

POROČILO ZA LETO 2004

POVZETEK.....	2
IZHODIŠČA IN VSEBINA PROGRAMA	4
SODELUJOČE USTANOVE IN ODGOVORNI IZVAJALCI.....	5
MREŽA MERILNIH MEST IN NAČIN VZORČENJA	6
METODE DELA	12
REZULTATI	15
1. MONITORING ZA ZAŠČITO ZDRAVJA LJUDI - COMPLIANCE MONITORING	15
1.1. Monitoring sanitarne analize kopaliških vod.....	15
1.2. Monitoring določanje prisotnosti toksičnih fitoplanktonskih vrst.....	15
2. MONITORING OBALNEGA MORJA IN TREND MONITORING.....	15
2.1. Kemično onesnaženje v organizmih in sedimentu	15
2.1.1. Trend monitoring težkih kovin v organizmih.....	15
2.1.2. Trend monitoring ogljikovodikov v organizmih	17
2.1.3. Trend monitoring ogljikovodikov v sedimentu	18
2.2. Evtrofikacijski monitoring.....	20
2.3. Obremenitev – vnos skupnega	33
2.4. Biomonitoring.....	36
3. KOORDINACIJA ZA MED POL	38
Sodelovanje slovenskih ekspertov na strokovnih sestankih MED POL/MAP	38
Udeležba na interkalibracijah in izpopolnjevanjih za zagotavljanje kakovosti (DQA).....	39
LITERATURA	40

POVZETEK

Izhodišče izvajanja monitoringa "KAKOVOST MORJA IN KONTROLA ONESNAŽENJA S KOPNEGA" predstavlja obveza R Slovenije kot pogodbenice Barcelonske konvencije in sodelovanje z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP/MAP). Poročilo vključuje analize določene v programu Združenih narodov za okolje (UNEP - MAP FAZA II) »Program za oceno in kontrolo onesnaženja v sredozemski regiji« (MED-POL faza III 1996-2005) v katerem Slovenija sodeluje s programom National Monitoring Programme of Slovenia (NMPS). V MED POL III programu sodeluje Inštitut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju (IJS), Zavod za zdravstveno varstvo Koper, Oddelek za sanitarno mikrobiologijo (ZZV Koper) in Nacionalni inštitut za biologijo - Morska biološka postaja Piran (NIB/MBP).

V okviru programa spremljanja sanitarne analize kopaliških vod smo v preteklem letu vzorčevali na 18 merilnih mestih vzdolž obale R Slovenije, v obdobju od maja do oktobra s frekvenco vsake 14 dni. Glede na nacionalno zakonodajo večina kopališč (16 od 18 merilnih mest) ustreza kriterijem, ki dovoljujejo uporabo kopališč za rekreativne namene (Ur.L.73/2003).

Rezultati vsebnosti živega srebra (Hg) in kadmija (Cd) v tkivu klapavic *Mytilus galloprovincialis* ne odstopajo od rezultatov predhodnih let. V letu 2004 so povprečne koncentracije Cd v vzorcih klapavic znašale 0,64 mg/kg na merilnem mestu pred marino v Koperu in 0,91 mg/kg na merilnem mestu v Strunjanskem zalivu. Povprečna koncentracija Hg je bila višja v školjkah vzorčenih na merilnem mestu pred marino Koper (0,130 mg/kg) v primerjavi z vzorci školjčičišča v Strunjanu (0,09 mg/kg). Precej višje pa so bile tudi v letošnjem letu povprečne koncentracije PAH-ov na merilnem mestu pred marino Koper je (2,76 µg/kg) v primerjavi z rezultati analiz školjk merilnega mesta v Strunjanu (0,7µg/kg). Višje koncentracije PAH-ov, ki so značilni za pirogeni izvor, tudi v primeru školjk kažejo na ta prevladujoč izvor.

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. Glede na razmerje ogljikovodikov z lihim in sodim številom C atomov lahko sklepamo na pomemben delež alifatskih ogljikovodikov naravnega kopenskega izvora. Predvsem velja to za merilni mesti v estuariju Rižane in v marini Portorož. Vseeno pa so zelo povišane vrednosti v estuariju Rižane povezane tudi z onesnaževanjem s pomorskim prometom. Sestava poliaromatskih ogljikovodikov kaže na prevladujoč pirogeni izvor, substituirani PAHi pa kažejo tudi na sicer manj pomemben petrogeni izvor.

Za določevanje evτροφikacijskega stanja obalnega morja smo izbrali merilna mesta na dveh transektih. Prvi transekt je potekal od merilnega mesta v ustju reke Rižane proti sredini Koprškega zaliva in proti sredini Tržaškega zaliva 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 variirajo med 1,96 in 8,15. Najvišje

vrednosti smo izmerili v mesecu juniju in novembru, kar sovпада s povišanimi koncentracijami fitoplanktonskega klorofila in abundanco. Vrednost TRIX indeksa so bile najvišje v ustju reke Rižane in v spodnjem toku reke Dragonje, povprečne vrednosti so bile 5,7 in 6,9. Z oddaljenostjo od ustja rek se vrednost indeksa niža, sredi Koprškega zaliva znaša 4,14 in pred Izolo 4,09, kar uvršča notranje dele zalivov v mesotrofno območje. Rezultati na ostalih merilnih mestih so pod 4, kar je večnoma značilno za manj produktivna področja.

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). Nizko število fitoplanktonskih celic beležimo v zimskih mesecih ($0,11 \times 10^6$ celic/L) in najvišje v mesecu maju, do $5,51 \times 10^6$ celic/L na merilnem mestu v ustju reke Rižane, ter $3,21 \times 10^6$ celic /L sredi Koprškega zaliva. Nižje koncentracije fitoplanktona smo beležili v Piranskem zalivu in referenčnih postajah s povprečno koncentracijo $1,0 \times 10^6$ celic/L. V spomladanskem obdobju so prevladovale mikroflagelatne vrste (od 41% do 98% celokupnega števila), medtem ko so v avgustovskih in novemberskih vzorcih prevladovale kremenaste alge – diatomeje (od 40 – 83% celokupnega števila).

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. Rezultate meritev odpadne vode na iztoku čistilne naprave v Kopru in Piranu smo pridobili v sodelovanju s Komunalno Koper, d.o.o. in JP Okolje Piran, d.o.o. Rezultati kemijskih analiz 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 z rekami. Vrednosti vnosa za čistilne naprave pa smo ocenili na osnovi povprečnega letnega iztoka odpadne vode, ter izračunanih povprečnih koncentracij 12 meritev (enkrat mesečno) kemičnih analiz kompozitnega vzorca (vzorčenje vsako uro/ 24 ur) na iztoku čistilne naprave. Letni vnos v obalno morje znaša za celokupne suspendirane snovi 1424 ton, za celokupni dušik 873 in celokupni fosfor 43 ton.

Izmerjene koncentracije metalotioneinov v klapavicah so bile izenačene na vseh treh postajah kakor tudi med spomladanskim in jesenskim vzorčenjem. Povprečne vrednosti izmerjenih koncentracij metalotioneinov so bile od 47,3 $\mu\text{g/g}$ mokre teže tkiva do 55,7 $\mu\text{g/g}$ mokre teže tkiva. V jesenskem vzorčenju so bile povprečne koncentracije metalotioneinov od 47,6 $\mu\text{g/g}$ mokre teže tkiva do 53,5 $\mu\text{g/g}$ mokre teže tkiva. V letu 2004 smo izmerili nižje koncentracije metalotioneinov kakor poprejšnja leta. Izračunan faktor SSF v spomladanskem vzorčenju je bil na vseh treh postajah negativen, linearen nagib elucijske krivulje pa kaže, da gre za enojne prelome v DNA. V jesenskem vzorčenju smo na dveh postajah izračunali pozitivne vrednosti faktorja SSF kar kaže na zamreževanje DNA. Vrednosti faktorja SSF so v enakem razponu glede na prejšnja leta. Poudariti moramo, da je to prikaz trenutnega stanja ob času vzorčenja.

IZHODIŠČA IN VSEBINA PROGRAMA

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

Program »Izvajanje monitoringa kakovosti morja in kontrola onesnaženja s kopnega v skladu z Barcelonsko konvencijo v letu 2004« je potekal v skladu s pogodbo Ministrstva za okolje in prostor R Slovenije, Agencije RS za okolje (pogodba št. 2523-04-500272). Vsebinsko naloga vključuje analize določene v programu Združenih narodov za okolje (UNEP - MAP FAZA II) »*Program za oceno in kontrolo onesnaženja v sredozemski regiji*« (MED-POL faza III 1996-2005), v katerem Slovenija sodeluje s programom »National Monitoring Programme of Slovenia (NMPS)« (MED POL-Phase III).

Poročilo MONITORING KAKOVOSTI MORJA IN KONTROLA ONESNAŽENJA S KOPNEGA V SKLADU Z BARCELONSKO KONVENCIO za leto 2004 vključuje podatke in rezultate:

- monitoringa sanitarne kakovosti kopaliških vod in monitoringa prisotnosti toksičnih fitoplanktonskih vrst v področju gojišč morskih organizmov, ki ga izvajamo v okviru nacionalne zakonadaje za zaščito zdravja ljudi;
- monitoringa okolja za oceno stopnje evtrofikacije in splošnega stanja kakovosti obalnega morja, monitoringa trendov onesnaženja s kontaminanti, kot so policiklični ogljikovodiki, kadmij in živo srebro;
- sezonskih meritev kakovosti voda na žariščnih točkah onesnaženja kot so estuariji,
- vnosa s kopenskih točkovnih virov onesnaženja;
- biomonitoringa – rezultate analiz indukcije metalotioneinov in alkalne elucije za ugotavljanje vpliva onesnaženja na organizme;
- ter poročilo o opravljenih dejavnosti zaradi koordinacije za MED POL.

SODELUJOČE USTANOVE IN ODGOVORNI IZVAJALCI

V programu sodelujejo 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):

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, prof. dr.	NIB/MBP	nacionalna koordinatorica za MED POL
Radmila Milačič, dr.	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
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
Darija Gibičar	IJS	analize težkih kovin
Franc Kravos	NIB/MBP	terensko vzorčevanje
Tihomir Makovec	NIB/MBP	terensko vzorčevanje, CTD sonda

MREŽA MERILNIH MEST IN NAČIN VZORČENJA

Rezultate celotnega programa MONITORING KAKOVOSTI MORJA IN KONTROLA ONESNAŽENJA S KOPNEGA V SKLADU Z BARCELONSKO KONVENCIJO za leto 2004 je podan v obliki tabel v prilogi.

1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi - Compliance monitoring

1.1. Monitoring sanitarne analize kopaliških vod

Program spremljanja kakovosti kopališki vod so izvajali v celoti na Zavodu za zdravstveno varstvo Koper. V preteklem letu so vzorčevali na 18 merilnih mestih vzdolž obale R Slovenije, v obdobju od maja do oktobra s frekvenco vsake 14 dni. Vzorčevalna mesta so prikazana na sliki 1. Določali so mikroorganizme fekalnega onesnaženja: celokupne koliforme, fekalne koliforme in fekalne streptokoke.



Slika 1. Prikaz merilnih mest monitoringa sanitarne kakovosti kopaliških vod in monitoringa kakovosti vod za gojenje školjk vzdolž obale R Slovenije v letu 2004.

1.2. **Vzorci morske vode za določanje prisotnosti toksičnih fitoplanktonskih vrst** v področju gojišč morskih organizmov smo vzorčevali na postaji v Strunjanu in notranjosti Piranskega zaliva (post. 0024 in 0035) (slika 1).

