



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN

**MONITORING KAKOVOSTI MORJA IN KONTROLA
ONESNAŽENJA S KOPNEGA V SKLADU Z
BARCELONSKO KONVENCIJO**

POROČILO ZA LETO 2006

Nosilka naloge: **Valentina Turk**

Sodelavci:

O. Bajt, D. Bošnjak, J. France, M. Horvat, R. Milačič, P. Mozetič, A. Ramšak, A. Malej

Naročnik:

MINISTRSTVO ZA OKOLJE in PROSTOR , AGENCIJA R SLOVENIJE ZA OKOLJE

Naloga je izdelana v šestih izvodih v pisni obliki in na disketi (Word for windows) s povzetkom vsebine. Podatki in delo so zaščiteni po določilih avtorskega prava, tisk in uporaba podatkov sta dovoljena le v obliki izvlečkov z navedbo vira.

UDK 504.05(262.3)(047)=863

Za bibliografske namene se naloga citira:

Turk, V., O. Bajt, D. Bošnjak, J. France, M. Horvat, R. Milačič, P. Mozetič, A. Ramšak in A. Malej. (2007): Kakovost morja in kontrola onesnaženja. Poročilo za leto 2006. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran (NIB/MBP).

Naročnik: Agencija R Slovenije za okolje, Ministrstvo za okolje in prostor

Povzetek

Slovenija je dolgoletna članica programa Združenih narodov za okolje (UNEP) in podpisnica Konvencije o varovanju Sredozemskega morja pred onesnaženjem (Barcelonska konvencija). V okviru Sredozemskega akcijskega načrta (MAP-Mediterranean Action Plan) sodeluje v programu rednega spremljanja stanja okolja (MED POL program). Program smo izvedli s finačno pomočjo Ministrstva za okolje in prostor R Slovenije, Agencije RS za okolje, zbrane podatke pa redno posredujemo Agenciji R Slovenije za okolje in koordinacijski enoti – sekretariata MAP-a v Atene. Izhodišče izvajanja monitoringa predstavlja Zakon o vodah (Ur.l. RS št.67/2002), Zakon o varstvu okolja in Barcelonska konvencija o zaščiti Sredozemskega morja pred onesnaženjem s kopnega, s pripadajočimi protokoli. Poročilo vključuje rezultate spremljanja sanitarne kakovosti kopaliških vod, trofičnega stanja obalnega morja in trendov onesnaženja, stopnje onesnaženja organizmov in sedimenta s težkimi kovinami in policikličnimi ogljikovodiki, virov onesnaženja s kopnega in žarišč onesnaženja, ter biomonitoringa za oceno bioloških posledic onesnaženja na morskih organizmih. V programu sodelujejo tri ustanove: Nacionalni inštitut za biologijo - Morska biološka postaja Piran (NIB/MBP), Inštitut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju (IJS) in Zavod za zdravstveno varstvo Koper, Oddelek za sanitarno mikrobiologijo (ZZV Koper).

V okviru programa spremljanja sanitarne analize kopaliških vod je podana celokupna ocena kakovosti kopališč vzdolž obale R Slovenije glede na kriterije nacionalne in WHO/UNEP zakonodaje. Ovrednotili smo rezultate izmerjenih koncentracij indikatorjev fekalnega onesnaženja (fekalne streptokoke, fekalne kolineforme in totalne kolineforme) v vzorcih kopališč za obdobje od maja do oktobra. Glede na kriterije zakonodaje, večina vzorcev morske vode ustreza kriterijem, ki dovoljujejo uporabo kopališč za rekreativne namene.

V letu 2006 rezultati vsebnosti živega srebra (Hg) in kadmija (Cd) v tkivu klapavic *Mytilus galloprovincialis* ne odstopajo od rezultatov predhodnih let. Koncentracije Cd so varirale od 0,6 do 0,9 mg/kg. Nekoliko višje vrednosti živega srebra (0,1 µg/kg), alifatskih in poliaromatskih ogljikovodikov (1,1 µg/kg) smo izmerili v vzorcih klapavic na merilnem mestu pred marino v Kopru. Najvišje koncentracije alifatskih (AH) in poliaromatskih ogljikovodikov (PAH) v sedimentu so bile določene v Luki Koper in Marini Portorož, najnižja je bila vsebnost na referenčni postaji. Povišane vrednosti ogljikovodikov v estuariju Rižane in marini Portorož so lahko povezane z onesnaževanjem s pomorskim prometom. Sestava poliaromatskih ogljikovodikov kaže tudi na prevladujoč pirogeni izvor, substituirani PAHi pa kažejo tudi na sicer manj pomemben petrogeni izvor.

Za določevanje evtrofikacijskega stanja obalnega morja smo izbrali merilna mesta na dveh transektih. Prvi transekt je potekal od merilnega mesta v ustju reke Rižane proti sredini Kopskega zaliva in v smeri proti Izoli. Drugi transekt je potekal od merilnega mesta v ustju reke Dragonje, proti sredini Piranskega zaliva in v smeri proti sredini Tržaškega zaliva. Trofični status obalnega morja in odprtih vod Tržaškega zaliva smo določili na osnovi izračuna TRIX indeksa zbranih rezultatov meritev hranilnih soli, kisika in koncentracij klorofila. V februarju, maju, avgustu in novembru smo vzorčili istočasno tudi za biološke analize vrstne sestave dominantnih vrst fitoplanktona. Vrednosti TRIX indeksa so znašale od 2,1 do 7,3. Vrednost TRIX indeksa so bile najvišje v ustju reke Rižane in v spodnjem toku reke Dragonje, z oddaljenostjo od ustja rek se vrednost indeksa niža. Glede na trofično lestvico lahko uvrščamo obalno morje R Slovenije v območja z visokim ekološkim statusom, estuarije pa kot vode srednjega, občasno slabega ekološkega statusa. Abundanco in vrstno sestavo fitoplanktona smo določali sezonsko na vseh merilnih mestih obeh transektov, na treh globinah zgornjega dela vodnega stolpca (globina 0,3m, 5m, 10 ali 15m – odvisno od globine postaje). V preteklem letu je število fitoplanktonskih celic variiralo od $0,8 \times 10^5$ do $7,2 \times 10^6$ celic/L, nižje koncentracije fitoplanktona smo beležili v Piranskem zalivu in na referenčni postaji. Celotno leto so v vzorcih fitoplanktona prevladovali mikroflagelati, razen v novemberskih vzorcih, ko so prevladovale kremenaste alge.

V merilno mrežo ugotavljanja vnosa onesnaženja s kopnega so vključena merilna mesta na spodnjem toku reke Rižane, Dragonje, Badaševice in Drnice, ter izpusti iz komunalnih čistilnih naprav v Kopru in Piranu. Rezultati fizikalno-kemijskih in mikrobioloških analiz kažejo na kemično in fekalno onesnaženost rek, rezultati pa se bistveno ne razlikujejo od rezultatov

preteklih let. Na osnovi povprečnih koncentracij sezonskih meritev in hitrosti pretokov smo ocenili letni vnos nekaterih polutantov v obalno morje.

Za ugotavljanje vpliva onesnaženja na organizme (biomonitoring) izvajamo analize indukcije metalotioneinov in alkalne elucije v tkivu školjk *Mytilus galloprovincialis*. Klapavice so razširjene v Sredozemskem morju in izbrane kot testni organizem v večini laboratorijev Sredozemskih držav. Vzorčenje poteka dvakrat letno v stabilnih vremenskih pogojih, časovno enakih zaporedjih in dovolj velikem vzorecu za nadaljnjo ustrezno statistično obdelavo. V obeh vzorčenjih v letu 2006 nismo ugotovili pomembnih odstopanj od vrednosti metalotioneinov v klapavicah v primerjavi s prejšnjimi leti.

V sodelovanje z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP /MAP) smo v preteklem letu izvedli vrsto aktivnosti, kot je organizacija delavnice Clean Coast and Marine Monitoring Workshop, izvedba izobraževalnega programa za inšpektorje za okolje, ter sodelovali na strokovnih sestankih MED POL/MAP.

KAZALO

POVZETEK	3
KAZALO	5
UVOD	6
METODE FIZIKALNO-KEMIČNIH IN BIOLOŠKIH ANALIZ	7
REZULTATI.....	9
1. MONITORING ZA ZAŠČITO ZDRAVJA LJUDI	9
1.1. Sanitarna analiza kopaliških voda	9
1.2. Spremljanje prisotnosti toksičnih fitoplanktonskih vrst.....	10
2. MONITORING OBALNEGA MORJA IN TREND MONITORING.....	11
2.1. Kemično onesnaženje v organizmih.....	11
2.2. Evtrofikacijski monitoring	18
2.3. Obremenitev – vnos s kopnega.....	30
2.4. Biomonitoring	33
KOORDINACIJA ZA MED POL.....	35
LITERATURA.....	37
PRILOGE.....	38
Sodelujoče ustanove in odgovorni izvajalci	39
Mreža merilnih mest s koordinatami.....	40

UVOD

Za preprečevanje in odpravljanje posledic onesnaženja Sredozemskega morja je večina mediteranskih držav, pod okriljem Združenih narodov za okolje, leta 1975 sprejela Sredozemski akcijski načrt (MAP-Mediterranean Action Plan) in naslednje leto podpisana Konvencijo o varovanju Sredozemskega morja pred onesnaženjem (Barcelonska konvencija). Pomembno komponento programa MAP predstavlja program raziskav in rednega spremljanja stanja okolja (MED POL program). Vlada R Slovenije je leta 1999 potrdila nacionalni program MED POL faze III, ki vključuje spremljanje:

- sanitarne kakovosti kopalniških vod,
- trofičnega stanja obalnega morja,
- stopnje onesnaženja organizmov in sedimenta s težkimi kovinami (kadmij in živo srebro) in policikličnimi ogljikovodiki,
- virov onesnaženja s kopnega in žarišč onesnaženja,
- biomonitoringa za oceno bioloških posledic onesnaženja na morskih organizmih.

Vsako leto podajamo tudi pregled opravljenih aktivnosti v okviru sodelovanja v programih UNEP/MED POL.

Izhodišča za izvajanje programa predstavlja tudi Zakon o vodah, 7. člen (Ur.l. RS št.67/2002), Zakon o varstvu okolja (1. in 3. točka 94. člena) in Barcelonska konvencija o zaščiti Sredozemskega morja pred onesnaženjem s kopnega, s pripadajočimi protokoli.

Program smo izvedli s finačno pomočjo Ministrstva za okolje in prostor R Slovenije, Agencije RS za okolje (pogodba št. 2523-06-500181). V programu sodelujejo tri inštitucije (Nacionalni inštitut za biologijo, Inštitut J Stefan in Zavod za zdravstveno vasstvo Koper (Priloga, tabela 1). Zbrane podatke posredujemo Ministrstvu za okolje, Agenciji R Slovenije za okolje in koordinacijski enoti – sekretariata MAP-a v Atene (National Monitoring Programme of Slovenia).

Poleg pisnega poročila so rezultati Monitoringa kakovosti morja in virov onesnaženja s kopnega za leto 2006 podani v celoti v prilogi in posredovani v elektronski obliki na disketi (Excel). Rezultate kemijskih analiz in hitrosti pretokov na iztokih čistilnih naprav za oceno vnosa nekaterih onesnaževalcev v morje smo pridobili s pomočjo sodelavcev Komunale Koper, d.o.o. in JP Okolje Piran, d.o.o.

Vsa vzorčenja v letu 2006 so bila izvedena po predviden programu in na vseh merilnih mestih, ki so prikazana pri posameznih programih (slika 1,2,3,4 in 5) in opisana v tabelah 1 – v prilogi.

METODE FIZIKALNO-KEMIČNIH IN BIOLOŠKIH ANALIZ

Osnovne fizikalne parametre v morski vodi in rečnih vodah smo določali po standardnih metodah za morske analize: temperaturo morja smo na vsakem globinskem nivoju s CTD sondo (CTD=Conductivity, Temperature, Depth; Center for Water Research, Avstralija); prosojnost (transparenc) vode smo ugotavljali s ploščo Secchi; meritve pH vzorcev smo opravili z laboratorijskim pH metrom "Iskra MA 5794" in kombinirano stekleno elektrodo; slanost smo določali s sondo ali s pomočjo refraktometra, ali smo jo izračunali iz električne prevodnosti vode, ki je odvisna od narave in količine prisotnih ionov ter temperature. Koncentracije kisika smo določali po modifikaciji klasične Winklerjeve metode (Grasshoff, 1983), biokemijsko porabo kisika (BPK5) z Winklerjevo metodo po petdnevni inkubaciji vzorcev v inkubatorju pri temperaturi 20°C v temi; kemično porabo kisika (KPK) smo določali po razklopu vzorca s kalijevim bikromatom (K₂Cr₂O₇) in titracijo prebitega reagenta z Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ (Standard methods for the examination of water and wastewater, 13th Ed., 1971).

Koncentracije hranilnih soli dušika (NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N), fosforja (PO₄-P) in silicija (SiO₄-Si) smo določali kolorimetrično po standardnih metodah:

- nitrit (NO₂-N) z reakcijo s sulfanilamidom in etilen-diaminom
- nitrat (NO₃-N) s predhodno reakcijo nitrita preko redukcijske kolone polnjene s kadmijem in bakrom (Grasshoff, 1983),
- amoniak (NH₄-N) s fenolhipoklorit metodo po metodi Koroleff (1969),
- ortofosfat (PO₄-P) smo določali z reakcijo z molibdatom in askorbinsko kislino po metodi Murphy in Riley (1962), modificirana po Koroleff -u (1968);
- celotni dušik (Tot N) in celotni fosfor (Tot P) smo določali v nefiltriranih vzorcih po metodi Koroleff (1977) (oksidacija vzorcev s kalijevim persulfatom v mediju natrijevega hidroksida in borove kisline pri povišani temperaturi in pritisku, po razklopu analiza nitrat in fosfata po že opisani metodi).

Hranilne soli smo določali v nefiltriranih vzorcih morske vode z izjemo vzorcev rek, kjer smo vzorce za določanje ortofosfata, nitrita in nitrata predhodno filtrirali skozi steklene filtre GF/F (Whatman).

Detergente (Det) smo določali po metodi metilen-modro, kot je opisana v priročniku Standard Methods (1971) in temelji na formiranju kationov in anionskih surfaktantov, ki jih določamo z merjenjem absorbance organske faze pri valovni dolžini 652 nm.

Analize težkih kovin: 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. 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 115°C 12 ur. Po razkroju smo vsebino kvantitativno dopolnili do značke (25,8 cm³) z Milli-Q vodo. Hg smo določili s CV AAS. 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 Mussel Tissue 2977).

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 od aromatskih ogljikovodikov s kromatografijo na SiO₂ in Al₂O₃ in določili koncentracijo v obeh frakcijah. Točnost določanja smo preverili z analizo standardnega referenčnega materiala IAEA 408.

