



**NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO  
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA**

**Določanje dobrega okoljskega stanja  
Poročilo za člen 9 Okvirne direktive o morski strategiji**

Zaključno poročilo

**December 2012**

**AVTORJI:**

**Orlando Bonaca, M., L. Lipej, A. Malej, J. Francé, B. Čermelj, O. Bajt, N. Kovač, B. Mavrič, V. Turk, P. Mozetič, A. Ramšak, T. Kogovšek, M. Šiško, V. Flander Putrle, M. Grego, T. Tinta, B. Petelin, M. Vodopivec, M. Jeromel, U. Martinčič & V. Malačič (2012).** Določanje dobrega okoljskega stanja. Poročilo za člen 9 Okvirne direktive o morski strategiji. Poročila **141**. Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, 177 str.

NASLOV PROJEKTNE NALOGE: OPREDELITEV OKOLJSKEGA STANJA MORJA IN ANALIZA PREVLADUJOČIH PRITISKOV IN VPLIVOV V SKLADU Z OKVIRNO DIREKTIVO O MORSKI STRATEGIJI (2008/56/ES) – 2. FAZA ZA LETO 2012.

NAROČNIK: Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Litostrojska 54, 1000 Ljubljana, Slovenija

IZVAJALEC: NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO,  
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA  
6330 Piran, Fornače 41

NOSILEC PROJEKTA: dr. Martina Orlando Bonaca

SODELAVCI NA PROJEKTU: prof. dr. Lovrenc Lipej, prof. dr. Alenka Malej, prof. dr. Vlado Malačič, doc. dr. Patricija Mozetič, doc. dr. Oliver Bajt, doc. dr. Nives Kovač, doc. dr. Branko Čermelj, doc. dr. Valentina Turk, doc. dr. Andreja Ramšak, dr. Janja Francé, dr. Borut Mavrič, dr. Vesna Flander Putrle, dr. Mateja Grego, dr. Tinkara Tinta, mag. Boris Petelin, Tjaša Kogovšek, Martin Vodopivec, Milijan Šiško, Vladimir Bernetič, Marko Tadejevič, Mira Avčín, dr. Annalisa Falace, Nicola Bettoso, Sara Kaleb, Lisa Faresi, Maja Jeromel, Urška Martinčič, Lorenzo Claudio Saitz.

OBLIKOVANJE NASLOVNICE: Tihomir Makovec

KRAJ IN DATUM: PIRAN, DECEMBER 2012

## KAZALO VSEBINE

KAZALO TABEL .....	IV
KAZALO SLIK .....	V
Določanje dobrega okoljskega stanja.....	1
1. DESKRIPTOR: BIOTSKA RAZNOVRSTNOST .....	1
MERILO 1.1 Porazdelitev vrst .....	2
<i>Kazalnik 1.1.1 Območje porazdelitve .....</i>	<i>2</i>
<i>Kazalnik 1.1.2 Vzorec porazdelitve znotraj vrst, kadar je to potrebno .....</i>	<i>5</i>
<i>Kazalnik 1.1.3 Območje, ki ga pokrivajo vrste (za pritrjene bentoške vrste) .....</i>	<i>5</i>
MERILO 1.2 Velikost populacije .....	9
<i>Kazalnik 1.2.1 Številčnost in/ali biomasa populacije, če je to primerno .....</i>	<i>9</i>
MERILO 1.3 Stanje populacije.....	12
<i>Kazalnik 1.3.1 Demografske značilnosti populacije .....</i>	<i>12</i>
<i>Kazalnik 1.3.2 Genetska struktura populacije, kadar je to potrebno .....</i>	<i>12</i>
MERILO 1.4 Porazdelitev habitatov .....	14
<i>Kazalnik 1.4.1 Območje porazdelitve .....</i>	<i>14</i>
<i>Kazalnik 1.4.2 Vzorec porazdelitve .....</i>	<i>16</i>
MERILO 1.5 Velikost habitatov .....	16
<i>Kazalnik 1.5.1 Območje habitatov .....</i>	<i>16</i>
<i>Kazalnik 1.5.2 Obseg habitatov, kadar je to ustrezno .....</i>	<i>17</i>
MERILO 1.6 Stanje habitatov .....	23
<i>Kazalnik 1.6.1 Stanje tipičnih vrst in skupnosti .....</i>	<i>23</i>
<i>Kazalnik 1.6.2 Relativna številčnost in/ali biomasa populacije, če je to primerno .....</i>	<i>31</i>
<i>Kazalnik 1.6.3 Fizikalni, hidrološki in kemijski pogoji .....</i>	<i>32</i>
MERILO 1.7 Struktura ekosistemov .....	32
<i>Kazalnik 1.7.1 Sestava in sorazmerni deleži sestavnih delov ekosistemov .....</i>	<i>32</i>
2. DESKRIPTOR: NEAVTOHTONE VRSTE .....	35
MERILO 2.1 Številčnost in opredelitev stanja neavtohtonih vrst, zlasti invazivnih vrst...36	
<i>Kazalnik 2.1.1 Trendi glede številčnosti, časovni pojav in prostorska porazdelitev neavtohtonih vrst v naravi, zlasti invazivnih neavtohtonih vrst, predvsem na področjih tveganja, v zvezi z glavnimi potmi in načini za širjenje teh vrst .....</i>	<i>36</i>
MERILO 2.2 Okoljski vpliv invazivnih neavtohtonih vrst.....	42
<i>Kazalnik 2.2.1 Razmerje med invazivnimi neavtohtonimi vrstami in avtohtonimi vrstami v nekaterih dobro preučevanih taksonomskih skupinah, ki se lahko uporabi kot merilo za spremembe sestave vrst (npr. ob izpodrivanju avtohtonih vrst) .....</i>	<i>42</i>

<i>Kazalnik 2.2.2 Vplivi neavtohtonih invazivnih vrst na ravni vrst, habitatov in ekosistemov, ko je izvedljivo .....</i>	<i>42</i>
3. DESKRIPTOR: ELEMENTI MORSKIH PREHRANJEVALNIH SPLETOV .....	44
MERILO 4.1 Produktivnost (proizvodnja na enoto biomase) ključnih vrst ali trofičnih skupin.....	44
<i>Kazalnik 4.1.1 Uspešnost ključnih plenilskih vrst, pri čemer se uporabi njihova proizvodnja na enoto biomase (produktivnost).....</i>	<i>44</i>
MERILO 4.2 Delež izbranih vrst na vrhu prehranjevalnih spletov .....	45
<i>Kazalnik 4.2.1 Velike ribe (glede na težo) .....</i>	<i>45</i>
MERILO 4.3 Številčnost/razporeditev ključnih trofičnih skupin/vrst.....	45
<i>Kazalnik 4.3.1 Trendi glede številčnosti funkcionalno pomembnih izbranih skupin/vrst .....</i>	<i>45</i>
<i>Kazalnik 4.3.2. Trendi glede funkcionalno pomembnih izbranih skupin: meduze .....</i>	<i>52</i>
4. DESKRIPTOR: EVTROFIKACIJA .....	58
MERILO 5.1 Vsebnost hranilnih snovi .....	59
<i>Kazalnik 5.1.1 Koncentracija hranilnih snovi v vodnem stolpu .....</i>	<i>59</i>
<i>Kazalnik 5.1.2 Deleži hranilnih snovi (silicij, dušik in fosfor), kadar je to potrebno..</i>	<i>86</i>
MERILO 5.2 Neposredni vplivi obogatitve s hranilnimi snovmi.....	92
<i>Kazalnik 5.2.1 Koncentracija klorofila v vodnem stolpu.....</i>	<i>92</i>
<i>Kazalnik 5.2.2 Bistrost vode, po potrebi v povezavi s povečanjem števila lebdečih alg .....</i>	<i>97</i>
<i>Kazalnik 5.2.3 Številčnost oportunističnih makroalg .....</i>	<i>101</i>
<i>Kazalnik 5.2.4 Sprememba vrst v rastlinski sestavi, npr. razmerje med kremenastimi in bičkastimi algami, spremembe iz bentoških v pelagične vrste ter cvetenje škodljivih/strupenih alg (npr. cianobakterija), ki jo povzročijo človekove dejavnosti .....</i>	<i>109</i>
MERILO 5.3 Posredni vplivi obogatitve s hranilnimi snovmi.....	115
<i>Kazalnik 5.3.1 Številčnost večletnih morskih alg in trav (npr. alge iz reda Fucales, prava morska trava in neptunska trava), na katero škodljivo vpliva zmanjšanje bistrosti vode .....</i>	<i>115</i>
<i>Kazalnik 5.3.2 Raztopljen kisik, tj. spremembe zaradi povečane organske razgradnje in velikosti zadevnega območja .....</i>	<i>120</i>
5. DESKRIPTOR: NEOPOREČNOST MORSKEGA DNA.....	128
MERILO 6.1 Fizična škoda ob upoštevanju značilnosti substrata .....	128
<i>Kazalnik 6.1.1 Vrsta, številčnost, biomasa in območje razširjenosti zadevnega biogenega substrata .....</i>	<i>128</i>
<i>Kazalnik 6.1.2 Obseg morskega dna, na katerega znatno vplivajo človekove dejavnosti, za različne vrste substratov .....</i>	<i>129</i>

MERILO 6.2 Stanje bentoške skupnosti .....	130
<i>Kazalnik 6.2.1 Prisotnost posebej občutljivih in/ali odpornih vrst .....</i>	130
<i>Kazalnik 6.2.2 Večmetrični indeksi za oceno stanja in funkcionalnosti bentoške skupnosti, kot so raznolikost in bogastvo vrst ter delež oportunističnih in občutljivih vrst.....</i>	131
<i>Kazalnik 6.2.3 Delež biomase ali posameznikov v makrobentoški skupnosti nad določeno dolžino/velikostjo.....</i>	135
<i>Kazalnik 6.2.4 Parametri, ki opisujejo značilnosti (oblika, naklon in odsek) spektra velikosti bentoške skupnosti .....</i>	135
6.    DESKRIPTOR: HIDROGRAFSKI POGOJI .....	137
MERILO 7.1. Prostorska opredelitev trajnih sprememb .....	137
<i>Kazalnik 7.1.1 Velikost območja, na katerem je prišlo do trajnih sprememb .....</i>	137
MERILO 7.2. Učinek trajnih hidrografskih sprememb .....	138
<i>Kazalnik 7.2.1 Velikost habitatov, na katerih je prišlo do trajnih sprememb .....</i>	138
<i>Kazalnik 7.2.2 Spremembe habitatov, zlasti predvidenih funkcij (npr. drstenje, območja vzreje in hranjenja ter selitvene poti rib, ptic in sesalcev), zaradi spremenjenih hidrografskih razmer .....</i>	139
7.    DESKRIPTOR: KONCENTRACIJE ONESNAŽEVAL .....	141
MERILO 8.1 Koncentracija onesnaževal .....	142
<i>Kazalnik 8.1.1 Koncentracija navedenih onesnaževal, izmerjena v ustrezni matriki (kot so živi organizmi, sediment in voda), tako da je mogoča primerjava z ocenami iz Direktive 2000/60/ES).....</i>	142
MERILO 8.2 Vplivi onesnaževal.....	155
<i>Kazalnik 8.2.1 Ravni vplivov onesnaženosti na zadevne sestavne dele ekosistema, pri čemer se upoštevajo izbrani biološki procesi in taksonomske skupine, v zvezi s katerimi je bila ugotovljena vzročnopsledična zveza in ki jih je treba spremljati... 155</i>	
<i>Kazalnik 8.2.2 Pojav, izvor, obseg znatnega akutnega onesnaženja in njihov vpliv na žive organizme, ki so fizično ogroženi zaradi tega onesnaženja .....</i>	157
8.    DESKRIPTOR: ONESNAŽEVALA V RIBAH IN DRUGI MORSKI HRANI.....	159
MERILO 9.1 Ravni, število in pogostost onesnaževal .....	159
<i>Kazalnik 9.1.1 Dejanske ugotovljene ravni onesnaževal in število onesnaževal, ki so presegli najvišje regulativne ravni.....</i>	159
<i>Kazalnik 9.1.2 Pogostost preseženih regulativnih ravni .....</i>	162
Viri .....	164
Zahvala.....	177

## KAZALO TABEL

<i>Tabela 1.1: Ocena stanja pregledanih transektov za habitatne tipe v infralitoralno slovenskega morja.</i> .....	26
<i>Tabela 2.1: Tujerodne vrste, ugotovljene v slovenskem morju (prirejeno po Lipej, 2009).</i> ....	38
<i>Tabela 3.1: Vrednosti zooplanktonske biomase v različnih jadranskih območjih (suha masa mg/m<sup>3</sup>) za referenčno obdobje 1971-1981, rezultati povzeti po Benović in sod. (1984)</i> .....	47
<i>Tabela 4.1: Statistični podatki o koncentracijah dušikovih hranil (raztopljen nitrat in anorganski dušik ter skupni dušik) v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj (00MA, 000F, 00CZ, 000K).</i> .....	61
<i>Tabela 4.2: Statistični podatki o koncentracijah fosforjevih hranil (ortofosfat in skupni fosfor) v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj (00MA, 000F, 00CZ, 000K).</i> .....	71
<i>Tabela 4.3: Statistični podatki o koncentracijah silikata v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj (00MA, 000F, 00CZ, 000K).</i> .....	80
<i>Tabela 4.4: Statistični podatki (geometrijska sredina in razpon vrednosti) o razmerjih med hranili v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj (000F, 00CZ, 00MA, 000K).</i> .....	87
<i>Tabela 4.5: Rezultati vrednotenja stanja slovenskega morja s koncentracijami klorofila a za obdobje 2007–2011.</i> .....	95
<i>Tabela 4.6: Rezultati vrednotenja stanja slovenskega morja s prosojnostjo, navedene so letne povprečne vrednosti Secchi-jeve globine.</i> .....	100
<i>Tabela 4.7: EEI-c vrednosti posameznih postaj v obdobju 2006-2011.</i> .....	104
<i>Tabela 4.8: Vrednosti indeksa IE in pripadajoči razred ekološkega stanja za vse postaje slovenskega morja za obdobje 2007-2010.</i> .....	112
<i>Tabela 4.9: Ekološko stanje travnika pozejdonke v slovenskem morju (Lipej in sod., 2007a) ocenjeno po kriterijih po Panayotidisu (pisno sporočilo).</i> .....	117
<i>Tabela 4.10: Ekološko stanje travnikov kolenčaste cimodoceje v slovenskem morju ocenjeno po indeksu MMskew.</i> .....	119
<i>Tabela 4.11: Koncentracije (aritmetična sredina, najvišje in najnižje vrednosti) na štirih postajah (00MA, 000F, 00CZ, 000K) in dveh globinah (0m in dno).</i> .....	122
<i>Tabela 7.1: Vsebnost PCB-jev in organoklornih pesticidov v sedimentih našega morja (ng g<sup>-1</sup>, suhe teže).</i> .....	145
<i>Tabela 7.2: Vrednosti ERL (območje koncentracij, ki redko škodljivo vplivajo na organizme) in ERM (območje koncentracij, ki občasno škodljivo vplivajo na organizme) za PAH-e (ng g<sup>-1</sup>, suhe teže).</i> .....	152
<i>Tabela 8.1: Vsebnost PCB-jev in organoklornih pesticidov v nekaterih vrstah morskih organizmov za prehrano ljudi (ng g<sup>-1</sup>, suhe teže).</i> .....	160

