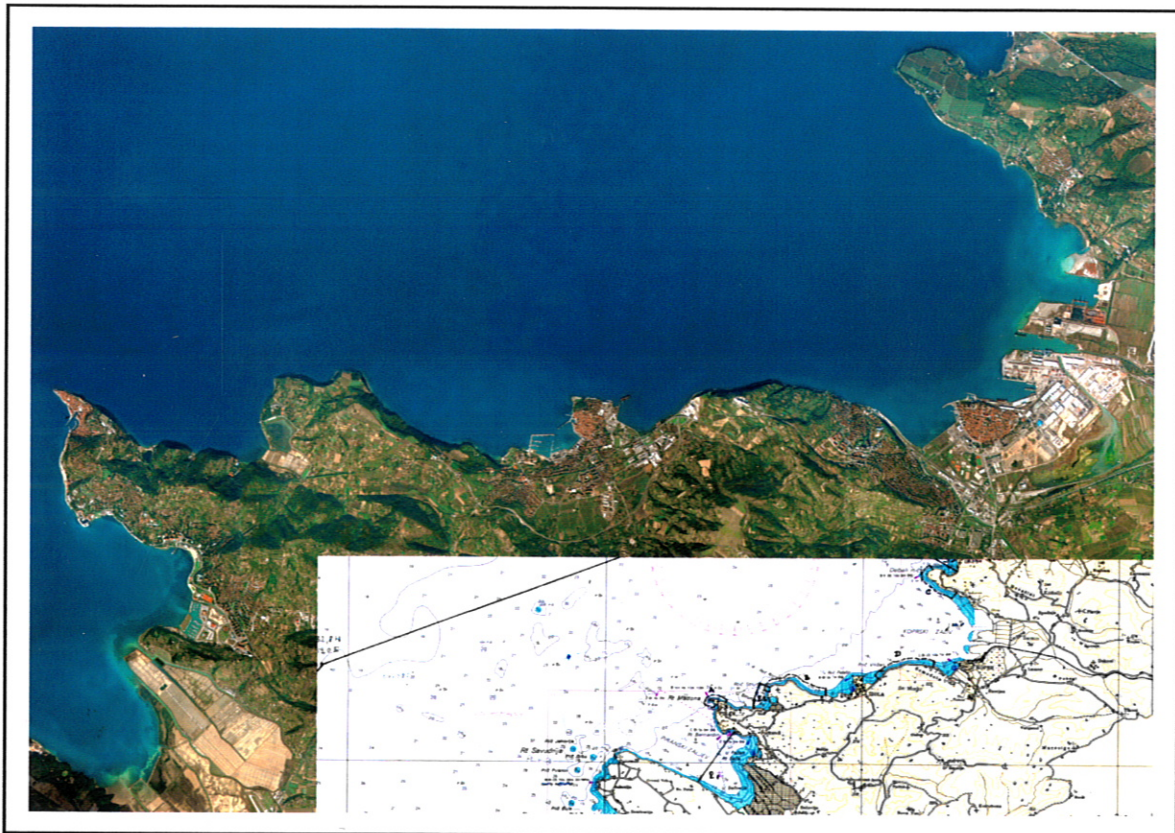


KAKOVOST OBALNEGA MORJA V LETU 2012

Letno poročilo 2012



NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN

KAKOVOST OBALNEGA MORJA V LETU 2012

Nosilka projektne naloge: Valentina Turk

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

Projektna naloga: IZVAJANJE PROGRAMA SPREMLJANJA
KAKOVOSTI MORJA V SKLADU Z BARCELONSKO KONVENCIJO V
LETU 2012

Naročnik **MINISTRSTVO ZA OKOLJE in PROSTOR , AGENCIJA R
SLOVENIJE ZA OKOLJE**

Marec, 2013

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

Turk V., O. Bajt, J. Francé, M. Poje, A. Ramšak, M. Šiško, A. Malej. 2013. Kakovost obalnega morja v letu 2012. Poročilo za leto 2012. (Poročilo projektne naloge Izvajanje programa MBP – Morska biološka postaja). Naročnik: Agencija RS za okolje. Piran: Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, 2013

KAZALO

Povzetek	4
izhodišča	6
1. Sanitarna analiza kopalnih voda.....	7
2. Monitoring obalnega morja in trend monitoring	8
2.1. Kemično onesnaženje sedimenta	8
2.2. Rezultati koncentracij ogljikovodikov v morskih organizmih.....	10
2.3. Rezultati koncentracij težkih kovin v morskih organizmih.....	11
3. Evtrofikacijski monitoring.....	14
4. Obremenitev – vnos s kopnega.....	17
5. Biomonitoring - biološke spremembe onesnaženja	19
Opis metod in merilna mesta	23
Literatura	30

POVZETEK

R Slovenija s programom »Spremljanje kakovosti morja v skladu z Barcelonsko konvencijo« sodeluje pri aktivnostih in izvajanju Protokola o varstvu Sredozemskega morja pred onesnaženjem s kopnega (UNEP /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. Trenutno poteka četrta faza MED POL programa. Program poteka v sodelovanju Morske biološke postaje, Nacionalnega inštituta za biologijo, z različnimi inštituti odgovornimi za posamezne analize, izvajanje programa pa omogoča Agencija R Slovenije za vode. 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 (školjках), 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 trenutno določamo po kriterijih in priporočilih Inštituta za varovanje zdravja RS, oziroma glede na kriterije za prehodno obdobje, ki veljajo v državah Evropske unije. Rezultati koncentracij *Escherichie coli* in intestinalnih enterokokov v letu 2012 ustrezajo predpisanim kriterijem in zagotavljajo visoko stopnjo kakovosti kopalnih voda na vseh 21 merilnih mestih vzdolž obale R Slovenije.

Rezultati analiz onesnaženja z alifatskimi in policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki, kadmijem in živim srebrom v sedimentu in morskih organizmih (školjках) v letu 2012 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 višjemolekularnih alifatskih ogljikovodikov (nad 20 C-atomov), s prevlado tistih z lihim številom C-atomov. Tako razmerje je še posebej izrazito v ustju reke Rižane in portoroške marine, kar kaže na pomemben biogeni vir alifatskih ogljikovodikov. Na vhodu v koprsko pristanišče in Marino Koper beležimo tudi višje koncentracije PAH-ov sedimenta. Tudi v primeru školjk prevladujejo PAH-i z več kondenziranimi aromatskimi obroči, kar potrjuje pirogeni izvor. Glede na podatke iz literature za druga območja po svetu lahko zaključimo, da je naše morje le zmerno onesnaženo s temi spojinami, kljub pomembnim pritiskom s kopnega in pomorskega prometa. Vzorce školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja s težkimi kovinami (kadmija in živega srebra) smo vzorčili v gojišču školjk v Strunjanu in na skalah pred vhodom v koprsko pristanišče in marino. Koncentracije živega srebra so bile višje na postaji v Kopru in tudi višje v primerjavi s preteklim letom. Koncentracije kadmija so primerljive rezultatom preteklih let in ne kažejo razlik med postajami.

