

KAKOVOST MORJA IN KONTROLA ONESNAŽENJA S KOPNEGA

POROČILO ZA LETO 2003

Izvajalec: Nacionalni inštitut za biologijo
Večna pot 111, 1000 Ljubljana

Morska biološka postaja Piran
Fornače 41, 6330 Piran

Naročnik: Ministrstvo za okolje in proctor
Agencija RS za okolje
Vojkova 1 b, 1000 Ljubljana

Piran, marec 2003

KAZALO

POVZETEK.....	3
IZHODIŠČA IN VSEBINA PROGRAMA.....	5
SODELUJOČE USTANOVE IN ODGOVORNI IZVAJALCI	6
MREŽA MERILNIH MEST IN NAČIN VZORČENJA	7
METODE DELA	11
REZULTATI.....	14
2. <i>Monitoring obalnega morja in trend monitoring</i>	14
2.1. Kemično onesnaženje v organizmih in sedimentu.....	14
2.1.1. Trend monitoring težkih kovin v organizmih.....	14
2.1.2. Trend monitoring ogljikovodikov v organizmih	15
2.1.3. Trend monitoring ogljikovodikov v sedimentu.....	17
2.2. Žarišča onesnaženja.....	19
2.2.1. Kemično onesnaženje – rečna ustja	19
2.2.2. Območje podvodnih izpustov komunalnih odplak.....	20
2.1.3. Trofični status	24
2.3. Obremenitev	25
2.4. Biomonitoring.....	26
3. <i>Koordinacija za MED POL</i>	29
Sodelovanje slovenskih ekspertov na strokovnih sestankih MED POL/MAP.....	29
Udeležba na interkalibracijah in izpopolnjevanjih in zagotavljanje kakovosti (DQA)	30
LITERATURA	31
PRILOGA: PROGRAM MONITORINGA V LETU 2003	33

POVZETEK

Izhodišče izvajanja monitoringa "Kakovost morja in kontrola onesnaženja" predstavlja obveza R Slovenije kot pogodbenice Barcelonske konvencije in sodelovanje z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP/MAP) v okviru programa MED POL - faza III (1996-2005). Poročilo za leto 2003 vključuje rezultate enoletnega spremljanja kakovosti obalnega morja, vplivov s kopnega in popis opravljenih dejavnosti v okviru koordinacije za MED POL, ki jih izvajamo v skladu s sprejeto Konvenciji o zaščiti Sredozemskega morja pred onesnaženjem (Barcelonska konvencija z vsemi protokoli in amandmaji).

Poročilo kakovosti obalnega morja vključuje rezultate spremljanja trendov vsebnosti kadmija, živega srebra in ogljikovodikov v školjkah in sedimentu. Koncentracije kadmija in živega srebra v vzorcih školjk (*Mytilus galloprovincialis*) v letu 2003 niso odstopale od rezultatov predhodnih let.,. Dvakrat višji so bili rezultati koncentracij alifatskih in poliaromatskih ogljikovodikov v školjkah pobranih na merilnem mestu pred marino Koper. V preteklem letu je bila opravljena tudi statistična evalvacija dosedanjih rezultatov težkih kovin in ogljikovodikov v školjkah. Rezultati so pokazali razlike med posameznimi leti, ki pa lahko odražajo predvsem razlike v razmerju teža/dolžina školjk. Linearna statistična analiza variance je pokazala, da je bilo 77% sprememb posledica razlik med leti, vrednost variance ($\Psi=0,002$) je dosti nižja od mejne vrednosti (0,060).

Vzorci sedimenta za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki smo pobirali z grabilom (sloj zgornjih 2 cm sedimenta) na dveh transketkih: v Koperem zalivu od estuarija Ržane proti sredini Tržaškega zaliva in v Piranskem zalivu od marina Portorož- do eferenčnega merilnega mesta vzhodnega dela Tržaškega zaliva (sedem postaj). Najvišje koncentracije alifatskih (AH) in poliaromatskih ogljikovodikov (PAH) so bile določene v sedimentu vzorcev v estuariju Rižane in marine Portorož. Glede na razmerje ogljikovodikov z lihim in sodim številom C atomov lahko sklepamo na delež alifatskih ogljikovodikov naravnega kopenskega izvora, povišane vrednosti v estuariju Rižane pa so povezane tudi z onesnaževanjem s pomorskim prometom (Lika Koper). Sestava PAH-ov kaže na prevladujoč pirogeni izvor, substituirani PAHi pa kažejo tudi na sicer manj pomemben petrogeni izvor.

Izredno sušne razmere v preteklem letu so se odražale tudi v rezultatih fizikalno-kemičnih parametrov izmerjenih v spodnjem toku rek Rižane, Badaševce, Drnice in Dragonje v avgustu. Izstopale so visoke slanosti, kot posledica nizkega pretoka in vdora morske vode daleč v strugo rek. Najslabše razmere smo beležili v reki Rižani, kjer je bila vsebnost raztopljenega kisika le 0,46 mg/l, visoke koncentracije ortofosfata (17,6 $\mu\text{mol/l}$), amonija (262,7 $\mu\text{mol/l}$) in celokupnega dušika (17,8 mg/l). Med ostalimi meritvami izstopa vrednost nitrata v reki Dragonji (nitrati od 368,5 $\mu\text{mol/l}$). Mikrobiološki rezultati potrjujejo onesnaženost rek s komunalnimi vodami.

Oceno vnosa suspendiranih delcev, celotnega fosforja in dušika v morje smo izračunali na osnovi koncentracij polutantov in količine odpadne vode na iztoku ČN Koper, kjer se odpadne vode izlivajo v reko Rižano 200m pred izlivom reke v morje, ter ČN Piran, slednje se izlivajo preko podvodnega cevovoda okoli 3 milje od obale. Ocenjeni letni vnos iz čistilnih naprav znaša za celokupne suspendirane snovi 1396 ton, za celokupni dušik 265 in celokupni fosfor 42 ton. V poročilu je sicer podana tudi ocena vnosa z rekami, vendar zgolj informativno, ker je bila opravljena samo ena meritev.

Žarišče onesnaženja predstavljajo tudi podvodni izpusti čistilnih naprav. Tako kot pretekla leta, tudi letošnje meritve potrjujejo, da je onesnažena okolica podvodnega izpusta komunalnih odplak mesta Izola. Dotok večje količine hranilnih soli fosfata in dušika, lokalno vpliva na povišane vrednosti klorofilne biomase in vrednosti TRIXa. Na postaji podvodnega izpusta črpališča v Izoli so vrednosti TRIXa visoke v površinskem sloju (do 6,48), na merilnem mestu piranskega podvodnega izpusta pa povišane le v pridnenem sloju (pod 15m globine). Povprečne vrednosti TRIX indeksa označuje še vedno dober trofični status morja, kljub visoki stopnji onesnaženja z mikroorganizmi fekalnega izvora zaradi odvajanja neprečiščenih odplak direktno v morje, kar je vidno predvsem v Izoli.

V letošnjem letu smo nadaljevali z določanjem indukcije metalotioneinov in alkalne elucije za ugotavljanje vpliva onesnaženja na organizme. V letu 2003 smo v vzorcih školjk *Mytilus galloprovincialis* izmerili nižje koncentracije metalotioneinov in poškodb v DNA kot prejšnja leta, rezultati analiz ne kažejo bistvenih razlik med merilnimi mesti. Dobljeni rezultati kažejo, da so ugotovljene poškodbe DNA še vedno v okviru obsega poškodb DNA, ki lahko nastanejo kot posledica celičnih delitev.

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 monitoringa »Kakovost morja in kontrola onesnaženja s kopnega v skladu z Barcelonsko konvencijo« je v letu 2003 potekala v skladu s pogodbo Ministrstva za okolje in prostor R Slovenije, Agencije RS za okolje (pogodba št. 2523-03-500265). 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).

Tako kot preteklo leto program 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 eutrofikacije in splošnega stanja kakovosti obalnega morja, monitoringa trendov onesnaženja s kontaminantami, kot so policiklični ogljikovodiki in izbrane težke kovine;
- monitoringa kakovosti voda na žariščnih točkah onesnaženja kot so estuariji in podvodni izpusti komunalnih naprav;
- 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):

Ustanova	Vrsta analize
NIB/MBP	analize ogljikovodikov
ZZV Koper	Mikrobiološke analize
IJS	vodja odseka, analize težkih kovin
NIB/MBP	analize partikulatnega ogljika in dušika
NIB/MBP	nacionalna koordinatorica za MED POL
IJS	analize težkih kovin
NIB/MBP	analize metalotioneinov in alkalne elucije
NIB/MBP	vodja projekta, mikrobiološke analize
IJS	analize težkih kovin
NIB/MBP	kemične analize
NIB/MBP	kemične analize
NIB/MBP	analize suspendiranih delcev in detergentov
IJS	analize težkih kovin
NIB/MBP	terensko vzorčevanje
NIB/MBP	terensko vzorčevanje, CTD sonda

MREŽA MERILNIH MEST IN NAČIN VZORČENJA

Pregled celotnega programa monitoringa »Kakovost morja in kontrola onesnaženja s kopnega v skladu z Barcelonsko konvencijo za leto 2003« je podan v obliki preglednih tabel v prilogi in vključuje pregled merilnih mest, opravljenih analiz in frekvenco vzorčenj. V tabelah SC od 1 do 5 je podan opis posameznega merilnega mesta - zemljepisna širina in dolžina, globina postaje in oddaljenost od obale (priloga str. 39 - 41).