## KAZALO SLIK

<i>Slika 1.1: Razširjenost HT Kamnito dno v mediolitoralu.</i> .....	18
<i>Slika 1.2: Razširjenost HT Sedimentno dno v mediolitoralu.</i> .....	18
<i>Slika 1.3: Razširjenost Biocenoze fotofilnih alg v infralitoralu.</i> .....	19
<i>Slika 1.4: Razširjenost prekoraligena v infralitoralu.</i> .....	19
<i>Slika 1.5: Razširjenost Biocenoze površinskih muljnatih peskov v zavetnih legah - Asociacija s kolenčasto cimodocejo.</i> .....	20
<i>Slika 1.6: Razširjenost Evritermne in evrihaline biocenoze – Asociacija s pravo morskovo travo.</i> .....	20
<i>Slika 1.7: Razširjenost travnika pozejdonke.</i> .....	21
<i>Slika 1.8: Razširjenost Biocenoze finozičnih in dobro kalibriranih peskov, travnikov kolenčaste cimodoceje v infralitoralu.</i> .....	21
<i>Slika 1.9: Razširjenost Biocenoze obrežnega detritnega dna.</i> .....	22
<i>Slika 1.10: Razširjenost Biocenoze muljastega detritnega dna.</i> .....	22
<i>Slika 3.1: Vrednosti zooplanktonske biomase (suha masa mg/m<sup>3</sup>) v Tržaškem zalivu za obdobje 1991 – 2011. Rdeča črta predstavlja 90-percentilno vrednost referenčnega obdobja (1971 – 1981).</i> .....	48
<i>Slika 3.2: Srednje sezonske vrednosti zooplanktonske biomase (suha masa mg/m<sup>3</sup>) v treh obdobjih (1971 – 1981, modro, 1991 – 2002, črno, 2004 – 2011, rdeče).</i> .....	49
<i>Slika 3.3: Mesečno pojavljanje uhatega klobučnjaka (stolpiči), trend slovenskega ulova rib (rdeča črta) v obdobju 1983-2011(zgoraj, Statistični zavod RS) in valčna analiza pojavljanja meduz (spodaj).</i> .....	54
<i>Slika 3.4: “Traffic light” diagram pojavljanja uhatega klobučnjaka (a), mezozooplanktonske biomase (b), fitoplanktonske biomase -Chl a (c), številčnosti nanoflagelatov (d.) Mediana označena z oranžno barvo, 90 percentil pa z rdečo barvo.</i> .....	55
<i>Slika 4.1: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij skupnega dušika (TN) v površinskem (levo) in pridnenem sloju (desno) štirih postaj slovenskega morja.</i> .....	63
<i>Slika 4.2: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij raztopljenega anorganskega dušika (DIN) v površinskem (levo) in pridnenem (desno) sloju štirih postaj slovenskega morja.</i> .....	64
<i>Slika 4.3: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij nitrata (NO<sub>3</sub>) v površinskem (levo) in pridnenem (desno) sloju štirih postaj slovenskega morja.</i> .....	65
<i>Slika 4.4: Koncentracije skupnega dušika (TN) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i> .....	67
<i>Slika 4.5: Koncentracije raztopljenega anorganskega dušika (DIN) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i> .....	68



<i>Slika 4.6: Koncentracije raztopljenega nitrata (<math>\text{NO}_3</math>) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i>	69
<i>Slika 4.7: Povprečne vrednosti (geometrijska sredina) koncentracij skupnega fosforja v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj slovenskega morja.</i>	70
<i>Slika 4.8: Povprečne vrednosti (geometrijska sredina) koncentracij ortofosfata v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj slovenskega morja.</i>	72
<i>Slika 4.9: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij skupnega fosforja (TP) v površinskem (levo) in pridnenem sloju (desno) štirih postaj slovenskega morja.</i>	73
<i>Slika 4.10: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij ortofosfata (PO4) v površinskem (levo) in pridnenem sloju (desno) štirih postaj slovenskega morja.</i>	75
<i>Slika 4.11: Koncentracije skupnega fosforja (TP) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i>	76
<i>Slika 4.12: Koncentracije ortofosfata (PO4) v površinskem sloju postaje 000F. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i>	77
<i>Slika 4.13: Koncentracije ortofosfata (PO4) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i>	78
<i>Slika 4.14: Povprečne vrednosti (geometrijska sredina) koncentracij silikata v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj slovenskega morja.</i>	79
<i>Slika 4.15: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij silikata (<math>\text{SiO}_4</math>) v površinskem (levo) in pridnenem sloju (desno) štirih postaj slovenskega morja.</i>	82
<i>Slika 4.16: Koncentracije silikata (<math>\text{SiO}_4</math>) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i>	83
<i>Slika 4.17: Koncentracije silikata (<math>\text{SiO}_4</math>) v površinskem sloju postaje 000F. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i>	84
<i>Slika 4.18: Box-plot porazdelitve letnih vrednosti štirih razmerij hranilnih snovi v površinskem sloju postaje 000F. Črtna črta prikazuje Redfield-ovo razmerje.</i>	88
<i>Slika 4.19: Box-plot porazdelitve letnih vrednosti štirih razmerij hranilnih snovi v površinskem sloju postaje 00CZ. Črtna črta prikazuje Redfield-ovo razmerje.</i>	89
<i>Slika 4.20: Letna geometrijska povprečja koncentracij klorofila a v površinskem sloju postaje 000F v obdobju 1989–2010 (modre oznake) in sprememba režima po metodi STARS.</i>	94
<i>Slika 4.21: Box-plot porazdelitve podatkov Secchi-jeve globine (vzorčevalno obdobje 1989 - nov 2011) določenih na izbranih merilnih postajah.</i>	98
<i>Slika 4.22: Prosojnost vode na postaji 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.</i>	99

<i>Slika 4.23: Obseg nekaterih epizod anoksij v Tržaškem zalivu. ....</i>	<i>121</i>
<i>Slika 4.24: Box-plot porazdelitev koncentracij raztopljenega kisika v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj slovenskega morja. ....</i>	<i>123</i>
<i>Slika 4.25: Koncentracija raztopljenega kisika v pridnenem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste. ....</i>	<i>124</i>
<i>Slika 7.1: Trend koncentracij TBT v morski vodi na postaji 00CZ (rdeča črta). ....</i>	<i>143</i>
<i>Slika 7.2: Trend koncentracij DBT v morski vodi na postaji 00CZ (rdeča črta). ....</i>	<i>144</i>
<i>Slika 7.3: Trend koncentracij celokupnih PAH-ov v sedimentu na postaji 00PM. ....</i>	<i>147</i>
<i>Slika 7.4: Trend koncentracij celokupnih PAH-ov v sedimentu na postaji 000F. ....</i>	<i>147</i>
<i>Slika 7.5: Trend koncentracij celokupnih PAH-ov v užitnih klapavicah na postaji 0024. ....</i>	<i>149</i>
<i>Slika 7.6: Trend koncentracij Cd v užitnih klapavicah na postaji 0035. ....</i>	<i>150</i>
<i>Slika 7.7: Trend koncentracij Hg v užitnih klapavicah na postaji 00204. ....</i>	<i>150</i>

## **DOLOČANJE DOBREGA OKOLJSKEGA STANJA**

---

### **1. DESKRIPTOR: BIOTSKA RAZNOVRSTNOST**

**Deskriptor 1: Biotska raznovrstnost se ohranja. Kakovost in prisotnost habitatov ter razporeditev in številčnost vrst so v skladu s prevladujočimi fiziografskimi, geografskimi in podnebnimi pogoji.**

»Presoja je treba opraviti na več ekoloških ravneh: na ravni ekosistemov, habitatov (vključno z njimi povezanimi združbami na nivoju biotopov) in vrst, ki so upoštevane v strukturi tega dela ob upoštevanju točke 2 dela A. Za nekatere vidike tega deskriptorja je potrebna dodatna znanstvena in tehnična podpora. Pri obravnavi širšega obsega deskriptorja je treba ob upoštevanju Priloge III k Direktivi 2008/56/ES določiti prioritete med elementi biotske raznovrstnosti (vrste, habitati in ekosistemi). To omogoča prepoznavanje tistih elementov in območij, kjer vplivi in grožnje nastajajo, poleg tega pa podpira opredelitev ustreznih kazalcev med izbranimi merili, primernimi za zadevna območja in elemente biotske raznovrstnosti. Obveznost regionalnega sodelovanja iz členov 5 in 6 Direktive 2008/56/ES je neposredno povezana z izbiro elementov biotske raznovrstnosti znotraj regij, podregij in pododdelkov, kjer je mogoče, pa tudi z vzpostavitvijo referenčnih razmer v skladu s Prilogo IV k Direktivi 2008/56/ES. Modeliranje z uporabo platforme geografskega informacijskega sistema je lahko uporabna podlaga za določanje območja razširjenosti elementov biotske raznovrstnosti ter človekovih dejavnosti in pritiskov zaradi teh dejavnosti, ob upoštevanju, da se vse mogoče zajete napake ustrezno ocenijo in opišejo ob uporabi rezultatov. Ti podatki so pogoj za ekosistemsko upravljanje človekovih dejavnosti in za razvoj s tem povezanih prostorskih orodij.«

## MERILO 1.1 Porazdelitev vrst

### *Kazalnik 1.1.1 Območje porazdelitve*

#### **a) Velika pliskavka (*Tursiops truncatus*)**

##### OPIS

Genov (2011) je na podlagi rezultatov monitoringa populacij velike pliskavke v Sloveniji med leti 2003 in 2011, ki ga izvaja nevladna organizacija Morigenos, poskušal oceniti območje pojavljanja velike pliskavke. Za zdaj lahko rečemo, da se velika pliskavka pojavlja po celotnem slovenskem morju, kje pa je pojavljanje oz. zadrževanje večje pa na podlagi do sedaj zbranih rezultatov težko rečemo, saj opazovalni napor ni bil enakomeren po celotnem slovenskem morju, večji je bil v južnem delu v Piranskem zalivu in okolici. Prav tako opazovanje čez leto ni bilo razporejeno enakomerno.

##### OCENA STANJA

Na podlagi znanih podatkov o območju pojavljanja velikih pliskavk **ni možno** ovrednotiti stanja.

##### TREND

Na podlagi znanih podatkov o območju pojavljanja velikih pliskavk **ni možno** ovrednotiti trendov.

##### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

**Ni možno** ovrednotiti stopnje zanesljivosti.

##### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Za ovrednotenje trendov in stanja bi bilo potrebno še bolj sistematično in kontinuirano zbiranje podatkov, opazovanja pa bi morala bolj enakomerno pokrivati celotno slovensko morje. Poleg tega bi bilo za pravilno ovrednotenje potrebno tudi sodelovanje med strokovnjaki na širšem območju (Severni Jadran, celotni Jadran).

## **b) Glavata kareta (*Caretta caretta*)**

### OPIS

Podatki o glavati kareti niso zbrani sistematično, temveč so skupek občasnih poročanj ribičev o njihovem priloivu ali poginu v ribolovnih mrežah in zanesenjaštvu nekaterih navdušencev, ki se te informacije trudijo zbirati. Več podatkov o kareta prihaja iz Piranskega zaliva in njegove okolice, a je tu tudi napor za pridobivanje podatkov večji. Za zdaj tako lahko zgolj rečemo, da se glavata kareta pojavlja po celotnem slovenskem morju

### OCENA STANJA

Na podlagi znanih podatkov o območju pojavljanja glavate karete **ni možno** ovrednotiti stanja.

### TREND

Na podlagi znanih podatkov o območju pojavljanja glavate karete **ni možno** ovrednotiti trendov.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

**Ni možno** ovrednotiti stopnje zanesljivosti.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Za ovrednotenje trendov in stanja bi bilo potrebna bolj sistematično in kontinuirano zbiranje podatkov, ki bi bilo enakomerno po celotnem slovenskem morju. Pri zbiranju podatkov je praktično vse odvisno od ribičev in njihovega posredovanja podatkov oz. ujetih primerkov, tako da bi bilo potrebno izboljšati sodelovanje oz. komunikacijo z njimi. Poleg tega bi bilo za pravilno ovrednotenje potrebno tudi sodelovanje med strokovnjaki na širšem območju (Severni Jadran, celotni Jadran, Vzhodni Mediteran).

### c) Navadna čigra (*Sterna hirundo*)

#### OPIS

Gnezdenje navadne čigre je bilo prvič potrjeno na Sečoveljskih solinah leta 1983 (Škornik, 1983), v zadnjih letih pa gnezdi tudi v Škocjanskem zatoku (Škornik, 2011).