Ogljikovodike, alifatske in aromatske, smo v školjkah določali po metodi UNEP -a (UNEP 1993). Po sušenju vzorcev smo eksteahirali ogljikovodike z metanolom z uporabo Soxhletovega aparata. Po 8 urah ekstrakcije smo hidrolizirali lipide z dodatkom KOH. Ogljikovodike smo nato ekstrahirali v heksan, koncentrirali in ločili alifatske od aromatskih s kolonsko kromatografijo na SiO₂ in Al₂O₃. Koncentracijo ogljikovodikov v obeh frakcijah smo določili s plinsko kromatografijo. Točnost določanja ogljikovodikov v školjkah smo preverili z analizo standardnega

referenčnega materiala IAEA 142 Količino fitoplanktonske biomase smo določali s količino klorofila *a* (Chl *a*) na vsaki postaji s pomočjo fluorometra pritrjenega na CTD sondi ali po filtraciji ustreznega volumna morske vode na celulozne fitre (Millipore 0,22 μ m) in ekstrakciji po metodi Holm Hansen in sod. (1965). Meritve fluorometra na sondi so kalibrirane z meritvami fluorescence fluorometra (Turner fluorometer Model 112) s standardnim materialom (SIGMA Chlorophyll *a* from spinach).

Vzorke morske vode za določanje vrstne sestave fitoplanktona smo vzorčevali na vsaki postaji na posameznih globinah s pomočjo Niskinovih vzorčevalnikov in ustrezen volumen vzorca takoj fiksirali z nevtraliziranim formalinom (končna konc. 1,5%). Podvzorke (50 ml) morske vode smo preko noči sedimentirali v ustreznih komorah in fitoplanktonsko število in vrstno sestavo določili z invertnim mikroskopom po metodi Utermöhl (1958).

Število fekalnih koliformnih bakterij (FK) smo določali z metodo membranske filtracije po navodilih in priporočilih UNEP/WHO (1995,a,b). Ustrezen volumen vode smo filtrirali skozi filtre velikosti por 0,45 μ m (Millipore) in filtre inkubirali 24 ur na gojišču m-FC agar (Difco) pri temperaturi 44,5 \pm 0,2°C. Rezultat smo izrazili kot število zraslih kolonij v 100 ml vzorca vode (FK/100 ml).

Analize koncentracij metalotioneinov. Klapavicam smo izmerili dolžino lupine (daljša mera) in višino lupine (krajša mera) ter težo. Teža klapavice predstavlja mokro težo mesa in intervalvarne vode. Vsak vzorec je sestavljen iz hepatopancreasov 15 klapavic velikosti pribl. od 4 do 6 cm. Ugotavljanje količine metalotioneinov v klapavicah (*Mytilus galloprovincialis*) poteka po standardizirani metodi kolorimetričnega ugotavljanja sulfhidrilnih skupin v metalotioneinih (Viarengo in sod. 1994). Hepatopancreas smo homogenizirali v pufru (0,5 M saharoza, 20,0 mM Tris-Cl, pH 8,6) z reducirajočim sredstvom (0,01% merkaptoetanol) in z antiproteolitičnimi agensi (0,5 mM PMSF, 0,006 mM leupeptin). Homogenat smo centrifugirali (30000 x g, 20 min) in supernatant ekstrahirali z etanol-kloroformsko ekstrakcijo. Koncentrirane metalotioneine raztopimo v 0,25M NaCl in dodamo še raztopino 1N HCl/4mM EDTA. Nato dodamo znano količino Ellmanovega reagenta (0,43 mM DTNB) v pufru z visoko ionsko jakostjo (0,2 M Na-PBS, pH 8,0). Za standard je primeren reduciran glutation (GSH). Absorbanco standarda in vzorcev smo merili pri 412 nm. Umeritvena krivulja se pripravi iz petih znanih količin GSH raztopljenega v 4,2 ml 0,2 M Na-PBS z dodanim 0,43 mM DTNB. Iz umeritvene krivulje odčitano količino metalotioneinov. Koncentracije metalotioneinov izražamo v μ g na g mokre teže tkiva (hepatopankreasa).

Za ugotavljanje poškodb DNA smo uporabili metodo alkalne filtrske elucije (Kohn in sod., 1976), ki jo priporoča UNEP (UNEP/RAMOGÉ, 1999). Poškodbe DNA smo ugotavljali v celicah hemolimfe. Hemolimfo smo odvzeli iz aduktorske mišice istih školjk, ki smo jim odvzeli tudi hepatopankreas. Vzorec predstavlja združena hemolimfa iz 5 klapavic. V števeni komori smo prešteli hemocite, koncentracija hemocit v vzorcu mora biti 1 do 2x10⁶ hemocit. Hemocite smo nanесли na filter (0,2 μ m) in sprali z 4,5 ml pufru za liziranje (2M NaCl, 0,02 M EDTA, 0,2%N-laurilsarkozinat, pH 10,2) in 2,5 ml pufru za spiranje (0,02M EDTA, pH 10,2). Hitrost pretoka skozi filter je bila 0,2 ml/min. Enoverižno DNA smo eluirali z 10 ml pufru za eluiranje (0,04 M EDTA, pH 12,3) (hitrost pretoka je 0,05 ml/min). Zbrali smo 5 frakcij po 2 ml. Nato smo filter razrezali in ga potopili v 4 ml pufru za elucijo. Nosilec za filter in cevke smo sprali z 4 ml pufru za elucijo (mrtvi volumen). Od vsake zbrane frakcije smo odvzeli po 1 ml, dodali 0,4 ml 0,2M KH₂PO₄ in 0,6 ml H₂O. Dodali smo še 1,0 ml raztopine bisbenzimidida in fluorescenco izmerili pri vzbujevalni svetlobi 360 nm in pri oddani svetlobi 450 nm. Rezultat smo podali kot vrednost SSF (koeficient enovijačnih prelomov).

Trofični status ocenjujemo s pomočjo numerične skale trofičnega indexa (TRIX), ki temelji na določanju vrednostih koncentracije hranilnih soli dušika in celokupnega fosforja, ter zasičenost s kisikom v povezavi s koncentracijami klorofila (Vollenweider in sod., 1998):

$$TRIX = (\log_{10} (\text{Chl } a * aD\%O * \text{DIN} * \text{TP}) + k) * m$$

Chl *a* - klorofil (μ g Chl *a*/l), aD%O – kisik kot % odstopanja od nasičenosti, DIN - neorganski dušik (NO₂-N+NO₃-N+NH₄-N), TP - celokupni fosfor, k - 1,5 m - 10/12=0.833

REZULTATI

1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi

1. 1. Sanitarna analiza kopaliških voda

Mikroorganizmi, ki se prenašajo z vodo, predstavljajo potencialno nevarnost za vse, ki prihajajo v stik z vodo ali uživajo kontaminirano hrano. V poletnih mesecih se poveča število plavalcev, deskarjev, jadralcev in potapljačev in s tem se poveča potencialna možnost okužb. V večini primerov lahko pride do trebušnih obolenj, vnetja dihalnih poti, očesnih sluznic in ušes. Programi spremljanja kakovosti kopališč upoštevajo vsa priporočila in standarde mednarodnih predpisov in nacionalne zakonodaje. Določajo se indikatorski mikroorganizmi fekalnega onesnaženja (celokupni koliformi, fekalni koliformi in fekalni streptokoki).

Program spremljanja kakovosti kopališki vod izvajajo v celoti na Zavodu za zdravstveno varstvo Koper. V preteklem letu so vzorčili na 17 kopališčih vzdolž obale R Slovenije, v obdobju od maja do oktobra vsake 14 dni. Skupno je bilo opravljenih 9 vzorčenj na vsaki postaji in opravljene analize celokupnih koliformov, fekalnih koliformov in fekalnih streptokokov.



Slika 1. Prikaz merilnih mest spremljanja sanitarne kakovosti kopaliških vod in določanja prisotnosti fitoplanktonskih vrst v področju gojenja školjk vzdolž obale R Slovenije v letu 2006.

V analizo ocene sanitarne kakovosti kopaliških vod so vključena tudi območja, kjer se že tradicionalno kopa večje število ljudi in kopanje ni prepovedano. Z Uredbo o območjih kopalnih voda ter o monitoringu kakovosti kopalnih voda (Ur.l. RS 70/03, 72/04) je bilo določenih 8 območij, zahteve glede izvajanja monitoringa in kakovost kopalne vode, ki mora ustrezati predpisanim zahtevam za kopalne vode v naravnih kopališčih. Na navedenih območjih kopalnih voda je Ministrstvo za okolje in prostor pristojno za spremljanje kakovosti kopalne vode, ki se izvaja v skladu z zahtevami Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Ur.l. RS 73/03). Rezultate opravljenih analiz ZZV Koper v sodelovanju z Inštitutom za varovanje zdravja RS redno pošilja Agenciji RS za okolje kjer so dostopni tudi vsi podatki za posamezno kopališče.

1.2. Spremljanje prisotnosti toksičnih fitoplanktonskih vrst

Med morske mikroorganizme, ki potencialno ogrožajo zdravje živali in ljudi sodijo enocelične fitoplanktonske alge in cianobakterije, ki proizvajajo termostabilne strupe. Toksini pri človeku povzročijo različne težave od nenevarnih prebavnih težav (DSP - diarojična zastrupitev) do življenjsko nevarnih zastrupitev PSP (paralitična zastrupitev), NSP (nevrotoksična zastrupitev) in ASP (amnestična zastrupitev). Med škodljive mikroalge, ki proizvajajo človeku nevarne strupe, se v Tržaškem zalivu pojavljajo oklepni bičkarji iz rodu *Dinophysis*, povzročitelj diarojična zastrupitev (DSP -zastrupitev) in oklepni bičkarji iz rodu *Alexandrium*, povzročitelji življenjsko nevarnih paralitičnih zastrupitev (PSP - paralitična zastrupitev). Gostota škodljivih mikroalg je najvišja na področju gojišč užitne klapavice (*Mytilus galloprovincialis*) v Strunjanu in notranjosti Piranskega zaliv (post. 0024 in 0035) (slika 1). Poročilo opravljenih analiz programa »Monitoring kakovosti morja, brakičnih voda in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev« je podano v poročilu za leto 2006 (Mozetič in sod., 2007) in v poročilu »National monitoring programme of Slovenia 2006« (MBS/NIB Report - v angleščini).

2. Monitoring obalnega morja in trend monitoring

2.1. Kemično onesnaženje v organizmih

Ribe in drugi morski organizmi predstavljajo pomemben vir prehrane ljudi. S potrošnjo pa se povečuje tudi nevarnost zastrupitev in obolenj zaradi zaužitja kontaminirane morske hrane. Poleg polikloriranih bifenilov, dioksinov, kloriranih pesticidov se v organizmih koncentrirajo težke kovine. V področju Sredozemskega morja so visoke koncentracije kadmija in živega srebra. Nevarne spojine se lahko kopičijo v (mikro) organizmih in preko prehrabnih verig prehajajo na višje trofične nivoje. Posebno izpostavljeni so otroci, kar potrjujejo novejša poročila (Dewailly in Knap, 2006). Povišane koncentracije metil živega srebra (MeHg) so določili tudi v porečju Idrijce in Soče, ter estuariju reke Soče in notranjosti Tržaškega zaliva. Celotno področje je že petsto let pod vplivom rudarjenja Hg v Idriji in v tem času je prišlo do precejšnje kontaminacije okolja. Redna kontrola in raziskave trendov so pomembni zaradi strupenosti metil živega srebra (MeHg), akumulacije MeHg v organizmih in biomagnifikacije v prehranjevalni verigi (Hines in sod. 2006).

Školjke so filtratorji in zato primerni indikatorski organizmi za spremljanje stopnje onesnaženja morskega okolja. Polutante kopičijo v svojem tkivu, saj jih le težko presnavljajo. Vzorce školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja s težkimi kovinami kadmija in živega srebra (Cd, Hg) in z ogljikovodiki (alifatski in aromatski – AH,PAH) smo pobirali na vzorčevalnem mestu pred marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) (slika 2).



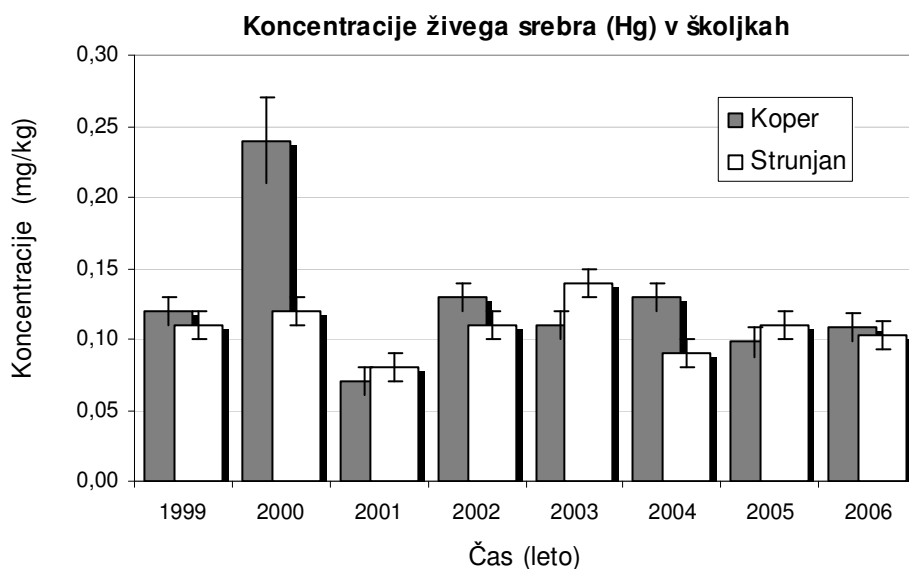
Slika 2. Vzorčevalna mesta monitoringa kemičnega onesnaženja morskih organizmov in biomonitoringa v letu 2006.

Školjke smo vzorčili v jesenskem obdobju, v stabilnih vremenskih pogojih (14. septembra 2006) z ročnim grabilom. Takoj po vzorčenju smo klapavicam izmerili dolžino, širino lupine in težo. Teža klapavice predstavlja mokro težo mesa in intervalvarne vode. Analize smo opravili v petih vzorcih na vsaki postaji in vsak podvzorec sestavlja 15 klapavic v velikosti pribl. od 4 do 6 cm. Rezultati koncentracij elementov v posameznem podvzorcju, preračunani na suho maso vzorca, so podani v tabeli 1.

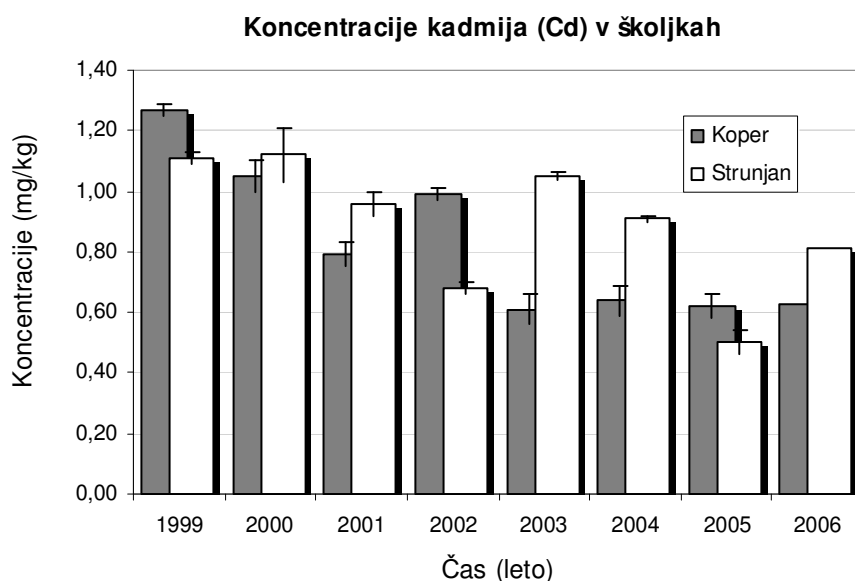
Tabela 1. Izometrični parametri in rezultati vsebnosti kadmija (Cd) in živega srebra (Hg) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) 14. septembra 2006.