1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi - Compliance monitoring

1.1. Monitoringa sanitarne analize kopaliških vod so izvajali v celoti na Zavodu za zdravstveno varstvo Koper. V preteklem letu so vzorčevali na 19 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. Rezultati so podani v poročilu NMPSlovenia (v angleščini).

1.2. Vzorce 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) (priloga tabela SC1 in CM2, slika 1). Celotno poročilo programa je v letošnjem letu vključeno v poročilo »Monitoring kakovosti morja, brakičnih voda in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2003« ter v poročilu NMPSlovenia (v angleščini).

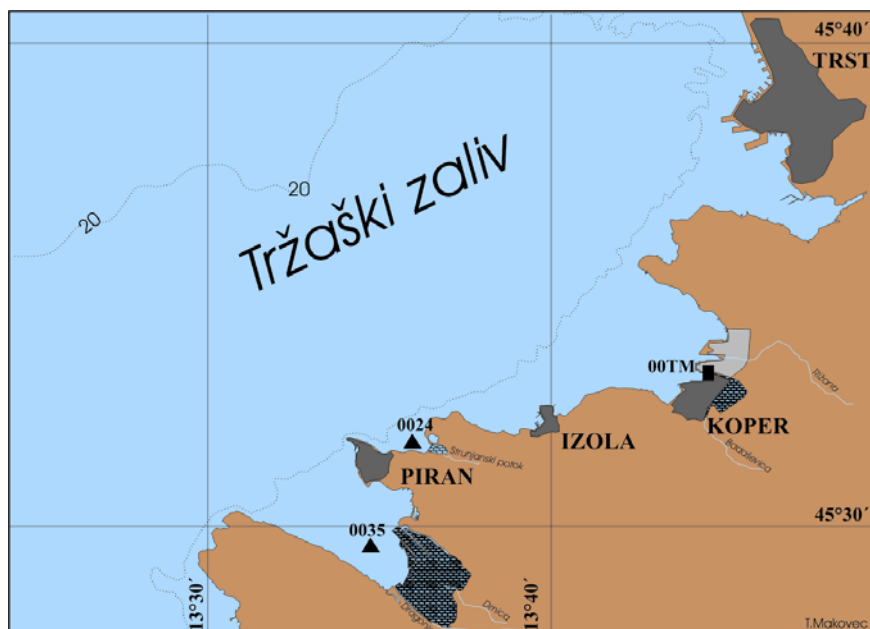


Slika 1. Prikaz merilnih mest monitoringa sanitarne kakovosti kopaliških vod in monitoringa kakovosti vod za gojenje školjk vzdolž obale R Slovenije v letu 2003.

2. Monitoring okolja in trend monitoring

2.1. Kemično onesnaženje v sedimentu in organizmih

Vzorke 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 referenčni postaji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) (priloga - tabela TM1 in SC2) (slika 2). Vzorke školjk (*Mytilus galloprovincialis*) smo pobirali z ročnim grabilom 17. septembra 2003.



Slika 2. Prikaz merilnih mest monitoringa kemičnega onesnaženja morskih organizmov in biomonitoringa v letu 2003.

Vzorke sedimenta za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in aromatski – AH,PAH) smo pobirali z grabilom (sloj zgornjih 2 cm sedimenta). Vzorčevali smo 17. septembra 2003 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) (priloga - tabela TM1, SC2, slika 3).

2.1.3. Monitoring trofičnega stanja obalnega morja

Trofični status obalnega morja in odprtih vod Tržaškega zaliva smo določili na osnovi izračuna TRIX indeksa zbranih rezultatov meritev hranilnih soli, kisika in klorofila. Vrednosti za posamezne postaje v notranjosti Piranskega in Koprskega zaliva (post.00MA in 00K1), ter zunanjih postajah



Slika 3. Prikaz merilnih mest monitoringa kemičnega onesnaženja sedimenta in monitoringa trofičnega stanja obalnega morja R Slovenije v letu 2003.

(post. 00CZ in 000F) so zbrani v programu "Program monitoringa kakovosti morja za leto 2003"). V poročilu podajamo samo vrednosti za vzorčevalna mesta: podvodni izpust Piran in Izola (post. 00PO in 00IO) (sliki 3 in 4).

2.2. Žarišča onesnaženja

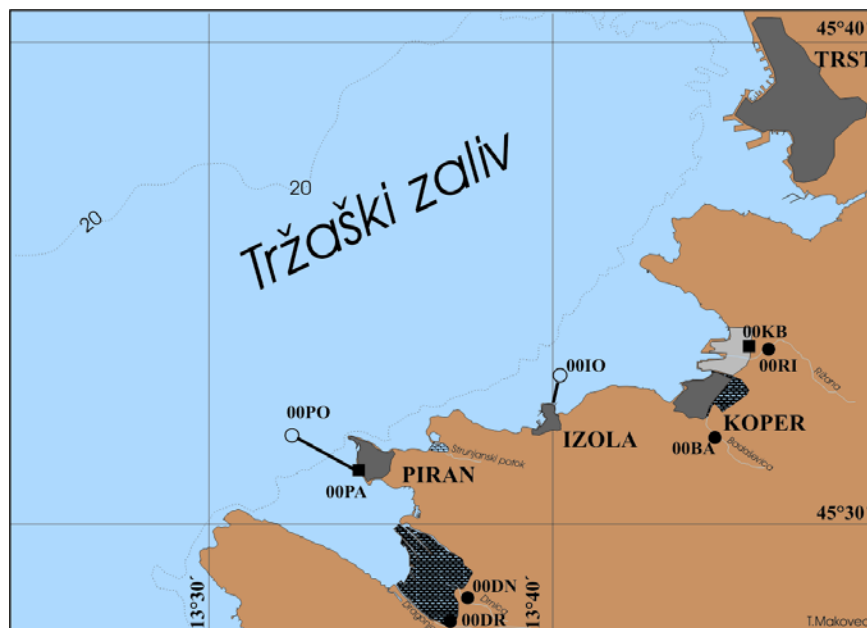
2.2.1. Kemično onesnaženje - rečna ustja

Vzorke vode smo zajemali v polietilenske in sterilne steklene steklenice v spodnjem toku reke Rižane (post. 00RI), Badaševce (post. 00BA), Drnice (post. 00DN) in Dragonje (post. 00DR) (priloga - tabela SC3) (slika 4). Na omenjenih merilnih mestih smo vzorčevali 21. avgusta 2003. Na samem mestu vzorčenja smo opravili meritve temperature, slanosti, pH-ja, in pripravili vzorce za meritve raztopljenega kisika, biološke in kemijske poraba kisika, hranilnih soli, težkih kovin in bakteriološke analize

2.2.2. Območje podvodnih izpustov

Vzorke morske vode na mestih podvodnega izpusta čistilne naprave Piran (post. 00PO) in Izola (post. 00IO) smo vzorčevali z Niskinom. Osnovni fizikalno-kemični parametri (temperature, slanost, raztopljeni kisik, fluprescenca) so bili izmerjeni s CTD sondo (CTD = Conductivity, Temperature, Depth). Vzorce za kemijske analize smo spravili v 5-litrske steklene in za bakteriološke analize v 500ml sterilne steklenice. Na mestu podvodnega izpusta čistilne naprave Piran smo vzorce morske

vode zajemali na 5 globinah, glede na razslojenost vodnega stolpca, na postaji Izolskega izpusta pa na petih standardnih globinah (post. 00IO, globine: 0,3m, 3m, 5m, 7m,10m) (priloga - tabela SC3) (slika 4). Vzorčevali smo 19. marca, 26. maja, 20. avgusta in 20. oktobra 2003.



Slika 4. Prikaz merilnih mest monitoringa žarišč onesnaženja obalnega morja R Slovenije v letu 2003.

2.3. Obremenitev

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 2003« v sodelovanju s Komunalu 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.

2.4. Biološke posledice - biomonitoring

Vzorce školjk (*Mytilus galloprovincialis*) za analize indukcije metalotioneinov in alkalne indukcije smo pobirali ročno na postaji v izlivnem območju reke Rižane pred marino Koper (post. 00TM) in v Strunjanskem zalivu (referenčna lokacija, post. 0024) (priloga -tabela SC5) (slika 2). 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 (priloga - tabela TM6). Vzorčenje je potekalo 13. marca in 19. septembra 2003.

METODE DELA

Fizikalni parametri. Osnovne fizikalne parametre slanost, pH, raztopljeni kisik, biokemijsko in kemijsko potrebo po kisiku (O_2 , BPK₅ in KPK) 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 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 določali po modifikaciji klasične Winklerjeve metode (Grasshoff, 1983);
- biokemijsko potrebo po kisiku (BPK₅) smo določali z Winklerjevo metodo po petdnevni inkubaciji vzorcev pri temperaturi 20°C v temi;
- kemično potrebo po kisiku (KPK) smo določali po razklopu vzorca s kalijevim bikromatom ($K_2Cr_2O_7$) in titracijo prebitega reagenta z $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ (Standard methods for the examination of water and wastewater, 13th Ed., 1971).

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 standardnih 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 nitrata 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, nitrata 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.