#### OCENA STANJA

Območje razširjenosti se spreminja, saj je začela gnezditi tudi v Škocjanskem zatoku. Stanje je **dobro**.

#### TREND

Razviden je rahel trend širjenja območja razširjenosti gnezditvene populacije.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Pomanjkljivosti ni.

### d) Mala čigra (*Sternula albifrons*)

#### OPIS

Mala čigra je v Sloveniji prvič gnezdila leta 1985 v Sečoveljskih solinah (Škornik, 1985), ki so tudi edina lokaliteta gnezditvenih populacij.

#### OCENA STANJA

Območje razširjenosti se ne spreminja. Stanje je **dobro**.

#### TREND

Stabilen.

## STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

## OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Pomanjkljivosti ni.

### *Kazalnik 1.1.2 Vzorec porazdelitve znotraj vrst, kadar je to potrebno*

Zaradi skopega in geografsko preveč omejenega nabora podatkov ni možno uporabiti in ovrednotiti tega kazalnika.

### *Kazalnik 1.1.3 Območje, ki ga pokrivajo vrste (za pritrjene bentoške vrste)*

#### **a) Kamena korala (*Cladocora caespitosa*)**

#### OPIS

Kamena korala se pojavlja v obrežnem pasu, večinoma na robu nekdanjih flišnatih brežin. Lahko se pojavljajo posamično, ponekod tvorijo faciase, poznan pa je tudi primer osamelca/grebena (pri rtu Ronek). Globina pojavljanja je večinoma med 3 in 8 metri, pri Rtu Ronek pa se kolonije pojavljajo tudi pod 14 metri. Na prostorsko razširjenost kamene korale vpliva prisotnost trde oz. nepremične podlage in ustrezne hidrografske razmere, na globinsko razširjenost pa prosojnost vode oz. globina prodiranja sončne svetlobe, ki je potrebna za endosimbiontske zooksantele.

#### OCENA STANJA

Zaradi pomanjkljivih podatkov in kratkega niza spremljanja je **nemogoče ovrednotiti stanja**.

#### TREND

Zaradi pomanjkljivih podatkov in kratkega niza spremljanja je **nemogoče ovrednotiti trende**.

## STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Ni **možno** ovrednotiti stopnje zanesljivosti.

## OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Za boljše poznavanje razširjenosti bi bilo potrebno še bolje raziskati globlje predele slovenskega morja in natančneje kartirati znane faciese s kameno koralo.

### **b) Pozejdonka (*Posidonia oceanica*)**

## OPIS

Morska trava pozejdonka je zaščiten vrsta morskih kritosemenk, ki v Sredozemskem morju tvori obsežne morske travnike v globinskem razponu od 0,5 do 30-40 m globine. Je dolgoživeča vrsta z zelo počasno rastjo (Marba' in sod., 2004). Po starejših zapisih je pozejdonka poseljevala več območij v Tržaškem zalivu, po letu 1960 pa je prišlo do obsežne degradacije (Simonetti, 1966). Danes je v Tržaškem zalivu navzoč le še en travnik pozejdonke (Vukovič, 1982), v bližini ceste, ki iz Žusterne vodi proti Izoli, kjer raste v obliki večjih ali manjših »otočkov« (Turk & Vukovič, 1998). Prvo kartiranje travnika, ki je bilo opravljeno leta 1993 (Vukovič & Turk, 1995) je pokazalo, da je travnik približno 1 km dolg in razširjen na globini od 0,5 do 4 m (50 m od obale). Travnik je krpasto razprostranjen in obrobjen s travnikom kolenčaste cimodoceje. Travnik pozejdonke zajema približno 0,64 ha površine (T. Makovec, *ustno sporočilo*).

## OCENA STANJA

Ocenjujemo, da je stanje **dobro**.

## TREND

V zadnjih letih opazamo blago **širjenje** travnika v globino (Lipej in sod., 2009), dolgoročno pa so se travniki pozejdonke znatno zožili v zadnjih treh desetletjih (glej npr. Simonetti, 1966).

## STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je **srednja**.



Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Pomanjkljivosti ni.

#### c) **Kolenčasta cimodoceja (*Cymodocea nodosa*)**

##### OPIS

Kolenčasta cimodoceja je ki je najbolj razširjena kritosemenka v slovenskem morju, ki tvori tudi največje morske travnike. Pojavlja se na mehkem dnu infralitorala, v globinskem razponu 1 – 10 m. Najdemo jo v biocenozi površinskih muljnatih peskov v zavetnih legah - asociaciji s kolenčasto cimodocejo in biocenozi fino zrnatih in dobro kalibriranih peskov - travnikih kolenčaste cimodoceje v infralitoralu (glej Sliki 1.5 in 1.8).

##### OCENA STANJA

Ocenjujemo, da je stanje razširjenosti za zdaj še vedno **dobro**.

##### TREND

Blago **krčenje** travnikov, zaradi slabših svetlobnih razmer.

##### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Potrebna bi bila natančnejša kartiranja morskih travnikov, da bi dobili bolj zanesljivo oceno o površinski razširjenosti morskih travnikov, njihovi površini in globinskem razponu.

#### d) Leščur (*Pinna nobilis*)

##### OPIS

Leščur je največja jadranska školjka, ki je tudi zakonsko zaščitena. Živi zapičen v muljasto ali peščeno dno in v dolžino zraste tudi več kot 70 cm, ter tako predstavlja pomemben strukturni element v okolju. Zelo pogost je v travnih morske trave, čeprav ga najdemo tudi izven njih, tudi na večinoma kamnitem dnu, kjer se sidra na manjših zaplatah premičnega sedimenta. Največja gostota je med 3 in 6 m, čeprav ga najdemo tudi globlje, tudi pod 10 m. V zadnjih letih se je številčnost in razširjenost leščurjev precej povečala.

##### OCENA STANJA

Premalo razpoložljivih podatkov **onemogoča oceno stanja**.

##### TREND

Zaradi pomanjkanja konkretnih podatkov ni **možno ugotoviti trenda**, čeprav je v zadnjih letih zaznati povečanje gostote leščurjev.

##### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je **nizka**.

Not calculated, based on expert opinion (little or no monitoring).

##### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Za bolj natančno poznavanje območja razširjenosti leščurja, bodo potrebna v prihodnjih letih natančnejša kartiranja. Trenutno na MBP Piran NIB za ZVNRS izvajamo tudi projekt vezan na leščurja, tako da bo že v naslednjih dveh letih na voljo več podatkov.

## MERILO 1.2 Velikost populacije

*Kazalnik 1.2.1 Številčnost in/ali biomasa populacije, če je to primerno*

### **a) Velika pliskavka (*Tursiops truncatus*)**

#### OPIS

Na podatkih monitoringa populacij velike pliskavke v Sloveniji med letoma 2003 in 2011, ki ga izvaja nevladna organizacija Morigenos, je Genov (2011) ocenil velikost populacije. Genov navaja, da uporablja vode slovenskega dela Jadrana med 40 in 100 velikih pliskavk, čeprav ga le del populacije uporablja redno. Izračunana gostota delfinov (med 0,031 – 0,185 os./km<sup>2</sup>) na enoto površine je manjša kot v drugih primerljivih zalivih.

#### OCENA STANJA

Na podlagi znanih podatkov o velikosti populacije velikih pliskavk **ni možno ovrednotiti stanja.**

#### TREND

Na podlagi znanih podatkov o velikosti populacije velikih pliskavk **ni možno ovrednotiti trendov.**

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

**Ni možno** ovrednotiti stopnje zanesljivosti.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Za ovrednotenje trendov in stanja bi bilo potrebno učinkovito ocenjevanje velikosti populacije, za kar pa je potrebno zagotoviti sistematična in zelo pogosta vzorčenja oz. opazovanje, čez dolga časovna obdobja. Obenem bi bilo potrebno ugotoviti, kakšna je neposredna povezava med velikimi pliskavkami in življenjskim okoljem, v katerem se pojavljajo (količina hrane, vrsta hrane, razmnoževanje). Pomanjkanje ključnih podatkov o biologiji in ekologiji te vrste v slovenskem morju narekuje potrebo po raziskavah te vrste.

## b) Glavata kareta (*Caretta caretta*)

### OPIS

V slovenskem morju se glavata kareta pojavlja v toplejšem delu leta, od maja do oktobra. Večinoma gre za mladostne primerke ujete v ribiške mreže, katerih dolžina oklepa meri običajno manj kot 40 cm. S tega vidika je slovensko morje izključno poletno prehranjevalno okolje (Lazar in sod., 2003). Pridobljenih podatkov o pojavljanju na leto v najboljšem primeru okoli 40. So neredni, ocenjujemo da kar precej, če ne večina ulovov oz. zapletanj v mreže ni zabeleženih. Na podlagi znanih podatkov ne moremo oceniti velikosti populacije.

### OCENA STANJA

Na podlagi znanih podatkov glavate karete **ni možno ovrednotiti stanja**.

### TREND

Na podlagi znanih podatkov navadne karete **ni možno ovrednotiti trendov**.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

**Ni možno** ovrednotiti stopnje zanesljivosti.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Za ovrednotenje trendov in stanja bi bilo potrebno sistematično in kontinuirano zbiranje podatkov. Pri zbiranju podatkov je praktično vse odvisno od ribičev in njihovega posredovanja podatkov oz. ujetih primerkov. Ker gre za ogroženo vrsto, ki ob interakcijah z ribolovnimi orodji, predvsem stoječimi mrežami, velikokrat pogine, bo seveda zaradi učinkovitega ohranjanja vrste potrebno te interakcije zmanjševati. To pomeni, da bo podatkov še manj in da bo spremljanje te vrste še težje, ovrednotenje velikosti populacije pa praktično nemogoče.

## c) Navadna čigra (*Sterna hirundo*)

### OPIS

Analiza velikosti gnezdeče populacije navadne čigre je bila narejena samo za Sečoveljske soline, čeprav v zadnjih letih gnezdi tudi v Škocjanskem zatoku (Škornik, 2011). Na Sečoveljskih solinah je bila prvič potrjena leta 1983, ko je gnezdilo 9 parov (Škornik, 1983).

Do leta 1990, ko je dosegla 20 parov, je gnezditvena populacija iz leta v leto rasla, leta 1991 pa se je podvojila. Od takrat je bila gnezditvena populacija med 40 in 70 pari. V treh primerov in sicer leta 1995 in 2003 je gnezditvena populacija štela okoli 60 parov, leta 2007 pa okoli 70 parov (Škornik, 2011). V drugih letih je gnezditvena populacija nihala med 40 in 50 pari. Zato je smiselno tako število parov uporabiti kot poskusno opredelitev dobrega ekološkega stanja.

### OCENA STANJA

Ocenjujemo, da je stanje glede velikosti gnezditvene populacije **dobro**.

### TREND

Razviden je **trend rasti** gnezditvene populacije, ki se je v zadnjih letih upočasnili.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Pomanjkljivosti ni.

#### **d) Mala čigra (*Sternula albifrons*)**

### OPIS

Mala čigra je v Sloveniji prvič gnezdila leta 1985 (Škornik, 1985). Do leta 1997 so tam gnezdili od 2 do 3 pari (Škornik in sod., 1995). Od leta 1998, ko je na solinah gnezdilo 5 parov, se je gnezditvena populacija male čigre vztrajno povečevala in je od leta 2005 do danes bila med 20 in 35 pari. Škornik (2009, 2011) navaja, da je ugodno ohranitveno stanje je na osnovi podatkov rednega monitoringa med 10 in 30 parov. Ta podatek lahko uporabimo kot poskus ovrednotenja ekološkega stanja za maločigro. Morda bi smiselno še bolj natančno določiti ta interval in ga razmejiti na vrednost nad 20 gnezdečimi pari.

## OCENA STANJA

Ocenjujemo, da je stanje glede velikosti gnezditvene populacije **dobro**.

## TREND

Razviden je trend **rasti** gnezditvene populacije, ki se je v zadnjih letih upočasnil.

## STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

## OCENA POMANKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Pomanjkljivosti ni.

## MERILO 1.3 Stanje populacije

*Kazalnik 1.3.1 Demografske značilnosti populacije (npr. struktura velikosti ali starosti, razmerje med spoloma, stopnje plodnosti, stopnje preživetja/umrljivosti)*

Zaradi pomanjkanja ali omejenega nabora podatkov kazalnika ni možno uporabiti in ovrednotiti.

