



Nacionalni inštitut za biologijo
Morska biološka postaja Piran

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

POROČILO ZA LETO 2005

Koordinator:
Valentina Turk

Sodelavci: A. Malej, O. Bajt, P. Mozetič, J. France, A. Ramšak

Zunanji sodelavci: M. Horvat, R. Milačič, J. Ščančar, D. Bošnjak

Ostali sodelavci: M. Avčin, V. Bernetič, A. Hvala, F. Kravos, T. Makovec, S. Maslo, M. Šiško

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 določenih 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, M. Horvat, R. Milačič, P. Mozetič, A. Ramšak in A. Malej. (2006): Kakovost morja in kontrola onesnaženja. Poročilo za leto 2005. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran (NIB/MBP).

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

Slika na naslovnici - foto T. Makovec.

POROČILO ZA LETO 2005

POVZETEK.....	4
IZHODIŠČA IN VSEBINA PROGRAMA	6
SODELUJOČE USTANOVE IN ODGOVORNI IZVAJALCI.....	7
MREŽA MERILNIH MEST IN NAČIN VZORČENJA	8
METODE DELA	15
REZULTATI	18
1. MONITORING ZA ZAŠČITO ZDRAVJA LJUDI - COMPLIANCE MONITORING	18
1.1. Monitoring sanitarne analize kopaliških vod	18
1.2. Monitoring določanje prisotnosti toksičnih fitoplanktonskih vrst	18
2. MONITORING OBALNEGA MORJA IN TREND MONITORING	18
2.1. Kemično onesnaženje v organizmih in sedimentu	18
2.2. Evtrofikacijski monitoring	23
2.3. Obremenitev – vnos s kopnega	35
2.4. Biomonitoring	39
3. KOORDINACIJA ZA MED POL	41
Sodelovanje slovenskih ekspertov na strokovnih sestankih MED POL/MAP	41
Udeležba na interkalibracijah in izpopolnjevanjih za zagotavljanje kakovosti (DQA)	42
LITERATURA	43

POVZETEK

Izhodišče izvajanja monitoringa 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 (UNEP/MAP). Poročilo vključuje analize monitoringa sanitarne kakovosti kopaliških vod, monitoringa okolja za oceno stopnje eutrofikacije obalnega morja in trendov onesnaženja, oceno vnosa nekaterih polutantov s kopenskih točkovnih virov onesnaženja, rezultate analiz biomonitoringa za ugotavljanje vpliva onesnaženja na organizme (biomonitoring), ter poročilo o opravljenih dejavnosti v okviru koordinacije za MED POL. V programu sodeluje 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 glede na kriterije nacionalne in WHO/UNEP zakonodaje. Ovrednotili smo rezultate izmerjenih koncentracij indikatorjev fekalnega onesnaženja (fekalne streptokoke, fekalne koliforme in totalne koliforme) v vzorcih vode, ki so jo vzorčevali na 17 merilnih mestih, vsak drugi teden, od maja do oktobra. Glede na kriterije zakonodaje, analize vzorcev morske vode vzdolž obale R Slovenije ustrezajo 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 2005 so povprečne koncentracije Cd v vzorcih klapavic znašale 0,62 mg/kg na merilnem mestu pred marino v Koperu in 0,50 mg/kg na merilnem mestu v Strunjanskem zalivu. Povprečna koncentracija Hg je bila sicer nižja v školjkah vzorčenih na merilnem mestu pred marino Koper (0,098 mg/kg) v primerjavi z vzorci školjčičišča v Strunjanu (0,11 mg/kg). Precej višje pa so bile tudi v letošnjem letu povprečne koncentracije PAH-ov na merilnem mestu pred marino Koper je (1,75 µg/kg) v primerjavi z rezultati analiz školjk v Strunjanu (0,69 µg/kg). 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 eutrofikacijskega 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 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 7,7. Najvišje vrednosti smo izmerili v mesecu februarju in novembru, kar sovpada s povišanimi koncentracijami fitoplanktonskega klorofila. 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 zunanje postaje v območja z visokim ekološkim statusom, notranje dele zalivov pa kot obalne 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 bilo število fitoplanktonskih celic višje na transektu Koprskega zaliva (od $7,6 \times 10^5$ do $3,2 \times 10^6$ celic/L), nižje koncentracije fitoplanktona smo beležili v Piranskem zalivu (do $1,22 \times 10^6$ celic/L) in referenčni postaji (do $1,05 \times 10^6$ celic/L). Celotno leto so v vzorcih fitoplanktona prevladovali mikroflagelati, razen v februarskih vzorcih, ko so prevladovale kremenaste alge (<60%).

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 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.

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 vzorcu za nadaljnjo ustrezno statistično obdelavo. V letu 2005 nismo ugotovili pomembnih odstopanj od običajnih vrednosti metalotioneinov v klapavicah. Koncentracije metalotioneinov so bile izenačene na vseh treh postajah. Povprečna koncentracija metalotioneinov je bila na postaji 00TM 149,0±4,7 µg/g tkiva, na postaji 0024 163,5±11,4 µg/g tkiva in na postaji 0035 149,8±13,4 µg/g tkiva.

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.

Poročilo MONITORING KAKOVOSTI MORJA IN KONTROLA ONESNAŽENJA S KOPNEGA V SKLADU Z BARCELONSKO KONVENCIJO za leto 2005 vključuje podatke in rezultate:

- monitoringa sanitarne kakovosti kopaliških vod;
- monitoringa okolja za oceno stopnje eutrofikacije in splošnega stanja kakovosti obalnega morja,
- monitoringa trendov onesnaženja s kontaminantami, kot so policiklični ogljikovodiki, kadmij in živo srebro;
- ocene 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 v okviru koordinacije za MED POL.

Program je potekal v skladu s pogodbo Ministrstva za okolje in prostor R Slovenije, Agencije RS za okolje (pogodba št. 2423-05-500237). 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).

Rezultati m monitoringa kakovosti morja in virov onesnaženja s kopnega za leto 2005 so podani v tabelah v prilogi, ter posredovani v elektronski obliki na disketi (Excel) Ministrstvu za okolje, Agenciji R Slovenije za okolje.

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
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 školjčiščih
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

Rezultate kemijskih analiz in hitrosti pretokov na iztokih čistilnih naprav za oceno vnosa polutantov v morje smo pridobili s pomočjo sodelavcev Komunale Koper, d.o.o. in JP Okolje Piran, d.o.o.

MREŽA MERILNIH MEST IN NAČIN VZORČENJA

1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi - Compliance monitoring

1.1. Monitoring sanitarne analize kopaliških vod

Program spremljaja kakovosti kopališki vod so izvajali v celoti na Zavodu za zdravstveno varstvo Koper. V preteklem letu so vzorčevali na 17 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 2005.

1.2. **Vzorke 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).

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

Legenda:

*Ne dovolj objave rezultatov (VIR: ARSO)

**Dovoljena objava le za statistične namene

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 2). Vzorci školjk (*Mytilus galloprovincialis*) smo pobirali z ročnim grabilom 13. septembra 2005.



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 2005 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 3, tabela 2).



Slika 3. Prikaz merilnih mest monitoringa kemičnega onesnaženja sedimenta obalnega morja v letu 2005.

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	Strunjski zaliv	M21001	5044014	5389884	8	600

2.2. Evtrofikacijski monitoring

Za določevanje evtrofikacijskega stanja obalnega morja so izbrana merilna mesta na dveh transektih (slika 4, tabela 3). 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 2005.

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

Vzorčenje je bilo opravljeno 23. februarja, 12. maja, 15. junija, 17. avgusta, 14. septembra in 15. novembra 2005. 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 4.



Slika 5. Prikaz merilnih mest monitoringa žarišč onesnaženja obalnega morja R Slovenije v letu 2005.

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

Vzorke 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 4). Na omenjenih merilnih mestih smo vzorčevali 22. februarja, 11. maja, 17. avgusta in 16. novembra 2005. Na samem mestu vzorčenja smo opravili meritve temperature, slanosti, pH-ja, 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.

Rezultate meritev odpadne vode na iztoku čistilne naprave (ČN) v Kopru (post. 00KB) in Piranu (post. 00PA) smo pridobili na osnovi »Poročila o monitoringu odpadnih vod za leto 2005« v sodelovanju s sodelavci Komunale 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

Vzorke školjk (*Mytilus galloprovincialis*) za analize ugotavljanja vpliva onesnaženja na organizme (t.i. biomonitoringa) smo vzorčevali na 3 merilnih mestih: pred marino Koper (post. 00TM), v školjčišču v Strunjanskem zalivu in školjčišču v Piranskem zalivu (post. 0024 in post. 0035) (tabela 5, slika 2).

