



OCENA STANJA MORJA TER KAKOVOSTI VODE V GOJIŠČIH ŠKOLJK V SLOVENIJI V LETU 2011



Podatki monitoringa so objavljeni na spletni strani Agencije RS za okolje
www.arso.gov.si/vode/podatki

Poročilo in podatki so zaščiteni po določilih avtorskega prava, tisk in uporaba podatkov sta dovoljena le v obliki izvlečkov z navedbo vira.


ISSN 2232-4461

Deskriptorji: Slovenija, morje, kakovost, onesnaženje, vzorčenje, ocena stanja, kemijsko stanje, ekološko stanje

Descriptors: Slovenia, sea, quality, pollution, sampling, quality status, chemical status, ecological status

Ocena stanja morja ter kakovosti vode v gojiščih školjk v Sloveniji v letu 2011

Izdajatelj

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE 
Vojkova 1b, Ljubljana
<http://www.arso.si>

Urad za hidrologijo in stanje okolja

Avtorici poročila

mag. Mateja Poje 

Maja Sever 

Kartografija in fotografije

mag. Mateja Poje 

Vodja Sektorja za kakovost voda

mag. Mojca Dobnikar Tehovnik



v. d. generalnega direktorja Agencije RS za okolje

Joško Knez 

Ljubljana, oktober 2012



Kazalo

1	UVOD	1
1.1	Stanje morja	1
1.2	Kakovost vode, primerne za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev	1
2	STANJE SLOVENSKEGA MORJA V LETU 2011	2
2.1	Ekološko stanje	2
2.1.1	Merilna / vzorčna mesta in parametri analiz.....	2
2.1.2	Ocena ekološkega stanja po posameznih elementih kakovosti.....	3
2.2	Kemijsko stanje	5
2.2.1	Merilna / vzorčna mesta in parametri analiz.....	5
2.2.2	Ocena kemijskega stanja po posameznih parametrih	5
2.2.3	Analiza trendov nekaterih posebnih onesnaževal v sedimentu in živih organizmih	7
3	KAKOVOST VODE, PRIMERNE ZA ŽIVLJENJE IN RAST MORSKIH ŠKOLJK IN MORSKIH POLŽEV	11
3.1	Merilna / vzorčna mesta in parametri analiz.....	11
3.2	Ocena kakovosti vode v gojiščih školjk	13
4	ZAKLJUČEK	15
5	VIRI	16

Seznam tabel

Tabela 1: Podatki o vzorčenih / merilnih mestih in številu vzorčenj za posamezen element kakovosti.....	2
Tabela 2: Vrednotenje ekološkega stanja morja na podlagi fitoplanktona	3
Tabela 3: Vrednotenje ekološkega stanja morja na podlagi makroalg.....	4
Tabela 4: Vrednotenje ekološkega stanja morja na podlagi bentoških nevretenčarjev sedimentnega dna	4
Tabela 5: Vrednotenje ekološkega stanja morja na podlagi posebnih onesnaževal	5
Tabela 6: Ocena stanja po posameznem merilnem mestu in parametru kemijskega stanja glede na rezultate monitoringa 2011	6
Tabela 7: Merilna mesta monitoringa kakovosti voda za življenje in rast morskih školjk in polžev.....	11
Tabela 8: Parametri, pogostost meritev ter predpisane priporočene in mejne vrednosti parametrov v okviru monitoringa kakovosti vode v školjiščih	12

Seznam slik

Slika 1: Mreža mest vzorčenja za monitoring ekološkega stanja morja v letu 2011	3
Slika 2: Kadmij v sedimentih školjišč	7
Slika 3: Kadmij v mesu školjk	8
Slika 4: Živo srebro v sedimentih školjišč	8
Slika 5: Živo srebro v mesu školjk	9
Slika 6: Vrednosti tributilkositrovih spojin v sedimentu.....	10
Slika 7: Vrednosti tributilkositrovih spojin v mesu školjk.....	10
Slika 8: Vodna telesa z deli morja, ki so namenjena gojenju in nabiranju morskih školjk in morskih polžev ter merilna mesta na gojiščih.....	11
Slika 9: Vrednosti koliformnih bakterij fekalnega izvora (št. KBFI/100 ml) v vodi v letih 2007 - 2011	13
Slika 10: Ocena kakovosti vode za rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2011	14

1 UVOD

1.1 Stanje morja

Slovensko morje je razdeljeno na šest vodnih teles, katerih kemijsko in ekološko stanje se določa na osnovi zahtev evropske Vodne direktive⁽¹⁾ oziroma Uredbe o stanju površinskih voda⁽²⁾ in Pravilnika o monitoringu stanja površinskih voda⁽³⁾. Na petih obalnih vodnih telesih se ugotavlja ekološko in kemijsko stanje, na vodnem telesu teritorialnega morja pa le kemijsko stanje.

Ekološko stanje se razvršča v pet razredov kakovosti (zelo dobro, dobro, zmerno, slabo in zelo slabo) na podlagi bioloških elementov kakovosti, splošnih fizikalno-kemijskih elementov in hidromorfoloških elementov, ki podpirajo biološke elemente kakovosti ter posebnih onesnaževal, ki se odvajajo v vodno okolje. Podaja se glede na referenčno stanje za posamezne biološke elemente kakovosti in sicer končno oceno ekološkega stanja vodnega telesa določa najslabša ocena s posameznim elementom kakovosti.

Dobro ali slabo kemijsko stanje vodnega telesa se ugotavlja na podlagi rezultatov kemijske analize vzorcev morja, ki vključuje prednostne snovi ter prednostne nevarne snovi. Okoljski standardi kakovosti za parametre kemijskega stanja so določeni kot letna povprečna vrednost parametra kemijskega stanja v vodi (LP-OSK) in kot največja dovoljena koncentracija parametra kemijskega stanja v vodi (NDK-OSK). Posamezen parameter določa dobro kemijsko stanje vodnega telesa, če letna povprečna vrednost parametra na nobenem od mest vzorčenja ni večja od predpisanega okoljskega standarda in največja izmerjena vrednost parametra kemijskega stanja na nobenem od mest vzorčenja ni večja od največje dovoljene koncentracije. Za vodna telesa je potrebno zagotoviti tudi dolgoročno analizo trenda koncentracij nekaterih parametrov, ki so nagnjeni h kopičenju v sedimentu oziroma živih organizmih.

1.2 Kakovost vode, primerne za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev

Na območjih s posebnimi zahtevami, kamor sodijo tudi območja, pomembna za življenje in rast morskih lupinarjev, morajo biti poleg zahtev Vodne direktive⁽¹⁾, dodatno izpolnjene tudi zahteve Direktive 2006/113/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 12. decembra 2006 o zahtevah glede kakovosti voda, primernih za lupinarje⁽⁴⁾. Ta je v nacionalni pravni red prenesena z tremi okoljskimi predpisi. Dele morja v Sloveniji, namenjene gojenju in nabiranju morskih školjk in morskih polžev določa Pravilnik o določitvi delov morja, kjer je kakovost vode primerna za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev⁽⁵⁾, zahteve za kakovost vode v teh območjih pa določata Uredba o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev⁽⁶⁾ ter Pravilnik o monitoringu kakovosti površinske vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev⁽⁷⁾ in so podane v poglavju 3. S programom spremljanja kakovosti vode za življenje morskih školjk in morskih polžev ugotavljamo obremenjenost vode in školjk v območjih, ki so namenjene gojenju. V primeru čezmernega obremenjevanja vode za morske školjke in morske polže se takemu okolju določi status degradiranega okolja ter se ga vključi v program ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja. Sistematični veterinarsko - sanitarni nadzor nad kakovostjo mesa školjk pa vrši Veterinarska uprava RS.

