

# Raziskave kakovosti morja in kontrola onesnaženja

Poročilo za leto 2000

*Izvajalec:* Nacionalni inštitut za biologijo

Večna pot 111, 1000 Ljubljana

tel. 01 42 333 88, faks: 01 412 35 038

Morska biološka postaja Piran

Fornače 41, 6330 Piran

tel.: 05 674 6368, faks: 05 674 6367

*Naročnik:* Ministrstvo za okolje in prostor,

Uprava R Slovenije za varstvo narave

Pogodba št. 2521-00-200026

*Nosilka programa:* Valentina Turk

*Nacionalna koordinatorica za MED POL:* Alenka Malej

*Sodelavci raziskovalci:* O. Bajt, N. Kovač, P. Mozetič, M. Tušek-Žnidarič

*Zunanji sodelavci:* M. Horvat, R. Milačič, V. Fajon, J. Ščančar

*Računalniška obdelava podatkov:* J. Forte

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

## KAZALO

<b>VSEBINA PROGRAMA</b> .....	<b>3</b>
<b>I. Namen programa</b> .....	<b>4</b>
<b>II. Sodelujoče ustanove, odgovorni nosilci in izvajalci</b> .....	<b>5</b>
<b>III. Popis monitoringa in vzorčevalnih postaj</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi - Compliance monitoring</b> .....	<b>6</b>
1.1. Monitoring voda za vzgojo školjk.....	6
<b>2. Monitoring okolja in trend monitoring</b> .....	<b>6</b>
2.1. Obalno in referenčno področje .....	6
2.3. Obremenitev .....	12
2.3. Obremenitev .....	14
2.4. Biomonitoring.....	14
<b>3. Program zagotavljanja kakovosti podatkov (DQA)</b> .....	<b>14</b>
<b>4. Koordinacija za MED POL</b> .....	<b>14</b>
<b>IV. METODE DELA</b> .....	<b>16</b>
<b>V. REZULTATI</b> .....	<b>20</b>
<b>1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi – Compliance monitoring</b> .....	<b>20</b>
1.1. Vode za gojenje morskih organizmov .....	20
<b>2. Monitoring okolja in trend monitoring</b> .....	<b>24</b>
2.1. Obalno in referenčno področje .....	24
2.2. Žarišča onesnaženja.....	36
2.3. Obremenitve .....	45
2.4. Biomonitoring.....	49
<b>3. Program zagotavljanja kakovosti podatkov (DQA)</b> .....	<b>51</b>
<b>4. Koordinacija za MED POL</b> .....	<b>52</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>55</b>
<b>VI. TABELE</b> .....	<b>58</b>
<b>VII. TABELE - REZULTATI</b> .....	<b>73</b>

## VSEBINA PROGRAMA

Izhodišča za izvajanje monitoringa predstavlja pristop h Konvenciji o zaščiti Sredozemskega morja pred onesnaženjem (Barcelonska konvencija z vsemi njenimi protokoli in amandmaji) in izvajanje programa za oceno stanja morja in kontrole onesnaženja v Sredozemski regiji v okviru MED POL - faza III, 1996-2005.

Poročilo RAZISKAVE KAKOVOSTI MORJA IN KONTROLA ONESNAŽENJA v letu 2000 vključuje podatke in rezultate:

- »compliance« monitoring-a, monitoringa namenjenega spremljanju prisotnosti toksičnih fitoplanktonskih vrst v področju gojišč morskih organizmov z vidika zaščite zdravja ljudi;
- monitoringa okolja in trend monitoringa za oceno stopnje eutrofikacije in splošnega stanja kakovosti obalnega morja, ter trendov onesnaženja s kontaminantami, kot so policiklični ogljikovodiki in izbrane težke kovine;
- monitoringa okolja in trend monitoringa za oceno kakovosti voda v mokrišču Škocjanski zatok in na žariščnih točkah onesnaženja kot so estuariji ter podvodni izpusti komunalnih naprav;
- oceno obremenitve s kopenskimi točkovnimi virov onesnaženja;
- rezultate biomonitoringa posledic onesnaženja na organizme, ki omogoča izdelati strategijo opozarjanja pred specifičnimi posledicami onesnaževanja ekosistema.

Poročilo vključuje tudi podatke o dodatnih aktivnostih, ki smo jih izvajali v skladu s sprejetim protokolom:

- program zagotavljanja kakovosti podatkov (DQA);
- koordinacija za MED POL.

## I. Namen programa

Številne dejavnosti v priobalnem prostoru in razmeroma gosta naseljenost v tem delu Slovenije obremenjujeta obalno morje, zmanjšujejo njegovo kakovost in negativno vplivajo na morski ekosistem. Osnovni namen rednega spremljanja – monitoringa, je priprava zanesljivih informacij o kakovosti obalnega ekosistema in obremenjenosti morja s specifičnimi onesnaževalci. Informacije, ki nastajajo v okviru monitoringa, omogočajo oblikovanje enotnih kriterijev za zbiranje, obdelovanje, shranjevanje in posredovanje informacij v domačem in mednarodnem prostoru, kar so tudi sicer elementi globalne standardizacije slovenskega prostora. Kakovost obalnega morja lahko ohranimo (ali povečamo) le z omejevanjem onesnaževanja in nadzorom nad različnimi dejavnostmi ter s pravilno zastavljenim razvojem tega prostora.

Program in izbira lokacij monitoringa Raziskave kakovosti morja in kontrola onesnaženja obalnega ekosistema Slovenije upošteva naravne značilnosti morskega okolja Tržaškega zaliva (zaprtost, plitvost in vseoceanografske značilnosti), vnose oz. vplive s kopnega in dejstvo, da je obalno področje Slovenije del ekološke celote Severnega Jadrana.

Cilji programa monitoringa so:

- zadostitev zahtevam nacionalne zakonodaje in splošnim kriterijem MAP- a (Sredozemski akcijski načrt) za določanje kvalitete morja,
- ocenitev stopnje onesnaženja Slovenskega obalnega ekosistema in spremljanje časovnih sprememb vnosov in dolgoročnih sprememb kvalitete ekosistema,
- vzpostavitev sistema zgodnjega opozarjanja o ekoloških spremembah in posledicah.

Izvajanje programa Raziskave kakovosti morja in kontrola onesnaženja poteka v skladu s programom Združenih narodov za okolje (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, Report 2000; projekt št. ME/1100-98-02-2209).

## II. Sodelujoče ustanove, odgovorni nosilci in izvajalci

V programu sodelujeta dve ustanovi: Nacionalni inštitut za biologijo-Morska biološka postaja Piran (NIB/MBP) in Inštitut J.Štefan, Oddelek za kemijo okolja (IJS):

<i>Ime izvajalca</i>	<i>Ustanova</i>	<i>Analize</i>
Oliver Bajt, dr.	NIB/MBP	analize ogljikovodikov
Milena Horvat, dr.	IJS	vodja odseka, analize težkih kovin
Nives Kovač, dr.	NIB/MBP	analize partikulatnega C in N
Alenka Malej, prof. dr.	NIB/MBP	nacionalna koordinatorica za MED POL
Radmila Milačič, dr.	IJS	analize težkih kovin
Patricija Mozetič, dr.	NIB/MBP	analize fitoplanktona
Janez Ščančar, dipl.biol.	IJS	analize težkih kovin
Valentina Turk, dr.	NIB/MBP	vodja projekta, mikrobiološke analize
Janez Forte	NIB/MBP	računalniška priprava in obdelava podatkov
Mira Avčin in Silva Maslo	NIB/MBP	kemične analize
Vladimir Bernetič	NIB/MBP	analize suspendiranih delcev in detergentov
Vesna Fajon	IJS	analize težkih kovin
Franc Kravos, Tihomir Makovec	NIB/MBP	terensko vzorčevanje, CTD sonda

### III. Popis monitoringa in vzorčevalnih postaj

Pregledne tabele vsebine monitoring programa z osnovnimi podatki vzorčevalnih postaj, popisom izbranih parametrov in frekvenco vzorčevanja so podane v prilogi TABELE: zbirne tabele postaj, parametrov in frekvence vzorčevanj CM2, TM 1- 5, tabele s karakteristikami posamezne postaje - zemljepisno širino in dolžino, globino postaje in oddaljenost od obale - tabele SC 1 - 5 (str. 60-73). Vzorčevalna mesta so prikazana na slikah 1 – 5.

#### 1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi - Compliance monitoring

##### *Kakovost voda za vzgojo morskih organizmov*

##### *1.1. Monitoring voda za vzgojo školjk*

- *Vzorčevanje:* osnovni fizikalno-kemični parametri (temperature, slanost, raztopljeni kisik) so bili izmerjeni s CTD sondo (CTD=Conductivity, Temperature, Depth; Center for Waster Research, Avstralija), fitoplanktonske vzorce smo zajeli z vertikalnim potegom standardne planktonske mreže (velikost por 20 µm) vzdolž vodnega stolpca od dna do površine.
- *Vzorčevalna mesta:* vzorčevali smo na postaji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) in na postaji v notranjosti Piranskega zaliva - Seča (post. 0035) (priloga tabela SC1, slika 1).
- *Popis parametrov:* abundanca in sestava toksičnih vrst fitoplanktona, koncentracije pigmentov (klorofila a - Chl a), prozornost, pH, slanost, temperatura, raztopljeni kisik (priloga tabela CM2).
- *Datum vzorčenja:* 18. jan., 4. feb., 15. mar., 12. apr., 9. in 23. maj, 2., 7. in 20. jun., 5. in 20. jul., 2., 16. in 29. avg., 12. in 26. sept., 10. in 23. okt., 10. nov. in 12. dec. 2000.

#### 2. Monitoring okolja in trend monitoring

##### *2.1. Obalno in referenčno področje*

##### *2.1.1. Trend monitoring težkih kovin in ogljikovodikov v organizmih*

- *Vzorčevanje:* vzorce školjk (*Mytilus galloprovincialis*) smo pobirali z ročnim grabilom na postaji pred marino Koper (izlivno območje reke Rižane, post. 00TM) in referenčni postaji v Strunjanskem zalivu (post. 0024) (priloga - tabela TM1 in SC2) (slika 2).







- *Datum vzorčevanja:* 26.sept. in 2 okt. 2000.
- *Popis parametrov:* Težki kovini kadmij (Cd) in živo srebro (Hg), ter ogljikovodike (PHC).

### **2.1.2. Kemično onesnaženje sedimenta**

- *Vzorčevanje:* vzorce sedimenta smo pobirali s korerji (sloj zgornjih 10 cm sedimenta).
- *Vzorčevalna mesta:* marina Portorož (post. 00MP), ustje reke Rižane (post. 0014), sredina Koprškega (post. 000K) in Piranskega zaliva (post. 00MA), postaja pred Debelim rtičem (post. 00KK), ter referenčna postaja sredi Tržaškega zaliva (post. 00CZ) (priloga - tabela TM1, SC2, slika 3).
- *Datum vzorčevanja:* 26. september 2000.

### **2.1.3. Monitoring trofičnega stanja obalnega morja**

Trofični status priobalnega morja in odprtih vod Tržaškega zaliva smo določili s pomočjo TRIX indeksa (Vollenweider in sod. 1997).

- *Obdelava podatkov za postaje:* Piranskega in Koprškega zaliva (post.00MA in 00K1), Tržaškega zaliva (post.00CZ in 000F), podvodnih izpustov (post. 00PO in 00IO) (tabela TM1 nad.,SC2, sliki 5 in 3).
- *Priprava podatkov:* računalniška obdelava rezultatov podatkov Morske biološke postaje Piran, NIB; “Program spremljanja kakovosti obalnega morja v Republiki Sloveniji” - ( Vukovič in sod., v pripravi), naročnik je Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod R Slovenije.

### **2.1.4. Monitoring mokrišča**

- *Vzorčevanje:* vzorce vode smo zajemali z Niskinovo posodo.
- *Vzorčevalna mesta* v Škocjanskem zatoku: Kanal - SKO1, Jezerce - SKO3 in Rekica - SKO4 (priloga - tabela SC2) (slika 4).
- *Popis parametrov:* slanost, pH, raztopljeni kisik (O<sub>2</sub>), biološka in kemijska poraba kisika, hranilne soli dušika, fosfata in H<sub>2</sub>S, celokupni dušik in fosfor, vsebnost suspendiranih delcev, partikulatni organski ogljik in dušik, število fekalnih koliformnih bakterij (priloga tabela TM1 nad.).
- *Datum vzorčevanja:* 16. feb., 25. maj, 23. avg. in 8. nov. 2000.





## **2.2. Žarišča onesnaženja**

### **2.2.1. Monitoring kontaminant – rečna ustja**

- *Vzorčevanje:* vzorce vode površinskih vod smo zajemali v polietilenske in steklene steklenice.
- *Vzorčevalna mesta:* izlivna področja rek Rižane (post. 00RI), Badaševce (post. 00BA), Drnice (post. 00DN) in Dragonje (post. 00DR) (priloga - tabela SC3) (slika 5).
- *Popis parametrov:* temperatura, slanost, pH, raztopljeni kisik, biološka in kemijska poraba kisika, hranilne soli dušika fosfata, silicija, celokupni dušik in fosfor, vsebnost suspendiranih delcev, partikulatni organski ogljik in dušik, detergenti, število fekalnih koliformnih bakterij, težke kovine (Pb, Ni, Cd, Cr, Cu, Zn, Hg) (priloga - tabela TM2b).
- *Datum vzorčevanja:* 17. feb., 25. maj, 24. avg. in 22. nov. 2000.