2. Monitoring okolja in trend monitoring

2.1. Kemično onesnaženje v sedimentu in organizmih

Vzorci školjk za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in aromatski – AH,PAH) in težkimi kovinami kadmija in živega srebra (Cd, Hg) smo pobirali na postaji pred marino Koper (post. 00TM) in na postaji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) (slika 2, tabela 1). Vzorci školjk (*Mytilus galloprovincialis*) smo pobirali z ročnim grabilom 17. septembra 2004.



Slika 2. Prikaz merilnih mest monitoringa kemičnega onesnaženja morskih organizmov in biomonitoringa.

Vzorci sedimenta za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in aromatski – AH,PAH) smo pobirali z grabilom (sloj zgornjih 2 cm sedimenta). Vzorčevali smo 14. septembra 2004 na sledečih merilnih mestih: marini Portorož (post. 00MP), ustju reke Rižane (post. 0014), sredini Koprskega (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 3).



Slika 3. Prikaz merilnih mest monitoringa kemičnega onesnaženja sedimenta obalnega morja v letu 2004.

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

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

2.2. Evtrofikacijski monitoring

Za določevanje evtrofikacijskega stanja obalnega morja so izbrana merilna mesta na dveh transektih (slika 4, tabela 2). Prvi transekt je potekal od merilnega mesta v ustju reke Rižane (post. 0ERI), proti sredini Koprskega zaliva (post.000K) in proti sredini Tržaškega zaliva v smeri proti Izoli (post.00C2). Drugi transekt je potekal od merilnega mesta v ustju reke Dragonje (post.00DR), proti sredini Piranskega zaliva (post. 00MA) in v smeri proti sredini Tržaškega zaliva (post. 000F in 00F2).



Slika 4. Prikaz merilnih mest evtrofikacijskega monitoringa v obalnem morja R Slovenije v letu 2004.

Tabela 2: Izbor merilnih mest evtrofikacijskega monitoringa obalnega morja s koordinatami, globina merilnega mesta in oddaljenost od obale

Koda	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Geodet. koordinata X	Geodet. koordinata Y	Globina postaje (m)	Oddaljenost od obale (m)
00F2	Odprte vode	Referenčno	5045001	5386842	21	3000
000F	Tržaški zaliv	Osnovno	5045023	5386951	24	3500
000K	Koprski zaliv	Dodatno	5046531	5399971	16	1300
0ERI	Estuarij Rižane	Dodatno	5046408	5401878	10	100
00C2	Izola	Dodatno	5049322	5391799	21	
00MA	Piranski zaliv	Dodatno	5040675	5388414	16	1500

Vzorčenje je bilo opravljeno 18. februarja, 11. maja, 15. junija, 10. avgusta, 14. septembra in 17. novembra 2004. Na vsakem merilnem mestu smo najprej izmerili fizikalne parametre s CTD sondo in nato vzorčili z vzorčevalnikom Niskin na različnih globinah (0,3m, 5m in 10 ali 15m –odvisno od globine postaje). 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.

2.3. Žarišča onesnaženja

V merilno mrežo ugotavljanja vnosa onesnaženja s kopnega so vključena merilna mesta na spodnjem toku rek: Rižane Dragonje, Badaševica 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 3.



Slika 5. Prikaz merilnih mest monitoringa žarišč onesnaženja obalnega morja R Slovenije v letu 2004.

Tabela 3: Merilna mesta žarišč onesnaženja s koordinatami

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

Vzorci vode smo zajemali v polietilenske in sterilne steklene 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 5, tabela 3). Na omenjenih merilnih mestih smo vzorčevali 19. februarja, 10. maja, 11. avgusta in 18. novembra 2004. Na samem mestu vzorčenja smo opravili meritve temperature, slanosti, pH-ja, in pripravili vzorce za meritve raztopljenega kisika, biološke in kemijske poraba kisika in hranilnih soli. Vodo za bakteriološke analize smo zajeli v sterilne steklenice in vzorce analizirali takoj po prihodu v laboratorij.

Rezultate meritev odpadne vode na iztoku čistilne naprave (ČN) v Koprju (post. 00KB) in Piranu (post. 00PA) smo pridobili na osnovi »Poročila o monitoringu odpadnih vod za leto 2004« v sodelovanju s Komunalo Koper, d.o.o. in JP Okolje Piran, d.o.o. Iztok komunalnih vod ČN Koper je 200m pred izlivom reke Rižane v morje, komunalne vode ČN Piran pa se izlivajo preko podvodnega cevovoda, 3 milje od obale (slika 5).

2.4. Biološke posledice - biomonitoring

V merilno mrežo za ugotavljanje vpliva onesnaženja na organizme (biomonitoring) so vključena 3 merilna mesta: pred marino Koper (post. 00TM), školjčičišče v Strunjanskem zalivu in v Piranskem zalivu (post. 0024 in post. 0035) (tabela 4, slika 2).

Tabela 4. Izbor merilnih mest vzorčevanja biomonitoringa s koordinatami, globino merilnega mesta in oddaljenostjo od obale.

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

Vzorci školjk (*Mytilus galloprovincialis*) za analize indukcije metalotioneinov in alkalne indukcije smo pobirali ročno. Biometrijo školjk smo opravili takoj po vzorčenju in vzorce po separaciji prebavne žleze in hemolimfe spravili v tekočem dušiku in tako pripravili za nadaljno obdelavo. Vzorčenje je potekalo 30. marca in 17. septembra 2004.

METODE DELA

Fizikalni parametri. Osnovne fizikalne parametre slanost, pH, raztopljeni kisik, biokemijsko potrebo po kisiku (O_2 , BPK₅) v morski vodi in rečnih vodah smo določali po standardnih metodah :

- temperaturo morja merimo na vsakem globinskem nivoju s CTD sondo (CTD=Conductivity, Temperature, Depth; Center for Waster Research, Avstralija);
- prosojnost (transparenc) vode smo ugotavljali po standardnem postopku s ploščo Secchi;
- meritve pH vzorcev smo opravili z laboratorijskim pH metrom "Iskra MA 5794" in kombinirano stekleno elektrodo;
- slanost smo določali s pomočjo refraktometra, ali smo jo izračunali iz električne prevodnosti vode, ki je odvisna od narave in količine prisotnih ionov ter temperature;
- koncentracije kisika določali po modifikaciji klasične Winklerjeve metode (Grasshoff, 1983);
- biokemijsko potrebo po kisiku (BPK₅) smo določali z Winklerjevo metodo po petdnevni inkubaciji vzorcev pri temperaturi 20⁰C v temi;

Hranilne soli. Koncentracije hranilnih soli dušika (NO_2 -N, NO_3 -N, NH_4 -N), fosforja (PO_4 -P) in silicija (SiO_4 -Si) smo določali kolorimetrično po standarnih metodah:

- nitrit (NO_2 -N) z reakcijo s sulfanilamidom in etilen-diaminom po metodi Bendscheider in Robinson (1952),
- nitrat (NO_3 -N) s predhodno reakcijo nitrita preko redukcijske kolone polnjene s kadmijem in bakrom (Grasshoff, 1983),
- amoniak (NH_4 -N) s fenolhipoklorit metodo po metodi Koroleff (1969),
- ortofosfat (PO_4 -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). Vzorce oksidiramo s kalijevim persulfatom v mediju natrijevega hidroksida in borove kisline pri povišani temperaturi in pritisku, ter po razklopu določamo nitrat in fosfat po že opisani metodiki.

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).

Detergenti (Det). Detergente 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. HNO_3 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

vzorke 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 prverili z analizo standardnega referenčnega materiala tkiva ostrig (NIST Standard Reference Material Oyster Tissue 1566b) in standardnega referenčnega materiala tkiva klapavic (NIST Mussel Tissue 2977).

Analize fitoplanktonske biomase (klorofil a - Chl a). Količino klorofila a (Chl a) na merilnih mestih monitoringa podvodnih izpustov smo izmerili z *in situ* fluorometrom, pritrjenim na CTD sondo. Meritve fluorometra na sondi so kalibrirane z meritvami fluorescence fluorometra (TURNER fluorometer Model 112) s standardnim materialom (SIGMA Chlorophyll a from spinach). Vzorce morske vode za določanje vrstne sestave fitoplanktona smo vzorčevali z Niskinom in ustrezen volumen takoj fiksirali z nevtraliziranim formalinom (končna konc. 1,5%). Podvzorce po 50ml morske vode smo sedimentirali v komorinah preko noči. Fitoplanktonsko število in vrstno sestavo smo določili z invertnim mikroskopom po metodi Utermöhl (1958).

Za določanje števila toksičnih vrst fitoplanktona je potekalo vzorčevanje na vsaki postaji s planktonsko mrežico (velikost pore mreže 20µm). Vzorce vertikalnega potega mreže z vsake postaje smo fiksirali z nevtraliziranim formalinom (1,5% končna konc.). Vzorec s planktonskimi organizmi smo pred pregledom razdelili s »spliterjem« na 1/16 ali 1/32 del celotnega volumna vzorca in pustili, da se posede vzorec preko noči. Organizme smo naslednji dan prešteli v sedimentacijski komori s pomočjo invertnega mikrokopa (Utermöhl, 1958). Prešteli smo 150 polj pri 400x povečavi mikroskopa.

Analize fekalnih koliformnih bakterij (FK). Število fekalnih koliformnih bakterij 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 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).

Analize koncentracije 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% merkaptetoanol) 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 μg na g mokre teže tkiva (hepatopankreasa).

Poškodbe DNA. Za ugotavljanje poškodb DNA smo uporabili metodo alkalne filtrske elucije (Kohn in sod., 1976), ki jo priporoča UNEP (UNEP/RAMOGGE, 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 števnici komori smo prešteli hemocite, koncentracija hemocit v vzorcu mora biti 1 do 2×10^6 hemocit. Hemocite smo nanegli na filter (0,2 μm) 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 KH_2PO_4 in 0,6 ml H_2O . 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 indeks - TRIX. 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=**
(Log₁₀ (Chl a x aD%O x DIN x TP) + k) x m

Kjer je **Chl a**- klorofil (μg Chl a/l), **aD%O** – kisik kot % odstopanja od nasičenosti, **DIN** - neorganski dušik ($\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$), **TP** je celokupni fosfor, **k** je 1,5 in **m** je $10/12=0.833$.

Računsko so vrednosti indeksa med 0 in 10.

REZULTATI

1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi - Compliance monitoring

1.1. Monitoring sanitarne analize kopaliških vod

so izvajali v celoti na Zavodu za zdravstveno varstvo Koper. V preteklem letu so vzorčevali na 18 merilnih mestih vzdolž obale R Slovenije, v obdobju od maja do oktobra s frekvenco vsake 14 dni. Skupno je bilo opravljenih 9 vzorčenj in zbranih 162 rezultatov celokupnih koliformov, fekalnih koliformov in fekalnin streptokokov. Glede na nacionalno zakonodajo večina kopališč (16 od 18 merilnih mest) ustreza kriterijem, ki dovoljujejo uporabo kopališč za rekreativne namene (Ur.L.73/2003).

1.2. Monitoring določanje prisotnosti toksičnih fitoplanktonskih vrst

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 2004 in v poročilu NMPSlovenia (MBS/NIB Report 70 - v angleščini).