Partikulatni organski ogljik in dušik (POC, PN). Vzorce vod smo filtrirali skozi predhodno prežgane filtre Whatman GF/F (temp. 480 °C/ 4 ure). Filtre z vzorcem smo nato sušili 24 ur v liofilizatorju. Celotno suho težo suspendirane snovi predstavlja razlika v masi suhega filtra pred in po filtraciji vzorca. V posušeni in s kislino obdelani vzorci smo določili organski ogljik in dušik z elementnim analizatorjem (Carlo Erba Instruments, EA 1108), pri temperaturi sežiga 1020°C. Rezultati so podani v procentih posameznega elementa, glede na suho težo suspendirane snovi.

Analize težkih kovin. Alikvot vzorcev površinskih vod smo nakisali (1 ml HNO₃ spektralno čiste (s.p.) na 1 l vzorca), da smo določili celotno koncentracijo kovin v vzorcih. Drug alikvot pa smo najprej prefiltrirali skozi membranski filter 0,45 µm in jih nato nakisali z 1 ml HNO₃ s.p. na 1 l vzorca, da smo določili delež topnih kovin. Za določanje živega srebra smo površinske vode vzorčili v steklene posode volumna 1 l. Določili smo celotno koncentracijo ter delež topnega živega srebra. Pri nakisanju vzorcev smo uporabili 1 ml HCl s.p. na 1 l vzorca.

Za določanje Cd smo vzorce školjk (pribl. 1 g mokre teže) razkrojili v zaprtem mikrovalovnem sistemu s 4 cm³ konc. HNO₃ s.p. Po razkroju smo vsebino kvantitativno dopolnili do značke (25,8 cm³) z Milli-Q vodo. Cd v školjkah smo določili s ETAAS. Hg smo določili tako, da smo vzorce školjk (pribl. 1 g mokre teže) razkrojili v zaprti teflonski posodici s 4 cm³ konc. HNO₃ s.p. in s segrevanjem na 115°C 12 ur. Po razkroju smo vsebino kvantitativno dopolnili do značke (25,8 cm³) z Milli-Q vodo. Hg smo določili s CV AAS. Analizni postopek za določanje Cd in Hg v vzorcih školjk smo 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).

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% merkaptoetanol) in z antiproteolitičnimi agensi (0,5 mM PMSF, 0,006 mM leupeptin). Homogenat smo centrifugirali (30000 x g, 20 min) in supernatant ekstrahirali z etanol-kloroformsko ekstrakcijo. Koncentrirane metalotioneine raztopimo v 0,25M NaCl in dodamo še raztopino 1N HCl/4mM EDTA. Nato dodamo znano količino Ellmanovega reagenta (0,43 mM DTNB) v pufru z visoko ionsko jakostjo (0,2 M Na-PBS, pH 8,0). Za standard je primeren reduciran glutation (GSH). Absorbanco standarda in vzorcev smo merili pri 412 nm. Umeritvena krivulja se pripravi iz petih znanih količin GSH raztopljenega v 4,2 ml 0,2 M Na-PBS z dodanim 0,43 mM DTNB. Iz umeritvene krivulje odčitano količino metalotioneinov. Koncentracije metalotioneinov izražamo v 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/RAMOG, 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 številni komori smo prešteli hemocite, koncentracija hemocit v vzorcu mora biti 1 do 2×10^6 hemocit. Hemocite smo nanesti 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 (NO₂-N+NO₃-N+NH₄-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

2. Monitoring obalnega morja in trend monitoring**2.1. Kemično onesnaženje v organizmih in sedimentu**

2.1.1. Trend monitoring težkih kovin v organizmih

Vsebnost kadmija (Cd) in živega srebra (Hg) smo določili v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) nabranih na dveh izbranih lokacijah: na postaji pred Marino Koper v izlivnem področju reke Rižane (post.00TM) in referenčni postaji na področju gojenja školjk v Strunjanskem zalivu (post. 0024) (slika 1). Vzorčevali smo v stabilnih vremenskih pogojih v jesenskem obdobju. Klapavicam smo 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 podvzorcju, preračunani na suho maso vzorca, so podani v tabeli v tabeli 1.

Tabela 1. Izometrični parametri in rezultati vsebnosti kadmija (Cd) in živega srebra (Hg) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na postaji pred Marino Koper (post.00TM) in postaji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) v letu 2003.

Vzorec	Datum	Slanost psu	T °C	Dolžina cm	Teža g	mesa	Cd mg/kg	Hg mg/kg
00TM1	17/09/03	36,15	22,8	4,09 ± 0,15	1,0 ± 0,2		0,630	0,106
00TM2	17/09/03			4,26 ± 0,13	1,1 ± 0,2		0,590	0,113
00TM3	17/09/03			4,00 ± 0,25	1,0 ± 0,2		0,590	0,118
00TM4	17/09/03			3,83 ± 0,13	0,9 ± 0,2		0,670	0,119
00TM5	17/09/03			3,95 ± 0,20	1,0 ± 0,2		0,550	0,104
0024/1	17/09/03	36,22	22,4	5,75 ± 0,35	3,1 ± 0,6		1,070	0,134
0024/2	17/09/03			5,20 ± 0,27	2,4 ± 0,6		1,080	0,138
0024/3	17/09/03			5,17 ± 0,20	1,9 ± 0,2		0,910	0,152
0024/4	17/09/03			5,60 ± 0,35	2,5 ± 0,5		0,990	0,136
0024/5	17/09/03			5,60 ± 0,32	2,4 ± 0,3		1,180	0,156

V letu 2003 so povprečne koncentracije Cd v petih povzorcih klapavic *Mytilus galloprovincialis* znašale 0,61 mg/kg na postaji 00TM in 1,05 mg/kg na referenčni postaji 0024. Povprečna koncentracija Hg je znašala 0,112 mg/kg na postaji v marini Koper in 0,143 mg/kg na postaji v gojišču v Strunjanu (post. 0024). Koncentracije Cd na postaji v Strunjanu so podobne meritvam predhodnih let, na postaji 00TM pa so nižja glede na pretekla leta (tabela 2). Koncentracije Hg v školjkah so nekoliko višje od leta 2002 in 2001 in podobne koncentracijam meritev prvih dveh let. Rezultati vsebnosti živega srebra (Hg) in kadmija (Cd) v tkivu klapavic so vsa leta višje na postaji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) v primerjavi z rezultati na postaji pred marino Koper (post.00TM), čeprav smo pričakovali višje vsebnosti na postaji pred marino Koper.

Tabela 2. Primerjava rezultatov povprečnih letnih vrednosti (\pm st.dev) živega srebra (Hg), kadmija (Cd) in ogljikovodikov (PAH) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na postaji pred Marino Koper (post.00TM) in postaji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) v obdobju od leta 1999 do 2003.

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

2.1.2. Trend monitoring ogljikovodikov v organizmih

Vsebnost alifatskih (AH) in poliaromatskih ogljikovodikov (PAH) smo določali v školjkah na postajah v Strunjanskem zalivu (post. 0024) in na vhodu v Luko Koper ob koprski marini (post. 00TM). Rezultati koncentracij izmerjenih posameznih alifatskih in poliaromatskih ogljikovodikov v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) so podani v tabeli 3. Povdariti je potrebno, da smo na postaji 00TM letos nabrali večje školjke na notranji strani pomola. Tako je kar dvakrat višja koncentracija PAH-ov na postaji 00TM deloma tudi posledica velikosti školjk in s tem povezane njihove starosti. Višje koncentracije PAH-ov, ki so značilni za pirogeni izvor, tudi v primeru školjk kažejo na ta

prevladujoč izvor. Vsebnosti AH nista pokazali pomembne razlike med obema vzorčevalnima mestoma (tabela 3).

Tabela 3. Rezultati koncentracij ogljikovodikov (ng/kg) (SD-st.deviacija) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na postaji pred Marino Koper (post.00TM) in postaji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) vzorčevanih 17. septembra 2003.

Koda postaje Ogljikovodiki	0024 ng/kg	SD	00TM ng/kg	SD
n-heptadekan C-17	330	62	246	74
Pristan	261	57	136	33
n-oktadekan C-18	22	8	35	15
Fitan	14	10	86	18
n-C14 do n-C34	2585	517	2983	393
Skupaj alifatski	2860	540	3205	408
Naftalen	28	18	<1	
1-metilnaftalen	<1		<1	
1-etilnaftalen	<1		<1	
2,3,6-trimetilnaftalen	<1		<1	
Acenaften	<1		<1	
Acenaftilen	<1		<1	
Fenantren	15	7	125	29
Antracen	11	2	83	25
Fluoren	<1		<1	
2-metilfenantren	62	43	63	30
1-metilfenantren	145	70	39	18
Fluoranten	103	62	703	50
Piren	161	95	443	21
3,6-dimetilfenantr.	<1		<1	
1-metilpiren	<1		106	45
Krizen	<1		292	144
Perilen	<1		<1	
Benzo(a)antracen	<1		170	57
Benzo(b)fluoranten	<1		98	78
Benzo(k)fluoranten	71	19	37	20
Benzo(e)piren	<1		<1	
Benzo(a)piren	<1		253	89
Indeno(1,2,3-c,d)piren	203	107	100	45
Dibenzo(a,h)antracen	184	50	114	46
Benzo(g,h,i)perilen	<1		<1	
Skupaj aromatski	984	343	2175	470

Primerjava rezultatov PAH-ov v školjkah med posameznimi leti je podana v tabeli 2. Rezultati se med posameznimi leti precej razlikujejo, in so višji na postaji pred marino Koper.