Vzorec	Datum	Slanost psu	T °C	Dolžina mm	Teža g	Cd mg/kg	Hg µg /kg
00TM1	14/09/06	37,1	23,0	63,9 ± 4,6	15,5 ± 3,1	0,6	0,110
00TM2	14/09/06	37,1	23,0	69,8 ± 3,7	18,5 ± 2,1	0,69	0,115
00TM3	14/09/06	37,1	23,0	65,4 ± 2,7	15,8 ± 2,6	0,65	0,121
00TM4	14/09/06	37,1	23,0	62,7 ± 1,6	15,0 ± 1,8	0,62	0,100
00TM5	14/09/06	37,1	23,0	60,0 ± 3,2	13,5 ± 2,5	0,58	0,097
0024/1	14/09/06	37,6	23,6	71,2 ± 2,5	18,8 ± 5,8	0,82	0,108
0024/2	14/09/06	37,6	23,6	65,4 ± 2,0	15,8 ± 3,9	0,76	0,080
0024/3	14/09/06	37,6	23,6	64,3 ± 3,3	16,3 ± 5,0	0,76	0,110
0024/4	14/09/06	37,6	23,6	61,1 ± 2,9	12,7 ± 2,7	0,88	0,114
0024/5	14/09/06	37,6	23,6	60,9 ± 3,2	13,3 ± 3,6	0,83	0,101

Rezultatih težkih kovin ne odstopajo od rezultatov predhodnih let, kar kaže tudi primerjava rezultatov povprečnih vrednosti živega srebra (Hg) in kadmija (Cd) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za obdobje od leta 1999 do leta 2006 na sliki 3. Rezultati na vzorčevalnem mestu pred Marino Koper (post.00TM) ne odstopajo od rezultatov v Strunjanskem zalivu (post. 0024) (slika 3 in 4).



Slika 3. Primerjava rezultatov povprečnih letnih vrednosti (\pm st.dev) živega srebra (Hg) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) v obdobju od leta 1999 do 2006.



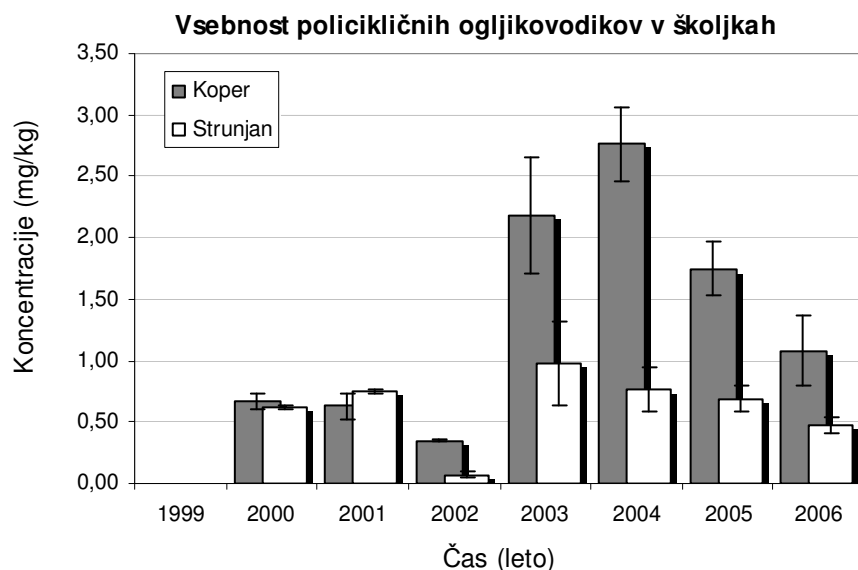
Slika 4. Primerjava rezultatov povprečnih letnih vrednosti (\pm st.dev) kadmija (Cd) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) v obdobju od leta 1999 do 2006.

Rezultati koncentracij izmerjenih posameznih alifatskih in poliaromatskih ogljikovodikov v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za leto 2006 so podani v tabeli 2. Povprečna koncentracija PAH-ov in alifatskih ogljikovodikov na postaji 00TM je tudi v letošnjem letu precej višja v primerjavi z rezultati analiz školjk merilnega mesta v Strunjanu. Višje koncentracije PAH-ov, ki so značilni za pirogeni izvor, tudi v primeru školjk kažejo na ta prevladujoč izvor. Predvsem to velja za postajo 00TM. Primerjava rezultatov PAH-ov v školjkah med posameznimi leti je podana na sliki 5.

Rezultati za leto 2006 kažejo na približno dvakrat višjo vsebnost policikličnih aromatskih ogljikovodikov na postaji 00TM v primerjavi s tisto v Strunjanu. Podobna ali tudi višja razmerja smo beležili tudi v predhodnih letih. Tukaj je potrebno poudariti, da je direktna primerjava koncentracij problematična, ker lahko vplivajo na rezultate najrazličnejši dejavniki v naravnem okolju (starost školjk, velikost, prehranjenost, drugi življenjski pogoji...), ki povzročajo spremenljivost rezultatov med leti. Vsekakor so koncentracije teh spojin višje v koprskih vzorcih, kar kaže na onesnaževanje morja na tem vzorčnem mestu. Razporeditev PAH-ov kaže, da se v tkivu školjk v veliki meri kopičijo PAH-i z več obroči. Ti so v okolju bolj obstojni, istočasno pa jih tudi školjke in drugi organizmi težje presnavljajo in se tako kopičijo v njihovih tkivih.

Tabela 2. Rezultati koncentracij ogljikovodikov (ng/g) (SD-st.deviacija) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) vzorčevanih 14. septembra 2006.

Koda postaje Ogljikovodiki	0024 ng/g	SD	00TM ng/g	SD
n-heptadekan C-17	267	74	78	53
Pristan	92	22	61	25
n-oktadekan C-18	35	13	18	4
fitan	10	2	171	67
n-C14 do n-C34	1411	494	4916	396
Skupaj alifatski	1815	590	5245	494
Naftalen	<1		<1	
1-metilnaftalen	<1		<1	
1-etilnaftalen	<1		<1	
2,3,6-trimetilnaftalen				
Acenaften	<1		<1	
Acenaftilen	<1		<1	
Fenantren	<1		5	3
antracen	38	15	7	3
Fluoren	<1		<1	
2-metilfenantren	10	2	105	52
1-metilfenantren	16	7	35	15
Fluoranten	<1		298	150
Piren	80	15	163	133
3,6-dimetilfenantr.	<1		38	9
1-metilpiren	<1		<1	
Krizen	52	24	65	28
Perilen	<1		<1	
Benzo(a)antracen	<1		7	6
Benzo(b)fluoranten	70	32	39	14
Benzo(k)fluoranten	49	31	9	4
Benzo(e)piren	97	21	67	37
Benzo(a)piren	17	11	26	13
Indeno(1,2,3-c,d)piren	<1		30	11
Dibenzo(a,h)antracen	<1		69	16
Benzo(g,h,i)perilen	7	2	40	14
Skupaj aromatski	474	68	1081	280



Slika 5. Primerjava rezultatov povprečnih letnih vrednosti (\pm st.dev) ogljikovodikov (PAH) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) v obdobju od leta 1999 do 2006.

V primeru alifatskih ogljikovodikov opazimo podobno situacijo kot v primeru PAH-ov, saj so koncentracije na postaji ob koprski marini občutno povišane v primerjavi s postajo v Strunjanu. To kaže tudi na onesnaževanje z alifatskimi ogljikovodiki v tem delu našega morja. Tudi v tem primeru sicer velja, da je pomemben del alifatskih ogljikovodikov lahko tudi naravnega izvora in je težko vse pripisati samo onesnaževanju. Ocena prispevka obeh virov je večkrat zelo težavna in manj zanesljiva. Verjetno bi bilo zanimivo v prihodnje izvesti tudi širšo raziskavo z analizo sedimentov in školjk vzorčenih na istih postajah.

Rezultati analiz vsebnosti alifatskih in policikličnih aromatskih ogljikovodikov v tkivu užitnih klapavic nabranih v notranjosti Koprškega zaliva in Stunjana kažejo, da je naše morje zmerno onesnaženo z ogljikovodiki.

2.1.2. Kemično onesnaženje v sedimentu

Vzorci sedimenta za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in aromatski – AH, PAH) smo pobirali z grabilom (sloj zgornjih 2 cm sedimenta). Vzorčevali smo 13. septembra 2006 na sledečih merilnih mestih: marini Portorož (post. 00MP), ustju reke Rižane (post. 0014), sredini Koprškega (post. 000K) in Piranskega zaliva (post. 00MA), postaji pred Debelim rtičem (post. 00KK), referenčni postaji (post. 000F) in postaji sredi Tržaškega zaliva (post. 00CZ) (slika 6).

V letu 2006 so bile koncentracije alifatskih ogljikovodikov v sedimentu najvišje na postaji 0014 v Luki Koper (tabela 3). Tudi na drugih postajah smo dobili povišane vrednosti glede na referenčno postajo 000F, najbolj na postajah v sredini Koprškega (000K) in Tržaškega zaliva (00CZ) ter v portoroški marini (00PM). Ta razmerja so podobna že nekaj zadnjih let in kažejo vsekakor na vire onesnaževanja našega morja s temi spojinami. Najpomembnejši so tako pomorski promet in navtični turizem. Seveda pa ne moremo mimo bolj razpršenih virov onesnaževanja, npr. spiranja cestnih površin v morje, izpustov komunalnih odpadkov in vnosa iz atmosfere (razmeroma gosta naseljenost v obalnem pasu Tržaškega zaliva).



Slika 6. Prikaz merilnih mest monitoringa kemičnega onesnaženja sedimenta obalnega morja v letu 2006.

Iz razporeditve alifatskih ogljikovodikov je njihov izvor precej težko enoznačno določiti. Vsekakor razporeditev kaže na »kronično« onesnaževanje na postajah z najvišjimi vsebnostmi. Na vseh postajah bližje obali pa je viden tudi pomemben naravni vnos alifatskih ogljikovodikov s kopnega. To kaže razporeditev v višji frakciji ogljikovodikov (več kot 24 ogljikovih atomov v molekuli), v kateri prevladujejo tisti z lihim številom ogljikovih atomov.

Tabela 3. Rezultati koncentracij alifatskih ogljikovodikov (ng/g) v sedimentu na postajah obalnega morja Slovenije vzorčevanih 13. septembra 2006.

Ogljikovodiki/ Koda postaje	00CZ	0014	00PM	000K	00KK	00MA	000F
n-heptadekan (C17)	80	141	390	103	17	180	59
Pristan	26	22	24	73	7	12	12
n-oktadekan (C18)	13	12	21	13	17	15	36
Fitan	6	69	81	8	5	12	5
n-C14 do n-C34	2974	5702	3385	2221	1306	1976	901
Ločeni alifatski	3099	5946	3901	2418	1352	2195	1013

V primeru PAH-ov je situacija nekoliko drugačna, saj so že nekaj let najvišje vrednosti v Marini Portorož, kjer so koncentracije tudi nekajkrat višje v primerjavi z referenčno postajo 000F, na drugih postajah pa so koncentracije do dvakrat višje ali celo primerljive s tistimi na referenčni postaji (tabela 4). Tudi ti rezultati kažejo na podobne vire onesnaževanja kot v primeru alifatskih ogljikovodikov. Razporeditev policikličnih aromatskih ogljikovodikov kaže na prevlado PAH-ov z več kondenziranimi obroči in odsotnost spojin z dvema obročema. To je značilno za pirogeni izvor (gorenje fosilnih goriv) te vrste ogljikovodikov. To potrjujeta tudi največkrat prevladujoča fluoranten in piren. Prisotnost nekaterih alkiliranih PAH-ov (metilfenantreni, metilpiren) kaže tudi na delni petrogeni izvor teh spojin (onesnaževanje z naftnimi derivati). Na postaji v Luki Koper je viden tudi kopenski vnos, ki se kaže s prisotnostjo perilena.

Tabela 4. Rezultati koncentracij poliaromatskih ogljikovodikov (ng/g) v sedimentu na postajah obalnega morja Slovenije vzorčevanih 13. septembra 2006 (prazno polje pomeni pod 1 ng/g).

Ogljikovodiki/ Koda postaje	00CZ	0014	00PM	000K	00KK	00MA	000F
Naftalen							
1-metilnaftalen							
1-etilnaftalen							
Acenaften							
Acenaftilen							
Fenantren	29	6	5	77	23	46	29
Antracen	69	59	99	14	20	6	56
Fluoren		113		27	5	18	
2-metilfenantren	6	4	38	10	25	4	3
1-metilfenantren	25	7	3	45	14	24	5
Fluoranten	56	23	147	132	60	49	76
Piren	116	47	231	146	153	18	96
3,6-dimetilfenantren							
1-metilpiren	55		19	34			
Perilen		25					
Krizen	37	145	171	13	99	102	93
Benzo(a)antracen	4	18	57	76	28	8	
Benzo(b)fluoranten	4	81	70	35	107	8	7
Benzo(k)fluoranten	2	35	32	15	40	3	4
Benzo(e)piren	9	12	159	8	31	5	25
Benzo(a)piren	6	7	147	26	5	17	17
Indeno(1,2,3-c,d)piren	4	3	15	37	3		4
Dibenzo(a,h)antracen	3	3	7	97	4		9
Benzo(g,h,i)perilen	8	27	81	43	1		10
Ločeni aromatski	433	615	1280	835	618	308	434

* vsota obeh benzofluorantenov

Rezultatov meritev vsebnosti alifatskih ogljikovodikov v sedimentih severnega Jadrana praktično ni in je zato primerjava nemogoča. Nekaj je dostopnih rezultatov o vsebnosti policikličnih aromatskih ogljikovodikov na italijanski strani. Primerjava naših rezultatov s temi in drugimi v literaturi za različne konce sveta pokaže, da je naše morje le zmerno onesnaženo s temi spojinami, kljub razmeroma gosti naseljenosti in intenzivnem pomorskem prometu.

2.2. Evtrofikacijski monitoring

Kakovost obalnega morja smo določali s pomočjo TRIX indeksa, ki upošteva koncentracije klorofila kot indikatorja fitoplanktonske biomase, vsebnosti kisika in koncentracij hranilnih soli dušika in fosforja (Vollenweider in sod. 1998). Vrednosti indeksa smo določili v vzorcih morske vode na območju dveh transektov: od ustja reke Rižane (post. 0ERI), proti sredini Koprškega zaliva (post.000K), v smeri proti Izoli (post.00C2) in sredini Tržaškega zaliva; ter v smeri od ustja reke Dragonje (post.00DR), sredini Piranskega zaliva (post. 00MA) in v smeri proti sredini Tržaškega zaliva (post. 000F in 00F2) (slika 7). Analizirali smo 107 vzorcev morske vode na merilnih mestih obeh transektov v površinskem sloju (0,5 m) ter na globi 5 in 15m (ali 10m odvisno od globin postaje).



