

NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN

IZVAJANJE PROGRAMA SPREMLJANJA  
KAKOVOSTI MORJA V SKLADU Z  
BARCELONSKO KONVENCIJO V LETU 2013

**Nosilka projektne naloge: Valentina Turk**

Sodelavci: **O. Bajt, J. Francé, M. Poje, A. Ramšak, A. Malej**

Naročnik: **Agencija RS za okolje, MINISTRSTVO ZA  
KMETIJSTVO IN OKOLJE**

---

Marec, 2014

## KAZALO

Kazalo .....	1
Povzetek .....	2
izhodišča .....	4
1. Sanitarna analiza kopaliških voda .....	5
2. Monitoring obalnega morja in trend monitoring .....	7
2.1. Kemično onesnaženje sedimenta .....	7
2.2. Rezultati koncentracij ogljikovodikov v morskih organizmih.....	9
2.3. Rezultati koncentracij težkih kovin v morskih organizmih.....	11
3. Evtrofikacijski monitoring.....	12
4. Obremenitev – vnos s kopnega .....	14
5. Biomonitoring - biološke spremembe onesnaženja .....	16
Aktivnosti v okviru UNEP/MED POL.....	20
Opis metod in merilna mesta .....	21
Literatura .....	30

## POVZETEK

V okviru programa »Spremljanje kakovosti morja v skladu z Barcelonsko konvencijo« izvajamo vrsto aktivnosti po Protokolu o varstvu Sredozemskega morja pred onesnaženjem s kopnega (UNEP /MED POL). Dolgoletni niz programa MED POL omogoča sledenje sprememb v okolju in primerjavo kakovosti obalnega morja z ostalimi obalnimi vodami Jadranskega in Sredozemskega morja. Program monitoringa vodi Agencija R Slovenije za vode, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje (MKO) v sodelovanju z Morsko biološko postajo, Nacionalnega inštituta za biologijo in različnimi inštituti odgovornimi za posamezne analize. Letno poročilo vključuje rezultate mikrobioloških analiz kakovosti naravnih kopalnih voda, fizikalno-kemične in biološke analize morske vode za oceno stopnje eutrofikacije, rezultate analiz onesnaženja z alifatskimi in policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki, kadmijem in živim srebrom v sedimentu in morskih organizmih (školjkah), oceno vnosa s kopenskih točkovnih virov onesnaženja v morje in rezultate analiz biomonitoringa za oceno bioloških posledic onesnaženja na morskih organizmih.

Sanitarno kakovost kopalnih voda določamo v skladu z Uredbo o upravljanju kakovosti kopalnih voda (Ur. l. RS, št. 25/08) in kopalno direktivo 2006/7/ES. Sanitarno kakovost kopalniških vod smo spremljali na 21 obalnih kopalnih vodah (14 naravnih kopalniških ter 7 kopalnih območjih) v času kopalne sezone, od 1. junija do 15. Septembra 2013. Na posameznem merilnem mestu je bilo opravljenih 9 do 10 vzorčenj morske vode in rezultati koncentracij *Escherichie coli* in intestinalnih enterokokov ustrezajo predpisanim kriterijem in zagotavljajo visoko stopnjo kakovosti kopalnih voda na vseh merilnih mestih vzdolž obale R Slovenije.

Glede na rezultate onesnaženja z alifatskimi in policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki v sedimentu je naše morje v primerjavi s podatki drugih obalnih področij v Mediteranu, zmerno onesnaženo, pomembni pa so predvsem pritiski s kopnega in pomorskega prometa. Koncentracije ogljikovodikov kot tudi kadmija in živega srebra v vzorcih školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) v letu 2013 ne kažejo sprememb v primerjavi s predhodnimi leti. Koncentracije alifatskih ogljikovodikov v sedimentu kažejo na pomemben vpliv pomorskega prometa, ki se od samega vira (pristanišče, marina) širi proti sredini obeh zalivov. Na vseh postajah je opazen prevladujoč delež višje-molekularnih alifatskih ogljikovodikov. Tako razmerje je še posebej izrazito v ustju reke Rižane in portoroške marine, kar kaže na pomemben biogeni vir alifatskih ogljikovodikov. Tudi v vzorcih školjk prevladujejo PAH-i z več kondenziranimi aromatskimi obroči. Kako pomemben je izbor merilnega mesta, se je izkazalo v letošnjem letu na primeru analiz PAH-ov v vzorcih na področju marine Koper.

Kakovost obalnega morja določamo s TRIX indeksom, ki temelji na meritvah koncentracij hranilnih soli, kisika in klorofila *a* na dveh transektih: od notranjosti Piranskega in notranjosti Koprškega zaliva do referenčnih mest sredi Tržaškega zaliva. Glede na lestvico klasifikacije trofičnega indeksa TRIX lahko uvrstimo področje Koprškega zaliva kot srednje dobro trofično stanje, kar vključuje občasno povišano produktivnost, povišano motnost, obarvanost morske

vode in potencialno lahko prihaja do nižjih koncentracij kisika v pridnenih slojih. Obalno morje Piranskega zaliva pa lahko kategoriziramo kot morje visokega trofičnega stanja, z značilno nižjo produkcijo.

Na osnovi rezultatov sezonskih meritev kemičnih analiz in hitrosti pretokov rek Rižane, Dragonje, Badaševice in Drnice, ter mesečnih meritev na iztoku čistilnih naprav v Koprju in Piranu ocenjujemo vsako leto vnos celokupne suspendirane snovi, celokupnega dušika in celokupnega fosforja v obalno morje. Vnos celokupne suspendirane snovi z rekami v morje je v letu 2013 znašal 4181 ton, za celokupni dušik 1131 ton in celokupni fosfor 221 ton. Povišane vrednosti hranilnih snovi in koncentracij koliformnih bakterij fekalnega izvora beležimo občasno v vseh rekah.

Za ugotavljanje vpliva onesnaženja na organizme (biomonitoring) izvajamo meritve metalotioneinov v tkivih klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) in poškodbe DNA, ki jo določamo v celicah hemolimfe iz zaklepne mišice klapavic z metodo alkalne elucije. Vrednosti metalotioneinov v klapavicah nabranih preteklo leto ne odstopajo od vrednosti zadnjih nekaj let, prav tako so izmerjene vrednosti enojnih prelomov, izražene s koeficientom SSF primerljive s prejšnjimi leti.

## IZHODIŠČA

R Slovenija sodeluje v programih Združenih narodov za okolje (UNEP) na področju spremljanja kakovosti obalnega morja že vse od leta 1976, ko je večina mediteranskih držav sprejela Sredozemski akcijski načrt (MAP- Mediterranean Action Plan) za preprečevanje in odkrivanje posledic onesnaženja Sredozemskega morja in Konvencijo o varovanju Sredozemskega morja pred onesnaženjem s kopnega (Barcelonska konvencija). Morska biološka postaja Nacionalnega inštituta za biologijo v okviru Barcelonske konvencije sodeluje pri aktivnostih in izvajanju Protokola o varstvu Sredozemskega morja pred onesnaženjem s kopnega (MED POL). Dolgoletni niz rezultatov kemičnih in bioloških parametrov programa MED POL omogoča sledenje sprememb v okolju in primerjavo kakovosti obalnega morja z ostalimi obalnimi vodami Jadranskega in Sredozemskega morja. Nacionalni program monitoringa za R Slovenijo (National Monitoring Programme of Slovenia - NMPSlovenia) je leta 1999 potrdila vlada R Slovenije. Ker se nova faza programa MED POL programa (UNEP /MED POL) še ni potrjena smo v letu 2013 na priporočilo sekretariata UNEP/MAP ohranili vsebinsko isti program, da ne pride do prekinitve serije izbranih podatkov.