2.1.3. Trend monitoring ogljikovodikov v sedimentu

Vsebnost alifatskih (AH) in poliaromatskih ogljikovodikov (PAH) smo določali na postajah 000K v Koprskem zalivu, 00KK na zunanjem robu Koprskega zaliva, 0014 v Luki Koper, 00CZ v sredini Tržaškega zaliva, 00PM v portoroški marini, 00MA v sredini Piranskega zaliva in na referenčni postaji 000F. Rezultate meritev prikazujeta tabeli 4 in 5. Najvišje koncentracije AH (tabela 4) so bile določene v Luki Koper, precej nižje pa na postajah 000K, 00PM in 00MA. Najnižja je bila vsebnost na referenčni postaji 000F. Glede na razmerje ogljikovodikov z lihimi in sodimi števili C atomov lahko sklepamo tudi na pomemben delež AH 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.

Tabela 4. Rezultati koncentracij alifatskih ogljikovodikov (ng/kg) v sedimentu na postajah obalnega morja Slovenije vzorčenih 17. septembra 2003.

Ogljikovodiki	Koda postaje						
	00CZ	0014	00PM	000K	00KK	00MA	000F
n-heptadekan (C17)	58	282	162	61	56	115	56
Pristan	38	279	22	40	26	42	8
n-oktadekan (C18)	19	190	19	3	18		15
Fitan	10	297	20	10	10	1	5
n-C14 do n-C34	1856	9375	1880	2099	1368	1808	943
Ločeni alifatski	1904	9951	1922	2149	1404	1851	956

Rezultati koncentracij poliaromatskih ogljikovodikov (PAH-ov) v sedimentu so podani v tabeli 5. Najvišje koncentracije PAH-ov smo detektirali v portoroški marini. Izstopajo še vrednosti v Luki Koper, najnižja vsebnost pa je bila na postajah 000F in 00KK. Sestava PAH-ov kaže na prevladujoč pirogeni izvor, substituirani PAHi pa kažejo tudi na sicer manj pomemben petrogeni izvor.

Tabela 5. Rezultati koncentracij poliaromatskih ogljikovodikov (ng/kg) v sedimentu na postajah obalnega morja Slovenije vzorčevanih 17. septembra 2003.

Ogljikovodiki	Koda postaje						
	00CZ	0014	00PM	000K	00KK	00MA	000F
Naftalen	10	8	13	7	<1	15	<1
!-metilnaftalen	<1	<1	<1	3	<1	12	<1
1-etilnaftalen	<1	<1	<1	<1	<1	3	<1
Acenaften	<1	<1	20	3	1	<1	<1
Acenaftilen	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fenantren	25	56	308	7	<1	18	5
Antracen	20	3	52	19	18	22	31
Fluoren	4	<1	23	10	<1	12	<1
2-metilfenantren	25	66	16	37	14	20	18
1-metilfenantren	27	44	6	128	84	33	42
Fluoranten	50	54	415	41	55	20	15
Piren	81	56	396	70	18	75	14
3,6-dimetilfenantren	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1-metilpiren	<1	<1	11	<1	<1	37	<1
Perilen	<1	12	67	34	<1	8	<1
Krizen	85	200	292	74	29	55	76
Squalan	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Benzo(a)antracen	35	<1	115	32	44	30	55
Benzo(b)fluoranten	67	52	118	51	23	30	20
Benzo(k)fluoranten	33	22	152	32	14	23	10
Benzo(e)piren	31	<1	222	14	13	17	52
Benzo(a)piren	25	374	250	27	9	29	55
Indeno(1,2,3-c,d)piren	66	18	236	21	2	51	30
Dibenzo(a,h)antracen	19	182	90	19	<1	17	5
Benzo(g,h,i)perilen	67	37	171	29	20	30	24
Ločeni aromatski	670	1.184	2.973	658	344	557	452

2.2. Žarišča onesnaženja

2.2.1. Kemično onesnaženje – rečna ustja

Monitoring kakovosti vod, ki se izlivajo v morje izvajamo z namenom, da bi ocenili letni vnos nekaterih polutantov v obalno morje. V letu 2003 so bili zajeti vzorci v zgornjem toku rek le enkrat in sicer na merilnem mestu v spodnjem toku Rižane (post. 00RI), pred izlivom komunalnih odpadnih vod čistilne naprave Koper, v Badaševici pred njeno razcepitvijo v rekico in Semedelski kanal (post. 00BA), na Drnici (post. 00DN) in Dragonji (post. 00DR) (slika 3). Rezultati analiz posameznih meritev so zbrani v tabeli 7.

Izredno sušne razmere v preteklem letu so se odražale tudi v rezultatih fizikalno-kemičnih parametrov izmerjenih v rekah. Izstopajo izredno visoke slanosti na vzorčevalnih mestih, kar je verjetno posledica nizkega pretoka in vdora morske vode daleč v strugo rek. Najslabše razmere v mesecu avgustu smo beležili v reki Rižani, kjer je bila vsebnost raztopljenega kisika le 0,46 mg/l, BPK₅ 16,38 mgO₂/l in KPK 253,2 mg O₂/l. Visoke so bile koncentracije ortofosfata (17,6 μmol/l), amonija (262,7 μmol/l) in celokupnega dušika (17,8 mg/l). Med ostalimi meritvami izstopa vrednost nitrata v reki Dragonji (nitrat od 368,5 μmol/l).

Tabela 7. Rezultati analiz fizikalno-kemičnih in mikrobioloških v reki Rižani (00RI), Badaševici (00BA), Drnici (00DN) in Dragonji (00DR) 21. avgusta 2003.

Koda postaje		00RI	00BA	00DN	00DR
Temp	°C	18	25	27	25
Slanost	psu	3,5	43	34	31
BPK ₅	mg/l	16,38	8,51	7,6	4,37
KPK	mg/l	253,16	253,16	332,94	29,23
Kisik	mg/l	0,46	5,98	5,33	6,24
TSS	mg/l	19,52	13,28	8,91	1,58
Ortofosfat	μmol/l	17,6	1,32	3,35	3,41
Tot P	mg/l	1,23	0,16	0,28	0,20
Amonij	μmol/l	262,73	2,69	7,91	6,96
Nitrat	μmol/l	1,18	5,64	4,44	368,46
Tot N	mg/l	17,8	3,31	3,62	6,67
Silicij	μmol/l	61,12	39,69	90,1	138,22
FC	Št/100ml	2800	15000	480	420

Reki Badaševica in Rižana sta onesnaženi s komunalnimi vodami, saj bakteriološke analize kažejo na prisotnost bakterij fekalnega izvora (tabela 7). V reki Badaševici vrednosti fekalnih koliformnih presežajo 10000 klic/100ml. V fekalno sicer onesnaženo reko Rižano (>1000 klic/100ml), se pred njenim iztokom v morje, dodatno izlivajo še komunalno in industrijsko onesnažene vode komunalne čistilne naprave mesta Koper. Tako kot pretekla leta letošnja enkratna meritev potrjuje komunalno onesnaženost rek Drnice in Dragonje. Koncentracije mikroorganizmov fekalnega izvora so bile 420 in 480 fekalnih koliformov/100ml. Količina lebdečih delcev je bila najvišja v reki Rižani 19,5 mg/l. Delež organske suspendirane snovi je znašal 75% celokupne mase v reki Rižani, v ostalih rekah je znašal manj kot 50%.

2.2.2. Območje podvodnih izpustov komunalnih odplak

Vpliv širjenja odpadne vode podvodnega izpusta v Izoli in Piranu smo sledili sezonsko v času nizkega plimovanja. Odpadne vode črpališča v Izoli (post. 00IA) smo vzorčili na postaji 200 m od obale na mestu iztoka mehansko čiščenih odplak v morje, na standardnih globinah 0,3m, 3m, 5m, 7m in 10m. Morsko vodo na postaji 00PO smo zajemali na mestu zadnjega dela podvodnega cevovoda – difuzorja čistilne naprave Piran, 3420 m od obale (slika 3). Globine vzorčenja na postaji 00PO smo vsakokrat izbrali glede na slavnostno polje vodnega stolpca. Rezultati koncentracij nitrata, amonija, celokupnega dušika (TotN), celokupne suspendirane snovi (TSS), fekalnih koliformnih bakterij (FC), klorofila in TRIXa so podani tudi v tabeli 8 in 9.

Vsebnost fekalnih koliformnih bakterij in amonija sezonskih meritev po vodnem stolpcu na mestu podvodnega izpusta Piranske čistilne naprave (post. 00PO) prikazuje slika 5, ter izolskega izpusta slika 6. Koncentracije indikatorskih bakterij fekalnega izvora so nizke (od 5 do 256 FK/100ml) v primerjavi z rezultati izolskega izpusta. Na merilnem mestu podvodnega izpusta Piranske čistilne naprave beležimo povišane koncentracije hranilnih soli in bakterij fekalnega izvora v pridnenem sloju (18-22m), medtem ko so na mestu izolskega črpališča (post. 00IO) najvišje vrednosti v površinskem sloju. Visoke vrednosti fekalnih koliformnih bakterij (od 800 do 98000 klic/100ml) sovpadajo z visokimi koncentracijami amonija (maks. 54,57 $\mu\text{mol/l}$), celokupnega dušika (maks. 7,95 mg/l) in klorofila a (maks. 8,88 $\mu\text{g Chl a/l}$) (tabela 4).