*Kazalnik 1.3.2 Genetska struktura populacije, kadar je to potrebno*

Zaradi skopega in geografsko preveč omejenega nabora podatkov kazalnika ni možno uporabiti in ovrednotiti.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po merilih 1.1, 1.2 in 1.3**

- **REFERENČNE RAZMERE:** V smislu morskih travnikov referenčne razmere predstavlja prisotnost travnikov pozejdonke kot klimaksne združbe. Za opredelitev natančnih referenčnih razmer za vretenčarje bi bilo potrebno za vsako vrsto določiti nosilno kapaciteto okolja. Ta je odvisna od številnih ekoloških dejavnikov, ki doslej niso bili natančno analizirani. Zato je za obravnavane vrste referenčno stanje enako definiciji **dobrega** okoljskega stanja.
- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:**  
Za rumenonogega galeba je vrednost za **dobro** stanje prisotnost med 40 in 60 gnezdečih parov. Za navadno čigro je to prisotnost med 40 in 50 gnezdečih parov. Za malo čigro je pa med 20 in 30 gnezdečih parov. Za morske sesalce za zdaj ne moremo te meje postaviti, prav tako ne za morske želve. Za kolenčasto cimodocejo je meja med **dobrim** in **zmernim** stanjem postavljena glede na njeno globinsko razširjenost: **dobro** stanje dosega, če travnik uspeva vsaj do globine 5 m. **Dobro** stanje travnik pozejdonke dosega, če uspeva vsaj do 4 m globine in je ohranjena njegova sedanja razširjenost.
- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO:** 80 % obravnavanega območja za posamezno vrsto mora biti v **dobrem** stanju (expert judgment).
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA:** trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

## MERILO 1.4 Porazdelitev habitatov

### *Kazalnik 1.4.1 Območje porazdelitve*

#### OPIS

Slovensko morje je zelo plitvo in le izjemoma presega globino 25 m. Z geološkega vidika v globljem, osrednjem delu slovenskega morja, na dnu prevladuje pesek, sestavljen iz 80 % sipca biotskega izvora, zaradi katerega je vsebnost karbonata visoka (Ogorelec *in sod.*, 1991). Sediment v notranjosti Koprškega in Piranskega zaliva je sestavljen iz približno 60 % gline in mulja. Vsi glineni minerali izvirajo iz fliša v zaledju (Ogorelec *in sod.*, 1991). V plitvem slovenskem morju najdemo štiri glavne obrežne pasove: supralitoral, mediolitoral, infralitoral in cirkalitoral (Lipej *in sod.*, 2006). Po obsegu oz. površini je daleč največji cirkalitoralni pas, drugi pa so omejeni na neposredno bližino morskega obrežja, infralitoralnega večinoma manj kot 100 m od obale. Slovensko morje je del Tržaškega zaliva in s tem del najsevernejšega predela Sredozemskega morja, ki s svojimi posebnostmi (precejšnje nihanje slanosti, temperature, plitvost, velika resuspenzija) vpliva tudi na prisotne združbe in njihovo razporeditev. Velika večina habitatov je pod vplivom človekove dejavnosti.

#### PROSTORSKA PORAZDELITEV

1. **Kamnito dno v bibavičnem pasu (Littoral rock):** Mediolitoralne biocenoze opredeljujeta dva horizonta, in sicer zgornji in spodnji. Najpomembnejši sta biocenozi zgornjih mediolitoralnih skal in biocenoza spodnjih mediolitoralnih skal (Lipej *in sod.*, 2006). Podlaga: balvani, skale, kamni, terase. Biocenozi sta dobro razviti povsod, kjer je ohranjena naravna kamnita obala in na umetnih kamnitih obalah. **Trendi:** Zniževanje (Decreasing). Razširjenost biocenoz se manjša, zaradi pozidave obale. Dokazali smo, da so bentoške združbe podobne na naravni kamniti obali in na umetni kamniti obali, vendar se struktura združbe značilno spremeni na betonski obali (Orlando-Bonaca *in sod.*, 2012). Rezultati naše raziskave kažejo, da sta število vrst in abundanca najvišja na alohtonih skalah (srednja hidromorfološka sprememba) in se nižata tako na betonski obali (velika hidromorfološka sprememba) kot na naravni kamniti obali.



2. **Sedimentno dno v bibavičnem pasu (Littoral sediment):** Muljasti in peščeni poloji, lahko porasli s prevlekami alg in cianobakterij. Zajema biocenozo mediolitoralnega detritnega dna (Lipej *in sod.*, 2006). To so sestoji kritosemenk v brakičnih vodah zatokov, plitvin, opuščeni solinskih objektov in rečnih ustij. V slovenskem morju ima neenakomerno razširjenost. **Trendi:** Zniževanje (Decreasing). Razširjenost biocenoze se manjša, zaradi pozidave obale.
3. **Trdno dno infralitorala in cirkalitorala (Shallow sublittoral rock):** Podlaga: balvani, skale, kamni. Bentoške združbe živali in alg, ki naseljujejo dno obrežnih in globljih območij. V slovenskem morju ima neenakomerno razširjenost. Vzdolž kamnite obale, z izjemo območij, kjer je dno sedimentno in so v infralitoralu dominantne kritosemenke. Dominantni sta biocenoza fotofilnih alg in prekoraliogene formacije koraligene biocenoze (Lipej *in sod.*, 2006). Od 1 do 12 m globine. **Trendi:** Stabilna porazdelitev. Menimo, da se obseg teh združb trenutno ne manjša.
4. **Sedimentno dno infralitorala in cirkalitorala (Shallow sublittoral mixed sediment):** Muljevita, peščena in detritna podlaga. V slovenskem morju ima neenakomerno razširjenost. Vključuje biocenozo površinskih muljnatih peskov v zavetnih legah, evritermno in evrihalino biocenozo, travnik morske trave pozejdonke, biocenozo finozrnatih in dobro kalibriranih peskov, biocenozo obrežnega detritnega dna in biocenozo muljastega detritnega dna (Lipej *in sod.*, 2006). Od 1 m do 30 m globine. **Trendi:** Stabilna porazdelitev. Menimo, da se obseg teh združb trenutno ne manjša.
5. **Habitatni tip v vodnem stolpu:** zajema območje vodnega stolpca od površine do dna. **Trendi:** Stabilna porazdelitev. Menimo, da se obseg teh združb trenutno ne manjša.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Nizka (ni rednih meritev).

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

## OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Porazdelitev habitatnih tipov v mediolitoral in infralitoral slovenskega morja smo opisali na podlagi vzorčevanj v obdobju 1998-2011. Podatke za cirkalitoral smo pridobili le v letih 2010-2011. Potrebno bo opraviti temeljito kartografijo za natančno oceno območja porazdelitve.

### *Kazalnik 1.4.2 Vzorec porazdelitve*

Zaradi nerednih meritev in skopega nabora podatkov ni možno uporabiti in ovrednotiti kazalnika 1.4.2.

## MERILO 1.5 Velikost habitatov

### *Kazalnik 1.5.1 Območje habitatov*

## OPIS

1. **Kamnito dno v bibavičnem pasu (Littoral rock):** Vsaj 30 km dolžine obalne črte. Slika 1.1. **Trendi:** Zniževanje (Decreasing). Razširjenost habitata se manjša, zaradi pozidave obale.
2. **Sedimentno dno v bibavičnem pasu (Littoral sediment):** **Trendi:** Do 2 km dolžine obalne črte. Slika 1.2. **Trendi:** Zniževanje (Decreasing). Razširjenost habitata se manjša, zaradi pozidave obale.
3. **Trdno dno infralitorala in cirkalitorala (Shallow sublittoral rock):** Približno 10 km dolžine obalne črte. Sliki 1.3 in 1.4. **Trendi:** Stabilna velikost. Menimo, da se velikost habitata trenutno ne manjša.
4. **Sedimentno dno infralitorala in cirkalitorala (Shallow sublittoral mixed sediment):** Večji del Tržaškega zaliva. Slike od 1.5 do 1.10. **Trendi:** Stabilna velikost. Menimo, da se velikost habitata trenutno ne manjša.
5. **Habitatni tip v vodnem stolpu:** Cel Tržaški zaliv. **Trendi:** Stabilna velikost. Menimo, da se velikost habitata trenutno ne manjša.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Nizka (ni rednih meritev).

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

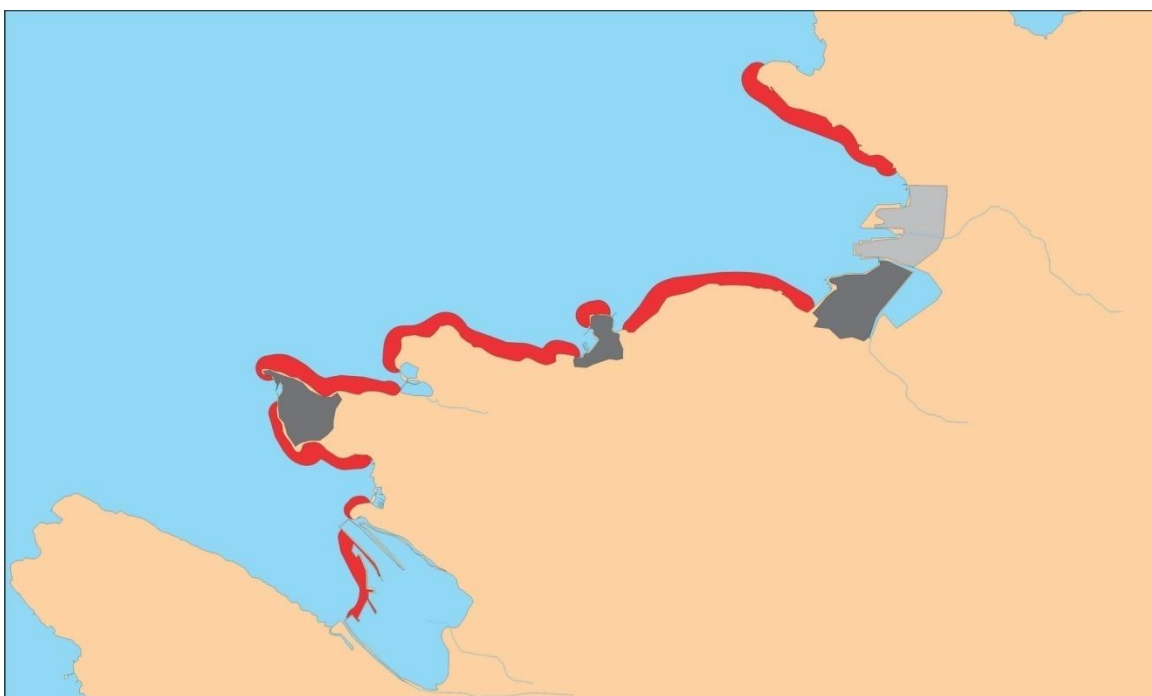
### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Velikost habitatnih tipov slovenskega morja smo opisali na podlagi vzorčevanj v obdobju 1998-2011. Za cirkalitoral smo pridobili ustrezne podatke šele v letih 2010 in 2011.

Potrebno bo opraviti temeljito kartografijo za natančno oceno velikosti habitatov.

### *Kazalnik 1.5.2 Obseg habitatov, kadar je to ustrezno*

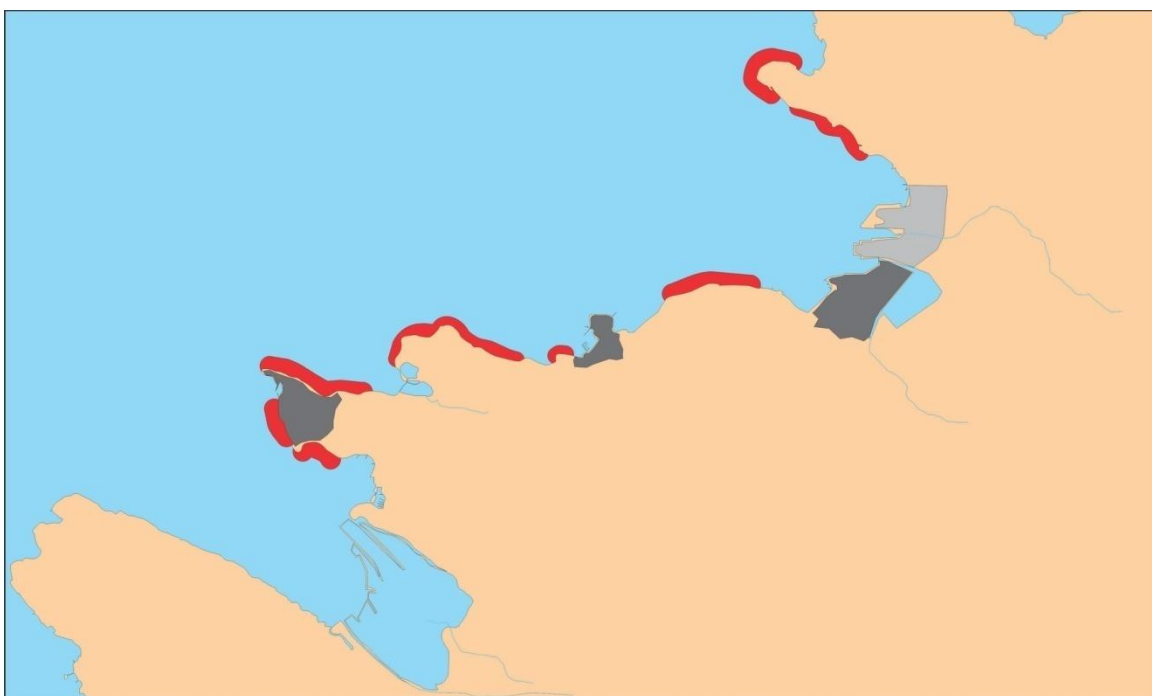
Zaradi nerednih meritev in skopega nabora podatkov ni možno uporabiti in ovrednotiti kazalnika 1.5.2.



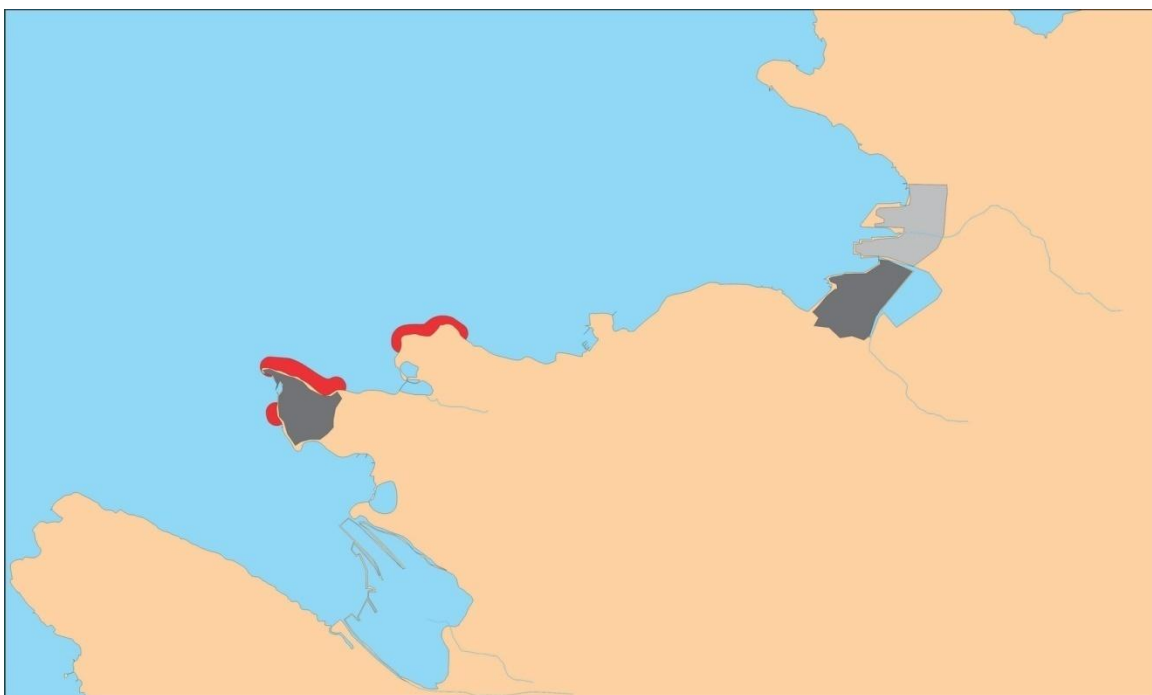
Slika 1.1: Razširjenost HT Kamnito dno v mediolitoralalu (povzeto po Lipej in sod., 2006).