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

Vzorke 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 16. marca in 13. septembra 2005.

METODE DELA

Fizikalni parametri. Osnovne fizikalne parametre v morski vodi in rečnih vodah smo določali po standardnih metodah :

- temperaturo morja smo na vsakem globinskem nivoju s CTD sondo (CTD=Conductivity, Temperature, Depth; Center for Water 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 smo 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 (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 po metodi Bendscheider in Robinson (1952),
- 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).

Detergenti (Det). Detergente smo določali po metodi metilen-modro, kot je opisana v priložniku 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

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).

Vzorke morske vode za določanje vrstne sestave fitoplanktona smo vzorčevali z Niskinom in ustrezen volumen takoj fiksirali z nevtraliziranim formalinom (končna konc. 1,5%). Podvzorke po 50ml morske vode smo sedimentirali v komoricah preko noči. Fitoplanktonsko število in vrstno sestavo smo določili z invertnim mikroskopom po metodi Utermöhl (1958).

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% merkaptetoetanol) 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 števni 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):

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

Kjer je **Chl a**- klorofil ($\mu\text{g Chl } a/l$), **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.

Vse uporabljene analitske metode, meje zaznavnosti (LOD) in meje določljivosti (LOQ) so podane v tabeli v prilogi.

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 17 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 153 rezultatov celokupnih koliformov, fekalnih koliformov in fekalnin streptokokov. Glede na nacionalno zakonodajo večina kopališč ustreza kriterijem, ki dovoljujejo uporabo kopališč za rekreativne namene (Ur.L.73/2003). V analizo ocene sanitarne kakovosti kopaliških vod niso vključena območja kopalnih voda, kjer se običajno kopa večje število ljudi in kopanje ni prepovedano (Ur.L.70/2003) zaradi nezadostnega števila analiz (redna kontrola se izvaja zadnji dve leti; glej 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 2005 (Mozetič in sod., 2006) in v poročilu national monitoring Programme of Slovenia (MBS/NIB Report 83 - 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 pobirali 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 6. 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 2005 so podani v tabeli 7. 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 6. 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 2005.

Vzorec	Datum	Slanost psu	T °C	Dolžina mm	Teža g	mesa	Cd mg/kg	Hg µg/kg
00TM1	13/09/05	36,8	24,2	52,9 ± 4,0	9,63 ± 2,7		0,57	0,11
00TM2	13/09/05	36,8	24,2	50,8 ± 1,6	7,93 ± 1,3		0,65	0,095
00TM3	13/09/05	36,8	24,2	54,0 ± 3,4	9,33 ± 1,6		0,61	0,096
00TM4	13/09/05	36,8	24,2	49,8 ± 2,8	7,26 ± 1,5		0,67	0,10
00TM5	13/09/05	36,8	24,2	53,2 ± 3,3	9,07 ± 1,9		0,59	0,09
0024/1	13/09/05	36,9	24,1	60,2 ± 6,8	13,96 ± 3,8		0,49	0,098
0024/2	13/09/05	36,9	24,1	60,6 ± 4,8	12,02 ± 2,8		0,47	0,12
0024/3	13/09/05	36,9	24,1	65,5 ± 4,2	12,46 ± 2,7		0,53	0,11
0024/4	13/09/05	36,9	24,1	62,1 ± 4,9	11,59 ± 2,6		0,56	0,12
0024/5	13/09/05	36,9	24,1	64,0 ± 6,7	12,98 ± 4,5		0,47	0,10

Tabela 7. 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 2005.

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
	2005	0,098 ± 0,01	0,62 ± 0,04	1,75 ± 0,22
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
	2005	0,11 ± 0,01	0,50 ± 0,04	0,69 ± 0,10

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 2005 so podani v tabeli 8.

Tabela 8. 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 13. septembra 2005 (prazno polje pomeni pod 1 ng/g).

Koda postaje Ogljikovodiki	0024 ng/g	SD	00TM ng/g	SD
n-heptadekan C-17	230	107	264	86
Pristan	150	61	369	208
n-oktadekan C-18	70	25	111	84
Fitan	72	17	457	166
n-C14 do n-C34	1592	967	3238	694
Skupaj alifatski	2071	935	4438	974
Naftalen	<1	<1	<1	<1
1-metilnaftalen	<1	<1	<1	<1
1-etilnaftalen	<1	<1	<1	<1
2,3,6-trimetilnaftalen	<1	<1	<1	<1
Acenaften	<1	<1	<1	<1
Acenaftilen	<1	<1	<1	<1
Fenantren	31	9	73	44
Antracen	36	15	52	22
Fluoren	<1	<1	<1	<1
2-metilfenantren	106	28	69	37
1-metilfenantren	<1	<1	90	32
Fluoranten	<1	<1	400	99
Piren	39	8	314	132
3,6-dimetilfenantr.	<1	<1	<1	<1
1-metilpiren	<1	<1	<1	<1
Krizen	66	26	161	31
Perilen	<1	<1	<1	<1
Benzo(a)antracen	<1	<1	72	28
Benzo(b)fluoranten	64	16	<1	<1
Benzo(k)fluoranten	<1	<1	<1	<1
Benzo(e)piren	10	4	43	31
Benzo(a)piren	<1	<1	<1	<1
Indeno(1,2,3-c,d)piren	176	68	194	58
Dibenzo(a,h)antracen	164	45	239	122
Benzo(g,h,i)perilen	<1	<1	39	13
Skupaj aromatski	694	100	1753	223

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 v tabeli 7.

2.1.3. Trend monitoring ogljikovodikov v sedimentu

Vsebnost alifatskih (AH) in poliaromatskih ogljikovodikov (PAH) v sedimentu vseh merilnih mest so prikazani v tabeli 9 in 10. 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. V Luki Koper in Marini Portorož je tako viden vpliv pomorskega oziroma navtičnega prometa. Sestava poliaromatskih ogljikovodikov kaže na prevladujoč pirogeni izvor, substituirani PAHi pa kažejo tudi na sicer manj pomemben petrogeni izvor, kar smo opažali že pretekla leta.

Tabela 9. Rezultati koncentracij alifatskih ogljikovodikov (ng/g) v sedimentu na postajah obalnega morja Slovenije vzorčevanih 14. septembra 2005.

Ogljikovodiki	Koda postaje						
	00CZ	0014	00PM	000K	00KK	00MA	000F
n-heptadekan (C17)	64	172	502	138	43	379	63
Pristan	35	195	7	25	33	18	14
n-oktadekan (C18)	37	97	32	11	24	31	22
Fitan	10	142	55	4	10	22	3
n-C14 do n-C34	2342	9252	3569	2988	1234	1956	930
Ločeni alifatski	2488	9558	4165	3166	1344	2406	1032

Tabela 10. Rezultati koncentracij poliaromatskih ogljikovodikov (ng/g) v sedimentu na postajah obalnega morja Slovenije vzorčevanih 14. septembra 2005 (prazno polje pomeni pod 1 ng/g).

Parameter	Koda postaje						
	00CZ	0014	00PM	000K	00KK	00MA	000F
Naftalen	<1	6	1	3	3	13	3
1-metilnaftalen	<1	7	<1	1	<1	9	<1
1-etilnaftalen	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Acenaften	<1	<1	3	<1	<1	<1	<1
Acenaftilen	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fenantren	54	43	125	145	22	9	18
Antracen	17	5	46	21	2	7	26
Fluoren	<1	193	3	1	<1	<1	<1
2-metilfenantren	35	86	30	61	62	19	9
1-metilfenantren	30	30	23	50	36	3	8
Fluoranten	171	89	285	39	81	15	59
Piren	98	52	227	39	87	32	39
3,6-dimetilfenantren	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1-metilpiren	<1	<1	11	<1	<1	<1	<1
Perilen	<1	12	28	11		17	<1
Krizen	91	431	235	54	15	68	8
Squalan	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Benzo(a)antracen	75	68	99	48	75	<1	27
Benzo(b)fluoranten*	74	78	166	130	97	92	56
Benzo(k)fluoranten	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Benzo(e)piren	100	4	105	50	33	15	17
Benzo(a)piren	36	3	131	59	34	20	5
Indeno(1,2,3-c,d)piren	60	91	181	30	93	10	18
Dibenzo(a,h)antracen	55	90	43	49	35	61	24
Benzo(g,h,i)perilen	29	26	76	68	10		5
Ločeni aromatski	925	1314	1818	859	685	390	322