Visoke so tudi vrednosti celotne suspendirane snovi v vzorcih odvzetih na mestu podvodnega izpusta čistilne naprave Izola (od 0,56 do 8,77 mg/l) v primerjavi z vrednostmi določenimi v vzorcih podvodnega izpusta čistilne naprave Piran (0,55 do 2,08 mg/l). Prav tako smo v tem letu v vzorcih podvodnega izpusta čistilne naprave Izola določili praviloma višje vrednosti suspendiranega organskega ogljika in suspendiranega celotnega dušika, kar je verjetno povezano z večjo očiščevalno zmogljivostjo čistilne naprave Piran v primerjavi z "neobdelanim" iztokom črpališča v Izoli. Letna dinamika prej omenjenih parametrov kaže višje vrednosti v mesecu maju in avgustu, kar je posledica večje obremenjenosti obalnega pasu in zaledja v spomladanskem in poletnem

obdobju. V primeru piranskega izpusta so bile nižje povprečne vrednosti (celotnega vzorčenega profila vodnega stolpca) atomskega razmerja $C_{(org.)}/N$ v mesecu maju in avgustu (8,1 in 9,2) verjetno odraz višje koncentracije fitoplanktona (Chl a).

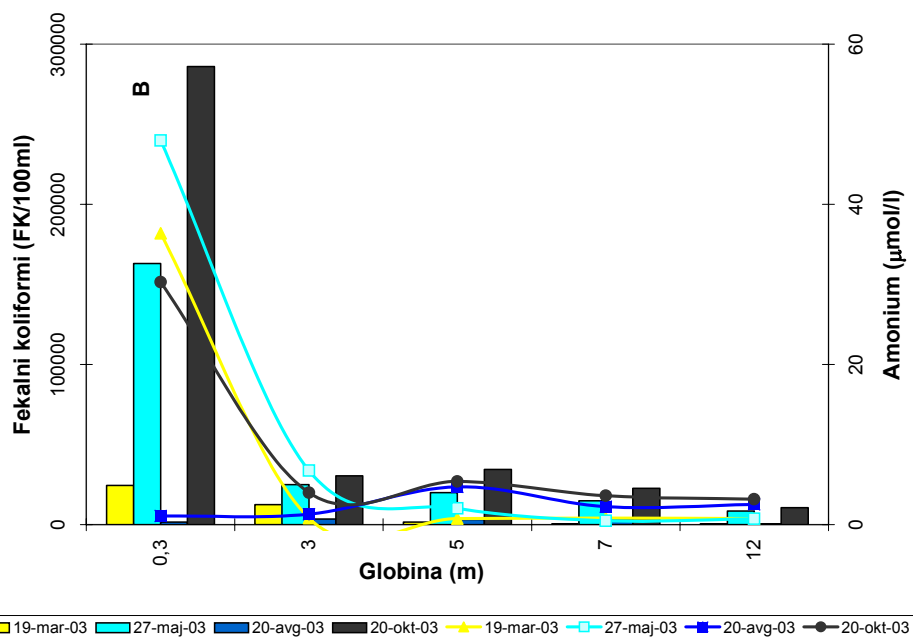
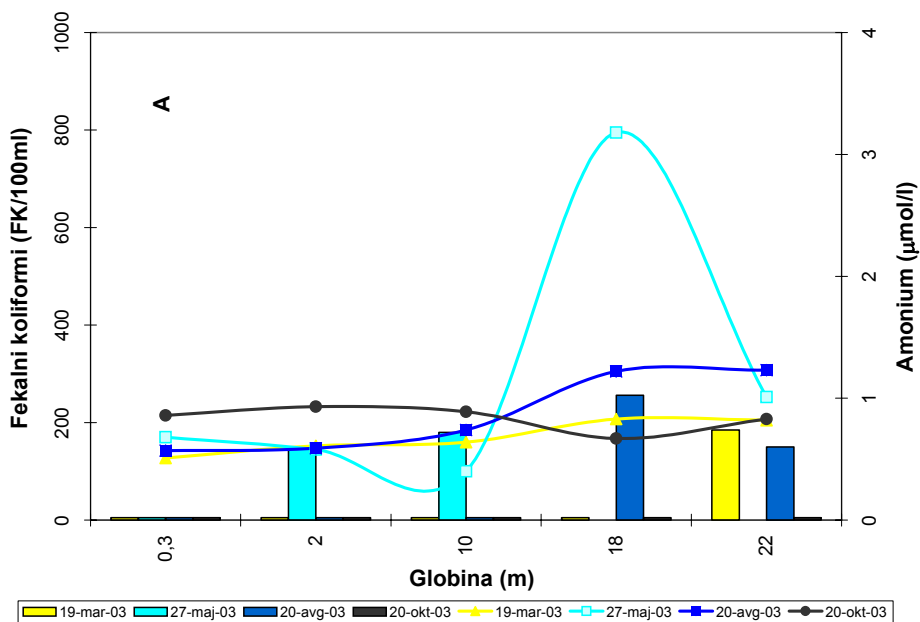
Izračunane vrednosti TRIXa za obe postaji so podane v tabeli 8 in 9. Dotok večje količine hranilnih soli fosfata in dušika, lokalno vpliva na povišane vrednosti klorofilne biomase in vrednosti TRIXa. Na postaji podvodnega izpusta Izolske čistilne naprave so izračunane vrednosti visoke v površinskem sloju v avgustu in novembru (od 6,33 do 6,48) (tabela 4).

Tabela 8. Rezultati koncentracij nitrata, amonija, celokupnega fosfata in dušika (Tot P, TotN), celokupne suspendirane snovi (TSS), fekalnih koliformnih bakterij (FC), klorofila in TRIXa na posameznih globinah postaje 00PO v letu 2003.

Datum	Globina (m)	Amonij ($\mu\text{mol/l}$)	Tot P ($\mu\text{mol/l}$)	Tot N ($\mu\text{mol/l}$)	TSS (mg/l)	FC Št/100ml	Chl a ($\mu\text{g/l}$)	TRIX
19.3.2003	0,3	0,51	0,20	22,13	1,00	<5	0,7	2,74
19.3.2003	5	0,61	0,18	18,88	4,20	<5	0,59	2,33
19.3.2003	10	0,64	0,28	18,72	0,89	<5	0,76	3,09
19.3.2003	18	0,83	0,19	16,43	0,94	<5	0,87	3,28
19.3.2003	22	0,82	0,21	16,54	1,34	185	1,05	3,40
27.5.2003	0,3	0,68	0,15	16,78	1,06	<5	1,11	3,66
27.5.2003	4	0,58	0,15	15,43	0,72	<5	0,73	3,31
27.5.2003	12	0,40	0,17	14,83	2,02	<5	0,71	3,27
27.5.2003	16	3,18	0,43	19,15	0,80	150	1,35	4,33
27.5.2003	22	1,01	0,25	20,00	0,94	180	2,17	3,68
20.8.2003	0,3	0,57	0,11	16,08	0,68	5	0,51	2,78
20.8.2003	9	0,59	0,12	21,54	10,05	<5	0,61	2,87
20.8.2003	16	0,74	0,16	16,87	0,78	<5	0,89	3,26
20.8.2003	19	1,22	0,18	17,96	1,66	256	1,55	4,11
20.8.2003	22	1,23	0,25	17,72	1,63	150	2,02	4,27
20.10.2003	0,3	0,86	0,26	21,57	1,53	5	1,58	4,14
20.10.2003	7	0,93	0,25	20,26	1,84	<5	1,47	4,07
20.10.2003	11	0,89	0,25	20,99	1,36	<5	1,27	4,02
20.10.2003	15	0,67	0,22	23,14	1,71	5	1,35	3,96
20.10.2003	22	0,83	0,33	22,39	1,41	5	1,14	4,15

Tabela 9. Rezultati koncentracij nitrata, amonija, celokupne dušika (TotN), celokupne suspendirane snovi (TSS), fekalnih koliformnih bakterij (FC), klorofila in TRIXa na posameznih globinah postaje 00IO v letu 2003.