Slika 7. Prikaz merilnih mest evtrofikacijskega monitoringa v obalnem morja R Slovenije v letu 2006.

Vzorčenje je potekalo 14. februarja, 16. maja, 14. junija, 17. avgusta, 21. septembra in 15. novembra 2006. Na vsakem merilnem mestu smo najprej izmerili fizikalne parametre s CTD sondo in nato vzorčili z vzorčevalnikom Niskin na različnih globinah (0,5m, 5m in 10 ali 15m – odvisno od globine postaje). V februarju, maju, avgustu in novembru smo vzorčili istočasno tudi za biološke analize vrstne sestave dominantnih vrst fitoplanktona.

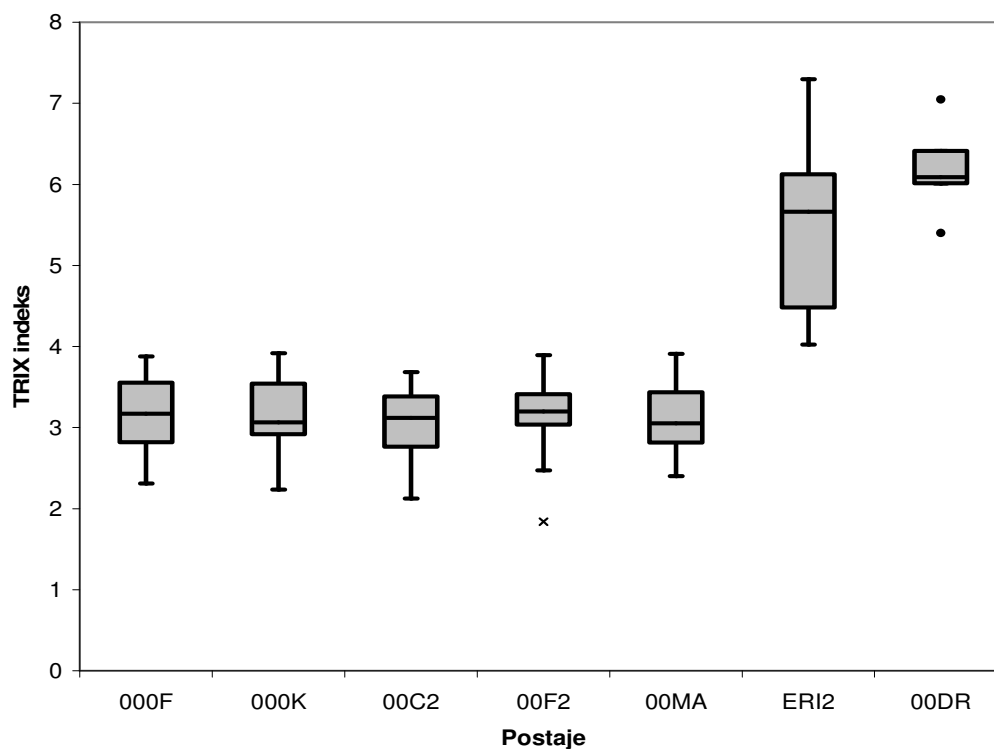
Rezultati povprečnih, najnižjih in najvišjih letnih vrednosti TRIX indeksa za posamezno merilno mesto so podani v tabeli 5 in statistična analiza vrednosti TRIX indeksa (Box plot analiza) na sliki 8, sezonska razporeditev koncentracij klorofila in izračunanih vrednosti TRIX indeksa posameznega merilnega mesta na različnih globinah pa so prikazane na slikah 9, 10, 11, 12, 13, 14 in 15.

Vrednosti TRIX indeksa variirajo med 1,84 in 7,05 (tabela 5). Najvišje vrednosti smo izmerili v mesecu februarju in novembru, kar sovпада s povišanimi koncentracijami fitoplanktonskega klorofila. Vrednost TRIX indeksa so bile najvišje v ustju reke Rižane in v spodnjem toku reke Dragonje (post. 0ERI in 00DR). Z oddaljenostjo od ustja rek se vrednost indeksa niža. Povprečne letnih vrednosti na ostalih merilnih mestih niso bistveno nižje, razen na referenčni postaji 000F.

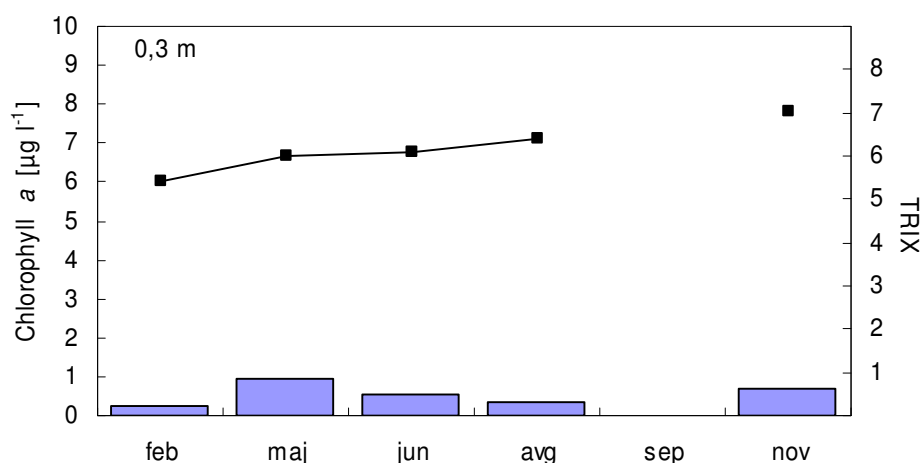
Relativno onesnaženost estuarija reke Rižane in Dragonje so potrdili tudi rezultati statističnih analiz evtrofikacije na osnovi TRIX indeksa, ki so jih v letošnjem letu opravili za različna področja v Sredozemskem morju na sekretariatu v Atenah. Na osnovi TRIX indeksa ostalih meritev obalno morje Koprskega in Piranskega zaliva lahko uvršča oligotrofno področje.

Tabela 5. Povprečne, najvišje in najnižje letne vrednosti TRIX indeksa in število analiz na posameznem merilnem mestu v letu 2006.

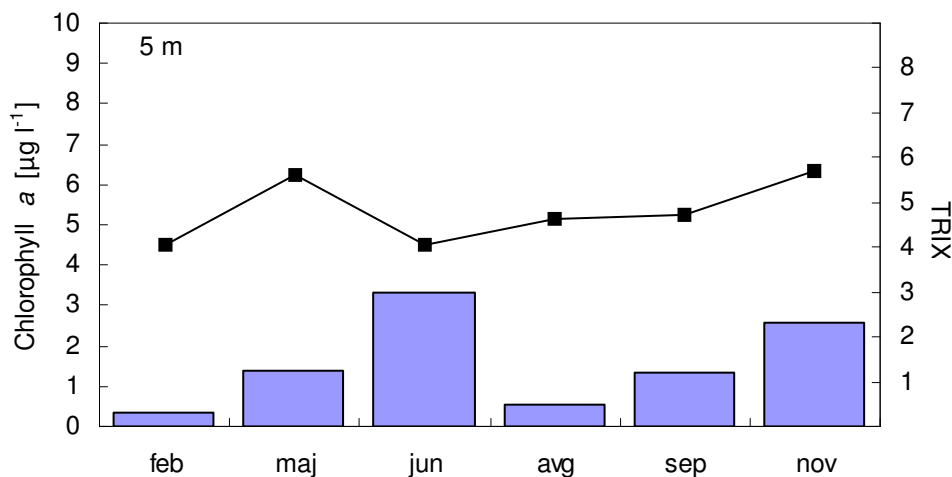
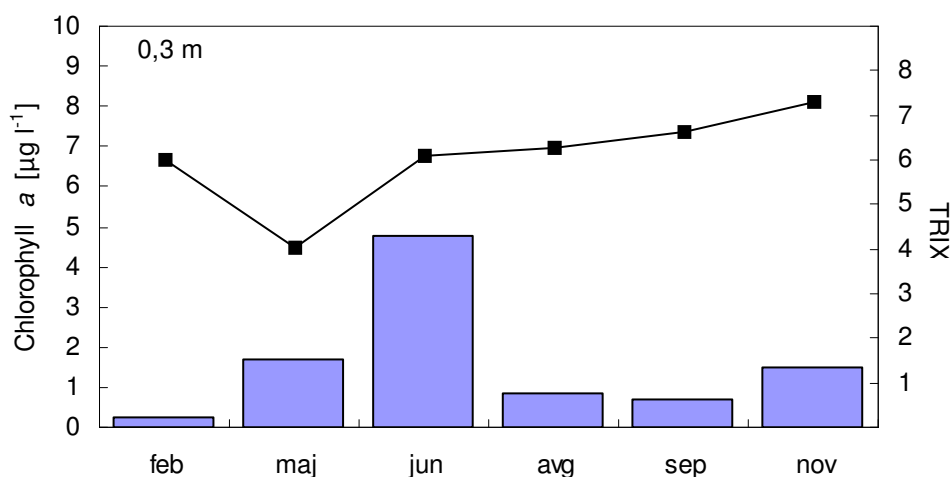
Koda postaje	0ERI	000K	00C2	00DR	00MA	000F	00F2
Sred.vrednost	5,14	3,15	3,0	5,92	3,17	3,17	3,1
Najvišja vred.	7,3	3,92	3,6	3,68	3,91	3,88	3,9
Najnižja vred.	3,2	2,24	2,12	7,05	2,4	2,31	1,84
Št. vzorcev	12	18	18	6	18	18	18



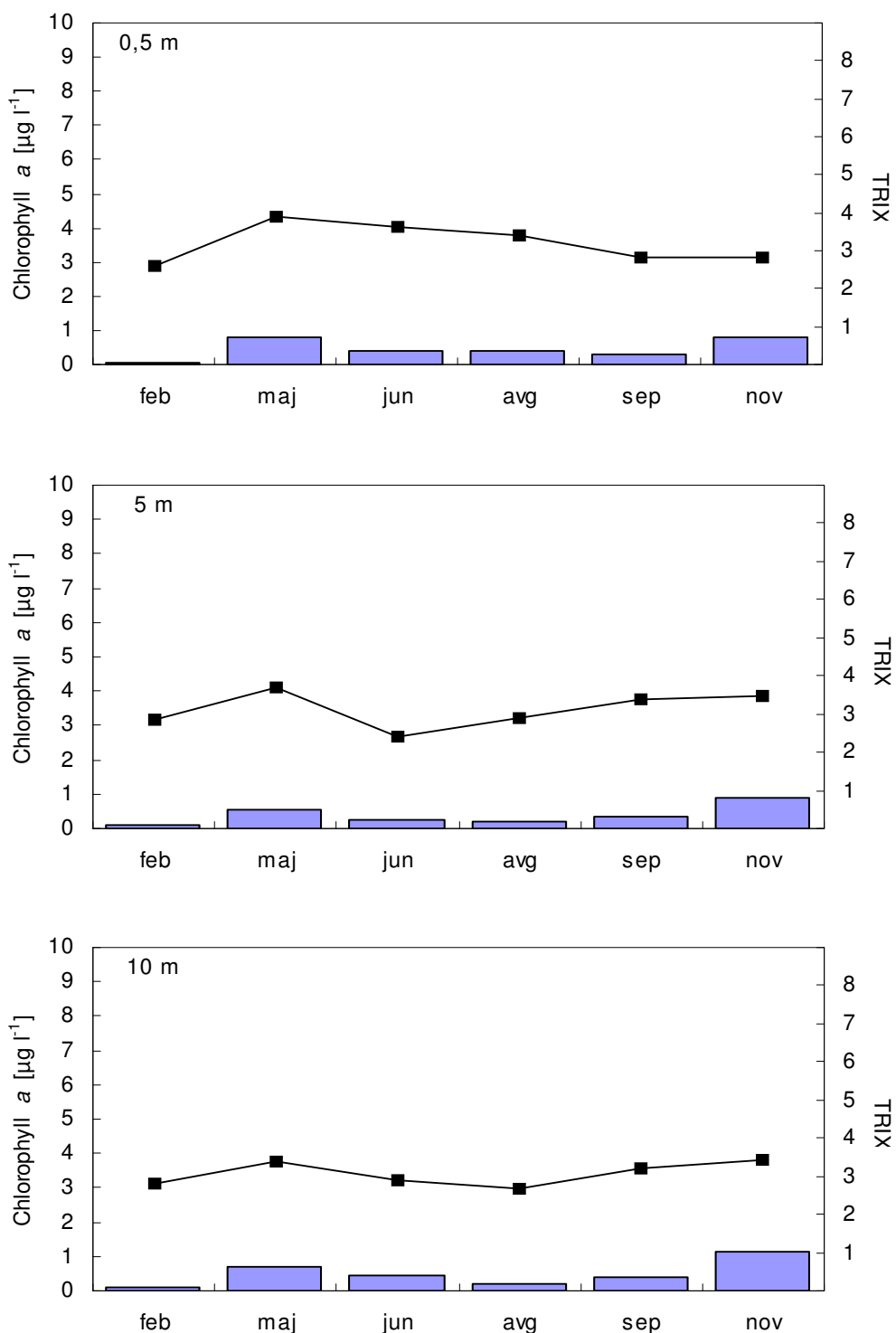
Slika 8. Statistična analiza vrednosti TRIX indeksa (Box plot analiza) na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2006.



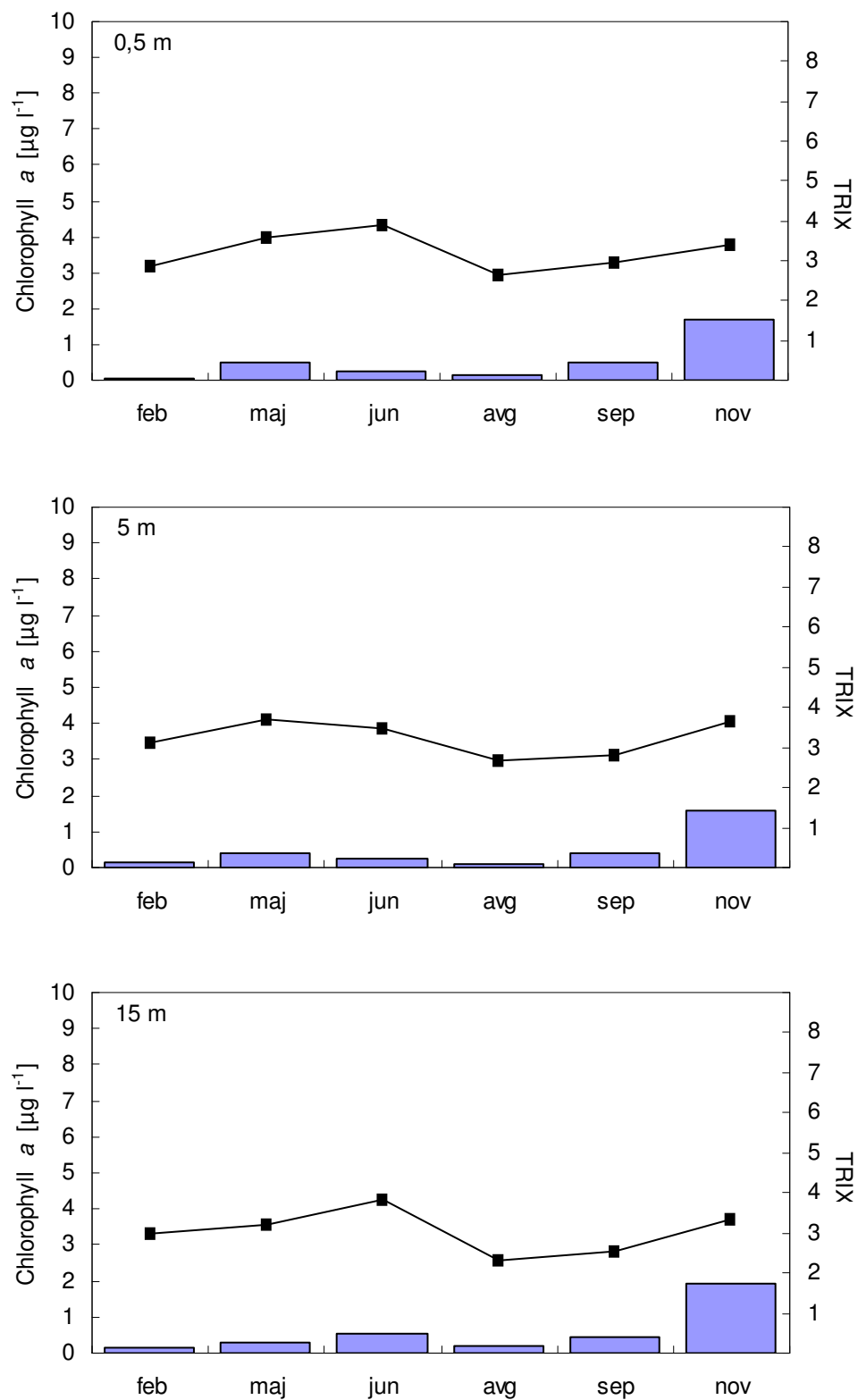
Slika 9. Sezonska distribucija klorifila () in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu v ustju reke Dragonje na globini 0,3m (post. 00DR) v letu 2006.