* vsota obeh benzofluorantenov

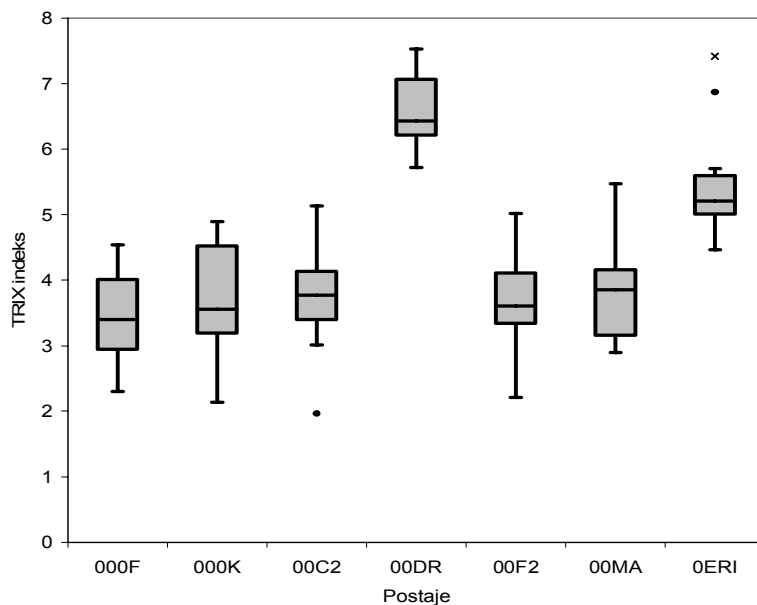
2.2. Evtrofikacijski monitoring

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 4). Analizirali smo 107 vzorcev morske vode na merilnih mestih obeh transektov v površinskem sloju (0,3m) ter na globi 5 in 15m (ali 10m odvisno od globin postaje). Rezultati povprečnih, najnižjih in najvišjih letnih vrednosti TRIX indeksa za posamezno merilno mesto so podani v tabeli 11, sezonska razporeditev koncentracij klorofila in izračunanih 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 2,13 in 7,74 (tabela 11). Najvišje vrednosti smo izmerili v mesecu februarju in novembru, kar sovpada s povišanimi koncentracijami fitoplanktonskega klorofila (slike 7-12). 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, vrednosti so občasno višje še na postaji sredi Koprškega zaliva in na merilnem mestu pred Izolo, kar uvršča notranji del zaliva v mesotrofno območje. Povprečne letnih vrednosti na ostalih merilnih mestih niso bistveno nižje, razen na referenčni postaji 000F.

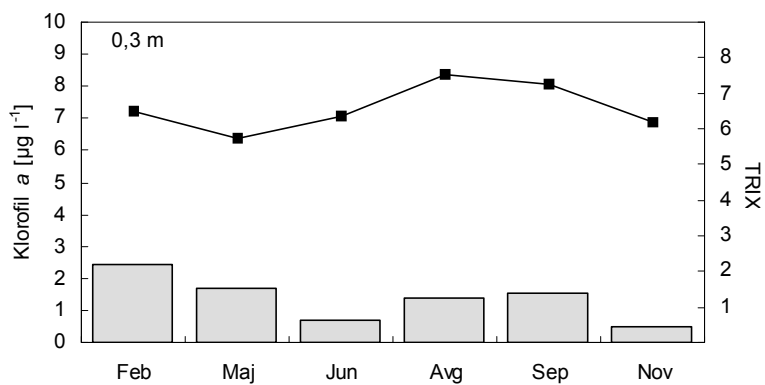
Tabela 11. Povprečne, najvišje in najnižje letne vrednosti TRIX indeksa na posameznem merilnem mestu v letu 2005.

Koda postaje	0ERI	000K	00C2	00DR	00MA	000F	00F2
povprečje	5,57	3,95	4,16	6,67	4,03	3,63	4,07
maksimum	7,42	4,89	5,97	7,74	5,47	4,54	5,52
minimum	4,47	2,13	3,20	5,71	2,90	2,30	2,78
Št. vzorcev	12	18	18	6	18	18	18



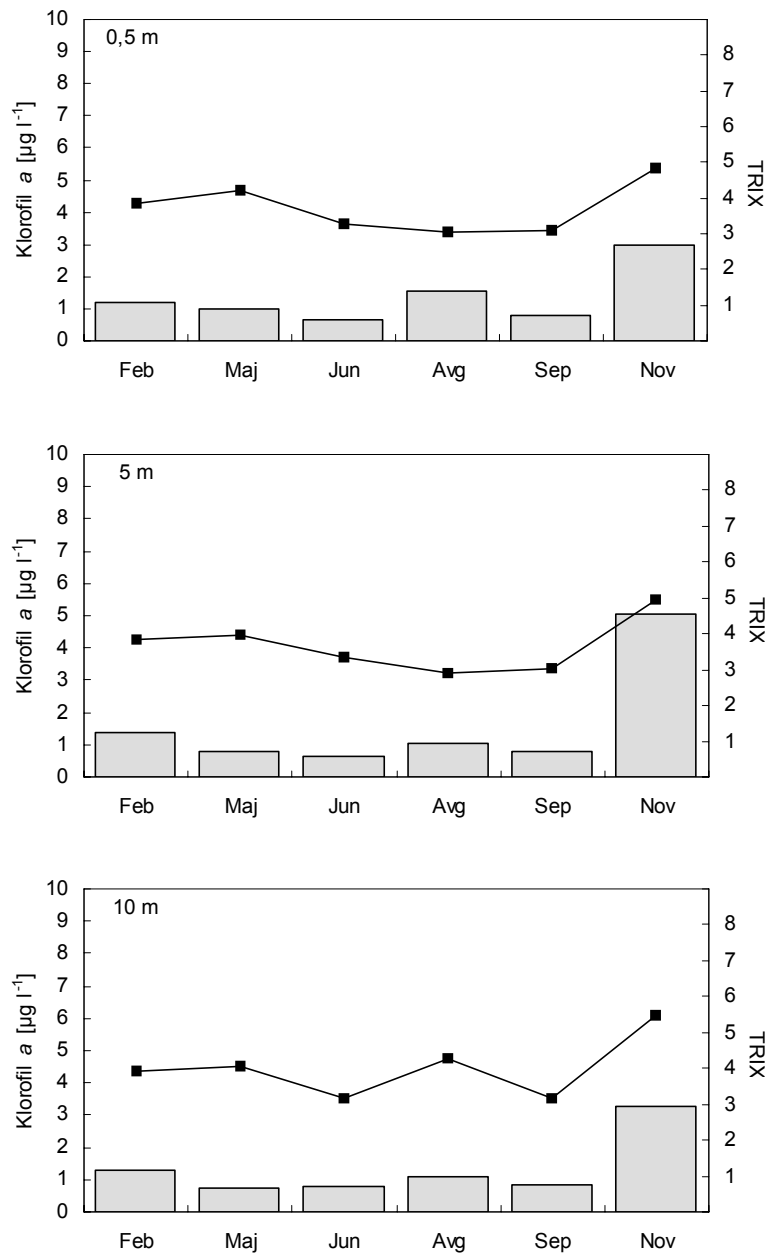
Slika 6. Statistična analiza vrednosti TRIX indeksa (Box plot analiza) na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2005.

