

Nacionalni inštitut za biologijo
Morska biološka postaja

**Program spremljanja kakovosti morja in
vnosov onesnaženja s kopnega v skladu
z Barcelonsko konvencijo v letu 2009**

Naročnik: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje
Vojkova ulica 1b, Ljubljana

Nosilka projekta: dr. Valentina Turk

Piran, marec 2010

Za bibliografske namene se delo navaja kot poročilo o rezultatih raziskav (tipologija COBISS 2.12):

Turk V, O Bajt, P Mozetič, M Poje, A Ramšak, A Malej. 2010. Program spremljanja kakovosti morja in vnosov onesnaženja s kopnega v skladu z Barcelonsko konvencijo. Poročilo za leto 2009. (Poročila MBP – Morska biološka postaja). Piran: Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, 2010.

Slovenija kot članica programa Združenih narodov za okolje (UNEP) in podpisnica Konvencije o varovanju Sredozemskega morja pred onesnaženjem (Barcelonska konvencija) aktivno sodeluje v programu Sredozemskega akcijskega načrta (MAP-Mediterranean Action Plan). Program Spremljanja stanja okolja (MED POL program) izvajamo s finačno pomočjo Ministrstva za okolje in prostor R Slovenije, Agencije RS za okolje. Poročilo vključuje rezultate spremljanja sanitarne kakovosti kopaliških vod, trofičnega stanja obalnega morja in trendov onesnaženja, stopnje onesnaženja organizmov in sedimenta s težkimi kovinami in policikličnimi ogljikovodiki, virov onesnaženja s kopnega in žarišč onesnaženja, ter biomonitoringa za oceno bioloških posledic onesnaženja na morskih organizmih.

V preteklem letu so določali sanitarno kakovost kopaliških vod na 20 merilnih mestih vzdolž obale R Slovenije. V času kopalne sezone, od 1. junija do 15. septembra 2009, je bilo na posameznem merilnem mestu na naravnem kopališču izvedenih 9 vzorčenj, na kopalnem območju pa 10. Ob vsakem vzorčenju kopalne vode so bile opravljene terenske meritve ter ocene prisotnosti vidnih nečistoč, mineralnih olj, fenolov in detergentov, v laboratoriju pa še analize fizikalno-kemijskih ter mikrobioloških parametrov. Skupno je bilo zbranih 180 rezultatov celokupnih koliformov, fekalnih koliformov in fekalnih streptokokov. Glede na nacionalno zakonodajo večina kopališč ustreza kriterijem, ki dovoljujejo uporabo kopališč za rekreativne namene (Ur.L.73/2003).

V letu 2009 so bile vsebnosti koncentracije ogljikovodikov v sedimentu najvišje na postaji v Luki Koper in v portoroški marini. Rezultati koncentracij alifatskih in policikličnih aromatskih ogljikovodikov v površinskem sedimentu in školjkah v glavnem ne kažejo trenda naraščanja. Primerjava s podatki, ki so dosegljivi v strokovni literaturi, potrjuje, da je naše morje zmerno onesnaženo z ogljikovodiki. Vzorce školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja s težkimi kovinami kadmija in živega srebra (Cd, Hg) smo vzorčili septembra v Strunjanu (gojišče) in ob marini v Koprju na vhodu v koprsko pristanišče. Rezultati kadmija in živega srebra za leto 2009 ne kažejo velikih odstopanj od rezultatov preteklih let.

Trofični status obalnega morja in odprtih vod Tržaškega zaliva smo določili na osnovi izračuna TRIX indeksa zbranih rezultatov meritev hranilnih soli, kisika in koncentracij klorofila. Glede na rezultate statistične analize (Box plot analiza) vrednosti TRIX indeks dosega najvišje vrednosti 6,5 v ustju reke Dragonje in se zmanjšujejo na postajah proti sredini piranskega zaliva, pred piransko Punto do referenčno postaje v Tržaškem zalivu. Prav tako so vrednosti visoke v ustju reke Rižane in padajo na transektu proti sredini Koprškega zaliva, mimo Izole do referenčnega merilnega mesta. Najvišje koncentracije klorofila so bile izmerjene na vseh merilnih mestih v mesecu maju, vrednosti pa niso presegale koncentracij $2,5 \mu\text{g Chl } a \text{ L}^{-1}$. Višja je bila le koncentracija izmerjena v ustju reke Rižane. Abundanco in vrstno sestavo fitoplanktona smo določali sezonsko na vseh merilnih mestih obeh transektov na treh globinah zgornjega dela vodnega stolpca.

Na osnovi rezultatov kemičnih analiz in hitrosti pretokov rek in čistilnih naprav, ki se izlivajo v obalno morje R Slovenije znaša letni vnos za celokupno suspendirano snov 1725 ton/leto, za celokupni dušik 369 ton/leto in za celokupni fosfor 18 ton/leto.

Od leta 2000 opravljamo analize biometričnih parametrov in biomarkerje splošnega stresa, to so koncentracije metalotioneinov ter vrednosti prelomov v DNA, ki ga izražamo s faktorjem SSF klapavic *Mytilus galloprovincialis* v marcu in v septembru na treh vzorčnih mestih vzdolž obale R Slovenije. Določamo. Vrednosti metalotioneinov izmerjene v septembru 2009 so bile najnižje izmerjene vrednosti v zadnjih petih letih. Prelome DNA smo analizirali v celicah hemolimfe, ki smo jo odvzeli iz adduktorske mišice klapavic. Precejšnja nihanja vrednosti metalotioneinov in faktorjem SSF povezujemo predvsem s fiziološkimi procesi (obdobje razmnoževanja) in s spremembami v fizikalno kemijskih parametrih okolja.

Kazalo

| | |
|--|----|
| <i>Povzetek</i> | 3 |
| <i>Kazalo</i> | 5 |
| <i>1. Izhodišča</i> | 7 |
| <i>2 Monitoring sanitarne analize kopaliških vod</i> | 8 |
| 2.1. Merilna mesta monitoringa kopaliških vod..... | 8 |
| 2.2. Rezultati monitoringa kopaliških vod..... | 8 |
| <i>3. Monitoring kemično onesnaženje v sedimentu in organizmih</i> | 10 |
| 3.1. Merilna mesta ugotavljanje kemičnega onesnaženja sedimenta in morskih organizmov .. | 10 |
| 3.2. Rezultati koncentracij ogljikovodikov v sedimentu | 11 |
| 3.3. Rezultati koncentracij ogljikovodikov v morskih organizmih..... | 12 |
| 3. 4. Rezultati koncentracij težkih kovin v morskih organizmih | 14 |
| <i>4 Evtrofikacijski monitoring</i> | 15 |
| 4.1. Merilna mesta kakovosti obalnega morja..... | 15 |
| 4.2 Rezultati kakovosti obalnega morja..... | 15 |
| <i>5 Obremenitev – vnos s kopnega</i> | 18 |
| 5.1. Merilna mesta ugotavljanja vnosa onesnaženja s kopnega | 18 |
| 5.2. Rezultati vnosa onesnaženja s kopnega | 18 |
| <i>6 Biomonitoring - biološke spremembe onesnaženja</i> | 20 |
| 6.1. Merilna mesta biomonitoringa | 20 |
| 6.2. Rezultati Biomonitoring a | 20 |
| <i>7 Metode vzorčenja in posameznih analiz</i> | 24 |
| <i>8 Literatura</i> | 28 |
| <i>9 Koordinacija UNEP/MED POL</i> | 29 |

1. Izhodišča

Izhodišča za izvajanje programa predstavlja obveza Republike Slovenije kot podpisnice Barcelonske konvencije v sodelivanju z Agencijo združenih narodov za okolje (UNEP/MAP). Vsebinsko naloga vključuje analize, določene v programu Združenih narodov za okolje (UNEP – MAP FAZA IV) »Program za oceno in kontrolo onesnaženja v sredozemski regiji«, v katerem Slovenija sodeluje s programom National Monitoring Programme of Slovenia (NMPSlovenia).