### Program vključuje:

- sanitarno mikrobiološke analize za določitev kakovosti kopaliških voda,
- oceno stopnje onesnaženja sedimenta in morskih organizmov z izbranimi onesnaževalci,
- oceno stopnje evtrofikacije na osnovi indeksa TRIX,
- oceno vnosa nutrientov s kopenskih točkovnih virov onesnaženja v morje,
- analize biomonitoringa.

Vsebinsko naloga vključuje analize, dogovorjene z Agencijo združenih narodov in z Agencijo R Slovenije za okolje (MKO) in izbranih inštitucij, ki so odgovorne za izvajanje in poročanje posameznih sklopov podatkov. V okviru programa se velika pozornost posveča zagotavljanju kakovostnih podatkov, interkalibracijam podatkov in metod.

V programu so v letu 2013 sodelovale sledeče ustanove:

- Zavod za zdravstveno varstvo Koper (ZZV Koper),
- Zavod za zdravstveno varstvo Maribor (ZZV Maribor),
- Agencija R Slovenije za okolje, UHSO, SL, Kemijsko analitski laboratorij, Ljubljana (ARRS/MKO),
- Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran (NIB/MBP).

## 1. SANITARNA ANALIZA KOPALIŠKIH VODA

V letu 2013 se je v skladu z Uredbo o upravljanju kakovosti kopalnih voda (Ur.l.RS, št. 25/08) oziroma kopalno direktivo 2006/7/ES sanitarna kakovost kopalniških vod spremljala na 21 obalnih kopalnih vodah – na 14 naravnih kopalniških ter 7 kopalnih območjih (slika 1). Monitoring je zagotavljala Agencija RS za okolje, izvajal pa ga je Zavod za zdravstveno varstvo Koper.



Slika 1: Kopalna območja in naravna kopalnišča vzdolž obale R Slovenije

Analize kopalne vode so potekale v času kopalne sezone (od 1. 6. do 15. 9. 2013). Na posameznem merilnem mestu je bilo v letu 2013 opravljenih 9 do 10 vzorčenj morske vode. Na terenu so bile izvedene terenske meritve in ocene prisotnosti vidnih nečistoč, mineralnih olj, fenolov in detergentov, v laboratoriju pa v posameznem vzorcu vode analize na prisotnost *Escherichie coli* in intestinalnih enterokokov.

Glede na nabor pridobljenih podatkov za obdobje treh let (od 2010 do 2013) je možna prva razvrstitev kopalniških postaj v razrede kakovosti v skladu z zahtevami direktive

2006/7/ES. Vse kopalne vode vzdolž obale R Slovenije so glede na mikrobiološke parametre dobre kakovosti in ne kažejo prisotnosti fekalnega onesnaženja in ne ogrožajo zdravja kopalcev (tabela 1). Podrobnejši rezultati analiz za posamezno leto so prikazani na spletni strani Agenciji RS za okolje za kopalne vode v aplikaciji ter v letnih poročilih ([www.arso.gov.si/vode](http://www.arso.gov.si/vode)).

Tabela 1: Razvrstitev kopalnih voda glede na kriterije kopalne direktive 2006/7/ES v obdobju 2010 - 2013

Parameter	Število kopalnih voda	Število meritev v obdobju 2010 - 2013	Razvrstitev kopalnih voda	Delež kopalnih voda (%), ki ustreza razvrstitvi
<i>Escherichia coli</i> in intestinalni enterokoki	21	37	Odlična kakovost	100

## 2. MONITORING OBALNEGA MORJA IN TREND MONITORING

### 2.1. Kemično onesnaženje sedimenta

Vzorci sedimenta za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in policiklični aromatski – **AH, PAH**) smo vzorčili 9. oktobra 2013. Kemično onesnaženje sedimenta spremljamo na 7 merilnih mestih:

- marina Portorož (00MP),
- ustje reke Rižane (0014),
- sredina Koprskega zaliva (000K),
- sredina Piranskega zaliva (00MA),
- postaja pred Debelim rtičem (00KK),
- sredi Tržaškega zaliva (00CZ),
- referenčna postaja 000F.



Merilna mesta so prikazana na sliki 2 in predstavljena v tabeli 8 (priloga). Vse analize so bile opravljene na NIB/MBP.

Slika 2. Prikaz merilnih mest spremljanja kemičnega onesnaženja sedimenta obalnega morja R Slovenije.

Rezultati celokupnih koncentracij so podani v tabeli 2. Kot že vsa zadnja leta, tudi v letu 2013 ni bilo opaznih večjih razlik v koncentracijah ogljikovodikov na posameznih merilnih mestih v primerjavi s prejšnjimi leti. Koncentracije alifatskih ogljikovodikov v sedimentu so bile najvišje na merilnem mestu 0014 v Luki Koper in 00PM v portoroški marini. Najnižje koncentracije smo izmerili na merilnih mestih 000F in 00KK. Koncentracije alifatskih ogljikovodikov na postajah 00CZ, 000K in 00MA so bile nekoliko višje v primerjavi s postajama 000F in 00KK. Na vseh lokacijah je opazna t.im. homologna vrsta alifatskih ogljikovodikov od C-14 do C-34. To kaže na »svež« vnos teh spojin v naše morje. Glede na možne vire lahko predpostavimo, da je to v največji meri posledica pomorskega prometa, ki je v Tržaškem zalivu zelo intenziven. Na vseh merilnih mestih je opazen prevladujoč delež višje-molekularnih alifatskih ogljikovodikov (nad 20 C-atomov), kar bi lahko nakazovalo na onesnaževanje z nafto in težkimi gorivi. V tem območju prevladujejo ogljikovodiki z lihimi številom C-atomov (C-25, C-27, C-29, C-31), kar je še posebej izrazito na lokacijah v notranjosti in sredi kopskega in piranskega zaliva (0014, 000K, 00PM in 00MA). Taka razporeditev alifatskih ogljikovodikov je značilna za biogeni izvor teh spojin, ki nastanejo po mikrobnih razgradnji ostankov kopenskih rastlin, ki prihajajo v obalno morje z vnosi rek ali spiranjem z priobalnih površin. V našem primeru se predvsem vidi vpliv rek Rižane in Dragonje. V Piranskem zalivu (postaji 00PM in 00MA) je opazna izrazito



visoka koncentracija C-17, kar kaže na ugodne pogoje za primarno produkcijo, saj je ta alkan značilen za višje alge in mikro-alge.

Tabela 2. Rezultati koncentracij celokupnih alifatskih (AH) in policikličnih aromatskih (PAH) ogljikovodikov ( $\text{ng g}^{-1}$  suhega sedimenta) v sedimentu na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2013.