Merilno mesto 00DR

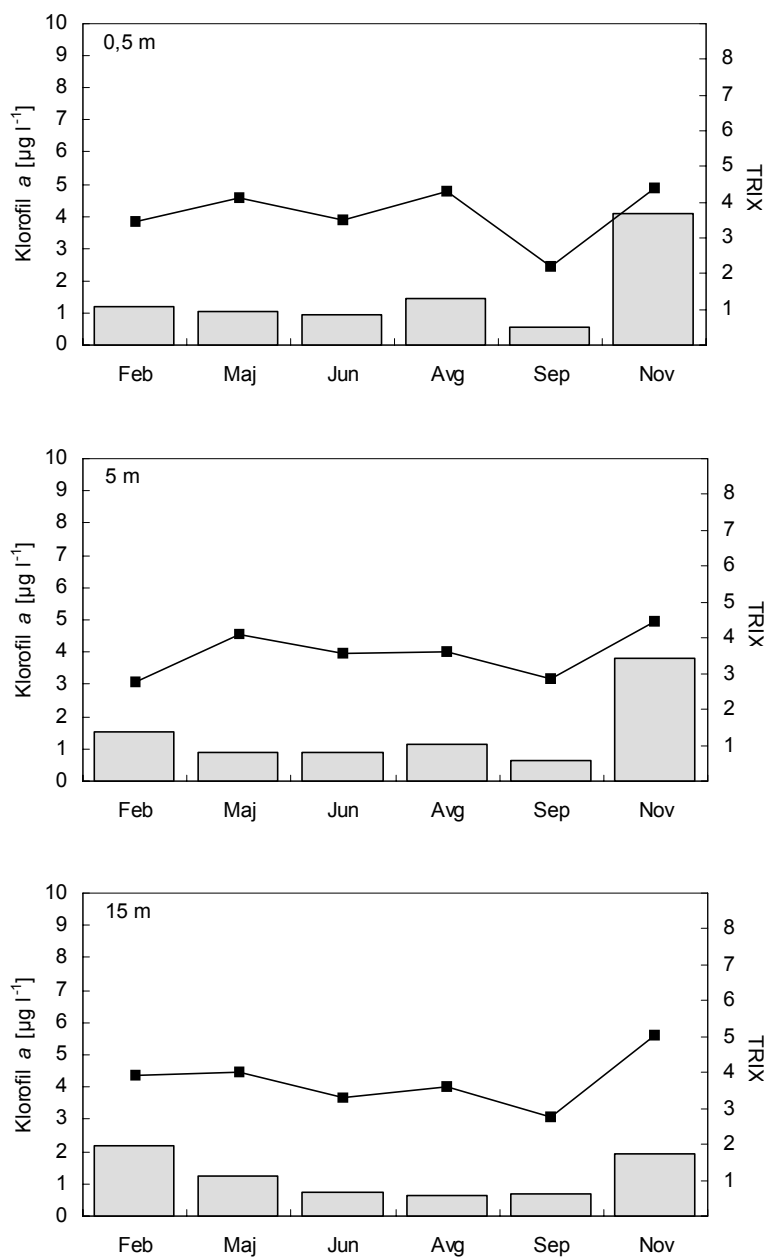


Slika 7. Sezonska distribucija klorofila (□) in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu v ustju reke Dragonje na globini 0,3m (post. 00DR) v letu 2005.

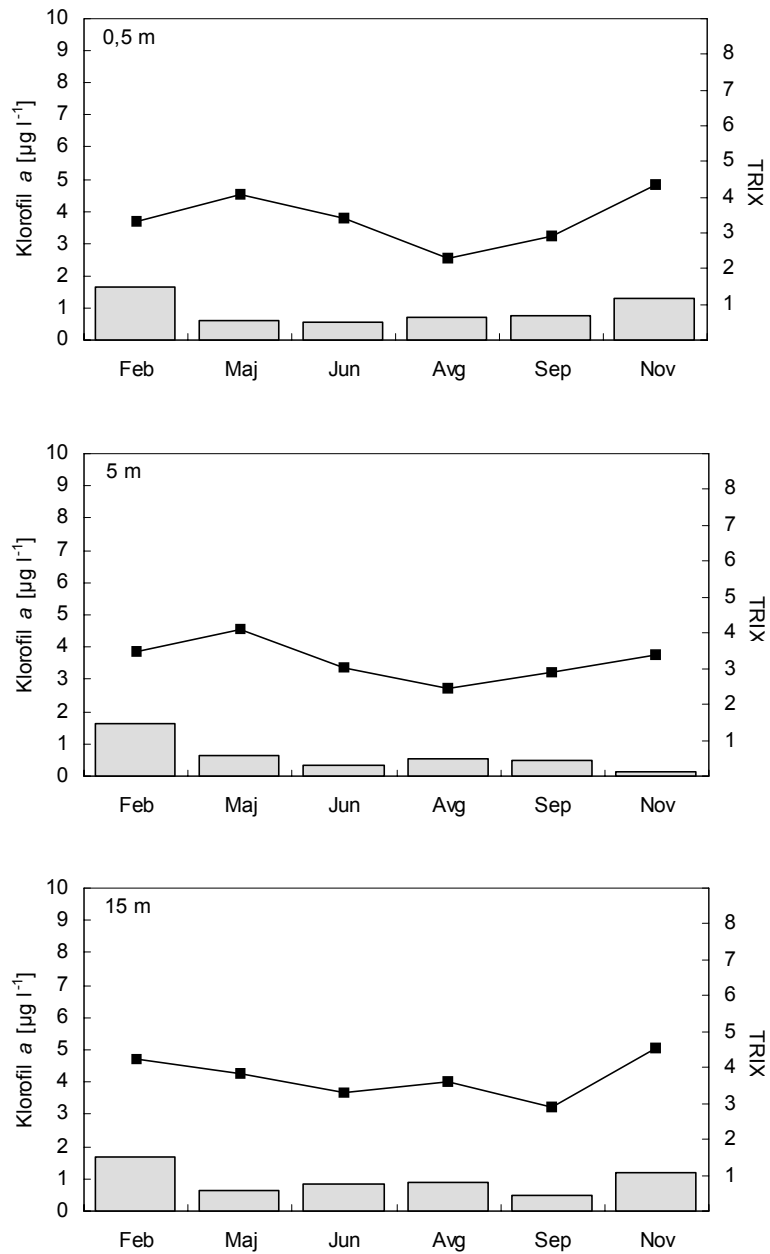
Merilno mesto 00MA



Slika 8. 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 2005.

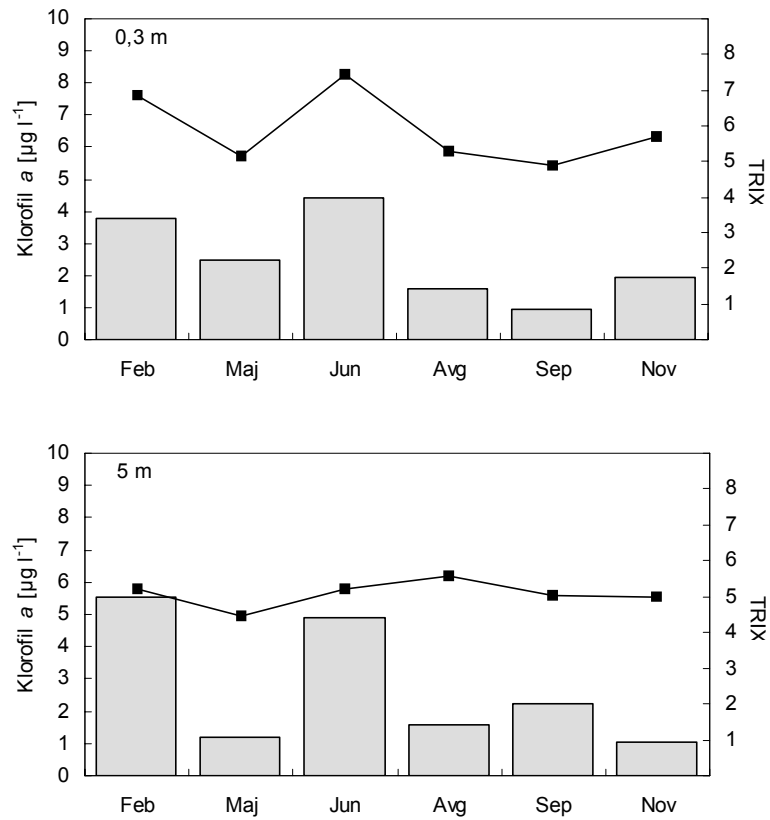


Slika 9. Sezonska distribucija klorifila (\square) in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu v Tržaškem zalivu (post. 000F) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2005.



