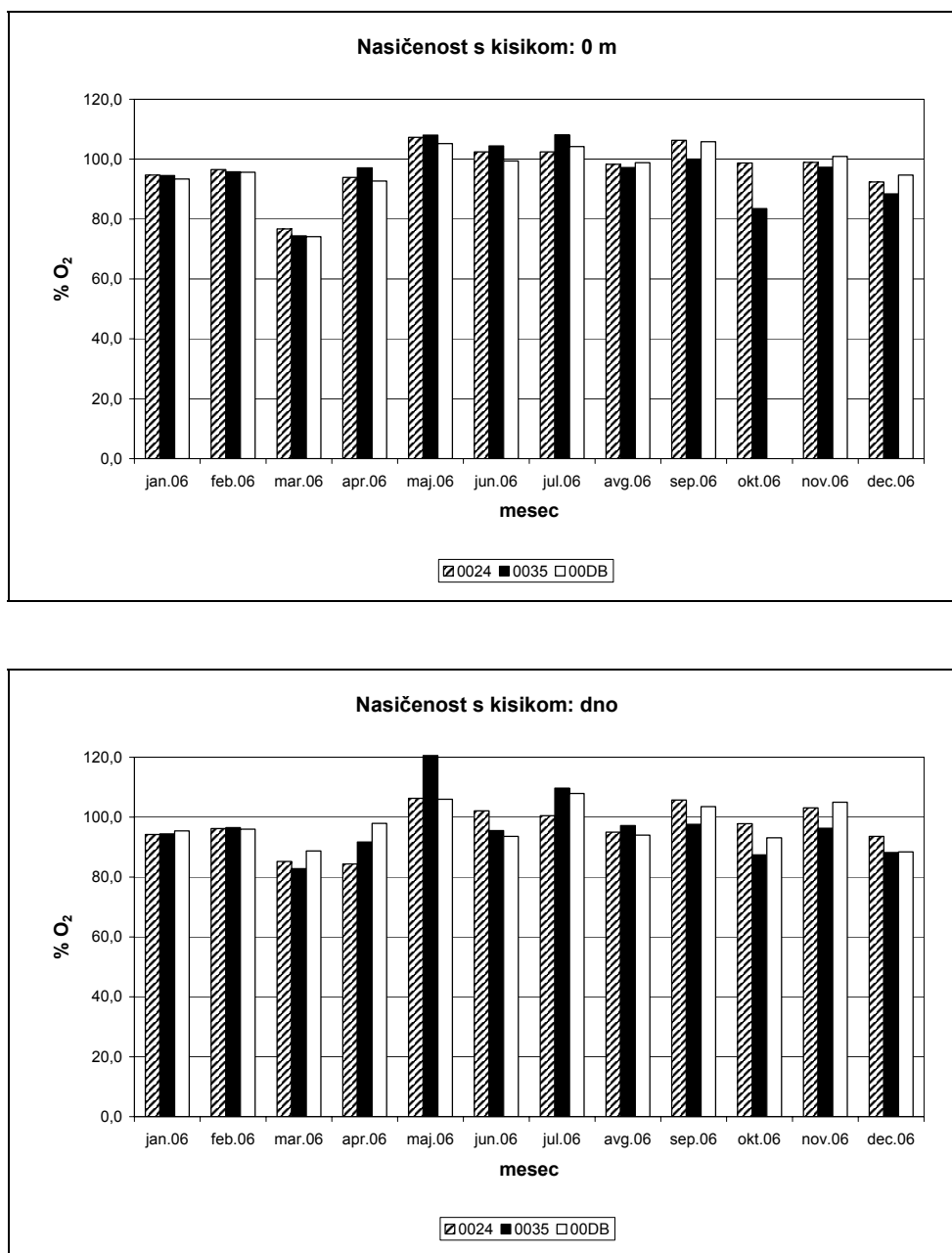
Slika 36: Povprečna koncentracija bakra, kroma in niklja v obalnih vodah v letih 2004 – 2006.