2 STANJE SLOVENSKEGA MORJA V LETU 2011

2.1 Ekološko stanje

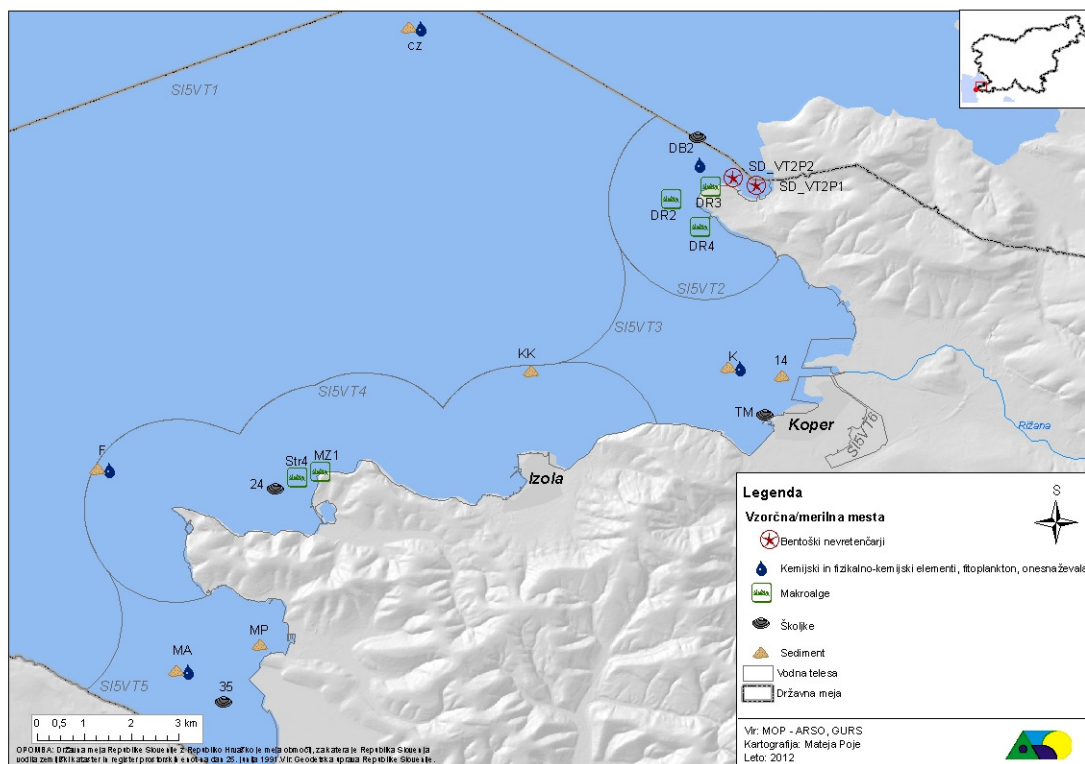
2.1.1 Merilna / vzorčna mesta in parametri analiz

Monitoring ekološkega stanja obalnega morja je v letu 2011 potekal na štirih vodnih telesih morja (SI5VT2 – VT morje Lazaret - Ankaran, SI5VT3 – MPVT Morje Koprski zaliv, SI5VT4 – VT Morje Žusterna – Piran in SI5VT5 – VT Morje Piranski Zaliv). SI5VT1 (VT teritorialnega morja) ni del obalnega morja in tako izpade iz zahtev Vodne direktive, na SI5VT6 (MPVT Škocjanski zatok) pa se monitoring ne izvaja zaradi ureditvenih del. Hkrati je SI5VT6 tudi močno preoblikovano VT, na katerem naj bi se vrednotil ekološki potencial, za kar metodologija še ni razvita. Močno preoblikovano VT je tudi SI5VT3. Vzorčenje v okviru monitoringa ekološkega stanja obalnega morja 2011 se je v SI5VT3 kljub temu izvajalo, zaradi zagotovitve zadostne količine podatkov za čas, ko bo razvita primerna metodologija.

V vsakem relevantnem VT so za vsak posamezen element kakovosti (določena vzorčna/merilna mesta (Tabela 1). Splošnih kemijskih in fizikalno-kemijskih elementov (npr. slanost, temperatura, kisikove razmere, koncentracije hranil) se pri vrednotenju ekološkega stanja zaenkrat še ne upošteva, saj še ni določenih mejnih vrednosti, merjenja pa se kljub temu opravlja z namenom zagotovitve zadostne količine podatkov za čas, ko bodo mejne vrednosti postavljene. Podatki o vzorčnih / merilnih mestih in številu vzorčenj za posamezen element kakovosti na posameznem mestu so podani v Tabela 1, hkrati pa so mesta prikazana tudi na karti (slika 1).

Tabela 1: Podatki o vzorčenih / merilnih mestih in številu vzorčenj za posamezen element kakovosti

Element vrednotenja	Šifra VT	Šifra mesta	Koordinata merilnega mesta X	Koordinata merilnega mesta Y	Št. vzorčenj	Globina (m)
Kemijski in fizikalno-kemijski elementi, ki podpirajo biološke elemente	SI5VT2	DB2	51167	399244	4 - 12	17
	SI5VT3	K	46856	400083	12	16
	SI5VT4	F	44713	386772	4 - 12	21
	SI5VT5	MA	40439	388422	4 - 12	15
Fitoplankton	SI5VT2	DB2	51167	399244	12	17
	SI5VT3	K	46856	400083	12	16
	SI5VT4	F	44713	386772	12	21
	SI5VT5	MA	40439	388422	12	15
Makroalge	SI5VT2	DR2	50399	398668	2	3
		DR3	50669	399491	2	3
		DR4	49816	399277	2	3
	SI5VT4	MZ1	44624	391259	2	3
		Str4	44498	390767	2	3
Bentoški nevretenčarji	SI5VT2	SD_VT2P1	50716	400181	2	7,5
		SD_VT2P2	50887	399698	2	9



Slika 1: Mreža mest vzorčenja za monitoring ekološkega stanja morja v letu 2011

2.1.2 Ocena ekološkega stanja po posameznih elementih kakovosti

Za vrednotenje ekološkega stanja morja s **fitoplanktonom** je zaenkrat razvita zgolj metrika za klorofil a. Koncentracije klorofila a v letu 2011 so bile na vseh postajah nizke, izračunano razmerje ekološke kakovosti (REK) za vsa tri vrednotena vodna telesa pa je doseglo najboljšo vrednost 1. Vsa tri vodna telesa tako na podlagi te metrike uvrstimo v zelo dober razred ekološkega stanja (Tabela 2).

Tabela 2. Vrednotenje ekološkega stanja morja na podlagi fitoplanktona

Šifra VT	Šifra mesta	REK_vodno telo	Ocena ekološkega stanja
SI5VT2	DB2	1,00	ZELO DOBRO
SI5VT4	F	1,00	ZELO DOBRO
SI5VT5	MA	1,00	ZELO DOBRO

Za vrednotenje ekološkega stanja morja z **makroalgami** vzamemo povprečje rezultatov iz pomladnega in pozno poletnega obdobja. Gledano ločeno po obdobjih, so bili na mestih vzorčenja rezultati indeksa ekološkega vrednotenja z makroalgami EEI (angl. *Ecological Evaluation Index*) praviloma nižji v pomladnem obdobju (Tabela 3). Vzorčna mesta znotraj vodnih teles so postavljena tako, da odražajo stanje na določenem segmentu obale, ki mu mesto pripada. Tako ni nič čudnega, če imajo vzorčna mesta iz istega vodnega telesa precej različne REK vrednosti, kot je to primer za SI5VT4. Vodno telo SI5VT2 bi se na podlagi tega biološkega elementa (v skladu z veljavno metodologijo) uvrstilo v zelo dober, SI5VT4 pa v dober razred ekološkega stanja.

Tabela 3. Vrednotenje ekološkega stanja morja na podlagi makroalg

Šifra VT	Šifra mesta	Sezona	EEl vzorca	EEl mesto	REK_mesto	REK_vodno telo	Ocena ekološkega stanja
SI5VT2	DR2	Pomlad	10	10	1	0,78	ZELO DOBRO
		Pozno poletje	10				
	DR3	Pomlad	6	8	0,75		
		Pozno poletje	10				
	DR4	Pomlad	6	7	0,63		
		Pozno poletje	8				
SI5VT4	MZ1	Pomlad	4	7	0,63	0,57	DOBRO
		Pozno poletje	10				
	Str4	Pomlad	2	6	0,50		
		Pozno poletje	10				

Za vrednotenje ekološkega stanja morja z **bentoškimi nevretenčarji** vzamemo povprečje rezultatov iz pomladnega in pozno poletnega obdobja. (Tabela 4). Za SI5VT2 vrednotenje ekološkega stanja vodnega telesa na podlagi vzorčenih točk ni možno, saj točki nista reprezentativni za celotno vodno telo. Vzorčenje na mestih v SI5VT2 (VT2P1 in VT2P2) smo izvedli zaradi spremljanja stanja na referenčnih mestih.

