

NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN

IZVAJANJE MONITORINGA KEMIJSKEGA IN  
EKOLOŠKEGA STANJA MORJA V LETU 2015

Poročilo pripravila

**Valentina Turk**

Naročnik: Agencija RS za okolje, MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN  
PROSTOR

April, 2016



R Slovenija sodeluje v programih Združenih narodov za okolje (UNEP) na področju spremljanja kakovosti obalnega morja s sprejetjem Sredozemskega akcijskega načrta (MAP- Mediterranean Action Plan) za preprečevanje in odkrivanje posledic onesnaženja Sredozemskega morja in podpisom Konvencije o varovanju Sredozemskega morja pred onesnaženjem s kopnega (Barcelonska konvencija).

Ena od aktivnosti izpolnjevanja Barcelonske konvencije R Slovenija predstavlja poročanje o rezultatih izvajanja nacionalnega programa monitoringa za R Slovenijo (National Monitoring Programme of Slovenia – NMP Slovenia) v okviru Protokola o varstvu Sredozemskega morja pred onesnaženjem s kopnega (MED POL).

Trenutno se izvaja že IV faza MEDPOL programa, ki vsebinsko vključuje vzorčenje in analize za sledeče vsebine:

1. Sanitarna analiza kopalniških voda vzdolž obale R Slovenije

2. Monitoring obalnega morja in trend monitoring

2.1. Kemično onesnaženje sedimenta

2.2. Kemično onesnaženje v morskih organizmih

3. Evtrofikacijski monitoring

4. Obremenitev – vnos s kopnega

Program je vsebinsko dogovorjene vsako leto z Agencijo združenih narodov in z Ministrstvom za okolje in prostor, Agencijo R Slovenije za okolje in se izvaja v okviru Projektne naloge 5 (št. pogodbe 2551-15-500014 za leto 2015) Izvajanje monitoringa kemijskega in ekološkega stanja morja.

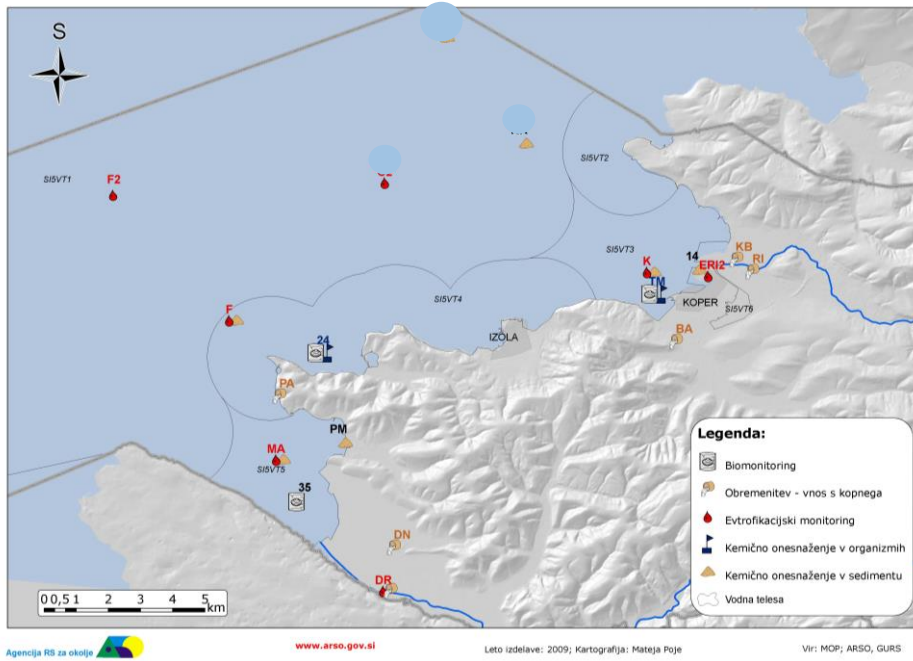
V programu so v letu 2015 sodelovale in izvajale analize sledeče ustanove:

- Zavod za zdravstveno varstvo Koper (ZZV Koper) (SLO2),
- Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Maribor (NLZOH) (SLO4),
- Agencija R Slovenije za okolje, UHSO, SL, Kemijsko analitski laboratorij Ljubljana (ARSO) (SLO3) in
- Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran (NIB/MBP)(SLO1).