Program vključuje sledeče analize:

- 1) mikrobiološke analize kakovosti kopaliških vod;
- 2) fizikalno-kemične in biološke analize morske vode za oceno stopnje eutrofikacije;
- 3) stopnje onesnaženja sedimenta in morskih organizmov s policikličnimi ogljikovodiki, kadmijem in živim srebrom;
- 4) oceno vnosa suspendiranih delcev, dušika in fosforja s kopenskih točkovnih virov onesnaženja v morje;
- 5) biomonitoringa – rezultate analiz indukcije metalotioneinov in alkalne elucije za ugotavljanje vpliva onesnaženja na organizme;
- 6) dejavnosti v okviru koordinacije za UNEP/MED POL

2 Monitoring sanitarne analize kopaliških vod

2.1. Merilna mesta monitoringa kopaliških vod

Kakovost kopalnih voda na morju se je leta 2009 spremljala na 20 mestih (tabela 1 karta 1), saj je bil seznam kopalnih voda v letu 2008 dopolnjen z novim kopalnih območjem Pri svetilniku. Na 13 naravnih kopališčih je zagotavljal nadzor nad kakovostjo vode upravljavec kopališča, na 7 kopalnih območjih pa je spremljanje higienske ustreznosti kopalnih voda zagotavljala Agencija RS za okolje.

Tabela 1: Kopalne vode na morju v letu 2009

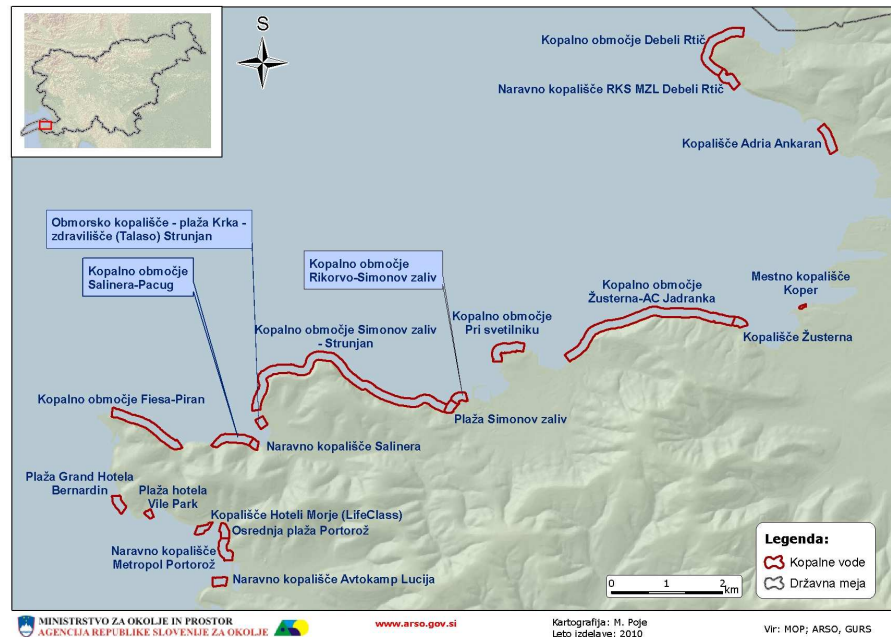
| Št. | Šifra vodnega telesa | Ime vodnega telesa | Ime kopalne vode | Koordinate merilnega mesta | |
|-----|----------------------|---|--|----------------------------|--------|
| | | | | X | Y |
| 1 | SI5VT2 | VT Morje Lazaret-Ankaran | Kopalno območje Debeli Rtič | 50413 | 399030 |
| 2 | SI5VT2 | VT Morje Lazaret-Ankaran | Naravno kopališče RKS MZL Debeli Rtič | 50016 | 399593 |
| 3 | SI5VT3 | kMPVT Morje Koprski zaliv | Kopališče Adria Ankaran | 48869 | 401320 |
| 4 | SI5VT3 | kMPVT Morje Koprski zaliv | Mestno kopališče Koper | 45879 | 400849 |
| 5 | SI5VT3 | kMPVT Morje Koprski zaliv | Kopališče Žusterna | 45536 | 399717 |
| 6 | SI5VT3, SI5VT4 | kMPVT Morje Koprski zaliv, VT Morje Žusterna-Piran | Kopalno območje Žusterna-AC Jadranka | 45627 | 399270 |
| 7 | SI5VT4 | VT Morje Žusterna-Piran | Kopalno območje Pri svetilniku | 45047 | 395371 |
| 8 | SI5VT4 | VT Morje Žusterna-Piran | Kopalno območje Rikovo-Simonov zaliv | 44205 | 394759 |
| 9 | SI5VT4 | VT Morje Žusterna-Piran | Plaža Simonov zaliv | 44009 | 394483 |
| 10 | SI5VT4 | VT Morje Žusterna-Piran | Kopalno območje Simonov zaliv-Strunjan | 44686 | 391846 |
| 11 | SI5VT4 | VT Morje Žusterna-Piran | Obmorsko kopališče-Plaža Krka-Zdravilišče (Talas) Strunjan | 43926 | 391042 |
| 12 | SI5VT4 | VT Morje Žusterna-Piran | Naravno kopališče Salinera | 43384 | 390927 |
| 13 | SI5VT4 | VT Morje Žusterna-Piran | Kopalno območje Salinera-Pacug | 43447 | 390619 |
| 14 | SI5VT4 | VT Morje Žusterna-Piran | Kopalno območje Fiesa-Piran | 43665 | 389092 |
| 15 | SI5VT5 | VT Morje Piranski zaliv | Plaža Grand Hotela Bernardin | 42330 | 388555 |
| 16 | SI5VT5 | VT Morje Piranski zaliv | Plaža hotela Vile Park | 42149 | 389016 |
| 17 | SI5VT5 | VT Morje Piranski zaliv | Kopališče Hoteli morje (LifeClass) | 41891 | 390040 |
| 18 | SI5VT5 | VT Morje Piranski zaliv | Osrednja plaža Portorož | 41806 | 390370 |
| 19 | SI5VT5 | VT Morje Piranski zaliv | Naravno kopališče Metropol Portorož | 41399 | 390479 |
| 20 | SI5VT5 | VT Morje Piranski zaliv | Naravno kopališče Avtokamp Lucija | 40884 | 390320 |

2.2. Rezultati monitoringa kopaliških vod

V času kopalne sezone, ki je trajala od 1. junija do 15. septembra 2009, je bilo na posameznem merilnem mestu na naravnem kopališču izvedenih 9 vzorčenj, na kopalnem območju pa 10. Ob vsakem vzorčenju kopalne vode so bile opravljene terenske meritve ter ocene prisotnosti vidnih nečistoč, mineralnih olj, fenolov in detergentov, v laboratoriju pa še analize na fizikalno-kemijske ter mikrobiološke parametre (skupne koliformne bakterije, koliformne bakterije fekalnega izvora ter streptokoki fekalnega izvora). Kakovost vode je bila ocenjena glede na zahteve nacionalne zakonodaje (Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za

kopalne vode (Ur. l. RS, št. 73/03, 96/06), ter glede na zahteve Direktive o kopalnih vodah 76/160/EGS

Karta 1: Kopalne vode na morju v letu 2009



V tabeli v prilogi (priloga 1) so zbrani podatki o skladnosti vzorcev kopalne vode z zahtevami nacionalne zakonodaje ter WHO/UNEP kriterijev, podrobnejši rezultati analiz pa so zbrani v letnih poročilih, ki so objavljeni na spletni strani Agencije RS za okolje in Inštituta za varovanje zdravja RS.

3. Monitoring kemično onesnaženje v sedimentu in organizmih

3.1. Merilna mesta ugotavljanje kemičnega onesnaženja sedimenta in morskih organizmov

V merilno mrežo za ugotavljanje kemičnega onesnaženja sedimenta je vključenih 7 merilnih mest: marina Portorož (00MP), ustje reke Rižane (0014), sredina Koprskega (000K) in Piranskega zaliva (00MA), postaja pred Debelim rtičem (00KK), postaja sredi Tržaškega zaliva (00CZ) ter postaja 000F. Merilna mesta so predstavljena v tabeli 2.

V merilno mrežo ugotavljanja kemičnega onesnaženja v organizmih sta vključeni 2 merilni mesti in sicer v notranjosti koprskega zaliva pred Marino in Luko Koper (00TM) in gojišču školjk v Strunjanskem zalivu (0024). Merilna mesta so predstavljena v tabeli 2.