Tabela 4: Vrednotenje ekološkega stanja morja na podlagi bentoških nevretenčarjev sedimentnega dna

Šifra VT	Šifra mesta	Sezona	REKvzorca	REK_mesto
SI5VT2	VT2P1	Pomlad	0,67	0,66
		Pozno poletje	0,65	
	VT2P2	Pomlad	0,71	0,67
		Pozno poletje	0,63	

Posebna onesnaževala so bila v letu 2011 v morju analizirana 12 - krat letno, in sicer so bile opravljene analize dibutilkositrovih spojin, antimona, arzena, bakra, cinka, kobalta, kroma, molibdena in selena. Meritve antimona, cinka, kobalta, kroma in selena so bile na vseh merilnih mestih pod mejo določljivosti analiznih metod. Meja določljivosti metode za kobald je bila višja od predpisanih okoljskih standardov za določitev razreda ekološkega stanja, zato ta parameter v oceno ni bil vključen. V tabeli 5 je prikazana ocena ekološkega stanja po posameznem posebnem onesnaževalu na ustreznih merilnih mestih. Posamezen parameter določa zelo dobro, dobro ali zmerno ekološko stanje vodnega telesa, če letna povprečna vrednost parametra na nobenem od mest vzorčenja ni večja od predpisanega okoljskega standarda za posamezen razred in največja izmerjena vrednost parametra ni večja od največje dovoljene koncentracije.

Tabela 5: Vrednotenje ekološkega stanja morja na podlagi posebnih onesnaževal

Parameter ekološkega stanja		DB2 (SI5VT2)	K (SI5VT3)	F (SI5VT4)	MA (SI5VT5)
Dibutilkositrove spojine	µg TBT/l	DOBRO	ZELO DOBRO	DOBRO	DOBRO
Antimon	µg/l	DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO
Arzen	µg/l	DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO
Baker	µg/l	DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO
Cink	µg/l	DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO
Krom	µg/l	DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO
Molibden	µg/l	DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO
Selen	µg/l	DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO

2.2 Kemijsko stanje

2.2.1 Merilna / vzorčna mesta in parametri analiz

Glede na poznane obremenitve in opravljene meritve v obdobju 2008 - 2010 se je v letu 2011 izvajalo spremljanje stanja na vodnem telesu teritorialnega morja (SI5VT1, merilno mesto CZ) ter na štirih vodnih telesih obalnega morja (SI5VT2 Morje Lazaret - Ankaran (merilno mesto DB2), SI5VT3 Koprski zaliv (merilno mesto K), SI5VT4 Morje Žusterna – Piran (merilno mesto F) in SI5VT5 Morje Piranski zaliv (merilno mesto MA)). Spremljanje stanja ni bilo izvedeno na vodnem telesu SI5VT6 Škocjanski zatok, saj tam že vrsto let potekajo ureditvena dela. Merilna mesta za določitev kemijskega stanja vodnega telesa so enaka kot za meritve fizikalno - kemijskih parametrov in posebnih onesnaževal v okviru določitve ekološkega stanja in so prikazana v Tabela 1 oziroma na karti (slika 1).

V letu 2011 so se v vodi na vseh merilnih mestih s pogostostjo 12 - krat letno spremljale kovine in organokositrove spojine v vodi. Za zagotovitev dolgoročne analize trenda so bile opravljene tudi analize sedimenta in mesa školjk. V sedimentih so bile 1 - krat opravljene analize na prisotnost tributilkositrovih spojin in poliaromatskih ogljikovodikov in kovin, v vzorcih školjk, nabranih v uradnih gojiščih školjk marca in septembra na Debelem rtiču, v Seči in v Strunjanu pa so bile izmerjene koncentracije kovin (kadmij, živo srebro) ter tributilkositrovih spojin.

2.2.2 Ocena kemijskega stanja po posameznih parametrih

Ocena kemijskega stanja temelji na oceni prisotnosti 5 **prednostnih snovi**, ki so bile v letu 2011 določane v vodi in za katere so predpisani okoljski standardi kakovosti. Uporabljene analize metode za določanje kovine so imele ustrezno mejo določljivosti; ta je znašala največ 30 % vrednosti okoljskega standarda kakovosti. Meja določljivosti metode za določanje organokositrovih spojin je bila enaka vrednosti okoljskega standarda, zato smo rezultate vrednotili do meje zaznavnosti. Na vseh merilnih mestih so bile kvantificirane tributilkositrove spojine in kadmij, živo srebro in svinec pa le po enkrat na merilnih mestih MA in DB2; ostale meritve svineca in živega srebra v vodi so bile pod mejo določljivosti metod; pod mejo določljivosti so bile tudi vse meritve niklja.

Kemijsko stanje vodnega telesa se ugotavlja na osnovi letnih meritev kakovosti vode na posameznem merilnem mestu in veljajo za celo vodno telo. Za posamezen parameter kemijskega stanja je bila izračunana letna povprečna vrednost parametra na mestu vzorčenja in vrednost primerjana z vrednostjo predpisanega okoljskega standarda (LP - OSK). Pri izračunu letne povprečne vrednosti so bili rezultati analiz, kjer je bila izmerjena koncentracija parametra pod mejo določljivosti (oziroma pod mejo zaznavnosti za

tributilkositrove spojine), opredeljeni kot polovica vrednosti meje. Določena je bila tudi največja izmerjena vrednost posameznega parametra kemijskega stanja in primerjana z največjo dovoljeno koncentracijo parametra kemijskega stanja v vodi (NDK - SK).

V tabeli 6 je predstavljena ocena stanja po posameznem merilnem mestu oziroma vodnem telesu in parametru kemijskega stanja. Iz nje je poleg števila opravljenih meritev razvidno, da je na vseh merilnih mestih tako glede na izračune letnega povprečja kot tudi glede na največje izmerjene vrednosti v letu 2011 določeno dobro kemijsko stanje na osnovi kovin. Izjema so ponovno tributilkositrove spojine; izračunana letna povprečja mesečnih meritev so na vseh 5 merilnih mestih presegala predpisan okoljski standard. Na merilnem mestu MA je izračunana letna povprečna vrednost kar 3,5 - krat višja od okoljskega standarda kakovosti, na mestu CZ 2,5 -in na mestu K 1,8 - krat višja, na mestih DB2 in F pa 1,7 - oziroma 1,4 - krat. Prav tako so na merilnih mestih MA in CZ največje izmerjene vrednosti tributilkositrovih spojin presegale predpisane dovoljene vrednosti (NDK - OSK je 0,0015 µg TBT/l). Na mestu MA sta bili taki meritvi 2 in sicer aprila in septembra (14.4.2012: vrednost 0,00331 µg TBT/l, 2 - krat višja od NDK - OSK, 14.9.2012: vrednost 0,00168 µg TBT/l), na merilnem mestu CZ pa ena (12.5.2012: vrednost 0,00233 µg TBT/l, 1,5 - krat višja od NDK - OSK). Tako kot v preteklih letih (2008, 2009 in 2010) tudi v letu 2011 prisotnost tributilkositrovih spojin določa slabo kemijsko stanje vseh 5 vodnih teles morja.

Tabela 6: Ocena stanja po posameznem merilnem mestu in parametru kemijskega stanja glede na rezultate monitoringa 2011

Parameter kemijskega stanja		Kadmij	Svinec	Živo srebro	Nikelj	Tributilkositrove spojine*	Ocena kemijskega stanja vodnega telesa
enota		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg TBT/l	
LP-OSK		0,2	7,2	0,05	20	0,0002	
NDK-OSK		1,5	NI DOLOČENA	0,07	NI DOLOČENA	0,0015	
CZ	število meritev	12	12	12	12	12	SI5VT1
	LP-OSK	0,029	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,00050	SLABO
	največja izmerjena vrednost onesnaževala	0,051		ni kvantificiran		0,00233	vzrok: tributil kositrove spojine
F	število meritev	12	12	12	12	12	SI5VT4
	LP-OSK	0,036	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,00027	SLABO
	največja izmerjena vrednost onesnaževala	0,06		ni kvantificiran		0,00064	vzrok: tributil kositrove spojine
K	število meritev	12	12	12	12	12	SI5VT3
	LP-OSK	0,031	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,00037	SLABO
	največja izmerjena vrednost onesnaževala	0,06		ni kvantificiran		0,00122	vzrok: tributil kositrove spojine
MA	število meritev	12	12	12	12	12	SI5VT5
	LP-OSK	0,034	0,6	0,0071	<LOQ	0,00070	SLABO
	največja izmerjena vrednost onesnaževala	0,06		0,03		0,00331	vzrok: tributil kositrove spojine
DB2	število meritev	12	12	12	12	12	SI5VT2
	LP-OSK	0,028	0,6	<LOQ	<LOQ	0,00033	SLABO
	največja izmerjena vrednost onesnaževala	0,055		ni kvantificiran		0,00081	vzrok: tributil kositrove spojine