Datum	Globina (m)	Amonij ($\mu\text{mol/l}$)	Tot P ($\mu\text{mol/l}$)	Tot N ($\mu\text{mol/l}$)	TSS (mg/l)	FC Št/100	Chl a ($\mu\text{g/l}$)	TRIX
19.3.2003	0,3	36,38	3,33	77,99	3,64	24500	1,38	6,07
19.3.2003	3	0,82	0,33	18,27	1,26	12500	2,24	4,12
19.3.2003	5	0,76	0,36	18,35	1,05	1600	1,51	3,90
19.3.2003	7	0,82	0,31	15,50	1,53	500	0,86	3,65
19.3.2003	12	0,76	0,30	17,68	1,53	500	1,68	3,83
27.5.2003	0,3	47,98	3,09	78,68	3,44	163000	1,21	5,84
27.5.2003	3	6,75	0,69	32,97	1,36	25000	1,29	4,72
27.5.2003	5	2,05	0,36	20,12	1,38	20000	1,25	3,97
27.5.2003	7	0,48	0,29	15,19	1,78	15000	1,03	3,54
27.5.2003	12	0,74	0,29	18,87	2,09	8500	1,77	3,87
20.8.2003	0,3	1,09	0,33	21,03	0,66	1560	0,44	3,98
20.8.2003	3	1,29	0,88	22,32	1,36	3500	0,34	3,63
20.8.2003	5	4,73	0,71	29,09	1,17	3300	0,43	3,28
20.8.2003	7	2,24	0,30	17,09	1,48	3600	0,63	3,14
20.8.2003	12	2,52	0,42	28,76	4,98	500	1,43	4,09
20.10.2003	0,3	30,29	5,41	101,18	9,83	286000	1,77	6,22
20.10.2003	3	3,99	0,97	35,62	2,83	30500	1,72	5,05
20.10.2003	5	5,39	0,84	36,62	5,68	34500	1,47	4,95
20.10.2003	7	3,61	1,24	33,07	2,82	22600	1,36	5,03
20.10.2003	12	3,17	0,59	30,25	3,22	10600	1,19	4,77



Slika 5. Razporeditev bakterij fekalnega onesnaženja (---) in koncentracij amonija (□) po vodnem stolpcu na mestu podvodnega izpusta čistilne naprave Piran (A) in črpališča v Izoli (B) sezonskih meritev v letu 2003.

2.1.3. Trofični status

Trofični status obalnega morja vzhodnega dela Tržaškega zaliva smo določili na merilnih mestih izpusta odpadnih vod iz čistilne naprave Piran in črpališča v Izoli, ter rezultate primerjali z rezultati drugih postaj, ki so podani v poročilu »Izvajanje monitoringa kakovosti morja, brakičnih voda in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2003«.

Povprečne vrednosti TRIXa po vodnem stolpcu na merilnem mestu piranskega podvodnega izpusta variirajo med 3,2 in 3,9. Vrednosti so nizke in primerljive rezultatom bližnje referenčne postaje, kjer je povprečna letna vrednost 4. Višje vrednosti so v pridnenem sloju (pod 15m globine), kar se odraža tudi v povišani vrednosti klorofila in bakterij fekalnega onesnaženja (Tabela 6). Višje povprečne vrednosti TRIXa so izračunane po vodnem stolpcu merilnega mesta izolskega izpusta in znašajo 5,3 na površini in padajo z globino. Računske vrednosti indeksa označuje še vedno dober trofični status morja (nizko število podatkov), kljub visokim rezultatom mikrobiološkega onesnaženja odvajanja neprečiščenih odplak direktno v morje.

Tabela 6. Vrednosti TRIXa in klorofila na posameznih globinah merilnega mesta podvodnega izpusta v Izoli (post.00IO) in podvodnega izpusta čistilne naprave Piran (post. 00PO) v letu 2003.

Postaja	Globina (m)	TRIX	Klorofil $\mu\text{g Chla/l}$
00IO	0,3	5,28	1,20
	3	4,13	1,40
	5	4,02	1,17
	7	3,84	0,97
	12	4,14	1,52
00PO	0,3	3,33	0,98
	5	3,15	0,85
	10	3,41	0,91
	18	3,92	1,28
	22	3,88	1,59

2.3. Obremenitev

Ocena vnosa v morje

Povprečne vrednosti vnosa za čistilne naprave smo izračunali na osnovi skupne letne količine odpadne vode na iztoku čistilnih naprav (ČN) Koper in Piran, ter povprečne vrednosti koncentracij neraztopljene suspendirane snovi, celotnega fosforja in dušika 12 meritev reprezentativnih vzorcev v letu 2003. Letni vnos iz obeh delujočih čistilnih naprav znaša za celokupne suspendirane snovi 1396 ton, za celokupni dušik 265 in celokupni fosfor 42 ton.

Povsem nerealna pa je verjetno ocena vnosa polutantov v obalno morje z rekami, ker smo v preteklem letu opravili samo eno vzorčenje.

Tabela 10. Ocena vnosa celokupnega fosforja (TotP) in dušika (TotN) in suspendiranih delcev (TSS) v obalno morje R Slovenije v letu 2003.

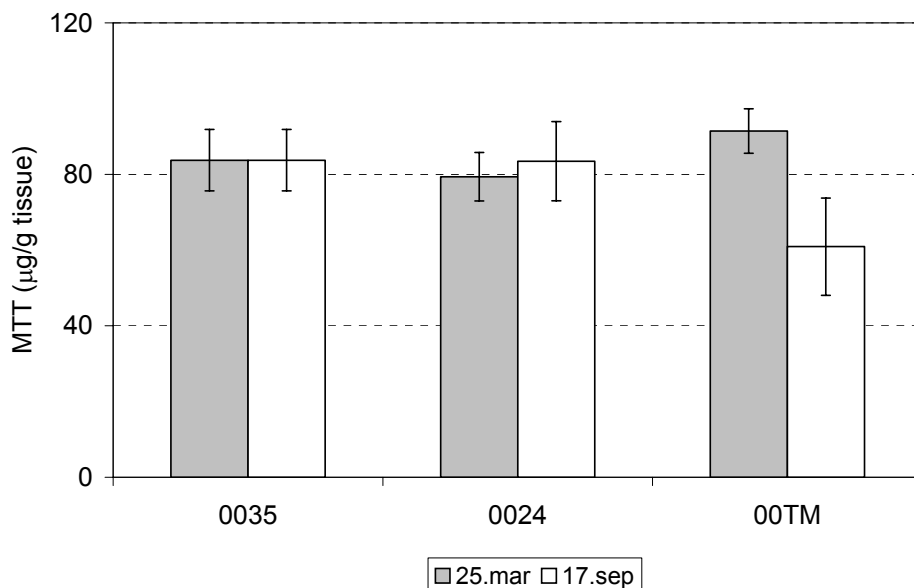
Postaja	Koda	Pretok m ³ /leto	TotP t/leto	TotN t/leto	TSS t/leto
Drnica	00DN	7,2E+06	2	26	64
Dragonja	00DR	3,69E+07	7	246	58
Badaševica	00BA	1,01E+07	2	33	134
Rižana	00RI	9,0E+07	110	1595	1749
Skupaj reke			121	1900	2005
ČN Koper	00KB	4,6E+06	26	150	840
ČN Piran	00PA	4,1E+06	15	116	556
Skupaj ČN			42	265	1396

2.4. Biomonitoring

Od leta 2000 vzorčeni 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). 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 podana na sliki 6.

V letu 2003 smo v vzorcih nabranih v marcu na vseh treh postajah ugotovili nižje koncentracije metalotioneinov kot prejšnja leta. V spomladanskem vzorčenju smo največjo povprečno vrednost metalotioneinov ($92,66\mu\text{g/g}$ tkiva) ugotovili v spomladanskem vzorcu s postaje 00TM (Koprski zaliv). V jesenskem vzorčenju smo največjo povprečno vrednost metalotioneinov ugotovili v vzorcih s postaje 0035 v Piranskem zalivu in je znašala $88,31\mu\text{g/g}$ tkiva. V jesenskem vzorčenju smo ugotovili na vseh postajah nižje koncentracije metalotioneinov v vzorcih kakor v spomladanskem vzorčenju. Najnižjo vsebnost metalotioneinov smo v pomladanskem vzorčenju ugotovili v Strunjanskem zalivu na postaji 0035. V jesenskem vzorčenju smo najnižjo koncentracijo metalotioneinov zabeležili na postaji 00TM v Koprskem zalivu. Povprečna vrednost metalotioneinov v klapavicah iz Koprskega zaliva je znašala $60,9\mu\text{g/g}$ tkiva. V jesenskem vzorčenju smo najvišjo vrednost metalotioneinov ugotovili v Piranskem zalivu na postaji 0035 in povprečna vrednost znaša $88,31\mu\text{g/g}$ tkiva. Količine metalotioneinov v klapavicah so odvisne od fiziološkega stanja živali kakor tudi od vsebnosti težkih kovin v okolju. Proučen je odnos med koncentracijo Zn v hepatopancreasu in med količino metalotioneinov (Viarengo in sod., 1997), zato v določenem časovnem obdobju nekoliko višji nivo metalotioneinov ni nujno posledica onesnaženja.

Mehkužci, še posebej školjke, so sposobne kopičiti visoke koncentracije težkih kovin v svojih tkivih. Kopičenje težkih kovin se spreminja glede na fiziološko stanje živali, homeostatske mehanizme v celici, odvisno od časa izpostavljenosti težkim kovinam (Viarengo in sod., 1982). V tkivih mehkužcev so težke kovine lahko shranjene kot anorganski precipitati, v veziklih in v lizosomih (Viarengo in sod. 1980). V citosolu se težke kovine vežejo na s cisteinom bogate proteine imenovane metalotioneini. Njihova sinteza se hitro poveča, ko pride v celici do kopičenja težkih kovin (Viarengo in sod. 1980, Roesijadi in sod., 1982, Viarengo in sod. 1982). Strupeni učinki težkih kovin niso odvisni samo od njihove celokupne koncentracije v tkivih, ampak moramo upoštevati tudi ione težkih kovin, ki so prosti in reagirajo s celičnimi strukturami in/ali z encimi in na ta način vplivajo na metabolne poti (Webb 1979).