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

Koprskega zaliva do referenčnih mest sredi Tržaškega zaliva. V letošnjem letu smo izmerili nižje vrednosti TRIXa kot preteklo leto. Glede na lestvico klasifikacije trofičnega indeksa TRIX lahko uvrstimo celotno obalno morje kot morje visokega trofičnega stanja, razen notranjosti koprškega zaliva ob izlivu rek Rižane. Vrednosti znašajo od 1,4 - 6,6 in so delno povišane v mesecu novembru v piranskem in koprskem zalivu. V vzorcih morske vode na posameznih merilnih mestih so bile koncentracije klorofila celo nižje kot preteklo leto ($<1 \mu\text{g Chl } a/l$), razen v ustju reke Rižane. Sezonsko najvišje vrednosti smo beležili v mesecu novembru na vseh lokacijah, posebno še na zunanjih postajah v Tržaškem zalivu, vendar s koncentracijami pod $3 \mu\text{g Chl } a/l$.

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. Vnos celokupne suspendirane snovi z rekami v morje je v letu 2012 znašal 947 ton, za celokupni dušik 203 ton in celokupni fosfor 9 ton. Povišane vrednosti hranilnih snovi, detergentov in koncentracij koliformnih bakterij fekalnega izvora beležimo občasno v vseh rekah.

Za ugotavljanje vpliva onesnaženja na organizme (biomonitoring) izvajamo meritve metalotioneinov in poškodbe DNA v tkivih klapavic (*Mytilus galloprovincialis*). Vrednosti metalotioneinov v klapavicah nabranih v marcu so bile tako kot preteklo leto nižje kot vrednosti metalotioneinov v predhodnjih petih letih in na vseh postajah zelo izenačene. Izmerjene vrednosti metalotioneinov v septembrskih vzorcih pa ne odstopajo od zadnjih nekaj let. Manjša nihanja v vsebnosti metalotioneinov so povezana s fiziološkimi procesi (razmnoževanjem) in s spremembami v fizikalno kemijskih parametrih okolja. Te spremembe predstavljajo stres za klapavice, na katerega se odzovejo tudi s sintezo metalotioneinov. Poškodbe DNA smo analizirali v celicah hemolimfe iz zaklepne mišice klapavic z metodo alkalne elucije. Izmerjene vrednosti enojnih prelomov so izražene s koeficientom SSF (povprečje za leto 2012 $\text{SSF}=0,112$) in je primerljivo s prejšnjimi leti. Del izmerjenih poškodb DNA je trajen, del pa se jih popravi, vendar z omenjeno metodo ne moremo ugotoviti kolikšen delež poškodb se popravi.

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 za R Slovenijo (National Monitoring Programme of Slovenia - NMPSlovenia) je leta 1999 potrdila vlada R Slovenije, trenutno poteka četrta faza MED POL programa (UNEP /MED POL- FAZA IV).

Program vključuje:

- mikrobiološke analize kakovosti kopaliških vod,
- oceno stopnje onesnaženja sedimenta in morskih organizmov,
- oceno stopnje eutrofikacije,
- oceno vnosa s kopenskih točkovnih virov onesnaženja v morje,
- analize biomonitoringa.

Vsebinsko naloga vključuje analize, dogovorjene z Agencijo združenih narodov in vključuje spremljanja kakovosti obalnega morja in vnosa s kopnega, ki poteka v sodelovanju z Agencijo R Slovenije za vode in različnimi inštituti, odgovornimi za posamezne analize. V okviru programa se velika pozornost posveča zagotavljanju kakovostnih podatkov, interkalibracijam podatkov in metod, v veliko pomoč pa so nasveti in svetovanja mednarodno pomembnih inštitucij kot sta SZO (WHO) in IAEA (Monaco).

V programu so sodelovale sledeče ustanove:

- Zavod za zdravstveno varstvo Koper
- Zavod za zdravstveno varstvo Maribor
- Agencija R Slovenije za okolje, Ljubljana
- Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran

1. SANITARNA ANALIZA KOPALNIH VODA

V času kopalne sezone (od 1. 6. do 15. 9. 2013) je bilo na posameznem kopališču ali kopalnem območju opravljenih 9 vzorčenj kopalne vode. Na terenu so se opravile terenske meritve in ocene prisotnosti vidnih nečistoč, mineralnih olj, fenolov in detergentov, v laboratoriju pa analize na prisotnost *Escherichia coli* in intestinalnih enterokokov v posameznem vzorcu kopalne vode.

V skladu z uredbo in predpisi se je v letu 2012 spremljala sanitarna kakovost kopalniških vod na 21 obalnih kopalnih vodah:

- na 14 naravnih kopalniških,
- ter 7 kopalnih območjih.

Merilna mesta vzorčenja za določanje sanitarne kakovosti kopalnih vod v letu

2012 so prikazana na sliki 1.

Uredba o upravljanju kakovosti kopalnih vod (Ur. l. RS 25/08)
Kopalna direktiva 2006/7/ES

Slika 1. Merilna mesta vzorčenja za določanje sanitarne kakovosti kopalnih vod v letu 2012.

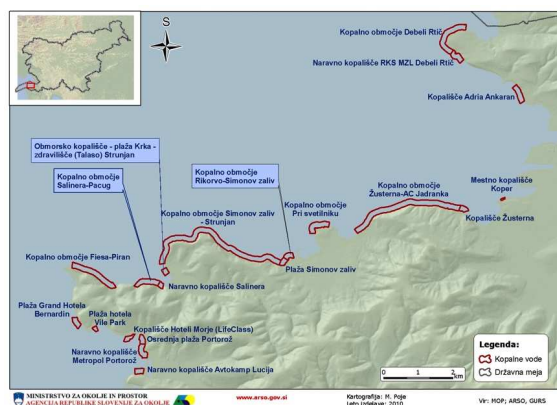
Ker kopalna direktiva določa razvrščanje kopalnih vod v razrede kakovosti šele po zagotovitvi štiriletnega niza podatkov, se je skladnost vode ugotavljala glede na priporočila Inštituta za varovanje zdravja RS oziroma glede na kriterije za prehodno obdobje, ki veljajo v državah Evropske unije. Podatki potrjujejo ustrežno kakovost oziroma ne kažejo prisotnosti fekalnega onesnaženja do take mere, da bi lahko ogrožalo zdravje kopalcev in tako ustrezajo predpisanim kriterijem (tabela 1).

Tabela 1: Podatki o skladnosti kopalnih vod v letu 2012 glede na kriterije za razvrščanje kopalnih vod po kakovosti v državah Evropske unije za prehodno obdobje.

Parameter	Število kopalnih vod	Število meritev	Frekvenca vzorčenja	Rezultati (%)*
<i>Escherichia Coli</i> intestinalni enterokoki	21	9	14 - dnevna	100

*ki ustrezajo predpisanim kriterijem

Podrobnejši rezultati analiz so prikazani na spletni strani Agenciji RS za okolje za kopalne vode v aplikaciji ter v letnih poročilih (www.arso.gov.si/vode). Monitoring je zagotavljala Agencija RS za okolje in izvajal v celoti Zavod za zdravstveno varstvo Koper.



2. MONITORING OBALNEGA MORJA IN TREND MONITORING

2.1. Kemično onesnaženje sedimenta

Vzorke sedimenta za analize kemičnega onesnaženja z alifatski in policiklični aromatski ogljikovodiki (AH, PAH) smo vzorčili 2. oktobra 2012.

Kemično onesnaženje sedimenta spremljamo na 7 merilnih mestih:

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



Merilna mesta so prikazana na sliki 2 in predstavljena v tabeli 8 (priloga).