Ogljikovodiki ( $\text{ng g}^{-1}$ )	Merilna mesta						
	000F	00PM	00KK	0014	00MA	000K	00CZ
Celokupni AH	987	2279	1078	2995	1940	1653	1378
Celokupni PAH	310	738	516	610	492	657	558

Koncentracije policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) so bile v letu 2013 najvišje v portoroški marini (00PM) in kot že več preteklih let, najnižje na referenčnem merilnem mestu 000F. Na vseh ostalih merilnih mestih so koncentracije PAH-ov variirale med od 310 do 738  $\text{ng g}^{-1}$  sedimenta. Vsebnost PAH-ov v sedimentih koprskega pristanišča (0014) je sicer višja od prej omenjenih postaj, a primerljiva z ostalimi postajami. V letu 2013 je bila koncentracija v sredini koprskega zaliva (000K) primerljiva s tisto v koprskem pristanišču, kar nakazuje njegov vpliv in verjetno tudi vpliv mesta Koper. Na vseh postajah so izmerili najvišje koncentracije fenantrena, krizena, fluorantena in pirena, kar kaže na prevladujoč pirogeni izvor PAH-ov. To potrjuje tudi razmerje med visokomolekularnimi PAH-i (4, 5 in 6 obročev) in nizkomolekularnimi PAH-i (2 in 3 obroči). Prevladujejo visokomolekularnimi PAH-i in so v veliki meri pirogenega izvora (gorenje fosilnih goriv). Vsi rezultati potrjujejo vpliv pomorski promet na stopnjo onesnaženja, ne smemo pa zanemariti tudi vpliv onesnaženja s kopnega, saj se vsa obalna mesta, v zimskem času ogrevajo s premogom in tekočimi gorivi.

Glede na literaturne podatke v primerjavi z našimi lahko zaključimo, da je naše morje z vidika vsebnosti ogljikovodikov v sedimentih zmerno onesnaženo.

## 2.2. Rezultati koncentracij ogljikovodikov v morskih organizmih

Vzorci školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in policiklični aromatski – **AH**, **PAH**) smo vzorčili 19. septembra 2013 na postaji v Strunjanu (0024) in 17. oktobra 2013 na postaji v Kopru (00TM) (slika 3, tabela 9 priloga). Analize so bile opravljene na NIB/MBP, tako kot pretekla leta.



Slika 3. Prikaz merilnih mest monitoringa onesnaženja morskih organizmov obalnega morja R Slovenije.

V Kopru smo školjke nabrali znotraj kopske marine, saj jih na običajnem mestu pred marino ni bilo v celotnem jesenskem obdobju. Analize smo opravili v petih pod-vzorcih na vsaki postaji (15 školjk v vsakem pod-vzorcu). Vsebnosti alifatskih in policikličnih aromatskih ogljikovodikov v vzorcih školjk na obeh postajah so podane v tabeli 3.

Tabela 3. Rezultati koncentracij celokupnih alifatskih (AH) in policikličnih aromatskih (PAH) ( $\text{ng g}^{-1}$  suhe teže) ogljikovodikov v organizmih na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2013.

Ogljikovodiki ( $\text{ng g}^{-1}$ suhe teže)	Postaja			
	00TM	$\pm$ SD	0024	$\pm$ SD
<b>Celokupni alifatski</b>	2234	371	2657	98
<b>Celokupni PAH</b>	2179	266	342	22

Rezultati za leto 2013 kažejo precej višje koncentracije PAH-ov na postaji 00TM. Tudi v primerjavi s prejšnjimi leti so te koncentracije precej višje. To gre predvsem predpisati mestu vzorčenja, ki je bilo letos v marini Koper, zaradi zgoraj opisanih problemov pri vzorčenju. Na postaji 0024 pa so koncentracije celokupnih PAH-ov primerljive s tistimi v zadnjih nekaj letih.

Razlika na postaji 00TM je predvsem posledica večjega kopičenja teh snovi v razmeroma zaprtem akvatoriju marine. Tudi v primeru školjk prevladujejo PAH-i z več kondenziranimi aromatskimi obroči, kar potrjuje pirogeni izvor, omenjen že v primeru sedimentov. Po posameznih spojinah so najbolj zastopani fenantren, krizen, fluoranten in piren, kar smo opazili tudi v primeru sedimentov. V školjkah so relativno višje še koncentracije nekaterih višjih PAH-ov (benzo(a)antracen, oba benzofluorantena in benzopirena), kar kaže na pomembno kopičenje teh spojin v školjkah. Koncentracije nizko-molekularnih PAH-ov so zelo nizke, največkrat pod mejo zaznavanja metode. To je povezano tudi z lastnostmi teh spojin; so bolj topne, hlapne in razgradljive v naravnem okolju.

V primeru alifatskih ogljikovodikov nismo opazili tako pomembne razlike v koncentracijah na obeh postajah kot v primeru PAH-ov, kljub že prej navedeni razliki v vzorčenju na postaji 00TM. Razlike v koncentracijah visoko-molekularnih alifatskih ogljikovodikov z lihimi številom C-atomov in sodim številom C-atomov niso tako izrazite, kot je to v primeru sedimentov. To je verjetno posledica podobne sposobnosti kopičenja oz. zmožnosti razgradnje alifatskih ogljikovodikov z lihimi oz. sodimi številom C-atomov. Na obeh postajah je opazna tudi homologna vrsta alifatskih ogljikovodikov, ki je znak »svežega« vnosa teh snovi, opisanega že v primeru sedimentov. Koncentracije heptadekana (C-17) so relativno višje, kar je še posebno opazno na postaji 0024, kjer so očitno dobri pogoji za produkcijo alg in mikroalg.

Podobno kot v primeru rezultatov vsebnosti izbranega polutanta v sedimentu, lahko povzamemo, da je glede na izmerjene koncentracije ogljikovodikov v užitnih klapavicah naše morje zmerno onesnaženo. Seveda to letos ne velja v primeru školjk v koprski marini, ki kažejo na nekoliko višjo stopnjo onesnaženosti s policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki (PAH-i). To pa je verjetno povezano tudi z vplivom mesta Koper in večjega kopičenja v zaprtem prostoru marine.

### 2.3. 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) so vzorčili 17. septembra 2013 v Strunjanu (0024) in 26. avgusta 2013 v Kopru (OOTM) (slika 3, tabela 9 priloga).

Vse analize so v letu 2013 opravili na ZZV Maribor.

Rezultati splošnih fizikalnih razmer na mestu vzorčenja, ter rezultati koncentracij elementov v posameznem pod-vzorcu, preračunani na suho maso vzorca, so podani v tabeli 4.

Tabela 4. Izometrični parametri in rezultati vsebnosti kadmija (Cd) in živega srebra (Hg) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) (mg/kg suhe mase) vzorčenih pred Marino Koper (OOTM) in v Strunjanskem zalivu (0024) v letu 2013.