Slika 6. Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) v letu 2003

Analizirali smo tudi obseg poškodb v DNA v hemolimfi klapavic. Za vzorce nabrane v spomladanskem vzorčenju smo ugotovili najnižji povprečni izračunani koeficient SSF v vzorcih iz s postaje 00TM (-0,04, N=25 osebkov) v Koprskem zalivu, sledi postaja v Strunjanskem zalivu (-0,07, N=25 osebkov). Največji koeficient SSF smo ugotovili na postaji v Piranskem zalivu(-0,16, N= 25 osebkov). Glede na linearni nagib krivulje ugotavljamo, 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.

Za analizo poškodb DNA smo uporabili metodo alkalne elucije. Z njo ugotavljamo recentne poškodbe DNA v organizmih. Metoda je standardizirana in preizkušena na mnogih morskih organizmih. Z alkalno elucijo lahko ugotovimo eno poškodbo v DNA na 10^7 nukleotidov. Glede na profil elucijske krivulje lahko ugotovimo kakšna vrsta poškodb je nastala v DNA (alkalno labilna mesta, zamreževanje DNA s proteini in zamreževanje DNA z DNA-pri tej vrsti poškodb pride do navideznega podaljšanja DNA). Kakšne vrste poškodb bodo nastale v DNA je odvisno od vrste mutagena.

Poudariti moramo, da nastanejo poškodbe DNA v večji meri takrat, ko pride do onesnaženja z mutagenimi snovmi, ki poškodujejo dedni material. Kasneje se poškodbe DNA do določene mere popravijo s popravljivimi mehanizmi. Kadar ostane koncentracija mutagenov v okolju višja, je tudi obseg poškodb v DNA večji. Številni ksenobiotiki, ki se kopičijo v organizmih lahko povzročijo poškodbe dednine tako, da se sami vežejo na molekulo DNA ali njihovi metaboliti, ki nastanejo v procesu biotransformacije. Ko se ksenobiotiki biotransformirajo v celicah lahko nastanejo mutageni in karcinogeni metaboliti. Njihove interakcije z DNA povzročijo poškodbe v molekuli DNA. V procesu biotransformacije ksenobiotikov nastanejo v celici reaktivni elektrofilni metaboliti, ki se vežejo na nukleofilna mesta v molekuli DNA in povzročijo poškodbe DNA. V molekuli DNA lahko nastanejo. Vedno bolj stopa v ospredje tudi študij genotoksičnih učinkov polutantov v okolju tudi na druge organizme, ki so taksonomsko nižje uvrščeni. Četudi pri njih ugotovimo poškodbe DNA direktna interpolacija genotoksičnih učinkov na druge višje taksonomske kategorije in na človeka ni enostavna. V procese so lahko vključeni povsem drugi mehanizmi npr. drugačna sposobnost akumulacije ksenobiotikov, različne poti vnosa v telo, različne metabolne poti ali komplementarni encimi, ki so značilni za določeno skupino živali (mislimo na nivoju filogenetskih dreves).

3. Koordinacija za MED POL

V skladu z določbami dogovora med vlado R Slovenije in UNEP MAP je bilo v marcu 2004 v Atene posredovano poročilo monitoringa "Programme for the Assessment and Control of Pollution in the Mediterranean Region - National Monitoring Programme for Slovenia" skupaj z računalniškim zapisom rezultatov.

Rezultati monitoringa morja so bili za EEA v okviru programa EUROWATERNET posredovani preko MOPE.

V preteklem letu je bila opravljena s strani ekspertov UNEP MAPa evalvacija do sedaj opravljenih analiz monitoringa vseh sodelujočih članic programa MED POL –a faze III. V prilogi pošiljamo kopije ocen, ki se nanašajo na NMPSlovenije.

Poleg izvajanja programa monitoringa, je bila v letu 2003 večina dejavnosti posvečena SAP MED/GEF projektu. S finančno podporo GEF MED projekta so bili pripravljene trije pomembni dokumenti za nacionalne aktivnosti za zmanjšanje kopenskih virov onesnaženja morja: "National Diagnostic Analysis", "Baseline Budget" in "Pollution hot spots and sensitive areas". Dokumenti so bili posredovani na sekretariat MAP v Atene in so bili dobro ocenjeni. Na osnovi dokumenta o žariščih onesnaženja in občutljivih območjih smo nato pripravili predlog "Priority pollution hot spot pre-investment study" in ga tudi posredovali v Atene. Predlog je bil pozitivno ocenjen in nato med dvema obiskoma koordinatorja GEF MED projekta v Sloveniji (dr. Ante Barić, 13. – 14. 05. 2003 in 12. – 13. 06. 2003) dopolnjen. Odobreno predinvesticijsko študijo bo v letu 2004 financiral GEF projekt v višini 300.000 \$. Poleg koordinatorja GEF MED projekta, sta Slovenijo obiskala tudi direktor PAP/RAC centra (dr. Ivica Trumbić, 07. 01. 2003) in koordinator MAP MED POL programa (dr. Saverio Civili, 13. – 14. 05. 2003) ter koordinator UNEP MAP programa (dr. Lucien Chabason, 04. 09. 2003).

Sodelovanje slovenskih ekspertov na strokovnih sestankih MED POL/MAP

V letu 2003 je bilo več sestankov, ki jih je organiziral Sekretariat MAP in so se jih udeležili slovenski eksperti:

- zasedanje MED POL nacionalnih koordinatorjev (Alenka Malej, Sangemini, 26. – 30. 05. 2003),
- zasedanje GEF koordinacijskega odbora (Alenka Malej, Atene, 03. – 04. 11. 2003),
- zasedanje neformalne mreže okoljskih inšpektorjev: Meeting of the Informal Network on Compliance and Enforcement (Boris Žbona, Atene, 03. – 05. 12. 2003),

- sestanek ekspertov za spremljanje monitoring dejavnosti MED POL: Review of implementation of MED POL –PhaseIII monitoring Activities (Alenka Malej, Saronida, 09. – 11. 12. 2003),
- estanek ekspertov za kriterije in merila za monitoring rekreacijskih voda: Consultation Meeting on Criteria and Standards for Health-Related Monitoring of Coastal Recreational Waters (Dean Bošnjak, Atene, 15. – 16. 12. 2003).

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

- za monitoring eutrofikacije morja: First course of training for the technical operators on Coastal Water Eutrophication Monitoring Programme, ICRAM_CRM-ARPAER (Janja France, Cesenatico, 09. – 13. 06. 2003),
- za monitoring organskih onesnaževal (Gregor Muri, Monaco, 16. 06. – 02. 07. 2003)
- za monitoring sredozemskih rek: Regional Training course on Mediterranean river monitoring- SAP/Guidelines for river (including estuaries)pollution monitoring programme for the mediterranean region (Valentina Turk, Orleans, 18. – 19. 12. 2003).

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

MED POL MAP je poleg tega iz sredstev za raziskave še ne dovolj poznanih onesnaženj v Sredozemskem morju program kril stroške raziskave "The influence of fish farming on coastal marine sediment in Slovenia (Piran Bay, northern Adriatic)" (nosilka Nives Kovač) UNEP/MAP, No: ME/6030-00-04 BL2208 v višini 5000 \$.

Pod pokroviteljstvom WHO v sklopu UNEP MAP programa je bil organiziran seminar National Training Course for Inspectors for Environment, ki ga izvedel Boris Žbona, MOPE IRSOP OE Nova Gorica v sodelovanju z KOPO d.o.o Nova Gorica, sodelavci ZVNRS Piran, NIB-MBP Piran.

Udeležba na interkalibracijah in izpopolnjevanjih inzagotavljanje kakovosti (DQA)

Sodelovali smo v interkalibraciji določanja metalotioneinov šestih vzorcev - Centro Interuniversitario, Biologia e Chimica dei Metalli in traccia, UNEP-MAP Reference center for quality assurance (Genoa).

LITERATURA

- ASTM Standards on Environmental Sampling, ASTM Publ. Code (PCN): No 03-418095-38, 1995.
- Bendeschnaider, K in RJ Robinson. 1952.J. Marine Res:2,1.
- 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. 2004. Izvajanje monitoringa kakovosti morja, brakičnih voda in voda za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2003.MOPE,ARSO.
- Roesijadi, G., Calabrese, A., Nelson, D.A. 1982:. Mercury binding proteins of *Mytilus edulis*. V: Vernberg, W.B., Calabrese, A., Thurberg, F.P., Vernberg, F.J. (ur.) *Physiological mechanisms of marine pollutant toxicity*. Academic Press, New York, s. 75-87.
- 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.
- 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/WHO, 1994. Guidelines for health-related monitoring of coastal recreational and shellfish areas. Bacterial indicator organisms. UNEP. Copenhagen.
- UNEP/RAMOG, 1999: Manual on the biomarkers recommended for the MED POL biomonitoring programme. UNEP, Athens.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mit. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38.
- Viarengo, A., Pertica, M., Mancinelli, G., Zanicchi, G., Orunesu, M. 1980. Rapid induction of copper-binding proteins in the gills of metal exposed mussels. *Comp. Biochem. Physiol. C* 67: 215-218.
- Viarengo, A., Pertica, M., Mancinelli, G., Palmero, S., Zanicchi, G., Orunesu, M. 1982: Evaluation of general and specific stress indices in mussels collected from populations subjected to different levels of heavy metal pollution. *Mar. environ. Res.* 6: 235-243.