2. Monitoring obalnega morja in trend monitoring

2.1. Kemično onesnaženje v organizmih in sedimentu

2.1.1. Trend monitoring težkih kovin v organizmih

Vzorci školjk (*Mytilus galloprovincialis*) za analize vsebnosti kadmija (Cd) in živega srebra (Hg) smo vzorčevali v stabilnih vremenskih pogojih v jesenskem obdobju. Takoj po vzorčenju smo klapavicam izmerili dolžino, širino lupine in težo, ter tako določili povprečne vrednosti za vzorec. Teža klapavice predstavlja mokro težo mesa in intervalvarne vode. Vsak podvzorec je sestavljen iz 15 klapavic v velikosti pribl. od 4 do 6 cm. Rezultati koncentracij elementov v posameznem podvzorcu, preračunani na suho maso vzorca, so podani v tabeli 5. V letu 2004 so povprečne koncentracije Cd v petih povzorcih klapavic *Mytilus galloprovincialis* znašale 0,64 mg/kg na merilnem mestu 00TM in 0,91 mg/kg na merilnem mestu 0024. Povprečna koncentracija Hg je bila višja v školjkah vzorčenih na merilnem mestu pred marino Koper (0,130 mg/kg) (post.00TM) v primerjavi z vzorci školjčiča v Strunjaju (0,09 mg/kg)(post. 0024). Primerjava rezultatov povprečnih vrednosti živega srebra (Hg), kadmija (Cd) in ogljikovodikov (PAH) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) merilnih mest pred Marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) za obdobje od leta 1999 do leta 2004 so podani v tabeli 6. Rezultati vsebnosti živega srebra (Hg) in kadmija (Cd) v tkivu klapavic so vsa leta višji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) v primerjavi z rezultati školjk marine Koper (post.00TM).

Tabela 5. 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) v letu 2004.

Vzorec	Datum	Slanost psu	T °C	Dolžina cm	Teža g	mesa	Cd µg/kg	Hg µg/kg
00TM1	17/09/04	37,30	22,8	5,79 ± 0,36	4,15 ± 0,8		670	170
00TM2	17/09/04			5,44 ± 0,48	4,11 ± 1,1		630	141
00TM3	17/09/04			5,75 ± 0,31	4,11 ± 0,9		650	132
00TM4	17/09/04			5,64 ± 0,5	3,68 ± 0,9		590	100
00TM5	17/09/04			5,43 ± 0,42	3,69 ± 0,8		660	118
0024/1	17/09/04	37,50	23,8	6,4 ± 0,27	4,27 ± 0,7		900	104
0024/2	17/09/04			6,13 ± 0,34	3,96 ± 0,7		920	131
0024/3	17/09/04			6,94 ± 0,48	4,82 ± 0,9		910	69
0024/4	17/09/04			6,53 ± 0,43	4,46 ± 1,0		930	134
0024/5	17/09/04			6,27 ± 0,43	3,86 ± 0,7		970	139

Tabela 6. Primerjava rezultatov povprečnih letnih vrednosti (± st.dev) živega srebra (Hg), kadmija (Cd) in 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 2004.

Postaja	Leto	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)	PAH (mg/kg)
00TM	1999	0,12 ± 0,01	1,27 ± 0,02	
	2000	0,24 ± 0,03	1,05 ± 0,05	0,67 ± 0,06
	2001	0,07 ± 0,01	0,79 ± 0,04	0,63 ± 0,11
	2002	0,13 ± 0,01	0,99 ± 0,02	0,35 ± 0,16
	2003	0,11 ± 0,01	0,61 ± 0,05	2,18 ± 0,47
	2004	0,13 ± 0,01	0,64 ± 0,05	2,76 ± 0,30
0024	1999	0,11 ± 0,01	1,11 ± 0,02	
	2000	0,12 ± 0,01	1,12 ± 0,09	0,62 ± 0,01
	2001	0,08 ± 0,01	0,96 ± 0,04	0,75 ± 0,01
	2002	0,11 ± 0,01	0,68 ± 0,02	0,07 ± 0,02
	2003	0,14 ± 0,01	1,05 ± 0,10	0,98 ± 0,34
	2004	0,09 ± 0,01	0,91 ± 0,10	0,77 ± 0,18

2.1.2. Trend monitoring ogljikovodikov v organizmih

Rezultati koncentracij izmerjenih posameznih alifatskih in poliaromatskih ogljikovodikov v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) vzorčenih na merilnem mestu pred Marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) za leto 2004 so podani v tabeli 7.

Tabela 7. Rezultati koncentracij ogljikovodikov (ng/kg) (SD-st.deviacija) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (post.00TM) in v Strunjanskem zalivu (post. 0024) vzorčevanih 17. septembra 2004.

Koda postaje Ogljikovodiki	0024 ng/kg	SD	00TM ng/kg	SD
n-heptadekan C-17	300	31	264	34
Pristan	89	13	125	28
n-oktadekan C-18	26	5	30	6
Fitan	10	1	131	28
n-C14 do n-C34	2140	434	3151	753
Skupaj alifatski	2563	464	3701	834
Naftalen	<1		<1	
1-metilnaftalen	<1		<1	
1-etilnaftalen	<1		<1	
2,3,6-trimetilnaftalen	<1		<1	
Acenaften	<1		<1	
Acenaftilen	<1		<1	
Fenantren	60	9	117	21
Antracen	<1		79	17
Fluoren	<1		<1	
2-metilfenantren	<1		74	22
1-metilfenantren	<1		91	27
Fluoranten	109	16	438	78
Piren	58	40	462	77
3,6-dimetilfenantr.	<1		<1	
1-metilpiren	<1		<1	
Krizen	<1		395	51
Perilen	<1		<1	
Benzo(a)antracen	<1		224	31
Benzo(b)fluoranten	44	13	170	30
Benzo(k)fluoranten	<1		<1	
Benzo(e)piren	110	33	318	65
Benzo(a)piren	<1		<1	
Indeno(1,2,3-c,d)piren	178	52	182	59
Dibenzo(a,h)antracen	138	32	123	73
Benzo(g,h,i)perilen	73	22	85	34
Skupaj aromatski	771	183	2759	303

Povprečna koncentracija PAH-ov 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. Primerjava rezultatov PAH-ov v školjkah med posameznimi leti je podana v tabeli 6.

2.1.3. Trend monitoring ogljikovodikov v sedimentu

Vsebnost alifatskih (AH) in poliaromatskih ogljikovodikov (PAH) v sedimentu vseh merilnih mest so prikazani v tabeli 8 in 9. Najvišje koncentracije alifatskih (AH) in poliaromatskih ogljikovodikov (PAH) so bile določene v Luki Koper in Marini Portorož. Najnižja je bila vsebnost na referenčni postaji 000F. Glede na razmerje ogljikovodikov z lihimi in sodimi številom C atomov lahko sklepamo na pomemben delež alifatskih ogljikovodikov naravnega kopenskega izvora. Predvsem velja to za postaji v estuariju Rižane in v marini Portorož (post. 0014 in 00PM). Vseeno pa so zelo povišane vrednosti v estuariju Rižane povezane tudi z onesnaževanjem s pomorskim prometom. Sestava poliaromatskih ogljikovodikov kaže na prevladujoč pirogeni izvor, substituirani PAHi pa kažejo tudi na sicer manj pomemben petrogeni izvor.

Tabela 8. Rezultati koncentracij alifatskih ogljikovodikov (ng/kg) v sedimentu na postajah obalnega morja Slovenije vzorčevanih 17. septembra 2004.

Ogljikovodiki	Koda postaje						
	00CZ	0014	00PM	000K	00KK	00MA	000F
n-heptadekan (C17)	42	75	223	59	26	73	50
Pristan	38	143	23	55	16	65	21
n-oktadekan (C18)	20	21	15	25	7	25	14
Fitan	5	51	31	11	3	18	5
n-C14 do n-C34	1591	5647	2826	2208	720	2090	1130
Ločeni alifatski	1696	5937	3118	2358	772	2271	1220

Tabela 9. Rezultati koncentracij poliaromatskih ogljikovodikov (ng/kg) v sedimentu na postajah obalnega morja Slovenije vzorčevanih 17. septembra 2004.

Parameter	Koda postaje						
	00CZ	0014	00PM	000K	00KK	00MA	000F
Naftalen	5	<1	<1	9	<1	12	<1
1-metilnaftalen	<1	<1	<1	3	<1	6	<1
1-etilnaftalen	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acenaften	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acenaftilen	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fenantren	20	38	40	38	11	29	28
Antracen	16	39	29	20	17	38	35
Fluoren	<1	213	<1	<1	<1	3	<1
2-metilfenantren	2	12	<1	5	5	5	5
1-metilfenantren	7	6	<1	4	4	2	6
Fluoranten	29	41	112	75	25	39	46
Piren	35	47	137	110	57	43	57
3,6-dimetilfenantren	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1-metilpiren	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Perilen	<1	169	52	<1	<1	<1	<1
Krizen	39	351	153	74	47	52	57
Squalan	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Benzo(a)antracen	13	54	57	44	19	25	30
Benzo(b)fluoranten	53	119	152	93	50	64	51
Benzo(k)fluoranten	28	49	59	48	25	37	47
Benzo(e)piren	26	46	51	58	47	43	47
Benzo(a)piren	6	15	54	41	23	16	53
Indeno(1,2,3-c,d)piren	43	103	77	50	33	54	55
Dibenzo(a,h)antracen	13	42	16	17	30	51	15
Benzo(g,h,i)perilen	45	39	48	77	138	82	74
Ločeni aromatski	380	1383	1037	766	531	583	606

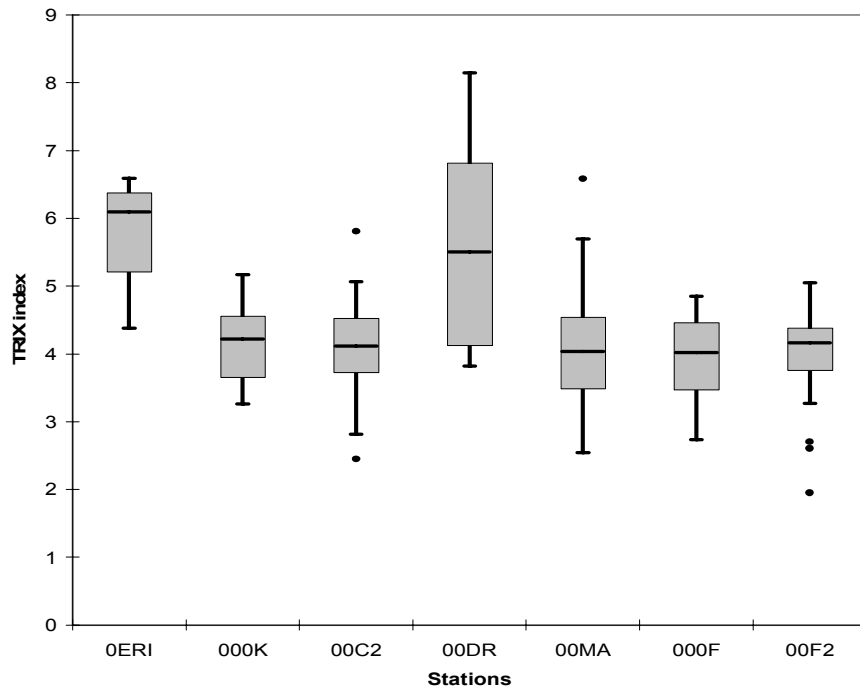
2.2. Evtrofikacijski monitoring

Na območju dveh transektov (Koprski zaliv, Piranski zaliv) smo določili trofično stanje obalnega morja na osnovi TRIX indeksa (Vollenweider in sod. 1998), ter sestavo in abundanco dominantnih skupin fitoplanktona. Zbrali smo 107 podatkov na obeh transektih in referenčni postaji. Rezultati povprečnih, najnižjih in najvišjih letnih vrednosti TRIX indeksa za posamezno merilno mesto so podani v tabeli 10 in na sliki 6 kot prikaz statistično analize podatkov (box plot analiza) vseh rezultatov posameznega merilnega mesta. Sezonska razporeditev koncentracij klorofila in izračunane vrednosti TRIX indeksa posameznega merilnega mesta na različnih globinah so prikazane na slikah 7, 8, 9, 10, 11, 12 in 13.