## **2.3. Obremenitev**

### **2.2.1. Monitoring kontaminant – območje podvodnih izpustov**

- *Vzorčevanje:* vzorce morske vode na mestih podvodnega izpusta smo vzorčevali z Niskinom ali črpalko na ladji, osnovni fizikalno-kemični parametri (temperature, slanost, raztopljeni kisik) so bili izmerjeni s CTD sondo (CTD=Conductivity, Temperature, Depth; Center for Waster Research, Avstralija).
- *Vzorčevalna mesta:* Na mestu podvodnega izpusta čistilne naprave Piran (post. 00PO) smo vzorce morske vode zajemali na 10 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 5).
- *Popis parametrov:* temperatura, slanost, pH, raztopljeni kisik, biološka in kemijska poraba kisika, hranilne soli dušika, fosfata, silicija, celokupni dušik in fosfor, vsebnost suspendiranih delcev, partikulatni organski ogljik in dušik, detergenti, število fekalnih koliformnih bakterij (glej tabelo TM2b in TM2b nad.).
- *Datum vzorčevanja:* 6. mar., 9. maj post. 00PO oz. 10. maj post. 00IO, 29. avg. in 23. nov. 2000.



### **2.3. Obremenitev**

#### **2.3.1. Monitoring obremenitev s kopenskih točkovnih virov onesnaženja**

- *Način vzorčevanja:* ročno zajemanje enkratnega vzorca odpadne vode na iztoku čistilnih naprav ali črpališč v polietilenske in steklene steklenice. Vzorcem odpadnih vod za analize težkih kovin smo po odvzemu dodali 1ml HNO<sub>3</sub> p.a.
- *Vzorčevalna mesta:* odpadne vode smo vzorčevali na iztoku črpališča v Izoli (post. 00IA), čistilne naprave v Kopru (post. 00KB) in Piranu (post. 00PA), ter iztoku posedalnika maščob tovarne “Delamaris” v Izoli (post. 00DE) (priloga - tabela SC4) (slika 5).
- *Popis parametrov:* pH, biološka in kemijska poraba kisika, analize hranilnih soli dušika, fostata, vsebnost suspendiranih delcev, partikulatni organski ogljik in dušik, detergenti, število fekalnih koliformnih bakterij in težke kovine (Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Zn, Hg) (priloga – tabela TM3a).
- *Datum vzorčevanja:* 7. feb., 25. maj, 24. avg. in 22. nov. 2000. Analize težkih kovin, POC in PN so bile opravljene le v vzorcih odvzetih 7. feb. in 24. avg. 2000.

### **2.4. Biomonitoring**

- *Način vzorčevanja:* vzorce organizmov školjk (*Mytilus galloprovincialis*) 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) (slika2).
- *Popis parametrov:* indukcija metalotioneinov, biometrija organizmov (teža, dolžina, višina) (priloga - tabela TM4).
- *Datum vzorčevanja:* 15. mar. in 26. sept. 2000.

Metodologija izbire postaj, vzorčevanja in analiz posameznih parametrov je opisana v priporočilih in navodilih UNEP/FAO/IOC/IAEA –a in UNEP/WHO-a.

## **3. Program zagotavljanja kakovosti podatkov (DQA)**

### **4. Koordinacija za MED POL**

- Sodelovanje na sestankih nacionalnih koordinatorjev
- Sodelovanje na sestankih znanstveno-tehničnega komiteja
- Zagotavljanje formalne komunikacije s sekretariatom MAP

- Zbiranje in evaluacija podatkov relevantnih za MED POL dejavnost, posredovanje zahtevanih podatkov in informacij Sekretariatu MAP v skladu z dogovorjenimi roki in formati, organizacija priprave letnega poročila o stanju morskega okolja pod nacionalno jurisdikcijo, sledenje in poročanje Sekretariata MAP o implementaciji dejavnosti v okviru MED POL.

## IV. METODE DE LA

**Fizikalni parametri.** Osnovne fizikalne parametre slanost, pH, raztopljeni kisik, biološko in kemično porabo kisika (O<sub>2</sub>, BPK5 in KPK) v morski vodi, odpadnih in rečnih vodah smo določali po standardnih metodah Strickland in Parson (1972). Temperaturo morja merimo na vsakem globinskem nivoju s CTD sondo (CTD=Conductivity, Temperature, Depth; Center for Water Research, Avstralija). Prozornost (transparenc) vodnega telesa smo ugotavljali po standardnem postopku s ploščo Secchi. Meritve pH vzorcev smo opravili z laboratorijskim pH metrom "Iskra" in kombinirano stekleno elektrodo. Slanost smo določali s pomočjo refraktometra, medtem ko smo koncentracije kisika določali po modifikaciji Grasshoff (1962) klasične Winklerjeve metode. Biokemično porabo kisika smo prav tako določali z Winklerjevo metodo po petdnevni inkubaciji vzorcev pri temperaturi 20<sup>0</sup>C.

**Hranilne soli.** Koncentracije hranilnih soli dušika (NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N), fosfata (PO<sub>4</sub>-P) in silicija (SiO<sub>4</sub>-Si) smo določali kolorimetrično po standardnih metodah v nefiltriranih vzorcih z izjemo vzorcev odpadnih vod, rek in mokrišča, kjer smo vzorce za določanje fosfata, nitrita in nitrata predhodno filtrirali skozi steklene filtre GF/F (Whatman):

- fosfat smo določali z reakcijo z molibdatom in askorbinsko kislino po metodi Murphy in Riley (1962), modificirana po Koroleff -u (1968),
- nitrit z reakcijo s sulfanilamidom in etilen-diaminom po metodi Bendscheider in Robinson (1952),
- nitrat s predhodno reakcijo nitrita preko redukcijske kolone polnjene s kadmijem in bakrom (Grasshoff, 1983),
- amoniak s fenolhipoklorit metodo po metodi Koroleff (1969),
- silicij po metodi opisani v Mullin in Riley in modificirani po Stricklandu (1968). Totalni dušik in totalni fosfor 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.

**Celokupna suspendirana snov (TSS).** Vzorce za določanje celokupne suspendirane snovi smo filtrirali skozi filtre iz steklenih vlaken (Whatman GF/C) in vsebnost suspendirane snovi (anorganske in organske) na filtru določali po metodi opisani v Štirn in sod. (1969).

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

**Partikulatni organski ogljik in dušik (POC, PN).** Vzorce odpadnih vod in rek smo filtrirali skozi predhodno žgane filtre Whatman GF/F (temp. 480 °C/ 4 ure). Filtre z vzorcem smo nato sušili 24 ur v liofilizatorju. Celotno suspendirano snov predstavlja razlika v masi suhega filtra pred in po filtraciji vzorca. V posušeni in s kislino obdelanih vzorcih 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 vzocev površinskih vod smo nakisali (1 ml HNO<sub>3</sub> 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 HNO<sub>3</sub> s.p. na 1 l vzorca, da smo določili delež topnih kovin. Za določanje živega srebra smo odpadne in površinske vode vzorčevali 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 razkrojili v Parrovih lončkih s konc. HNO<sub>3</sub>. Za določanje Hg smo vzorce školjk razkrojili v teflonskih lončkih s konc. HNO<sub>3</sub>. Koncentracije kovin v vzorcih odpadnih in površinskih vod smo določali po protokolu ISO standardov s tehnikama plamske in elektrotermične atomske absorpcijske spektrometrije (FAAS, ETAAS), živo srebro pa smo določali s tehniko atomske absorpcijske spektrometrije hladnih par (CV AAS). Cd v školjkah smo določili s tehniko ETAAS, Hg pa smo določali s tehniko CV AAS. Analizni postopek za določanje kovin v odpadnih vodah smo kontrolirali s standardnim referenčnim materialom SPS-WW1 (Spectrapure Standards As, Oslo, Norveška). Točnost določanja kovin v površinskih vodah smo preverili s standardnim referenčnim materialom SPS-SW1 (Spectrapure Standards As, Oslo, Norveška). Točnost določanja Cd in Hg v vzorcih školjk smo preverili z analizo standardnega referenčnega materiala mišičnega tkiva Standard Reference Material Mussel Tissue 2976 (NIST). Analize referenčnih materialov so pokazale dobro ujemanje med izmerjenimi in certificiranimi vrednostmi, kar kaže na točnost analiznih postopkov, ki smo jih uporabljali pri delu.

**Analize ogljikovodikov (PHC) v sedimentu in organizmih.** Ogljikovodike v sedimentu smo določali z metodo plinske kromatografije (UNEP/IOC/IAEA, 1992). Po ekstrakciji ogljikovodikov z zmesjo heksan-metilenklorid smo izločili žveplo s Hg. Po koncentraciji vzorca smo ločili alifatske od aromatskih ogljikovodikov s kromatografijo na SiO<sub>2</sub> in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in določili koncentracijo v obeh frakcijah. Točnost določanja smo preverili z analizo standardnega referenčnega materiala IAEA 408.

Ogljikovodike, alifatske in aromatske, smo v školjkah določali po metodi UNEP -a (UNEP 1993). Po sušenju vzorcev smo eksteahirali ogljikovodike z metanolom z uporabo Soxhletovega aparata. Po 8 urah ekstrakcije smo hidrolizirali lipide z dodatkom KOH. Ogljikovodike smo nato ekstrahirali v heksan, koncentrirali in ločili alifatske od aromatskih s kolonsko kromatografijo na SiO<sub>2</sub> in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Koncentracijo ogljikovodikov v obeh frakcijah smo določili s plinsko kromatografijo. Točnost določanja ogljikovodikov v školjkah smo preverili z analizo standardnega referenčnega materiala IAEA 142.

**Analize toksičnih fitoplanktonskih vrst.** Žive fitoplanktonske vzorce smo zajeli z vertikalnim potegom standardne fitoplanktonske mreže (velikost okenc 20 µm) vzdolž vodnega stolpca od dna do površine. Vsebinsko zbirne posode na koncu mreže smo prelili v steklen kozarec in po prihodu v laboratorij fiksirali z nevtraliziranim formalinom (1,5 % končna koncentracija). Vzorec morske vode, ki je vseboval > 20µm fitoplankton, smo razdelili s pomočjo spliterja do 1/16, 1/32

ali 1/64 začetnega volumna. Podvzorec smo potem pustili posedati v sedimentacijski komorici preko noči. Število in taksonomsko pripadnost toksičnih dinoflagelatov smo določili s pomočjo invertnega mikroskopa (Utermöhl, 1958). Prisotnost in število vrst iz rodu *Dinophysis* in drugih večjih toksičnih dinoflagelatov smo določili po pregledu celotnega dna sedimentacijske komorice pri 200-kratni povečavi, manjše predstavnike iz rodu *Alexandrium* (okoli 20 µm) pa smo prešteli v 150 poljih pri 400-kratni povečavi. Rod *Alexandrium* smo v večini primerov določili le do nivoja rodu in najdene predstavnike uvrstili kot *Alexandrium* spp. Število prešteti vrst v vzorcu smo preračunali na liter in predstavlja integrirano število v celotnem vodnem stolpcu.

**Analize fitoplanktonske biomase (klorofil *a* - Chl *a*).** Količino klorofila *a* (Chl *a*) smo določali fluorimetrično (Holm-Hansen *et al.*, 1965). Vzorce morske vode (20 ml) smo filtrirali skozi membranske filtre z velikostjo por 0,22 µm (Millipore), ekstrahirali v 90% acetonu in fluorescenco izmerili s Turnerjevim fluorimetrom model 112. Isti vzorec smo izmerili dvakrat - pred in po zakisanju z 1N HCl. Količino klorofila *a*, popravljeno za feopigmente, preračunamo in izražamo kot količino klorofila *a* na liter (µg Chl *a* l<sup>-1</sup>).

**Analize fekalnih koliformnih bakterij (FC).** Število fekalnih koliformnih bakterij smo določali z metodo membranske filtracije po navodilih in priporočilih UNEP/WHO (1994). 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 indukcije metalotioneinov.** Klapavicam smo izmerili dolžino lupine (daljša mera) in višino lupine (krajša mera) ter težo. Teža klapavice predstavlja mokro težo mesa in intervalvarne vode. Po opravljenih morfoloških meritvah smo izrezali hepatopancreas. Vzorce smo takoj shraniti v tekočem dušiku, da globoko zamrznejo. Za daljše časovno obdobje morajo biti globoko zamrznjeni pri - 70°C. Vsak vzorec je sestavljen iz hepatopancreasov 5 klapavic v 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% merkptoetanol) 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. 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 kot µg na g mokre teže tkiva (hepatopankreasa).