Slika 1.2: Razširjenost HT Sedimentno dno v mediolitoralalu (povzeto po Lipej in sod., 2006).



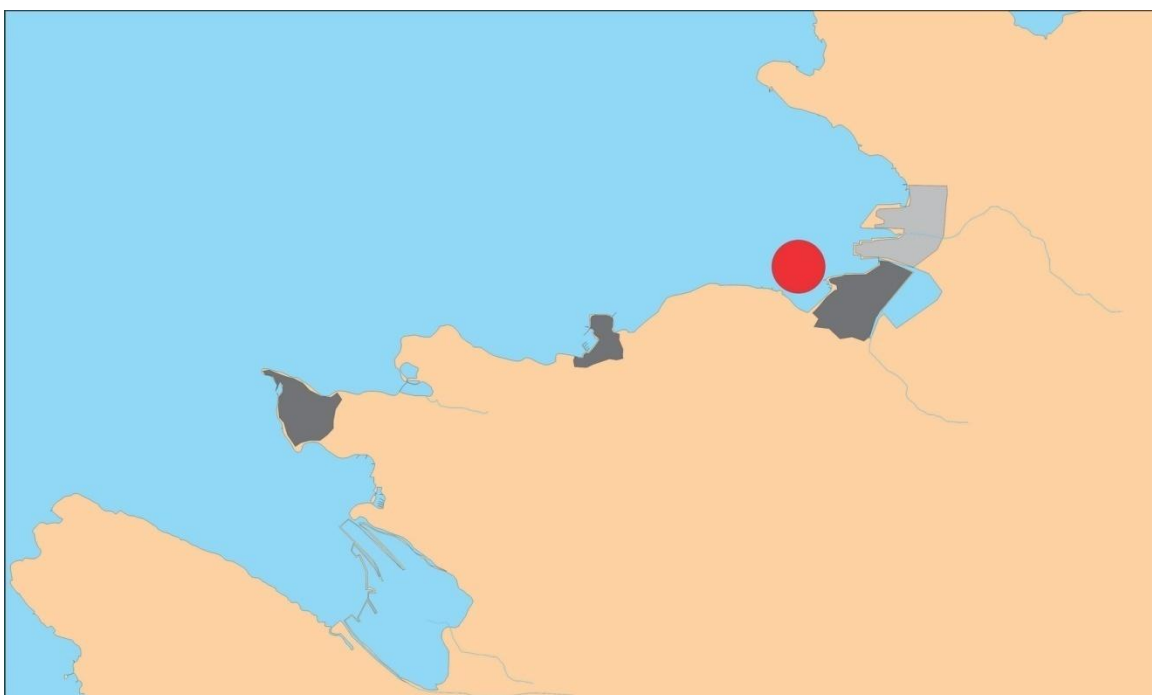
Slika 1.3: Razširjenost Biocenoze fotofilnih alg v infralitoralalu (povzeto po Lipej in sod., 2006).



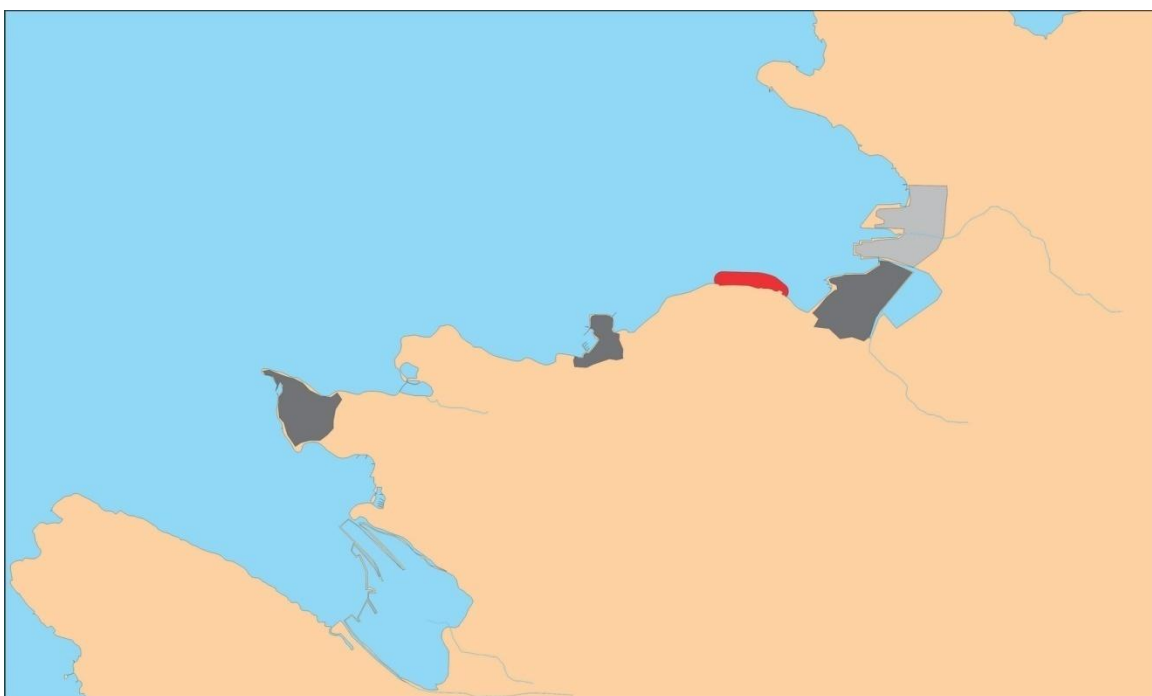
Slika 1.4: Razširjenost prekoraligena v infralitoralalu (povzeto po Lipej in sod., 2006).



Slika 1.5: Razširjenost Biocenoze površinskih muljnatih peskov v zavetnih legah - Asociacija s kolenčasto cimodocejo (povzeto po Lipej in sod., 2006).



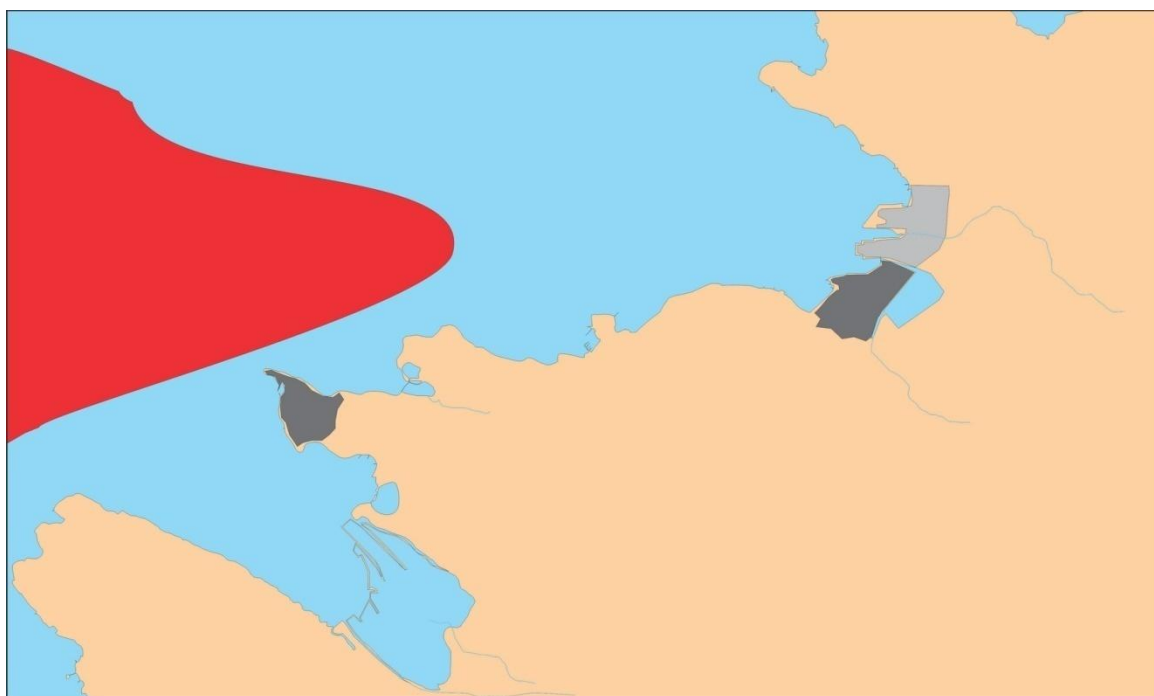
Slika 1.6: Razširjenost Evritermne in evrihaline biocenoze – Asociacija s pravo morskno travo (povzeto po Lipej in sod., 2006).



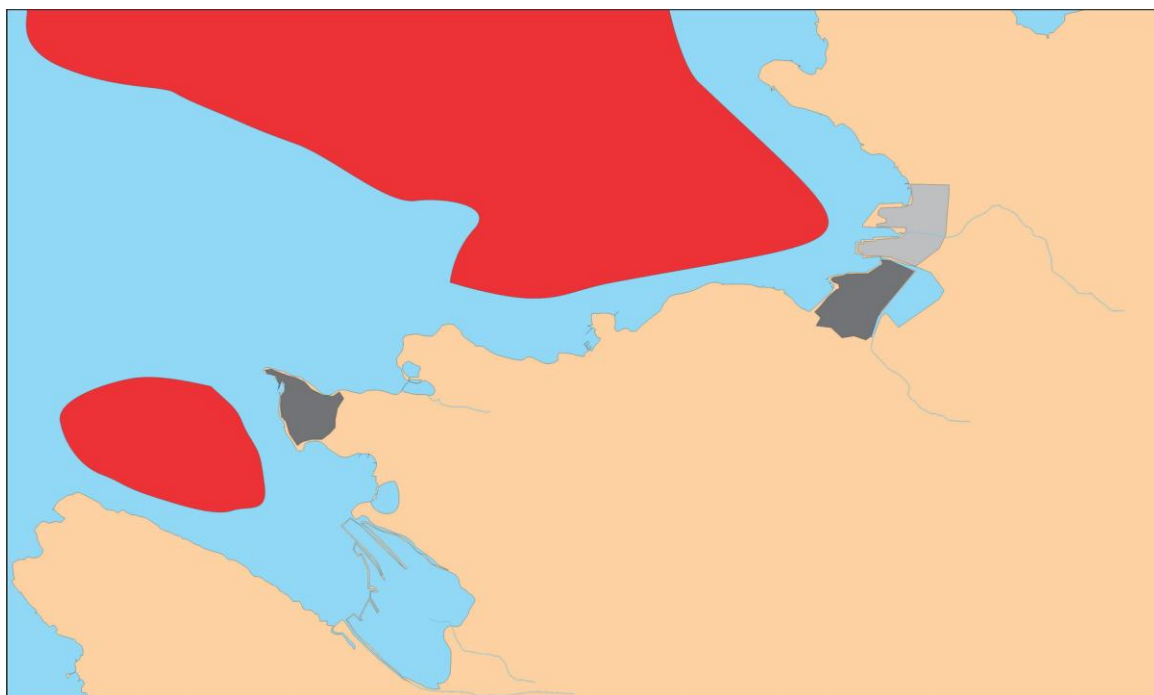
Slika 1.7: Razširjenost travnika pozejdonke (povzeto po Lipej in sod., 2006).



Slika 1.8: Razširjenost Biocenoze fino-zrnatih in dobro kalibriranih peskov, travnikov kolenčaste cimotoceje v infralitoralni (povzeto po Lipej in sod., 2000).



Slika 1.9: Razširjenost Biocenoze obrežnega detritnega dna (povzeto po Lipej in sod., 2006).



Slika 1.10: Razširjenost Biocenoze muljastega detritnega dna (povzeto po Lipej in sod., 2006).



## MERILO 1.6 Stanje habitatov

### *Kazalnik 1.6.1 Stanje tipičnih vrst in skupnosti*

#### OPIS

Stanje habitatnih tipov v slovenskem morju smo ovrednotili na podlagi vzorčevanj v obdobju 1998-2011.