Tabela 2 Merilna mesta ugotavljanja kemičnega onesnaženja v organizmih in sedimentu

| Koda postaje | Merilno mesto | Šifra vodnega telesa | Geodet. koordinata X | Geodet. koordinata Y | Globina postaje (m) | Oddaljenost od obale (m) |
|--------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| SEDIMENT | | | | | | |
| 00MP | Marina Portorož | SI5VT5 | 5041196 | 5390356 | 10 | 2 |
| 0014 | Luka Koper | SI5VT3 | 5046601 | 5401382 | 10 | 10 |
| 000K | Koprski zaliv | SI5VT3 | 5046531 | 5399971 | 16 | 1300 |
| 00KK | Koprski zaliv | VSI5VT1 | 5050548 | 5395982 | 21 | 3000 |
| 000F | Odperte vode | SI5VT4 | 5045023 | 5386951 | 21 | 3000 |
| 00CZ | Tržaški zaliv | SI5VT1 | 5053862 | 5393524 | 24 | 3500 |
| 00MA | Piranski zaliv | SI5VT5 | 5045023 | 5386951 | 16 | 3500 |
| ORGANIZMI | | | | | | |
| 00TM | Marina Koper | SI5VT3 | 5045847 | 5400285 | 10 | 1 |
| 0024 | Strunjanski zaliv | SI5VT2 | 5044014 | 5389884 | 14 | 600 |

3.2. Rezultati koncentracij ogljikovodikov v sedimentu

Vzorke sedimenta za analize kemičnega onesnaženje z ogljikovodiki (alifatski in aromatski – AH, PAH) smo vzorčili 30. septembra 2009. Rezultati celokupnih koncentracij so podani v tabeli 3. V letu 2009 so bile koncentracije alifatskih ogljikovodikov v sedimentu najvišje na postajah 0014 v Luki Koper in 00PM v portoroški marini (tabela 3). Povišane koncentracije v primerjavi z referenčno postajo 000F smo dobili tudi na vseh drugih postajah. Nekoliko bolj povišane so bile vrednosti na postajah v sredini obeh zalivov, Koprskega in Piranskega, in v sredini Tržaškega zaliva (00CZ). V razporeditvi alifatskih ogljikovodikov prevladujejo ogljikovodiki z več kot 20 ogljikovimi atomi v molekuli. Razmerje med tistimi z lihim številom ogljikovih atomov in tistimi s sodim številom je povsod višje od 1, kar kaže na pomemben naraven vnos z rekami. Razmeroma pomembna koncentracija neločljive kompleksne zmesi, ki pomeni zmes razgradnih produktov in razvejanih izomer alifatskih ogljikovodikov, pa kaže tudi na »kronično« onesnaževanje z alifatskimi ogljikovodiki.

Tabela 3 Rezultati koncentracij celokupnih alifatskih (AH) in policikličnih aromatskih (PAH) ogljikovodikov (ng g^{-1} suhega sedimenta) v sedimentu na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2009.

| | Postaja | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|
| Ogljikovodiki (ng g^{-1}) | 000F | 00PM | 00KK | 0014 | 00MA | 000K | 00CZ |
| Celokupni AH | 1097 | 3665 | 1662 | 3528 | 2898 | 2802 | 2093 |
| Celokupni PAH | 283 | 726 | 291 | 423 | 462 | 435 | 479 |

Izmerjene koncentracije PAH-ov kažejo na najvišje vrednosti v Marini Portorož, kjer so koncentracije več kot dvakrat višje v primerjavi z referenčno postajo 000F, na drugih postajah pa so koncentracije do dvakrat višje ali celo primerljive s tistimi na referenčni postaji. V primerjavi s preteklimi leti so opazne nižje koncentracije na postaji 00PM in še posebno na postaji v Luki Koper (0014). Na slednji postaji smo to opazili že drugo leto zapored. To morda kaže na zmanjšanje vnosa zaradi boljšega delovanja nove komunalne čistilne naprave. Vsekakor bo to zanimivo spremljati v naslednjih letih.

3.3. Rezultati koncentracij ogljikovodikov v morskih organizmih

Vzorci školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in aromatski – AH, PAH) smo vzorčili 25. septembra 2009 na postaji v Strunaju (0024) in 15. septembra 2009 na postaji v Kopru (00TM). Takoj po vzorčenju smo klapavicam izmerili dolžino, širino lupine in težo. Analize so opravili v petih vzorcih na vsaki postaji in vsak podvzorec sestavlja 20 klapavic v velikosti pribl. od 4 do 6 cm. Rezultati splošnih fizikalnih razmer na mestu vzorčenja so podani v tabeli 4.

Tabela 4. Rezultati slanosti, temperature in vsebnosti kisika na merilnem mestu vzorčenja školjk v Strunaju (0024) in na merilnem mestu v Kopru (00TM) letu 2009

| Merilno mesto | Datum | Slanost psu | Temp °C | Kisik mgO ₂ /L |
|---------------|----------|----------------|------------|------------------------------|
| 0024 | 25.09.09 | 36,61 | 22,9 | 6,87 |
| 00TM | 15.09.09 | 36,34 | 22,3 | 7,00 |

Vsebnost alifatskih (AH) in poliaromatskih ogljikovodikov koncentracij elementov v posameznem podvzorcu, preračunani na suho maso vzorca, so podani v tabeli 5.

Tabela 5 Rezultati koncentracij celokupnih alifatskih (AH) in policikličnih aromatskih (PAH) (ng g⁻¹ suhe teže) ogljikovodikov v organizmih na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2009.

| Ogljikovodiki (ng g ⁻¹ suhe teže) | Postaja | | | |
|---|---------|------|------|------|
| | 00TM | ± SD | 0024 | ± SD |
| Celokupni alifatski | 6561 | 298 | 1943 | 102 |
| Celokupni PAH | 535 | 29 | 239 | 8 |

Rezultati tudi za leto 2009 kažejo nižje vsebnosti ločenih poliaromatskih ogljikovodikov na postaji 00TM v primerjavi s preteklimi leti. Koncentracije so nekoliko nižje tudi na postaji v Strunjanu, so pa še vedno več kot dvakrat nižje kot na postaji 00TM. To razliko vsekakor lahko pripišemo vplivu dejavnosti Luke Koper in Marine Koper, nekaj pa verjetno prispeva samo mesto Koper. Že drugo

leto dobljene nižje vrednosti na postaji 00TM sledijo nižjim vrednostim v sedimentu na postaji 0014, kar je morda posledica manjšega vnosa zaradi delovanja nove komunalne čistilne naprave.

V primeru alifatskih ogljikovodikov takega razmerja nismo opazili in so rezultati primerljivi z rezultati iz prejšnjih let. Morda celo izstopa precej višja vsebnost alifatskih ogljikovodikov na postaji 00TM. Razporeditev alifatskih ogljikovodikov kaže na nekoliko večje kopičenje višjemolekularnih spojin, z neznajčno razporeditvijo ogljikovodikov z lihim oz. sodim številom ogljikovih atomov. Višje vrednosti na postaji 00TM vsekakor kažejo na vire onesnaževanja na tem območju, kar je tudi v skladu z rezultati vsebnosti ogljikovodikov v sedimentu.

Na koncu lahko ugotovimo, da tudi v letu 2009 vsebnosti alifatskih in policikličnih aromatskih ogljikovodikov v površinskem sedimentu in školjkah v glavnem ne kažejo trenda naraščanja, na postajah okoli Luke Koper je celo opazno zmerno znižanje koncentracij. Primerjava s podatki, ki so dosegljivi v strokovni literaturi, potrjuje, da je naše morje še vedno le zmerno onesnaženo z ogljikovodiki.

3. 4. Rezultati koncentracij težkih kovin v morskih organizmih

Vzorci školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja s težkimi kovinami kadmija in živega srebra (Cd, Hg) smo vzorčili 25. septembra 2009 na postaji v Strunaju (0024) in 15. septembra 2009 na postaji v Kopru (00TM). Rezultati koncentracij elementov v posameznem podvzorcu, preračunani na suho maso vzorca, so podani v tabeli 6.