Za pripravo končnega letnega poročila Nacionalnega programa MED POL IV je ARSO na NIB/MBP posredoval sledeče:

- vrednotenje sanitarne kakovosti kopalnih voda po kriteriju UNEP-a z ustreznim besedilom (izvajalec analiz SLO2),
- podatke vsebnosti težkih kovin (Hg in Cd) in PAH-ov v organizmih in sedimentu za relevantna merilna mesta (izvajalec analiz SLO4),
- podatke o obremenitvah rek v okviru vnosa s kopnega (izvajalec analiz SLO3) ter poročili o obratovalnem monitoringu čistilne naprave Piran in Koper,
- podatke kemijskih (SLO3), fizikalnih in bioloških (SLO1) analiz morske vode za mesta, relevantna za izvajanje Barcelonske konvencije

Vsa merilna mesta so prikazana na sliki 1 in predstavljena v tabelah v prilogi. Rezultati so predstavljeni v tabelah in posredovani v elektronski obliki na Agencijo R Slovenije za okolje (ARSO).



Slika 1. Merilna mesta programa spremljanja kakovosti morja in vnosov onesnaženja s kopnega v skladu z Barcelonsko konvencijo v letu 2015.

Koordinate in globine merilnih mest so predstavljene v tabelah v prilogi skupaj s popisom analiznih metod.

## 1. SANITARNA ANALIZA KOPALIŠKIH VODA V LETU 2015

Tako kot pretekla leta se je tudi v letu 2015 sanitarna kakovost kopaliških vod spremljala na 21 obalnih kopalnih vodah – na 14 naravnih kopališčih ter 7 kopalnih območjih (slika 2). Monitoring je potekal v skladu z Uredbo o upravljanju kakovosti kopalnih voda (Ur.l.RS, št. 25/08) oziroma kopalno direktivo 2006/7/ES, izvajal pa ga je Nacionalni laboratorij za okolje in hrano, enota Koper.

Slika 2: Kopalne vode na morju v letu 2015.



Analize kopalne vode so potekale v času kopalne sezone (od 1.6. do 15.9.2015). Na terenu so se izvedle terenske meritve in ocene prisotnosti vidnih nečistoč, mineralnih olj, fenolov in detergentov, v laboratoriju pa v posameznem vzorcu vode analize na prisotnost *Escherichia coli* in intestinalnih enterokokov.

Glede na zahteve direktive 2006/7/ES so vse kopalne vode tudi leta 2015 razvrščene kot odlične glede mikrobiološke kakovosti (tabela 1). Podrobnejši rezultati analiz za posamezno obdobje 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 2012 – 2015.

Parameter	Število kopalnih voda	Število meritev na posamezni kopalni vodi v obdobju 2012 - 2015	Razvrstitev kopalnih voda	Delež kopalnih voda (%), ki ustreza razvrstitvi
<i>Escherichia coli</i> in intestinalni enterokoki	21	35	Odlična kakovost	100

Pripravila: mag. M. Poje

## 2. MONITORING OBALNEGA MORJA IN TREND MONITORING

### 2.1. Kemično onesnaženje sedimenta

Vzorčenje sedimenta za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in policiklični aromatski – AH, PAH) je bilo opravljeno 16. oktobra 2015 na sledečih merilnih mestih: marina Portorož (OOMP), ustje reke Rižane (0014), sredina Koprskega zaliva (000K), sredina Piranskega zaliva (00MA), sredi Tržaškega zaliva (00CZ), referenčna postaja 000F.