Vzorec	Datum	Slanost psu	Temp. °C	Teža g	Dolžina cm	Cd mg/kg	Hg mg /kg
0024-1	17.9.2013	36,0	22,4	7,1 ± 2,2	26,3 ± 2,5	0,965	0,123
0024-2	17.9.2013	36,0	22,4	7,1 ± 1,4	26,7 ± 1,7	0,530	0,077
0024-3	17.9.2013	36,0	22,4	7,1 ± 1,4	28,2 ± 3,1	0,636	0,116
0024-4	17.9.2013	36,0	22,4	7,1 ± 1,9	26,4 ± 2,4	0,744	0,205
0024-5	17.9.2013	36,0	22,4	8,9 ± 5,8	27,3 ± 3,3	1,022	0,161
OOTM-1	26.8.2013	36,9	19,3	18,1 ± 4,9	32,1 ± 2,8	0,855	0,111
OOTM-2	26.8.2013	36,9	19,3	15,8 ± 5,2	31,5 ± 3,5	0,932	0,178
OOTM-3	26.8.2013	36,9	19,3	14,5 ± 4,2	28,8 ± 3,1	0,846	0,162
OOTM-4	26.8.2013	36,9	19,3	14,5 ± 3,5	28,8 ± 2,6	0,968	0,153
OOTM-5	26.8.2013	36,9	19,3	15,1 ± 3,4	29,0 ± 2,6	0,720	0,136
<b>0024</b>	<b>Srednje vrednosti</b>	<b>36,0</b>	<b>22,4</b>	<b>7,46 ± 0,8</b>	<b>26,9 ± 0,2</b>	<b>0,78 ± 0,2</b>	<b>0,14 ± 0,04</b>
<b>OOTM</b>	<b>Srednje vrednosti</b>	<b>36,9</b>	<b>19,3</b>	<b>15,6 ± 1,4</b>	<b>30,0 ± 1,6</b>	<b>0,86 ± 0,09</b>	<b>0,15 ± 0,02</b>

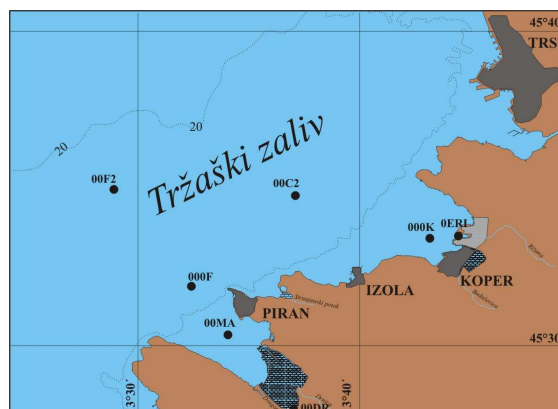
### 3. EVTROFIKACIJSKI MONITORING

Trofični status obalnega morja in odprtih vod Tržaškega zaliva določamo na osnovi meritev hranilnih soli, kisika in koncentracij klorofila ter izračuna TRIX indeksa zbranih rezultatov.

Kakovost obalnega morja določamo na izbranih merilnih mestih na dveh transektih:

- Prvi transekt poteka od ustja reke Rižane (ER12), proti sredini Koprškega zaliva (000K), mimo Izole (00C2) do referenčnega merilnega mesta (00F2).
- Drugi transekt vključuje merilno mesto od sredine piranskega zaliva (00MA), do merilnega mesta pred piransko Punto (000F) in referenčno postajo (00F2).

Izbor merilnih mest je prikazan na sliki 4, podroben opis lokacij s koordinatami, globinami in oddaljenost od obale je navedena v tabeli 10 (priloga).



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

Za določevanje evtrofikacijskega stanja obalnega morja je bilo vzorčenje opravljeno 19. februarja, 15. maja, 18. junija, 26. avgusta, 18. septembra in 18. novembra 2013. Na vsakem merilnem mestu smo izmerili fizikalne parametre s CTD sondo in nato vzorčili z Niskim vzorčevalniki na različnih globinah (0,3m, 5m, 10 ali 15m – odvisno od globine postaje).

Analize osnovnih fizikalno-kemičnih parametrov in koncentracij klorofila smo opravili na NIB/MBP, analize hranilnih spojin pa na Agenciji R Slovenije za okolje, UHSO, Kemijsko analitski laboratorij, Ljubljana (ARRS/MKO).

Evtrofikacijsko stanje ocenjujemo 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.

Rezultati povprečnih, najvišjih in najnižjih vrednosti TRIXa so podani za posamezno merilno mesto za celotno leto, v tabeli 5. V letu 2013 smo izmerili višje vrednosti TRIXa kot preteklo leto. Vrednosti znašajo od 2,3 -5,3. Povprečne letne vrednosti so nižje na transektu od sredine piranskega zaliva (00MA), do merilnega mesta pred piransko Punto (000F) in referenčno postajo (00F2).

Tabela 5. Povprečne, najvišje in najnižje letne vrednosti TRIX indeksa in število analiz na posameznem merilnem mestu v letu 2013.

Koda postaje	00F2	000F	00MA	00C2	000K	ERI2
<b>Sred.vred.</b>	2,71	2,76	2,72	2,31	2,91	3,15
<b>Najvišja vred.</b>	5,08	4,39	4,41	4,75	5,20	5,30
<b>Najnižja vred.</b>	3,67	3,67	3,75	3,65	4,08	4,62
<b>Št. vzorcev</b>	18	18	18	18	17	12

Vrednosti so povišane v ustje reke Rižane (ERI2) in sredi Koprskega zaliva (000K), višje predvsem v površinskem sloju. Glede na lestvico klasifikacije trofičnega indeksa TRIX lahko uvrstimo področje Koprskega zaliva kot srednje dobro trofično stanje, kar vključuje občasno povišano produktivnost, povišano motnost, obarvanost morske vode in potencialno lahko prihaja do nižjih koncentracij kisika (hipoksij) v pridnenih slojih. Obalno morje Piranskega zaliva pa lahko kategoriziramo kot morje visokega trofičnega stanja, z značilno nižjo produkcijo.

## 4. OBREMENITEV – VNOS S KOPNEGA

V merilno mrežo spremljanja letnega vnosa onesnaženja s kopnega so vključena sledeča merilna mesta:

- ustje reke Rižane (OORI),
- ustje reke Dragonje (OODR),
- ustje reke Badaševica (OOBA),
- Drnica (OODN)-Jernejev kanal,
- izpust KČ naprave v Kopru,
- izpust KČ naprave v Piranu.

Koordinate merilnih mest so navedene v tabeli 12 (priloga).



Vzorčenje so bila opravljena 19. februarja, 15. maja, 26. avgusta in 18. novembra 2013. Vsa vzorčenja in analize rek so opravili na ZZV Maribor, hitrosti pretokov pa posredovali z ARSO/MOK.

Slika 10. Prikaz merilnih mest monitoringa žarišč onesnaženja

Na samem mestu vzorčenja rek so opravljene meritve temperature, slanosti in pripravljene vzorci za analize raztopljenega kisika, biološko in kemijsko porabo kisika, ter za ostale kemične in bakteriološke analize. Na osnovi rezultatov sezonskih meritev kemičnih analiz in hitrosti pretokov rek, ki se izlivajo v obalno morje R Slovenije ocenjujemo vsako leto letni vnos celokupne suspendirane snovi, celokupnega dušika in celokupnega fosforja v obalno morje R Slovenije.