#### **1. Kamnito dno v bibavičnem pasu (Littoral rock):**

Biotska raznovrstnost je v tem pasu nizka, zaradi velikega naravnega stresa, ki so mu podvrženi organizmi (izsuševanja, temperaturna nihanja, nihanja slanosti,...). Ta stres je večji v zgornjem mediolitoralu. V vzorcih iz leta 2008 smo našli 140 taksonov, pripadali pa so 6 različnim deblom: členonožci, mehkužci, kolobarniki, iglokožci, mahovnjaki in ožigalkarji. Od tega je bilo 36 taksonov (24 vrst) najdenih v zgornjem mediolitoralu, 131 takson (91 vrst) pa v spodnjem mediolitoralu. Zaradi zahtevnosti taksonomskega določanja, smo iz obdelav izpustili postarnice (Amphipoda), eno od najbolj abundantnih skupin. Največ taksonov v zgornjem mediolitoralu je iz debla členonožcev (14 taksonov), sledijo mehkužci (11 taksonov) in poliheti (9 taksonov), v spodnjem mediolitoralu je največ vrst iz debla mehkužcev (46 taksonov), sledijo mnogoščetinci (43) in členonožci (34). V zgornjem mediolitoralu so bili najbolj abundantno deblo členonožci (89 %), predvsem na račun rakov vitičnjakov. Naslednja najbolj abundantna skupina so bili mehkužci (9 %), predvsem na račun polžka *Littorina neritoides* in mladih školjk *Mytilus galloprovincialis*. V spodnjem mediolitoralu so bile najbolj številčne školjke (77 %), prdvsem na račun mladih školjk *Mytilus galloprovincialis*, sledijo pa členonožci (18 %), na račun amfipodov, rakov vitičnjakov (*Balanus perforatus*) in anisopodov (*Tanais dulongii*). Najbolj pogosta vrsta zgornjega mediolitorala je bil rak vitičnjak *Chthamalus montagui*, vse ostale vrste so se pojavljale v manj kot 50 % vzorcev. V spodnjem mediolitorali so bile najbolj pogoste vrste školjka *M. galloprovincialis*, enakonožec *Dynamene edwardsi* in rak vitičnjak *Balanus perforatus*. Povečevanje hidromorfoloških sprememb, od naravnih k čisto spremenjenim, vpliva na sestavo in abundanco v združbi nevretenčarjev. Bentoške združbe so podobne na naravni kamniti obali in na umetni kamniti obali, vendar se struktura združbe značilno spremeni na betonski obali. Število vrst in abundanca sta najvišja na alohtonih skalah (srednja

hidromorfološka sprememba) in se nižata tako na betonski obali (velika hidromorfološka sprememba) kot na naravni kamniti obali.

#### OCENA STANJA

Razvoj metodologije še ni zaključen, zato ne moremo zanesljivo oceniti stanja. Menimo pa, da se stanje habitata slabša, predvsem zaradi pozidave obale.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Nizka.

### **2. Sedimentno dno v bibavičnem pasu (Littoral sediment):**

Podatki za združbo nevretenčarjev izhajajo iz leta 2009, ko so potekala vzorčevanja za razvoj metodologije za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti obalne črte na podlagi bentoških nevretenčarjev, v skladu z zahtevami Vodne direktive. Analiza podatkov še ni zaključena.

#### OCENA STANJA

Razvoj metodologije še ni zaključen, zato ne moremo zanesljivo oceniti stanja. Menimo pa, da se stanje habitata slabša, predvsem zaradi pozidave obale.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Nizka.

### **3. Trdno dno infralitorala (Shallow sublittoral rock):**

Pri oceni stanja habitatnih tipov v infralitoralnem pasu smo uporabili vse naše zapise o sosledju različnih makro- in mikro-habitatnih tipov. Razvili smo indeks za oceno stanja habitatnih tipov v infralitoralu **I<sub>HT</sub>**, ki temelji na seštevku ocene treh dejavnikov in sicer: vegetacijske odeje, prostorske heterogenosti in gostote ustnač. Za opredelitev (makro in mikro) habitatnih tipov smo izhajali iz pričakovane **avtohtone vegetacijske odeje** v slovenskem morju na trdnem in pomičnem dnu. Uporabili smo dva kriterija: pokrovnost alg in trav, ter sukcesijske nize združb *Cystoseiretum* v številnih mikrohabitatnih nizih. Razvili smo tabelo z vrednostmi, ki po našem mnenju ustrezajo stanju vegetacije v slovenskem morju (Orlando Bonaca in sod., 2011). Tako smo združbe, kjer je kot dominanta nastopala cistozira (*Cystoseira compressa*, *C. barbata*), razdelili na tri različne mikrohabitatne tipe in sicer na:

zolo goste, goste in redke sestoje. Mikrohabitatne tipe, ki so bili poraščeni le z nizko blazinasto vegetacijo (s turfom) ali brez vegetacije, smo razdelili na temelju velikosti elementov podlage. Tako smo dobili niz od najbolj finih habitatnih tipov (npr. mivka) do največjih in masivnih, kot so orjaški balvani peščenjaka.

Drugi pomembni dejavnik je **prostorska heterogenost okolja**. To označuje pestrost mikrohabitatnih tipov na nekem dolžinskem intervalu. Za razvoj indeksa smo prostorsko heterogenost opredelili kot skupno število vseh mikrohabitatnih tipov (ne glede na to, ali so se pojavljali večkrat ali ne), ki so se pojavljali vzdolž transekta. Določili smo vrednost 50 preskokov kot zgornjo mejo možne prostorske heterogenosti na transektu.

Znane so mnoge raziskave, v katerih so potrdili, da je **obrežna ribja združba** dober indikator stanja okolja. To velja še posebej za nekatere skupine rib, ki so tesno povezane s cistozirami. Za razvoj indeksa smo uporabili vse razpoložljive podatke o gostoti ustnač (Labridae) na kamnitem dnu na 100 m<sup>2</sup> vertikalnih transektov.

Predlagani indeks za oceno stanja habitatnih tipov v infralitoralni coni temelji na seštevkcu ocene treh dejavnikov in sicer: vegetacijske odeje, prostorske heterogenosti in gostote ustnač.

$$I_{HT} = (V + Ph + G_k)/3$$

pri čemer je: ***V*** – ocena kakovosti vegetacije na transektu (od 0 do 1), ***Ph*** - ocena kakovosti prostorske heterogenosti na transektu (od 0 do 1), in ***G<sub>k</sub>*** - ocena kakovosti gostote ustnač (logaritmirani podatki) na transektu (od 0 do 1).

Vrednost indeksa je od 0 do 1, pri čemer pomeni vrednost blizu 0 slabo stanje, vrednost blizu 1 pa odlično stanje. Za potrebe Okvirne direktive o morski strategiji smo meje postavili ekvidistančno. **To pomeni, da je spodnja meja za Dobro okoljsko stanje postavljena na vrednost 0,60.**

**Tabela 1.1: Ocena stanja pregledanih transektov za habitatne tipe v infralitoralno slovenskega morja.**

lokacija	datum	$I_{HT}$
Punta (PI)	13.7.2010	0,84
pod cerkvijo (PI)	2.8.2007	0,79
pod cerkvijo (PI)	17.7.2008	0,79
KP-IZ Pozejdonka	19.7.2007	0,76
Ronek	18.8.2009	0,75
Svetilnik (IZ)	26.7.2007	0,75
Rtič Strunjan	11.6.2010	0,74
pod cerkvijo (PI)	27.7.2007	0,74
Levstikova (IZ)	26.7.2007	0,71
piransko obzidje (PI)	27.7.2007	0,69
Fiesa (PI)	6.8.2009	0,69
Belveder (IZ)	14.7.2010	0,68
Valdoltra	29.9.2008	0,66
Punta (PI)	20.8.2009	0,66
Punta (PI)	20.8.2009	0,63
KP-IZ Pozejdonka	19.7.2007	0,62
Pacug	12.10.2001	0,61
Fiesa (PI)	6.8.2009	0,61
Pacug	9.7.2010	0,58
Valdoltra	29.9.2008	0,58
KP-IZ Pozejdonka	19.7.2007	0,56
Piranček	1.8.1999	0,56
Bele skale	18.8.2009	0,55
Grand hotel Emona	30.7.2007	0,55
Fiesa (PI)	6.8.2007	0,55
Valdoltra	29.9.2008	0,55
tri vdove (PI)	24.7.2008	0,54
Piranček	31.7.2008	0,53
Merkur (IZ)	26.7.2007	0,52
pod ritko pri Ronku	23.7.2008	0,51
Piranček	1.8.1999	0,49
KP-IZ Pozejdonka	19.7.2007	0,47
Valdoltra	29.9.2008	0,44
Bele skale	8.7.2010	0,44
Pacug	12.7.2010	0,43
Jadranka (IZ)	26.7.2007	0,39

## OCENA STANJA

Z uporabo novega indeksa smo poskusno opredelili stanje na vertikalnih transektih, ki zajemajo infralitoralni pas v slovenskem morju (Tabela 1.1). Ob upoštevanju vseh razpoložljivih podatkov stanja habitatnih tipov v infralitoralno slovenskega morja lahko zaključimo, da je njihovo trenutno stanje na splošno **Dobro** (Orlando Bonaca in sod., 2011).

**Trendi:** Stanje združb je stabilno v infralitoralno.

## STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Srednja (ni rednega monitoringa).

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

## OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

V naslednjih letih bi morali indeks  $I_{HT}$  testirati na še večjem številu lokalitet in ga po potrebi še izpopolniti.

### **4. Sedimentno dno infralitoralno in cirkalitoralno (Shallow sublittoral mixed sediment):**

Vključuje združbo nevretenčarjev sedimentnega dna v globini od 7 do 10 m, za katero smo podatke pridobili iz vzorčevanj na 30 mestih vzdolž slovenske obale od leta 2006. Najdenih je bilo približno 280 vrst nevretenčarjev. Najbolj številčne vrste, kot so *Capitella capitata*, *Lumbrineris gracilis*, *Heteromastus filiformis*, *Corbula gibba* in *Tellina distorta* kažejo, da je to okolje nestabilno. Vzroki nestabilnosti okolja so me drugim visoka sedimentacija in resuspenzija, velike spremembe v slanosti in temperaturi in hipoksije. *Capitella capitata* je vrsta mnogoščetincev, ki je indikator močnega onesnaženja, število osebkov pa se tipično poveča zaradi vnosov ogljikovodikov in organske snovi. Tujerodnih vrst smo v vzorcih našli relativno malo (školjki *Scapharca (Anadara) inaequalis* in *Musculista senhousia*, ter rak vitičnjak *Balanus trigonus*) in tudi v zelo majhnih abundancah. Za vsa mesta je bil izračunan M-AMBI (multivariatni AMBI), ki se v Sloveniji uporablja za vrednotenje ekološkega stanja obalnega morja z nevretenčarji. Velika večina mest dosega vsaj dobro stanje, izrazito odstopanje je zaznano le na mestu VT3P1, za katerega je bilo ugotovljeno slabo stanje. Stanje nevretenčarjev sedimentnega dna v globini 7 do 10 m smo ocenili kot ***Dobro***. Med morskimi

cvetnicami največje in najgloblje travnike tvori kolenčasta cimodoceja (*Cymodocea nodosa*), v njih pa pogosto najdemo tudi manjše število šopov male morske trave (*Zostera noltei*). V slovenskem morju so travniki kolenčaste cimodoceje navzoči skoraj povsod, kjer je na globini od 0,5 m do 10 m peščeno dno. Za ocena stanja travnikov kolenčaste cimodoceje smo uporabili pristop Cymoskew grškega indeksa, ki temelji na dejstvu, da dolžina listov narašča od travnika, ki je v najboljšem ekološkem stanju do travnika, ki je v najslabšem ekološkem stanju. Indeks smo nadgradili in poimenovali MMskew (Orlando Bonaca in sod., 2011). Stanje petih travnikov kolenčaste cimodoceje (Debeli Rtič, Izola, Strunjan, Bernardin in Sečovlje) smo ocenili kot **Dobro**. Stanje travnika pozejdonke (*Posidonia oceanica*), ki smo ga že drugje opisali kot samostojni habitat, smo ocenili kot **Dobro**. **Stanje nevretenčarjev sedimentnega dna cirkalitorala (globina 14-22) ne moremo še opisati in oceniti, ker imamo premalo podatkov.**

#### OCENA STANJA

Menimo, da je stanje habitatov v sedimentnem infralitoralu **Dobro** in stabilno. Zaradi pomanjkanja podatkov in še ne finaliziranih rezultatov, trenutno **ni mogoče** zanesljivo ovrednotiti stanja habitatnih tipov v cirkalitoralu (glej kazalnik 6.2.2. b). Menimo pa, da je stanje stabilno.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Nizka (ni rednega monitoringa).

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Podatki za cirkalitoral so bili pridobljeni le v letih 2010 in 2011, zato je nujno potrebno v naslednjem desetletju nadgraditi podatkovno bazo za habitatne tipe v tem globinskem pasu in razviti primerno metodo za oceno stanja.

#### PRIORITETE ZA MONITORING

Predlagamo dva programa monitoringa. Prvi monitoring bi temeljil na uporabi nedestruktivnih potapljaških opazovalnih metod in bi vključeval habitatne tipe v kamnitem infralitoralu. Izvajali bi ga enkrat letno in sicer v pomladno-poletnem obdobju. Drugi

monitoring pa bi vključeval vzorčevanja habitatnih tipov v cirkalitoralu, enkrat letno (v pomladno-poletnem obdobju). Za monitoring v cirkalitoralu moramo še dodelati predlagano videometodo s sanmi, ki bo omogočila spremljanje in ovrednotenje stanja na čim bolj nedestruktiven način. S to metodo lahko v hitrem času pregledamo večja območja in natančno zaznamo razporeditev posameznih elementov na morskem dnu in strukturo tal.