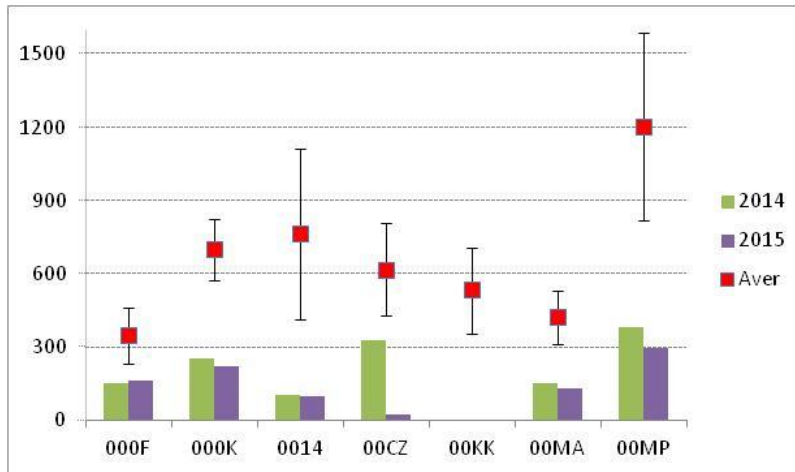
Merilna mesta so prikazana na sliki 1 in predstavljena v tabeli v prilogi.

Vse analize so bile opravljene na Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano (NLZOH) (SLO4), rezultati pa so zbrani v tabeli 2.

V letošnjem letu so rezultati ogljikovodikov podobni vrednostim iz leta 2014, vendar so koncentracije precej nižje na vseh postajah v primerjavi s preteklim desetletnim povprečjem (2003-2013). Na osnovi rezultatov zadnjih dveh let bi sicer lahko sklepali, da je prišlo do znatnih sprememb stopnje onesnaženja z ogljikovodiki, predvsem v področju marine Portorož in Luke Koper, vendar bi radi opozorili, da je potrebno za ocenjevanje dolgoročnih trendov preveriti in upoštevati vse dejavnike, ki lahko vplivajo na tako velike spremembe koncentracij, od same metode vzorčenja, analitske metode, kot tudi morebitnih sprememb okoljskih parametrov ali posegov v okolje (poglabljanja,..).

Tabela 2. Rezultati koncentracij celokupnih ogljikovodikov (PAH) v sedimentu obalnega morja R Slovenije v letu 2015v primerjavi z 10 letnim povprečjem.

Merilno mesto	Datum	PAH	Desetletno povprečje
		µg/kg	µg/kg
000K	6.10.2015	224	346 ± 115
00MA	6.10.2015	133	699 ± 124
000F	6.10.2015	165	763 ± 349
00KK			618 ± 189
0014	6.10.2015	99	533 ± 177
00CZ	6.10.2015	25	421 ± 110
00PM	6.10.2015	296	1204 ± 335



Slika 2. Primerjava rezultatov koncentracij celokupnih ogljikovodikov (PAH) v sedimentu obalnega morja R Slovenije v letu 2015 v primerjavi z 10 letnim povprečjem (2003-2013).

## 2.2. Kemično onesnaženje morskih organizmov

Vzorci školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja z ogljikovodiki (alifatski in policiklični aromatski – AH, PAH) in za analize težkih kovin (kadmij in živo srebro - Cd, Hg) so vzorčili 2. oktobra 2015 na postaji v Strunjanu (0024) in 8. oktobra 2015 na postaji v Kopru (00TM) (slika 1).

Analize so bile opravljene v petih pod-vzorcih na vsaki postaji (15 školjk v vsakem pod-vzorcu) v jesenskem obdobju. Vse analize so bile opravljene na Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano (NLZOH), rezultati pa so zbrani v tabeli 3.

Tabela 3. Rezultati povprečnih vsebnosti tež, koncentracij kadmija (Cd), živega srebra (Hg) in policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) v tkivu klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) (petih podvzorcev) vzorčenih pred Marino Koper (00TM) in v Strunjanskem zalivu (0024) v letu 2015 v primerjavi s povprečnimi vrednostmi rezultatov obdobja 2003-13.