Tabela 6 Rezultati vsebnosti kadmija (Cd) in živega srebra (Hg) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (.00TM) in v Strunjanskem zalivu (0024) v letu 2009.

| Vzorec | Cd (mg kg ⁻¹) | Hg (mg kg ⁻¹) |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| 0024-1 | 0,82 | 0,098 |
| 0024-2 | 0,7 | 0,057 |
| 0024-3 | 0,65 | 0,89 |
| 0024-4 | 0,88 | 0,095 |
| 0024-5 | 0,77 | 0,088 |
| 00TM – 1 | 0,89 | 0,068 |
| 00TM – 2 | 0,94 | 0,083 |
| 00TM - 3 | 0,92 | 0,07 |
| 00TM - 4 | 0,83 | 0,081 |
| 00TM - 5 | 0,78 | 0,065 |

4 Evtrofikacijski monitoring

4.1. Merilna mesta kakovosti obalnega morja

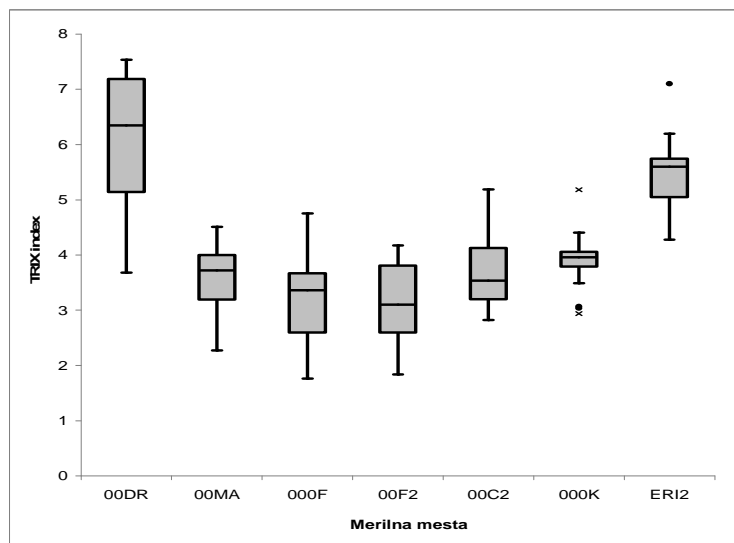
Za določevanje kakovosti obalnega morja so izbrana merilna mesta na dveh transektih. Prvi transekt poteka od merilnega mesta v ustju reke Rižane (ERI2), proti sredini Koprskega zaliva (000K), mimo Izole (00C2) do referenčnega merilnega mesta (00F2). Drugi transekt vključuje merilno mesto od ustja reke Dragonje (00DR), proti sredini piranskega zaliva (00MA), do merilnega mesta pred piransko Punto (000F) in referenčne postaje 00F2. Izbor merilnih mest s koordinatami, globino in oddaljenost od obale je navedena v tabeli 7.

Tabela 7 Izbor merilnih mest evtrofikacijskega monitoringa obalnega morja s koordinatami, globina merilnega mesta in oddaljenost od obale

| Merilno mesto | Koda | Šifra vodnega telesa | Geodet. koordinata | Geodet. koordinata | Globina postaje (m) | Oddaljenost od obale (m) |
|-------------------|------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Odperte vode | 00F2 | SI5VT1 | 5045001 | 5386842 | 21 | 3000 |
| Tržaški zaliv | 000F | SI5VT4 | 5045023 | 5386951 | 24 | 3500 |
| Koprski zaliv | 00KP | SI5VT3 | 5046531 | 5399971 | 16 | 1300 |
| Estuarij Rižane | 0ERI | SI58VT3 | 5046408 | 5401878 | 10 | 100 |
| Izola | 00C2 | SI5VT1 | 5049322 | 5391799 | 21 | 200 |
| Piranski zaliv | 00MA | SI5VT5 | 5040675 | 5388414 | 16 | 1500 |
| Estuarij Dragonje | 00DB | SI512VT52 | 5036571 | 5391752 | 2 | 2 |

4.2 Rezultati kakovosti 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 koncentracij klorofila. Za določevanje evtrofikacijskega stanja obalnega morja je bilo vzorčenje opravljeno 12. februarja, 13. maja, 18. junija, 12. avgusta, 16. septembra, 11. novembra in 21. decembra 2009. Na vsakem merilnem mestu smo najprej izmerili fizikalne parametre s CTD sondo in nato vzorčili z vzorčevalnikom Niskin na različnih globinah (0,3m, 5m in 10 ali 15m – odvisno od globine postaje). Rezultati statistične analize vrednosti na posameznih merilnih mestih so prikazane na sliki 2, ter koncentracije fitoplanktonske biomase na sliki 3.

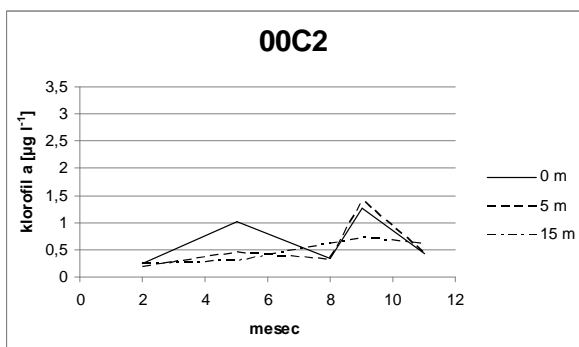
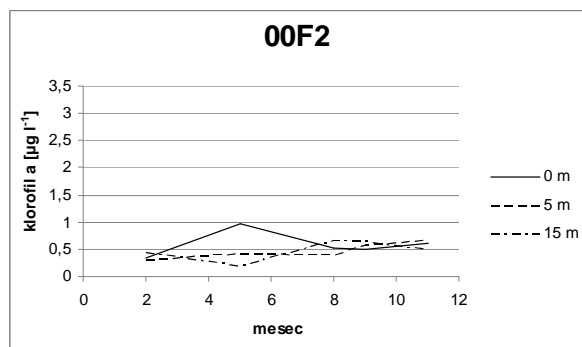
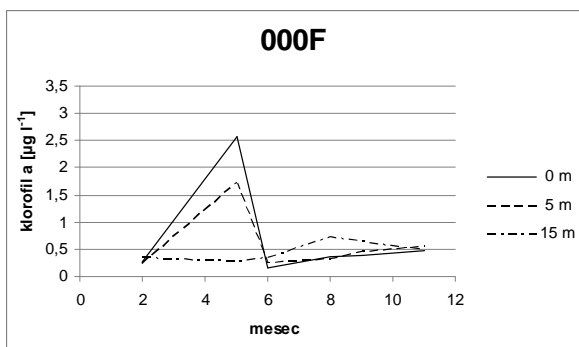
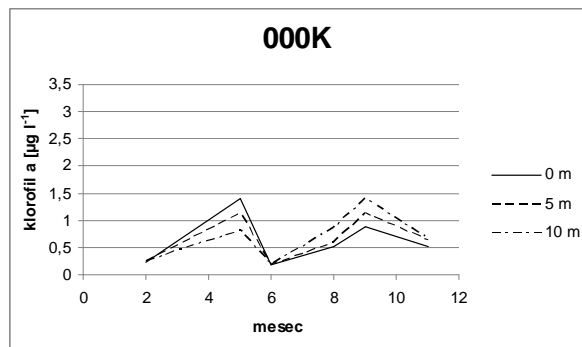
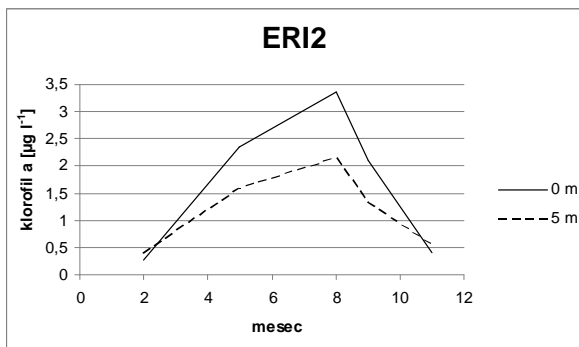
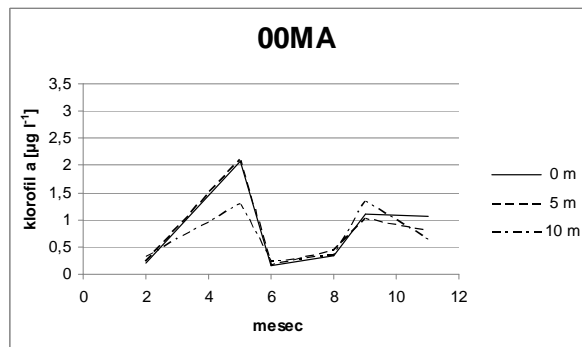
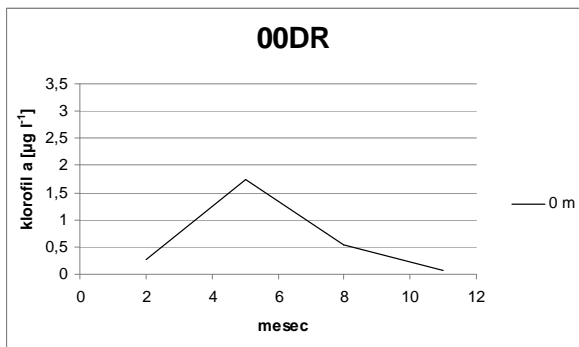


Slika 2 Statistična analiza vrednosti TRIX indeksa (Box plot analiza) na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2009.