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

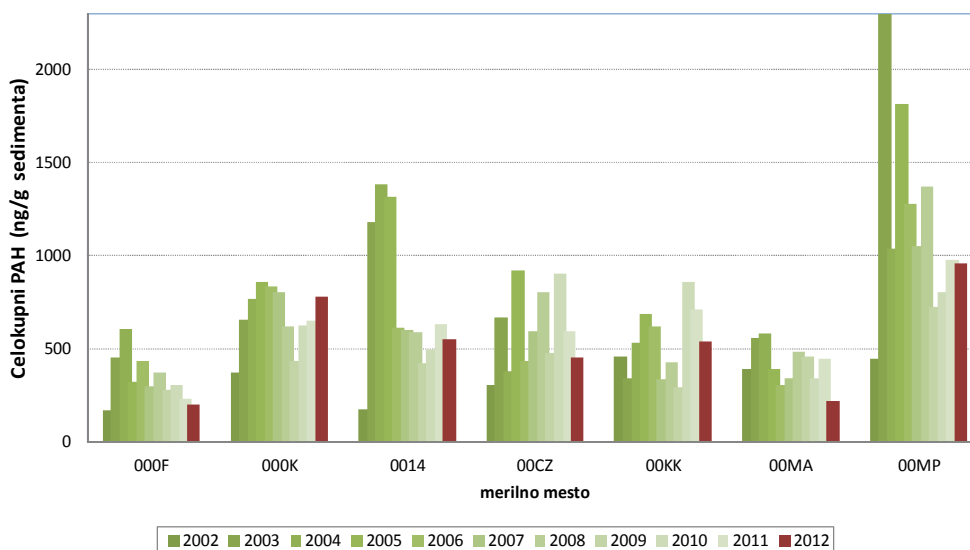
Rezultati celokupnih koncentracij alifatskih in policikličnih aromatskih ogljikovodikov so podani v tabeli 2. Tudi v letu 2012 ni bilo opaznih večjih razlik v koncentracijah ogljikovodikov na posameznih postajah v primerjavi s prejšnjimi leti. Koncentracije alifatskih ogljikovodikov v sedimentu so bile najvišje na postajah 0014 v Luki Koper in 00PM v portoroški marini. Najnižje koncentracije smo dobili na postajah 000F in 00KK, na ostalih treh postajah pa so bile koncentracije rahlo višje. Te vsebnosti kažejo na pomemben vpliv pomorskega prometa, ki se od samega vira (pristanišče, marina) širi proti sredini obeh zalivov.

Tabela 2. Rezultati koncentracij celokupnih alifatskih (AH) in policikličnih aromatskih (PAH) ogljikovodikov v sedimentu (ng g^{-1} suhega sedimenta) na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2012.

Ogljikovodiki (ng g^{-1})	000F	00PM	00KK	0014	00MA	000K	00CZ
Celokupni AH	845	2676	855	3251	994	1350	1172
Celokupni PAH	200	960	542	552	220	780	450

Na vseh postajah je opazen prevladujoč delež višjemolekularnih alifatskih ogljikovodikov (nad 20 C-atomov), s prevlado tistih z lihim številom C-atomov (C-25, C-27, C-29, C-31). Tako razmerje je še posebej izrazito na postajah 0014 in 00PM, kar kaže na pomemben biogeni vir alifatskih ogljikovodikov. Ta vir predstavlja mikrobnna razgradnja ostankov kopenskih rastlin, ki pridejo v obalno morje z vnosi rek ali direktnim spiranjem obalnih površin. V morju pa tudi nekatere alge lahko sintetizirajo te spojine.

Tudi koncentracije policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) so bile v letu 2012 najvišje v portoroški marini (00PM), približno dvakrat višje kot na drugih postajah. Kot že več let, so bile koncentracije najnižje na postajah 000F in 00MA. Vsebnost PAH-ov v sedimentih koprskega pristanišča (0014) je sicer višja od prej omenjenih postaj, a primerljiva z ostalimi postajami. V letu 2012 so opazne nekoliko višje koncentracije v sredini koprskega zaliva, kar verjetno kaže tudi na vpliv mesta Koper (kurilne naprave), poleg že omenjenega vpliva pristanišča. Na vseh postajah prevladujejo PAH-i s 4-5-imi aromatskimi obroči, ki so značilni za pirogeni izvor, to je gorenje fosilnih goriv. Tu ima ponovno pomemben vpliv pomorski promet, verjetno pa se kaže tudi vpliv obalnih mest, ki se še vedno v veliki meri v zimskem času ogrevajo s premogom in tekočimi gorivi.



Slika 3 Koncentracije aromatskih ogljikovodikov (PAH) v sedimentu obalnega morja R Slovenije v obdobju 2002-2012.

2.2. Rezultati koncentracij ogljikovodikov v morskih organizmih

Vzorci školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in policiklični aromatski-AH in PAH), ter težkih kovin kadmija in živega srebra vzorčujemo:

- v školjišču v Strunjanu (0024) in
- na postaji pred vhodom v marino v Kopru (00TM) (slika 4, tabela 9 priloga).

Vzorci školjk so bili pobrani 21. septembra 2012 v Strunjanu in 29. septembra 2012 v Kopru.



Slika 4. Prikaz merilnih mest monitoringa onesnaženja morskih organizmov obalnega morja R Slovenije.

Analize smo opravili v petih vzorcih na vsaki postaji (vsak vzorec sestavlja 15 školjk, približno enakih velikosti).

Rezultati splošnih fizikalnih razmer na mestu vzorčenja so podani v tabeli 4. Takoj po vzorčenju smo klapavicam izmerili dolžino, širino lupine in težo.

Vsebnosti alifatskih in policikličnih aromatskih ogljikovodikov v vzorcih školjk na obeh postajah so podane v tabeli 3.

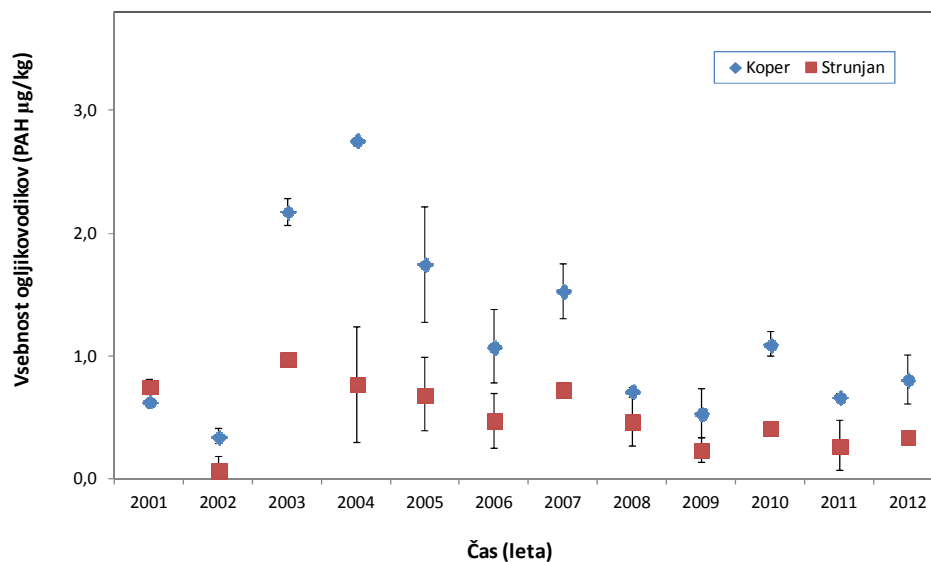
Tabela 3. Rezultati koncentracij celokupnih alifatskih (AH) in policikličnih aromatskih (PAH) ogljikovodikov v klapavicah na merilnih mestih obalnega morja R Slovenije v letu 2012.