Vnos celokupne suspendirane snovi z rekami v morje je v letu 2013 znašal 925 ton, za celokupni dušik 151 ton in celokupni fosfor 2,8 ton (tabela 6).

Tabela 6. Ocena vnosa suspendiranih delcev (TSS), celokupnega fosforja (TP), celokupnega dušika (TN) in v obalno morje R Slovenije z rekami v letu 2013.

Merilno mesto	Koda	Pretok m <sup>3</sup> /leto	TSS t/leto	TN t/leto	TP t/leto
Rižana	OORI	8,27 x 10 <sup>7</sup>	773	104	0,7
Badaševica	OOBA	3,08 x 10 <sup>6</sup>	20	7	0,04
Drnica	OODN	8,34 x 10 <sup>6</sup>	28	12	1,4
Dragonja	OODR	1,75 x 10 <sup>7</sup>	104	30	0,7

V merilno mrežo ugotavljanja vnosa onesnaženja s kopnega sta vključena tudi izpusta iz komunalnih čistilnih naprav v Kopru in Piranu. Za poročilo so podani rezultati 12 meritev (enkrat mesečno) kemičnih analiz kompozitnega vzorca (vzorčenje vsako uro/ 24 ur) na iztoku čistilne naprave v Piranu (OOPA) in v Kopru (OOKB). Povprečne vrednosti vnosa za čistilne naprave so izračunane na osnovi povprečnega letnega iztoka odpadne vode, ter izračunanih povprečnih koncentracij suspendirane snovi, celokupnega fosforja in celokupnega dušika v letu 2013. Letni vnos iz čistilnih naprav Piran in Koper znaša za celokupne suspendirane snovi 3256 ton, za celokupni dušik 978 in celokupni fosfor 218 ton (tabela 7).

Tabela 7. Ocena vnosa suspendiranih delcev (TSS), celokupnega fosforja (TP), celokupnega dušika (TN) iz čistilnih naprav v obalno morje R Slovenije v letu 2013.

Merilno mesto	Koda	Pretok m <sup>3</sup> /leto	TSS t/leto	TN t/leto	TP t/leto
ČN Piran	OOPA	2,65 x 10 <sup>6</sup>	2461	319	79
ČN Koper	OOKB	6,10 x 10 <sup>6</sup>	795	659	139

Rezultate meritev odpadne vode na iztoku čistilne naprave (ČN) v Piranu (OOPA) smo pridobili na osnovi »Poročila o monitoringu odpadnih vod za leto 2013« JP Okolje Piran, d.o.o in JP Okolje Koper.



## 5. BIOMONITORING - BIOLOŠKE SPREMEMBE ONESNAŽENJA

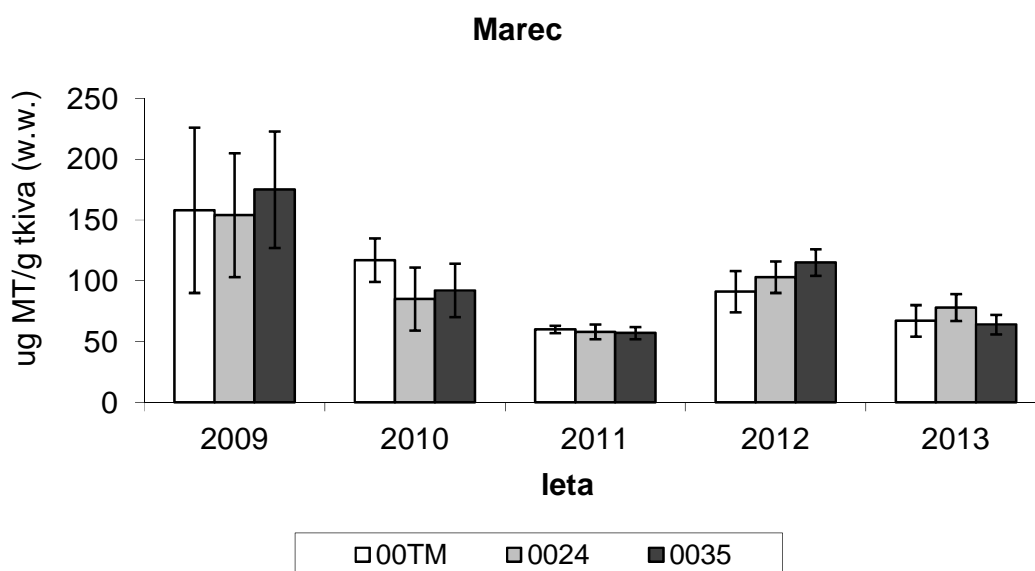
Vzorke školjk (*Mytilus galloprovincialis*) smo nabrali na postaji v izlivnem območju reke Rižane pred marino Koper (postaja 00TM) in v Strunjanskem zalivu (referenčna lokacija, postaja 0024) ter v Piranskem zalivu (postaja 0035) (slika 3). Takoj po vzorčenju smo opravili biometrične meritve školjk ter odvzeli hemolimfo in prebavno žlezo. Odvzeta tkiva smo shranili v tekočem dušiku in jih nato shranili globoko zamrznjene ( $-80^{\circ}\text{C}$ ) do nadaljnje obdelave. Vzorčenje smo opravili 11. marca 2013 (na postaji v Koprskem zalivu 00TM), 14. marca 2013 (na postaji v Piranskem zalivu) in 19. marca na postaji v Strunjanskem zalivu. Jesensko vzorčenje smo opravili 26. avgusta na postaji v Koprskem zalivu, 19. septembra 2013 na postaji v Strunjanskem zalivu ter 17. septembra 2013 na postaji v Piranskem zalivu. Metodologija izbire postaj, vzorčenja in analiz posameznih parametrov je opisana v priporočilih in navodilih UNEP/RAMOGÉ (1999).

Od leta 2000 opravljamo vzorčenja v marcu in v septembru na treh vzorčnih mestih. Vzorcujemo klapavice *Mytilus galloprovincialis*, ker so po veljavni metodologiji UNEP/RAMOGÉ (1999) izbrane kot tarčni organizem zaradi svojih bioloških lastnosti in biokemične odzivnosti. Za spremljanje učinkov onesnaženja v morskem okolju so predpisani biomarkerji splošnega stresa in izpostavljenosti, ki so v klapavicah dovolj dobro preučeni in standardizirani, da so primerni za potrebe biomonitoringa (UNEP/RAMOGÉ; 1999; ICES/OSPAR SGIMC Report, 2011). Srednje vrednosti meritev lupine klapavic, koncentracije metalotioneinov ter koeficient SSF v vzorcih iz vseh postaj so podani v tabelah, ki so posredovane ARSO/MKO. V isti tabeli so podani fizikalni parametri: temperatura vode, slanost in koncentracija raztopljenega kisika, ki ob velikih in nenadnih spremembah vplivajo na odziv biomarkerjev. Grafični prikaz povprečnih vrednosti metalotioneinov v klapavicah z vseh treh postaj za obdobje 2009 do 2013 je podan na sliki 6 in sliki 7. Povprečna vsebnost metalotioneinov ( $\pm\text{SD}$ ) je izračunana iz petih pod-vzorcev. Vsak pod-vzorec je sestavljen iz 10 osebkov.