## **5. Habitat vodnega stolpca:**

Razmere v habitatu vodnega stolpca pogojujejo večji sladkovodni dotoki s severozahodne obale skupaj s topografijo dna, atmosferskimi vplivi in izmenjavo vodnih mas. Za vodni stolpec je značilna velika spremenljivost med letom. Razpon temperature je v površinskem sloju velik: od okoli 6°C pozimi do preko 28°C poleti; ob dnu pa so letni razponi temperature nižji, zlasti še v predelih globljih od 20 m. V hladnem delu leta je vodni stolpec praviloma premešan, spomladi pa se zaradi segrevanja vode na površini prične razslojevati. Poleti se razslojenost še stopnjuje, termoklina se večinoma vzpostavi na globini med 10 in 14 metri. Močan veter (npr. burja) lahko vodni stolpec premeša v nekaj urah. Velik vpliv na značilnosti vodnega stolpca Tržaškega zaliva imajo tudi pritoki rek, predvsem reke Soče. Ob visokih pretokih, ki so običajno v aprilu in med oktobrom in novembrom, lahko zasledimo vpliv reke Soče po velikem delu Tržaškega zaliva. Zaradi sladkovodnih pritokov so velika nihanja slanosti značilna predvsem za površinski sloj (17 - 39). Povečani sladkovodni vnosi (reke, padavine) in taljenje snega pomembno prispevajo k padcu površinske slanosti (<28) v pozno spomladanskem - poletnem obdobju. Znižanje slanosti v jesenskem času pa je po navadi posledica obilnih padavin. Ob dnu so slanosti višje in manj spremenljive, praviloma nad 37. Reke v severni Jadran prinašajo veliko hranilnih snovi, zato je območje tradicionalno veljalo za eno najbolj produktivnih v celotnem Sredozemskem morju. Omejitev rabe fosfatov v detergentih v poznih 80-tih letih, izgradnja komunalnih čistilnih naprav in padec pretokov rek v zadnjem desetletju vplivajo na oligotrofikacijo Tržaškega zaliva kot tudi celotnega severno-jadranskega bazena. Fizikalne značilnosti vodnega stolpca, skupaj z nihanjem alohtonega vnosa hranilnih soli, vplivajo na sezonska in medletna nihanja sestave in abundance planktonskih združb. Na značilnosti vodnega stolpca in na spremembe planktonske združbe pomembno vpliva tudi kratek čas izmenjave vodne mase v Tržaškem zalivu, ki je 10 do 22 dni. Vodni stolpec Tržaškega zaliva naseljuje nanoflagelatno-diatomejska združba

fitoplanktona. Sezonska dinamika fitoplanktona je v največji meri odvisna od koncentracij hranil in razslojenosti vodnega stolpca, to pa se odraža v dveh ujemajočih se letnih viških klorofilne biomase in abundance fitoplanktona. K prvemu, daljšemu zimsko-pomladnemu višku največ doprinesejo nanoflagelati, ki tudi sicer prevladujejo v fitoplanktonski združbi. Nasprotno imajo ob drugem, novembrskem višku običajno največji delež diatomeje, ki v fitoplanktonski združbi prevladajo le ob občasnih cvetenjih. Nižji rečni pretoki, značilni za zadnje desetletje, se odražajo v višji slanosti in upadanju koncentracij nitrata in silikata, posledično pa do sprememb prihaja tudi v fitoplanktonski združbi (nižja biomasa, spremembe strukture). Za oceno stanja fitoplanktona v slovenskem morju smo uporabili dva indeksa: koncentracija klorofila *a* (večletno geometrijsko povprečje v površinskem sloju), ki mora biti nižja od 1,57 µg/L, in indeks visokih abundanc fitoplanktona ( $I_E$ ), ki ne sme presežati vrednosti 18 % za dobro stanje. Zooplankton Tržaškega zaliva ima značilnosti, ki so sorodne ostalim obalnim območjem Jadranskega morja. Opredeljuje ga velik delež meroplanktona (organizmi, ki v planktonu preživijo del življenjskega ciklusa) in vrste s široko ekološko toleranco. Najštevilčnejša skupina so ceponožni raki (Copepoda) razen poleti, ko prevladuje vodna bolha *Penilia avirostris*. Med ostalimi skupinami so pomembni planktonski ožigalkarji (hidromeduze in cevkači), ščetinočeljustnice ter planktonski plaščarji. Med meroplanktonskimi organizmi so najbolj pogoste ličinke mehkužcev, rakov in iglokožcev, ki lahko ob viških spomladi in jeseni predstavljajo do tretjine celotne abundance zooplanktona. V skladu z nihanjem sestave planktona se sezonsko spreminja tudi zooplanktonska biomasa. Za oceno stanja zooplanktona v slovenskem morju smo uporabili zooplanktonsko biomaso, izraženo kot suha masa (večletno geometrijsko povprečje), ki ne sme presežati vrednosti 17,8 mg/m<sup>3</sup>.

### OCENA STANJA

V slovenskem morju fizikalno-kemijske značilnosti vodnega stolpca ne odražajo prekomernega bogatenja s hranilnimi snovmi; koncentracije hranilnih snovi in razmerja med njimi omogočajo razvoj značilne nanoflagelatno-diatomejske združbe fitoplanktona z značilno sezonskostjo. V vodnem stolpcu ne prihaja do prekomernih cvetenja fitoplanktona, ta pa ne poslabšujejo prosojnostnih razmer. Zooplanktonski organizmi imajo značilen sezonski razvoj, v skladu z nihanjem sestave zooplanktona se sezonsko spreminja tudi njihova biomasa. Če upoštevamo značilnosti fitoplanktona in zooplanktona je stanje habitata



vodnega stolpca **Dobro** in v zadnjih letih stabilno. Vendar se v zadnjem desetletju uhati klobučnjak pojavlja bolj pogosto, masovno pojavljanje pa traja dlje časa. Po mnenju strokovnjakov stanje habitata vodnega stolpca glede na kazalnik, ki obravnava meduze, **ni dobro**, in se še poslabšuje.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Skupna stopnja zanesljivost ocene je srednja, saj je za fitoplankton ocena z visoko zanesljivostjo zaradi dolge časovne serije in precejšnje prostorske pokritosti s podatki, za zooplankton je srednja zaradi majhne prostorske pokritosti s podatki (le ena postaja), za meduze pa nizka, ker imamo podatke le o prisotnosti.

Not calculated but based on surveys/monitoring and trend analysis with long time series (zooplankton, fitoplankton in meduze samo prisotnost), good spatial resolution (samo za fitoplankton) and low/acceptable variability.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Nujen je neprekinjen večletni monitoring. Za fitoplankton manjkajo podatki za ozki priobalni pas, kjer bi lahko mestoma zasledili probleme. Za pravilno vrednotenje  $I_E$  nujno spremljanje vrstne sestave na vseh postajah, uporaba podatkov iz območij z drugačnim trofizmom. Manjkajo podatki za ozki priobalni pas, kjer bi lahko mestoma zasledili probleme. Za zooplanktonska biomaso bi bilo za pravilno vrednotenje nujno spremljanje vrstne sestave na večjemu številu vzorčnih mest. Pri meduzah pa je največja pomanjkljivost, da nimamo kvantitativnih dolgoročnih podatkov.

*Kazalnik 1.6.2 Relativna številčnost in/ali biomasa populacije, če je to primerno*

#### OPIS

Za potrebe Vodne direktive smo uporabili številčnost in biomaso (ponekod pokrovnost) pri vrednotenju ekološkega stanja na podlagi fitoplanktona, nevretenčarjev in makroalg. Za potrebe Okvirne direktive o morskii strategiji smo nadgradili vzorčevanja za te biološke elemente še na drugih predelih slovenskega morja. Menimo, da so podatki za fitoplankton in makroalge najbolj uporabni pri pravilni oceni deskriptorja 5, vezanega na eutrofikacijo. Poleg tega so rezultati za makrolage, skupaj s tistimi o nevretenčarjih, ključnega pomena pri

deskriptorju 6, predvsem pri merilu 6.2 (Stanje bentoške skupnosti). Zato menimo, da ni potrebno kazalnik 1.6.2 posebej obravnavati pri merilu 1.6.

#### *Kazalnik 1.6.3 Fizikalni, hidrološki in kemijski pogoji*

Ocena fizikalnih, hidroloških in kemijskih pogojev je podrobno podana pri deskriptorjih 5 in 7. Zato menimo, da ni potrebno kazalnika 1.6.3 posebej obravnavati pri merilu 1.6.

Fizikalni, hidrološki in kemijski pogoji za habitat vodnega stolpca so obravnavani hkrati s Stanje tipičnih vrst in skupnosti v vodnem stolpcu pri kazalniku 1.6.1.

### MERILO 1.7 Struktura ekosistemov

#### *Kazalnik 1.7.1 Sestava in sorazmerni deleži sestavnih delov ekosistemov (habitati in vrste)*

#### OPIS

Za potrebe Vodne direktive smo uporabili tudi taksonomsko sestavo skupin pri vrednotenju ekološkega stanja na podlagi fitoplanktona, nevretenčarjev in makroalg. Za te biološke elemente smo vzorčevanja dopolnili na drugih predelih slovenskega morja, v okviru implementacije Okvirne direktive o morski strategiji. Taksonomsko sestavo spremljamo tudi za določene skupine zooplanktona in obrežne ribje združbe. Menimo, da so podatki za fitoplankton in makroalge najbolj uporabni pri pravilni oceni deskriptorja 5, vezanega na eutrofikacijo. Rezultati za makrolage so, skupaj s tistimi o nevretenčarjih, ključnega pomena tudi pri deskriptorju 6, predvsem pri merilu 6.2 (stanje bentoške skupnosti). Podatek o sestavi zooplanktona je uporaben predvsem pri deskriptorju 4 (prehranjevalni spleti), medtem ko je sestava ribje združbe ključnega pomena pri deskriptorju 3. Zato menimo, da ni potrebno kazalnika 1.6.2 posebej obravnavati pri merilu 1.6.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po merilih 1.4, 1.5, 1.6 in 1.7**

- **REFERENČNE RAZMERE:** Za mediolitoral: kamnita podlaga (avtohtona, alohtona). Visoka pokrovnost rjave alge *Fucus virsoides* na tistih odsekih obale, kjer je trenutno prisotna (na skalah ob travniku pozejdonke, na skalah ob izolskem svetilniku in v Simonovem zalivu, ter na skalah ob Sečoveljskih solinah).

Za infralitoral: V primeru kolenčaste cimodoceje imajo listi v referenčnih razmerah najkrajšo dolžino (v povprečju okoli 11 cm), frekvenčna porazdelitev dolžine listov pa je ln-normalna;  $MMSkew < 0,15$ . Za pozejdonko je to gostota šopov nad  $1100$  šopov/m<sup>2</sup>. Za habitatne tipe v kamnitem infralitoralu: IHT vrednosti nad 0,80. V referenčnih razmerah v združbi makroalg v zgornjem infralitoralu prevladujejo vrste iz rodu *Cystoseira*; EEIc vrednosti nad 8,9. Gostota usnač mora biti nad 50 osebkov/100m<sup>2</sup> transekta. Referenčne vrednosti za bentoške nevretenčarje mehkega sedimentnega dna v globini 7-10 m so definirane za posamezne metrike: AMBI = 1,34; Shannon Wienerjev diverzitetni indeks  $H' = 5,87$ ; število ugotovljenih vrst  $S = 91$ .

Za habitat vodnega stolpca so referenčne razmere naslednje: koncentracija klorofila *a* je okoli 0,15 µg/L (referenčne razmere za Jadransko morje, ugotovljene na podlagi modeliranja), fitoplankton se preko leta prekomerno ne namnoži ( $I_E = 8\%$ ), meduze imajo periodičnost pojavljanja 8 – 12 let.

**MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:** Obseg in razporeditev habitatov sta v skladu s trenutno ocenjenim stanjem. Redki in ogroženi habitati so vključeni v obstoječo zakonodajo in so zaščiteni na ravni, predvideni v taki zakonodaji. Habitati vključujejo celoten obseg funkcionalnih skupin vrst. Raznoverstnost, v okviru funkcionalnih skupin vrst, se ohranja. Zagotovljeno je preživetje za populacije zelo mobilnih vrst. Predvidene spremembe v habitatih in vrstnih sestavah morajo biti pravilno ocenjene in v naprej dogovorjene. Novi habitati, ki so posledica človekovih dejavnosti, ne smejo povzročiti splošnega zmanjšanja funkcionalnosti ali biološke raznoverstnosti območja.

Za infralitoralne habitatne tipe je stanje še vedno **Dobro**, dokler so prisotni gosti in/ali redki sestoji cistozir in/ali sestoji vrst *Halopithys incurva* in/ali *Alsidium corallinum*,

ter redki travniki cimodoceje. Gostota ustnač nad 25 osebkov na 100 m<sup>2</sup> vertikalnega transekta. V habitatu vodnega stolpca je stanje dobro, ko je večletno geometrijsko povprečje klorofila *a* manjše od 1,57 µg/l, indeks  $I_E$  ne sme presegati 18 %, zooplanktonska biomasa (večletno geometrijsko povprečje) ne sme presegati 17,8 mg/m<sup>3</sup>.

- % OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO: 80 % slovenskega morja mora biti v dobrem stanju (expert judgment).
- PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA: trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

## 2. DESKRIPTOR: NEAVTOHTONE VRSTE

**Deskriptor 2: Neavtohtone vrste, ki so posledica človekovih dejavnosti, so na ravneh, ki ne škodujejo ekosistemu.**

»Opredelitev in presoja poti in načinov razširjanja tujerodnih vrst, kot posledica človekove dejavnosti, iz začetne presoje, sta pogoj za preprečevanje, da bi te vrste, uvedene kot posledica človekove dejavnosti, dosegle raven razširjenosti, ki bi škodljivo vplivala na ekosisteme, in za ublažitev vseh možnih vplivov. Pri začetni presoji je treba upoštevati, da je uvedba nekaterih vrst kot posledica človekove dejavnosti že urejena na ravni Unije, da se oceni in zmanjša njihov možen vpliv na vodne ekosisteme, ter da je uporaba nekaterih tujerodnih vrst v ribogojstvu že dalj časa običajna praksa in je v zvezi s tem že treba pridobiti dovoljenje v skladu z veljavnimi uredbami. Še vedno niso znani vsi vplivi tujerodnih vrst na okolje. Potreben je dodaten znanstveni in tehnični razvoj za razvoj potencialno uporabnih kazalcev, zlasti v zvezi z vplivi invazivnih tujerodnih vrst (kot so indeksi biološkega onesnaženja), ki so še vedno glavna težava pri doseganju dobrega okoljskega stanja. Prednostna naloga v zvezi s presojo in spremljanjem je povezana z opredelitvijo stanja, kar je pogoj za presojo obsega vplivov, vendar sama po sebi ne določa doseganja dobrega okoljskega stanja za zadevni deskriptor.«

## MERILO 2.1 Številčnost in opredelitev stanja neavtohtonih vrst, zlasti invazivnih vrst

*Kazalnik 2.1.1 Trendi glede številčnosti, časovni pojav in prostorska porazdelitev neavtohtonih vrst v naravi, zlasti invazivnih neavtohtonih vrst, predvsem na področjih tveganja, v zvezi z glavnimi potmi in načini za širjenje teh vrst*

### NAJPOMEMBNEJŠI VIRI VNOSOV TUJERODNIH VRST

Sredozemsko morje izmenjuje vodo z Atlantskim oceanom, Črnim ter Rdečim morjem. Povezava vode preko Sueškega prekopa ni naraven pojav. Prekop je bil zgrajen leta 1869 in od takrat se je veliko število živalskih in rastlinskih tropskih vrst naselilo v Sredozemsko morje; nekatere od njih so prispele tudi do slovenskega morja. Vsem tem vrstam pravimo lesepske selivke (Galil, 1994).