## V. REZULTATI

### 1. Monitoring za zaščito zdravja ljudi – Compliance monitoring

#### 1.1. Vode za gojenje morskih organizmov

Z januarjem leta 2000 smo začeli uporabljati drugo metodo za vzorčevanje morske vode, namenjene za analizo toksičnih fitoplanktonskih vrst. Zaradi spremenjene metodologije so rezultati (št. celic/l) v letošnjem letu neprimerljivi z rezultati iz prejšnjih let. Primerjava dinamike toksičnih dinoflagelatov bo tako mogoča šele v naslednjih letih. Za novo metodo – mrežni vzorec, smo se odločili zato, ker uporaba planktonske mrežice v nasprotju z vzorčevanjem na diskretnih globinah vodnega stolpca (0 in 10 m), omogoča vzorčevanje celotnega vodnega stolpca in v njem prisotnih fitoplanktonskih celic. Na ta način zajamemo vse prisotne dinoflagelate, za katere je značilno premikanje v vertikalni smeri in zadrževanje na določenih globinah.

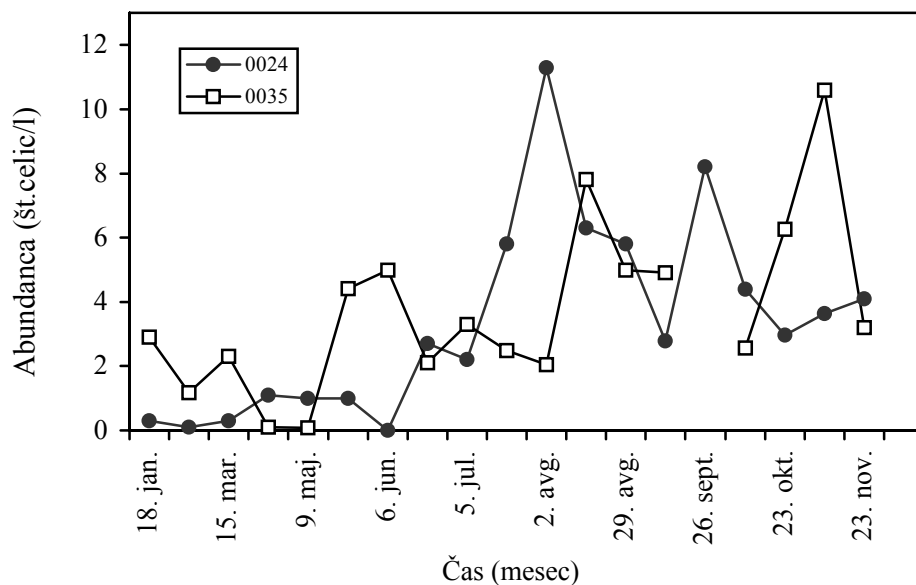
Mrežni fitoplankton smo vzorčevali skozi vse leto z enkratmesečno frekvenco od januarja do aprila in v decembru ter 14-dnevno od maja do novembra na območju gojišč užitne klapavice (*Mytilus galloprovincialis*) v Strunjanu in Seči (post. 0024 in 0035). Na obeh postajah smo analizirali tudi fizikalno-kemične lastnosti morske vode z uporabo CTD sonde (temperatura, slanost, kisik, fluorescenca – Chl *a*) in izmerili prozornost vode z uporabo Secchi plošče.

Gostota (potencialno) toksičnih dinoflagelatov, povzročiteljev PSP in DSP zastrupitve in spremljajoči fizikalno-kemični parametri, so zbrani v tabelah str. 75-81. Abundance PSP in DSP dinoflagelatov so integrirane vrednosti 16,5- in 13-metrskega vodnega stolpca na postajah 0024 in 0035.

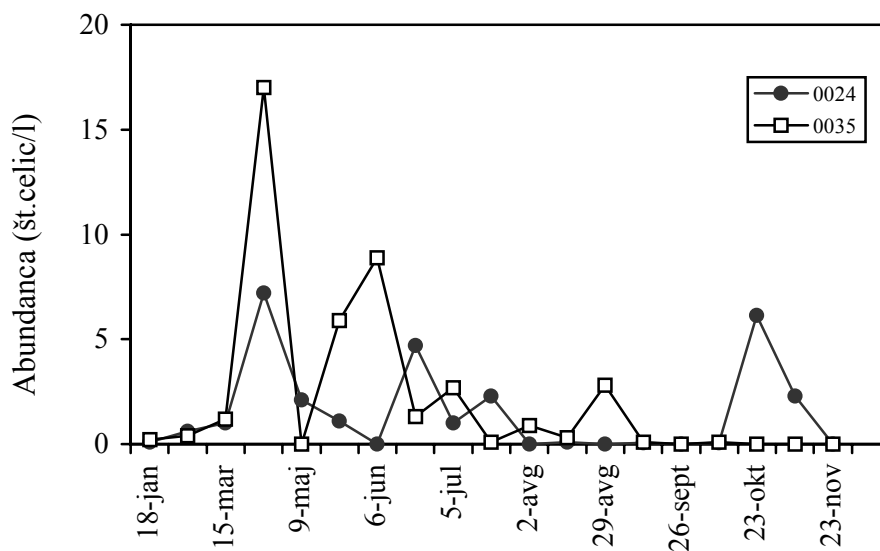
Število vrst *Alexandrium* spp. je bilo med 0 in 17 cel./l (slika 7). V zimskih mesecih (januar-marec) so bile vrednosti nizke, potem pa so aprila močno narasle in prav v tem mesecu dosegle na obeh postajah letni višek: 7,2 cel./l na postaji 0024 in 17 cel./l na postaji 0035. Povišane vrednosti gostote smo zabeležili tudi v preostalih spomladanskih mesecih (maj-junij: 1,1-8,9 cel./l), ki so bile praviloma večje na postaji 0035. V poletnem in zlasti zgodnje-jesenskem času pa je sledil padec abundance *Alexandriuma*, v drugi polovici septembra in prvi polovici oktobra pa vrst iz tega roda nismo zabeležili v vzorcih morske vode. V drugi polovici oktobra in kasneje še v novembru smo ponovno opazili pojavljanje *Alexandrium* spp., vendar le na postaji 0024 (2,3-6,2 cel./l), na gojišču v Seči (post.0035) pa *Alexandriuma* od začetka septembra praktično ni bilo. Izmed predstavnikov roda *Alexandrium* smo do nivoja vrste določili vrsto *A. pseudogonyaulax*, ki je bila najštevilčnejša v obdobju junij-avgust, sicer pa so prevladovali majhni (okoli 20 µm), neidentificirani predstavniki (TABELE - REZULTATI str. 79-81).

Pojavljanje vrst iz roda *Dinophysis*, povzročitelja DSP zastrupitve, je bilo v primerjavi s PSP predstavniki pogostejše, saj smo jih zabeležili v večini mrežnih vzorcev. Podobno kot pri *Alexandriumu*, je bila tudi gostota *Dinophysisa* v prvih treh mesecih nizka (<1 cel./l) in je šele aprila, ko je *Alexandrium* spp. že dosegel višek, pričela rahlo naraščati (slika 6). Prvi (manjši) višek smo zabeležili junija na postaji 0035 (7,9 cel./l), največje abundance pa so bile značilne za poletne mesece (julij-avgust: 17,6-19,2 cel./l na postaji 0035 in 11,3 cel./l na postaji 0024). Temu letnemu višku je sledil padec v septembru ter ponoven rahel porast v začetku oktobra (8,2 cel./l). V jesenskih mesecih je bila gostota *Dinophysisa* bolj ali manj

ustaljena (med 3 in 7 cel./l). V povprečju je bila gostota celic večja na postaji 0035 (5,3 cel./l) v primerjavi s postajo 0024 (3,4 cel./l). K skupnemu številu DSP povzročiteljev smo (poleg *Dinophysis*) prišteli še vrste *Phalocroma mitra*, *P. operculoides* in *Prorocentrum lima*, ki prav tako povzročajo to vrsto zastrupitve, vendar je bilo njihovo število zelo nizko (<0,5 cel./l). V tabeli str.79-81 podajamo tudi število celic vrste *Lingulodinium polyedrum*, ki jih nismo prišteli k skupnemu številu DSP povzročiteljev. Vrsta je znana po tem, da v nekaterih svetovnih območjih povzroča rdeče plime. V mrežnih vzorcih smo taksonomsko določili 10 vrst *Dinophysis* in majhno, neidentificirano vrsto *Dinophysis* sp. (TABELE - REZULTATI str.79-81). Najštevilčnejše vrste na obeh postajah so bile v tem vrstnem redu *D. caudata*, *D. sacculus*, *D. rotundata*, *D. fortii* in *D. sp.*, pri čemer so bile povprečne abundance vseh naštetih vrst večje na postaji 0035. Povzročitelj julijsko-avgustovskega viška je bil *D. caudata*, manjši junijski višek je povzročil *D. sacculus*, k povišanim jesenskim vrednostim pa je največ doprinesel *D. fortii*. Za slednjega je bilo značilno, da smo njegovo prisotnost prvič zabeležili v drugi polovici avgusta (izvzemši zanemarljivo nizke vrstnosti zgodaj spomladi), v drugi polovici septembra pa je abundanca skokovito narasla (do 13-krat). Takšno sezonsko dinamiko *D. fortii* smo zasledili tudi v prejšnjih letih. Najpogostejša vrsta je bila *D. rotundata* (84-89 % zastopanost), sledita vrsti *D. sacculus* in *D. caudata*, ki smo ju prvič zabeležili aprila oz. maja.



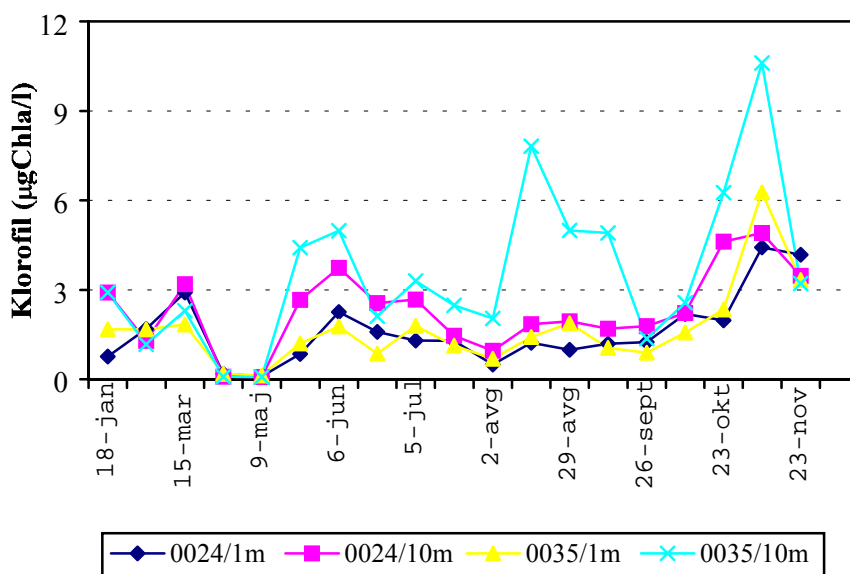
Slika 6. Letna razporeditev števila toksičnih dinoflagelatov iz rodu *Dynophysis* (DSP) na postajah v Strunjanu in Piranskem zalivu (post.0024 in 0035) v letu 2000.



Slika 7. Letna razporeditev števila toksičnih dinoflagelatov iz rodu *Alexandrium* (PSP) na postajah v Strunjanu in Piranskem zalivu (post.0024 in 0035) v letu 2000.

Rezultati opravljenih fizikalno-kemičnih in bioloških meritev so podani v prilogi TABELE - REZULTATI str. 75-78.

V vodah Strunjskega in Piranskega zaliva so bile temperaturne razlike v vodnem stolpcu najbolj izrazite v spomladanskem času (april, maj), ko so se površinski sloji zaradi izrazito visokih temperatur zraka segreli, temperaturna razlika med aprilom in majem je bila 5°C. Izmerjene slanosti so se gibale med 31,11 in 38,28. Nizke slanosti smo beležili v aprilu in juniju, vse do druge polovice julija. Koncentracije klorofila (Chl *a*) so se gibale od 0,1 do 6,27 µg Chl *a*/l, najvišje pa so bile vrednosti maja in junija, ter novembra. Koncentracije klorofila so bile vseskozi višje na postaji v notranjosti Piranskega zaliva, posebno izstopajo vrednosti na globini 10m, z dodatnim pikom v avgustu in najvišjo izmerjeno vrednosti novembra.



Slika 8. Dinamika fitoplanktonske biomase (Chl *a*) na postajah v Strunjanu in Piranskem zalivu (post.0024 in 0035; globina 0 in 10m) v letu 2000.