Na postaji 00TM smo izmerili vrednosti metalotioneinov v razponu od 54 do 87  $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže hepatopancreasa (srednja vrednost  $67\pm 13$   $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže), na postaji 0024 so bile vrednosti metalotioneinov od 64 do 82  $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže (srednja vrednost  $78\pm 11$   $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže), na postaji 0035 so bile izmerjene vrednosti od 53 do 74  $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže (srednja vrednost  $64\pm 8$   $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže).

V spomladanskem vzorčenju v letu 2013 so bile izmerjene vrednosti metalotioneinov na vseh postajah nižje kot v istem obdobju v letu 2012. Primerjava koncentracij metalotioneinov od marca 2009 do marca 2013 pokaže, da so bile najvišje vrednosti izmerjene v letu 2009 na postaji v Piranskem zalivu ( $175\pm 48$   $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže, podobne vrednosti so bile na postajah v Strunjanskem zalivu ( $154\pm 51$   $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže) in v Koprskem zalivu ( $158\pm 68$   $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže). To so bile najvišje izmerjene vrednosti metalotioneinov od leta 1999

naprej. Od leta 2009 so izmerjene koncentracije metalotioneinov v mesecu marcu nižje (Ramšak in sod., 2012).

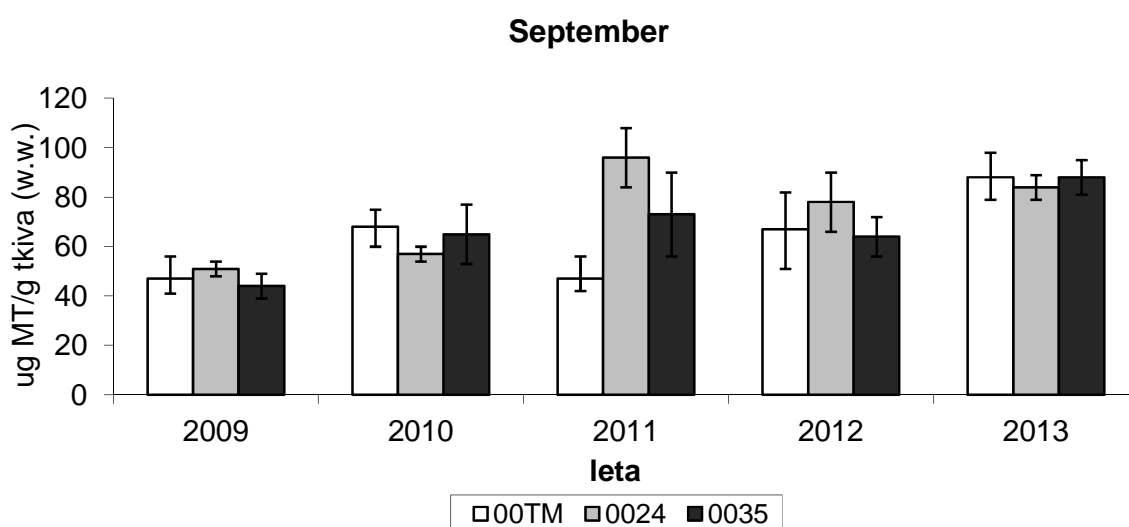


Slika 6. Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) za obdobje od leta 2009 do 2013 (vzorčenje v marcu). Podane so tudi najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

V vzorčenju, ki je potekalo septembra 2013 smo ugotovili naslednje vrednosti metalotioneinov: na postaji 00TM so bile vrednosti v razponu od 73 do 99  $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže (srednja vrednost  $88 \pm 10 \mu\text{g MT/g}$  mokre teže), na postaji 0024 so bile vrednosti od 78 do 90  $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže (srednja vrednost  $84 \pm 5 \mu\text{g MT/g}$  mokre teže in na postaji 0035 od 76 do 95  $\mu\text{g MT/g}$  mokre teže (srednja vrednost  $88 \pm 7 \mu\text{g MT/g}$  mokre teže).

Vrednosti metalotioneinov izmerjene v septembru so nižje od leta 2008 naprej. Primerjava vrednosti metalotioneinov od septembra 2009 do septembra 2013 pokaže, da so koncentracije metalotioneinov v razponu od  $47 \pm 9 \mu\text{g MT/g}$  mokre teže (leta 2009 na vzorčnem mestu 00TM) do  $88 \pm 10 \mu\text{g MT/g}$  mokre teže v letu 2013 in med vzorčnimi mesti ni pomembnih razlik.

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 vnesenih težkih kovin, ki sprožijo sintezo metalotioneinov.

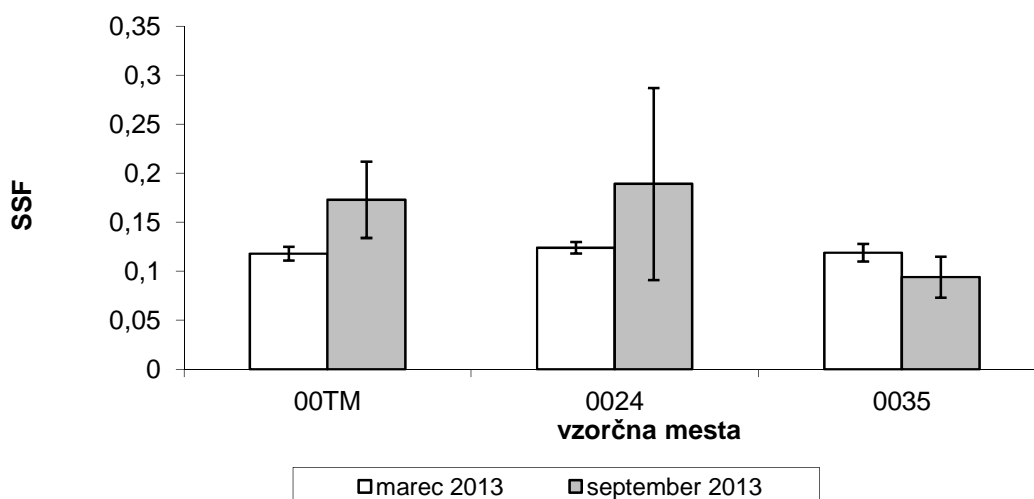


Slika 7. Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) za obdobje od leta 2009 do 2013 (vzorčenje v septembru). Podane so najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

Prelome DNA smo analizirali v celicah hemolimfe, ki smo jo odvzeli iz adduktorske mišice klapavic. Vrednost prelomov v DNA smo izrazili z faktorjem SSF. V letu 2013 smo vzorčili klapavice 11. marca 2013 (postaja 00TM Koprskem zalivu), 19. marca v Strunjanskem zalivu (postaja 0024) in 14. marca 2013 v Piranskem zalivu na postaji 0035. V naslednjem obdobju smo vzorčili dne 26. avgusta 2013 na postaji 00TM v Koprskem zalivu, nato 19. septembra 2013 v Strunjanskem zalivu ter 17. septembra 2013 na postaji 0035 v Piranskem zalivu.