		Teža	Cd	Hg	PAH
	leto	g	µg/kg	µg/kg	µg/kg
0024	2003-2013	7,7 ± 5,6	1006 ± 559	112 ± 44	195 ± 174
	2015	2,7 ± 0,2	764 ± 92	149 ± 10	48 ± 4,5
00TM	2003-2013	7,1 ± 4,5	1012 ± 704	108 ± 35	548 ± 407
	2015	7,8 ± 1,4	872 ± 66	163 ± 7	222 ± 13,8

Vzorci školjk klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) za analize kemičnega onesnaženja s težkimi kovinami (kadmija in živega srebra) so vzorčili v gojišču školjk v Strunjanu in pred vhodom v koprsko pristanišče in marino. Koncentracije živega srebra so bile višje na postaji v Kopru in tudi višje v primerjavi z desetletnim povprečjem. Koncentracije kadmija so bile nižje v primerljivi z rezultati preteklih desetih let in ne kažejo razlik med postajami. Najbolj izstopajo rezultati analiz onesnaženja s policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki, na obeh merilnih mestih na vhodu v koprsko pristanišče in Marino Koper ter precej nižje koncentracije v školjkah odvzetih v školjišču Strunjan, kjer zelo izstopajo po svoji velikosti (tabela 3).



### 3. EVTROFIKACIJSKI MONITORING

Evtrofikacijsko stanje smo ocenili s pomočjo numerične skale indeksa (TRIX) (Vollenweider in sod., 1998), ki temelji na koncentracijah hranilnih soli dušika in celokupnega fosforja, koncentracijah klorofila *a* ter absolutni deviaciji od nasičenosti s kisikom. Kakovost obalnega morja smo v letu 2015 lahko ocenili na osnovi zbranih podatkov 5 vzorčenj površinskega sloja (0,3 in 5m) na 4 izbranih merilnih mestih: sredine Koprskega zaliva (000K) , referenčnem merilnem mestu pred piransko Punto 000F in 00F2 ter sredine piranskega zaliva (00MA).

Izbor merilnih mest je prikazan na sliki 1, podroben opis lokacij s koordinatami, globinami in oddaljenostjo od obale je navedena v tabeli v prilogi.

Vzorčenje je bilo opravljeno 22. junija, 15. Julija, 20. avgusta, 15. oktobra in 17. novembra 2015. Na vsakem merilnem mestu smo izmerili fizikalne parametre s CTD sondo in nato vzorčili z Niskin vzorčevalniki na dveh globinah (0,3m in 5m). Rezultati povprečnih, najvišjih in najnižjih vrednosti TRIXa so podani za posamezno merilno mesto v tabeli 4.

Analize osnovnih fizikalno parametrov in koncentracij klorofila *a* smo opravili na NIB/MBP(SLO1), analize hranilnih spojin pa na Agenciji R Slovenije za okolje (SLO3).

Tabela 4. Povprečne, najvišje in najnižje letne vrednosti TRIX indeksa in število analiz na posameznem merilnem mestu v letu 2015.

Koda postaje	00MA	000F	00F2	000K
<b>Sred.vred.</b>	3,63 ± 0,59	3,56 ± 0,68	3,57 ± 0,69	3,68 ± 0,69
<b>Najvišja vred.</b>	4,69	4,79	4,56	4,77
<b>Najnižja vred.</b>	2,82	2,68	2,84	2,4
<b>Št. vzorcev</b>	10	10	10	10

Rezultati vrednosti TRIXa, sicer zelo nizkega števila vzorcev, so podani za posamezno merilno mesto v tabeli 4. Glede na povprečne vrednosti meritev vseh merilnih mest lahko uvrstimo stanje morja kot oligotrofno stanje (TRIX < 4), glede na najvišje vrednosti pa v dobro trofično stanje (TRIX 4-5) z občasno povišano produktivnostjo, povišano motnost, obarvanost morske vode in pojavljanje nižjih koncentracij kisika (hipoksij) v pridenih slojih.