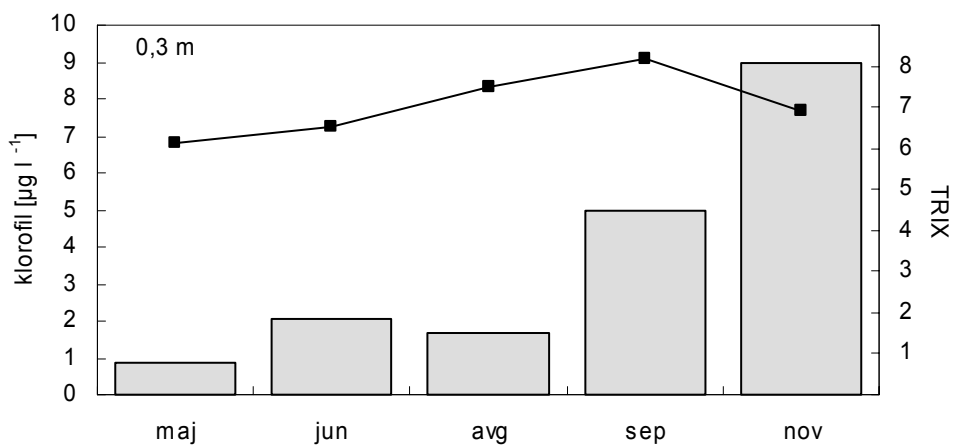
Vrednosti TRIX indeksa variirajo med 1,96 in 8,15 (tabela 10). Najvišje vrednosti smo izmerili v mesecu juniju in novembru, kar sovpada s povišanimi koncentracijami fitoplanktonskega klorofila in abundanco (slike 7-12). Vrednost TRIX indeksa so bile najvišje v ustju reke Rižane in v spodnjem toku reke Dragonje, povprečne vrednosti so bile 5,7 (post. 0ERI) in 6,9 (post. 00DR). Z oddaljenostjo od ustja rek se vrednost indeksa niža, sredi Koprskega zaliva znaša 4,14 in pred Izolo 4,09, kar uvršča notranje dele zalivov v mesotrofno območje. Rezultati na ostalih merilnih mestih so pod 4, kar je značilno za manj produktivna področja.

Tabela 10. Povprečne, najvišje in najnižje letne vrednosti TRIX indeksa na posameznem merilnem mestu v letu 2004.

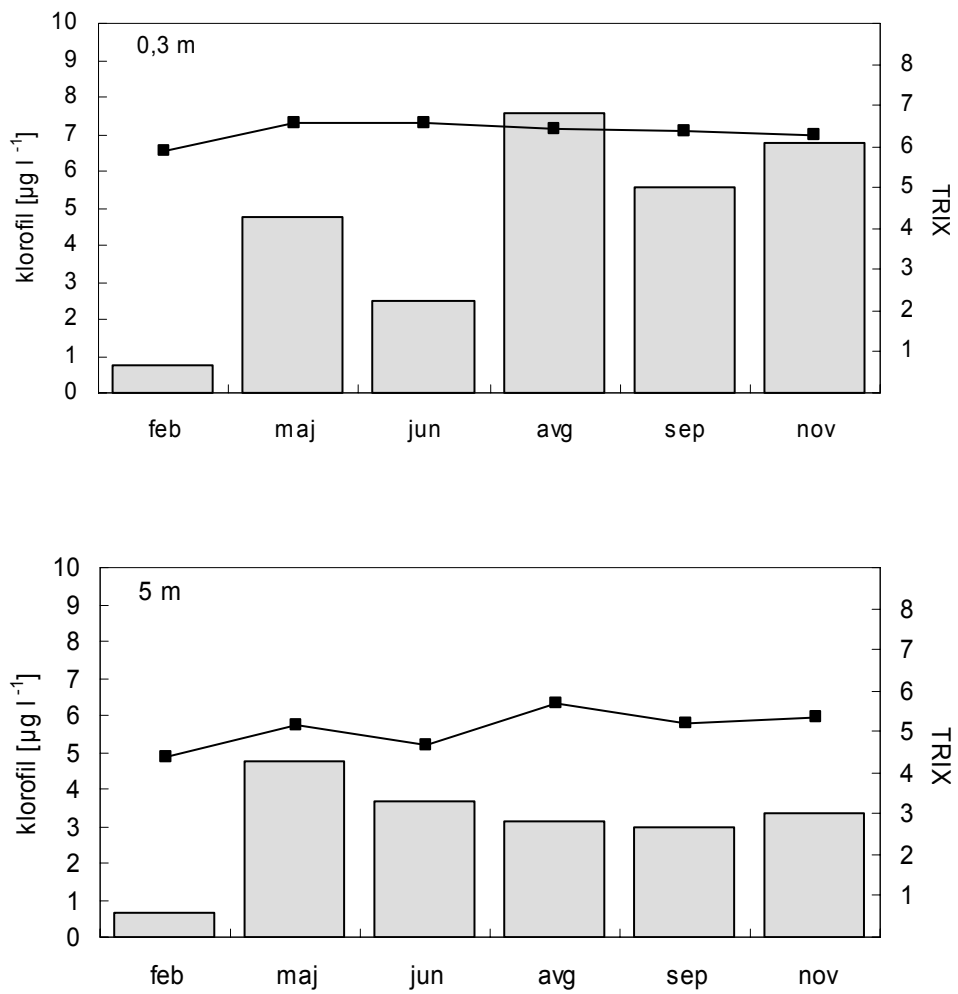
Koda postaje	0ERI	000K	00C2	00DR	00MA	000F	00F2
povprečje	5,72	4,14	4,09	6,88	3,95	3,90	3,93
maksimum	6,59	5,17	5,81	8,15	4,93	4,85	5,05
minimum	4,38	3,26	2,45	6,08	2,55	2,73	1,96
Št. vzorcev	12	18	18	5	18	18	18



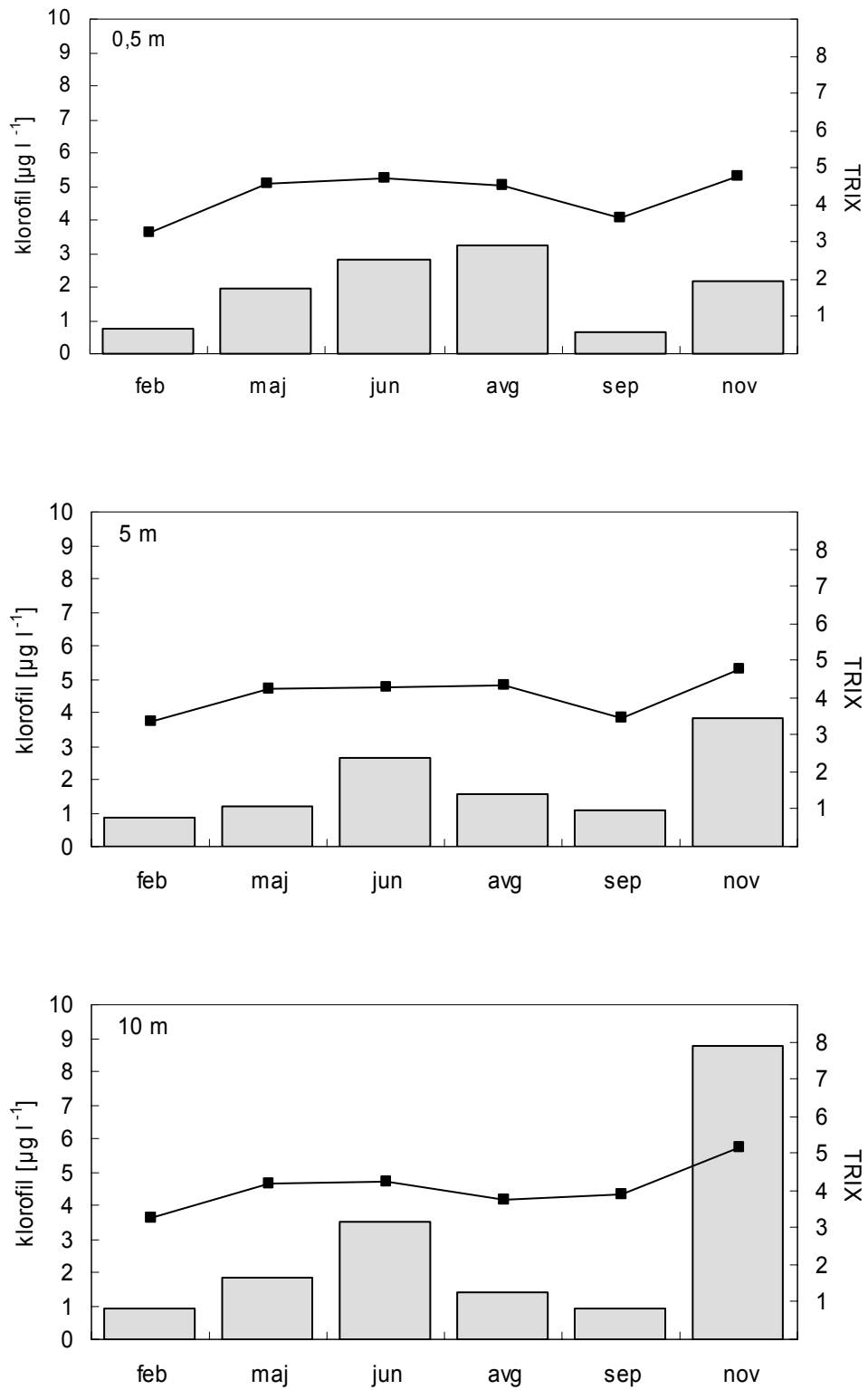
Slika 6. Statistična analiza vrednosti TRIX indeksa (Box plot analiza) na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2004.