V vzorcih nabranih v spomladanskem vzorčenju smo po meritvah izračunali naslednje vrednosti faktorja SSF: na postaji 00TM: od 0,113 do 0,128 ( $0,118 \pm 0,007$ , N=25 osebkov), na postaji 0024: od 0,117 do 0,131 ( $0,124 \pm 0,006$ , N=25 osebkov) in na postaji 0035: 0,110 do 0,133 ( $0,119 \pm 0,009$ , N=25 osebkov) (slika8).

V septembrskem vzorčenju smo na postajah ugotovili naslednje vrednosti SSF: postaja 00TM: od 0,119 do 0,225 ( $0,173 \pm 0,039$ , N=25 osebkov), postaja 0024: od 0,100 do 0,308 ( $0,189 \pm 0,098$ , N=25), postaja 0035: od 0,070 do 0,112 ( $0,094 \pm 0,021$ , 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 8. Srednje vrednosti faktorja SSF v vzorcih hemolimfe klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) v letu 2013 (vzorčenje v marcu in septembru). Podane so najnižje in najvišje vrednosti koeficienta SSF.

## AKTIVNOSTI V OKVIRU UNEP/MED POL

- Od 18. do 21. 6. 2013 se je koordinatorica prof. dr. Alenka Malej udeležila zasedanja nacionalnih MED POL koordinatorjev Sredozemskega akcijskega načrta (MAP) Barcelonske konvencije v Barceloni. Sestanek MED POL koordinatorjev MAP organizira vsake dve leti. Na sestanku so obravnavali potek dela MED POL programa v obdobju 2012 – 2013 s poudarkom na obvezah držav, ki izhajajo iz protokolov o virih onesnaženja s kopnega, za odlaganje materialov v morje ter protokola o nevarnih odpadkih. Osnovne vsebine so se nanašale na:
  - Harmonizacijo dejavnosti z ekosistemskim pristopom, ki v okviru Barcelonske konvencije predstavlja prenos zahtev EU okvirne direktive morske strategije (MSFD);
  - obravnavali so strokovne dokumente v zvezi s tematiko onesnaženja, opredelitve dobrega okoljskega stanja, oceno možnosti za sekvestracijo ogljika v Sredozemskem morju ter poročilo o sodelovanju z različnimi vladnimi in nevladnimi organizacijami.
  - sprejeli so priporočila za delo MED POL v letih 2013 – 2014 ter priporočila za sestanek MAP koordinatorjev.
  
- 8. maja 2013 se je prof. dr. Alenka Malej udeležila koordinacijski sestanka nosilcev izvajanja Barcelonske konvencije v Sloveniji, v Ljubljani, ki je bil organiziran s strani MOK, Direktorata za okolje.
  
- Od 7. do 8. februarja je potekalo srečanje “Meeting of the Correspondence Group on GES and Targets - Biodiversity and Fisheries Cluster” v Rimu, ki se ga je udeležila dr. Tjaša Kogovšek. Obravnavali so vsebine sledečih dokumentov:
  - UNEP(DEPI)/MED WG.390/Inf.3 Secretariat Analysis on Common Indicators
  - UNEP(DEPI)/MED WG.390/Inf.3/Corr.1 Corrigendum - Secretariat Analysis on Common Indicators
  - UNEP(DEPI)/MED WG.390/Inf.4 Secretariat’s Analysis on Ecological Objective 8

## OPIS METOD IN MERILNA MESTA

### ANALIZE OGLJIKOVODIKOV

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 BIOMASE FITOPLANKTONA

Količino fitoplanktonske biomase smo določali s količino klorofila *a* (Chl *a*) na vsaki postaji z metodo filtracije ustreznega volumna morske vode na celulozne fitre (Millipore 0,22 µm) in ekstrakciji po metodi Holm Hansen in sod. (1965). Meritve smo opravili s fluorometrom Turner (fluorometer Model 112).

### ANALIZE KONCENTRACIJ METALOTIONEINOV

**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/RAMOG, 1999). Hepatopancreas smo homogenizirali v pufri (0,5 M saharoza, 20 mM Tris-Cl, pH 8,6) z reducirajočim sredstvom (0,01% merkaptoetanol) in z inhibitorji proteaz (0,5 mM PMSF, 0,006 mM leupeptin). Homogenat smo centrifugirali (30000x g, 20 min) ter nato metalotioneine ekstrahirali z etanolkloroformsko 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 pufri 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 fosfatnega pufru obogatenga z 2 M NaCl, v katerem je raztopljen DTNB v

koncentraciji 0,43 mM. Koncentracijo metalotioneinov izračunamo po formuli  $(ABS^{MT}_{412}/\epsilon_{GSH}) * 7,37 * 10^3$ . Koncentracije metalotioneinov izražamo v  $\mu\text{g}$  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/RAMOGGE, 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 števeni komori smo prešteli hemocite, koncentracija hemocit v vzorcu mora biti 1 do  $2 \times 10^6$  hemocit. Hemocite smo nanесли na filter (0,2  $\mu\text{m}$ ) in sprali z 4,5 ml puфра za liziranje (2M NaCl, 0,02 M EDTA, 0,2%N-laurilsarkozinat, pH 10,2) in 2,5 ml puфра 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 puфра 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 puфра za elucijo. Nosilec za filter in cevke smo sprali z 4 ml puфра za elucijo (mrtvi volumen). Od vsake zbrane frakcije smo odvzeli po 1 ml, dodali 0,4 ml 0,2M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  in 0,6 ml  $\text{H}_2\text{O}$ . 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 TRIX

Stopnjo evtrifikacijskega stanja ocenjujemo s pomočjo numerične skale indexa TRIX (Vollenweider in sod., 1998) 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/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 nižjih koncentracij kisika (hipoksij) v pridenenih slojih;
- vrednosti 5 - 6: srednje dobro trofično stanje;
- vrednosti > 6 slabo trofično stanje, zelo produktivne vode, visoka motnost, pogosta obarvanost morske vode in redno

Tabela 8: Merilna mesta monitoringa kopaliških voda

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 Rikorvo-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 (Talaso) 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



Tabela 9. Merilna mestavzorčenja za analize kemičnega onesnaženja v sedimentu in organizmih

Koda postaje	Merilno mesto	Šifra vodnega telesa	Geod. koordinata X	Geod. koordinata Y	Globina postaje (m)	Oddaljenost od obale (m)
<b>SEDIMENT</b>						
SI5VT5	00PM	Marina Portorož	390190	41569	10	2
SI5VT3	0014	Luka Koper	401212	47261	10	10
SI5VT3	000K	Koprski zaliv	400072	47435	16	1300
SI5VT1	00KK	Koprski zaliv	395907	47356	21	3000
SI5VT4	000F	Tržaški zavil	386759	45291	21	3000
SI5VT1	00CZ	Tržaški zaliv	393337	54625	24	3500
SI5VT5	00MA	Piranski zaliv	388410	41017	16	1500
<b>ORGANIZMI</b>						
SI5VT3	00TM	Marina Koper	400655	46438	10	1
SI5VT2	0024	Strunjanski zaliv	390324	44294	14	600