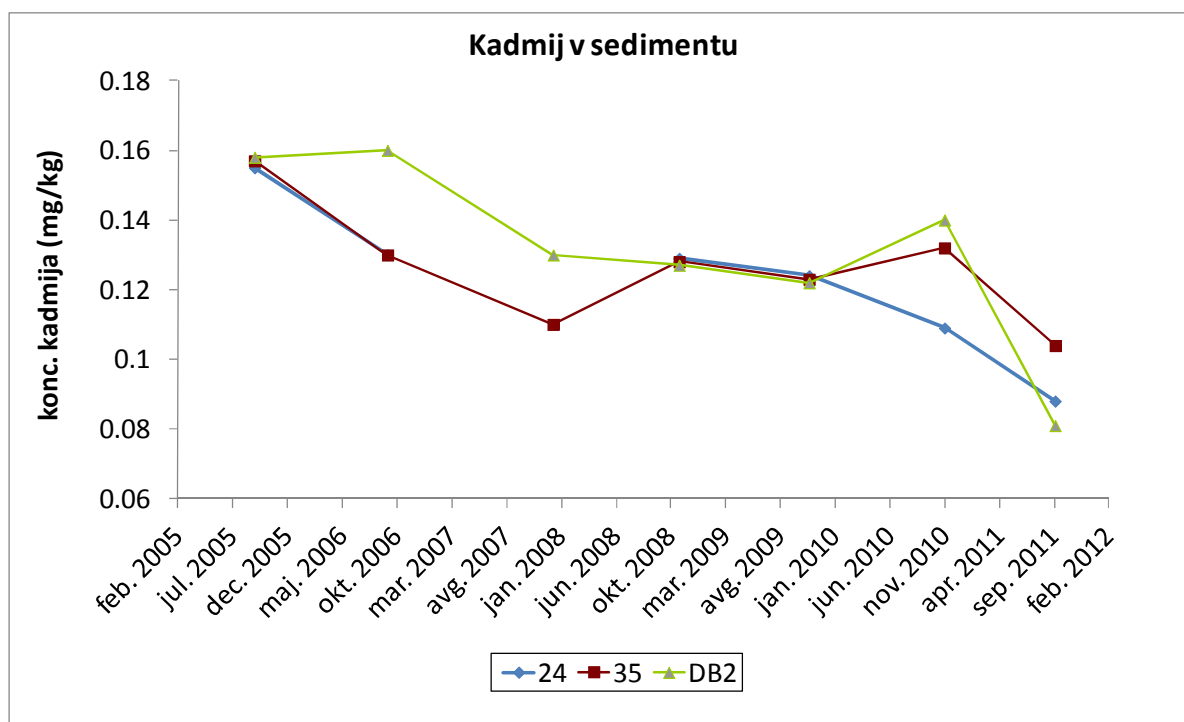
* parameter vrednoten do meje zaznavnosti analitske metode

modra barva ozadja celice – dobro kemijsko stanje, rdeča barva ozadja celice – slabo kemijsko stanje

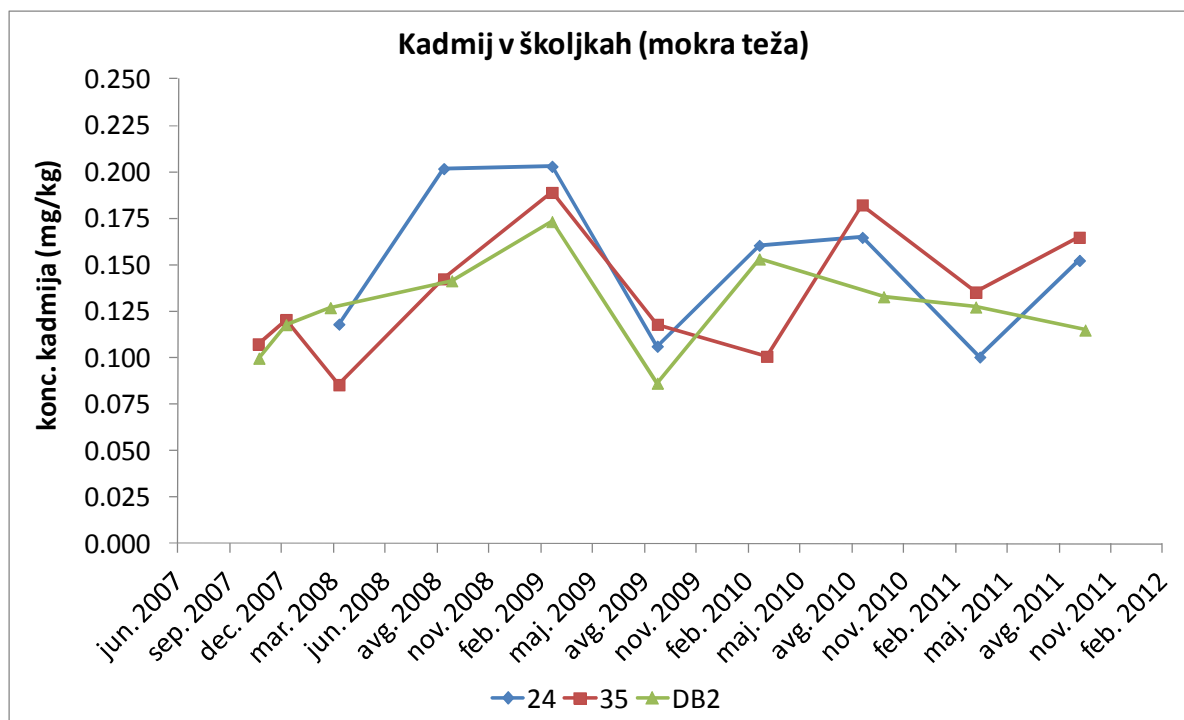
2.2.3 Analiza trendov nekaterih posebnih onesnaževal v sedimentu in živih organizmih

Po zahtevah uredbe je potrebno za kovine (kadmij, svinec, živo srebro) in nekatere druge prednostne snovi (antracen, 2,2',4,4',5-PentaBDE, C10 - 13 kloroalkane, Di-(2-etilheksil)-ftalat (DEHP), fluoranten, tributilkositrove spojine, poliaromatske ogljikovodike (benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(ghi)perilen, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)piren)) zagotoviti tudi dolgoročno analizo trenda njihove prisotnosti v sedimentu in živih organizmih. Analize sedimenta in mesa školjk mediteranske klapavice (*Mytilus galloprovincialis*) se že vrsto let izvajajo v okviru Barcelonske konvencije in v okviru izpolnjevanja zahtev direktive o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev. Analize sedimenta se opravijo 1 - krat letno (antracen, fluoranten in PAH-e, kadmij in živo srebro), analize mesa školjk pa 2 - kart letno (kadmij in živo srebro).

Glede na razpoložljive podatke v obdobju 2006 - 2011 je zaznati rahlo padanje koncentracij kadmija v sedimentu na merilnih mestih v školjčičih (slika 2), medtem ko se vrednosti kadmija v školjkah iz školjčič gibljejo v območju od 0,075 do 0,2 mg/kg mokre teže (slika 3) in nimajo določenega okoljskega standarda kakovosti v okviru Uredbe o stanju površinskih voda⁽²⁾. Vse meritve kadmija v mesu školjk ustrezajo predpisanim vrednostim Uredbe o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev⁽⁶⁾, kar je podrobneje opisano v poglavju 3.