Ogljikovodiki (ng g ⁻¹ suhe teže)	Postaja			
	00TM	± SD	0024	± SD
Celokupni alifatski	5184	908	2783	348
Celokupni PAH	506	110	215	44

Rezultati za leto 2012 kažejo višje koncentracije PAH-ov na postaji 00TM na vhodu v koprsko pristanišče in Marino Koper. V povprečju dvakrat višje koncentracije na postaji 00TM v primerjavi s postajo 0024 so že značilne za zadnjih nekaj let. So pa koncentracije na obeh postajah v zadnjih letih vseeno nižje v primerjavi s tistimi izpred leta 2005. To morda le kaže na počasno zmanjševanje vpliva dejavnosti Luke Koper in Marine Koper. Tudi v primeru školjk prevladujejo PAH-i z več kondenziranimi aromatskimi obroči, kar potrjuje pirogeni izvor, omenjen že v primeru sedimentov.

V primeru alifatskih ogljikovodikov zasledimo, nekoliko presenetljivo, podobno razmerje v koncentraciji alifatskih ogljikovodikov na obeh postajah kot v primeru PAH. V prejšnjih letih ta razlika ni bila tako izrazita. V školjkah koncentracije višjemolekularnih ogljikovodikov z lihimi številom C-atomov niso tako izrazito višje, kot je to v primeru sedimentov. Razlog morda tiči v različni sposobnosti kopičenja oz. zmožnosti razgradnje alifatskih ogljikovodikov z lihimi oz. sodim številom C-atomov. Višje koncentracije na postaji OOTM pa vsekakor kažejo na vire onesnaževanja na tem območju. Čeprav po zastopanosti ogljikovodikov biogeni vir ni najbolj viden, pa vsekakor lahko sklepamo tudi na ta vir, saj se je lepo izrazil v primeru sedimentov.

Na koncu lahko ugotovimo, da tudi v letu 2012 vsebnosti alifatskih in policikličnih aromatskih ogljikovodikov v površinskem sedimentu in školjkah v glavnem ne kažejo trenda naraščanja. S primerjavo s podatki iz literature za druga območja po svetu lahko zaključimo, da je naše morje še vedno le zmerno onesnaženo s temi spojinami.



Slika 5. Rezultati povprečnih letnih vrednosti (\pm st.dev) ogljikovodikov (PAH) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (OOTM) in v Strunjanskem zalivu (OO24) v obdobju od leta 2001 do 2012.

2.3. Rezultati koncentracij težkih kovin v morskih organizmih

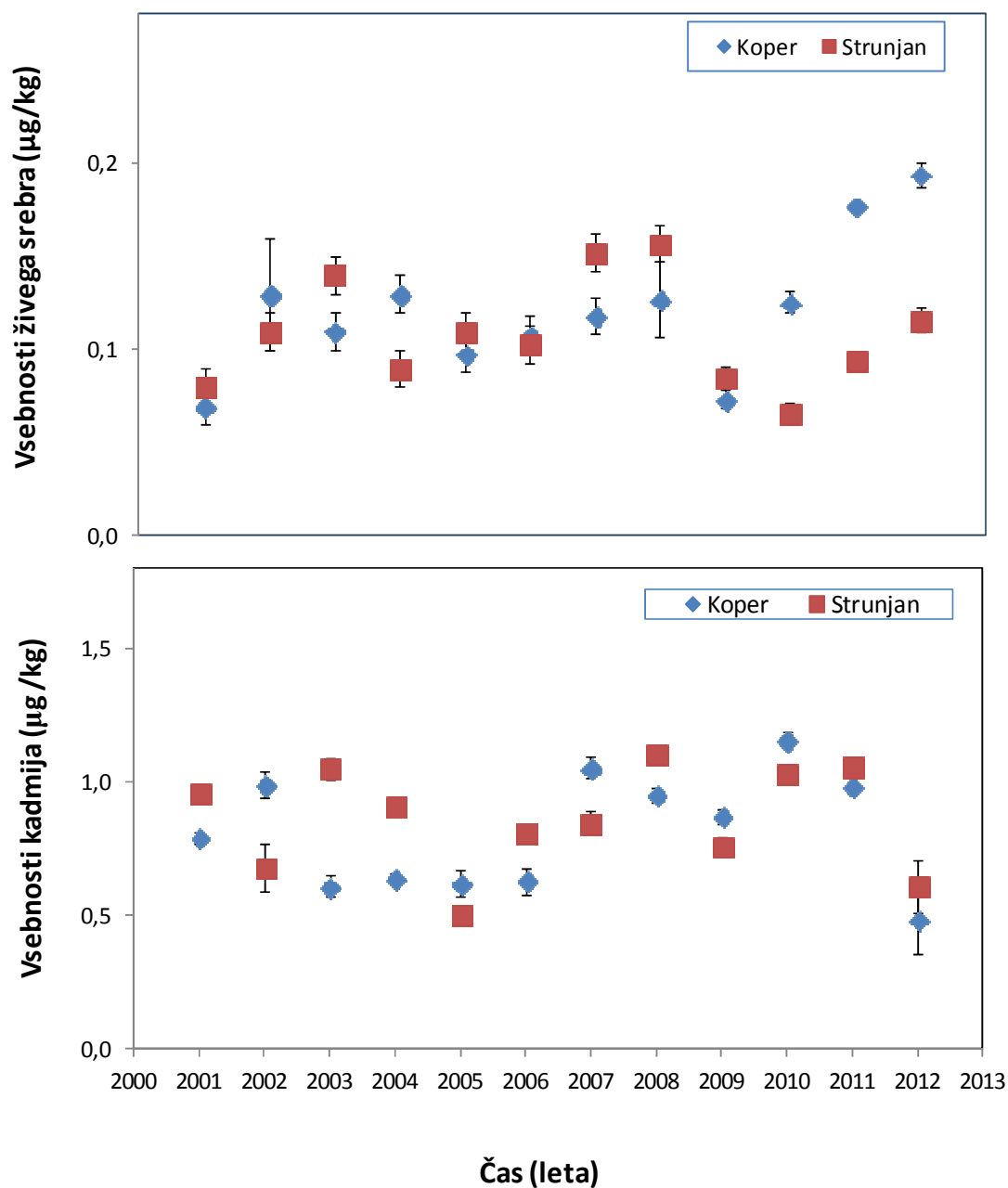
Vzorci školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja s težkimi kovinami kadmija in živega srebra (Cd, Hg) smo vzorčili 21. septembra 2012 v Strunjanu (OO24) in 29. septembra 2012 v Kopru (OOTM). Rezultati splošnih fizikalnih razmer na mestu

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 2012.

Vzorec	Datum	Slanost psu	Temp. °C	Teža g	Dolžina cm	Cd mg/kg	Hg mg /kg
0024-1	21.9.2012	37,3	24,8	16,0 ± 3,8	6,7 ± 0,5	0,643	0,130
0024-2	21.9.2012	37,3	24,8	14,0 ± 3,8	6,4 ± 0,6	0,368	0,081
0024-3	21.9.2012	37,3	24,8	15,0 ± 4,2	6,4 ± 0,6	0,479	0,104
0024-4	21.9.2012	37,3	24,8	15,5 ± 3,8	6,6 ± 0,9	0,409	0,118
0024-5	21.9.2012	37,3	24,8	15,9 ± 3,0	6,7 ± 0,5	0,523	0,148
00TM-1	25.9.2012	37,4	26,7	10,6 ± 3,2	5,4 ± 0,5	0,569	0,215
00TM-2	25.9.2012	37,4	26,7	13,2 ± 4,5	5,8 ± 0,7	0,702	0,218
00TM-3	25.9.2012	37,4	26,7	14,5 ± 4,8	5,9 ± 0,7	0,597	0,231
00TM-4	25.9.2012	37,4	26,7	11,0 ± 4,1	5,5 ± 0,7	0,570	0,200
00TM-5	25.9.2012	37,4	26,7	9,6 ± 2,0	5,2 ± 0,3	0,618	0,194

Primerjava povprečnih koncentracij živega srebra in kadmija v školjkah v letošnjem letu z rezultati preteklih let za obdobje 2001-2012 je prikazana na sliki 6.