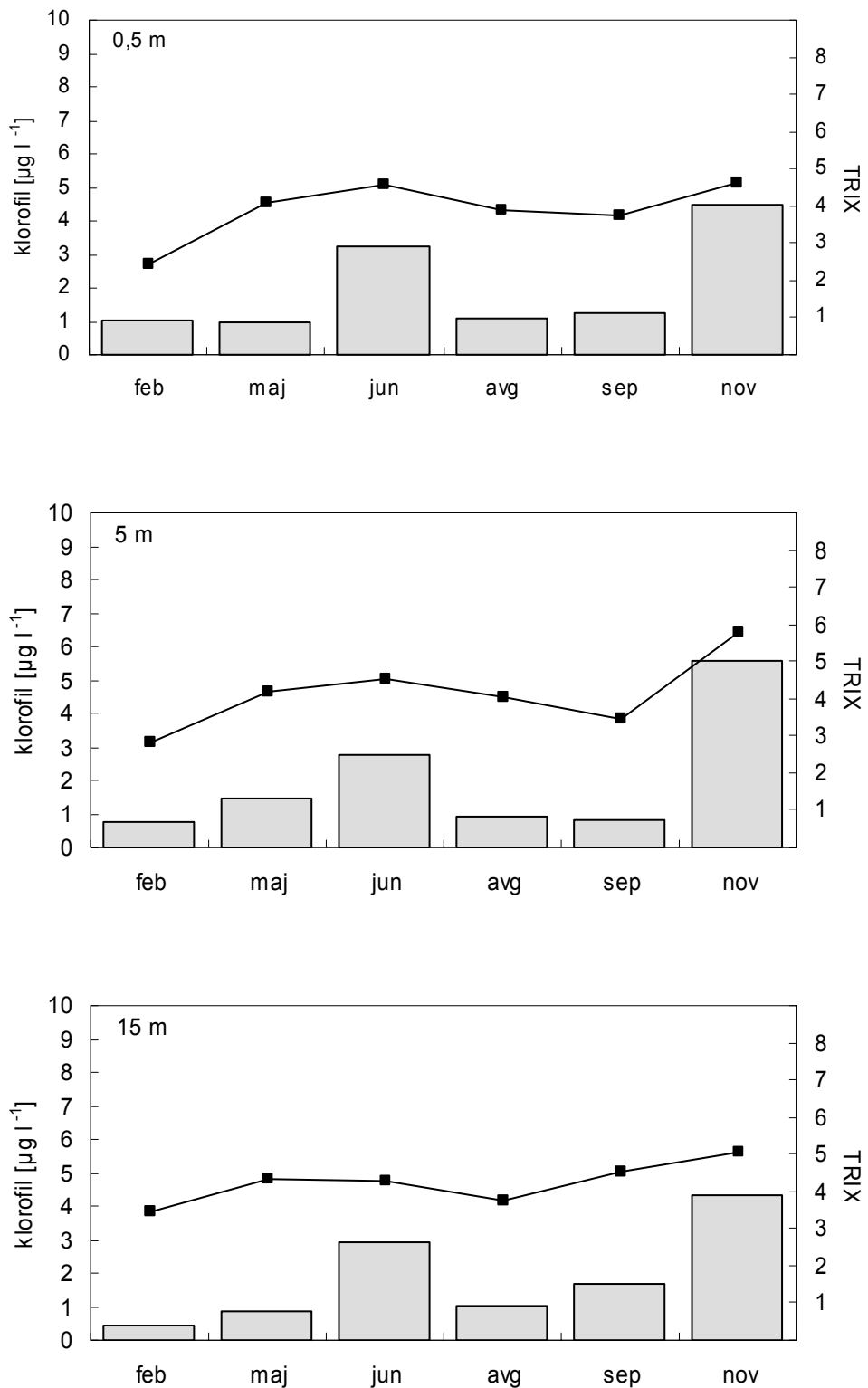
Slika 7. Sezonska distribucija klorofila in vrednosti TRIX indeksa na merilnem mestu v ustju reke Dragonje na globini 0,3m (post. 00DR) v letu 2004.



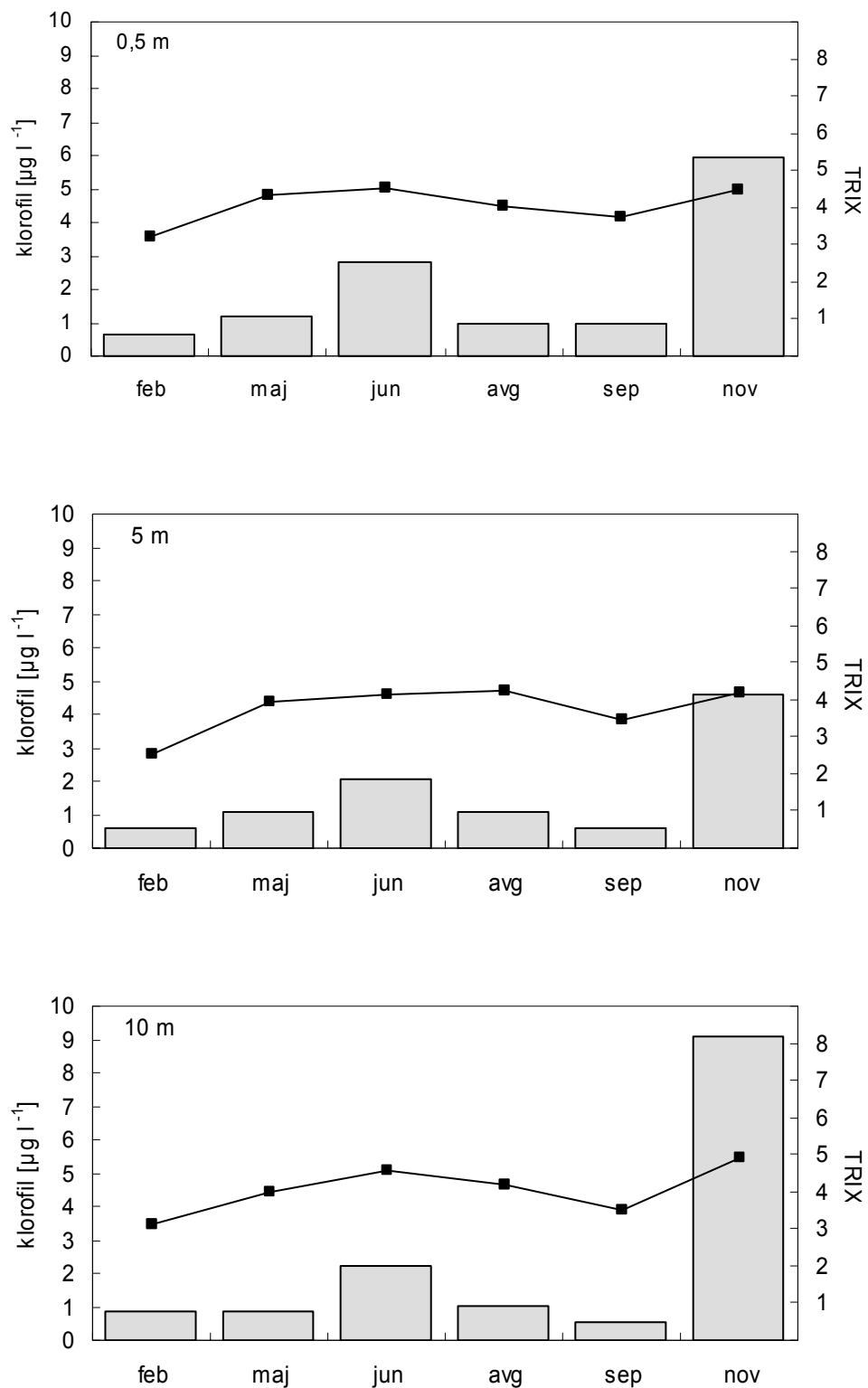
Slika 8. Sezonska distribucija klorofila in vrednosti TRIX indeksa na merilnem mestu v ustju reke Rižane (post. 0ERI) na globini 0,3m in 5m v letu 2004.



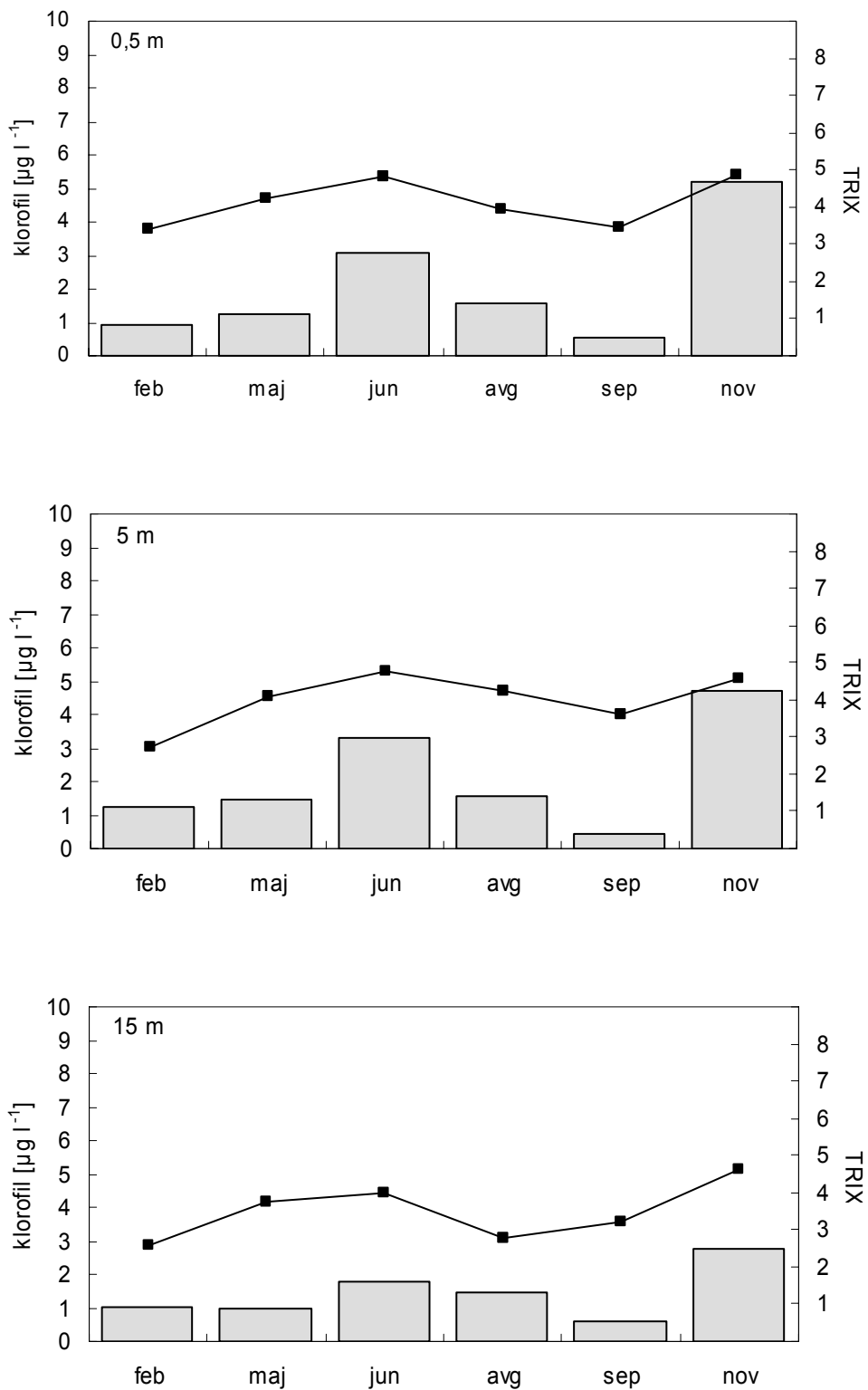
Slika 9. Sezonska distribucija klorofila in vrednosti TRIX indeksa na merilnem mestu sredi Kopskega zaliva (post. 000K) na globini 0,3m, 5m in 10m v letu 2004.