## **2. Monitoring okolja in trend monitoring**

### **2.1. Obalno in referenčno področje**

#### **2.1.1. Trend monitoring težkih kovin in ogljikovodikov**

##### ***Kemično onesnaženje (Ogljikovodiki)***

##### *Monitoring vsebnosti ogljikovodikov v morskih organizmih*

Za monitoring ogljikovodikov v morskih organizmih smo uporabili užitne klapavice (*Mytilus galloprovincialis*) kot testne organizme. Analizirali smo pet podvzorcev na obeh vzorčevalnih mestih, vsak podvzorec je vseboval celotno tkivo osmih školjk. Rezultati teh meritev so prikazani v prilogi TABELE - REZULTATI str. 83. Vsebnost ogljikovodikov v školjkah na obeh vzorčevalnih mestih je razmeroma visoka. Školjke na postajah 00TM in 0024 se razlikujejo po vsebnosti alifatskih ogljikovodikov (precej več na mestu 00TM), medtem ko je koncentracija aromatskih ogljikovodikov primerljiva na obeh vzorčevalnih mestih. Glede na vrsto in razporeditev ogljikovodikov lahko potrdimo pirogeni in petrogeni izvor ogljikovodikov, ki smo ga določili že v primeru sedimenta.

##### *Monitoring vsebnosti ogljikovodikov v sedimentu*

Rezultati vsebnosti alifatskih in aromatskih ogljikovodikov v površinskem delu sedimenta na postajah vzhodnega dela Tržaškega zaliva v letu 2000 so prikazani v prilogi TABELE - REZULTATI str. 84. Najvišje vrednosti ogljikovodikov smo izmerili na postaji 00K v sredini Koprškega zaliva, v Luki Koper (0014) in Marini Portorož (00PM). To kaže na vpliv pomorskega prometa in navtičnega turizma na onesnaževanje našega morja z ogljikovodiki. Višje vrednosti v sredini Koprškega zaliva so verjetno posledica tudi drugih antropogenih vnosov, mesto Koper in vnos preko atmosfere, komunalna čistilna naprava za mesto Koper, ki zbira tudi meteorne vode. Vpliv pomorskega prometa v pristanišči Trst in Koper se kaže tudi v povišani vsebnosti ogljikovodikov na postaji 00KK. Vsebnost ogljikovodikov na postajah 00MA in 000F je kot običajno nizka, najverjetneje zaradi odsotnosti pomembnejšega vira onesnaženja, na postaji 000F pa še zaradi slabše akumulacije v grobo-zrnatem sedimentu. Glede na vsebnost ogljikovodikov v površinskem sloju morskega sedimenta lahko zaključimo, da je ta del Tržaškega zaliva zmerno onesnažen z ogljikovodiki, ki so v glavnem pirogenega in deloma tudi petrogenega izvora.

##### ***Kemično onesnaženje – težke kovine***

Izvajalci sodelavci Instituta J. Stefan, Odsek za kemijo okolja



Vzorčevanja in tudi analize za program Trend monitoringa težkih kovin v izbranih organizmih so bile opravljene po priporočilih in navodilih UNEP/IOC/ IAEA, ki naj bi potekal 10 let. Odvzem vzorcev poteka enkrat letno 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 5). Določili smo vsebnost kadmija (Cd) in živega srebra (Hg) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*). Rezultati koncentracij elementov v vzorcih školjk, preračunani na suho maso vzorca, so podani v prilogi TABELE - REZULTATI str. 82.

V letošnjem letu so koncentracije Cd v školjkah znašale 1,27 mg/kg na postaji 00TM in 1,11 mg/kg na referenčni postaji 0024. Vrednosti Hg so znašale 0,11 in 0,12 na postaji 00TM in 0024.

### **2.1.3. Trofični status**

Trofični status vzhodnega dela Tržaškega zaliva ocenjujemo v zadnjih letih s pomočjo numerične skale t.i. trofičnega indexa (TRIX). Numerična skala trofičnega indexa (TRIX) temelji na določanju mejnih vrednostih parametrov kot so: prozornost morja, koncentracije raztopljenega dušika in fosforja, ter zasičenost s kisikom v povezavi s koncentracijami klorofila (Vollenwaider in sod. 1997).

Trofični status smo izračunali na postaji Koprškega zaliva, ki je pod vplivom izliva rek Rižane in Badaševice (post. 000K), na postaji Piranskega zaliva, ki je pod vplivom reke Dragonje in Drnice (post.00MA), postaji v sredini Tržaškega zaliva (post. 00CZ) in postaji 000F, ki je pod vplivom južno Jadranskih vod. Časovna razporeditev vrednosti TRIXa in koncentracije klorofila (Chl *a*) na posameznih globinah na 4 postajah v vzhodnem delu Tržaškega zaliva v letu 2000 so prikazane na slikah 9-12. Izračunane vrednosti TRIXa za posamezne postaje in globine so podane v prilogi TABELE - REZULTATI str. 86-89.

Na izbranih točkah vzhodnega dela Tržaškega zaliva in notranjosti zalivov so izračunane vrednosti TRIXa večinoma razvrščene v razred med 4,5 in 6. Značilna je sezonska variabilnost z nižjimi vrednostmi v poletnih mesecih, ter februarским in novemberskim viškom na vseh postajah. Najvišje in zelo spremenljive so vrednosti TRIXa na postaji 00CZ, z najvišjo vrednostjo v površinskem sloju spomladi in jeseni, ter v pridnenem sloju pozno poleti (sept.). Rezultati izračunanih vrednosti TRIXa na postaji Koprškega zaliva so primerljive z rezultati postaje 000F, nižje pa so vrednosti na postaji Piranskega zaliva (post. 00MA).









Trofični indeks smo izračunali tudi iz rezultatov kemičnih in bioloških meritev na postaji podvodnih izpustov komunalnih odpadkov čistilne naprave v Izoli in Piranu (post. 00IO in 00PO). Izračunane vrednosti TRIXa za obe postaji so podane v prilogi TABELA - REZULTATI str.85. (glej tudi poglavje Žarišče onesnaženja-podvodni izpusti str. 43).

Na postaji podvodnega izpusta Izolske čistilne naprave so izračunane vrednosti najvišje v površinskem in pridnenem sloju, sicer plitvega področja (slika 13). Vrednosti TRIXa so bile najvišje novembra (od 3,97 do 6,16), kar sovпада z najvišjimi vrednostmi klorofilne biomase (od 0,34 do 2,26  $\mu\text{gChl } a/l$ ). Najnižje pa so bile vrednosti TRIXa marca (od 3,84 do 4,85).

Vertikalni profili izračunanih vrednosti posameznih vzorčenj na postaji podvodnega izpusta čistilne naprave v Piranu (post. 00PO) so prikazani na sliki 14. Vrednosti TRIXa v vodnem stolpcu so v razredu od 3,97 do 4,65 in so primerljive z rezultati na postajah Tržaškega zaliva. Izjema so povišane vrednosti v pridnenem sloju (5,12 in 6,16), v bližini samega izpusta. Nihanja TRIXa v letošnjem letu sicer niso velika, vendar pa je sam rezultat zelo odvisen od pogojev vzorčevanja kot je usklajenost s časom izpustov iz črpališča; izbira globin glede na razslojenost vodnega stolpca in oceanografskih razmer.

*Slika 13. Izračunane vrednosti TRIXa na postaji podvodnega izpusta komunalnih odplak v Izoli (post. OOIO v letu 2000.*

***Slika 14. Izračunane vrednosti TRIXa na postaji podvodnega izpusta komunalnih odplak Piranske čistilne naprave (post. OOPO) v letu 2000.***

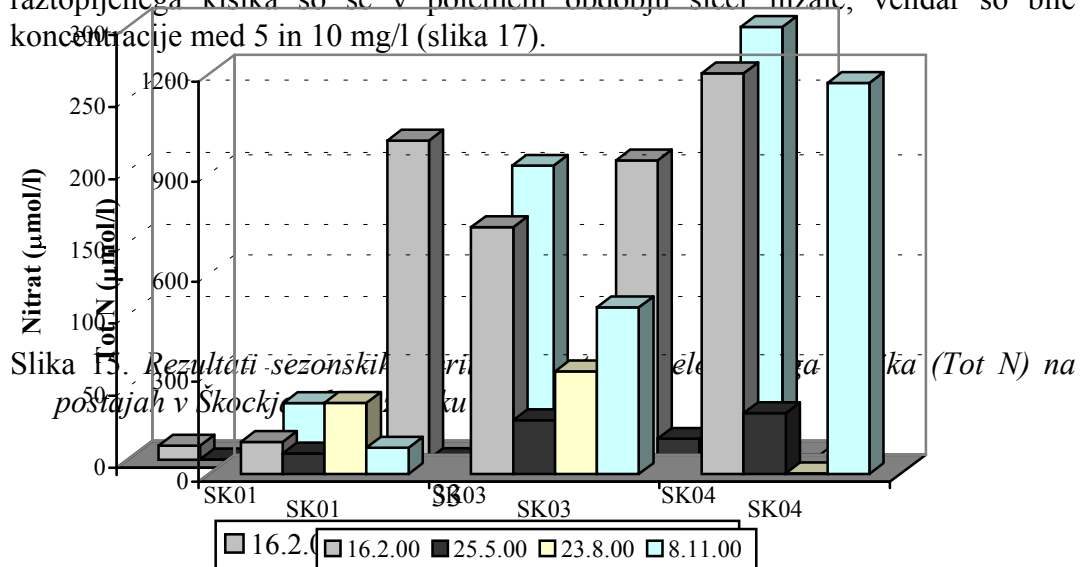


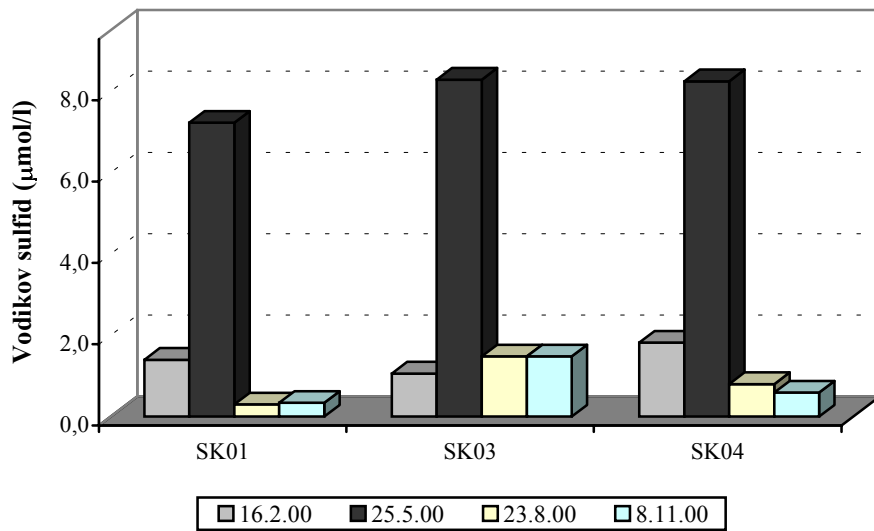
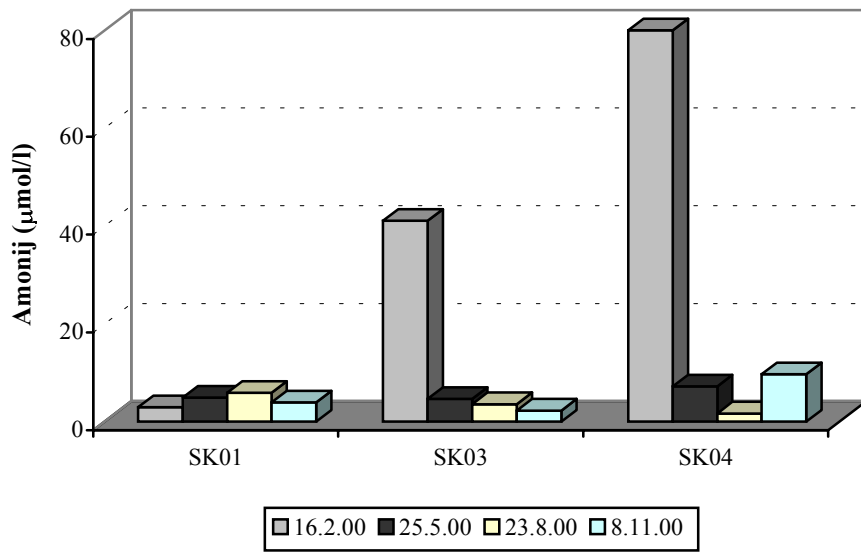
### 2.1.4. Mokrišče

S programom monitoringa osnovnih fizikalno kemičnih in bioloških parametrov poskušamo s sezonskimi meritvami slediti razmere brakičnega močvirja v Škocjanskem zatoku. Meritve smo opravili tako kot predhodno leto na treh točkah: na postaji v Luki Koper, na prehodu vode zatok - morje (post. SKO1), v Jezercu (post. SKO3) in sladkovodnem dotoku imen. Rekica (post. SKO4). Vzorčevalna mesta so prikazana na sliki 4, rezultati opravljenih meritev so podani v prilogi TABELA - REZULTATI str. 90-91. Sezonsko in prostorsko variabilnost izmerjenih vrednosti štirikratnih meritev (feb., maj, avg. in nov.) nitrata in celokupnega dušika prikazuje slika 15, koncentracije amonija in vodikovega sulfida slika 16, raztopljenega kisika slika 17 in stopnjo mikrobiološke onesnaženosti (št. fekalnih koliformov) slika 18.