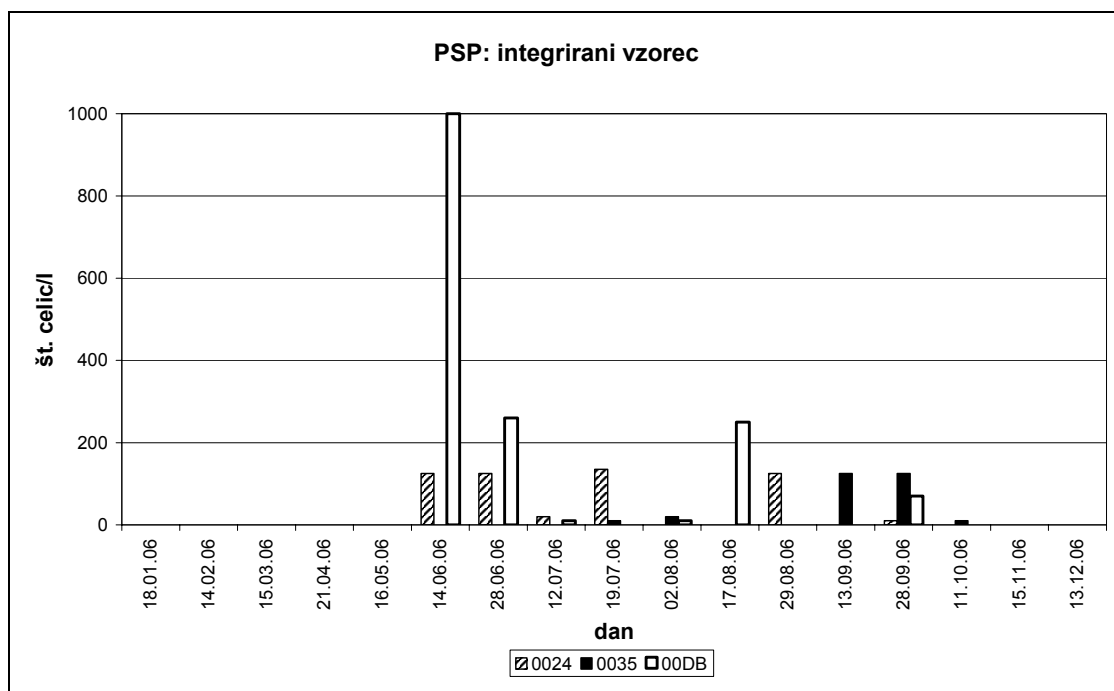
Slika 37: Sezonska dinamika slanosti morske vode v površinskem in pridnem sloju na območjih gojišč školjk v letu 2006.



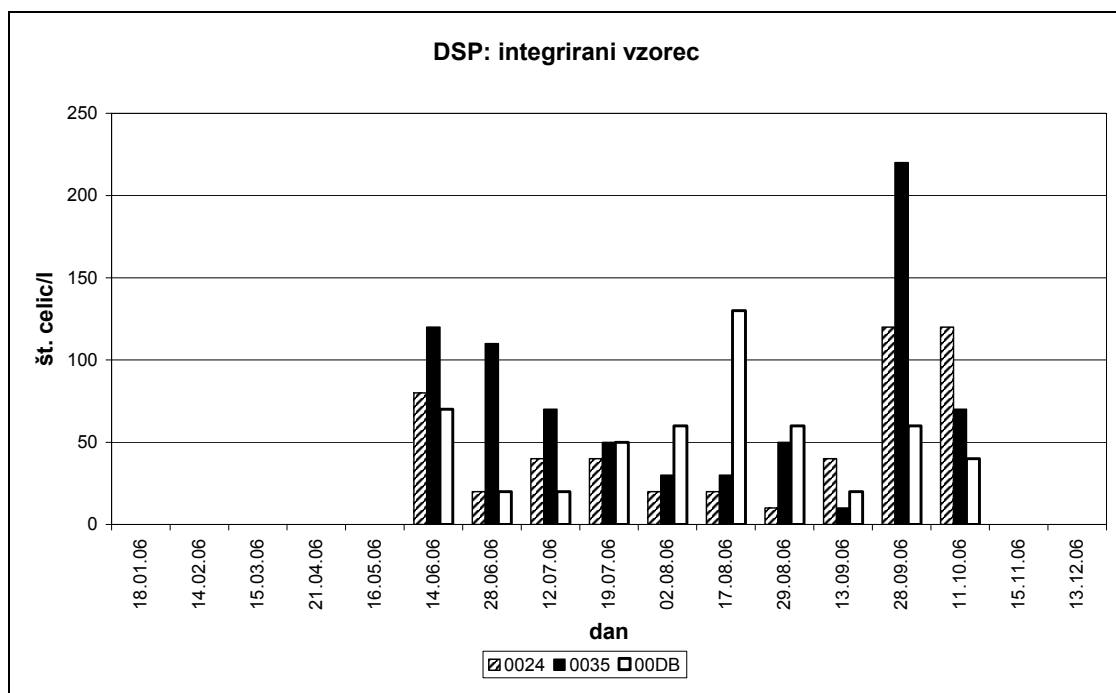
Slika 38: Sezonska dinamika koncentracij raztopljenega kisika v površinskem in pridnenem sloju na območjih gojišč školjk v letu 2006.