Slika 6. Rezultati povprečnih letnih vrednosti (\pm st. dev) živega srebra (Hg) in kadmija (Cd) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) na merilnem mestu pred Marino Koper (00TM) in v Strunjanskem zalivu (0024) v obdobju od leta 2001 do 2012.

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 (ERI2), 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).



Slika 7. Prikaz merilnih mest evτροφikacijskega monitoringa v obalnem morja R Slovenije.

Izbor merilnih mest je prikazan na sliki 7, podroben opis lokacij s koordinatami, globinami in oddaljenost od obale je navedena v tabeli 10 (priloga).

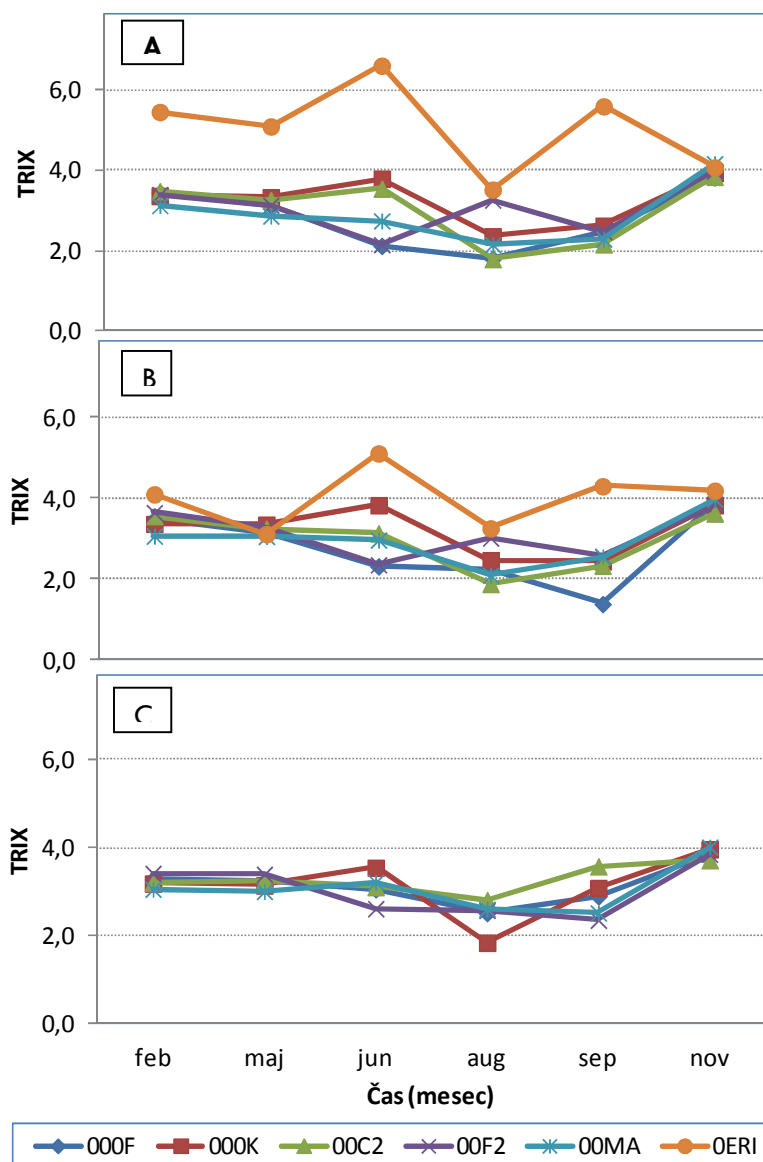
Za določevanje evτροφikacijskega stanja obalnega morja je bilo vzorčenje opravljeno 15. februarja, 15. maja, 14. junija, 22. avgusta, 11. septembra in 16. novembra 2012. Na vsakem merilnem mestu smo izmerili fizikalne parametre s CTD sondo in nato vzorčili z Niskim vzorčevalniki na različnih globinah (0,3m; 5m; 10 ali 15m – odvisno od globine postaje). Rezultati povprečnih, najvišjih in najnižjih vrednosti TRIXa so podani za posamezno merilno mesto v tabeli 5 in prikazani na sliki 8.

Tabela 5. Povprečne, najvišje in najnižje letne vrednosti TRIX indeksa in število analiz na posameznem merilnem mestu v letu 2012.

Koda postaje	000F	000K	00C2	00F2	00MA	ERI2
Sred.vred.	2,90	3,19	3,09	3,08	2,97	4,53
Najvišja vred.	3,90	3,97	3,84	3,98	4,16	6,60
Najnižja vred.	1,39	1,85	1,79	2,13	2,10	3,12
Št. vzorcev	18	18	18	18	18	12

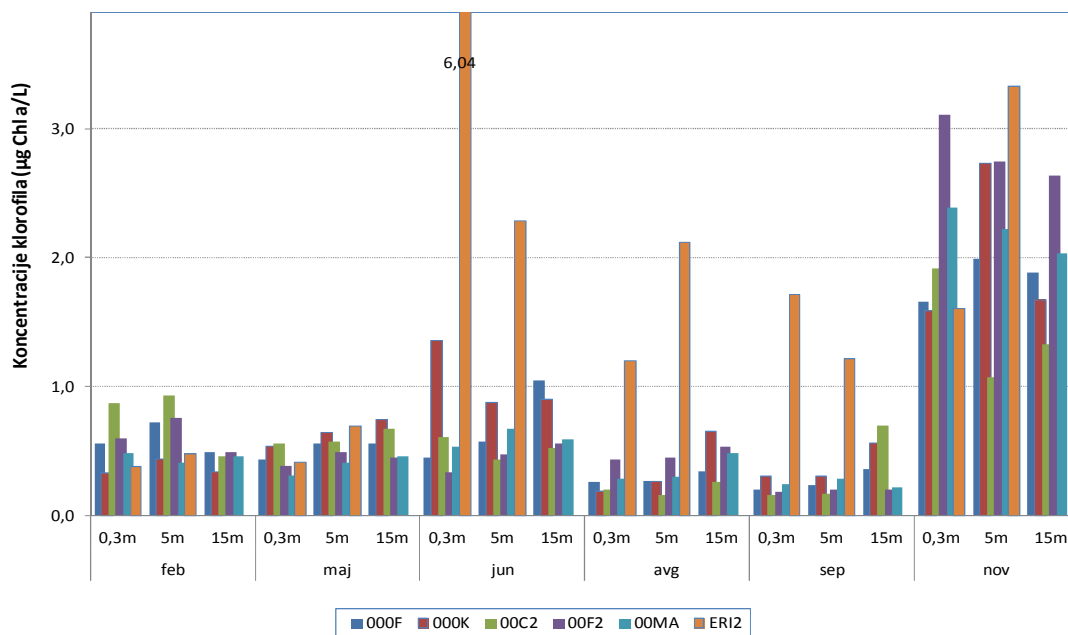
V letošnjem letu smo izmerili nižje vrednosti TRIXa kot preteklo leto. Vrednosti znašajo od 1,4 -6,6. Vrednosti so delno povišane v mesecu novembru, le v ustje reke Rižane so vrednosti višje predvsem v površinskem sloju. Povprečna vrednost znaša 4,45 in najvišjo v mesecu juniju 6,6.