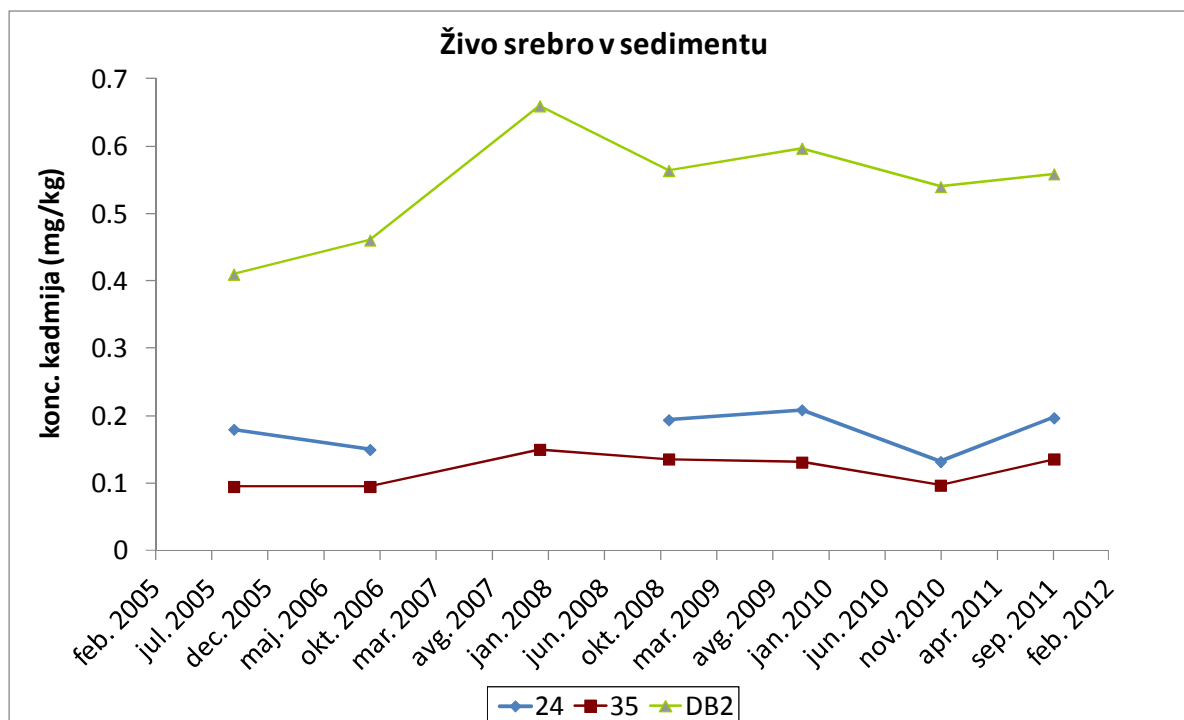


Slika 2: Kadmij v sedimentih školjčičih



Slika 3: Kadmij v mesu školjk

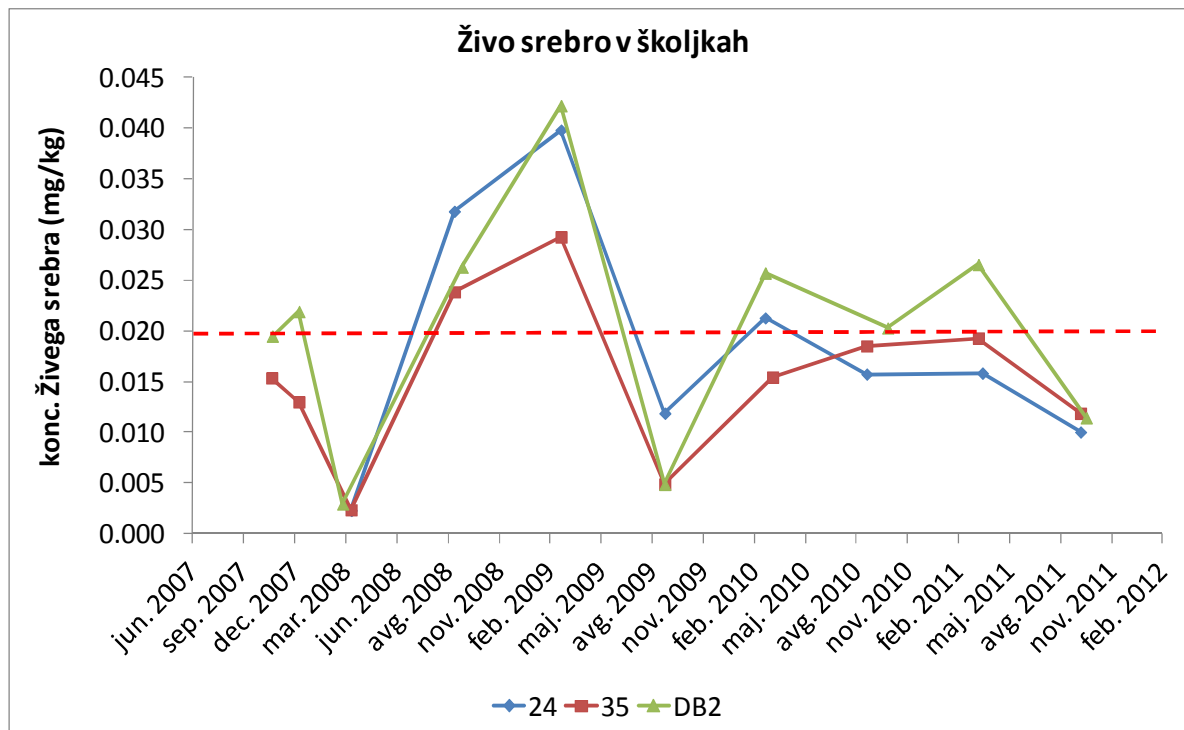
Vrednosti živega srebra v sedimentu že vrsto let kažejo večjo obremenjenost sedimenta na Debelem rtiču, saj so vrednosti le-tega 2 - krat višje kot v ostalih dveh školjčičiških (slika 4).



Slika 4: Živo srebro v sedimentih školjčičišč

Vrednosti živega srebra v mesu školjk glede na pretekla leta močno nihajo, višje koncentracije so bile določene v letu 2009 v školjkah iz Debelega rtiča (merilno mesto DB2) in Strunjana (merilno mesto 35), v zadnjem letu pa meritve tako v Seči (merilno mesto 24) kot tudi v Strunjanu ustrezajo tudi predpisanemu okoljskemu standardu kakovosti za tkiva mediteranske klapavice, ki je 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (slika 5). Meritve živega srebra v mesu školjk iz

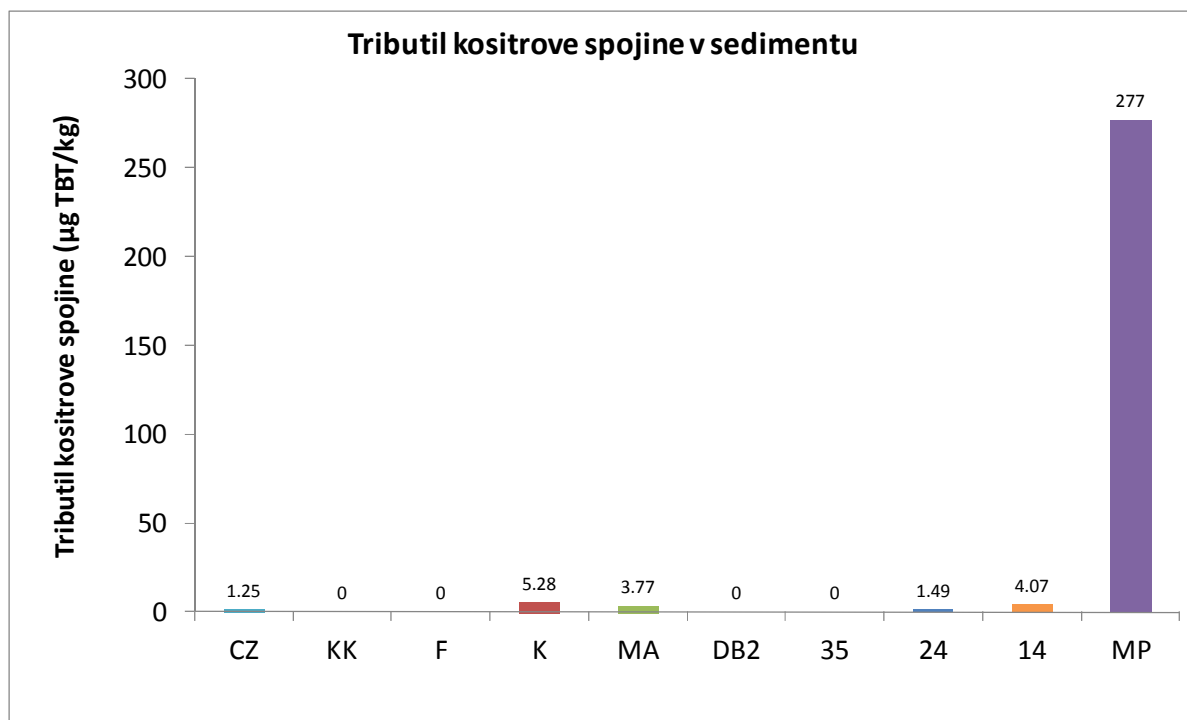
Debelega rtiča so temu standardu prvič zadostile v septembrskem vzorcu v letu 2011. Zahteve za ustreznost živega srebra v mesu školjk podaja tudi Uredba o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev⁽⁶⁾. Ta zahteva je 0,3 mg/kg in je 15 - krat višja od okoljskega standarda kakovosti; ustreznost rezultatov s temi zahtevami je podrobneje opisana v poglavju 3.