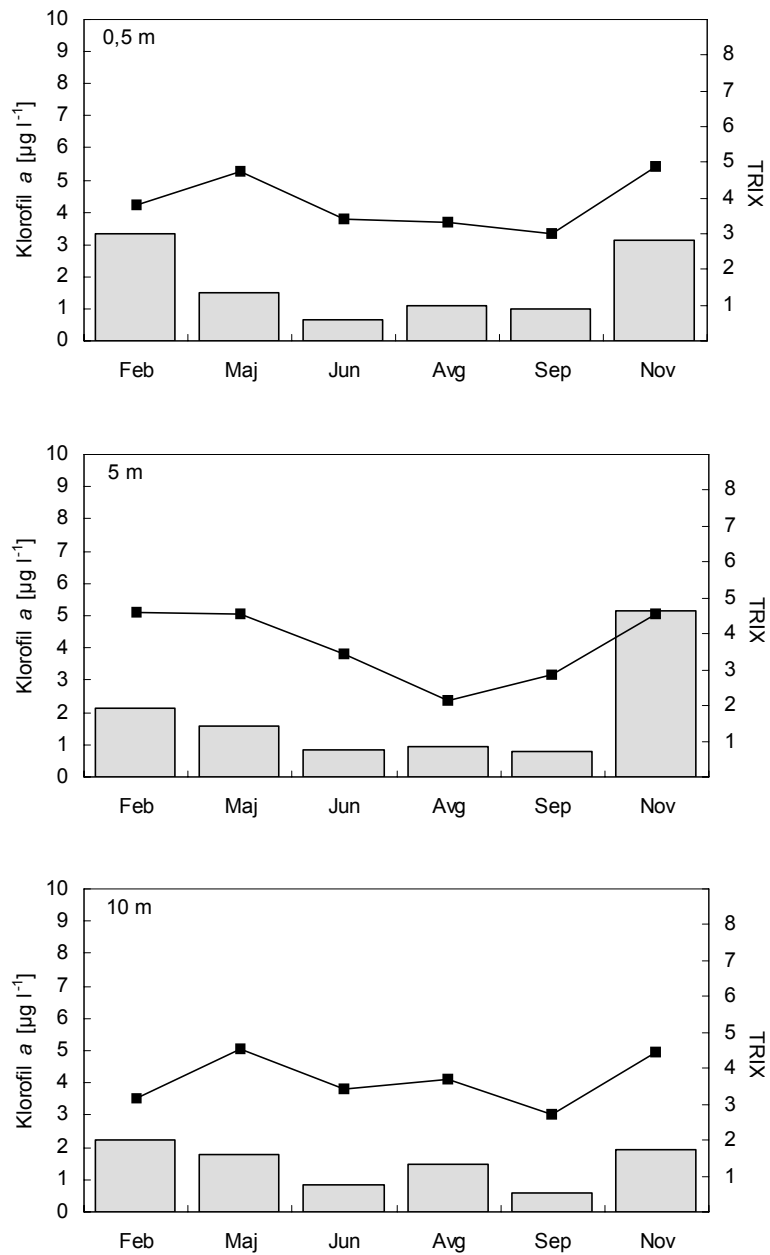
Slika10. Sezonska distribucija klorofila (\square) in vrednosti TRIX indeksa (-) na referenčnem merilnem mestu v Tržaškem zalivu (post. 00F2) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2005.

Merilno mesto 0ERI



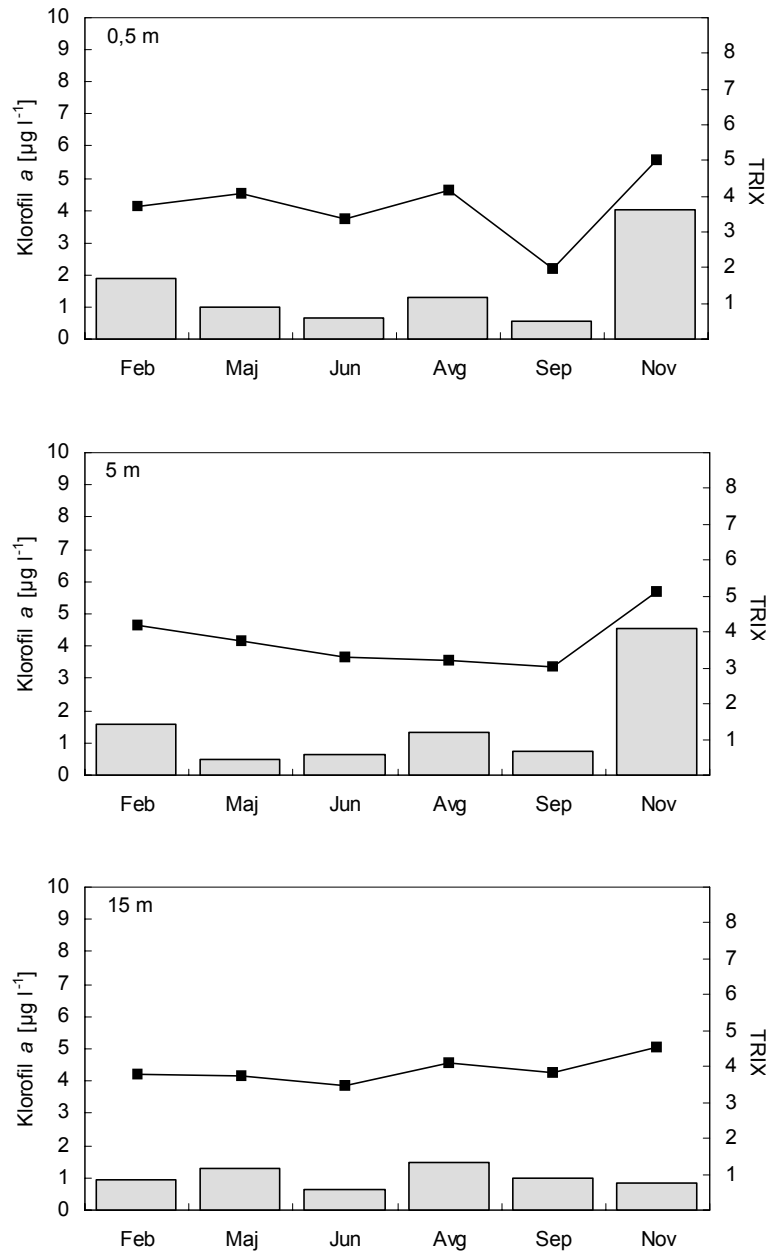
Slika 11. Sezonska distribucija klorifila (\square) in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu v ustju reke Rižane (post. 0ERI) na globini 0,3m in 5m v letu 2005.

Merilno mesto 000K



Slika 12. Sezonska distribucija klorifila (\square) in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu sredi Kopskega zaliva (post. 000K) na globini 0,3m, 5m in 10m v letu 2005.

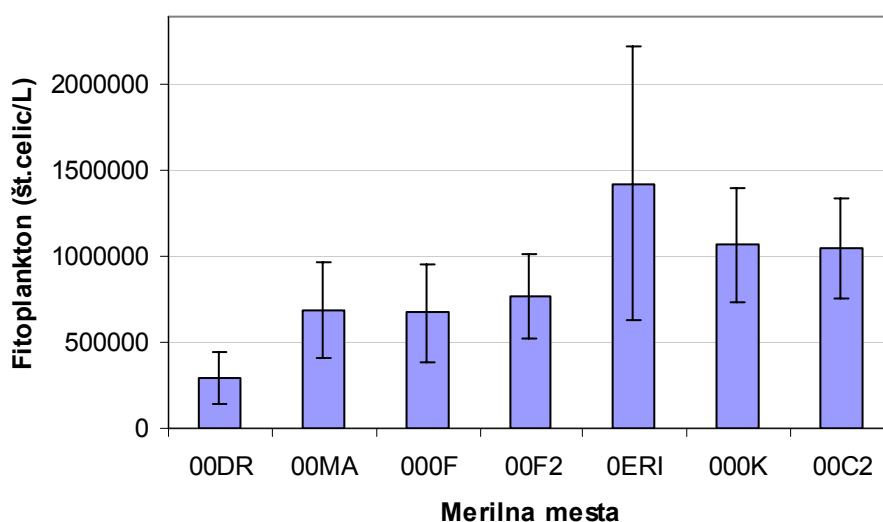
Merilno mesto 00C2



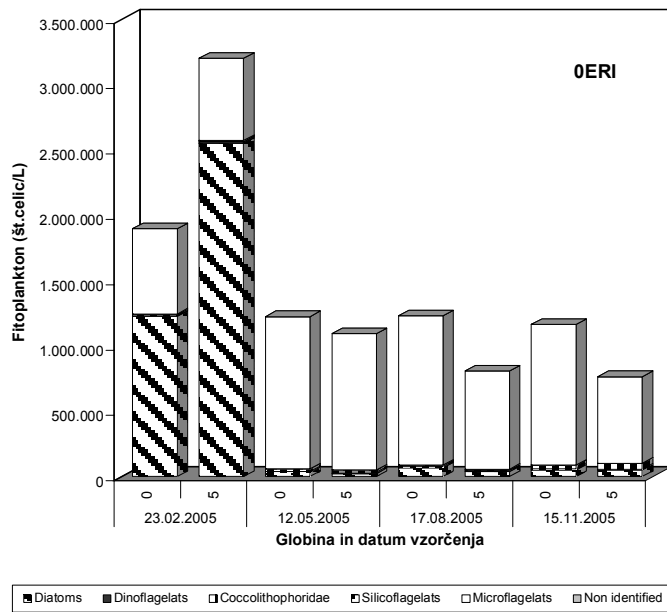
Slika 13. Sezonska distribucija klorofila (□) in vrednosti TRIX indeksa (-) na merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 00C2) na globini 0,3m, 5m in 15m v letu 2005.