Abundanco in vrstno sestavo fitoplanktona smo določali sezonsko na vseh merilnih mestih obeh transektov (post. 0ERI, 000K, 00C2, 00DR, 00MA, 000F and 00F2), na treh globinah zgornjega dela vodnega stolpca (globina 0,3m, 5m, 10 ali 15m – odvisno od globine postaje). Rezultati koncentracij fitoplanktona na posameznih merilnih mestih so prikazani v tabeli 8. Povprečne koncentracije fitoplanktona upadajo v smeri proti znanji referenčni postaji, vendar beležimo najvišje vrednosti na globini 15m na zunanji postaji Tržaškega zaliva. Celotno leto so v vzorcih fitoplanktona prevladovali mikroflagelati, kremenaste alge, število vrst silikoflagelatov, kokolitoforid, dinoflagelatov je bilo celotno leto nizko.

Tabela 8 Rezultati povprečnega, minimalnega in maksimalnega števila fitoplanktona na posameznih merilnih mestih v letu 2009

| Merilno mesto | Min število celic/L | Maks število celic/L | Povp. število celic/L |
|---------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 00DR | 59000 | 643000 | 277333 |
| 00MA | 493500 | 2905000 | 1091625 |
| 000F | 130000 | 2847000 | 892750 |
| 00F2 | 163500 | 2032000 | 561125 |
| ER12 | 205500 | 2397000 | 1134438 |
| 000K | 196000 | 2070000 | 766042 |
| 00C2 | 592500 | 731500 | 654917 |



Slika 3 Koncentracije fitoplanktonske biomase (klorofil a) na posameznih merilnih mestih v letu 2009

5 Obremenitev – vnos s kopnega

5.1. Merilna mesta ugotavljanja vnosa onesnaženja s kopnega

V merilno mrežo ugotavljanja vnosa onesnaženja s kopnega so vključena merilna mesta v spodnjem toku reke Rižane, Dragonje, Badaševica in Drnice, ter izpusti iz komunalnih čistilnih naprav v Kopru in Piranu. Koordinate merilnih mest so navedene v tabeli 9.

Tabela 9: Merilna mesta žarišč onesnaženja s koordinatami

| Koda postaje | Merilno mesto | Tip merilnega mesta | Šifra vodnega telesa | Geodet.koor. X | Geodet.koor. Y |
|--------------|---------------|---------------------|----------------------|----------------|----------------|
| 00RI | Rižana | Osnovno | SI518VT3 | 5046545 | 5403029 |
| 00DR | Dragonja | Referenčno | SI512VT52 | 5036571 | 5391752 |
| 00BA | Badaševica | Dodatno | - | 5044359 | 5400652 |
| 00DN | Drnica | Dodatno | - | 5037928 | 5391862 |
| 00KB | KOPER | čistilna naprava | SI518VT3 | 5046923 | 5402536 |
| 00PA | PIRAN | čistilna naprava | SI5VT5 | 5042653 | 5388297 |

5.2. Rezultati vnosa onesnaženja s kopnega

Na samem mestu vzorčenja rek smo opravili meritve temperature, slanosti in pripravili vzorce za analize raztopljenega kisika, biološko in kemijsko porabo kisika in druge kemične analize. Vodo za bakteriološke analize smo zajeli v sterilne steklenice in vzorce analizirali takoj po prihodu v laboratorij. Vzorčenje smo opravili 12. februarja, 13. maja, 12. avgusta in 11. novembra 2009. Na osnovi rezultatov kemičnih analiz in hitrosti pretokov rek, ki se izlivajo v obalno morje R Slovenije smo tako ocenili letni vnos celokupne suspendirane snovi, celokupnega dušika in celokupnega fosforja.

Rezultate meritev odpadne vode na iztoku čistilne naprave (ČN) v Kopru (00KB) in Piranu (00PA) smo pridobili na osnovi »Poročila o monitoringu odpadnih vod za leto 2008« v sodelovanju s sodelavci Komunale Koper, d.o.o. in JP Okolje Piran, d.o.o.

Iztok komunalnih vod ČN Koper je 200m pred izlivom reke Rižane v morje, komunalne vode ČN Piran pa se izlivajo preko podvodnega cevovoda, 3 milje od obale.

Tabela 10 Ocena vnosa suspendiranih delcev (TSS), celokupnega dušika (TotN) in celokupnega fosforja (TotP) v obalno morje R Slovenije z rekami v letu 2009

| Merilno mesto | Koda | Pretok m ³ /leto | TSS t/leto | TN t/leto | TP t/leto |
|---------------|------|--------------------------------|---------------|--------------|--------------|
| Rižana | 00RI | 5,90 *10 ⁷ | 1160,2 | 222,9 | 7,0 |
| Badaševica | 00BA | 2,14 *10 ⁶ | 180,1 | 21,6 | 0,3 |
| Drnica | 00DN | 2,69 *10 ⁶ | 16,2 | 25,7 | 0,5 |
| Dragonja | 00DR | 8,51 *10 ⁶ | 250,4 | 68,7 | 5,9 |
| Skupaj | | | 1606,9 | 338,9 | 13,7 |

Tabela 11 Ocena vnosa suspendiranih delcev (TSS), celokupnega dušika (TotN) in celokupnega fosforja (TotP) iz čistilnih naprav v obalno morje R Slovenije v letu 2009.

| Merilno mesto | Koda | Pretok m ³ /leto | TSS t/leto | TN t/leto | TP t/leto |
|---------------|------|--------------------------------|---------------|--------------|--------------|
| ČN Koper | 00KB | 1,84 *10 ⁶ | 26,8 | 10,2 | 1,4 |
| ČN Piran | 00PA | 5,95 *10 ⁵ | 91,5 | 19,6 | 2,6 |
| Skupaj | | | 118,3 | 29,8 | 4,0 |

6 Biomonitoring - biološke spremembe onesnaženja

6.1. Merilna mesta biomonitoringa

Vzorke školjk (*Mytilus galloprovincialis*) za analize ugotavljanja vpliva onesnaženja na organizme (t.i.biomonitoringa) smo vzorčevali na 3 merilnih mestih: pred marino Koper (post. 00TM), v školjčišču v Strunjanskem zalivu in školjčišču v Piranskem zalivu (post. 0024 in post. 0035) (tabela 12).

Vzorke školjk (*Mytilus galloprovincialis*) za analize indukcije metalotioneinov in alkalne indukcije smo pobirali ročno z grabilom. 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.

Tabela 12 Izbor merilnih mest vzorčevanja biomonitoringa s koordinatami, globino merilnega mesta in oddaljenostjo od obale.

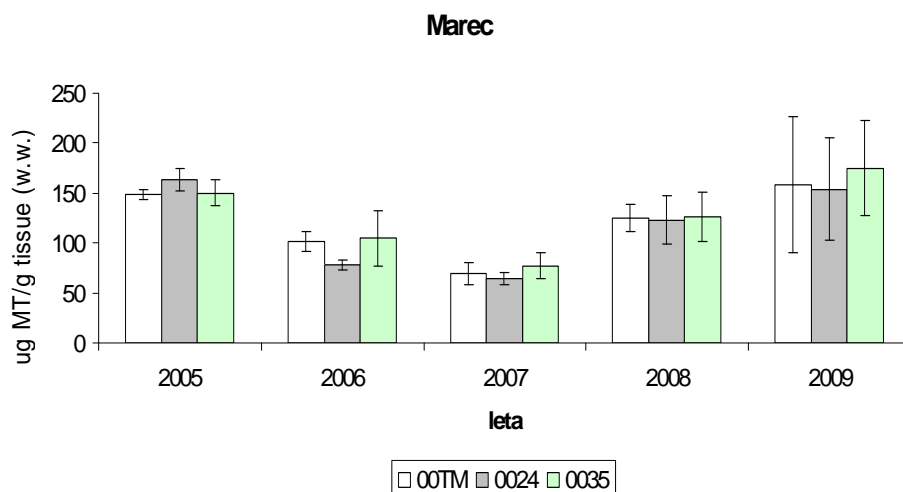
| Koda | Merilno mesto | Tip merilnega mesta | Šifra MM | Geodet. koordinata X | Geodet. koordinata Y | Globina (m) | Oddaljenost (m) |
|------|-------------------|---------------------|----------|----------------------|----------------------|-------------|-----------------|
| 00TM | Marina Koper | Dodatno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

6.2. Rezultati Biomonitoringa

Od leta 2000 opravljamo vzorčenja v marcu in v septembru na treh vzorčnih mestih. Vzorčujemo klapavice *Mytilus galloprovincialis*, ker so filtratorski organizmi v katerih se zaradi filtratorskega načina prehranjevanja lahko kopičijo številne snovi. Za spremljanje učinkov onesnaženja v morskem okolju pa so nam na voljo nekateri biomarkerji splošnega stresa in izpostavljenosti, ki so v klapavicah dovolj dobro preučeni, da so primerni za potrebe biomonitoringa. Srednje vrednosti meritev lupine klapavic, koncentracije metalotioneinov ter koeficient SSF v vzorcih iz vseh postaj so podani v tabelah v prilogi. Poleg tega so v isti tabeli podani tudi izbrani fizikalni parametri: temperatura vode, slanost in

koncentracija raztopljenega kisika. Grafični prikaz povprečnih vrednosti metalotioneinov v klapavicah z vseh treh postaj za obdobje 2005 do 2009 je podan na sliki 5 in sliki 6. Povprečna vsebnost metalotioneinov (\pm SD) je izračunana iz petih podvzorcev (N=50 osebkov).