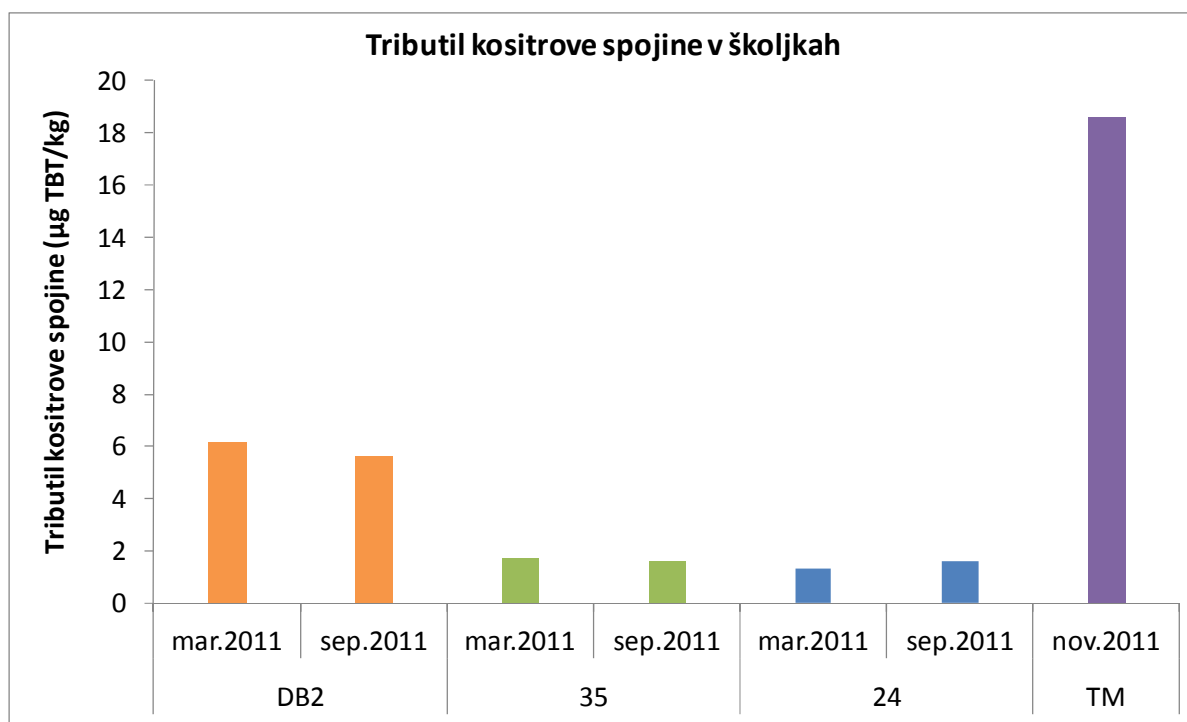
Slika 5: Živo srebro v mesu školjk

V letu 2011 so bile za potrebe spremljanja trendov prvič opravljene tudi analize tributilkositrovih spojin v sedimentu in mesu školjk. Na sliki 6 so prikazane izmerjene koncentracije teh spojin na vseh merilnih mestih, na katerih je bil odvzet sediment. Iz slike je razvidno, da so izjemno visoke vrednosti tributilkositrovih spojin v sedimentu (277 $\mu\text{g}/\text{kg}$) določene v marini Portorož (analize vode niso bile opravljene), na merilnih mestih K, MA in 14 (Koprski zaliv) pa primerljive velikosti (MA 3,77 $\mu\text{g}/\text{kg}$, merilno mesto 14 4,07 $\mu\text{g}/\text{kg}$, K 5,28 $\mu\text{g}/\text{kg}$), a znatno nižje kot na lokaciji v Portoroški marini (MP). Vsebnost tributilkositrovih spojin v sedimentu je bila zaznana tudi na merilnih mestih CZ (1,25 $\mu\text{g}/\text{kg}$) in 24 (1,49 $\mu\text{g}/\text{kg}$), medtem ko so bile koncentracije na ostalih mestih (KK, F, DB2 in 35) pod mejo določljivosti analize metode. Primerjava rezultatov tributilkositrovih spojin v vodi in sedimentu kaže večjo onesnaženost obeh medijev na lokaciji v Koprskem zalivu (merilno mesto K), kar potrjujejo rezultati meritev tributilkositrovih spojin v mesu školjk na lokaciji TM (Koprski zaliv, prosto nabiranje) (slika 7). Po analizah sedimenta in vode sta lokaciji DB2 in F manj obremenjeni, čeprav so bile do 3 - krat višje vrednosti tributilkositrovih spojin določene prav v školjkah Debelega rtiča.

Ker je v okviru okoljske zakonodaje potrebno tributilkositrove spojin v mesu školjk spremljati le v obliki trendov in nima predpisanih mejnih vrednosti oziroma okoljskega standarda kakovosti, smo rezultate analiz posredovali v presojo tudi na Direktoratu za varno hrano Ministrstva za kmetijstvo in okolje za morebitno izdelavo ocene tveganja in nadaljnje ukrepanje.



Slika 6: Vrednosti tributilkositrovih spojin v sedimentu



Slika 7: Vrednosti tributilkositrovih spojin v mesu školjk

3 KAKOVOST VODE, PRIMERNE ZA ŽIVLJENJE IN RAST MORSKIH ŠKOLJK IN MORSKIH POLŽEV

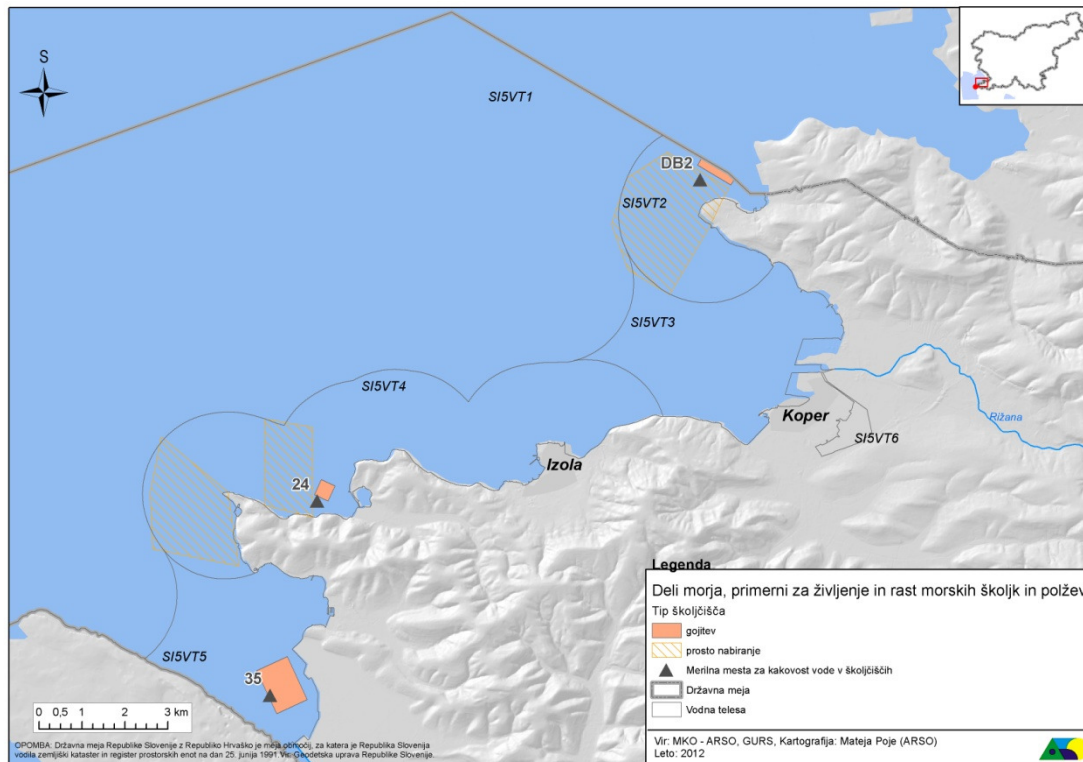
3.1 Merilna / vzorčna mesta in parametri analiz

Na treh območjih gojišč školjk v slovenskem morju - pri Debelem rtiču, v Strunjanskem zalivu in zalivu v Seči - gojijo eno najbolj razširjenih vrst, užitno klapavico (*Mytillus galloprovincialis*). Na teh lokacijah so določena tudi merilna mesta za spremljanje kakovosti vode, kot to določa ustrezna slovenska zakonodaja. Koordinate merilnih mest na teh gojiščih in globino morja na merilnem mestu so navedene v tabeli 7, merilna mesta pa so prikazana tudi na karti (Slika 8).