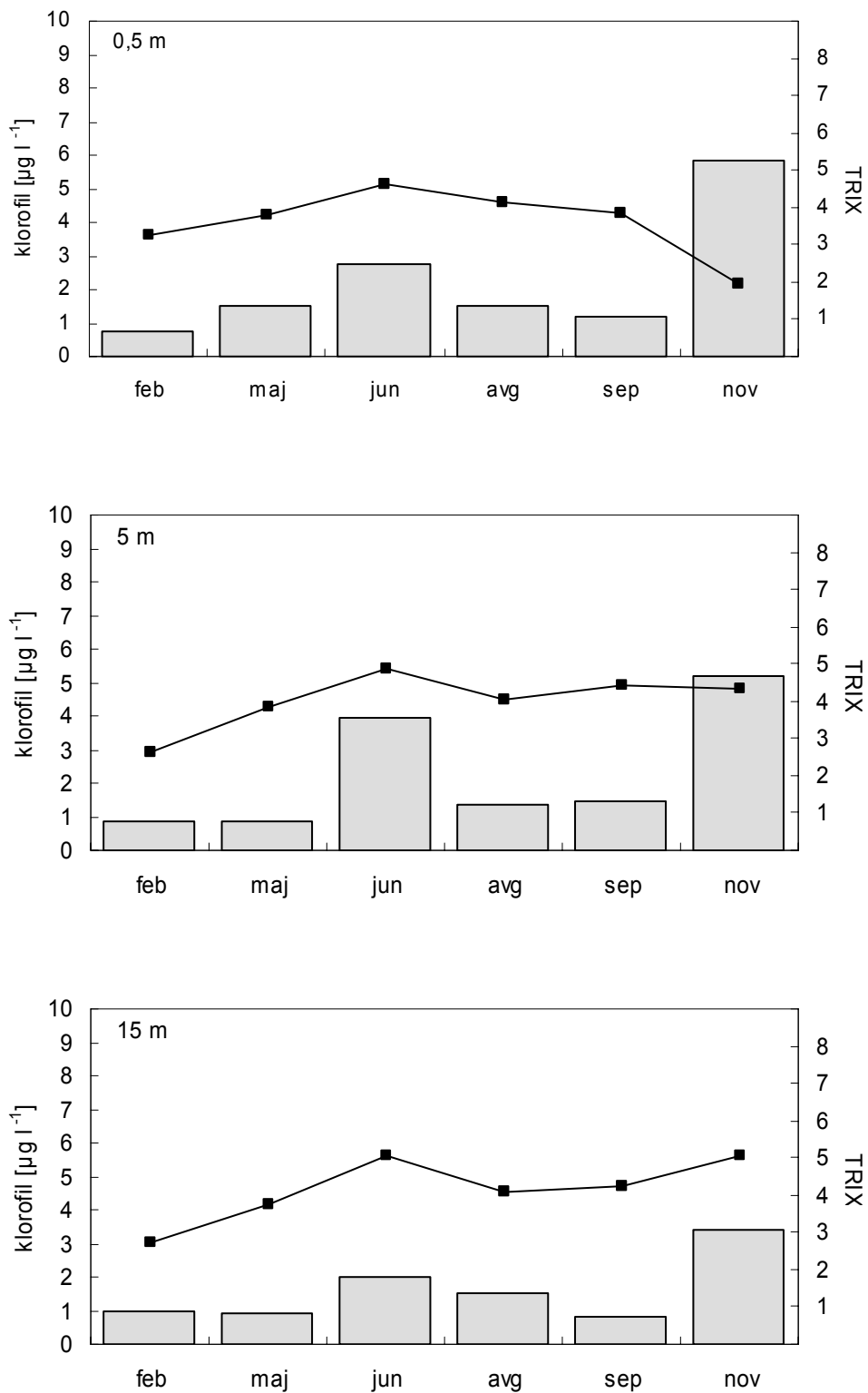
Slika10. Sezonska distribucija klorofila in vrednosti TRIX indeksa na merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 00C2) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2004.



Slika 11. Sezonska distribucija klorofila in vrednosti TRIX indeksa na merilnem mestu v notranjosti Piranskega zaliva (post. 00MA) na globini 0,3m, 5m in 10m v letu 2004.



Slika 12. Sezonska distribucija klorofila in vrednosti TRIX indeksa na merilnem mestu v Tržaškem zalivu (post. 000F) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2004.



Slika 13. Sezonska distribucija klorofila in vrednosti TRIX indeksa na referenčnem merilnem mestu v Tržaškem zalivu (post. 00F2) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2004.

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 0,3m, 5m, 10 ali 15m – odvisno od globine postaje). Rezultati povprečnih, najnižjih in najvišjih koncentracij fitoplanktona na posameznih merilnih mestih so podani v tabeli 11, sezonska razporeditev posameznih skupin fitoplanktona po globinah na posameznih merilnih mestih pa na slikah od 14 do 20. V obalnih vodah so prevladovali skupine mikroflagelati, silikoflagelati, kokolitoforidi, dinoflagelati in diatomeje. Nizko število fitoplanktonskih celic beležimo v zimskih mesecih ($0,11 \times 10^6$ celic/L) in najvišje v mesecu juniju, $3,21 \times 10^6$ celic /L sredi Koprškega zaliva (post. 000K) in do $5,51 \times 10^6$ celic/L v ustju reke Rižane (post. 0ERI). Nižje koncentracije fitoplanktona smo beležili v Piranskem zalivu in referenčnih postajah (post. 000F in 00F2) (tabela 11). Prve visoke vrednosti smo beležili v mesecu maju in nato v avgustu. V spomladanskem obdobju so prevladovali mikroflagelatske vrste (od 41% do 98% celokupnega števila), medtem ko so v avgustovskih vzorcih prevladovali kremenaste alge – diatomeje. Delež mikroflagelatov in diatomej glede na celokupne vrednosti fitoplanktonskih celic so prikazane v tabeli 12 in 13.

Tabela 11. Povprečne, najnižje in najvišje vrednosti celokupnega števila fitoplanktonskih celic na posameznih merilnih mestih transektov obalnega morja R Slovenije v letu 2004.

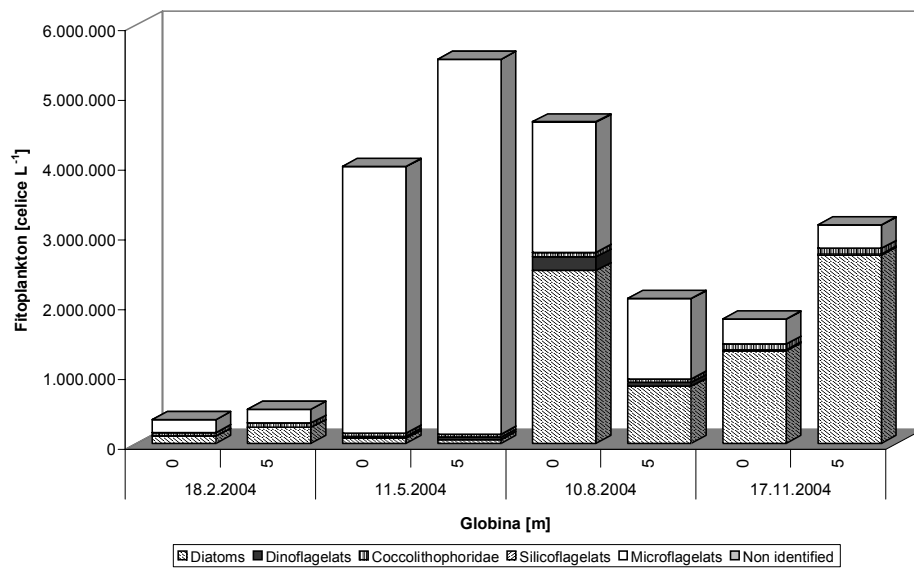
	0ERI	000K	00C2	00DR	00MA	000F	00F2
Št.vzorcev	8	12	12	3	12	12	12
Povprečje	$2,74 \times 10^6$	$1,19 \times 10^6$	$0,74 \times 10^6$	$1,56 \times 10^6$	$0,70 \times 10^6$	$1,09 \times 10^6$	$1,14 \times 10^6$
Min	$0,35 \times 10^6$	$0,11 \times 10^6$	$0,26 \times 10^6$	$0,66 \times 10^6$	$0,18 \times 10^6$	$0,16 \times 10^6$	$0,21 \times 10^6$
Mak	$5,51 \times 10^6$	$3,21 \times 10^6$	$1,70 \times 10^6$	$2,66 \times 10^6$	$1,48 \times 10^6$	$1,74 \times 10^6$	$2,08 \times 10^6$

Tabela 12. Delež kremenastih alg glede na celokupno število fitoplanktonskih celic sezonskih meritev na posameznem merilnem mestu obalnega morja R Slovenije v letu 2004.

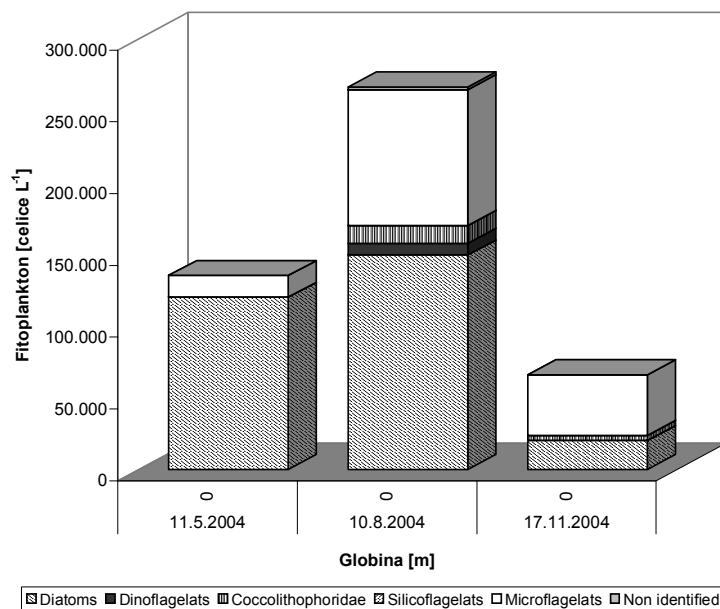
Datum	Globina (m)	0ERI %	000K %	00C2 %	00DR %	00MA %	000F %	00F2 %
18.2.2004	0	31	11	22		9	2	4
	5	47	20	23		12	3	11
	10/15		25	31		5	5	6
11.5.2004	0	2	7	2	3	7	3	1
	5	1	8	6		7	1	1
	10/15		9	6		3	1	1
10.8.2004	0	54	31	44	3	67	38	55
	5	39	47	42		54	56	49
	10/15		48	45		51	48	56
17.11.2004	0	74	83	62	1	67	66	69
	5	86	79	66		70	66	74
	10/15		74	71		74	71	57

Tabela 13. Delež mikroflagelatov glede na celokupno število fitoplanktonskih celic sezonskih meritev na posameznem merilnem mestu obalnega morja R Slovenije v letu 2004.