Vrednosti metalotioneinov (MT) v klapavicah nabranih v marcu 2009 so bile na postaji 00TM 158 ± 6814 μ g MT/g mokre teže, na postaji 0024 so bile vrednosti 154 ± 51 μ g MT/g mokre teže ter na postaji 0035 je bila izmerjena koncentracija MT 175 ± 48 μ g MT/g mokre teže (vrednosti so podane kot srednje vrednosti petih meritev \pm SD). V zadnjih petih letih smo izmerili najvišje vrednosti MT letih 2005, 2008 in 2009 (slika 4).

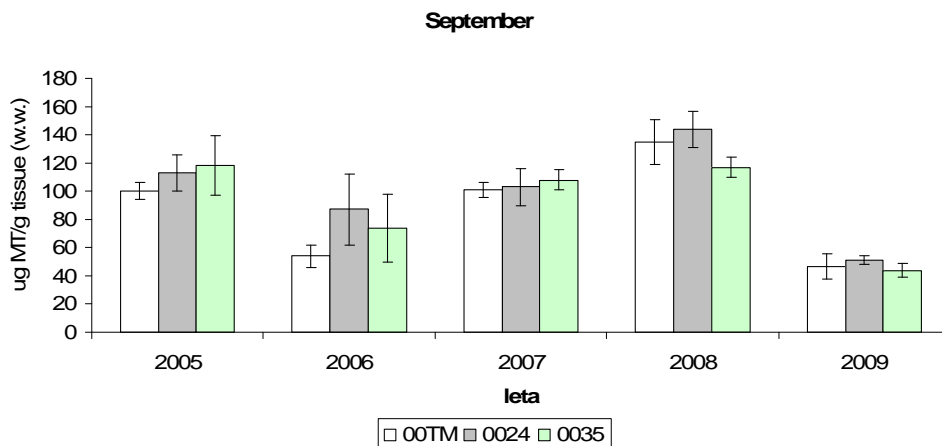


Slika 4 Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) za obdobje od leta 2005 do 2009 (vzorčenje v marcu). Podane so tudi najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

V vzorčenju, ki je potekalo septembra 2009 smo ugotovili naslednje vrednosti metalotioneinov: na postaji 00TM je bila koncentracija MT 47 ± 9 μ g MT/g mokre teže, na postaji 0024 smo izmerili 51 ± 3 μ g MT/g mokre teže in na postaji 0035 smo izmerili 44 ± 5 μ g MT/g mokre teže (vrednosti so podane kot srednje vrednosti petih meritev \pm SD). Vrednosti MT izmerjene v septembru 2009 so bile najnižje

izmerjene vrednosti v zadnjih petih letih. Primerljivo vrednost MT v klapavicah smo izmerili v septembru 2006 (slika 5).

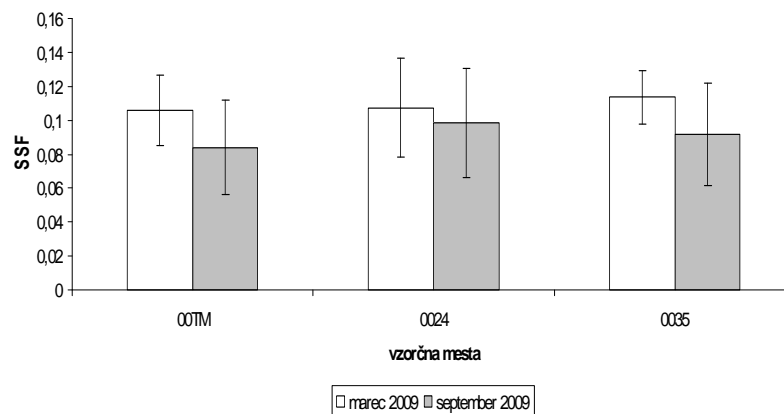
Manjša nihanja v vsebnosti metalotioneinov so povezana s fiziološkimi procesi (predvsem z razmnoževanjem) in s spremembami v fizikalno kemijskih parametrih okolja. Te spremembe predstavljajo stres za klapavice, na katerega se odzovejo tudi s sintezo metalotioneinov. Vendar pa ta nihanja ne prikrijejo odziva na onesnaženje s težkimi kovinami, ki inducirajo *de novo* sintezo metalotioneinov in pomenijo večji red povišanja. Povečanje sinteze metalotioneinov je v korelaciji z količino vnešenih težkih kovin, ki sprožijo sintezo metalotioneinov.



Slika 5 Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) za obdobje od leta 2005 do 2009 (vzorčenje v septembru). Podane so najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

Prelome DNA smo analizirali v celicah hemolimfe, ki smo jo odvzeli iz adduktorske mišice klapavic. Vrednost prelomov v DNA smo izrazili s faktorjem SSF. V letu 2009 smo vzorčili klapavice 9. in 10. marca 2009 ter 15. septembra 2009. V vzorcih, ki smo jih nabrali v marcu 2009 smo izračunali naslednje vrednosti faktorja SSF: na postaji 00TM: od 0,080 do 0,130 ($0,106 \pm 0,020$, N=25 osebkov), na postaji 0024: od 0,060 do 0,135 ($0,107 \pm 0,030$, N=25 osebkov) in na postaji 0035: 0,088 do 0,127 ($0,114 \pm 0,015$, N=25 osebkov). V septembrskem vzorčenju smo na postajah ugotovili naslednje vrednosti SSF: postaja 00TM: od

0,053 do 0,116 ($0,084 \pm 0,028$, $N=25$ osebkov), postaja 0024: od 0,057 do 0,138 ($0,099 \pm 0,032$, $N=25$), postaja 0035: od 0,054 do 0,129 ($0,092 \pm 0,030$, $N=25$). Precejšnje variacije v vrednostih koeficienta SSF so lahko posledica fizioloških ciklov (obdobje razmnoževanja), individualnih razlik v učinkovitosti popravljalnih mehanizmov kakor tudi posledica delovanja genotoksičnih snovi v okolju. Z uporabljenim metodo ne moremo ugotoviti kolikšen delež teh poškodb v DNA je trajen in kolikšen delež se jih popravi.



Slika 6 Srednje vrednosti faktorja SSF v vzorcih hemolimfe klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) v letu 2009 (vzorčenje v marcu in septembru). Podane so najnižje in najvišje vrednosti koeficienta SSF.

7 Metode vzorčenja in posameznih analiz

Morsko vodo smo vzorčili z Niskin vzorčevalniki (rozeta) s plovilom Sagita (MBP/NIB), morske organizme s pomočjo ročnega grabila in sediment s korerji. Globine zajema in frekvenca vzorčenja je navedena pri vsakem sklopu programa posebej.

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

Koncentracije hranilnih soli dušika (NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N), fosforja (PO₄-P) in silicija (SiO₄-Si) smo na MBP določali kolorimetrično po standardnih metodah: nitrit (NO₂-N) z reakcijo s sulfanilamidom in etilen-diaminom, nitrat (NO₃-N) s predhodno reakcijo nitrita preko redukcijske kolone polnjene s kadmijem in bakrom (Grasshoff, 1983), amoniak (NH₄-N) s fenolhipoklorit metodo po metodi Koroleff (1969), ortofosfat (PO₄-P) smo določali z reakcijo z molibdatom in askorbinsko kislino po metodi Murphy in Riley (1962), modificirana po Koroleff -u (1968); celotni dušik (Tot N) in celotni fosfor (Tot P) smo določali v nefiltriranih vzorcih po metodi Koroleff (1977) (oksidacija vzorcev s kalijevim persulfatom v mediju natrijevega hidroksida in borove kisline pri povišani temperaturi in pritisku, po razklopu analiza nitrat in fosfata po že opisani metodi).