#### 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),
- Drnica (00DN) - Jernejev kanal,
- izpust KČ naprave v Kopru,
- izpust KČ naprave v Piranu.

Vzorčenja so bila opravljena trikrat, 23. junija, 20. avgusta in 18. novembra 2015. Vsa vzorčenja in analize rek so opravili na Agenciji R Slovenije za okolje (SLO3).

Na samem mestu vzorčenja rek so bile opravljene meritve temperature, slanosti in pripravljene vzorci za analize koncentracij raztopljenega kisika, biološke porabe kisika, ter za ostale kemične in bakteriološke analize. Za potrebe poročanja NMPS (MEDPOL – faza IV) so uporabljeni rezultati sezonskih meritev kemičnih analiz (BPK5, KPK, celokupne suspendirane snovi, celokupnega dušika in celokupnega fosforja) in hitrosti pretokov rek, ki se izlivajo v obalno morje R Slovenije za izračun ocene vnosa suspendiranih delcev, fosforja in dušika v obalno morje R Slovenije.

Vnos celokupne suspendirane snovi, celokupnega dušika in fosforja z rekami v morje smo izračunali za reko Rižano, Dragonjo in Badaševico (tabeli 5). Obremenitve reke Drnice ni mogoče ovrednotiti, ker podatki pretokov niso bili izmerjeni v času vzorčenja.

Tabela 5. Ocena vnosa suspendiranih delcev (TSS), celokupnega fosforja (TP), celokupnega dušika (TN) in v obalno morje R Slovenije z rekami v letu 2015.

Merilno mesto	Koda	Pretok m <sup>3</sup> /leto	TSS t/leto	TN t/leto	TP t/leto
Rižana	00RI	8,8 * 10 <sup>7</sup>	1159,6	79,3	4,57
Dragonja	00DR	6,2 * 10 <sup>5</sup>	2,75	1,0	0,05
Badaševica	00BA	4,2* 10 <sup>5</sup>	5,45	0,3	0,02
Drnica	00DN	ni podatkov	-	-	-

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) in v Kopru (00KB). 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 2015. (tabela 6).

Tabela 11. Ocena vnosa suspendiranih delcev (TSS), celokupnega fosforja (TP), celokupnega dušika (TN) iz čistilnih naprav v obalno morje R Slovenije v letu 2015.

Merilno mesto	Koda	Pretok m <sup>3</sup> /leto	TSS t/leto	TN t/leto	TP t/leto
ČN Piran	00PA	1,74 *10 <sup>6</sup>	133,6	20,6	5,7
ČN Koper	00KB	4,83*10 <sup>6</sup>	52,6	20,3	10,7

Rezultate meritev odpadne vode na iztoku čistilne naprave (ČN) v Piranu (00PA) smo pridobili na osnovi »Poročila o monitoringu odpadnih vod za leto 2015« JP Okolje Piran, d.o.o in JP Okolje Koper.

Vnos celokupne suspendirane snovi z rekami v morje je v letu 2015 znašal 1207 ton, za celokupni dušik 111 ton in celokupni fosfor 36 ton. Povišane vrednosti hranilnih snovi in koncentracij koliformnih bakterij fekalnega izvora beležimo občasno v vseh rekah.