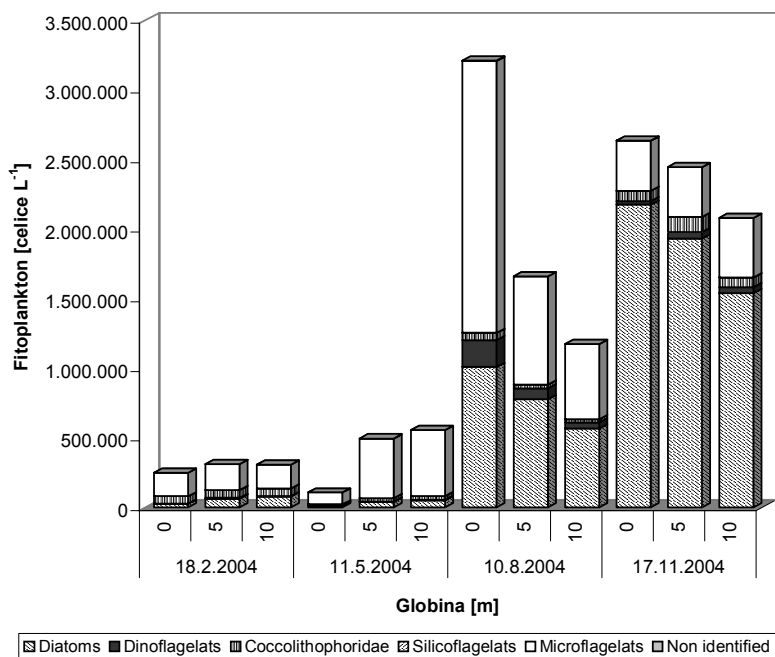
Datum	Globina (m)	0ERI %	000K %	00C2 %	00DR %	00MA %	000F %	00F2 %
18.2.2004	0	54	68	47		73	81	82
	5	41	60	46		69	82	72
	10/15		56	46		79	74	81
11.5.2004	0	96	79	96	11	90	89	92
	5	98	87	89		90	94	95
	10/15		85	90		92	93	90
10.8.2004	0	40	61	50	35	26	54	39
	5	55	47	53		36	38	46
	10/15		46	48		39	44	41
17.11.2004	0	20	14	29	64	23	24	23
	5	11	15	23		22	26	22
	10/15		21	21		18	22	33



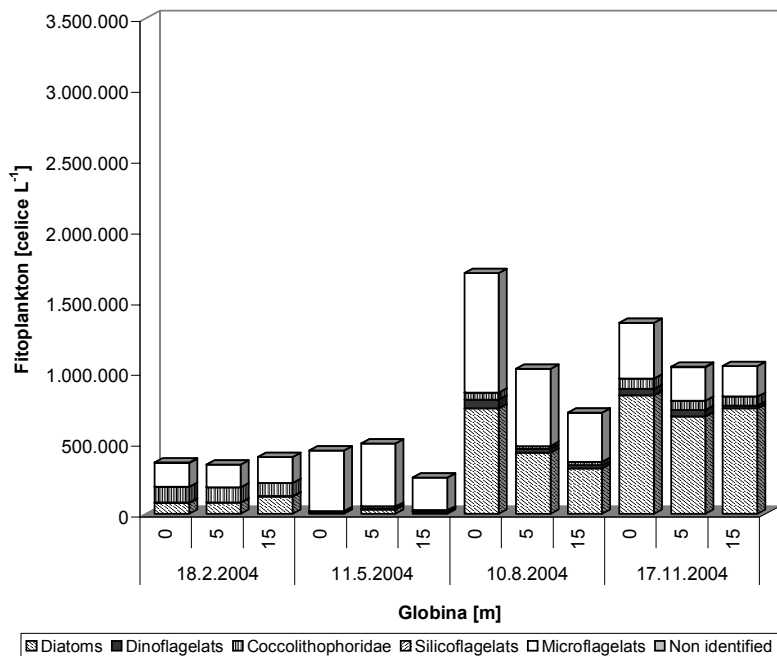
Slika 14. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v ustju reke Rižane (post. 0ERI) na globini 0,3m in 5m sezonskih meritev v letu 2004.



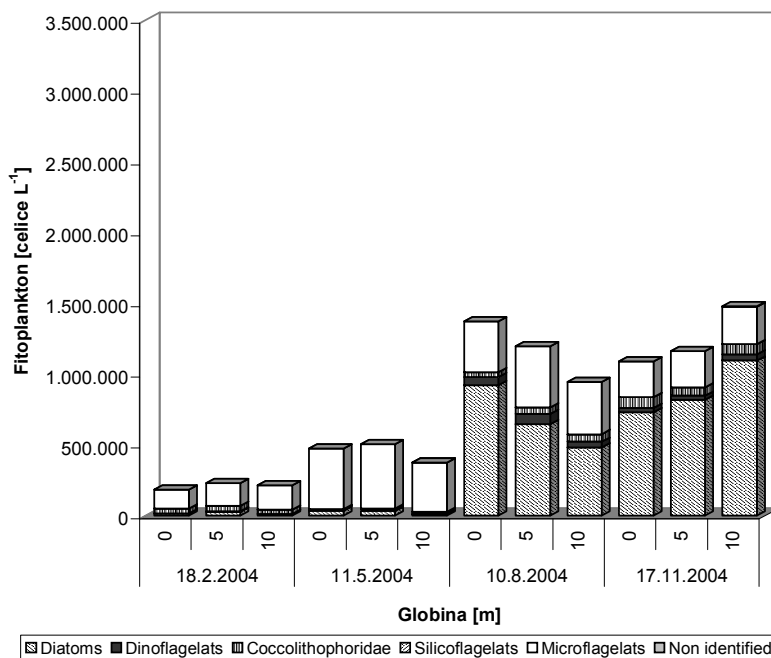
Slika 15. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v ustju reke Dragonje (post. 00DR) sezonskih meritev v letu 2004.



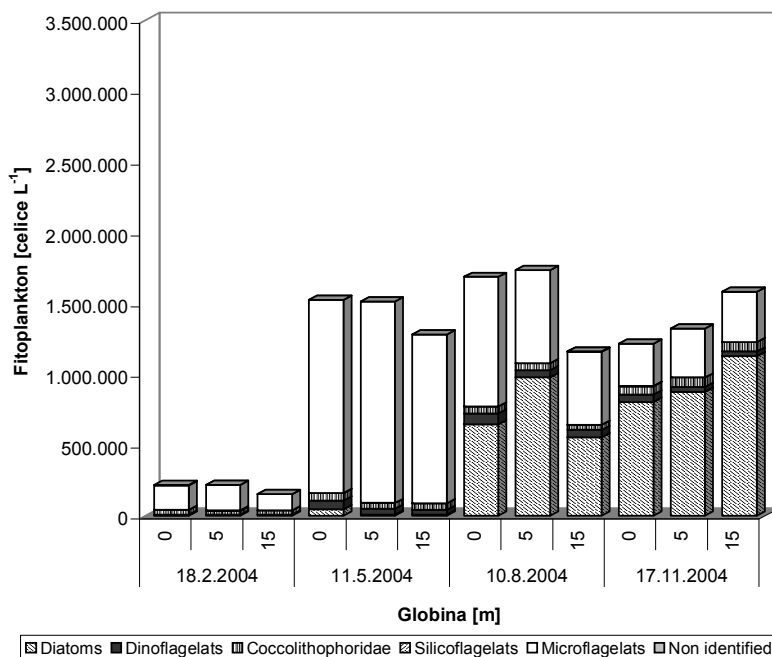
Slika 16. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v notranjosti Koprskega zaliva (post. 000K) na globini 0,3m, 5m in 10m sezonskih meritev v letu 2004.



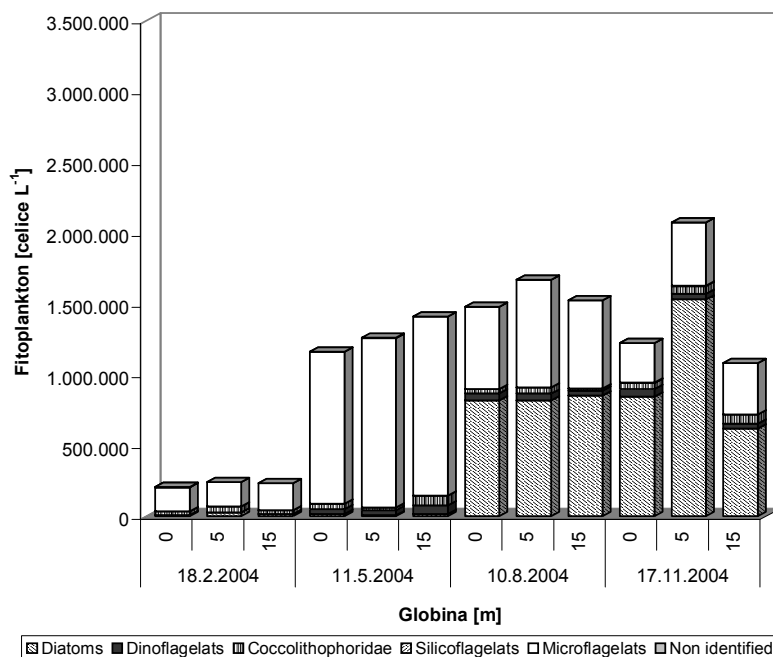
Slika 17. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu zunanjega dela Koprskega zaliva (post. 00C2) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2004.



Slika 18. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v notranjosti Piranskega zaliva (post. 00MA) na globini 0,3m, 5m in 10m sezonskih meritev v letu 2004.



Slika 19. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 000F) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2004.



Slika 20. Abundance fitoplanktonskih vrst na referenčnem merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 00F2) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2004.

2.3. Obremenitev – vnos skopnega

Rezultati analiz monitoringa kakovosti vod, ki se izlivajo v morje so zbrani v tabeli 14 in 15, ter v celoti v prilogi. Rezultati kemijskih analiz se bistveno ne razlikujejo od rezultatov preteklih let. Najvišje koncentracije smo izmerili v avgustu, ko onesnažena voda zastaja v ustju, zaradi nizkega pretoka in vdora morske vode. Nižje vsebnost kisika so posledica onesnaženih vod in težje razgradljivih snovi (tabela 14). Razmeroma visoke koncentracije smo beležili v vseh 4 rekah.

Tabela 14. Rezultati fizikalno-kemičnih parametrov izmerjenih v rekah Dragonji (00DR), Drnici (00DN), Badaševici (00BA) in Rižani (00RI) v letu 2004.

Merilno mesto	Datum	Temperatura C	Slanost psu	BPK5 mg/L	DO mg/L	Saturacija %
00DR	19.2.2004	7,7	3,00	3,33	10,71	91,7
00DN	19.2.2004	7,3	7,00	4,00	10,58	92,0
00RI	19.2.2004	5,7	10,00	3,37	11,05	94,6
00BA	19.2.2004	7,3	4,00	2,21	10,85	92,6
00DR	10.5.2004	15,0	0,00	0,94	10,82	107,5
00DN	10.5.2004	13,2	0,00	2,56	9,34	118,5
00BA	10.5.2004	15,0	0,00	1,67	12,12	63,1
00RI	10.5.2004	13,0	0,00	0,77	11,78	59,8
00DR	15.6.2004	17,0	1,00		11,35	118,5
00DR	11.8.2004	18,0	1,50	2,27	5,91	63,1
00DN	11.8.2004	25,5	26,50	15,35	6,85	97,6
00BA	11.8.2004	26,0	22,00	5,80	6,38	89,4
00RI	11.8.2004	25,0	16,00	3,48	4,97	67,0
00DR	14.9.2004	18,0	5,00		5,48	59,8
00DR	18.11.2004	10,5	2,00	3,31	9,95	90,5
00DN	18.11.2004	9,0	8,00	6,13	8,48	77,3
00BA	18.11.2004	9,0	5,00	3,46	9,65	86,3
00RI	18.11.2004	10,5	1,00	4,66	11,18	101,0

Tabela 15. Rezultati koncentracij hranilnih snovi izmerjenih v rekah Dragonji (00DR), Drnici (00DN), Badaševici (00BA) in Rižani (00RI) v letu 2004.

Merilno mesto	Datum	PO4-P mg/L	TotP mg/L	NH4-N mg/L	NO3-N mg/L	TotN mg/L
00DR	19.2.2004	0,02	0,02	0,01	2,74	4,09
00DN	19.2.2004	0,10	0,12	0,01	4,58	6,61
00RI	19.2.2004	0,01	0,02	0,01	2,63	2,84
00BA	19.2.2004	0,02	0,02	0,03	7,93	9,72
00DR	10.5.2004	0,03	0,04	0,03	2,45	5,12
00DN	10.5.2004	0,04	0,04	0,05	5,89	9,06
00BA	10.5.2004	0,02	0,03	0,05	9,96	17,57
00RI	10.5.2004	0,02	0,02	0,03	2,60	5,29
00DR	15.6.2004	0,03	0,03	0,04	1,64	2,16
00DR	11.8.2004	0,10	0,12	0,06	3,93	5,62
00DN	11.8.2004	0,22	0,55	0,02	0,11	5,21
00BA	11.8.2004	0,07	0,11	0,05	0,38	2,65
00RI	11.8.2004	0,04	0,07	0,17	0,87	2,69
00DR	14.9.2004	0,19	0,22	0,03	4,37	6,30
00DR	18.11.2004	0,01	0,02	0,02	3,42	4,38
00DN	18.11.2004	0,01	0,06	0,04	4,51	6,05
00BA	18.11.2004	0,01	0,04	0,23	6,40	9,05
00RI	18.11.2004	0,00	0,01	0,02	1,64	2,70

Na osnovi rezultatov fizikalno kemičnih analiz in hitrosti pretokov smo ocenili letni vnos nekaterih polutantov v obalno morje. Na osnovi sezonskih meritev znaša vnos celokupne suspendirane snovi z rekami v morje 454 ton, za celokupni dušik 716 in celokupni fosfor 9 ton (tabela 16).