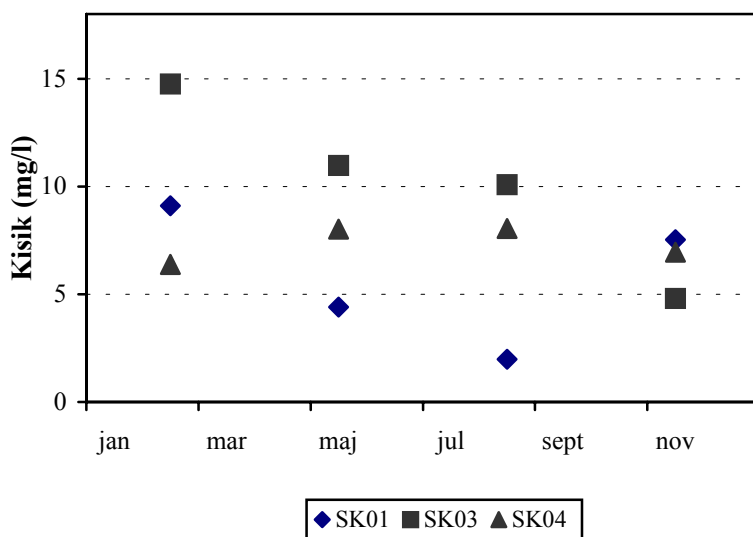
Škocjanski zatok je zaradi hidroloških in geoloških pogojev specifičen tudi zaradi masovne naselitve morske solate (*Ulva rigida*). V plitvih in zaprtih bazenih, bogati z organskimi snovmi in njihovimi razgradnimi produkti, talusi morske solate zrastejo tudi preko 1 m, niso več pritrjeni na podlago ampak prosto živijo na dnu, in lahko napolnijo celoten volumen plitve vode. Po zaključeni vegetacijski dobi, ki se običajno konča v toplejšem delu leta, začne celotna masa odmirati in pri pomanjkanju kisika prihaja do anaerobnih procesov razpadanja, tvorbe žveplovih spojin. Takšni procesi so poznani v hujši ali milejši obliki tudi v Škocjanskem zatoku. V spomladanskem času morska solata pokriva več kot 80 % površine zatoka, medtem ko v avgustu, ko pride do propadanja pokriva manj kot polovico površine. V mesecu oktobru morska solata pokriva le še približno 10 % površine in se skoraj ne dviguje z dna (Vukovič, A.-poročilo Turk in sod. 1999).

V letošnjem letu smo najvišje vrednosti kemičnih in bioloških parametrov izmerili na postaji SKO4, predvsem hranilnih soli dušika in fosforja (slike 15-16). Onesnaženost vode z odpadnimi komunalnimi vodami na postaji SKO4 potrjujejo tudi rezultati indikatorskih mikroorganizmov. Rezultati fekalnih koliformnih bakterij so presegale vrednosti 20000 klic /100ml. Na izbrani postaji prehoda vode morje – zatok, v Luki Koper (post. SKO1), vseskozi beležimo povišane vrednosti slanosti (25 –37,50 psu) saj oslajena voda vdira v Škocjanski zatok iz ustja reke Rižane. Na tej postaji občasno zasledimo povišane koncentracije fekalnih koliformov (feb, nov.-slika 18). (post. SKO4). Izmerjene vrednosti nitrata in celokupnega dušika so bile visoke februarja in novembra, povišane koncentracije vodikovega sulfida pa smo izmerili maja na vseh postajah ( 6-8 $\mu$ mol/l). Vrednosti raztopljenega kisika so se v poletnem obdobju sicer nizale, vendar so bile koncentracije med 5 in 10 mg/l (slika 17).

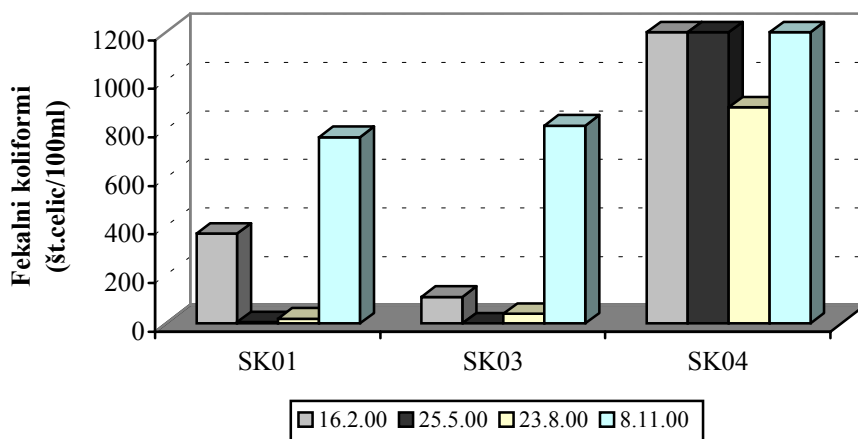




Slika 16. Rezultati sezonskih meritev amonija in vodikovega sulfida na postajah v Škockjanskem zatoku v letu 2000.



Slika 17. Rezultati sezonskih meritev koncentracij raztopljenega kisika na postajah v Škockjanskem zatoku v letu 2000.



Slika 18. Stopnja mikrobiološke onesnaženosti na postajah v Škockjanskem zatoku v letu 2000.

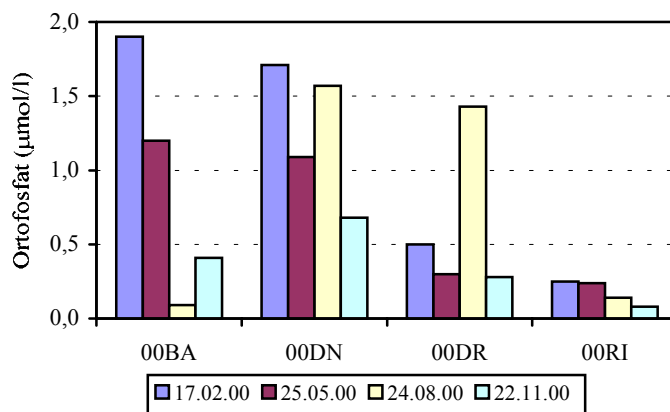
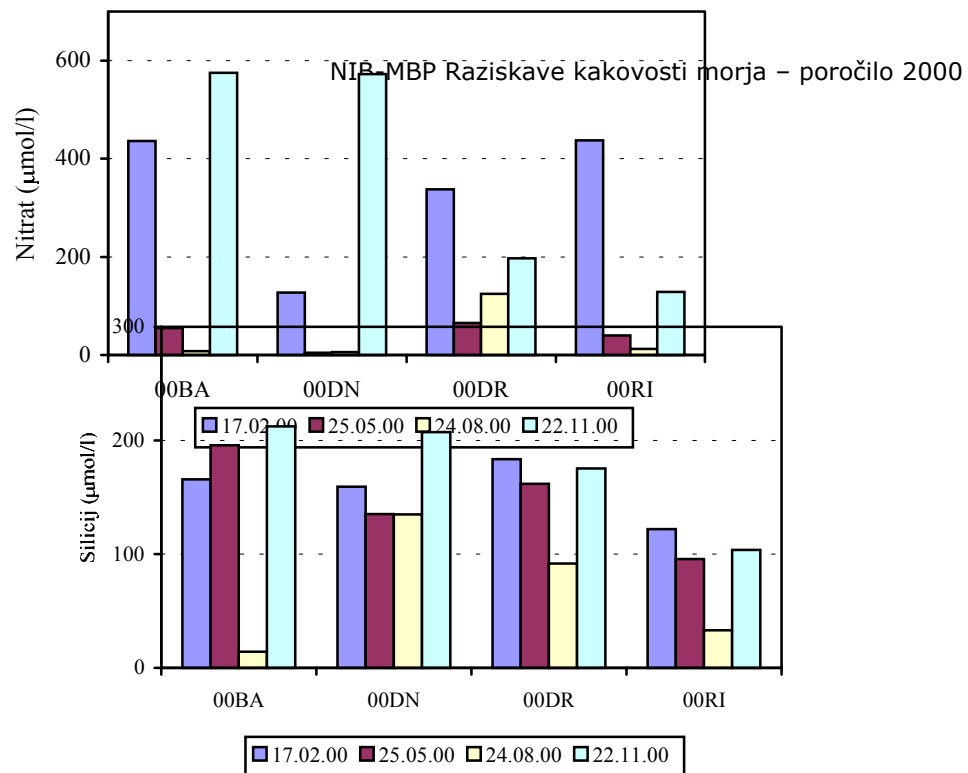
## 2.2. Žarišča onesnaženja

### 2.2.1. Kemično onesnaženje – rečna ustja

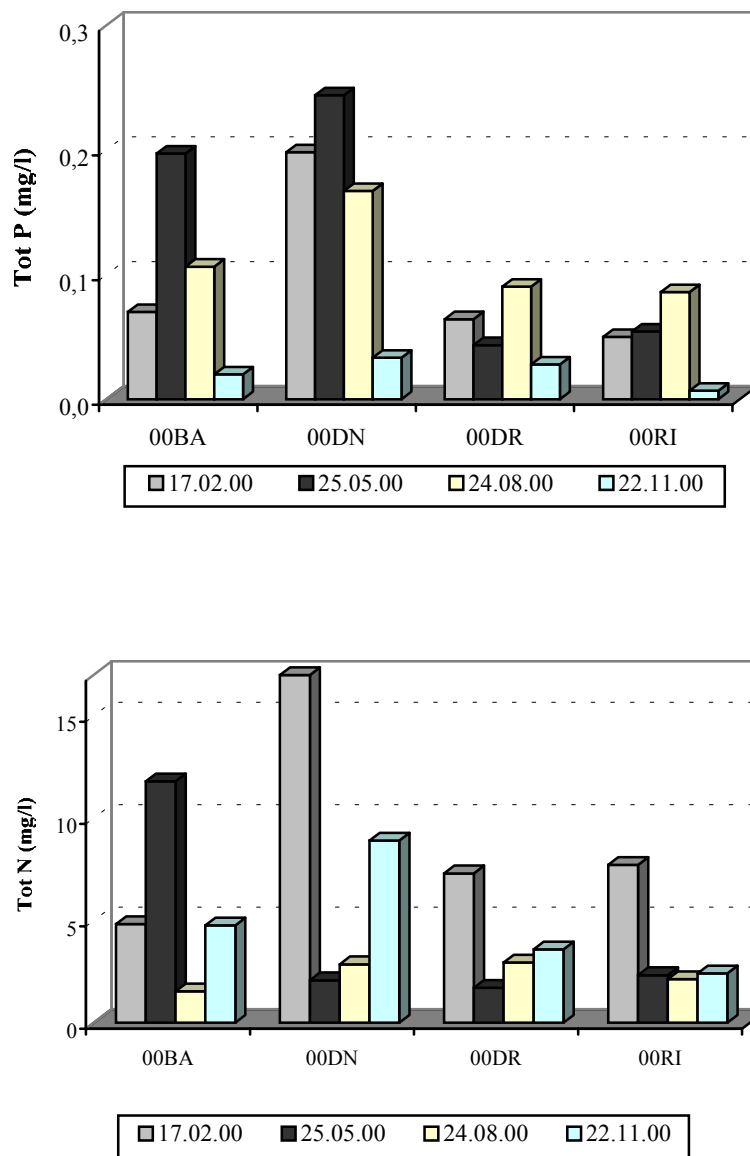
V okviru programa monitoringa smo opravili sezonske meritve vodotokov (februar, maj, avgust, november). Vzorčevali smo na postajah v ustju rek Rižane, Badaševice (post. 00RI in 00BA), Drnice in Dragonje (post. 00DN in 00DR) (slika 5). Rezultati analiz posameznih fizikalno-kemijskih in bakterioloških parametrov so zbrani v tabelah v prilogi TABELE - REZULTATI str. 92-93.

Največja onesnaževalca obalnega morja sta reki Badaševica in Rižana, saj se v spodnji tok rek iztekajo komunalne, meteorne in industrijske odplake mesta Koper. Vendar pa je s sanitarnimi in tehnološkimi odplakami obremenjena tudi reka Drnica, kar kažejo visoke vrednosti detergentov, hranilnih soli in rezultati celokupnega dušika in fosforja v letošnjem letu. Rezultati analiz osnovnih parametrov (koncentracije kisika, biološka in kemijska poraba kisika, pH, temperatura) v rekah so prikazani v tabeli str.92. Rezultati analiz hranilnih soli dušika, ortofosfata in silicija so prikazani na sliki 19, celokupnega dušika in fosfata na sliki 20. Rezultati hranilnih soli kažejo časovno spremenljivost, vendar ne odstopajo od dosedanjih meritev. Koncentracije ortofosfata so variirale od 0,08 do 1,71  $\mu\text{mol/l}$ , koncentracije nitrata od 4,5 do 575,41  $\mu\text{mol/l}$  (priloga TABELE - REZULTATI str. 92). Vrednosti celokupnega fosfata so se gibale med 0,02 in 0,23 mg/l, koncentracije celokupnega dušika med 3 in 15,25 mg/l (slika 20). Koncentracije raztopljenega kisika so bile nizke v poletnih mesecih predvsem v reki Drnici (3,6 mg/l) in Badaševici (4,3 mg/l). Onesnaženost rek s komunalnimi vodami potrjujejo predvsem analize fekalnih koliformnih bakterij. Najbolj onesnaženi sta reki Badaševica in Rižana (slika 21). Vrednosti fekalnih koliformnih bakterij v reki Badaševici so znašale več kot 11000 klic /100ml v vseh meritvah, ter maja v Rižani 70000 klic/100ml. Najvišje vsebnosti detergentov so bile izmerjene v reki Badaševici novembra (0,256 mg/l), ter avgusta v Drnici (0,121 mg/l).