## PRILOGA

### 1 MERILNA MESTA

Tabela P1. Merilna mesta vzorčenja za analize kemičnega onesnaženja v sedimentu

Koda postaje	Merilno mesto	Šifra vodnega telesa	Geodet. koordinata X	Geodet. 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
SI5VT4	000F	Tržaški zaliv	386759	45291	21	3000
SI5VT1	00CZ	Tržaški zaliv	393337	54625	24	3500
SI5VT5	00MA	Piranski zaliv	388410	41017	16	1500

Tabela P2. Merilna mesta vzorčenja za analize kemičnega onesnaženja v organizmih

Koda postaje	Merilno mesto	Šifra vodnega telesa	Geodet. koordinata X	Geodet. Koord. Y	Globina postaje (m)	Oddaljenost od obale (m)
SI5VT3	00TM	Marina Koper	400655	46438	10	1
SI5VT2	0024	Strunjanski zaliv	390324	44294	14	600

Tabela P3. Merilna mesta evτροφikacijskega monitoringa obalnega morja s koordinatami, globino merilnega mesta in oddaljenostjo od obale

Šifra vodnega telesa	Koda	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Geod. koord. X	Geod. koord. Y	Globina (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
SI5VT5	00MA	Piranski zaliv	Dodatno	388410	41017	16

Tabela P4. Merilna mesta žarišč onesnaženja s koordinatami

Šifra vodnega telesa	Koda merilnega mesta	Merilno mesto	Tip merilnega mesta	Geodet. koordinata	
				X	Y
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		

## 2 OPIS ANALITSKIH METOD

### ANALIZE TEŽKIH KOVIN IN OGLJIKOVODIKOV

Tabela P5. *Analizne metode težkih kovin v vodi in morskih organizmih – izvajalec* Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (NLZOH)

Parameter	Mer_ princip	Referenca	enota
Vlaga	GR	ISO 1442:1997	%
Kadmij - org. (mokra teža)	ICP/MS	SIST EN 15763:2010	mg/kg
Svinec-org. (mokra teža)	ICP/MS	SIST EN 15763:2010	mg/kg
Živo srebro - org. (mokra teža)	CV-AAS	EPA 7473:2007	mg/kg
Heksaklorobutadien	GC-ECD	EN 1528/1-4 modif.:1996	µg/kg
Heksaklorobenzen	GC-ECD	EN 1528/1-4 modif.:1996	µg/kg
alfa-HCH-org. (mokra teža)	GC/ECD	EN 1528/1-4 modif.:1996	µg/kg
beta-HCH-org. (mokra teža)	GC/ECD	EN 1528/1-4 modif.:1996	µg/kg
gama-HCH-org. (mokra teža)	GC/ECD	EN 1528/1-4 modif.:1996	µg/kg
delta-HCH-org. (mokra teža)	GC/ECD	EN 1528/1-4 modif.:1996	µg/kg
Pentaklorobenzen-org. (mokra teža)	GC/ECD	EN 1528/1-4 modif.:1996	µg/kg
C10-13 kloroalkani org. (mokra teža)	GC/MS/NCI	IM/GC MSD	µg/kg
Di(2-etilheksil)ftalat (DEHP)-org. (mokra teža)	GC/MS	ISO/CD 13913	µg/kg
Naftalen-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Acenaftilen-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Acenaften-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Fluoren-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Fenantren-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Antracen-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Fluoranten-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Piren-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Benzo(a)antracen-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Krizen-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Benzo(b)fluoranten-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Benzo(k)fluoranten-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Benzo(a)piren-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Benzo(g,h,i)perilen-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Dibenzo(a,h)antracen-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg
Indeno(1,2,3-cd)piren-org. (mokra teža)	GC/MS	IM/GC-MSD/SOP 112	µg/kg

Tabela P6. Analizne metode ogljikovodikov v morskih organizmih – izvajalec Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (NLZOH)