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.

PRILOGA PROGRAM MONITORINGA V LETU 2003

MONITORING VODA ZA VZGOJO ŠKOLJK

TM1

Področje ime	Koda postaje	Parametri/skupina ³	Frekvenca vzorčevanja
Strunjan	0024	BOP: CTD sonda: Temp., Slan., Trans., O ₂ , Chl. α biomasa Toksični fitoplankton	mesečno januar- april in december dvakrat mesečno maj-november
Seča –Piranski zaliv	0035	BOP: CTD sonda: Temp., Slan., Trans., O ₂ , Chl. α biomasa Toksični fitoplankton,	mesečno januar- april in december dvakrat mesečno maj-november

Ta del programa Barcelonske konvencije se izvaja v okviru **Programa monitoringa kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev.**

2. MONITORING OKOLJA IN TREND MONITORING

TM2

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Matriks in vrste ¹		Parameter/ skupina ¹	Frekvenca vzorčevanja	Globina postaje (m)
				Matriks	Vrsta			
SLO	00TM	Marina Koper	Obalna	Biota	MG	Cd, Hg	Letno	10
SLO	0024	Strunjanski zaliv	Referenčna	Biota	MG	Cd, Hg	Letno	8
SLO	0024	Strunjanski zaliv	Referenčna	Biota	MG	BOP, PAH, AH	Letno	8
SLO	00TM	Marina Koper	Obalna	Biota	MG	BOP, PAH, AH	Letno	10
SLO	00KK	Zunanji del Koprškega zaliva	Obalna	Sediment	-	BOP, PAH, AH	Letno	21
SLO	00CZ	JZ del Tržaškega zaliva	Referenčna	Sediment	-	BOP, PAH, AH	Letno	24
SLO	0014	Luka Koper	Obalna	Sediment		BOP, PAH, AH	Letno	10
SLO	000K	Notranji del Koprškega zaliva	Obalna	Sediment	-	BOP, PAH, AH	Letno	16
SLO	00MA	Piranski zaliv	Obalna	Sediment		BOP, PAH, AH	Letno	16
SLO	00MP	Marina Portorož	Obalna	Sediment	-	BOP, PAH, AH	Letno	10

Osenčena mesta trend monitoringa so vključena v Program monitoringa kakovosti morja ali v Program monitoringa kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev.

2.2. ŽARIŠČA ONESNAŽENJA

TM3

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Matriks in vrste ¹		Parameter/ skupina ¹	Frekvenca vzorčevanja	Globina postaje (m)
				Matriks	Vrsta			
SLO	00RI	Rižana	osnovno	Rečna voda		T, S, pH, O ₂ BOD,COD, NUT(NO ₂ -N, NO ₃ -N, NH ₄ -N, PO ₄ -P, SiO ₄ - Si),Tot. N and P, TSS, , FC.	Sezonsko	0.3m
SLO	00BA	Badaševica	dodatno	Rečna voda		T, S, pH, O ₂ BOD,COD, NUT(NO ₂ -N, NO ₃ - N, NH ₄ -N, PO ₄ -P, SiO ₄ -Si),Tot. N and P, TSS, FC.	Sezonsko	0.3m
SLO	00DN	Dmica	dodatno	Rečna voda		T, S, pH, O ₂ BOD,COD, NUT(NO ₂ -N, NO ₃ - N, NH ₄ -N, PO ₄ -P, SiO ₄ -Si),Tot. N and P, TSS, POC, PN, DET, FC	Sezonsko	0.3m
SLO	00DR	Dragonja	referenčno	Rečna voda		T, S, pH, O ₂ BOD,COD, NUT(NO ₂ -N, NO ₃ - N, NH ₄ -N, PO ₄ -P, SiO ₄ -Si),Tot. N and P, TSS, FC.	Sezonsko	0.3m

Osenčena mesta so vključena v **Program monitoringa kakovosti brakičnih voda.**

2.2. ŽARIŠČA ONESNAŽENJA**TM4**

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Značilnosti postaje	Matriks in vrste ¹		Parameter/ skupina ¹	Frekvenca vzorčevanja	Globina postaje (m)
				Matriks	Vrsta			
SLO	00IO	Izola podvodni izpust	podvodni izpust	Morska voda		MET (W,T,H,) BOP(T, S, O ₂ ,Fluor.Turb NUT (NO ₂ -N, NO ₃ -N, NH ₄ -N, PO ₄ -P, SiO ₄ -Si), Tot. N and P, TSS, POC, PN, FC, Chl α TRIX	sezonsko	5 globin (200m od obale)
SLO	00PO	Piran podvodni izpust	podvodni izpust	Morska voda		MET (W,T,H,) BOP(T, S, O ₂ ,Fluor.Turb) NUT (NO ₂ -N, NO ₃ -N, NH ₄ -N, PO ₄ -P, SiO ₄ -Si), Tot. N and P, TSS, POC, PN, FC, Chl α TRIX	sezonsko	5 globin (3500m od obale)

2.3. OBREMENITEV

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Opis	Matriks	Parameter/ skupina ¹	Frekvenca vzorčevanja
SLO	00KB	KOPER	Komunalni izpust	Odpadna voda	TSS, TotN,TotP	12/letno
SLO	00PA	PIRAN	Komunalni izpust	Odpadna voda	TSS, TotN,TotP	12/letno

2.4. BIOMONITORING

TM5

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Vrsta učinka	Metoda (biomarker) ²	Organizem in tkivo ³		Frekvenca vzorčevanja
					Organizem	Tkivo	
SLO	00TM	Marina Koper	splošen stres	Indukcija metalotioneinov	MG	Prebavna žleza	2 krat/leto
				Alkalna elucija	MG		2 krat/leto
SLO	0035	Piranski zaliv - Seča	splošen stres	Indukcija metalotioneinov	MG	Prebavna žleza	2 krat/leto
				Alkalna elucija	MG		2 krat/leto
SLO	0024	Strunjan	splošen stres	Indukcija metalotioneinov	MG	Prebavna žleza	2 krat/leto
				Alkalna elucija	MG		2 krat/leto

KARAKTERISTIKE POSTAJ

MONITORING ZA ZAŠČITO ZDRAVJA LJUDI - KVALITETA VODA ZA GOJENJE MORSKIH ORGANIZMOV

SC1

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Zemljepisna širina	Zemljepisna dolžina	Globina (m)	Oddaljenost od obale (m)
SLO	0024	Strunjan	45°31.79	13°35.80	16	600
SLO	0035	Seča -Piranski zaliv	45°29.49	13°34.83	12	300

MONITORING OBALNIH IN REFERENČNIH POSTAJ

SC2

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Zemljepisna širina	Zemljepisna dolžina	Globina postaje (m)	Oddaljenost od obale (m)
SLO	00MP	Marina Portorož	45°30.40	13°35.80	10	2
SLO	00TM	Marina Koper	45°33.00	13°43.36	2	1
SLO	0014	Luka Koper	45°33.42	13°44.20	10	10
SLO	000K	Koprski zaliv	45°33.60	13°43.20	16	1300
SLO	00KK	Koprski zaliv	45°35.50	13°40.00	21	3000
SLO	0024	Strunjanski zaliv	45°31.93	13°35.40	8	600
SLO	000F	Odprte vode	45°32.30	13°33.00	21	3000
SLO	00CZ	Tržaški zaliv	45°37.40	13°37.93	24	3500
SLO	00MA	Piranski zaliv	45°30.20	13°34.20	16	1500

MONITORING ŽARIŠČ ONESNAŽENJA

SC3

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Opis postaje	Zemljepisna širina	Zemljepisna dolžina	Globina postaje (m)	Oddaljenost (m)
SLO	00RI	Rižana	Reka	45°33.40	13°45.47		
SLO	00BA	Badaševica	Reka	45°32.20	13°43.67		
SLO	00DN	Drnica	Reka	45°28.65	13°37.00		
SLO	00DR	Dragonja	Reka	45°27.92	13°36.93		
SLO	00IO	Izola izpust	Podvodni izpust	45°32.64	13°39.75	10	200
SLO	00PO	Piran izpust	Podvodni izpust	45°32.00	13°32.00	22	3500

MONITORING OBREMENITEV

SC4

Koda področja	Koda postaje	Merilno mesto	Opis postaje	Vir odpadne vode	Mesto izpusta	Zemljepisna širina	Zemljepisna dolžina
SLO	00KB	KOPER	Odpadna voda	Komunalna čistilna naprava	KOPER Glej slike (sl. 3)	45°33.60	13°45.08
SLO	00PA	PIRAN	Odpadna voda	Komunalna čistilna naprava	PIRAN Glej slike (sl. 3)	45°31.17	13°34.20

BIOMONITORING

SC5

Koda področja	Koda postaje	Vzorčevalno mesto	Zemljepisna širina	Zemljepisna dolžina	Globina postaje (m)	Oddaljenost (m)
SLO	00TM	Marina Koper	45°33.00	13°43.36	2	1
SLO	0035	Piranski zaliv - Seča	45°29.40	13°35.00	12	300
SLO	0024	Strunjanski zaliv	45°31.93	13°35.40	8	600

Koordinate postaj-kartografski sistem WGS-84