Abundanco in vrstno sestavo fitoplanktona smo določali sezonsko na vseh merilnih mestih obeh transektov (post. 00ERI, 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, koncentracij fitoplanktona na posameznih merilnih mestih so prikazani na sliki 14, sezonska razporeditev in vrstna sestava na posameznih merilnih mestih po globinah pa na slikah od 15 do 21.

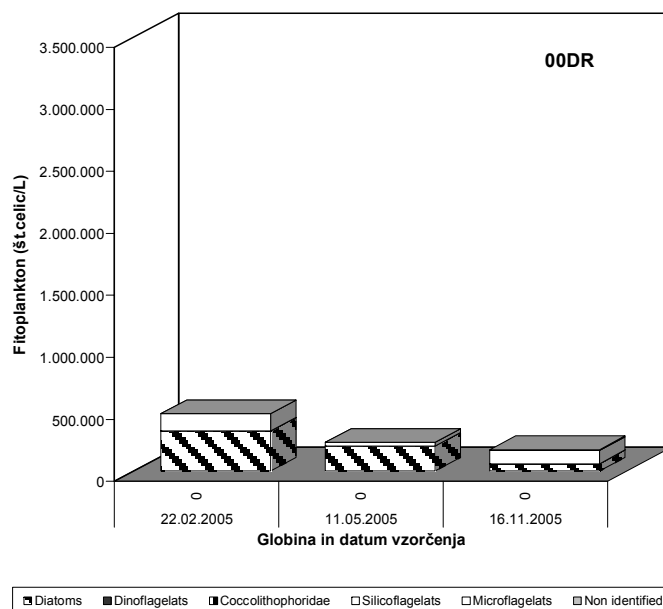
V preteklem letu je bilo število fitoplanktonskih celic višje na transektu Koprškega zaliva (od $7,6 \times 10^5$ do $3,2 \times 10^6$ celic/L). Precej nižje koncentracije fitoplanktona smo beležili v Piranskem zalivu (post. 00MA - od $3,22 \times 10^5$ do $1,22 \times 10^6$ celic/L) in referenčni postaji (post. 000F - od $3,68 \times 10^5$ do $1,05 \times 10^6$ celic/L) (slika 14). Celotno leto so v vzorcih fitoplanktona prevladovali mikroflagelati (do 98% celokupnega števila fitoplanktonskih celic), razen v zimskem obdobju ko so prevladovale kremenaste alge (<60%). Število vrst silikoflagelatov, kokolitoforid, dinoflagelatov je bilo celotno leto nizko.



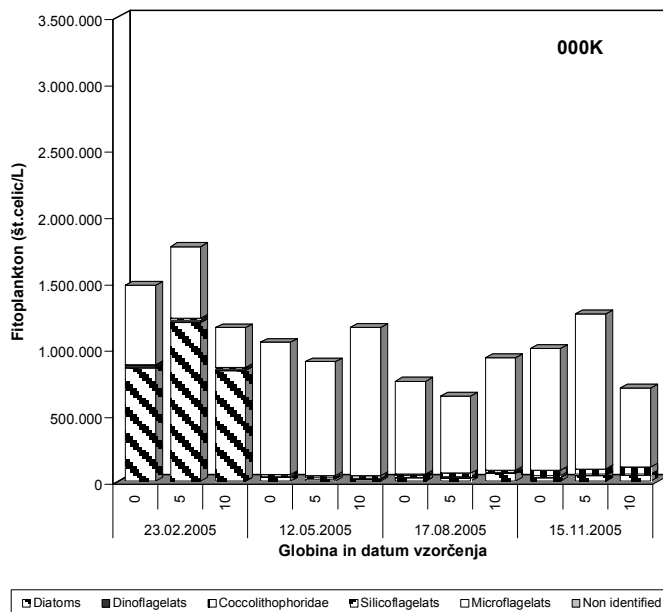
Slika 14. Povprečne koncentracije števila fitoplanktonskih celic s standardno deviacijo na posameznih merilnih mestih transektov obalnega morja R Slovenije v letu 2005.



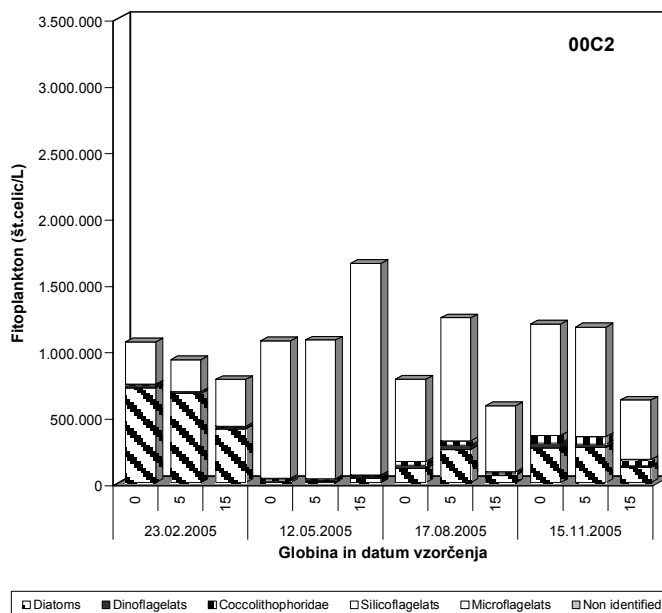
Slika 15. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v ustju reke Rižane (post. 0ERI) na globini 0,3m in 5m sezonskih meritev v letu 2005.



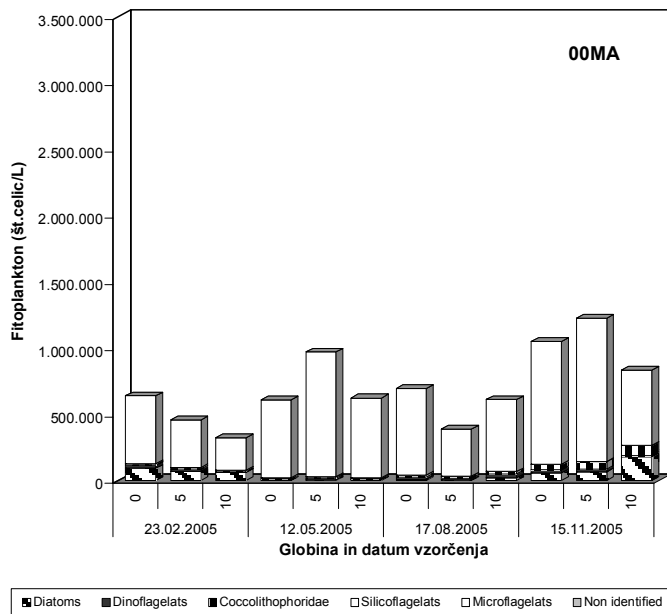
Slika 16. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v ustju reke Dragonje (post. 00DR) sezonskih meritev v letu 2005.



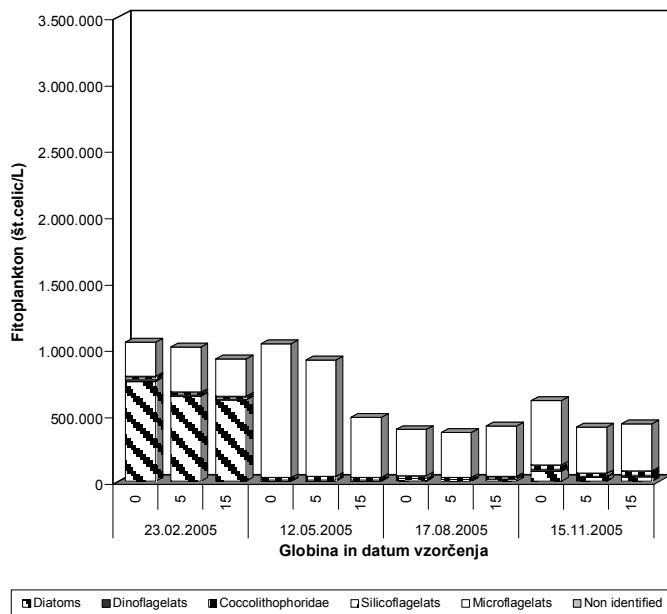
Slika 17. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v v notranjosti Kopskega zaliva (post. 000K) na globini 0,3m, 5m in 10m sezonskih meritev v letu 2005.