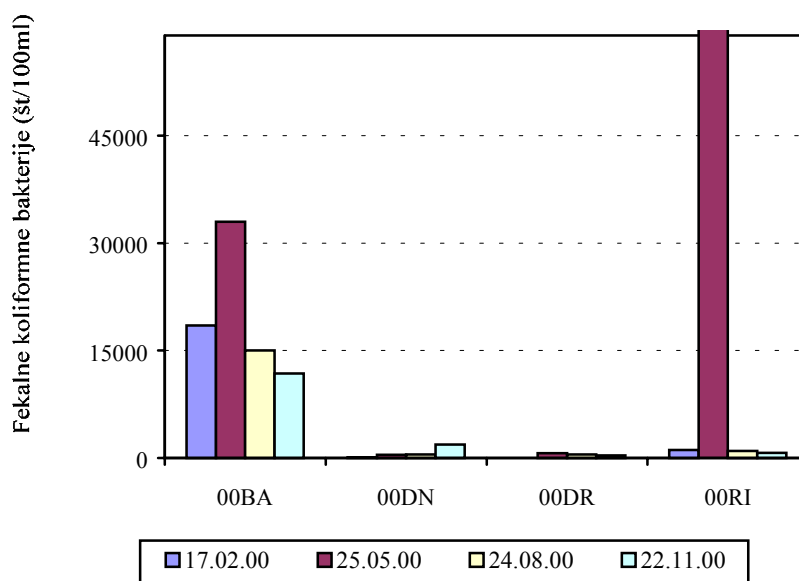
Količina lebdečih delcev – celokupne suspendirane snovi, ki vpliva predvsem na prozornost morja, je v vzorcih izlivnih področjih rek variirala od 2,18 do 19,85 mg/l. Delež organskega ogljika (POC) predstavlja 2,80 do 42,37 % in delež celotnega dušika (CN) 0,42 do 5,95 % suspendirane snovi. Vrednosti utežnega razmerja  $C_{(\text{org.})}/N$  so znašale od 3,81 do 25,97. Večji procent suspendiranega ogljika in celotnega suspendiranega dušika smo določili v okviru vzorčenja v mesecu maju in avgustu. Koncentracije raztopljenega kisika so bile nizke v poletnih mesecih predvsem v reki Drnici (3,6 mg/l) in Badaševici (4,3 mg/l). Najvišje vsebnosti detergentov so bile izmerjene v reki Badaševici novembra (0,258 mg/l), ter v avgustu v Drnici (0,121 mg/l).



Slika 19. Rezultati sezonskih meritev koncentracij ortofosfata, nitrata in silicija v spodnjem toku rek, ki se izlivajo v obalno morje R Slovenije v letu 2000.



Slika 20. Rezultati sezonskih meritev koncentracij celokupnega fosforja (Tot P) in dušika (Tot N) v spodnjem toku rek, ki se izlivajo v obalno morje R Slovenije v letu 2000.



Slika

21. Rezultatu meritev koncentracij bakterij fekalnega izvora v spodnjem toku rek, ki se izlivajo v obalno morje, v letu 2000.

Koncentracije težkih kovin, kadmija (Cd), bakra (Cu), niklja (Ni), svineca (Pb), kroma (Cr), cinka (Zn) in živega srebra (Hg) (*izvajalec Institut J.Stefan, Odsek za kemijo okolja*) so bile izmerjene v rekah v mesecu marcu, maju, avgustu in novembru. Rezultati meritev celotne koncentracije elementov so podani v tabeli 3. Posamezni rezultati meritev celotne koncentracije in topnega deleža so podani v tabeli v prilogi TABELE - REZULTATI str. 93. Točnost določanja kovin v površinskih vodah je bila preverjena s standardnim referenčnim materialom SPS-SW1 (glej poglavje Metode dela). Koncentracije kroma Cr so bile od 0,34 do 2,6  $\mu\text{g/l}$ , Cu od  $<0,4$  do 4,2  $\mu\text{g/l}$ , Ni od  $<1$  do 37,4  $\mu\text{g/l}$ , Pb od 1,0 do 8  $\mu\text{g/l}$ , in Hg od 0,5 do 16,7  $\text{ng/l}$ . Povišane koncentracije večine elementov smo določili v reki Badaševici, najvišje pa v reki Rižani.

Tabela 1. Celotne koncentracije elementov v vzorcih površinskih vod težkih kovin v letu 2000.

		<b>Pb</b>	<b>Ni</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Hg</b>
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ng/l
00BA	17.02.2000	<1,0	37,4	1,40	3,5	5,5	0,5
00BA	25.05.2000	2,4	5,0	0,89	1,5	0,0	2,6
00BA	24.08.2000	<1,0	<1,0	0,65	0,4	20,8	1,0
00BA	22.11.2000	<1,0	<1,0	1,04	4,1	<5	3,2
00DN	17.02.2000	<1,0	4,7	0,88	2,4	<5	0,5
00DN	25.05.2000	<1,0	<1,0	0,52	0,5	0,0	1,2
00DN	24.08.2000	<1,0	<1,0	0,95	0,9	10,8	1,2
00DN	22.11.2000	<1,0	<1,0	0,97	3,5	<5	1,6
00DR	17.02.2000	<1,0	<1,0	0,67	3,2	5,7	0,5
00DR	25.05.2000	<1,0	<1,0	0,65	<0,4	0,0	0,6
00DR	24.08.2000	<1,0	<1,0	0,34	<0,4	24,4	0,7
00DR	22.11.2000	<1,0	<1,0	0,53	3,2	<5	0,5
00RI	17.02.2000	8,0	7,0	0,84	3,2	18,0	0,5
00RI	25.05.2000	<1,0	<1,0	0,91	0,7	0,0	0,7
00RI	24.08.2000	<1,0	14,9	1,40	4,2	12,3	16,7
00RI	22.11.2000	<1,0	37,2	2,06	3,7	10,8	1,4





### **2.2.2. Kemično onesnaženje – podvodna izpusta**

Vpliv širjenja odpadne vode podvodnega izpusta v Izoli in Piranu smo sledili sezonsko in predvsem v obdobjih najmanjšega 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 v bližini konca podvodnega cevovoda – difuzorja čistilne naprave Piran, 3420 m od obale (slika 5). Globine vzorčenja na postaji 00PO smo vsakokrat izbrali glede na slavnostno polje vodnega stolpca. Rezultati fizikalno-kemičnih parametrov in mikrobioloških analiz vseh meritev so podani v tabelah v prilogi TABELE-REZULTATI str.94-97.

Za podvodni izpust izolskega črpališča (post. 00IO) so značilne visoke koncentracije odpadne vode pri dnu, na mestu izpusta, gostotno lažja voda pa se nato dviga na površino. Zato so tudi koncentracije hranilnih soli in indikatorjev mikrobne onesnaženja najvišji v površinskem sloju. Razporeditev fekalnih koliformnih bakterij po vodnem stolpcu na postaji izolskega izpusta v štirih časovno različnih obdobjih prikazuje slika 22. Koncentracije fekalnih koliformov (16200 – 260000 klic/100ml) so presegale dopustne mejne vrednosti uporabnosti morja za rekreativne namene (UL SRS 9/88). Visoke vrednosti fekalnih koliformnih bakterij sovpadajo z nižjimi vrednostmi slanosti in z višjimi koncentracijami hranilnih soli, predvsem amonija (mak. 15,04  $\mu\text{mol/l}$ ). Dotok večje količine hranilnih soli fosfata in dušika, lokalno vpliva na rast fitoplanktona, kar izkazujejo povišane vrednosti klorofilne biomase. Najvišja izmerjena koncentracija ortofosfata je znašala 1,34  $\mu\text{mol/l}$ , nitrata 12,77  $\mu\text{mol/l}$  in amonija 20,79  $\mu\text{mol/l}$  (TABELE-REZULTATI str. 94-97).

Dinamika iztekanja odpadne vode iz difuzorja podvodnega izpusta je po redčenju in mešanju zelo plastovit problem, ter vpliva na zelo spremenljivo razširjanje oblaka odpadne vode po vodnem stolpcu (Malačič,1999). Različno distribucijo fekalnih koliformnih bakterij po vodnem stolpcu na mestu podvodnega izpusta Piranske čistilne naprave (post.00PO) prikazuje slika 26. Koncentracije indikatorskih bakterij fekalnega izvora so bile nižje (<1500 FK/100ml) v primerjavi z rezultati izolskega izpusta. Najvišje koncentracije fekalnih koliformnih bakterij smo zaznali v sloju na globini od 10 do 14m, ter pridnem sloju (1730 do 18000 FK/100ml). Širjenje fekalno onesnažene vode po vodnem stolpcu potrjujejo tudi zvišane koncentracije amonija (najvišje vrednosti od 4,92  $\mu\text{mol/l}$  do 7,24  $\mu\text{mol/l}$ ). Zelo visoke koncentracije fekalnih koliformov smo zasledili v novembru, kar je verjetno posledica izdatnih padavin v tem obdobju.

*Slika 22. Vertikalna razporeditev indikatorjev mikrobnega onesnaženja na mestu podvodnega izpusta mehanske čistilne naprave v Izoli v letu 2000.*

*Slika 23. Vertikalna razporeditev indikatorjev mikrobnega onesnaženja na mestu podvodnega izpusta čistilne naprave v Piranu v letu 2000.*

## 2.3. Obremenitve

### 2.3.1. Komunalne odpadne vode

Program spremljanja vnosa različnih polutantov v obalno morje s kopnega je potekal v istem obsegu kot predhodna leta. Vzorčevanja so potekala na iztoku odpadnih vod čistilnih naprav koprskega in piranskega komunalnega sistema, odplak tovarne Delamaris ter izolskega črpališča. Odpadne vode črpališča v Izoli (post. 00IA) se po mehanskem čiščenju po kratkem cevovodu izlivajo direktno v morje. Komunalne in tehnološke odpadne vode skupne čistilne naprave v Kopru (post. 00KB) se po mehanskem čiščenju in posedanju izlivajo v spodnji tok reke Rižane. Tehnološke odpadne vode tovarne Delamaris (post. 00DE) vzorčujemo na iztoku maščobnega posedalnika, odpadne vode pa se izlivajo neposredno v morje. Komunalne in padavinske odpadne vode čistilne naprave v Piranu (post. 00PA) se po mehanskem čiščenju in posedanju izlivajo v morje preko podvodnega cevovoda (slika 5). Vzorci za analize (trenutni vzorci) so bili odvzeti na posameznih merilnih mestih pred iztokom odpadnih vod v obalno morje ali v ustje rek, ki se izlivajo v obalno morje, v časovnem intervalu treh mesecev.

Rezultati fizikalno kemičnih, mikrobioloških analiz in celokupnih vrednosti težkih kovin opravljenih v letu 2000 so podani v tabelah v prilogi TABELE – REZULTATI str. 98-99.

Tako kot v preteklih letih beležimo najvišje koncentracije hranilnih soli, celokupnega dušika in fosforja, ter detergentov na iztoku maščobnega posedalnika Delamarisa (post.00DE). Rezultati sezonskih meritev celokupnega dušika (Tot N) in fosforja (Tot P) v odpadnih vodah iztokov čistilnih naprav so prikazani na sliki 24. Izmerjene vrednosti celokupnega dušika so variirale od 10 do 280 mg/l. Rezultati vsebnosti celokupnega fosforja so visoke na postaji 00DE (12 - 32 mg/l) medtem ko na ostalih postajah nismo zasledili večjih nihanj in predvsem so bile koncentracije nižje od 10 mg/l (slika 24). Izjemno visoke koncentracije amonija smo izmerili v mesecu maju in avgustu, istočasno z nizkimi koncentracijami nitrata (0,2 – 1,9  $\mu\text{mol/l}$ ) in vrednosti kisika pod mejo detekcije. Rezultati vrednosti kisika, biološke in kemijske potrebe po kisiku v odpadnih vodah se podani v tabeli str. 98. BPK5 vrednosti so variirale od 17 do 490 mgO<sub>2</sub>/l, vrednosti kemijske porabe od 156 do 835 mgO<sub>2</sub>/l, precej višje pa so bile vrednosti v odpadnih vodah maščobnega posedalnika tovarne Delamaris (BPK5 12114 mgO<sub>2</sub>/l in KPK 2451 mgO<sub>2</sub>/l in več). (tabela str.98).