Tabela 7: Merilna mesta monitoringa kakovosti voda za življenje in rast morskih školjk in polžev

Šifra VT	Ime vodnega telesa	Šifra MM	Merilno mesto	Koordinata merilnega mesta X	Koordinata merilnega mesta Y	Globina (m)
SI5VT5	VT Morje Piranski zaliv	35	Seča-Piranski zaliv	389234	39210	12
SI5VT4	VT Morje Žusterna – Piran	24	Strunjanski zaliv	390336	43716	14
SI5VT2	VT Morje Lazaret- Ankaran	DB2	Debeli rtič	399244	51167	17

VT: vodno telo



Slika 8: Vodna telesa z deli morja, ki so namenjena gojenju in nabiranju morskih školjk in morskih polžev ter merilna mesta na gojiščih

Uredba o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev⁽⁶⁾ podaja tako parametre kakovosti, pogostost spremljanja ter kriterije za oceno ustreznosti vode. Seznam fizikalnih, kemijskih in mikrobioloških parametrov, ki jih je potrebno spremljati v skladu z nacionalno zakonodajo, pogostost meritev in predpisane priporočene in mejne vrednosti za posamezen parameter podaja tabela 8.

Tabela 8: Parametri, pogostost meritev ter predpisane priporočene in mejne vrednosti parametrov v okviru monitoringa kakovosti vode v školjčičih

Matriks	Parameter	Enota	Zahtevana pogostost	Globina zajema	Priporočena vrednost	Mejna vrednost
Voda	pH		4	0,5	7,5 – 8,5	7 – 9
	Mineralna olja	mg/L	4	0,5		
	Kisik	%	12	0,5 in dno	≥ 80	≥ 70 ⁽¹⁾ ; ≥ 60 ⁽²⁾
	Heksaklorocikloheksan	µg/L	2	0,5		0,05
	Heksaklorobenzen	µg/L	2	0,5		0,03
	Heksaklorobutadien	µg/L	2	0,5		0,1
	Triklorometan (Kloroform)	µg/L	2	0,5		12
	1,2-Dikloroetan	µg/L	2	0,5		10
	1,1,2,2-Tetrakloroeten (Perkloretilen)	µg/L	2	0,5		10
	1,1,2-Trikloroeten	ug/l	2	0,5		10
	Arzen - filt.	µg/L	2	0,5		
	Baker-filt.	µg/L	2	0,5		5
	Cink-filt.	µg/L	2	0,5		100
	Kadmij-filt.	µg/L	2	0,5		0,5
	Krom-filt.	µg/L	2	0,5		10
	Nikelj-filt.	µg/L	2	0,5		10
	Svinec-filt.	µg/L	2	0,5		10
	Srebro - filt.	µg/L	2	0,5		
	Živo srebro-filt.	µg/L	2	0,5		0,3
	Koliformne bakterije fekalnega izvora	št. / 100 ml	4	0,5	300	
Meso školjk	Kadmij - org.	mg/kg	2	0,5		1
	Živo srebro - org.	mg/kg	2	0,5		0,3

(1) povprečna vrednost

(2) posamična meritev

Vode za morske školjke in morske polže so ustrezne kakovosti in niso čezmerno obremenjene, če:

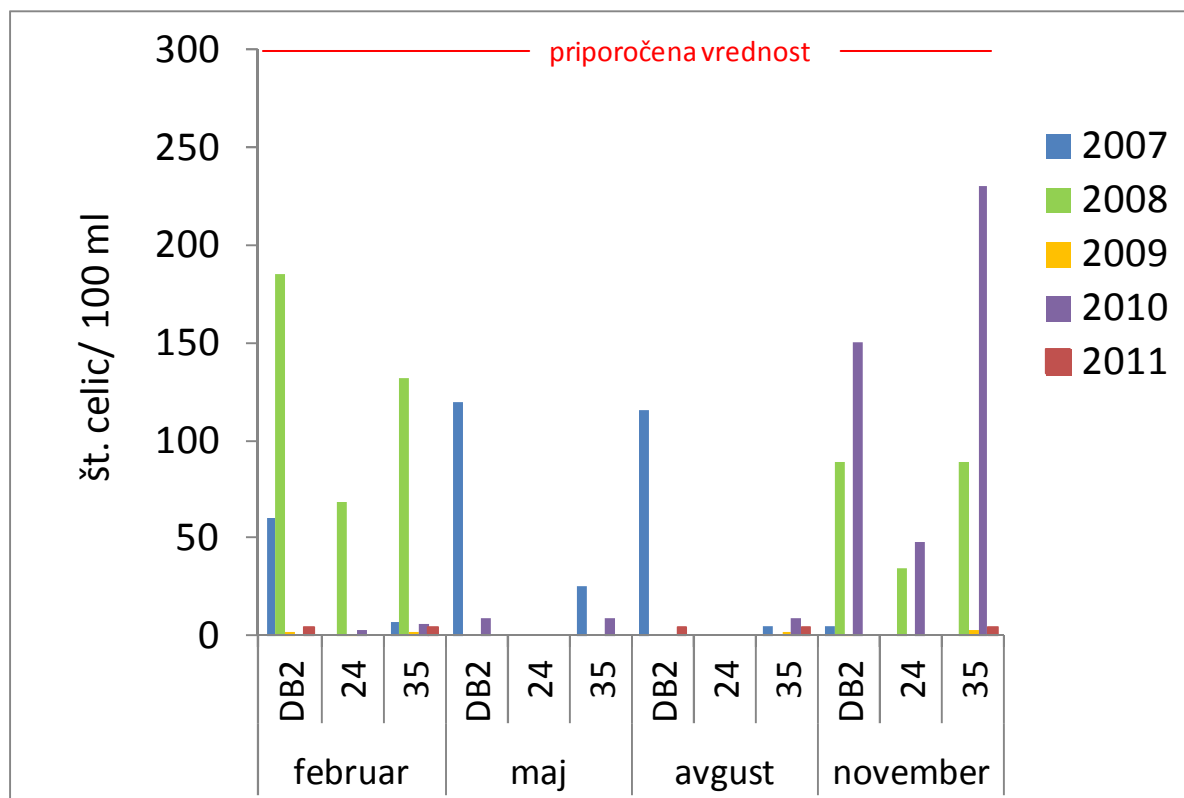
- več kot 95 odstotkov vzorcev ne presega mejno oziroma priporočeno vrednosti za parameter slanost,
- 100 odstotkov vzorcev ne presega mejnih oziroma priporočenih vrednosti za parametre halogenirane organske spojine in kovine,
- 95 odstotkov vzorcev ni nižjih od mejnih oziroma priporočenih vrednosti za parameter raztopljeni kisik; pri tem je posamezen rezultat lahko nižji od 60 odstotkov nasičenja z raztopljenim kisikom samo, če to nima škodljivih vplivov na razvoj morskih školjk in morskih polžev,
- 75 odstotkov vzorcev ne presega mejnih oziroma priporočenih vrednosti za vse ostale parametre, določene v uredbi⁽⁶⁾ ter
- vsi rezultati meritev vzorcev, odvzetih v mesu školjk najmanj dvakrat v enem letu, ustrezajo predpisanim mejnim vrednostim.

Pri vrednotenju rezultatov se ne upoštevajo meritve, pri katerih je onesnaženje vode posledica neugodnih vremenskih razmer ali naravnih ali drugih nesreč.

3.2 Ocena kakovosti vode v gojiščih školjk

Ocena kakovosti vode za življenje morskih školjk in morskih polžev je izdelana na podlagi meritev fizikalnih, kemičnih in mikrobioloških parametrov v vodi na treh merilnih mestih v školjčičih v letu 2011. Vse izmerjene vrednosti pH v letu 2011 so ustrezale predpisanim mejnim kot tudi priporočenim vrednostim. Meritve nasičenosti s kisikom so na vseh treh merilnih mestih izpolnjevale mejne vrednosti; zahtevam so ustrezale tako posamične meritve kot tudi povprečna vrednost. Priporočeni 80 % nasičenosti s kisikom je na merilnem mestu 24 v Strunjanskem zalivu ustrezalo 50 % meritev, na Debelem rtiču (DB2) in v Seči (35) pa 75 % meritev. Vse analize mineralnih olj so bile na vseh merilnih mestih pod mejo zaznavnosti analizne metode, kar velja tudi za vse halogenirane spojine v vodi.