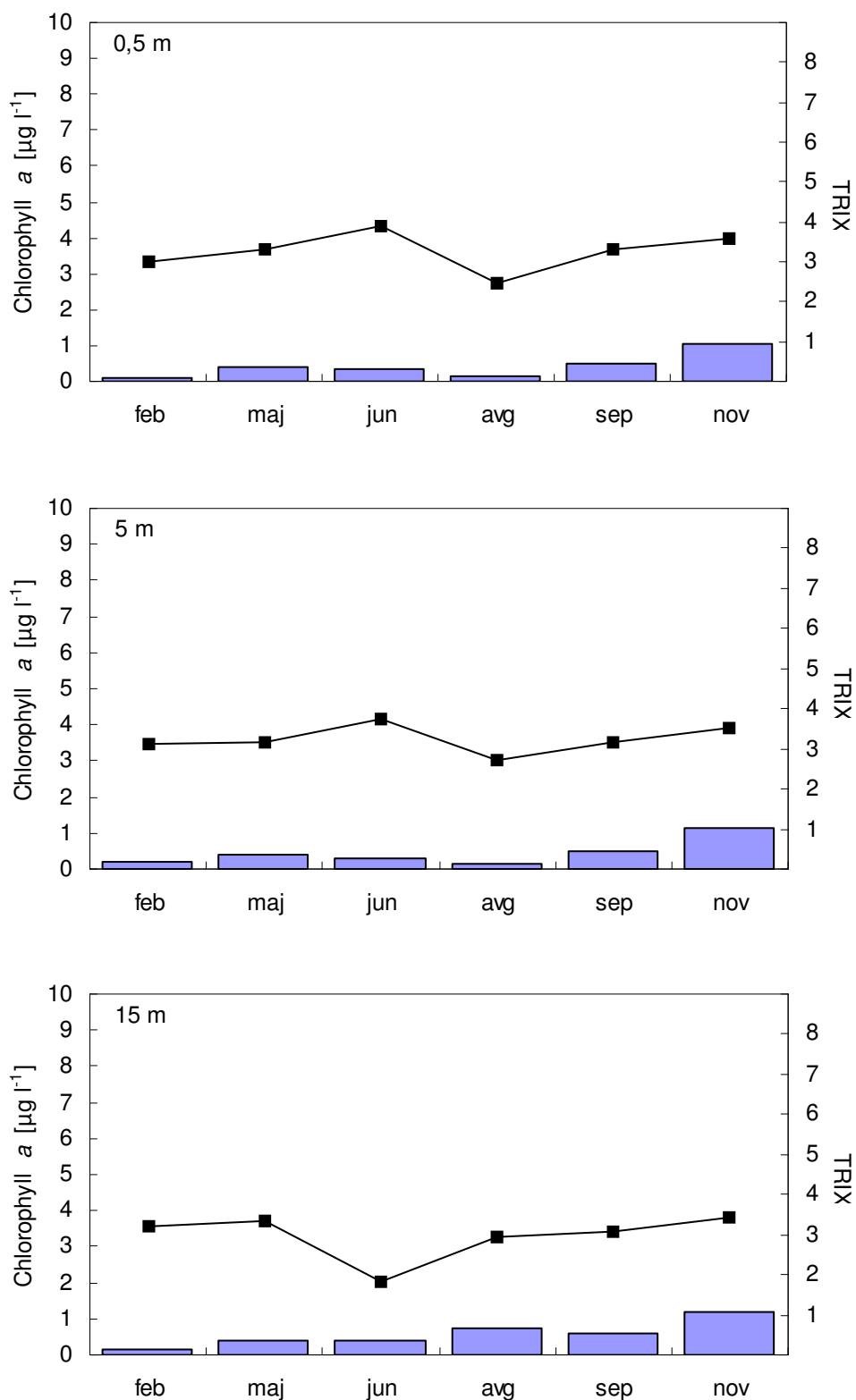
Slika 10. Sezonska distribucija klorifila () in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu v ustju reke Rižane (post. 0ERI) na globini 0,3m in 5m v letu 2006.



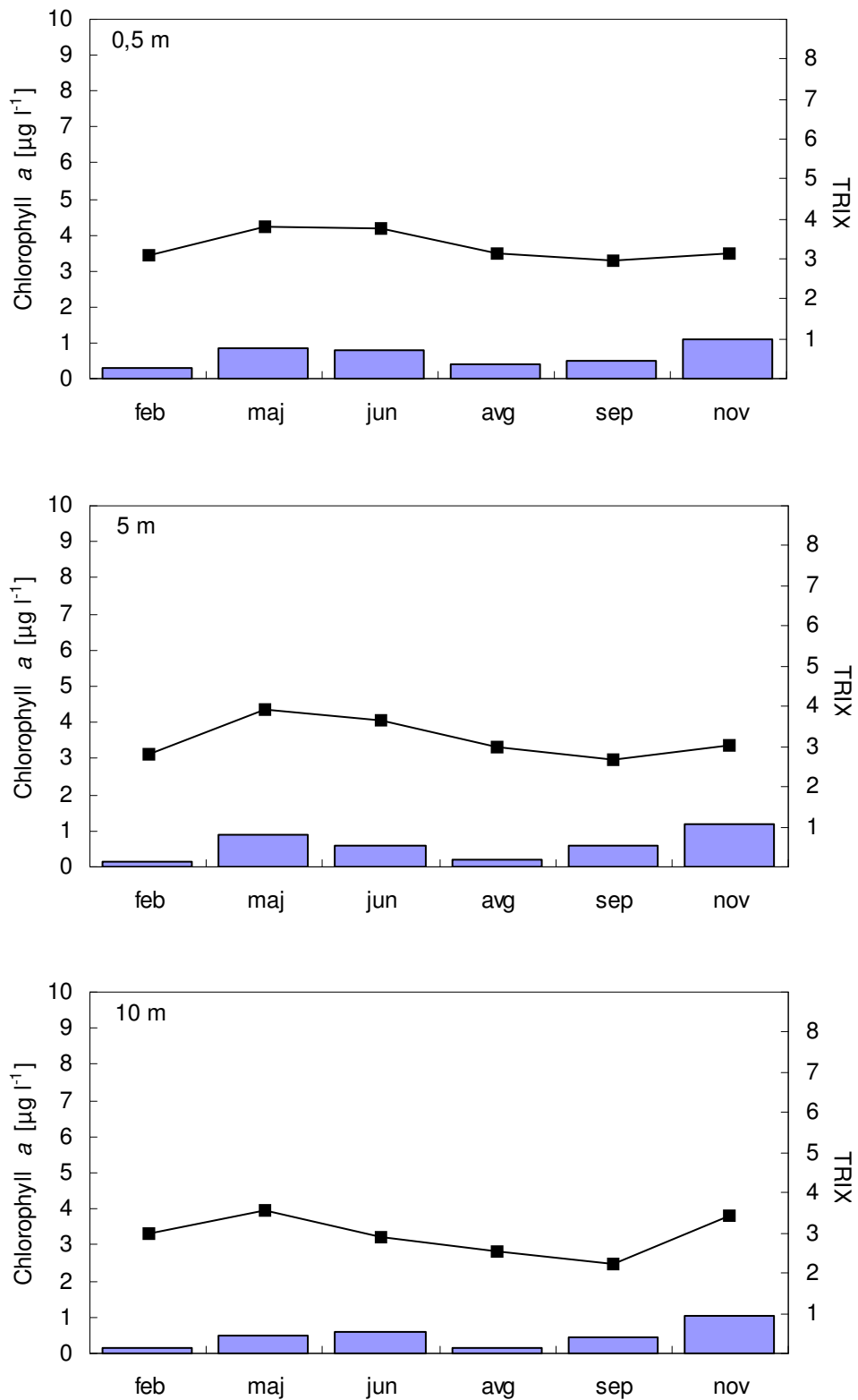
Slika 11. Sezonska distribucija klorifila () in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu v notranjosti Piranskega zaliva (post. 00MA) na globini 0,3m, 5m in 10m v letu 2006.



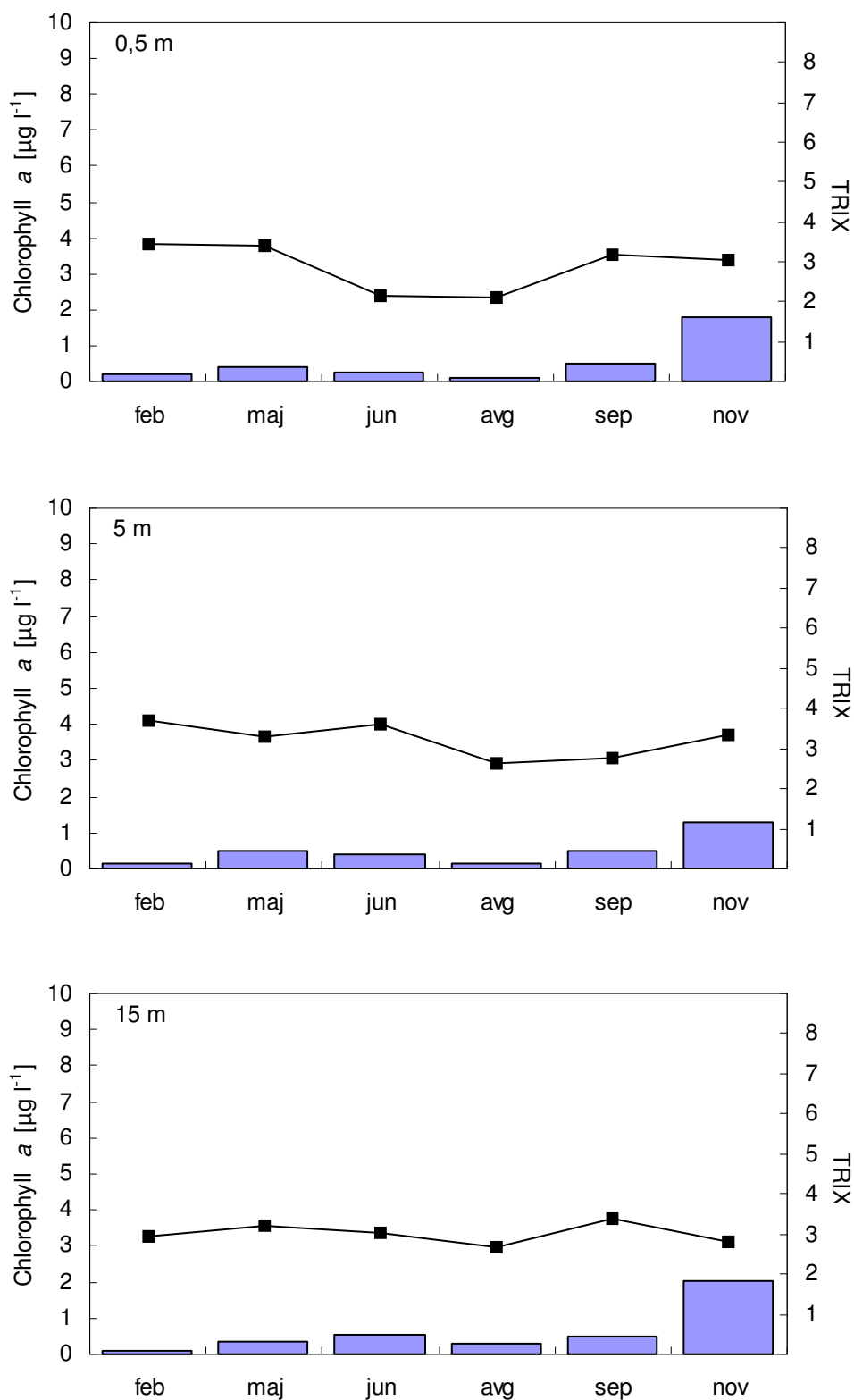
Slika 12. Sezonska distribucija klorifila () in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu v Tržaškem zalivu (post. 000F) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2006.



Slika13. Sezonska distribucija klorifila () in vrednosti TRIX indeksa (-) na referenčnem merilnem mestu v Tržaškem zalivu (post. 00F2) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2006.



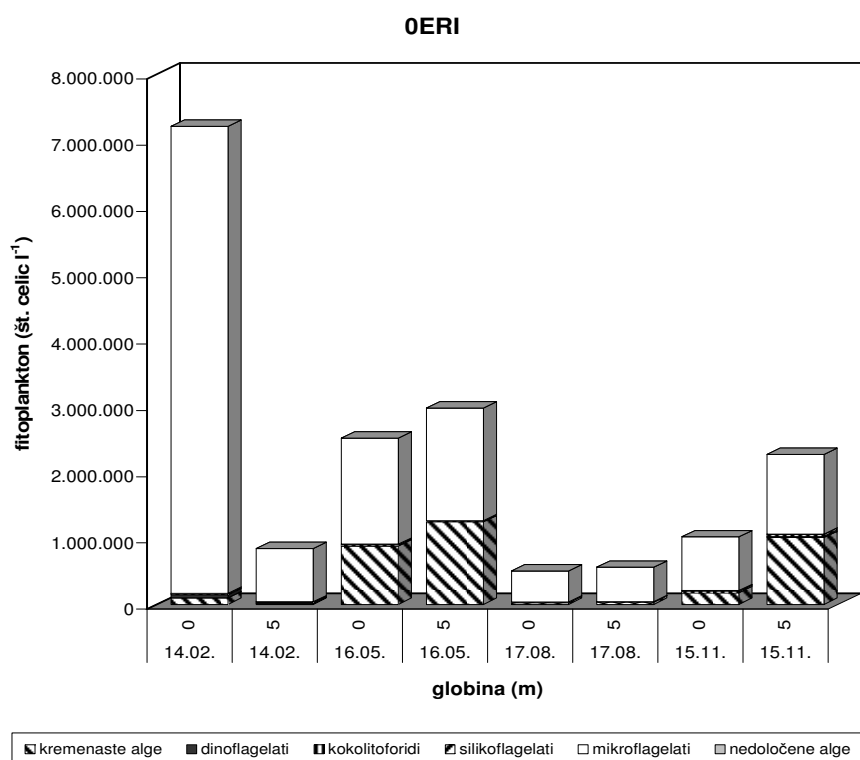
Slika 14. Sezonska distribucija klorifila () in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu sredi Koprskega zaliva (post. 000K) na globini 0,3m, 5m in 10m v letu 2006.