Alifatski in policiklični ogljikovodiki (AH, PAH) Ogljikovodike v sedimentu smo določali z metodo plinske kromatografije (UNEP/IOC/IAEA, 1992). Po ekstrakciji ogljikovodikov z zmesjo heksan-metilenklorid smo izločili žveplo s Cu. Po koncentraciji vzorca smo ločili alifatske od aromatskih ogljikovodikov s kromatografijo na SiO₂ in Al₂O₃ in določili koncentracijo v obeh frakcijah. Točnost določanja smo preverili z analizo standardnega referenčnega materiala IAEA 408. Ogljikovodike, alifatske in aromatske, smo v školjkah določali po metodi UNEP -a (UNEP 1993). Po sušenju vzorcev smo ekstrahirali ogljikovodike z metanolom z uporabo Soxhletovega aparata. Po 8 urah ekstrakcije smo hidrolizirali lipide z dodatkom KOH. Ogljikovodike smo nato ekstrahirali v heksan, koncentrirali in ločili alifatske od aromatskih s kolonsko kromatografijo na SiO₂ in Al₂O₃. Koncentracijo ogljikovodikov v obeh frakcijah smo določili s plinsko kromatografijo. Točnost določanja ogljikovodikov v školjkah smo preverili z analizo standardnega referenčnega materiala NIST 2977.

Koncentracijo Chl a smo določili z uporabo fluorimetrične metode (Holm-Hansen *in sod.*, 1965). 300 do 400 ml morske vode smo filtrirali skozi Whatmanov GF/F filter iz steklenih vlaken z nominalno velikostjo por 0,7 µm. Filter smo zamrznili do nadaljnje analize, nato pa homogenizirali in ekstrahirali v 90% acetonu. Fluorescenco ekstrakta (10 ml) smo izmerili s pomočjo fluorimetra (*Turner Designs Trilogy Laboratory Fluorometer*), umerjenega s standardnim materialom znane koncentracije (*SIGMA Chlorophyll a from spinach*). Izmerjeno fluorescenco, popravljeno za vsebnost feopigmentov (po zakisanju s 60 µl 0,1 M HCl), smo preračunali po formuli v koncentracijo klorofila *a* (*ibid.*).

Abundanca in sestava fitoplanktona. Število ali abundanco in taksonomsko sestavo fitoplanktona smo določali pod invertnim mikroskopom po Utermöhlovi metodi (Utermöhl, 1958). Vzorce morske vode (0,5 l) smo konzervirali z nevtraliziranim formalinom (2% končna koncentracija). 50 ali 25 ml podvzorca smo pustili posedati preko noči v sedimentacijski komorici in naslednji dan prešteli celice v 100 poljih pri 400x povečavi. Posamezne najdene osebkke smo skušali določiti do nivoja vrste, v primeru, ko to ni bilo mogoče, pa do prvega najnižjega taksona (rod, družina itd.). V rezultatih podajamo skupno število fitoplanktona (št.

cel/I) in sestavo po glavnih razredih (diatomeje, dinoflagelati, kokolitoforidi, silikoflagelati) in netaksonomskih skupinah (nanoflagelati, ostalo).

Analize koncentracij metalotioneinov. Klapavicam smo izmerili dolžino lupine (daljša mera) in višino lupine (krajša mera) ter težo. Teža klapavice predstavlja mokro težo viscere in intervalvarne vode. Vsak podvzorec je sestavljen iz hepatopancreasov 10 klapavic velikosti pribl. od 5 do 6 cm. Analize metalotioneinov smo naredili v petih podvzorcih. Ugotavljanje količine metalotioneinov v klapavicah (*Mytilus galloprovincialis*) poteka po metodi kolorimetričnega ugotavljanja sulfhidrilnih skupin v metalotioneinih (Viarengo in sod. 1994) in je priporočena metoda za biomonitoring (glej UNEP/RAMOGÉ, 1999). Hepatopancreas smo homogenizirali v pufru (0,5 M saharoza, 20 mM Tris-Cl, pH 8,6) z reducirajočim sredstvom (0,01% merkaptotanol) in z inhibitorji proteaz (0,5 mM PMSF, 0,006 mM leupeptin). Homogenat smo centrifugirali (30000x g, 20 min) ter nato metalotioneine ekstrahirali z etanol-kloroformsko ekstrakcijo. Koncentrirane metalotioneine raztopimo v 0,25 M 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. Umeritveno krivuljo pripravimo iz petih znanih količin GSH raztopljenega v 4,2 ml 0,2 M Na-PBS z dodanim 0,43 mM DTNB. Koncentracijo metalotioneinov izračunamo po formuli $(ABS_{412}^{MT}/\epsilon_{GSH}) * 7,37 * 10^3$. Koncentracije metalotioneinov izražamo v μg na g mokre teže tkiva (hepatopankreasa).

Za ugotavljanje poškodb DNA smo uporabili metodo alkalne filtrske elucije (Kohn in sod., 1976), ki jo priporoča UNEP (UNEP/RAMOGÉ, 1999).

Poškodbe DNA smo ugotavljali v celicah hemolimfe. Hemolimfo smo odvzeli iz adduktorske mišice istih školjk, ki smo jim odvzeli tudi hepatopankreas. Vzorec predstavlja združena hemolimfa iz 5 klapavic. V števni komori smo prešteli hemocite, koncentracija hemocit v vzorcu mora biti 1 do 2×10^6 hemocit. Hemocite smo nanесли na filter (0,2 μm) in sprali z 4,5 ml pufra za liziranje (2M NaCl, 0,02 M EDTA, 0,2%N-laurilsarkozinat, pH 10,2) in 2,5 ml pufra 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 pufra 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 pufra za elucijo. Nosilec za filter in cevke smo sprali z 4 ml pufra 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 (strand scission factor).

Trofični status smo ocenili s pomočjo numerične skale indexa (TRIX) (Vollenweider in sod., 1998), ki temelji na določanju vrednostih koncentracije hranilnih soli dušika in celokupnega fosforja, koncentracije klorofila ter absolutne deviacije od nasičenosti s kisikom po sledeči formuli:

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

Chl a - klorofil ($\mu\text{g Chl } a/\text{l}$)

aD%O – kisik kot % odstopanja od nasičenosti

DIN - neorganski dušik ($\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$)

TP - celokupni fosfor

k - 1,5

m - $10/12 = 0.833$

Klasifikacija trofičnega indexa TRIX-a:

vrednosti < 4: visoko trofično stanje, nizka produkcija;

vrednosti 4 - 5: dobro trofično stanje, povišana produktivnost, občasno povišana motnost, obarvanost morske vode in pojavljanje hipoksij v pridnenih slojih;

vrednosti 5 - 6: srednje dobro trofično stanje;

vrednosti > 6 slabo trofično stanje, zelo produktivne vode, visoka motnost, pogosta obarvanost morske vode in redno

8 Literatura

- Grasshoff, K. Ehrhardt, M. Kremling, K (1983) Methods of seawater analysis. Verlag Chemie. Weinheim.
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, C.J., Holmes, R.W. & Strickland, J.D.H. Fluorometric determination of chlorophyll, *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 1965, 30, 3-13
- Koroleff, F. (1969) ICES, C. M. (1969) 9 (mimeo).
- Koroleff, F. (1970) ICES, Interlab. Rep. 3: 19-22.
- Koroleff, F. (1971) ICES, C. M. 1971/C: 43 (mimeo).
- Murphy, J. in Riley, J. P.(1962) A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal.Chim.Acta.*27: 31-36
- Strickland, J. D. H., and T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 310. (ed.), Fish. Res. Bd. Canada, Bull. 167 p.
- STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastwaters. 1971 13th ed. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. Inc., New York. 874 p
- UNESCO, 1984. Manual for monitoring oil and dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons in marine waters and on beaches.pp.1- 10
- UNEP/FAO, 1976. Manual of Methods in Aquatic environment research. Part 3 - Sampling and analyses of biological material. FAO Fisheries Technical Paper No. 158. Rome
- UNEP/IOC/IAEA, 1992. Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 20. UNEP. Copenhagen
- UNEP/WHO, 1994. Guidelines for health-related monitoring of coastal recreational and shellfish areas. Bacterial indicator organisms. UNEP. Copenhagen
- UNEP/RAMOGGE, 1999: Manual on the biomarkers recommended for the MED POL biomonitoring programme. UNEP, Athens
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mit. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38
- Viarengo, A., Ponzano, E., Dondero, F., Fabbri, R. (1994): A simple spectrofotometric method for MT evaluation in marine organisms: an application to Mediterranean and Antarctic molluscs. *Mar. Environ.Res.*, 44, S. 69-84
- Vollenweider in sod., 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality Index. *Environmetrics* 9(3):329-357