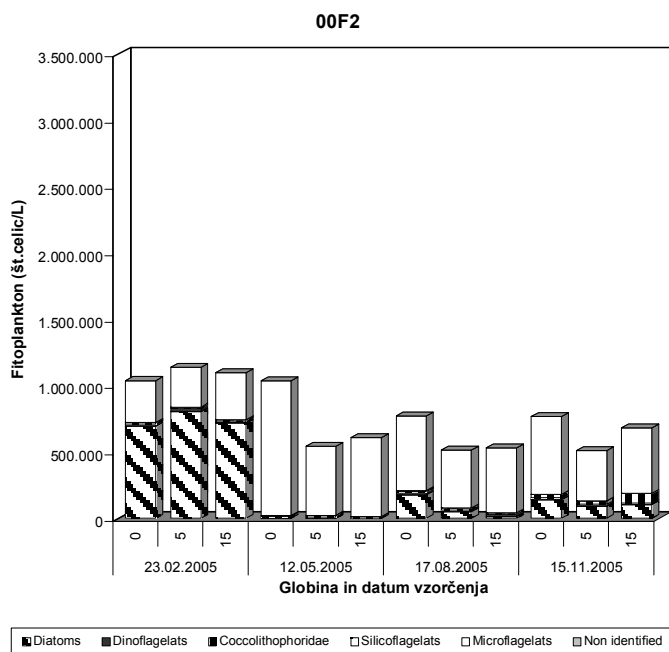
Slika 18. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu zunanjega dela Kopskega zaliva (post. 00C2) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2005.



Slika 19. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu v notranjosti Piranskega zaliva (post. 00MA) na globini 0,3m, 5m in 10m sezonskih meritev v letu 2005.



Slika 20. Abundanca fitoplanktonskih vrst na merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 000F) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2005.



Slika 21. Abundance fitoplanktonskih vrst na referenčnem merilnem mestu Tržaškega zaliva (post. 00F2) na globini 0,3m, 5m in 15m sezonskih meritev v letu 2005.

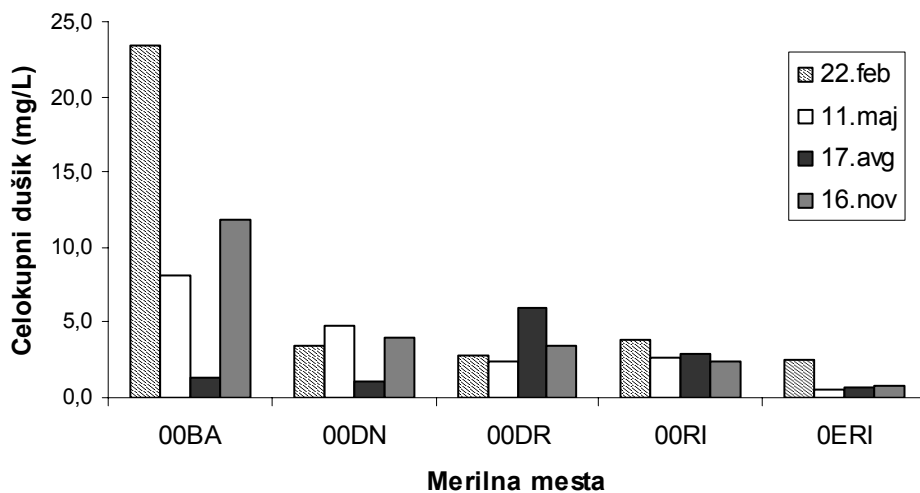
2.3. Obremenitev – vnos s kopnega

Na osnovi rezultatov kemičnih analiz in hitrosti pretokov rek, ki se izlivajo v obalno morje R Slovenije smo ocenili letni vnos nekaterih polutantov v obalno morje. Na osnovi sezonskih meritev znaša vnos celokupne suspendirane snovi z rekami v morje ton, za celokupni dušik 360 in celokupni fosfor 4,6 ton (tabela 12).

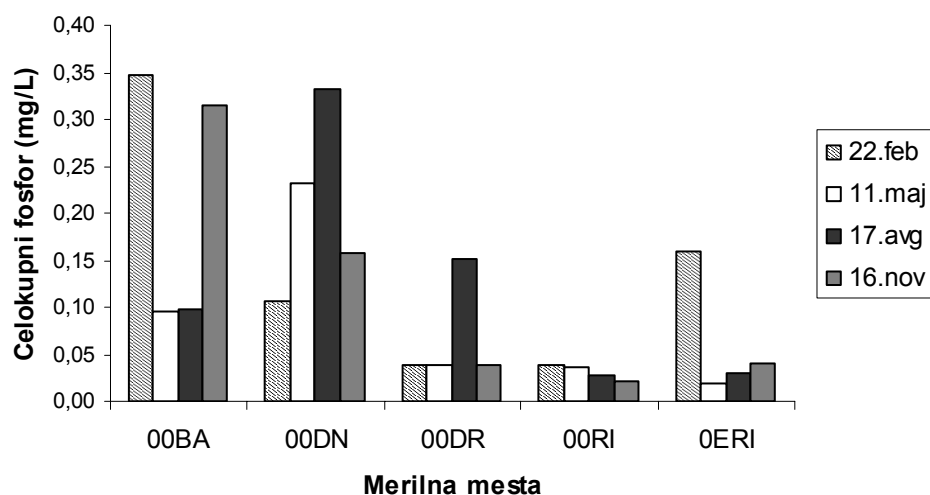
Tabela 12. Ocena vnosa neaterih polutantov v obalno morje R Slovenije z rekami v letu 2005.

Merilno mesto	Pretok m ³ /leto	Tot P t/leto	TotN t/leto	DET t/leto	TSS t/leto
00RI	2,23E+06	0,4	23,2	0,1	215
00BA	3,12E+06	0,6	13,0	0,1	
00DN	1,22E+07	0,5	35,2	0,1	
00DR	1,04E+08	3,2	288,8	1,9	65
Skupaj		4,6	360,2	2,2	280

Najvišje vrednosti celokupnega dušika in fosforja smo beležili v reki Badaševici (slika 22 in 23). Na sliki 22 in 23 so prikazani tudi rezultati meritev v spodnjem toku reke Rižane (00RI) pred iztokom odpadnih vod komunalne čistilne naprave, v estuariju reke Rižane (0ERI). Vsebnosti celokupnega dušika in fosforja ne kažejo višjih koncentracij. Rezultati analiz biološke porabe kisika (BPK₅), detergentov in indikatorjev fekalnega onesnaženja (fekalni koliformi-FK) so zbrani v tabeli 14. Celotne koncentracije elementov kadmija (Cd), živega srebra (Hg), bakra (Cu), svineca (Pb), cinka (Zn), nikla (Ni) in kroma (Cr) v vzorcih rek so zbrani v tabeli 15 in v tabelah v prilogi.



Slika 22. Rezultati sezonskih meritev celokupnega dušika v rekah Dragonji (00DR), Drnici (00DN), Badaševici (00BA) in Rižani (00RI) v letu 2005.



Slika 23. Rezultati sezonskih meritev celokupnega fosforja v rekah Dragonji (00DR), Drnici (00DN), Badaševici (00BA) in Rižani (00RI) v letu 2005.

Tabela 14. Rezultati meritev biološke (BPK₅) porabe kisika, koncentracij anionskih detergentov in fekalnih koliformnih bakterij v reki Dragonji (00DR), Drnici (00DN), Badaševici (00BA) in Rižani (00RI) v letu 2005.