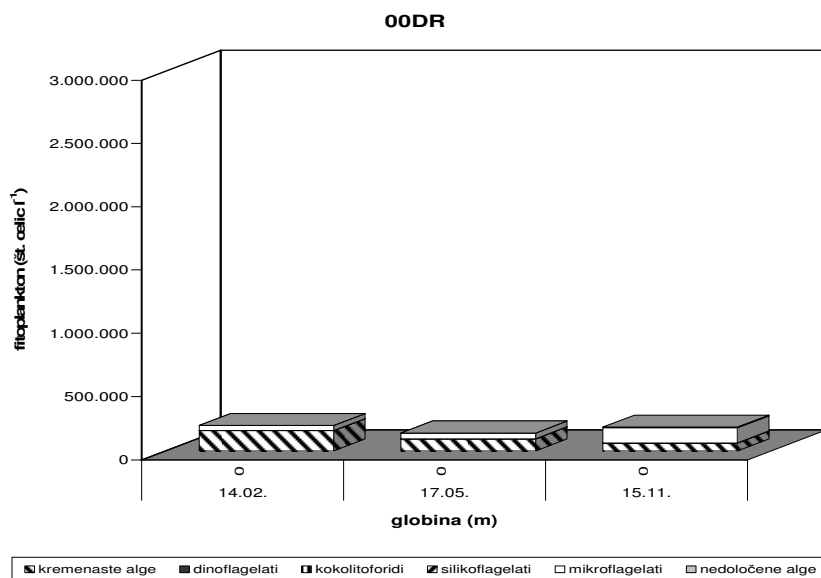
Slika 15. Sezonska distribucija klorifila () in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 00C2) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2006.

Abundanco in vrstno sestavo fitoplanktona smo določali sezonsko na vseh merilnih mestih obeh transektov (post. 0ERI, 000K, 00C2, 00DR, 00MA, 000F and 00F2), na treh globinah zgornjega dela vodnega stolpca (globina 0,5m, 5m, 10 ali 15m – odvisno od globine postaje). Rezultati sezonske razporeditve števila fitoplanktonskih celic in vrstne sestava na posameznih merilnih mestih po globinah so prikazani na slikah 16-22.

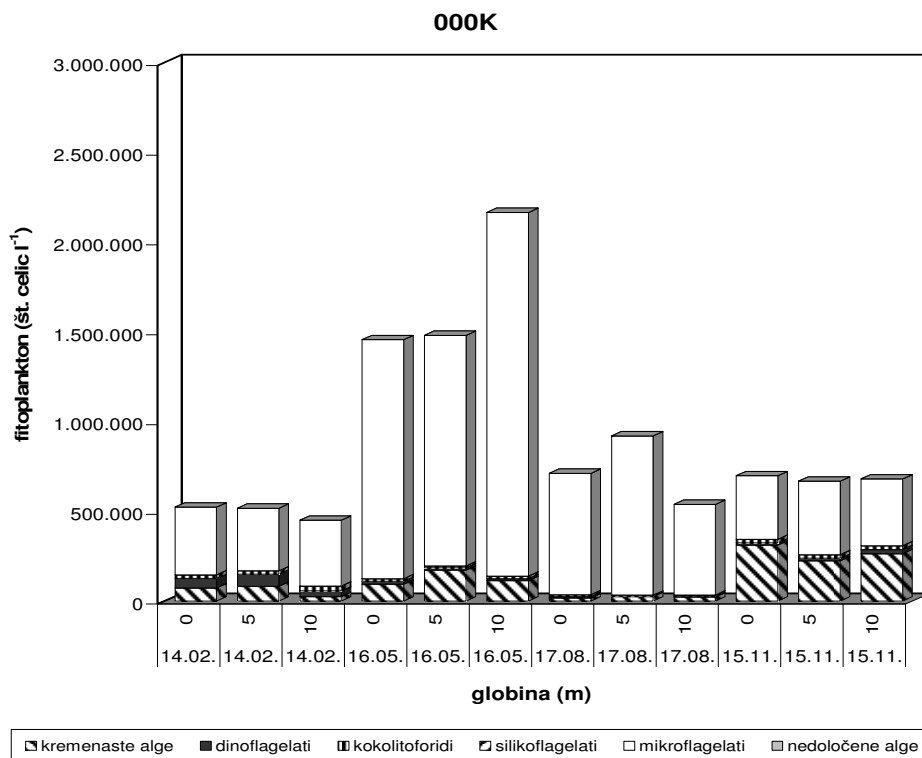
Število fitoplanktonskih celic je višje na merilnih mestih Koprškega zaliva (od $0,8 \times 10^5$ do $7,2 \times 10^6$ celic/L). Nižje koncentracije fitoplanktona smo beležili v Piranskem zalivu (post. 00MA - od $3,22 \times 10^5$ do $1,22 \times 10^6$ celic/L) in referenčni postaji (post. 000F - od $3,68 \times 10^5$ do $1,5 \times 10^6$ celic/L). Celotno leto so v vzorcih fitoplanktona prevladovali mikroflagelati razen v mesecu novembru, ko so prevladovale kremenaste alge (slike 16-22).



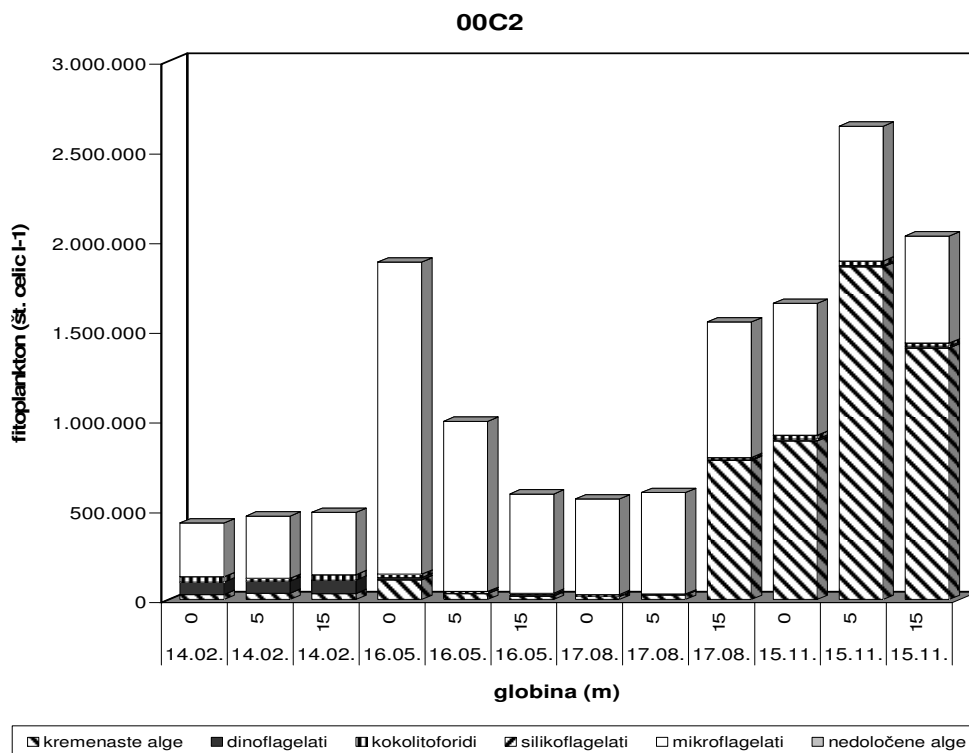
Slika 16. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v ustju reke Rižane (post. 0ERI) na globini 0,3m in 5m sezonskih meritev v letu 2006.



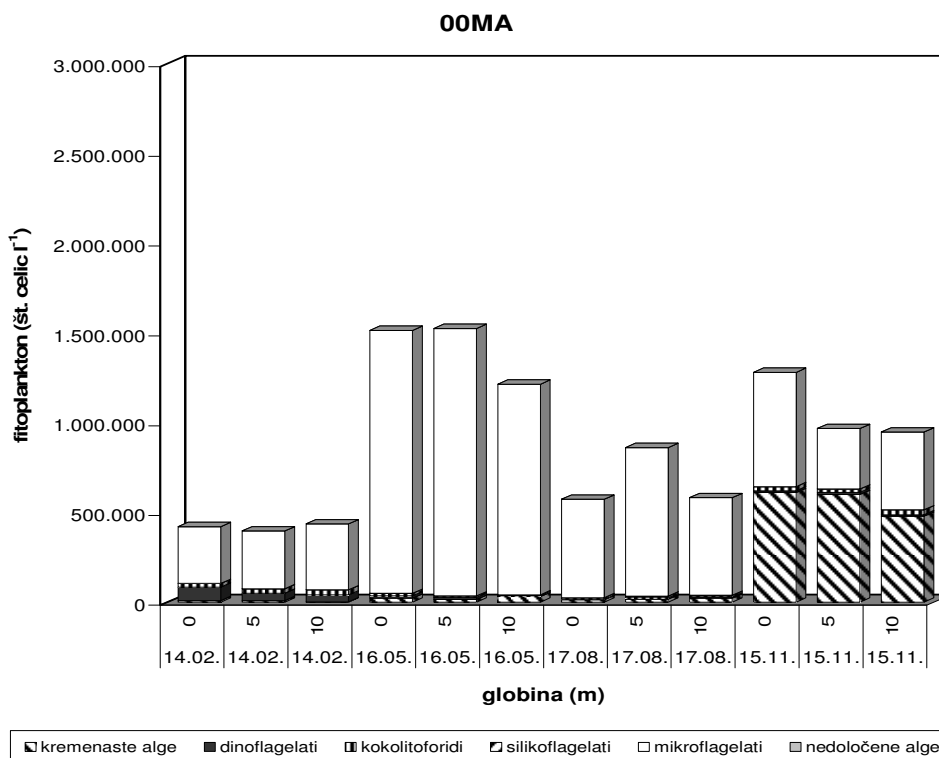
Slika 17. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v ustju reke Dragonje (post. 00DR) sezonskih meritev v letu 2006.



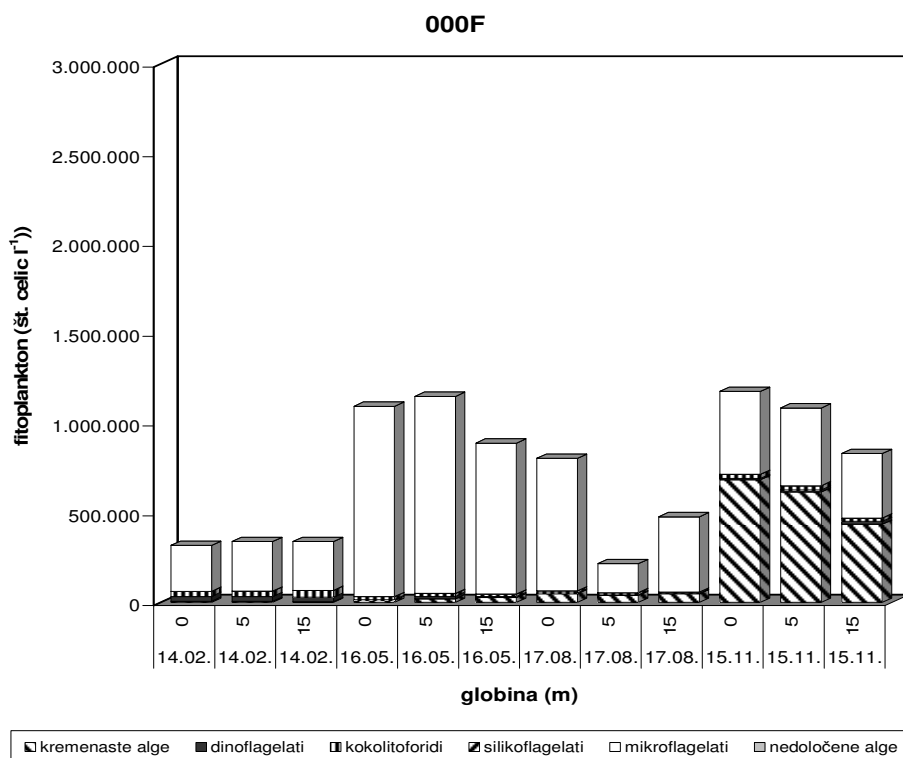
Slika 18. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v notranjosti Koprskega zaliva (post. 000K) na globini 0,3m, 5m in 10m sezonskih meritev v letu 2006.



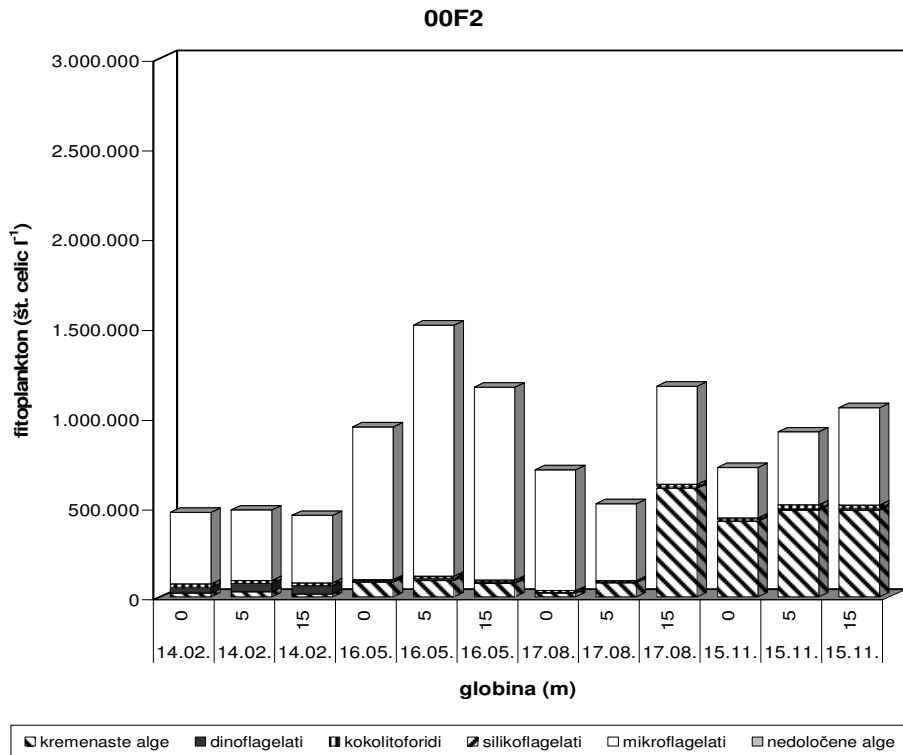
Slika 19. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu zunanega dela Koprskega zaliva (post. 00C2) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2006.