Parameter	Mer_ princip	Referenca	enota
Di(2-etilheksil)ftalat (DEHP)-sed.	GC/MS	ISO/CD 13913	mg/kg
alfa - HCH sed.	GC/ECD	ISO 10382 modif.:2002	mg/kg
beta - HCH sed.	GC/ECD	ISO 10382 modif.:2002	mg/kg
gama - HCH (Lindan) sed.	GC/ECD	ISO 10382 modif.:2002	mg/kg
delta - HCH sed.	GC/ECD	ISO 10382 modif.:2002	mg/kg
Pentaklorobenzen-sed.	GC/ECD	ISO 10382 modif.:2002	mg/kg
Heksaklorobenzen sed.	GC/ECD	ISO 10382 modif.:2002	mg/kg
Heksaklorobutadien sed.	GC/ECD	ISO 10382 modif.:2002	mg/kg
Naftalen	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Acenaftilen	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Acenaften	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Fluoren	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Fenantren	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Antracen	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Fluoranten	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Piren	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Benzo(a)antracen	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Krizen	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Benzo(b)fluoranten	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Benzo(k)fluoranten	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Benzo(a)piren	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Benzo(ghi)perilen	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Dibenzo(a,h)antracen	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Indeno(1,2,3-cd)piren	GC/MS	IM/GC MSD/SOP 055	mg/kg
Živo srebro-sed.	CV-AAS	EPA 7473:2007	mg/kg

## ANALIZE METODE FIZIKALNO KEMIČNIH, MIKROBIOLOŠKIH ANALIZ IN ANALIZ TEŽKIH KOVIN ZA POVRŠINSKE VODE

Tabela P7. Analizne metode fizikalno kemičnih in mikrobioloških parametrov za površinske vode – izvajalec Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano (NLZOH)

Parameter	Mer_princip	Referenca	enota
Temperatura zraka	EL	DIN 38404-4:1976	OC
Temperatura vode	EL	DIN 38404-4:1976	OC
pH	EL	ISO 10523:2008	
Kisik	EL	ISO 5814:2010	mg O <sub>2</sub> /l
Nasičenost s kisikom	EL	ISO 5814:2010	%
Prosojnost		ISO 7027:1999	m
Slanost	EL	EN 27888:1993	‰
Suspendirane snovi po sušenju	GR	ISO 11923:1997	mg/l
BPK5	ISE-SV	EN 1899-2:1998	mg O <sub>2</sub> /l
Koliformne bakterije fekalnega	CFU	ISO 9308-1:2000	CFU/100 mL
Anionaktivni detergenti	CFA	ISO 16265:2009	mg MBAS/l
Arzen-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Antimon-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Baker-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Cink-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Kadmij-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Kobalt-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Krom-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Molibden-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Nikelj-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Selen-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Svinec-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2:2003	ug/l
Živo srebro-filt.	CV-AAS	SIST EN ISO 12846, modif.:2012	ug/l



## ANALIZNE METODE KEMIČNIH PARAMETROV ZA MORSKO VODO IN REKE

Tabela P8: Analizne metode kemičnih parametrov za morsko vodo in reke – izvajalec Agencija R Slovenije za okolje, UHSO, SL, Kemijsko analitski laboratorij, Ljubljana (ARSO/MOP)

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

## ANALIZE BIOMASE FITOPLANKTONA

Tabela P9: Analizne metode fizikalno kemičnih in bioloških parametrov za morsko vodo, izvajalec NIB/MBP

Parameter	Mer_princip	Referenca	Enota
Temperatura zraka	termometrija		°C
Temperatura vode	termometrija	SIST DIN 38404-6	°C
pH	elektrometrija	SIST ISO 10523	
Kisik	elektrometrija		mg/l
Nasičenost s kisikom	računsko		%
Prosojnost	vidno zaznavanje		m
Slanost	elektrometrija: konduktometer	SIST EN 2788	
Klorofil a	fluorimetrija		μg/l

Količino fitoplanktonske biomase smo ovrednotili kot koncentracijo klorofila *a* (Chl *a*), ki je dober pokazatelj mase »aktivnega« fitoplanktona v določenem trenutku. Po filtraciji ustreznega volumna morske vode skozi Whatmanove GF/F filtre smo koncentracijo klorofila *a* določili s fluorimetrično metodo (Holm Hansen *in sod.*, 1965) s fluorimetrom Trilogy Turner Designs.

## TROFIČNI STATUS TRIX(NIB/MBP)

Stopnjo eutrofikacijskega 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 (NO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-N+NH<sub>4</sub>-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

### 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

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