Glede na lestvico klasifikacije trofičnega indeksa TRIX lahko uvrstimo celotno obalno morje kot morje visokega trofičnega stanja, razen notranjosti koprskega zaliva ob izlivu rek Rižane.



Slika 8. Prikaz vrednosti TRIX indeksa evτροφikacijskega monitoringa v obalnem morja R Slovenije (A - globina 0,3 m; B- globina 5m; C - globina 10 ali 15 m).

Pomemben biološki parameter je biomasa fitoplanktona, ki jo lahko izrazimo kot količino pigmenta klorofila α . μg V vzorcih morske vode smo določali koncentracije klorofila sezonsko, na vseh merilnih mestih obeh transektov, na treh globinah zgornjega dela vodnega stolpca (globina 0,3m, 5m, 10 ali 15m – odvisno od globine postaje). Rezultati koncentracij fitoplanktona na posameznih merilnih mestih so prikazani na sliki 10. Koncentracije klorofila so bile celo nižje kot preteklo leto ($<1 \mu\text{g Chl } \alpha/\text{l}$), razen v ustju reke Rižane. Sezonsko najvišje vrednosti smo beležili v mesecu novembru na vseh lokacijah, posebno še na zunanjih postajah v Tržaškem zalivu, vendar s koncentracijami pod $3 \mu\text{g Chl } \alpha/\text{l}$.



Slika 9. Prikaz koncentracij fitoplanktona izraženih kot klorofila α na postajah evτροφikacijskega monitoringa v obalnem morja R Slovenije.

4. OBREMENITEV – VNOS S KOPNEGA

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

- ustje reke Rižane (00RI),
- ustje reke Dragonje (00DR),
- ustje reke Badaševice (00BA),
- in Drnica (00DN)-Jernejev kanal,
- izpust KČ naprave v Koper,
- izpust KČ naprave Piran.

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



Vzorčenje so bila opravljena 14. februarja, 17. maja, 21. avgusta in 16. novembra 2012.

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 2012 znašal 947 ton, za celokupni dušik 203 ton in celokupni fosfor 9 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 2012.

Merilno mesto	Koda	Pretok m ³ /leto	TSS t/leto	TN t/leto	TP t/leto
Rižana	00RI	1,12 x 10 ⁸	779	160	7,8
Badaševica	00BA	1,25 x 10 ⁷	113	31	0,6
Drnica	00DN	1,02 x 10 ⁶	7	3	0,3
Dragonja	00DR	4,58 x 10 ⁶	48	9	0,4

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 (00PA). 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 2012. Letni vnos iz čistilne naprave Piran znaša za celokupne suspendirane snovi 183 ton, za celokupni dušik 22 in celokupni fosfor 6,1 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 2011.

Merilno mesto	Koda	Pretok m ³ /leto	TSS t/leto	TN t/leto	TP t/leto
ČN Piran	00PA	2,15 x 10 ⁶	183,5	22,0	6,08

Rezultate meritev odpadne vode na iztoku čistilne naprave (ČN) v Piranu (00PA) smo pridobili na osnovi »Poročila o monitoringu odpadnih vod za leto 2012« v sodelovanju s sodelavci JP Okolje Piran, d.o.o.

5. BIOMONITORING - BIOLOŠKE SPREMEMBE ONESNAŽENJA

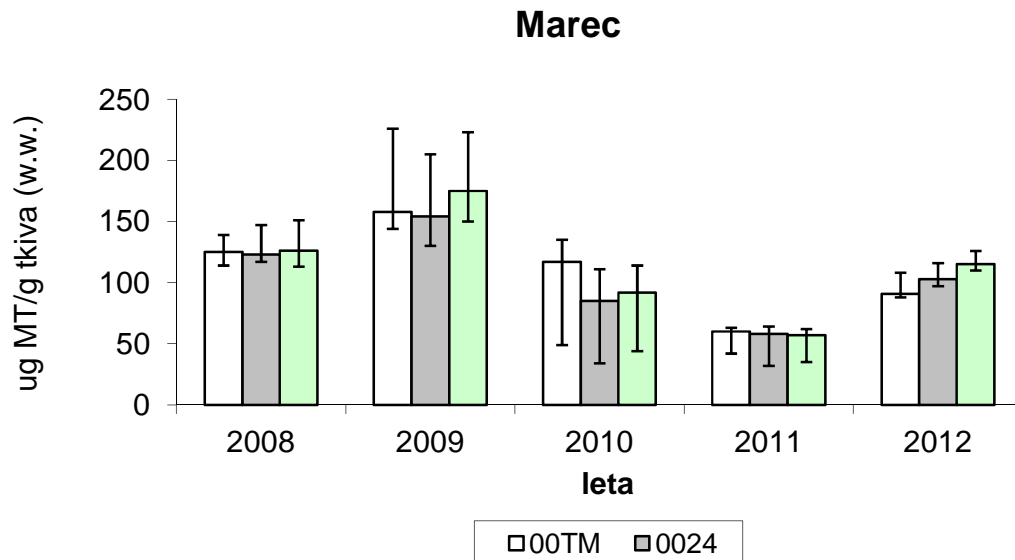
Vzorci školjk (*Mytilus galloprovincialis*) smo nabrali na postaji v izlivnem območju reke Rižane pred marino Koper (postaja 00TM) in v Strunjanskem zalivu (referenčna lokacija, postaja 0024) ter v Piranskem zalivu (postaja 0035) (slika 4). Takoj po vzorčenju smo opravili biometrične meritve školjk ter odvzeli hemolimfo in prebavno žlezo. Odvzeta tkiva smo shranili v tekočem dušiku in jih nato shranili globoko zamrznjene (-80°C) do nadaljnje obdelave. Vzorčenje smo opravili 3. aprila 2012 (na postajah Strunjanskem zalivu in v Piranskem zalivu) in 5. aprila 2012 na postaji v Koprskem zalivu. Jesensko vzorčenje smo opravili 10. septembra 2012 na postaji v Koprskem zalivu in na postaji v Strunjanskem zalivu ter 12. septembra 2012 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. Vzorčimo klapavice *Mytilus galloprovincialis*, ker so filtratorski organizmi in se v njih zaradi filtratorskega načina prehranjevanja 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. Grafični prikaz povprečnih vrednosti metalotioneinov v klapavicah z vseh treh postaj za obdobje 2008 do 2012 je podan na sliki 11 in sliki 12. Povprečna vsebnost metalotioneinov ($\pm\text{SD}$) je izračunana iz petih pod-vzorcev. Vsak pod-vzorec je sestavljen iz 10 osebkov.

Vrednosti metalotioneinov (MT) v klapavicah nabranih v marcu 2012 so bile v okviru pričakovanih vrednosti.

Na postaji 00TM smo izmerili vrednosti metalotioneinov v razponu od 71 do 109 $\mu\text{g MT/g}$ mokre teže hepatopancreasa (srednja vrednost $91\pm 17 \mu\text{g MT/g}$ mokre teže), na postaji 0024 so bile vrednosti metalotioneinov od 94 do 125 $\mu\text{g MT/g}$ mokre teže (srednja vrednost $103\pm 13 \mu\text{g MT/g}$ mokre teže), na postaji 0035 so bile izmerjene vrednosti od 104 do 121 $\mu\text{g MT/g}$ mokre teže (srednja vrednost $115\pm 11 \mu\text{g MT/g}$ mokre teže).