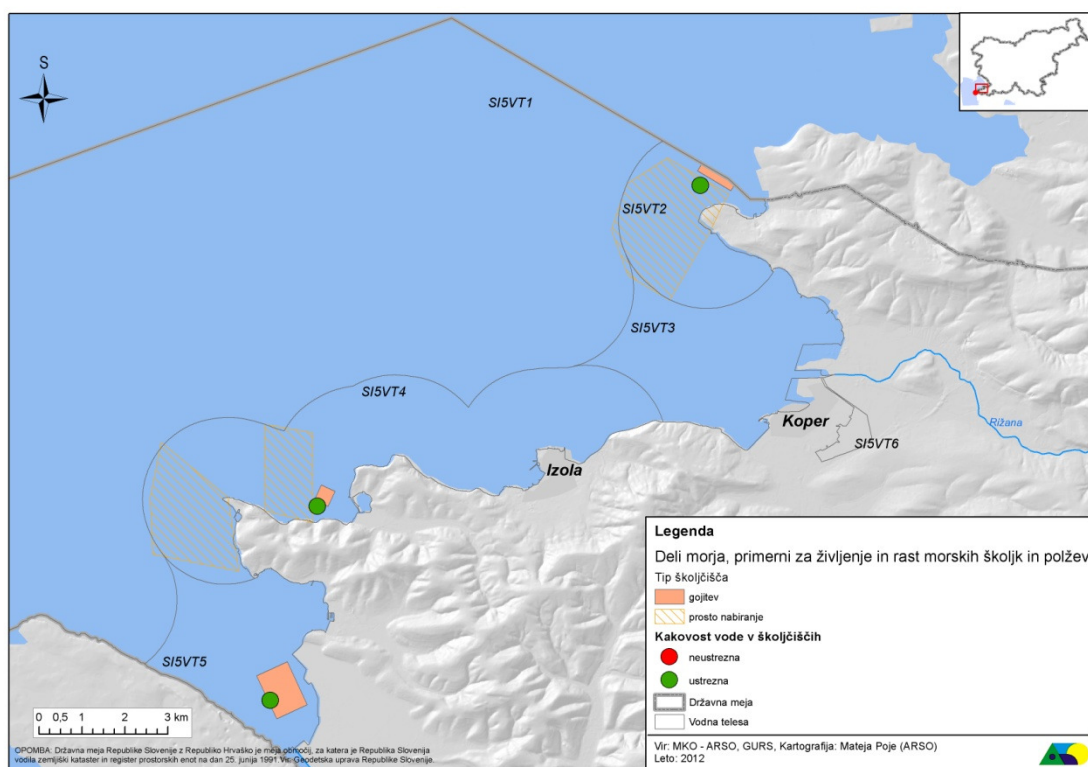
Kvantificirane so bile kovine baker, cink, kadmij, srebro in svinec, vrednosti za krom, nikelj in živo srebro pa so bile pod mejo zaznavnosti analiznih metode. Vrednosti za baker, cink, kadmij, srebro in svinec so ustrezale predpisanim mejnim vrednostim. Najvišji vrednosti bakra v vzorcu vode (2,3 µg/l) sta bili izmerjeni 15. 3. 2011 na DB2 in mestu 35, a sta 2 - krat nižji kot to določa mejna vrednost. Cink je bil kvantificiran le v na mestu 24 (11 µg/l, 17. 8. 2011). Njegova vrednost pa je bila skoraj 10 - krat nižja od dopustne, kar velja tudi za najvišje izmerjeno vrednost kadmija (0,056 µg/l, mesto 35, 15.3.2011). Tudi vrednosti svinca v vode so bile v okviru dopustne; najvišje izmerjena vrednost (2,1 µg/l, mesto 24, 14. 9. 2011) je bila skoraj 5 - krat manjša od dovoljene. Izmerjene vrednosti koliformnih bakterij fekalnega izvora ne kažejo mikrobiološkega onesnaženja vode, saj so bile vse vrednosti v letu 2011 pod predpisano priporočeno vrednostjo oziroma pod mejo zaznavnosti metode (Slika 9).



Slika 9: Vrednosti koliformnih bakterij fekalnega izvora (št. KBFI/100 ml) v vodi v letih 2007 - 2011

Vsebnosti kadmija in živega srebra v svežem mesu školjk ustrezajo zahtevani stopnji skladnosti; izmerjene vrednosti kadmija so bile v vseh treh školjčičiščih v letu 2011 v območju od 0,1 do 0,165 mg/kg ter živega srebra v območju 0,0085 do 0,0195 mg/kg, kar je 6 - krat pod predpisano mejno vrednostjo za kadmij (mejna vrednost je 1 mg/kg) ter 15 - krat za živo srebro (mejna vrednost je 0,3 mg/kg).

Na osnovi kriterijev za vrednotenje kakovosti vode v školjčičiščih, ki jih podaja uredba⁽⁶⁾ je voda za morske školjke in morske polže ustrezne kakovosti v vseh treh školjčičiščih (slika 10). Nadzor nad kakovostjo školjk pred prodajo pa pri nas strokovno izvaja Veterinarska uprava, ki poleg onesnaževal ugotavlja tudi prisotnost potencialno toksičnih fitoplanktonskih organizmov, katerih prisotnost v višjih koncentracijah je lahko razlog za prepoved nabiranja školjk v gojiščih.



Slika 10: Ocena kakovosti vode za rast morskih školjk in morskih polžev v letu 2011

4 ZAKLJUČEK

Slovensko morje je razdeljeno na šest vodnih teles, katerih kemijsko in ekološko stanje se določa na osnovi zahtev evropske Vodne direktive⁽¹⁾ oziroma Uredbe o stanju površinskih voda⁽²⁾ in Pravilnika o monitoringu stanja površinskih voda⁽³⁾. Glede na opravljene analize v letu 2011 smo ocenili zelo dobro ekološko stanje na podlagi fitoplanktona za vodna telesa VT2, VT4 in VT5. Na podlagi makroalg smo ocenili zelo dobro ekološko stanje za VT2 in dobro za VT4. Z bentoškimi nevretenčarji smo izvedli spremljanje stanja na referenčnih mestih, zato ocene ekološkega stanja za vodno telo ne podajamo. Na podlagi posebnih onesnaževal smo ocenili dobro ekološko stanje.

Analize kovin v vodi na vseh merilnih mestih v letu 2011 ustrezajo kriterijem dobrega kemijskega stanja vsebnost tributilkositrovih spojin v vodi pa ponovno določa oziroma potrjuje slabo kemijsko stanje 5 vodnih telesih morja. Izračunana letna povprečja mesečnih meritev tributilkositrovih spojin so na vseh 5 merilnih mestih presegala predpisan okoljski standard, na merilnih mestih MA in CZ pa so bile v vodi presežene tudi predpisane največje dovoljene koncentracije. Za potrebe spremljanja trendov so bile prvič opravljene tudi analize tributilkositrovih spojin v sedimentu in mesu školjk. Visoke vrednosti tributilkositrovih spojin so bile v sedimentu določene v marini Portorož, zaznane pa tudi v mesu školjk, na kar smo opozorili tudi Direktorat za varno hrano Ministrstva za kmetijstvo in okolje.

Na merilnih mestih v območjih gojišč školjk slovenskega morja - pri Debelem rtiču, v Strunjanskem zalivu in zalivu v Seči je na osnovi kriterijev za vrednotenje kakovosti vode v školjiščih, voda za morske školjke in morske polže ustrezne kakovosti.

5 VIRI

1. Vodna direktiva 2000/60/EC (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for community action in the field of water policy)
2. Uredbe o stanju površinskih voda (Ur. l. RS št. 14/2009, 98/2010)
3. Pravilnika o monitoringu stanja površinskih voda (Ur. l. RS št. 10/2009)
4. Direktive 2006/113/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 12. decembra 2006 o zahtevah glede kakovosti voda, primernih za lupinarje
5. Pravilnik o določitvi delov morja, kjer je kakovost vode primerna za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (Ur. l. RS 106/04)
6. Uredba o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (Ur. l. RS 52/07)
7. Pravilnik o monitoringu kakovosti površinske vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (Ur. l. RS 71/02)