9 Koordinacija UNEP/MED POL

1. Sestanek MED POL koordinatorjev – Kalamata, Grčija: od 31. maja do 05. junija 2009 se je slovenska nacionalna koordinatorica prof. Alenka Malej sodelovala na letnem zasedanju koordinatorjev programa MED POL, ki teče v okviru MAP (Sredozemski akcijski načrt) pogodbenic Barcelonske konvencije. Zasedanje je bilo pomembno predvsem zato, ker so pripravili in sprejeli predloge pravno obvezujočih načrtov zmanjšanja vnosov nekaterih onesnaževal (BOD v odplakah) za nekatera pa popolno prepoved vnosa oz. uporabe (DDT, Aldrin, Clordane, Dieldrin, Endrin, Heptaklor, Mirex in Toxaphene). Končno predlagano zmanjšanje oz. prepoved potrdijo na zasedanju ministrov pogodbenic Barcelonske konvencije (predvidoma novembra 2009). Poleg omenjenih dokumentov so obravnavali tudi poročilo sekretariata UNEP o opravljenem delu v okviru programa MED POL v zadnjem dvoletnem obdobju ter načrt dela za 2010-2011. V letosnjem letu bo zaključena evalvacija MED POL rezultatov, ki jo bo pripravil sekretariat s pomočjo zunanjih ekspertov. Rezultate evalvacije bomo obravnavali na sestanku predvidoma decembra 2009 ter sprejeli priporočila in usmeritve za naprej.

2. Sestanek ekspertov MED POL, Rim, Italija: od 30. 11. do 3. 12. 2009 se je slovenska nacionalna koordinatorica prof. Alenka Malej na povabilo sekretariata UNEP/MAP udeležila sestanka ekspertov v okviru MED POL dejavnosti Sredozemskega akcijskega načrta. Sestanek je potekal na sedežu FAO, glavni cilj pa je bil pregled in ocena monitoring programa MED POL faze III in IV. Dnevni red je obsegal 11 točk, v okviru prve točke pa sem bila izvoljena za predsedujočo sestanku. Med najpomembnejšimi temami je sprožil veliko razprave postopek poročanja in zbiranja podatkov oz. rezultatov monitoringa, saj nekatere države ne pošiljajo redno podatkov ali pa so ti nepopolni. Tri dokumente o stanju Sredozemskega morja (eutrofikacija, nevarne snovi v sedimentu in organizmih in trendi onesnaženja) so predstavili eksperti, ki so jih pripravili na osnovi rezultatov monitoringa MED POL faze II in III. Tudi tu se je pokazala problematika nepopolnih podatkov pa tudi metodoloških pomanjkljivosti. Po drugi strani pa je bil dosežen precejšen napredek pri vzpostavljanju MED POL informacijskega

sistema, tako da bo ta po pričakovanjih sekretariata MED POL polno deloval že v prvi četrtini prihodnjega leta. Vzpodbudni so tudi rezultati študij MYTIMED, MYTIAD, MYTIOR, pri katerih je sodelovala tudi Slovenija, zato se bodo te dejavnosti nadaljevale in predvidoma v naslednjem letu bo pokrito celotno Sredozemsko morje. Najdlje je razprava tekla o bodoči MED POL monitoring strategiji. Poudarjeno je bilo, da naj se monitoring program MED POL skuša čim bolj harmonizirati s programom in zahtevami evropske zakonodaje zlasti z Vodno direktivo in novo Direktivo o morski strategiji. Na sestanku so sodelovali tudi predstavniki EEA (Evropska okoljska agencija) in EC (Evropska komisija), saj je EU kolektivna pogodbenica Barcelonske konvencije. Poudarjen je bil tudi pomen izpolnjevanja zahtev Barcelonske konvencije, kar je pravna obveza vseh držav članic.

3. Udeležba mag. Mateje Poje (MOP/ARSO) na posvetovalnem srečanju o analiziranju mikrobioloških onesnaževalcev v obalnih vodah v Atenah, Grčija (WHO/MED POL (UNEP/MAP)) od 31.3.2009 do 3.4.2009

V okviru Mediteranskega akcijskega plana (MED POL – faza 4) sem se prvič udeležila posvetovalnega srečanja o analiziranju mikrobioloških onesnaževalcev v obalnih vodah, ki je potekalo. Udeležili smo se ga zastopniki posameznih Mediteranskih držav, tako iz Tunizije, Španije, Maroka, Črne gore, Malte, Izraela, Sirije, Libanona, Grčije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Albanije, Alžirije, Cipra, Egipta, Monaka in Slovenije, kot vedno pa ni bilo predstavnikov Italije in Francije. Spremljanje mikrobioloških onesnaževalcev v kopalnih vodah na morju poteka že vrsto let, a se je srečanj v preteklosti udeleževal predstavnik iz Zavoda za zdravstveno varstvo Koper. Podatke o kakovosti naših kopalnih voda so bile v Atene posredovane tudi s strani omenjenega zavoda, z letošnjim letom pa smo aktivnosti prevzeli na Agenciji.

Na področju kopalnih voda je bila v letu 2006 sprejeta nova kopalna direktiva (Direktive Evropskega parlamenta in Sveta 2006/7/ES), ki v kopalnih vodah zahteva spremljanje dveh mikrobioloških parametrov – intestinalnih eneterokokov in E. coli. Da sta oba parametra ključnega pomena za kakovost vode, v kateri se ljudje kopajo, je znano že vrsto let, saj sta oba parametra vključena tudi v smernice za kopalne vode Svetovne zdravstvene organizacije. Na poslabšanje kakovosti lahko vplivajo številni viri onesnaženja, katerih popis in oceno tveganja

pa naj bi zajel profil kopalne vode oz. kopališča. O izdelavi pilotnih študij profilov kopalnih voda oz. kopališč so se dogovorili že udeleženci zadnjega srečanja z namenom, da se le-te kasneje predstavijo in se na osnovi različnih metodologij izdelajo smernice oz. priporočila za bolj enoten pristop.

Ob koncu lanskega leta je bila k pripravi pilotne študije petih profilov kopalnih voda pozvana tudi Slovenija. Profil mora poleg ocene kakovosti vode vsebovati tudi sanitarni pregled kopališča; poleg popisa sanitarij, tušev, košev za smeti in številnih drugih značilnosti kopališča mora le-ta vsebovati tudi popis morebitnih virov onesnaženja ter oceno tveganja. Na osnovi predhodno poslanih priporočil sem v dogovorjenem roku izdelala pet profilov, in sicer za kopališča Simonov zaliv, Bernardin, Hotel Vile Park, Metropol in kamp Lucija. Metodologijo in zbrane podatke sem nazorno predstavila, podobno nalogo pa so imeli še predstavniki Albanije, Egipta, Hrvaške, Črne gore in Španije. Po predstavitvah smo predebatirali različne načine prikaza karakteristik plaž, saj smo si države članice vsaka po svoje razlagali predhodno poslana priporočila. Izmenjali pa smo si tudi zelo koristne informacije o izvajanju monitoringa kopalnih voda. Izredno poučni in koristni so bili napotki Španije, saj je njihova predstavnica sodelovala tako pri pripravi nove kopalne direktive kot tudi v projektu Epibath Evropske komisije in kot mikrobiolog deluje na področju monitoringa že vrsto let.

Ob zaključku srečanja smo se države dogovorile, da bi bilo zelo koristno izvajati sanitarne nadzore kopališč in v ta namen izšolati tudi sanitarne inšpektorje. Kot že leta nazaj pa bo s strani MED-POL-a organizirana medlaboratorijska primerjalna shema, ki bo vključevala vse laboratorije Mediteranskih držav. Obveza vsake države članice pa je tudi izdelava profilov kopalnih voda, ki morajo biti po zahtevah naše zakonodaje izdelani do leta 2012 ter poslani tako Evropski komisiji kot tudi na sedež MED POL-a v Atene.

4. Sodelovanje v interkalibracijskih vajah: dr. Oliver Bajt je sodeloval v interkalibracijski vaji, ki jo je Organiziral IAEA MEL Monaco, Organska onesnažila v vzorcu morskega organizma-ribe