V spomladanskem vzorčenju v letu 2012 so bile izmerjene vrednosti metalotioneiov na vseh postajah zelo izenačene. Primerjava koncentracij metalotioneinov od marca 2008 do marca 2012 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 po letu 2008 (Ramšak in sod., 2012).



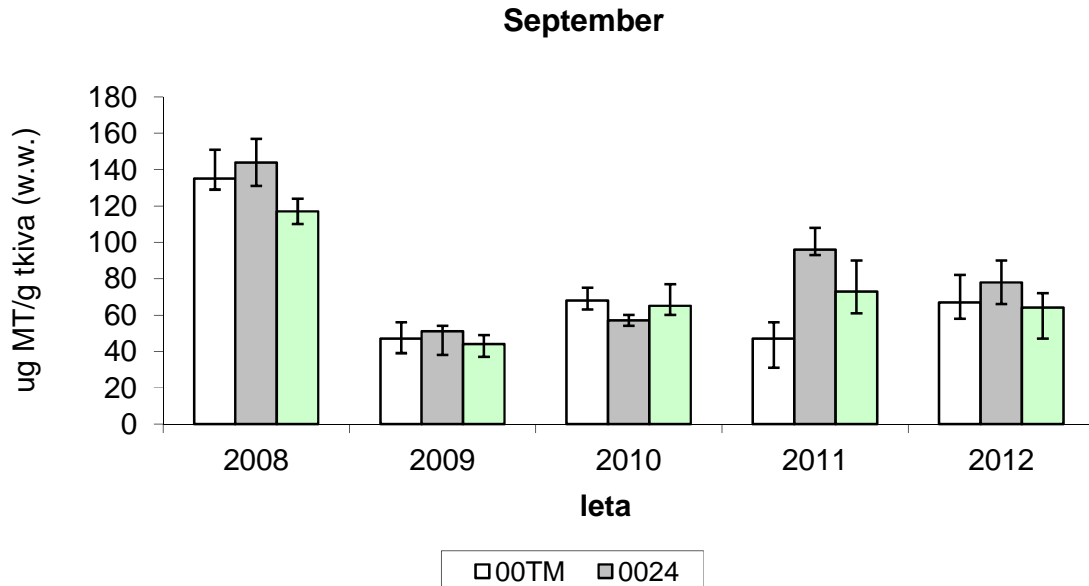
Slika 11. Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) za obdobje od leta 2008 do 2012 (vzorčenje v marcu). Podane so tudi najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

V vzorčenju, ki je potekalo septembra 2012 smo ugotovili naslednje vrednosti metalotioneinov: na postaji 00TM so bile vrednosti v razponu od 55 do 87 $\mu\text{g MT/g}$ mokre teže (srednja vrednost $67 \pm 15 \mu\text{g MT/g}$ mokre teže), na postaji 0024 so bile vrednosti od 64 do 95 $\mu\text{g MT/g}$ mokre teže (srednja vrednost $78 \pm 12 \mu\text{g MT/g}$ mokre teže in na postaji 0035 od 54 do 74 $\mu\text{g MT/g}$ mokre teže (srednja vrednost $64 \pm 8 \mu\text{g MT/g}$ mokre teže).

Primerjava vrednosti metalotioneinov od septembra 2008 do septembra 2012 pokaže, da so bile koncentracije metalotioneinov najvišje septembra 2008: v Koprskem zalivu $135 \pm 16 \mu\text{g MT/g}$ mokre teže; v Strunjanskem zalivu $144 \pm \mu\text{g MT/g}$ mokre teže in v Piranskem zalivu $117 \pm \mu\text{g MT/g}$ mokre teže.

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 prikrivajo 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 12. Srednje vrednosti metalotioneinov v vzorcih klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) za obdobje od leta 2008 do 2012 (vzorčenje v septembru). Podane so najnižje in najvišje vrednosti koncentracij metalotioneinov.

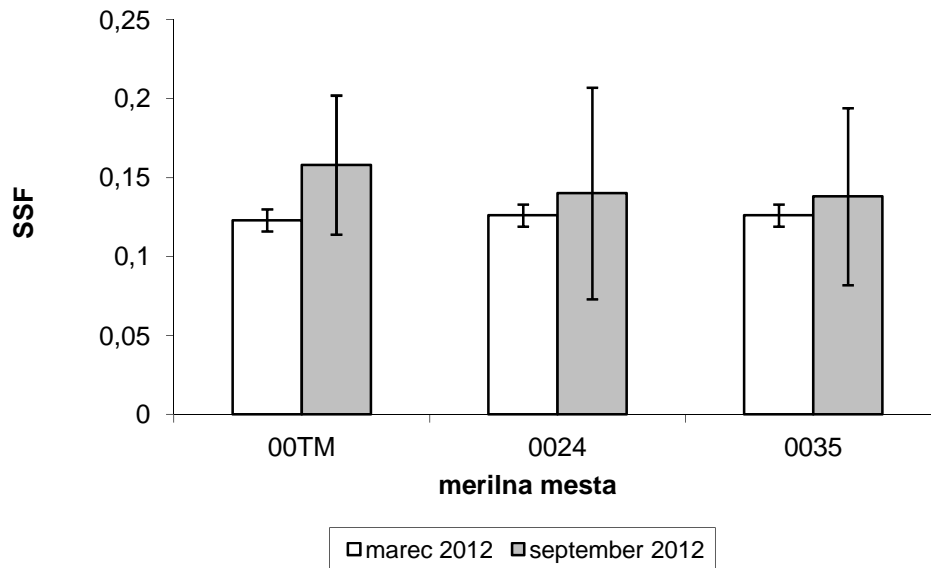
Prelome DNA smo analizirali v celicah hemolimfe, ki smo jo odvzeli iz adduktorske mišice klapavic. Vrednost prelomov v DNA smo izrazili z faktorjem SSF.

V letu 2012 smo vzorčili klapavice 3. aprila 2012 (postaja 0024 v Strunjanskem in postaja 0035 v Piranskem zalivu) in 5. aprila 2012 (postaja 00TM v Koprskem zalivu). V septembru smo vzorčili 10. septembra 2012 (postaja 00TM in postaja 0024) ter 12. septembra 2012 na postaji 0035 v Piranskem zalivu.

V vzorcih nabranih v spomladanskem vzorčenju smo po meritvah izračunali naslednje vrednosti faktorja SSF: na postaji 00TM: od 0,116 do 0,135 ($0,123 \pm 0,007$, N=25 osebkov), na postaji 0024: od 0,115 do 0,134 ($0,126 \pm 0,007$, N=25 osebkov) in na postaji 0035: 0,117 do 0,134 ($0,126 \pm 0,013$, N=25 osebkov).

V septembrskem vzorčenju smo na postajah ugotovili naslednje vrednosti SSF: postaja 00TM: od 0,127 do 0,234 ($0,158 \pm 0,044$, N=25 osebkov), postaja 0024: od 0,096 do 0,258 ($0,140 \pm 0,067$, N=25), postaja 0035: od 0,103 do 0,238 ($0,138 \pm 0,056$, 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 uporabljenimi metodami ne moremo ugotoviti kolikšen delež teh poškodb v DNA je trajen in kolikšen delež se jih popravi.