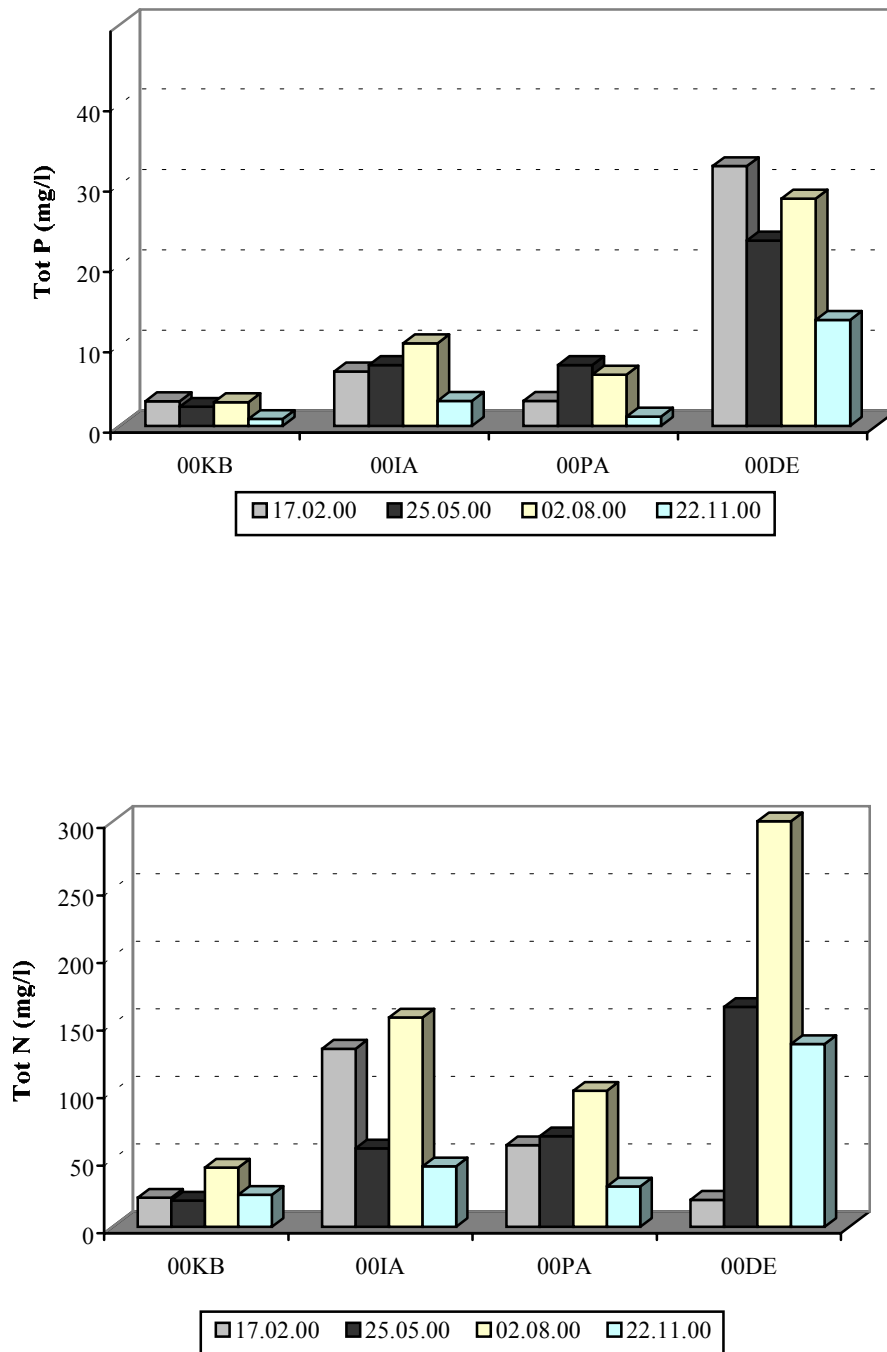
Odpadne vode čistilnih naprav in črpališč vsebujejo visoke vrednosti suspendiranih delcev, ki segajo od 43,44 do 574,00 mg/l, v odpadnih vodah maščobnega posedalnika tovarne Delamaris znašajo 1,15 do 3,00 g/l. V tem primeru smo zabeležili tudi višje vrednosti atomskih razmerij  $C_{(\text{org.})}/N$ , kar je verjetno odraz velike vsebnosti maščob. Nižje vrednosti suspendiranih delcev izmerjenih v odpadnih vodah na postaji 00KB pa so najverjetneje posledica bolj izpopolnjenega predhodnega čiščenja v čistilni napravi Koper.

Bakteriološko onesnaženost odpadnih vod smo določali po metodi membranske filtracije. Rezultati sezonskih meritev koncentracij koliformnih bakterij fekalnega izvora presegajo v vseh primerih vrednosti  $4 \times 10^6$  celic/100ml (slika 25). Visoke

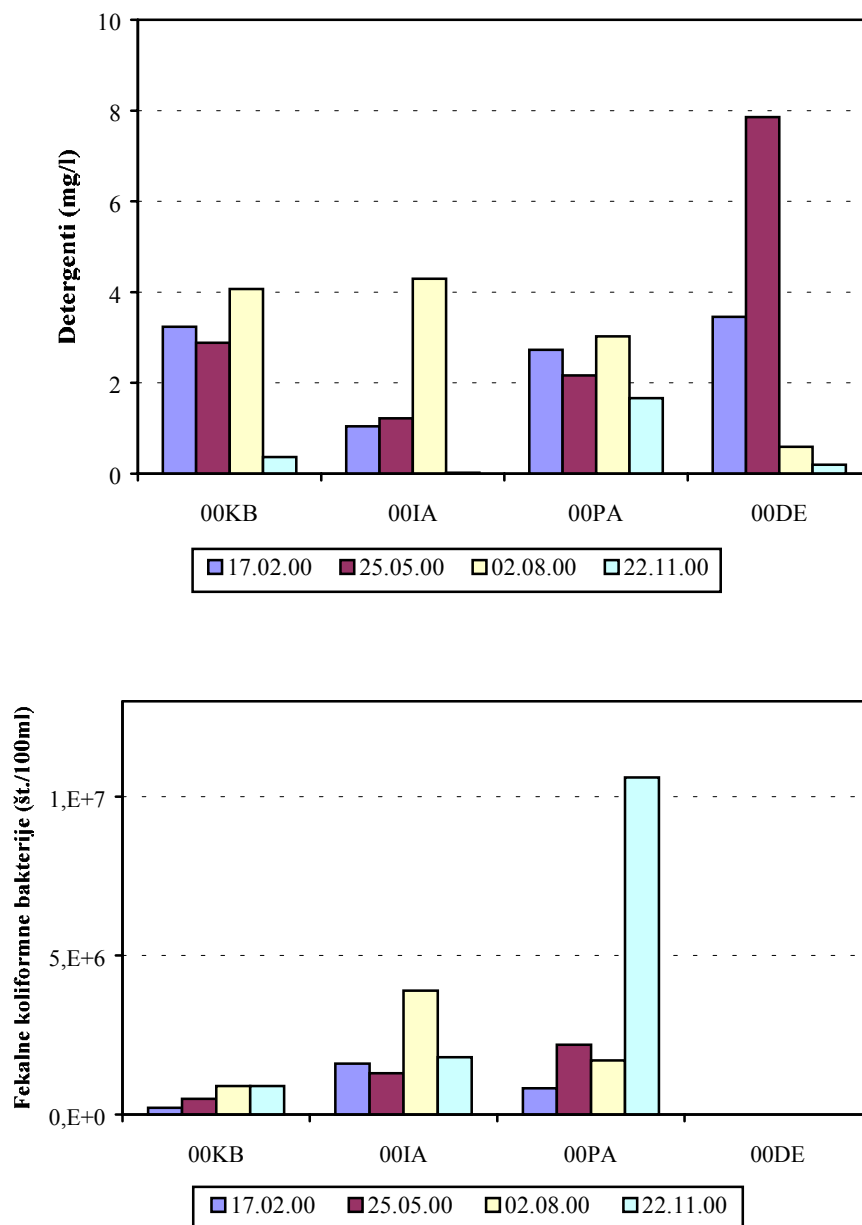
vrednosti bakterij smo izmerili na iztoku mehanske čistilne naprave v Izoli, ter najvišjo vrednost novembra na iztoku Piranske čistilne naprave. Rezultati meritev detergentov so prikazani prav tako na sliki 25. Vrednosti so se gibale od 2,15  $\mu\text{mol/l}$  do 4,51  $\mu\text{mol/l}$  na postaji 00KB, od 2,41 do 6,9  $\mu\text{mol/l}$  na postaji 00IA, nižje pa so bile vrednosti na postaji 00PA in 00DE, 0,36  $\mu\text{mol/l}$  do 2,62  $\mu\text{mol/l}$ .

Koncentracije težkih kovin, Cd, Cu, Ni, Pb, Cr, Zn in Hg (*izvajalec Institut J.Stefan, Odsek za kemijo okolja*) so bile izmerjene v odpadnih vodah v mesecu marcu, avgustu in novembru. Rezultati meritev celotnih koncentracij posameznega elementa so podani v tabeli v prilogi TABELE - REZULTATI str. 99.

Izmerjene koncentracije težkih kovin v odpadnih vodah so nekoliko višje kot preteklo leto. Vrednosti za Pb so bile od <0,008 do 0,034 mg/l, za Cr od <0,007 do 0,09 mg/l, Cu od 0,019 do 0,068 mg/l, Zn od 0,048 do 0,854 mg/l (post. 00DE), vrednosti Cd so bile <0,005 mg/l. Najnižja in najvišja koncentracija Hg sta bili izmerjeni na postaji 00PA (72 in 829 ng/l).



**Slika 24. Rezultati sezonskih meritev celokupnega fosforja(Tot P) in dušika(Tot N) v odpadnih vodah izlivov čistilnih naprav in črpališč v letu 2000.**



**Slika 25. Rezultati sezonskih meritev detergentov in fekalnih koliformov v odpadnih vodah izlivov čistilnih naprav in črpališč v letu 2000.**



#### 2.4. *Biomonitoring*

V preteklem letu smo pričeli s pilotno fazo t.i. Biomonitoringa, programa določanja koncentracij metalotioneinov v tkivu školjk. Metalotioneini so lahko pokazatelji biološkega odgovora morskih organizmov na specifične učinke onesnaženja njihovega okolja s težkimi kovinami, na celičnem nivoju (Brown in sod. 1977, Viarengo in sod. 1982). Nastanek metalotioneinov v organizmih sprožijo različni fiziološki dejavniki, količine pa se spreminjajo z reproduktivnim ciklusom (Viarengo in sod., 1994).

Opravljen sta bila vzorčenja marca in oktobra na 3 vzorčnih mestih: post. 00TM v Koprskem zalivu, ki je pod vplivom onesnaženja reke Rižane, marine Koper in Luke Koper, ter dveh gojišč morkih školjk, v Strunjanskem in v Piranskem zalivu (post. 0024 in 0035). Vzorčevali smo morske školjke klapavice *Mytilus galloprovincialis*, ki so sicer razširjene v Sredozemskem morju in izbrane kot testni organizem v večini laboratorijev Sredozemskih držav. Vzorčevali smo v stabilnih vremenskih pogojih, časovno enakih zaporedjih in z dovolj velikimi vzorci za ustrezno statistično obdelavo. Na vsakem vzorčevalnem mestu smo odvzeli pet podvorcev in skupno opravili 30 testiranj na metalotioneine.

Srednje vrednosti dolžine in višine klapavic ter vrednosti metalotioneinov v vzorcih vseh postaj po posameznih mesecih so podani v prilogi TABELE – REZULTATI str. 100-105. Primerjalva izmerjenih vrednosti metaloteioniniv vseh treh postaj je prikazana na sliki 28. Rezultati analiz metalotioneinov v tkivu školjk ne kažejo bistvenih razlik v koncentracijah v primerjavi s preteklim letom in med vzorci s postaje 00TM pred marino v Kopru v primerjavi z referenčno postajo v Strunjanskem zalivu (post. 0024).