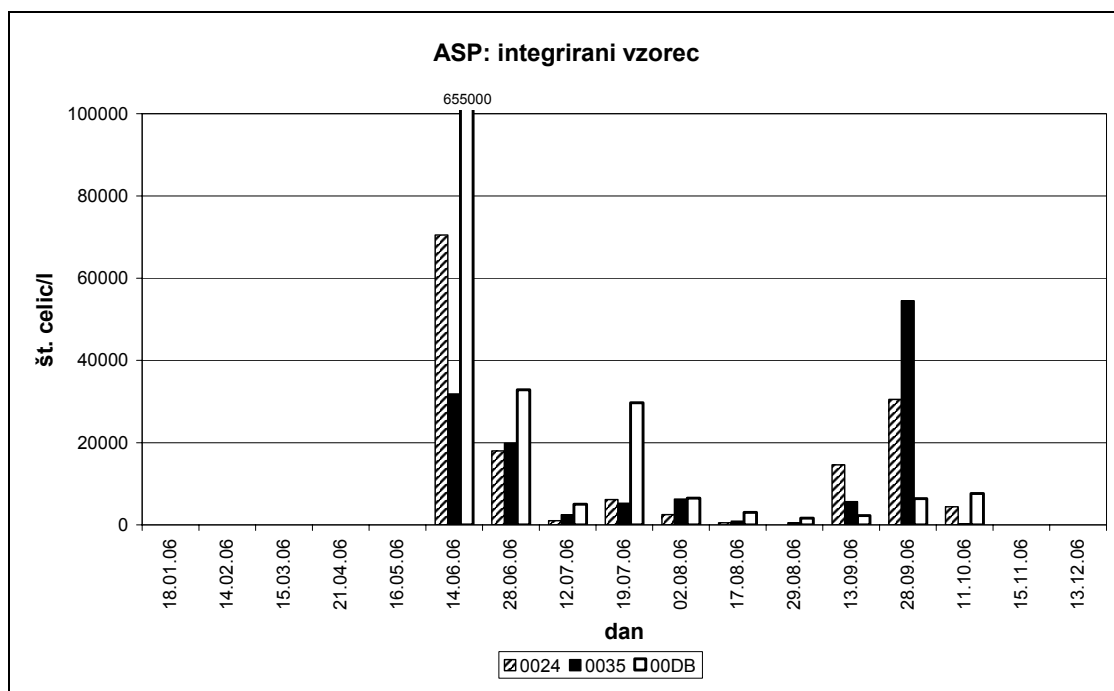
Slika 39: Deleži nasičenosti vode s kisikom v površinskem in pridnenem sloju na območjih gojišč školjk v letu 2006.



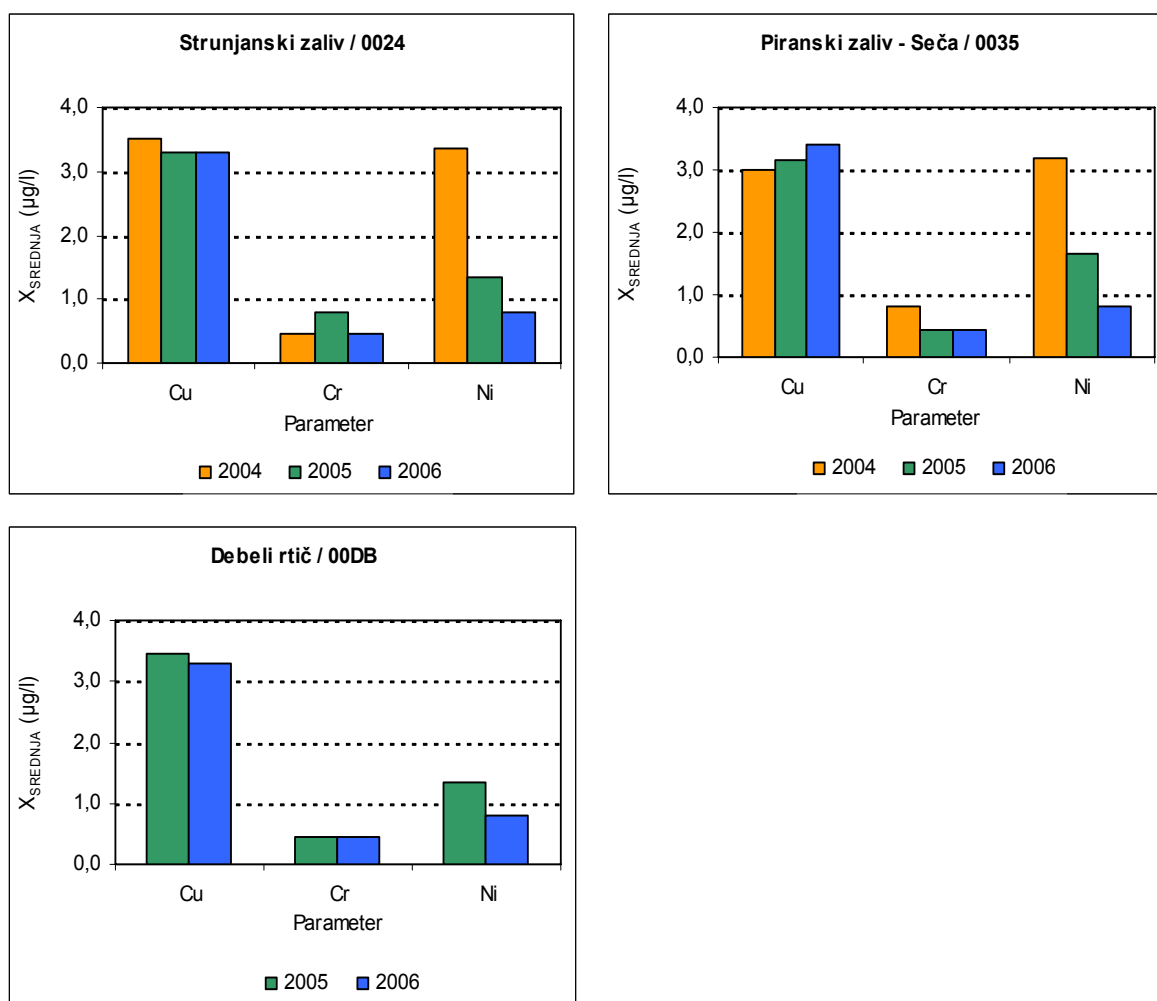
Slika 40: Abundanca toksičnih dinoflagelatov iz rodu *Alexandrium* (PSP povzročitelj) na območjih gojišč školjk v letu 2006.