Slika 13. Srednje vrednosti faktorja SSF v vzorcih hemolimfe klapavic na postaji v Koprskem (00TM), Strunjanskem (0024) in Piranskem zalivu (0035) v letu 2012 (vzorčenje v marcu in septembru). Podane so najnižje in najvišje vrednosti koeficienta SSF.

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 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 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% merkaptioetanol) 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 Na-PBS z dodanim 0,43 mM DTNB. Koncentracijo metalotioneinov izračunamo po

formuli $(ABS^{MT}_{412}/\epsilon_{GSH}) * 7,37 * 10^3$. 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/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 2×10^6 hemocit. Hemocite smo nanесли na filter (0,2 μm) 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 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 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 po sledeči formuli:

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

Chl a - klorofil (μg 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 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

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 Rikonvo–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	Geodet. koordinata X	Geodet. koordinata Y	Globina postaje (m)	Oddaljeno st od obale (m)
SEDIMENT						
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
ORGANIZMI						
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	Geodet. 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

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

Parameter	Mer_ princip	Referenca	enota
Arzen-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Antimon-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	ug/l
Bor-filt.	ICP/MS	ISO 19294-2	ug/l
Baker-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Cink-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2, modif.	ug/l
Kadmij-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	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
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

ANALIZE FIZIKALNO-KEMIČNIH IN MIKROBIOLOŠKIH ANALIZ

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

Parameter	Mer_ princip	Referenca	enota
Temperatura zraka	termometrija	DIN 38404-4	oC
Temperatura vode	termometrija	DIN 38404-4	oC
pH	elektrometrija	ISO 10523	
Elek. prevodnost	elektrometrija	EN 27888	$\mu\text{S}/\text{cm} \cdot 10^4$
Kisik	volumetrija	ISO 5813	mg O ₂ /l
Nasičenost s kisikom	računsko		%
Prosojnost	vidno zaznavanje		m
Suspendirane snovi po sušenju	gravimetrija	SIST ISO 11923	mg/l
Slanost	volumetrija	ISO 9297	g NaCl/l oz. ‰
Skupni dušik	spektrometrija	razklop modif. ISO 10048, dest.in dol.ISO 7150-1	$\mu\text{mol N}/\text{l}$
Skupni dušik	spektrometrija	razklop modif. ISO 10048, dest.in dol.ISO 7150-1	mg N/l
Amonij - površinske vode	spektrometrija	ISO 7150-1	$\mu\text{mol NH}_4^+/\text{l}$
Amonij - površinske vode			mg NH ₄ ⁺ /l
Amonij - površinske vode	spektrometrija	ISO 7150-1	$\mu\text{mol NH}_4^+/\text{l}$
Amonij - površinske vode			mg NH ₄ ⁺ /l
Nitrit - površinske vode	spektrometrija	SIST EN ISO 26777	$\mu\text{mol NO}_2^-/\text{l}$
Nitrit - površinske vode			mg NO ₂ ⁻ /l
Nitrati - površinske vode	HPLC- UVdet.	HM075-HPLC (po odstr. kloridov če je potrebno)	$\mu\text{mol NO}_3^-/\text{l}$
Nitrati - površinske vode			mg NO ₃ ⁻ /l
Nitrati - površinske vode	indirektna HPLC-UVdet.	ISO 10304-1:2007(po odstr. kloridov če je potrebno)	$\mu\text{mol NO}_3^-/\text{l}$
Nitrati - površinske vode			mg NO ₃ ⁻ /l
Celotni fosfor - nefiltriran -	spektrometrija	SIST EN ISO 6878-7	$\mu\text{mol P}/\text{l}$
Fosfor (skupno)-nefiltr. -			mg PO ₄ ³⁻ /l
Ortofosfati	spektrometrija	SIST EN ISO 6878-4	$\mu\text{mol PO}_4^{3-}/\text{l}$
Ortofosfati			mg PO ₄ ³⁻ /l
SiO ₂	spektrometrija	SM4500-SiO ₂ C	$\mu\text{mol SiO}_2/\text{l}$
SiO ₂			mg SiO ₂ /l
KPK s K ₂ Cr ₂ O ₇	spektrometrija	ISO 15705	mg O ₂ /l
KPK s KMnO ₄	volumetrija	SIST EN ISO 8467 modif.	mg O ₂ /l
BPK-5	volumetrija	ISO 5813	mg O ₂ /l
Koliformne bakterije	CFU	modif.ISO 9308-1	št./100 ml (CFU)
Anionaktivni detergenti	spektrometrija	ISO 7875-1	mg MBAS/l

Tabela 15: Analizne metode fizikalno kemičnih in mikrobioloških parametrov za morsko vodo – izvajalec Zavod za zdravstveno varstvo Koper

Parameter	Mer_ princip	Referenca	enota
Skupni dušik	spektrometrija	razklop modif. ISO 10048, dest.in dol.ISO 7150-1	μmol N/l
Skupni dušik	spektrometrija	razklop modif. ISO 10048, dest.in dol.ISO 7150-1	mg N/l
Amonij - morje	spektrometrija	ISO 7150-1	μmol NH ₄ ⁺ /l
Amonij - morje	spektrometrija	ISO 7150-1	mg NH ₄ ⁺ /l
Amonij - morje	spektrometrija	ISO 7150-1	μmol NH ₄ ⁺ /l
Amonij - morje	spektrometrija	ISO 7150-1	mg NH ₄ ⁺ /l
Nitrit - morje	spektrometrija	SIST EN ISO 26777	μmol NO ₂ ⁻ /l
Nitrit - morje	spektrometrija	SIST EN ISO 26777	mg NO ₂ ⁻ /l
Nitrat-morske vode	HPLC- UVdet.	HPLC met. po odstr. kloridov	μmol NO ₃ ⁻ /l
Nitrat-morske vode	HPLC- UVdet.	HPLC met. po odstr. kloridov	mg NO ₃ ⁻ /l
Celotni fosfor - nefiltriran	spektrometrija	SIST EN ISO 6878-7	μmol P/l
Fosfor (skupno)-nefiltr.	spektrometrija	SIST EN ISO 6878-7	mg PO ₄ ³⁻ /l
Ortofosfati	spektrometrija	SIST EN ISO 6878-4	μmol PO ₄ ³⁻ /l
Ortofosfati	spektrometrija	SIST EN ISO 6878-4	mg PO ₄ ³⁻ /l
SiO ₂	spektrometrija	SM4500-SiO ₂ C	μmol SiO ₂ /l
SiO ₂	spektrometrija	SM4500-SiO ₂ C	mg SiO ₂ /l

Tabela 16: Analizne metode fizikalno kemičnih inbioloških 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 ^(e)	$\mu\text{S}/\text{cm} \cdot 10^4$
Kisik	volumetrija/titracija	SIST EN 25813	mg O ₂ /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
- Strickland, J. D. H., and T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 310. (ed.), Fish. Res. Bd. Canada, Bull. 167 p.
- STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastwaters. 1971 13th ed. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. Inc., New York. 874 p
- UNESCO, 1984. Manual for monitoring oil and dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons in marine waters and on beaches.pp.1- 10
- UNEP/FAO, 1976. Manual of Methods in Aquatic environment research. Part 3 - Sampling and analyses of biological material. FAO Fisheries Technical Paper No. 158. Rome
- UNEP/FAO, 1986. Baseline studies and Monitoring Methals. particularly Mercury and Cadmium. in Marine Organisms (MED POL II) MAP Technical Reports Series No.2. UNEP. Athens
- UNEP/IOC/IAEA, 1992. Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 20. UNEP. Copenhagen
- UNEP/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 genelized water quality Index. *Environmetrics* 9(3):329-357