Slika 20. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v notranjosti Piranskega zaliva (post. 00MA) na globini 0,3m, 5m in 10m sezonskih meritev v letu 2006.



Slika 21. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 000F) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2006.



Slika 22. Abundance fitoplanktonskih vrst na referenčnem merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 00F2) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2006.

2.3. Obremenitev – vnos s kopnega

V merilno mrežo ugotavljanja vnosa onesnaženja s kopnega so vključena merilna mesta na spodnjem toku rek: Rižane, Dragonje, Badaševce in Drnice, ter izpusti iz komunalnih čistilnih naprav v Kopru in Piranu. Merilna mesta so prikazana na sliki 5, koordinate merilnih mest so navedene v tabeli v prilogi.



Slika 23. Prikaz merilnih mest monitoringa žarišč onesnaženja obalnega morja R Slovenije v letu 2005.

Vzorke vode smo zajemali v polietilenske in sterilne steklenice na merilnem mestu v spodnjem toku reke Rižane pred izlivom komunalnih odpadnih vod čistilne naprave Koper (post. 00RI), v Badaševici pred njeno razcepitvijo v rekico in Semedelski kanal (post. 00BA), na Drnici (post. 00DN) in Dragonji (post. 00DR) (slika 23). Vzorčevali smo 15. februarja, 17. maja, 16. avgusta in 16. novembra 2006. Na samem mestu vzorčenja smo opravili meritve temperature, slanosti, in pripravili vzorce za analize raztopljenega kisika, biološko in kemijsko porabo kisika in analize hranilnih soli. Vodo za bakteriološke analize smo zajeli v sterilne steklenice in vzorce analizirali takoj po prihodu v laboratorij.

Rezultati fizikalno-kemičnih in mikrobioloških analiz so podani v tabelah 6, 7 in 8. Visoke vrednosti nitrata in ortofosfata, celokupnega dušika in fosforja smo beležili v reki Badaševici, Rižani in Drnici. Spodnji tok rek, ki se izlivajo v morje je tudi fekalno onesnažen, kar potrjujejo rezultati fekalnih koliformov (tabela 8).

Na osnovi rezultatov kemičnih analiz in hitrosti pretokov rek, ki se izlivajo v obalno morje R Slovenije smo tako kot prejšnja leta ocenili letni vnos nekaterih polutantov v obalno morje. Na osnovi sezonskih meritev znaša vnos celokupne suspendirane snovi z rekami v morje 1366 ton, za celokupni dušik 586 in celokupni fosfor 6,4 tone (tabela 9).

Tabela 9. Ocena vnosa neaterih polutantov v obalno morje R Slovenije z rekami v letu 2006

Merilno mesto	Pretok m ³ /leto	Tot P t/leto	TotN t/leto	DET t/leto	TSS t/leto
00RI	1,4 x 10 ⁸	5,0	515	11,4	1276
00BA	6,3 x 10 ⁶	0,4	46	0,2	39
00DN	3,5 x 10 ⁶	0,8	16	0,1	30
00DR	2,4 x 10 ⁶	0,2	9	0,1	20
Skupaj		6,4	586	11,8	1366

Tabela 6. Rezultati meritev temperature, slanosti, kemične (KPK) in biološke (BPK₅) porabe kisika v reki Dragonji (00DR), Drnici (00DN), Badaševici (00BA) in Rižani (00RI) v letu 2006.

Merilno mesto	Datum	Temp. oC	Kisik mg O ₂ /l	Slanost ppm	KPK mg O ₂ /l	BPK ₅ mg O ₂ /l
00DR	15.feb	6,5	11,0	8	6,6	2,26
00DN	15.feb	5	11,3	14	81,4	4,10
00BA	15.feb	3	11,6	13	44,1	2,98
00RI	15.feb	6	10,9	9	16,7	2,34
00DR	17.maj	15,5	8,9	0	17,4	4,96
00DN	17.maj	14	10,3	2	55,1	2,48
00BA	17.maj	18	8,5	9	78,8	5,05
00RI	17.maj	15	10,0	1	24,8	3,13
00DR	16.avg	17	8,1	3	20,4	2,57
00DN	16.avg	21	6,7	2	114,3	4,44
00BA	16.avg	18	10,3	6	24,8	2,97
00RI	16.avg	13	8,2	3	12,1	1,33
00DR	16.nov	11,9	10,6	3,5	67,8	4,84
00DN	16.nov	15,0	11,1	3	163,2	1,64
00BA	16.nov	14,7	11,3	27,5	137,9	4,71
00RI	16.nov	14,9	11,6	6,5	64,4	6,53

Tabela 7. Rezultati meritev skupnega dušika, amonija, nitrata, skupnega fosforja in ortofosfata v reki Dragonji (00DR), Drnici (00DN), Badaševici (00BA) in Rižani (00RI) v letu 2006.

Merilno mesto	Datum	Skup.dušik μmol N/l	Amonij μmol /l	Nitrati μmol /l	Skup.fosfor μmol /l	Ortofosfati μmol /l
00DR	15.feb	216,1	1,1	172,0	0,9	0,8
00DN	15.feb	377,5	20,5	247,0	5,9	5,6
00BA	15.feb	583,5	19,8	442,6	1,7	1,4
00RI	15.feb	167,5	1,9	145,7	0,4	0,3
00DR	17.maj	129,2	1,8	118,3	1,0	0,8
00DN	17.maj	254,1	4,8	169,0	3,8	3,7
00BA	17.maj	356,8	1,4	221,6	1,9	0,8
00RI	17.maj	168,3	3,2	100,7	0,5	0,4
00DR	16.avg	323,0	3,1	195,6	3,8	3,5
00DN	16.avg	339,4	3,7	107,8	7,6	5,7
00BA	16.avg	971,6	7,0	479,7	2,2	1,9
00RI	16.avg	268,6	1,7	163,2	1,8	1,8
00DR	16.nov	366,5	4,2	212,9	2,9	2,7
00DN	16.nov	299,7	31,5	69,2	12,0	9,3
00BA	16.nov	181,2	30,9	35,2	2,6	1,2
00RI	16.nov	437,7	47,6	91,4	1,7	0,5

Tabela 8. Rezultati meritev koncentracij suspendirane snovi (TSS), anionskih detergentov (Det) in fekalnih koliformnih bakterij v reki Dragonji (00DR), Drnici (00DN), Badaševici (00BA) in Rižani (00RI) v letu 2006.

Merilno mesto	Datum	Suspendirane snovi mg/l	Detergenti mg MBAS/l	Fekalni koliformi FK/100ml
00DR	15.feb	4,05	0,007	95
00DN	15.feb	2,4	0,011	110
00BA	15.feb	2,53	0,034	5500
00RI	15.feb	0,78	0,019	4500
00DR	17.maj	2,14	<0,005	336
00DN	17.maj	4,1	0,052	105
00BA	17.maj	7,51	0,032	4900
00RI	17.maj	3,92	0,011	1500
00DR	16.avg	24,72	0,025	98
00DN	16.avg	17,9	0,044	8400
00BA	16.avg	8,04	<0,005	14500
00RI	16.avg	26,36	0,014	14000
00DR	16.nov	3,23	0,044	512
00DN	16.nov	9,75	0,039	770
00BA	16.nov	6,7	0,025	6400
00RI	16.nov	4,05	0,007	95

V merilno mrežo ugotavljanja vnosa onesnaženja s kopnega sta vključena tudi izpusta iz komunalnih čistilnih naprav v Kopru in Piranu. Za poročilo so podani rezultati 12 meritev (enkrat mesečno) kemičnih analiz kompozitnega vzorca (vzorčenje vsako uro/ 24 ur) na iztoku čistilne naprave v Kopru (post. 00KB) in Piranu (post. 00PA). Povprečne vrednosti vnosa za čistilne naprave smo izračunali na osnovi povprečnega letnega iztoka odpadne vode, ter izračunanih povprečnih koncentracij suspendirane snovi, celokupnega fosforja in celokupnega dušika v letu 2006. Letni vnos iz obeh delujočih čistilnih naprav znaša za celokupne suspendirane snovi 956 ton, za celokupni dušik 243 in celokupni fosfor 43 ton (tabela 9).

Table 9. The Ocena vnosa celokupnega fosforja (TotP), celokupnega dušika (TotN) in suspendiranih delcev (TSS) iz čistilnih naprav v obalno morje R Slovenije v letu 2006.

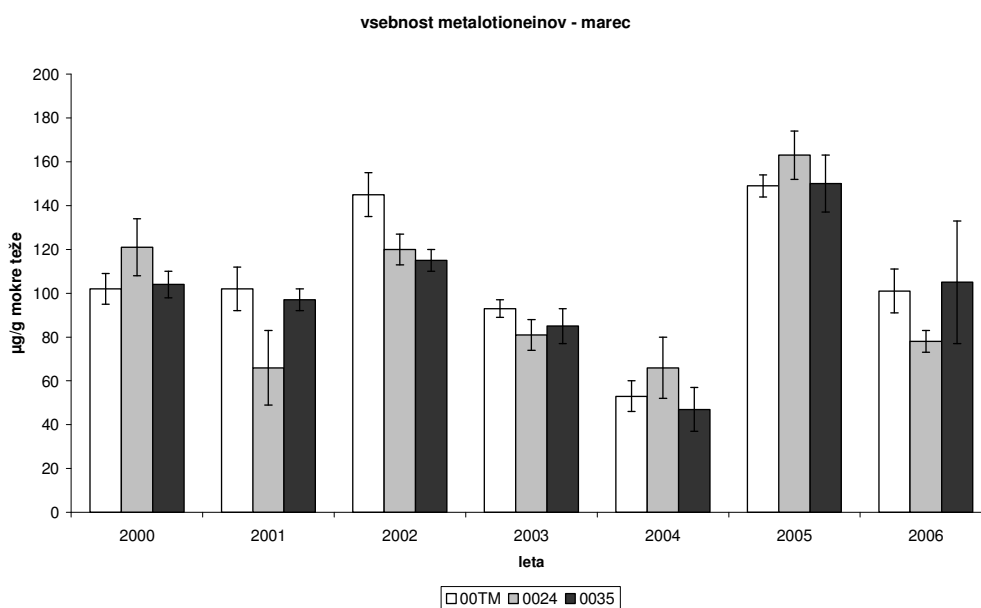
Merilno mesto	Koda	Pretok m ³ /leto	TotP t/leto	TotN t/leto	TSS t/leto
ČN Koper	00KB	3.87 x 10 ⁶	25,9	134,8*	464
ČN Piran	00PA	4.09 x 10 ⁶	17,5	108,7	492
Skupaj			43,4	243,5	956

* upoštevan samo amonijev dušik

2.4. Biomonitoring

Vzorci školjk (*Mytilus galloprovincialis*) smo nabrali na postaji v izlivnem območju reke Rižane pred marino Koper (post. 00TM) in v Strunjanskem zalivu (referenčna lokacija, post. 0024) ter v Piranskem zalivu (postaja 0035) (slika 2). Takoj po vzorčenju opravimo biometrične meritve školjk ter odvezamo hemolimfo in prebavno žlezo. Odvezta tkiva smo shranili v tekočem dušiku in jih nato shranili globoko zamrznjene (-80 °C) do nadaljne obdelave. Vzorce je v letu 2006 potekalo 15., 16. in 17. marca ter 14. in 15. septembra. Metodologija izbire postaj, vzorčevanja in analiz posameznih parametrov je opisana v priporočilih in navodilih UNEP/RAMOG (1999) in UNEP/WHO (1994).

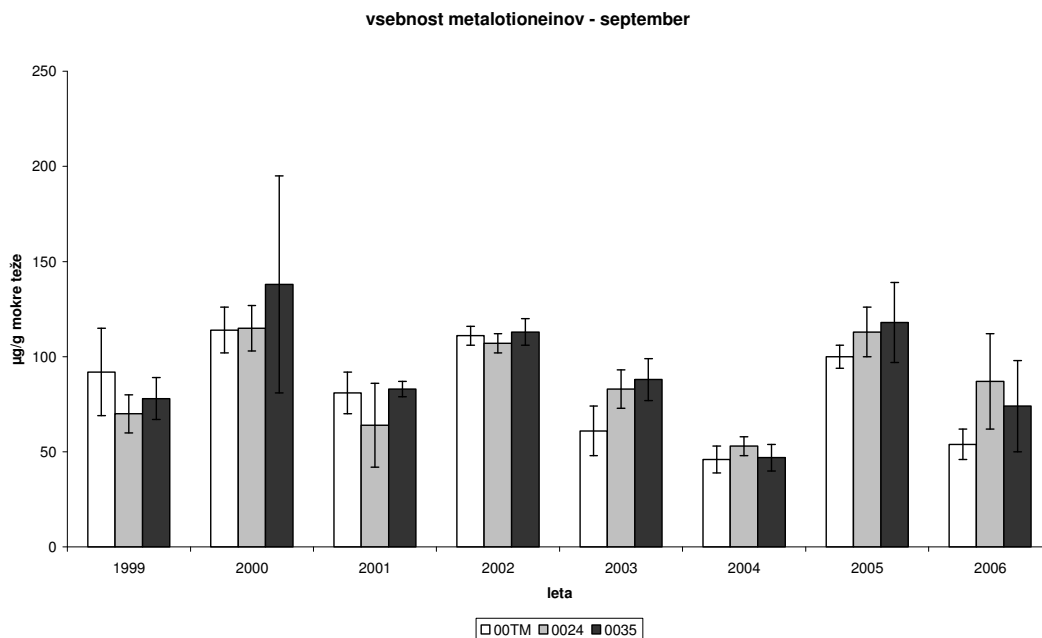
Od leta 2000 opravljamo vzorčenja v marcu in v septembru na treh vzorčnih mestih. Vzorcujemo klapavice *Mytilus galloprovincialis*, ker so filtratorski organizmi v katerih se zaradi filtratorskega načina prehranjevanja lahko kopičijo številne snovi. Za spremljanje učinkov onesnaženja v morskem okolju pa so nam na voljo nekateri biomarkerji splošnega stresa in izpostavljenosti, ki so v klapavicah dovolj dobro preučeni, da so primerni za potrebe biomonitoringa. Srednje vrednosti meritev lupine klapavic, vsebnosti metalotioneinov ter koeficient SSF v vzorcih vseh postaj so podani v tabelah v prilogi. Poleg tega so v isti tabeli podani tudi izbrani fizikalni parametri: temperatura vode, slanost in koncentracija raztopljenega kisika. Grafični prikaz izmerjenih vrednosti metalotioneinov v školjkah z vseh treh postaj je podan na sliki 24. V letu 2006 smo v vzorcih nabranih v marcu na vseh treh postajah ugotovili nižje vsebnosti metalotioneinov kot prejšnje leto. Vsebnosti metalotioneinov v marcu so bile podobne na vseh treh postajah in višje v primerjavi z jesenskimi vrednostmi. Povprečna vsebnost metalotioneinov (\pm SD) izračunana iz petih podvzorcev je bila na postaji 00TM: 101 ± 10 μ g/g tkiva (N=50 osebkov), na postaji 0024: 78 ± 5 μ g/g tkiva (N=50 osebkov) in na postaji 0035: 105 ± 28 μ g/g tkiva (N=50 osebkov).