Tabela 10. Merilna mesta evtrofikacijskega monitoringa obalnega morja s koordinatami, globino merilnega mesta in oddaljenostjo od obale

Šifra vodnega telesa	Koda merilnega mesta	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Geod. koord. X	Geod. koord. Y	Globina merilnega mesta (m)
SI5VT1	00F2	Odprte vode	Referenčno	381127	50398	21
SI5VT4	000F	Tržaški zaliv	Osnovno	386759	45291	24
SI5VT3	000K	Koprski zaliv	Dodatno	400072	47435	16
SI518VT3	ERI2	Estuarij Rižane	Dodatno	401922	47291	10
SI5VT1	00C2	Izola	Dodatno	391785	49835	21
SI5VT5	00MA	Piranski zaliv	Dodatno	388410	41017	16

Tabela 11: Merilna mesta žarišč onesnaženja s koordinatami

Šifra vodnega telesa	Koda merilnega mesta	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Geod. koordinata X	
SI518VT3	00RI	Rižana	Osnovno	403203	47165
SI512VT52	00DR	Dragonja	Referenčno	391611	37002
/	00BA	Badaševica	Dodatno	400765	44804
/	00DN	Drnica	Dodatno	391912	38301
SI518VT3	00KB	KOPER	KČN	402685	47253
SI5VT5	00PA	PIRAN	KČN		

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

Šifra vodnega telesa	Koda merilnega mesta	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Geod. koord. X	Geod. koord. Y	Globina postaje (m)	Oddaljenost od obale (m)
SI5VT3	00TM	Marina Koper	Dodatno	400655	46438	2	1
SI5VT5	0035	Piranski zaliv - Seča	Osnovno	389222	39787	12	300
SI5VT2	0024	Strunjanski zaliv	Referenčno	390324	44294	14	600

## ANALIZE TEŽKIH KOVIN IN OGLJIKOVODIKOV

Tabela 13a: Analizne metode težkih kovin v vodi in morskih organizmih – izvajalec Zavod za zdravstveno varstvo Maribor

Parameter	Mer_ princip	Referenca	enota
Vlaga	GR	ISO 1442	%
Kadmij - org. (mokra teža)	ICP/MS	SIST EN 15763	mg/kg
Živo srebro - org. (mokra teža)	CV-AAS	EPA 7473	mg/kg

Tabela 13b: Analizne metode ogljikovodikov v morskih organizmih – izvajalec NIB/MBP

Parameter	Mer_ princip	Referenca	Enota
2-metilfenantren-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
1-metilfenantren-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
3,6-dimetilfenantren-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
1-metilnaftalen-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
1-metilpiren-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
1-etilnaftalen-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
2-metilnaftalen-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
Perilen-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
Benzo(e)piren-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
Skvalen-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
Ločeni aromatski-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
n-heptadekan (C17)-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
Pristan-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
n-oktadekan (C18)-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
Fitan-organizmi	plinska kromatografija	UNEP (1992)	ng/g
n-C14 do n-C34-organizmi	računsko		µg/kg
Ločeni alifatski-organizmi	računsko		µg/kg
Višina	meritev		mm
Širina	meritev		mm
Teža	tehtanje		g

## ANALIZE FIZIKALNO-KEMIČNIH IN MIKROBIOLOŠKIH ANALIZ

Tabela 14: Analizne metode fizikalno kemičnih in mikrobioloških parametrov za površinske vode – izvajalec Zavod za zdravstveno varstvo Maribor

Parameter	Mer_ princip	Referenca	Enota
Temperatura zraka	EL	DIN 38404-4	0C
Temperatura vode	EL	DIN 38404-4	0C
pH	EL	ISO 10523	
Kisik sonda	EL	ISO 5814	mg O <sub>2</sub> /l
Nasičenost s kisikom sonda	EL	ISO 5814	%
Prosojnost		ISO 7027	m
Slanost	EL	EN 27888	‰
Suspendirane snovi po sušenju	GR	ISO 11923	mg/l
KPK s KMnO <sub>4</sub>	VOL	EN ISO 8467	mg O <sub>2</sub> /l
KPK s K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	VOL	DIN 38409-44, modif.	mg O <sub>2</sub> /l
KPK s K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	VOL	ISO 6060	mg O <sub>2</sub> /l
BPK5	ISE-SV	EN 1899-2	mg O <sub>2</sub> /l
Anionaktivni detergenti	CFA	ISO 16265	mg MBAS/l
Koliformne bakterije fekalnega izvora	MPN	ISO 9308-2	MPN/100 mL
Koliformne bakterije fekalnega izvora	CFU	ISO 9308-1	CFU/100ml
Arzen-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Antimon-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l
Baker-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Cink-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Kobalt-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Krom-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Molibden-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l
Nikelj-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Selen-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Srebro-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l
Svinec-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l
Živo srebro-filt.	AFS	SIST EN ISO 17852 mod.	ug/l

Tabela 15: Analizne metode kemičnih parametrov za morsko vodo in reke – izvajalec Agencija R Slovenije za okolje, UHSO, SL, Kemijsko analitski laboratorij, Ljubljana (ARRS/MKO)

Parameter	Mer_princip	Referenca	Enota
Celotni dušik	Kem-lum	IM po EN 12260	μmol N/L
Amonij	spektrofotometrija	SIST ISO 7150-1	μmol NH <sub>4</sub> /L
Nitrat	IC	SIST EN ISO 10304-1	μmol NO <sub>3</sub> /L
Nitrit	spektrofotometrija	SIST EN 26777:1996	μmol NO <sub>2</sub> /L
Celotni fosfor - nefiltriran	spektrofotometrija	SIST EN ISO 6878	μmol P/L
Ortofosfat	spektrofotometrija	SIST EN ISO 6878	μmol PO <sub>4</sub> /L
Silicij	spektrofotometrija	SM 4500-Si D	μmol SiO <sub>2</sub> /L

Tabela 16: Analizne metode fizikalno kemičnih in bioloških parametrov za morsko vodo – izvajalec Morska biološka postaja, NIB

IME PARAMETRA	MERILNI PRINCIP	REFERENCA	ENOTA
Temperatura zraka	termometrija		°C
Temperatura vode	termometrija	SIST DIN 38404-6	°C
pH	elektrometrija	SIST ISO 10523	
Elek. prevodnost	elektrometrija	SIST EN 27888 <sup>(e)</sup>	$\mu\text{S}/\text{cm} \cdot 10^4$
Kisik	volumetrija/titracija	SIST EN 25813	mg O <sub>2</sub> /l
Nasičenost s kisikom	računsko		%
Prosojnost	vidno zaznavanje-Secci plošča		m
Slanost	elektrometrija: SBE konduktometer	SIST EN 2788	psu
TRIX	računsko		
Klorofil-a	fluorometrija		$\mu\text{g}/\text{l}$

## LITERATURA

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

ICES, 2011. Report of the Study Group on Integrated Monitoring Contaminants and Biological Effects (SGIMC), 14-18 March Strickland, J. D. H., and T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 310. (ed.), Fish. Res. Bd. Canada, Bull. 167 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/RAMOGÉ, 1999: Manual on the biomarkers recommended for the MED POL biomonitoring programme. UNEP, Athens

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