Iz obstoječih podatkov težko postavimo prave zaključke, vendar pa je iz literature jasno, da so mehkužci, še posebej školjke sposobne kopičiti visoke koncentracije težkih kovin v svojih tkivih (Coombs, 1980, George, 1982). Kopičenje težkih kovin se spreminja glede na fiziološko stanje živali, homeostatske mehanizme v celici, odvisno od časa izpostavljenosti težkim kovinam (Harrison 1979, Bouquegneau in Gilles 1979, George in Viarengo 1985, Viarengo in sod., 1986). V tkivih mehkužcev so težke kovine lahko shranjene kot anorganski precipitati (Coombs 1980), v veziklih (George in sod. 1978) in v lizosomih (Viarengo in sod. 1981, George 1983). V citosolu se težke kovine vežejo na s cisteinom bogate proteine imenovane metalotioneini (Kagi in Nordberg, 1979). Njihova sinteza se hitro poveča, ko pride v celici do kopičenja težkih kovin (Noel-Lambot 1976, Viarengo in sod. 1980, Roesijadi in sod., 1982, Viarengo 1985, Viarengo in sod. 1985). 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)



### 3. Program zagotavljanja kakovosti podatkov (DQA)

Del redne dejavnosti je zagotavljanje t.i. "good laboratory practise", redne interkalibracije, ki jih opravljamo v okviru dejavnosti za MED POL (UNEP), udeležba na mednarodnih sestankih koordinatorjev in ekspertov, na tečajih in izobraževanjih tehnikov, strokovnih sodelavcev in raziskovalcev.

Na poziv Koordinacijske enote sredozemskega akcijskega načrta je Andreja Ramšak sodelovala na tečaju Training Course on Biomarker Evaluation, Genova, Italy, (25-29 September 2000).

#### **Udeležba v medlaboratorijskih testih v letu 2000 (Odsek za kemijo okolja, Institut J. Stefan):**

The International Measurement Evaluation Programme IMEP-14: Trace elements in sediments, Final report, September 2000

Organizacija testiranja usposobljenosti laboratorijev (domači in tuji udeleženci) za določanje kovin v vzorcih odpadnega blata: Workshop Proficiency testing "Trace elements in Sewage Sludge", 15. junij 2000, Ljubljana

Udeležba na testu usposobljenosti laboratorijev (domači in tuji udeleženci), ki ga je organiziral Kemijski Institut Ljubljana, za določanje kovin v vzorcih odpadnih vod Proficiency testing "Waste water", Ljubljana junij 2000.

EU, BCR, Determination of total mercury and methylmercury in oyster homogenate, MULSPOT-38, (IJS delovno poročilo, 8279). Ljubljana: Institut "Jožef Stefan", 2000.

#### **4. Koordinacija za MED POL**

##### ***Barcelonska konvencija***

##### ***Koordinacijska enota sredozemskega akcijskega načrta - Atene***

(Mediterranean Action Programme Co-ordination Unit - MAP)

Na poziv koordinacijske enote je bil v Atene posredovan izpolnjen vprašalnik o odpadkih v obalnem območju. Podatki za vprašalnik so bili pridobljeni v okviru nacionalnega projekta "Inventarizacija odlagališč v R Sloveniji 1999", ki ga je izvajalo vodnogospodarsko podjetje Ptuj; posredovala nam jih je ga. Ignjatovič Darinka.

V letu 2000 je koordinacijska enota začela pripravljati tudi banko podatkov o mediteranskih ekspertih za različne vidike MAP (MEDITERRANEAN EXPERTS' ROSTER). Pozivi za prijavo ekspertov so bili poredovani na 9 slovenskih institucij; skupno smo v Atene poslali nominacije 21 ekspertov.

V začetku l. 2001 bo MAP skupaj z italijansko nacionalno agencijo za okolje organiziral delavnico "Meeting of the Informal network on Compliance and Enforcement of Regulations in the Mediterranean Sea for the Control of Pollution that Result from Land-Based Activities". Slovenijo bo zastopal dipl. ing. kem. Žbona Boris, ki bo tudi pripravil nacionalno poročilo.

V skladu z določbami dogovora med vlado R Slovenije in UNEP (Programme for the assessment and control of pollution in the Mediterranean region, National Monitoring Programme, Slovenia) je bilo konec oktobra v Atene posredovano poročilo o dogovorjenem monitoringu skupaj z računalniškim zapisom rezultatov.

##### ***Stiki z IAEA, Marine Environment Laboratory, Monaco***

IAEA-MEL laboratorij je v okviru MED POL zadolžen za interkalibracije na področju neorganskih in organskih polutantov. V skladu s pozivom dr. Stephena de More, vodje laboratorija so bili v l. 2000 v okviru interkalibracijskih vaj (Intercomparison Exercise IAEA-406 in IAEA-407) prijavljeni sledeči laboratoriji: Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo; Odsek za kemijo okolja, Inštitut J. Stefan; Zavod za zdravstveno varstvo Maribor in Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana. Nominirana sta bila tudi dva kandidata za izpopolnjevanje na MEL-u in sicer za analize organskih kontaminant (dr. Oliver Bajt, MBP/NIB) in za analize težkih kovin (mag. Janez Ščančar, OKO, IJS).

V letu 2000 je bil uspešno zaključen projekt "Assessment of the impact of fish farming to the oligotrophic environment of the Slovenian Sea", ki ga je sofinancirala IAEA.

### ***Stiki z WMO/UNEP***

Raziskovalci Instituta J. Stefan in MBP/NIB so skupaj z eksperti Hidrometeorološkega zavoda pripravili predlog projekta "Study of Atmospheric Input of Trace Elements to the Slovenian Marine Environment", ki je bil novembra 2000 poslan v presojo na koordinacijsko enoto v Atene.

### ***Sodelovanje slovenskih ekspertov na strokovnih sestankih MED POL/MAP***

Na poziv Koordinacijske enote sredozemskega akcijskega načrta za nominacijo slovenskih ekspertov za sodelovanje na strokovnih sestankih je bila imenovana Andreja Ramšak Training Course on Biomarke Evaluation, Genova, Italy, (25-29 September 2000).

### **Druge dejavnosti povezane z MAP**

Na delavnici, ki sta jo 28. 1. 2000 na Ministrstvu za okolje in prostor organizirala državni sekretar za vode in nacionalni koordinator za MAP, smo v okviru predstavitve Barcelonske konvencije predstavili tudi program MED POL.

V okviru priprave dokumenta "Strategic review for the year 2000", je bil pripravljen tekst, ki se nanaša na nacionalni program monitoringa morja in MED POL dejavnosti (posredovan dr. Lidiji Globevnik, 16. 4. 2000).

Na center IOC/UNEP za "Integrated Coastal Zone Management" na University of Delaware, ZDA, so bili posredovani zahtevani podatki o programih gospodarjenja z obalnimi območji v Sloveniji.

Nadaljevali smo dejavnosti za izbor primerne lokacije za MED POL postajo za vzorčenje kakovosti padavin. Ker na ožjem obalnem območju nismo uspeli najti primerne lokacije je bilo ovrednoteno območje krajinskega parka Škocjanske jame, vendar postaja za potrebe MED POL še ne deluje.

### ***Dejavnosti v okviru slovensko-hrvaško-italijanske komisije za zaščito Jadranskega morja in obalnih območij***

V letu 2000 je bilo več neformalnih sestankov ekspertov v zvezi s pripravo programa Coordinated Adriatic Observing System in sicer v Piranu, Trstu, Benetkah in Rovinju. Natisnjeni sta bili tudi obe poročili o simpozijih na katerih smo pripravili vsebinske usmeritve za skupen program spremljanja razmer v Jadranskem morju (Proceedings of the International Workshop on the Coordinated Adriatic Observing System in Workshop Report "Nutrients and Trophic Dynamics in the Adriatic Sea: Toward a Coordinated Adriatic Observing System").



## LITERATURA

- ASTM Standards on Environmental Sampling, ASTM Publ. Code (PCN): No 03-418095-38, 1995.
- Banse K., C. P. Falls, L.A. Hobson, 1963. A gravimetric method for determining suspended matter in sea water using Millipore filters. *Deep-Sea Res.* 10: 639-642.
- Bouquegneau, J.M., Gilles, R. (1979): Osmoregulation and pollution of the aquatic medium. V: Gilles, R. (ur.) *Metabolism of osmoregulation in animals*. WILEY, New York, s. 563-580.
- Brown, D.O., Bawde, C.A., Channel, K.W., Parson, T.R., (1977): The wildlife community of Iona Island Jelly, Vancouver, BC, and heavy metal pollution effects. *Environ. Conserv.* 4: 213-216.
- Coombs, T.L. (1980): Heavy metal pollutants in the aquatic environment. V: Gilles, R. (ur.) *Animals and environmental fitness*, Vol. 1. Pergamon Press, Oxford, s. 283-325.
- Donghua L et all. Evaluation of metal ion toxicity on root tip cells by the *Allium* test. *Israel J. of Plant Sciences* 43 (1995), 125–133.
- Fiskesjö G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas* 102 (1985), 99–112.
- Fiskesjö G. The *Allium* test in wastewater monitoring. *Environmental Toxicology and Water Quality* 8 (1993), 291–298.
- Grasshoff, K. 1983. *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie. Weinheim.
- George, S.G., Pirie, B.J.S., Chejine, A.R., Coombs, T.L., Grant, P.T. (1978): Detoxication of metals by marine bivalves: an ultrastructural study of the compartmentation of copper and zinc in oyster *Ostrea edulis*. *Mar. Biol.* 45: 147-156.
- George, S.G. (1982): Subcellular accumulation and detoxification of metals in aquatic animals. V: Vernberg, W.B., Calabrese, A., Thurberg, F.P.; Vernberg, F.J. (ur.) *Physiological mechanisms of marine pollutant toxicity*. Academic Press, New York, s. 3-52.
- George, S.G. (1983): Heavy metal detoxification in the mussel *Mytilus edulis*. Composition of Cd-containing kidney granules (tertiary lysosomes). *Comp. Biochem. Physiol.* C76:53-57.
- George, S.G., Viarengo, A. (1985): A model for heavy metal homeostasis and detoxication. V: Vernberg, W.B., Calabrese, A., Thurberg, F.P., Vernberg, F.J. (ur.) *Marine pollution and physiology: recent advances*. Academic Press, New York, s. 125-143.
- Grant WF. The present status of higher plant bioassays for the detection of environmental mutagens. *Mutation Res.* 310 (1994), 175–185.
- Grant WF & Salamone MF. Comparative mutagenicity of chemicals selected for test in the International Program on Chemical Safety's collaborative study on plant systems for the detection of environmental mutagens. *Mutation Res.* 310 (1994), 187–209.
- Harrison, F.L. (1979): Effect of the physicochemical form of trace metals on their accumulation by bivalve molluscs. V: Jenne, A. (ur.) *Chemical modelling in closed systems*. American Chemical Society Symposium Ser. 93. s. 611-634.
- 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.

- Kagi, J.H.R., Nordberg, M. (1979): Metallothionein. *Experientia* 34 (Suppl.).
- Malačič, Vlado, Vukovič, Aleksander. 1999. *Geofizikalno-ekološki pristop k disperziji odplak piranskega izpusta: [zaključno poročilo]*. Piran: Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran.
- Mulcahy DL. Pollen tetrads in the detection of environmental mutagenesis. *Environmental Health Perspectives* 37 (1981), 91–94.
- Noel-Lambot, F. (1976): Distribution of cadmium, zinc and copper in the mussel *Mytilus edulis*. Existence of cadmium-binding proteins similar to metallothioneins. *Experientia* 32:324-326.
- Plewa JM et all. Plant activation and its role in environmental mutagenesis and antimutagenesis. *Mutation Res.* 350 (1996), 163–171.
- 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.
- Smaka-Kincl V, Stegnar P, Lovka M & Toman MJ. The evaluation of waste, surface and ground water quality using the *Allium* test procedure. *Mutation Res.* 368 (1996), 171–179.
- 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.
- Štirn J. 1969. Raziskovalne metode. Morska biološka postaja Portorož.
- Te-Hsiu M. Vicia cytogenetic tests for environmental mutagens. *Mutation Res.* 99 (1982), 257–271.
- 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.
- Uradni list R Slovenije 35/96. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda iz virov onesnaženja.
- 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., Zanicchi, G., Moore, M.N., Orunesu, M. (1981): Accumulation and detoxication of copper by the mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam.: a study of the subcellular distribution in the digestive gland cells. *Aquat. Toxicol.* 1: 147-157.
- 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.
- Viarengo, A. (1985): Biochemical effects of trace metals. *Mar. Pollut.Bull.* 16:153-158.
- Viarengo, A., Palmero, S., Zanicchi, G., Capelli, R., Vaissiere, R., Orunesu, M. (1985): Role of metallothioneins in Cu and Cd accumulation and elimination in the gill and digestive gland cells of *Mytilus galloprovincialis* Lam. *Mar. Environ. Res.* 16: 23-26.
- Viarengo, A., Mancinelli, G., Martino, G., Mazzucotelli, A., Orunesu, M. (1986): Influenza di concentrazioni subletali di Cu<sup>++</sup> e di fattori ambientali (temperatura, salinita, ossigeno) sui livelli cellulari di K<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Cu<sup>++</sup>, nelle branchie di *Mytilus galloprovincialis* Lam. *Atti.Riun.Soc.Ital.Fisiol. Napoli-Campi Flegrei*, s.134.
- 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.
- Vukovič in sod., . Program spremljanja kakovosti obalnega morja v Republiki Sloveniji. Poročilo za leto 2000. Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Slovenije. V pripravi.
- Vollenweider in sod., 1997. 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.

## **VI. TABELE**

Program monitoringa v letu 2000

































## **VII. TABELE - REZULTATI**