Tabela 16. Ocena vnosa neaterih polutantov v obalno morje R Slovenije z rekami v letu 2004.

Koda	Pretok	Tot P	TotN	DET	TSS
Merilno mesto	m ³ /leto	t/leto	t/leto	t/leto	t/leto
00RI	1,12E+8	3,4	379,0	0,8	379,9
00BA	1,25E+7	0,6	122,2	0,5	
00DN	1,69E+7	3,3	113,7	0,3	
00DR	2,20E+7	1,7	101,4	0,2	74,3
Skupaj		8,9	716,2	1,8	454,2

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 2004. Letni vnos iz obeh delujočih čistilnih naprav znaša za celokupne suspendirane snovi 970 ton, za celokupni dušik 157 in celokupni fosfor 34 ton (tabela 17).

Tabela 17. Ocena vnosa celokupnega fosforja (TotP), celokupnega dušika (TotN) in suspendiranih delcev (TSS) iz čistilnih naprav v obalno morje R Slovenije v letu 2004.

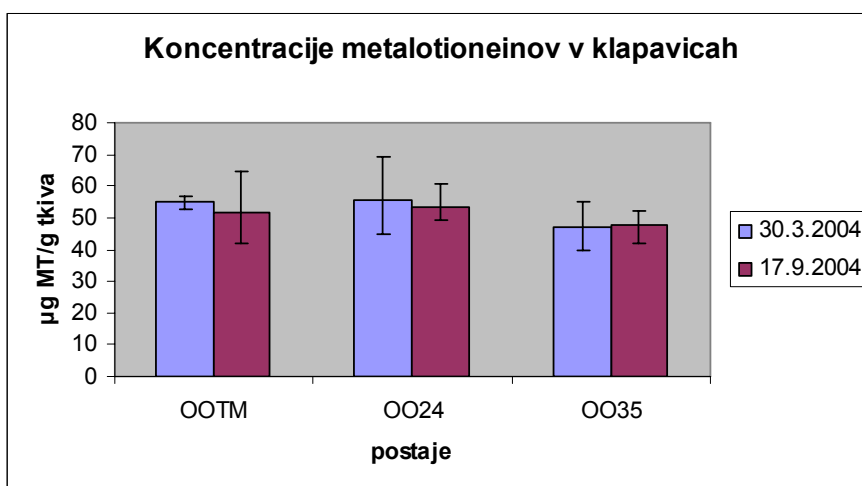
Koda	Pretok	TotP	TotN	TSS	
Merilno mesto	m ³ /leto	t/leto	t/leto	t/leto	
ČN Koper	00KB	3,87E+6	21,2	46,8	643,0
ČN Piran	00PA	3,47E+6	13,3	110,1	326,6
Skupaj ČN			34,4	156,9	969,6

2.4. Biomonitoring

Od leta 2000 vzorčenji opravimo marca in septembra, na 3 vzorčnih mestih: postaja 00TM v Koprskem zalivu, ki je pod vplivom onesnaženja reke Rižane, marine Koper in Luke Koper, ter na dveh gojiščih morskih školjk v Strunjanskem zalivu in Piranskem zalivu (postaja 0024 in 0035). Vzorčevali smo klapavice *Mytilus galloprovincialis*, ki so razširjene v Sredozemskem morju in izbrane kot testni organizem v večini laboratorijev Sredozemskih držav. Vzorčujemo v stabilnih vremenskih pogojih, časovno enakih zaporedjih in dovolj velik vzorec za nadaljno ustrezno statistično obdelavo. Na vsakem vzorčevalnem mestu smo odvzeli osem podvzorcev.

Srednje vrednosti dolžine in višine klapavic, vrednosti metalotioneinov ter koeficient SSF v vzorcih vseh postaj po posameznih mesecih so podani v tabelah v prilogi. Primerjava izmerjenih vrednosti metalotioneinov vseh treh postaj je prikazana na sliki 21.

Analize količin metalotioneinov. V letu 2004 smo v vzorcih nabranih v marcu na vseh treh postajah ugotovili nižje koncentracije metalotioneinov kot prejšnja leta. Koncentracije metalotioneinov so bile izenačene na vseh treh postajah. Na postaji 00TM je bila povprečna koncentracija metalotioneinov 54,8 μ g/g tkiva (N=50 osebkov), 55,7 μ g/g tkiva na postaji 0024 (N=50 osebkov) in 47,3 μ g/g tkiva na postaji 0035 (N=50 osebkov). Povprečne koncentracije metalotioneinov v školjkah nabranih v jesenskem vzorčenju so bile naslednje: 51,7 μ g/g tkiva na postaji 00TM (N=50 osebkov), 53,5 μ g/g tkiva na postaji 0024 (N=50 osebkov) in 47,6 μ g/g tkiva na postaji 0035 (N=50 osebkov).



Slika 21. Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) v letu 2004. Podane so najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

Koncentracije metalotioneinov so bile enako velike v spomladanskem in jesenskem vzorčenju in se niso razlikovale med postajami. Količine metalotioneinov v klapavicah so odvisne od fiziološkega stanja živali kakor tudi od vsebnosti težkih kovin v okolju.

Analize poškodb DNA. Analizirali smo obseg poškodb v DNA v hemolimfi klapavic z metodo alkalne elucije. Za vzorce nabrane v spomladanskem vzorčenju smo ugotovili najnižji povprečni izračunani koeficient SSF v vzorcih s postaje 0024 (-0,114 N=25 osebkov), sledi postaja 00TM (-0,120 N=25 osebkov). Največji koeficient SSF smo ugotovili na postaji 0035 (-0,184 N= 25 osebkov). Linearni nagib krivulje kaže, da gre za enojne prelome v DNA, ki so lahko posledica celičnih delitev. Negativne vrednosti koeficienta SSF kažejo, da so prisotni še dodatni enoverižni ali morda dvoverižni prelomi v DNA, ki so lahko posledica delovanja genotoksičnih snovi v okolju.

V jesenskem vzorčenju je bil izračunani povprečni koeficient SSF negativen na postaji 00TM (-0,216, N=25 osebkov). Na postaji 0024 je bil povprečni koeficient SSF (0,079, N=25 osebkov) in na postaji 0035 (0,101 N=25 osebkov). Interpretacija rezultatov je na osnovi dvakratnega vzorčenja težka, ker vrednosti zelo variirajo in je to samo posnetek stanja v obdobju vzorčenja.

3. Koordinacija za MED POL

V sodelovanje z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP/MAP) smo izvajali program Združenih narodov za okolje (UNEP - MAP FAZA II) »Program za oceno in kontrolo onesnaženja v sredozemski regiji« (MED-POL faza III 1996-2005) in v februarju posredovali poročilo monitoringa »National Monitoring Programme of Slovenia (NMPS) (Report 2004).

Ovrednotili smo vse podatke monitoringa kakovosti in vnosa v morje za leto 2003 in pripravili ustrezne formate poročanja podatkov za potrebe agencije EEA v okviru programa EUROWATERNET v sodelovanju z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP/MAP).

V preteklem letu je bila opravljena validacija do sedaj opravljenih podatkov analiz monitoringa programa MED POL –a faze III za sklope programa Trend monitoring, Biomonitoring, Žarišč onesnaženja in Trofičnega stanja morja.

Poleg izvajanja programa monitoringa, je bilo tudi v letu 2004 veliko dejavnosti posvečenih izvajanju projekta SAP MED/GEF za zmanjšanje kopenskih virov onesnaženja morja: "National Diagnostic Analysis", "Baseline Budget" in "Pollution hot spots and sensitive areas". Na osnovi sprejetega dokumenta o žariščih onesnaženja in občutljivih območjih smo sodelovali pri izvedbi projekta "Priority pollution hot spot pre-investment study".

Sodelovanje slovenskih ekspertov na strokovnih sestankih MED POL/MAP

V letu 2004 je bilo več sestankov, ki jih je organiziral Sekretariat MAP in so se jih udeležili slovenski eksperti:

- "Meeting of experts to review process of preparation of National Action Plans", Catania, Italija, 14. - 16. 12. 2004. Sestanka se je udeležila prof. Alenka Malej, ki je tudi predsedovala na srečanju.

V okviru sestanka "The Southern and Eastern Mediterranean Sea and the Black Sea: New challenges for marine biodiversity research and monitoring", 27. 11. - 1. 12. 2004, ki ga je organizirala MBP s finančno podporo EU (projekt MARBENA) sodeloval koordinatorski MED POL Saverio Civili (UNEP, MAP, Atene).

Poleg tega so slovenski udeleženci sodelovali na več tečajih, ki so bili organizirani v okviru MED POL programa:

- za monitoring sredozemskih rek: Tečaj obuke za pračenje zagadženja Sredozemskih rek, UNEP/MAP MED POL, MED-GEF Project, (Forte Janez, Miljan Šiško, Split, 3 - 4. junij 2004).
- v sestavi MED POL programa III, WHO in UNEP ter podpore GEF in EFEM je bil organiziran tečaj za usposabljanje strokovnjakov iz področja dodatnega čiščenja odpadne vode in njene

ponovne uporabe. Tečaja se je udeležil Branko Potočnik (predstavnik Komunale Koper, d.o.o.) (Barcelona 22-25 november 2004).

Vse stroške slovenskih udeležencev na teh sestankih je kril UNEP MAP; podrobnejša poročila so v arhivu MED POL na Morski biološki postaji Piran.

Udeležba na interkalibracijah in izpopolnjevanjih za zagotavljanje kakovosti (DQA)

Sodelovali smo v interkalibraciji policikličnih aromatičnih ogljikovodikov v vzorcih zemlje, v okviru programa CoEPT, EU contract GTC1-2002-73002 katere koordinator je bil Institut J Stefan, Ljubljana.

Sodelovali smo v interkalibraciji določanja metalotioneinov in za določanje aktivnosti EROD - Centro Interuniversitario, Biologia e Chimica dei Metalli in Traccia, UNEP-MAP Reference Center for Quality Assurance (Genoa).

Udeležba M. Silve na seminarju Merilna negotovost pri kemijskih meritvah (Zavod za tehnično izobraževanje), Vrhnika, 27.maj 2004.

Udeležba V. Turk na srečanju "Environmental Aspects and European Standardisation", ki je potekal v t 16. novembra 2004 na Bledu.

LITERATURA

- Grasshoff, K. Ehrhardt, M. Kremling, K 1983. Methods of seawater analysis. Verlag Chemie. Weinheim.
- 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).
- Kohn, K.W., Erickson, L.C., Ewig, R.A.G., and Friedman, C. 1976: Fractionation of DNA from mammalian cells by alkaline elution. *Biochemistry*, 15:4629-4637.
- 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. 2005. Izvajanje monitoringa kakovosti morja, brakičnih voda in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2004. 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/RAMOGGE, 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 spectrofotometric 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.*
- Webb, M. (ur.) 1979. The chemistry, biochemistry and biology of cadmium. Elsevier, Amsterdam.