Merilno mesto	Datum	BPK₅ mg O ₂ /l	Anionaktivni detergenti mg MBAS/l	Koliformne bakterije FK/100ml
00BA	22.feb	7,1	0,15	1200
00BA	11.maj	3,7	0,00	700
00BA	17.avg	5,0	0,09	1150
00BA	16.nov	5,1	0,20	5500
00DN	22.feb	3,1	0,02	25
00DN	11.maj	2,1	0,02	480
00DN	17.avg	7,5	0,04	310
00DN	16.nov	2,5	0,01	750
00DR	22.feb	3,3	0,00	5
00DR	11.maj	5,2	0,01	330
00DR	17.avg	3,9	0,03	110
00DR	16.nov	1,7	0,02	500
00RI	22.feb	4,0	0,02	11000
00RI	11.maj	2,3	0,01	1800
00RI	17.avg	4,0	0,03	1300
00RI	16.nov	2,6	0,02	6000
0ERI	23.feb	3,6	-	-
0ERI	12.maj	1,6	-	-
0ERI	17.avg	0,8	-	-
0ERI	15.nov	1,7	-	-

Tabela 15. Celotne koncentracije elementov kadmija (Cd), živega srebra (Hg), bakra (Cu), svina (Pb), cinka (Zn), nikla (Ni) in kroma (Cr) v vzorcih rek Dragonje (00DR), Drnice (00DN), Badaševice (00BA) in Rižane (00RI) v letu 2005.

Merilno mesto	Cd µg/l	Hg ng/l	Cu µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	Cr µg/l
00BA	<0,2	2,3	0,6	<1,0	7,3	1,0	<0,2
00DN	<0,2	1,0	1,4	<1,0	24,1	3,4	3,0
00DR	<0,2	0,6	<0,4	<1,0	5,3	1,7	0,4
00RI	<0,2	1,1	1,7	<1,0	15,5	1,0	0,6

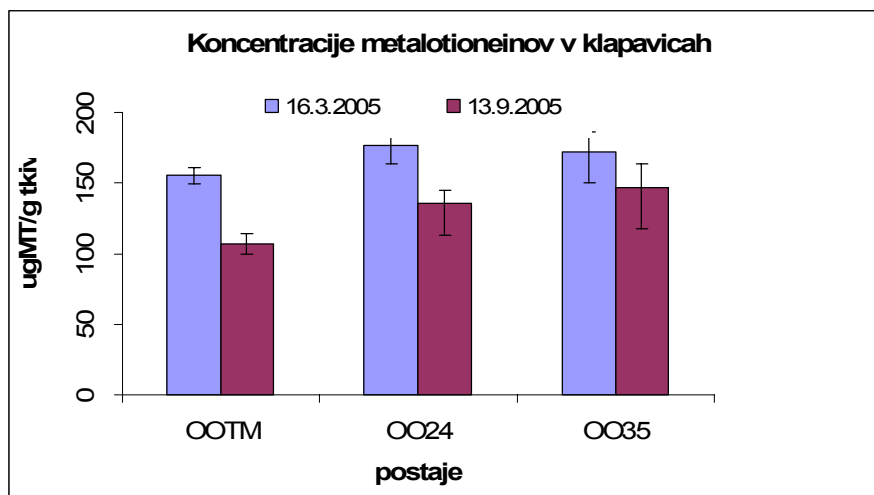
2.4. Biomonitoring

Od leta 2000 dalje 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 dveh gojišč morskih školjk v Strunjanskem zalivu in Piranskem zalivu (postaja 0024 in 0035). Vzorčili smo klapavice *Mytilus galloprovincialis*, ki so razširjene v Sredozemskem morju in izbrane kot testni organizem v večini laboratorijev Sredozemskih držav. Vzorčenje poteka v stabilnih vremenskih pogojih, časovno enakih zaporedjih in dovolj velik vzorec za nadaljnjo 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 podana na sliki 24.

Analize količin metalotioneinov. V letu 2005 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. Povprečna koncentracija metalotioneinov (\pm SD) je bila na postaji 00TM $149,0 \pm 4,7$ $\mu\text{g/g}$ tkiva (N=50 osebkov), na postaji 0024 $163,5 \pm 11,4$ $\mu\text{g/g}$ tkiva (N=50 osebkov) in na postaji 0035 $149,8 \pm 13,4$ $\mu\text{g/g}$ tkiva (N=50 osebkov).

Povprečne koncentracije metalotioneinov (\pm SD) v školjkah nabranimi v jesenskem vzorčenju so bile naslednje: $99,6 \pm 6,6$ $\mu\text{g/g}$ tkiva na postaji 00TM (N=50 osebkov), $113,4 \pm 12,9$ $\mu\text{g/g}$ tkiva na postaji 0024 (N=50 osebkov) in $117,7 \pm 21,4$ $\mu\text{g/g}$ tkiva na postaji 0035 (N=50 osebkov). Koncentracije metalotioneinov so bile v marcu na postajah 00TM, 0024 in 0035 izenačene. V septembrskem vzorčenju smo v klapavicah ugotovili nekoliko nižje koncentracije metalotioneinov na vseh treh postajah. V obeh vzorčenjih letu 2005 nismo ugotovili pomembnih odstopanj od običajnih vrednosti metalotioneinov klapavicah.



Slika 24. Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) v letu 2005. Podane so najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

Analize poškodb DNA. Analizirali smo obseg poškodb v DNA v hemolimfi klapavic v dveh vzorčenjih in sicer 16. marca 2005 in 13. septembra 2005. Za vzorce nabrane meseca marca smo ugotovili negativne povprečne vrednosti izračunanega koeficienta SSF (postaja 00TM: $SSF = -0,189 \pm 0,25$, $N=25$ osebkov, postaja 0035: $SSF = -0,041 \pm 0,04$, $N=25$ osebkov, postaja 0024: $SSF = -0,035 \pm 0,03$, $N=25$ osebkov). V vzorcih, ki so bili nabrani v jesenskem vzorčenju je vrednost izračunanega koeficienta SSF sledeča (postaja 00TM: $SSF = -0,119 \pm 0,28$, $N=25$ osebkov, postaja 0035: $SSF = -0,295 \pm 0,49$, $N=25$ osebkov, postaja 0024: $SSF = 0,060 \pm 0,13$, $N=25$ osebkov). Precejšnje variacije v izračunanih vrednostih so lahko posledica fizioloških nihanj, delovanja genotoksičnih snovi v okolju in različnih popravljalnih mehanizmov.

3. Koordinacija za MED POL

V sodelovanje z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP/MAP) smo preteklem letu izvedli evaluacijo posredovanih podatkov monitoringa za leto 2004. Rezultati trend monitoringa so bili pregledani in ocenjeni s strani njihovih mednarodnih ekspertov. Oceno programa so posredovali na srečanju 3rd Review Meeting Meeting of MED POL Phase III, Monitoring Activities v Palermu.

Pripravili smo podatke in poročilo National Monitoring Programme of Slovenia (NMPS) za leto 2005 (Report NIB/MBP 83, 2005), v sklopu »Program za oceno in kontrolo onesnaženja v sredozemski regiji« (MED-POL faza III 1996-2005).

V okviru programa EUROWATERNET v sodelovanju z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP/MAP) in EIONET centra smo ovrednotili podatke monitoringa kakovosti in vnosa v morje za leto 2004 in pripravili ustrezne formate poročanja podatkov za potrebe agencije EEA.

Sodelovanje slovenskih ekspertov na strokovnih sestankih MED POL/MAP

V letu 2005 smo sodelovali na sledečih srečanjih sekretariata MAP,:

- Meeting of the MED POL National Coordinators, UNEP(DEC)/MED WG. 264, UNEP(DEC)/MED WG. 264/1 Barcelona, Spain, 24/05/2005 - 27/05/2005 Report of the Meeting of the MED POL National Coordinators. UNEP(DEC)/MED WG:264/10. Sestanka se je udeležila dr. Patricija Mozetič.

- 3rd Review Meeting Meeting of MED POL Phase III, Monitoring Activities", Palermo, Italija, 12/12/2005 – 15/12/2005. Sestanka se je udeležila prof. Alenka Malej.

- 14th Ordinary Meeting of the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean and its Protocols; Portoroz, Slovenia, 08/11/2005 - 11/11/2005. Na sestanku v Portorožu smo sodelovali le kot opazovci konference.

Celotna dokumentacija srečanje je v arhivu NIB/MBP.

Udeležba na interkalibracijah in izpopolnjevanjih za zagotavljanje kakovosti (DQA)

V letu 2005 smo sodelovali v interkalibraciji, ki jo je organizira IAEA Marine Environmental Laboratory (Monaco) za določanje:

- nutrientov v morski vodi (ortofosfat, silicij, amonij, nitrit, nitrat in celokupni dušik in fosfat)
- policikličnih aromatskih ogljikovodikov v sedimentu in tuni (Intercalibration Exercise IAEA-435)
- metalotioneinov in za določanje aktivnosti EROD - Centro Interuniversitario, Biologia e Chimica dei Metalli in Traccia, UNEP-MAP Reference Center for Quality Assurance (Genoa).

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.