Slika 41: Abundanca toksičnih dinoflagelatov, povzročiteljev DSP zastrupitve, na območjih gojišč školjk (postaje 0024, 0035 in 00DB) v letu 2006.



Slika 42: Abundanca toksičnih kremenastih alg iz rodu *Pseudo-nitzschia*, povzročiteljev ASP zastrupitve, na območjih gojišč školjk (postaje 0024, 0035 in 00DB) v letu 2006.



Slika 43: Povprečna koncentracija bakra, kroma in niklja na območjih gojišč užitne klapavice v morski vodi v letih 2004 – 2006.

6 LITERATURA

- Bendschneider, K. & R.J. Robinson. 1952. *J. Marine Res.* 2, 1.
- 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.
- Hedges, J.I. & J.H. Stern. 1984. Carbon and nitrogen determinations in carbonate - containing solids. *Limnol. Oceanogr.*, 29: 657-663.
- 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.
- http://www.arso.gov.si/o_agenciji/knji~znica/publikacije/bilten_2005_08.pdf
- http://www.arso.gov.si/o_agenciji/knji~znica/publikacije/bilten_2006_08.pdf
- 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., P. Mozetič, M. Orlando Bonaca, B. Mavrič, M. Šiško & N. Bettoso. 2006. *Opredelitev ekološkega stanja morja v skladu z Vodno direktivo (Water Framework Directive, 2000/60/EC): zaključno poročilo*. (Poročila MBP - Morska biološka postaja, 86). Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, 2006, 180 str.
- Mozetič, P., O. Bajt, B. Čermelj, N. Kovač, R. Milačič, M. Šiško & V. Turk. 2005. *Izvajanje monitoringa kakovosti morja, brakičnih voda in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2004. Letno poročilo*. (Poročila MBP – Morska biološka postaja, 76). Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, 2005, 80 str.
- Mozetič, P., O. Bajt, B. Čermelj, J. Francé, N. Kovač, S. Lapajne, R. Milačič, M. Šiško & V. Turk. 2006. *Izvajanje monitoringa kakovosti morja, brakičnih voda in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2005. Letno poročilo*. (Poročila MBP – Morska biološka postaja, 82). Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, 2006, 93 str.
- Murphy, J. & J.P. Riley. 1962. *Analytica chim. Acta* 27: 31-36.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastwaters*. 13th ed. 1971. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. Inc., New York, 1971, 874 pp.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mit. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, 9: 1-38.
- UNEP/IOC/IAEA, 1992. *Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 20*. UNEP. Copenhagen.
- UNEP/WHO. 1995a. *Guidelines for monitoring the quality of coastal recreational and shellfish areas*.
- UNEP/WHO. 1995b. *Determination of faecal coliforms in sea water by the membrane filtration (MF) culture method. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 3*.
- Vollenweider, R.A., F. Giovanardi, G. Montanari & A. Rinaldi. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics* 9(3): 329-357.

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