Slika 24. Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) za obdobje 2000 do 2006 (vzorčenje v marcu). Podane so najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

Povprečna vsebnost metalotioneinov (\pm SD) izračunana iz petih podvzorcev v školjkah nabranih v jesenskem vzorčenju je bila naslednja: 54 ± 8 μ g/g tkiva na postaji 00TM (N=50 osebkov), 87 ± 25 μ g/g tkiva na postaji 0024 (N=50 osebkov) in 69 ± 24 μ g/g tkiva na postaji 0035 (N=50 osebkov). V septembrskem vzorčenju smo v klapavicah ugotovili nekoliko nižje vsebnosti metalotioneinov na postaji 00TM in 0035, medtem ko so bile vrednosti na postaji 0024 zelo

podobne. V obeh vzorčenjih v letu 2006 nismo ugotovili pomembnih odstopanj od vrednosti metalotioneinov v klapavicah v primerjavi s prejšnjimi leti. Manjša nihanja v vsebnosti metalotioneinov so vezana na fiziološke procese (predvsem na razmnoževanje) in na spremembe v fizikalno kemijskih parametrih okolja. Vendar pa ta nihanja ne prikrivajo odziva na onesnaženje s težkimi kovinami, ki inducirajo *de novo* sintezo metalotioneinov.



Slika 25 Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) za obdobje 2000 do 2006 (vzorčenje v septembru). Podane so najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

Analizirali smo tudi obseg prelomov v DNA v hemolimfi klapavic iz dveh vzorčenjih v letu 2006 in sicer v mesecu marcu (15., 16. in 17.) ter v septembru (14. in 15.). Za vzorce nabrane v mesecu marcu smo ugotovili negativne vrednosti izračunanega koeficienta SSF (postaja 00TM: $SSF = -0,034 \pm 0,03$, $N=25$ osebkov, postaja 0035: $SSF = -0,045 \pm 0,01$, $N=25$ osebkov, postaja 0024: $SSF = -0,014 \pm 0,004$, $N=25$ osebkov). V vzorcih, ki so bili nabrani v jesenskem vzorčenju je vrednost izračunanega koeficienta SSF pozitivna (postaja 00TM: $SSF = 0,032 \pm 0,01$, $N=25$ osebkov, postaja 0035: $SSF = 0,067 \pm 0,03$, $N=25$ osebkov, postaja 0024: $SSF = 0,13 \pm 0,08$, $N=25$ osebkov). Precejšnje variacije v vrednostih koeficienta SSF so lahko posledica fizioloških ciklov (obdobje razmnoževanja), razlik v učinkovitosti popravljalnih mehanizmov kakor tudi posledica delovanja genotoksičnih snovi v okolju. Z uporabljenimi metodami ne moremo ugotoviti kolikšen delež teh poškodb v DNA je trajen in kolikšen delež se jih popravi.

Koordinacija za MED POL

V sodelovanje z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP/MAP) smo preteklem letu izvedli sledeče aktivnosti:

1. priprava poročil:

- a. Pripravili smo podatke in poročilo National Monitoring Programme of Slovenia (NMPS) za leto 2006 (Report NIB/MBP), marec 2006
- b. Report on Testing of Marine Pollution Indicators in the Mediterranean region (31 August 2006)
- c. Questionnaire for eutrophication assessment – MED POL 30 June 2006
- d. Evaluation of historical data on eutrophication and related events in Slovenian waters (22 November 2006)

2. organizacija delavnic:

- a. Clean Coast and Marine Monitoring Workshop, Piran, od 2 do 4 julija 2006 (organizirala MBP/NIB)
- b. Nacionalni izobraževalni program za inšpektorje za okolje, Nova Gorica, od 4 do 6. oktobra 2006 (29 udeležencev), organiziral inšpektor za okolje, B. Žbona

3. sodelovanje slovenskih ekspertov na strokovnih sestankih MED POL/MAP:

- a. Consulting meeting of the application of the ecosystem approach by the MAP, Atene, Grčija, 6-7 april 2006, sestanka se je udeležila prof. dr. Alenka Malej
- b. Expert meeting to prepare a road map for the application of the ecosystem approach, Atene, Grčija, 14-15 november 2006, sestanka se je udeležila prof. dr. Alenka Malej
- c. Meeting to Review the Long-term Implementation of NAP to Adress Pollution from Land-based Activities, Durrës, Albanija, 1-3- junij 2006, sestanka se je udeležil dr. Gregor Muri

4. sodelovanje slovenskih ekspertov na delavnicah MED POL/MAP:

- a. Dr. Andreja Ramšak se je udeležila delavnice »**Workshop on the MED POL biological effects programme: achievements and future orientations**«, ki je potekala v Alessandriji, Italija od 20. in 21. 12. 2006 in sta jo organizirala *MED POL programme (UNEP) in Department of Environmental and Life Sciences-DISAV, Alessadria, Italija.*

Delavnica je bila posvečena pregledu opravljenega dela v programu biomonitoringa Sredozemskega morja, ki poteka pod okriljem programa MED POL Phase III (1996-2005). Na delavnici so udeleženci predstavili opravljeno delo po državah v zadnjih 10 letih. Dr. Andreja Ramšak je predstavila slovenske aktivnosti v biomonitoringu v predavanju z naslovom *Biomonitoring in the Slovenian coastal sea during MED POL programme (1999-2005)*. Drugi del delavnice je bil posvečen rezultatom interkalibracij, ki so bile izvedene in standardizaciji uporabljenih biomarkerjev v okviru organizacije MED POL in EU projekta BEEP. Organizatorji so predstavili predloge za nov program MED POL Phase IV (2006-2013) in predlagali nov dvostopenjski pristop v biomonitoringu morja (2-tier approach). Shema takšnega biomonitoringa vključuje uporabo školjk v kletkah (standardizacija vzorčenja). V prvi stopnji je potrebna analiza biomarkerjev splošnega stresa in glede na te rezultate, nato v drugi stopnji uporabo izbranih biomarkerjev izpostavljenosti. Predstavljen je bil tudi računalniški program za opredelitev zdravstvenega indeksa školjk na podlagi analiz biomarkerjev. Povzetki predavanj bodo objavljeni v tehničnem poročilu MAP-a, ki bo v celoti posvečeno omenjeni delavnici in njenim zaključkom ter priporočilom.

V preteklem letu so na sekretariatu MAP/UNEP v Atenah pripravili tudi statistično obdelavo podatkov eutrofikacijskega monitoringa. Statistično so ovrednotili podatke koncentracij klorofila v primerjavi z vrednostmi TRIX in s tem povezanega ocenjevanja kakovosti morja na osnovi TRIX indeksa.

LITERATURA

- Dewailly, E., Knap, A. (2006) Food from the oceans and human health. *Oceanography* 19 (2) 85-93.
- Grasshoff, K. Ehrhardt, M. Kremling, K 1983. *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie. Weinheim.
- Hines, M.E., Faganeli, J., Adatto, I., Horvat, M. (2006) Microbial mercury transformations in marine, estuarine and freshwater sediment downstream of the Idrija mercury Mine, Slovenia. *Appl. Geochem*, v tisku
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, C.J., Holmes, R.W. & Strickland, J.D.H. Fluorometric determination of chlorophyll, *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 1965, 30, 3-13.
- 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).
- Murphy, J. in Riley, J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal.Chim.Acta*.27: 31-36.
- Mozetič P. in sod. 2007. Izvajanje monitoringa kakovosti morja, brakičnih voda in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2006. MOPE, ARSO.
- Strickland, J. D. H., and T. R. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. 310. (ed.), Fish. Res. Bd. Canada, Bull. 167 p.
- STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastwaters. 1971 13th ed. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. Inc., New York. 874 p.
- UNESCO, 1984. *Manual for monitoring oil and dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons in marine waters and on beaches*. pp.1- 10.
- UNEP/FAO, 1976. *Manual of Methods in Aquatic environment research*. Part 3 - Sampling and analyses of biological material. FAO Fisheries Technical Paper No. 158. Rome.
- UNEP/FAO, 1986. *Baseline studies and Monitoring Methals. particularly Mercury and Cadmium. in Marine Organisms (MED POL II) MAP Technical Reports Series No.2*. UNEP. Athens.
- UNEP/IOC/IAEA, 1992. *Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 20*. UNEP. Copenhagen.
- UNEP/WHO, 1994. *Guidelines for health-related monitoring of coastal recreational and shellfish areas. Bacterial indicator organisms*. UNEP. Copenhagen.
- UNEP/RAMOG, 1999: *Manual on the biomarkers recommended for the MED POL biomonitoring programme*. UNEP, Athens.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mit. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38.
- Viarengo, A., Ponzano, E., Dondero, F., Fabbri, R. (1994): A simple spectrophotometric method for MT evaluation in marine organisms: an application to Mediterranean and Antarctic molluscs. *Mar. Environ.Res.*, 44, S. 69-84.
- Vollenweider in sod., 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. *J.Mar.Syst.*

PRILOGE

Sodelujoče ustanove in odgovorni izvajalci

V programu sodelujejo Nacionalni inštitut za biologijo - Morska biološka postaja Piran (NIB/MBP), Inštitut J Stefan, Odsek za znanosti o okolju (IJS) in Zavod za zdravstveno varstvo Koper, Oddelek za sanitarno mikrobiologijo (ZZV Koper):

Izvajalec	Ustanova	Vrsta analize
Oliver Bajt, dr.	NIB/MBP	analize ogljikovodikov
Dean Bošnjak, mag.	ZZV Koper	mikrobiološke analize
Milena Horvat, dr.	IJS	vodja odseka, analize težkih kovin
Alenka Malej, dr.	NIB/MBP	nacionalna koordinatorica za MED POL
Radmila Milačič, dr.	IJS	analize težkih kovin
Vesna Fajon	IJS	analize težkih kovin
Andreja Ramšak, dr.	NIB/MBP	analize metalotioneinov in alkel.elucije
Patricija Mozetič, dr.	NIB/MBP	analize fitoplanktona
Valentina Turk, dr.	NIB/MBP	vodja projekta, mikrobiološke analize
Janez Ščančar, dr.	IJS	analize težkih kovin
Janja France	NIB/MBP	analize fitoplanktona v školjčičih
Miljan Šiško	NIB/MBP	analize fitoplanktona
Mira Avčin	NIB/MBP	kemične analize
Silva Maslo	NIB/MBP	kemične analize
Vladimir Bernetič	NIB/MBP	analize suspendiranih delcev in detergentov
Franc Kravos	NIB/MBP	terensko vzorčevanje
Tihomir Makovec	NIB/MBP	terensko vzorčevanje, CTD sonda

Mreža merilnih mest s koordinatami

Tabela 1: Izbor merilnih mest sanitarne kakovosti kopaliških vod s koordinatami, globino merilnega mesta, oddaljenostjo od obale in vrsto kopališča

Koda	Merilno mesto	Geodet. koordinata X	Geodet. koordinata Y	Globina (m)	Oddaljenost od obale (m)	Vrsta kopališča
2	RKS Debeli Rtič	50016	399593	1,5	15	R
3	Štud. tabor Ankaran			2	10	R
6	Adria Ankaran	48735	401379	1,5	20	S
8	Kopališče Koper	45879	400849	3	20	R
9	Kop. Žusterna	45536	399717	4	20	R
11	Svetilnik Izola			2	15	R
12	H. Simonov zaliv	44009	394483	2,5	20	R-S
14*	Krka Strunjan	43923	391022	2,5	20	R
15**	Salinera Strunjan	43384	390927			
21	GH Bernardin	42330	388555	6	15	R
22	H. Vila Park	42149	389016	5	15	R
23	H. Rivera	41891	390040	1,5	15	S
24	Cent. plaža Portorož	41806	390370	2,5	20	S
25	GH Metropol	41399	390479	2	20	S
26	AC Lucija	40884	390320	2	20	S
27	Dva topola IZ			2	15	R
29	ZDUS Izola			2	20	R
	Debeli rtič - Boja	50413	399030			
	Mandrač Molet	45627	399270			
	Pri Rexu	45640	397548			
	Rimski pomol	44247	394650			
	Bele skale	44522	393094			
	Mesečev zaliv	44763	391840			
	Sveti duh	43520	390620			
	Pod stadionom	43740	389095			

Legenda:

*Ne dovolj objave rezultatov (VIR: ARSO)

**Dovoljena objava le za statistične namene

Tabela 2: Merilna mesta ugotavljanja kemičnega onesnaženja v organizmih in sedimentu s koordinatami z natančnostjo merila 1:25000

Koda postaje	Merilno mesto	Šifra MM	Geodet. koordinata X	Geodet. koordinata Y	Globina postaje (m)	Oddaljenost od obale (m)
SEDIMENT						
00MP	Marina Portorož		5041196	5390356	10	2
0014	Luka Koper		5046601	5401382	10	10
000K	Koprski zaliv	M16000	5046531	5399971	16	1300
00KK	Koprski zaliv		5050548	5395982	21	3000
000F	Odprte vode	M14000	5045023	5386951	21	3000
00CZ	Tržaški zaliv		5053862	5393524	24	3500
00MA	Piranski zaliv	M18000	5045023	5386951	24	3500
ORGANIZMI						
00TM	Marina Koper	M69101	5045847	5400285	10	1
0024	Strunjanski zaliv	M21001	5044014	5389884	8	600

Tabela 3: Izbor merilnih mest evtrofikacijskega monitoringa obalnega morja s koordinatami, globina merilnega mesta in oddaljenost od obale

Koda	Merilno mesto	Šifra MM	Geodet. koordinata X	Geodet. koordinata Y	Globina postaje (m)	Oddaljenost od obale (m)
00F2	Odprte vode	M14200	5045001	5386842	21	3000
000F	Tržaški zaliv	M14000	5045023	5386951	24	3500
000K	Koprski zaliv	M16000	5046531	5399971	16	1300
0ERI	Estuarij Rižane	M79200	5046408	5401878	10	100
00C2	Izola	M24205	5049322	5391799	21	200
00MA	Piranski zaliv	M18000	5040675	5388414	16	1500

Tabela 4: Merilna mesta žarišč onesnaženja s koordinatami

Koda postaje	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Šifra MM	Geodet.koor. X	Geodet.koor. Y
00RI	Rižana	Osnovno	M79000	5046545	5403029
00DR	Dragonja	Referenčno	M77000	5036571	5391752
00BA	Badaševica	Dodatno	M73000	5044359	5400652
00DN	Drnica	Dodatno	M75000	5037928	5391862
00KB	KOPER	Komunalna čistilna naprava		5046923	5402536
00PA	PIRAN	Komunalna čistilna naprava		5042653	5388297

Tabela 5. Izbor merilnih mest vzorčevanja biomonitoringa s koordinatami, globino merilnega mesta in oddaljenostjo od obale.

Koda postaje	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Šifra MM	Geodet. koordinata X	Geodet. koordinata Y	Globina postaje (m)	Oddaljenost (m)
00TM	Marina Koper	Dodatno	M69101	5045847	5400285	2	1
0035	Seča	Osnovno	M20001	5039362	5389281	12	300
0024	Strunjanski zaliv	Referenčno	M21001	5044014	5389884	8	600