Med drugimi vektorji vnosa so balastne vode najmanj selektiven način prenosa organizmov iz ekološkega in taksonomskega vidika (Carlton in Geller, 1993). Plovilo, natovorjeno z balastno vodo, vsebuje tudi v njej navzoče morske organizme, predvsem planktonske. Ves ta tovor bo potem prevažalo s seboj v novo okolje, v katerega izprazni balastne tanke in s tem tudi omenjene organizme. Večina le teh bo med potjo poginila, nekateri najbolj vzdržljivi pa bodo preživeli.

Plovila prevažajo organizme tudi na svojem trupu in dnu (Ribera in Boudouresque, 1995). Da bi preprečili njihovo pritrjanje, so leta 1972 barvam za plovila dodali tributilkositer (TBT). Ta sestavina se je izkazala kot zelo strupena za nekatere vrste mehkužcev in alg, zato so jo v devetdesetih letih prepovedali za barvanje plovil, manjših od 25 metrov (Gollasch in Leppäkoski, 1999). Ker pa niso našli boljše alternative, se TBT še vedno uporablja kot protipritrjevalno sredstvo pri večjih plovilih.

Ne nazadnje, so bile nekatere ekonomsko pomembne tujerodne vrste namerno vnesene za potrebe marikulture. Poleg organizmov, namenjenih za gojenje, so v novo okolje nenamerno prispele tudi »spremljajoče vrste« (Zibrowius, 1994; Ribera in Boudouresque, 1995; Gollasch in Leppäkoski, 1999).

## ŠTEVILČNOST, ČASOVNO POJAVLJANJE IN PROSTORSKA PORAZDELITEV

V slovenskem morju je bilo ugotovljenih najmanj 17 vrst tujerodnih rastlin in živali (Tabela 2.1; Lipej in sod., 2012). Ta številka je gotovo podcenjena, saj je v bližnjem Beneškem zalivu znatno več tujerodnih vrst (glej npr. Mizzan, 1999). Na nivoju pod-regije *Jadransko morje* so Zenetos in sod. (2010) poročali o 180 tujerodnih vrstah.

V prvi polovici 90-tih let je bila kot tujerodna vrsta v južnem Jadranu zabeležena atlantska miljka *Muggiaea atlantica* (Gamulin in Kršinić, 2000), leta 2001 pa smo jo našli tudi v Tržaškem zalivu (Miloš in Malej, 2005). Ta vrsta je vzpostavila stalno populacijo in sedaj sta obe vrsti rodu *Muggiaea* (*M. kochi* in *M. atlantica*) prisotni s podobno abundanco, povsod v slovenskem morju. Ocene ali je ta sprememba vplivala na prehranjevalni splet nimamo.

V Tržaškem zalivu smo zabeležili tudi prisotnost invazivne vrste rebrače *Mnemiopsis leidyi* (Shiganova in Malej, 2009), ki se v zadnjem desetletju masovno pojavlja tudi v nekaterih delih Sredozemskega morja, vendar pri nas (za enkrat) ni vzpostavila trajne populacije. V zadnjih letih pri rednih vzorčevanjih vrste nismo zabeležili.

Jeseni 2005 smo v slovenskih vodah potrdili prisotnost še ene tujerodne vrste rebrač: *Beroe ovata sensu* Mayer, 1912 (Shiganova in Malej, 2009). Z visoko stopnjo zanesljivosti zaključujemo, da gre za tujerodno vrsto, ki je v Sredozemsko morje prispela iz Črnega morja, verjetno z balastnimi vodami. Ocene o sedanji razširjenosti nimamo.

Povečanje pomorskega prometa med Sredozemskim morjem in Daljnim vzhodom, ki je sledilo odprtju Sueškega prekopa, in uvoz indo-pacifiških vrst za potrebe marikulture, sta omogočila širjenje tujerodnih mehkužcev v severni Jadran (De Min in Vio, 1998). V slovenskem morju so tako prisotne sledeče vrste: *Rapana venosa*, *Bursatella leachii*, *Anadara inaequalvis*, *Ruditapes (Tapes) philippinarum* in *Crassostrea gigas* (Orlando Bonaca, 2001). Za vrsti *R. venosa* in *A. inaequalvis* lahko poročamo, da so podatki o obeh vrstah maloštevilni in neredni. Vrste *B. leachii*, *R. philippinarum* in *C. gigas* se pa pojavljajo v večjem številu v nekaterih predelih slovenskega morja. Pred kratkim je bila potrjena tudi najdba vrste mehkužca *Arcuatula senhousia* (predhodno *Musculista senhousia*, Mavrič in sod., 2010) in plaščarja *Didemnum lahilei* (Lipej, os. sporočilo).

Tabela 2.1: Tujerodne vrste, ugotovljene v slovenskem morju (prirejeno po Lipej, 2009). (A - Pojavljanje: 1 – posamezni osebki, 2 – 2-3 osebki, 3 – 3-10 osebkov, 4 – > 10 osebkov letno, 5 – pogost; B – Število lokalitet: 1 – ena, 2 – nekaj, 3 – povsod), C – izvorno območje, D – prvi zapis ali opazovanje v Sloveniji, E – Vektor vnosa: LS – lesepska selivka, MA – marikultura, BV – balastne vode, OB – obrast, NV – namerni vnos, ? – vektor vnosa neznan, F – literaturni vir (prvi zapis).

Vrsta	A	B	C	D	E	F
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	4	2	Črno morje	2005	BV	Shiganova in Malej, 2009
<i>Beroe ovata</i>	4	2	Črno morje	2005	BV	Shiganova in Malej, 2009
<i>Muggiaea atlantica</i>	5	2	Atlantik	2001	BV	Miloš in Malej, 2005
<i>Anadara inaequalis</i>	3	2	Indo-Pacifik	?	BV	De Min in Vio, 1997
<i>Arcuatula senhousia</i>	5	2	Indo-Pacifik	2011	BV	Mavrič in sod., 2010
<i>Bursatella leachi</i>	5	2	Rdeče morje	2001	LS	Lipej in sod., 2008b
<i>Crassostrea gigas</i>	5	2	Japonska	?	MA	De Min in Vio, 1998
<i>Rapana venosa</i>	4	2	Japonska	?	BV	De Min in Vio, 1998
<i>Ruditapes philippinarum</i>	5	1	Indo-Pacifik	?	MA	Lipej, 1994
<i>Ficopomatomus enigmaticus</i>	5	2	Južna polobla	1984	OB	Avčič, 1984
<i>Didemnum lahillei</i>	1	1		2010	?	Lipej, os. sp.
<i>Gambusia holbrooki</i>	5	2	Srednja Amerika	?	NV	Leiner in sod., 1995
<i>Terapon theraps</i>	1	1	Indo-Pacifik	2007	LS	Lipej in sod., 2008a
<i>Asparagopsis armata</i>	5	2	Avstralija	1991	MA	Richter, os. sporočilo
<i>Bonnemaissonia hamifera</i>	5	2	Pacifik	1995	MA	Richter, os. sporočilo
<i>Codium fragile</i> subsp. <i>fragile</i>	5	3	Pacifik	1992	BV	Munda, 1992
<i>Ulva scandinavica</i>	5	2	Švedska	1998	?	Battelli in Tan, 1998



Crocetta (2011) sicer poroča še o dveh tujerodnih vrstah mehkužcev v Tržaškem zalivu in slovenskem morju (*Anadara transversa* in *A. kagoshimensis*), vendar raziskovalci Morske biološke postaje teh vrst nismo nikoli zasledili in nam nista znani niti iz predhodno objavljene znanstvene literature.

Mnogoščetinec *Ficopomatus enigmaticus* je bil prvič opažen v Krajinskem parku Sečoveljske soline (Avčin, 1984). Ta vrsta izvira iz južne poloble in je najverjetneje prispela v slovensko morje pritrjena na ladijskih trupih. Pojavlja se v Sečoveljskih solinah in v Škocjanskem zatoku, kjer tvori večje biogene formacije.

V obalnih mokrišč severnega Jadrana že desetletja domuje tujerodna vrsta rib, *Gambusia holbrooki*. Pripeljali so jo iz Srednje Amerike (Nico in Fuller, 2012) zato, da bi rešila probleme s komarji (Leiner in sod., 1995, Marčeta, 1999). Prisotna je v slovenskih obrežnih mokriščih.

Tujerodno ribo, *Terapon theraps*, so ulovili v Piranskem zalivu julija 2007 (Lipej in sod., 2008a). Gre za edino najdbo te vrste v Sredozemskem morju, ter za prvi podatek o lesepski ribji vrsti v slovenskem morju.

Leta 1995 so v slovenskem morju prvič opazili nitast tetrasporofit (fazo *Trilliella*) rdeče alge *Bonnemaisonia hamifera* (M. Richter, os. sporočilo). Ta vrsta izvira iz Pacifika in je bila verjetno zanesena s školjkami iz Japonske (Gollasch, 2006). V zadnjem desetletju med rednimi vzorčevanji alg v slovenskem morju nismo zabeležili njene prisotnosti. Dr. Annalisa Falace iz Univerze v Trstu, te vrste v italijanskem delu Tržaškega zaliva ni uspela potrditi (os. sporočilo). Zaključujemo, da ne moremo potrditi prisotnosti te tujerodne vrste v slovenskih vodah (Orlando Bonaca, 2010).

Battelli in Tan (1998) sta prvič poročala o prisotnosti zelene alge *Ulva scandinavica* v slovenskih obalnih vodah in v Jadranskem morju. Pred tem je bila vrsta, ki izvira iz Švedske in Norveške, zabeležena v Sredozemskem morju le na zahodni in južni obali Italije. Po letu 1998, prisotnost te vrste v Sredozemlju ni bila nikoli več potrjena. Ne nazadnje, smo pri pregledu dveh pomembnih svetovnih podatkovnih baz, AlgaeBase (Guiry in Guiry, 2012) in WoRMS (Appeltans in sod., 2011) ugotovili, da je ime *Ulva scandinavica* taksonomski sinonim vrste *Ulva rigida*. Tujerodna vrsta s tem imenom torej ne obstaja (Orlando Bonaca, 2010).

Rdeča alga *Asparagopsis armata* izvira iz Avstralije in/ali Nove Zelandije in je bila nehote zanesena v Sredozemsko morje z ostrigami (Ribera in Boudouresque, 1995). Leta 1991 je bil

tetrasporofit te vrste (faza *Falkenbergia rufolanosa*) prvič zabeležen v slovenskih obalnih vodah in v severnem Jadranu (M. Richter, os. *sporočilo*). Šest let kasneje so njen gametofit zabeležili tudi v hrvaških vodah, pri Senju (M. Richter, os. *sporočilo*). Nazadnje smo tetrasporofit vrste *A. armata* našli v poletnih mesecih leta 2008, v plitkih vodah pri Izolski marini in ob rtu Ronek (Orlando Bonaca, 2010). Vrsto so prvič zasledili v Tržaškem zalivu že leta 1978 (Giaccone, 1978). Falace je poročala, da tetrasporofit vrste *A. armata* pogosto opazijo v italijanskih vodah Tržaškega zaliva (Falace, 2000).

Prisotnost podvrste *Codium fragile* subsp. *fragile* (kot *Codium fragile* subsp. *tomentosoides*) je v slovenskih vodah prvič opazila Munda (1992), poleg tega je bila večkrat potrjena v naslednjih letih (Munda, 1993; Battelli in Vukovič 1995; Battelli, 1996, 2000). Ta zelena alga izvira iz Tihega oceana in se je verjetno razširila v nova okolja zaradi nenamernega vnosa (pritrjena na lupine školjk, pritrjena na ladijskih trupih ali v obliki spor v balastnih vodah). Med rednimi vzorčevanji makroalg v slovenskem morju smo *C. fragile* subsp. *tomentosoides* našli v poletnih mesecih leta 2006 in 2010 pri rtu Madona (Orlando Bonaca in sod., 2008a, Orlando Bonaca, 2010). V letu 2010 smo zabeležili višjo gostoto (povprečna gostota 4 steljke m<sup>-2</sup>) te vrste v globinskem pasu od 1 do 1,5 metra. V italijanskem delu Tržaškega zaliva so *C. fragile* subsp. *fragile* prvič opazili leta 1988 (Godini in Avanzini, 1988). Sedaj je podvrsta v severnem delu zaliva pogosta (Falace, 2000; Ceschia in sod., 2007).

Na podlagi zgornjih podatkov lahko zaključimo, da se je večina tujerodnih organizmov pojavila le v maloštevilnih primerih. Za nekaj vrst lahko trdimo, da so v novem okolju že uveljavljene vrste. To velja npr. za cevkaša *M. atlantica*, japonsko ostrigo (*C. gigas*), filipinsko vongolo (*R. philippinarum*) in školjko *A. senhousia*, za polža vrste *B. leachi* in *R. venosa*, za gambuzijo (*G. holbrooki*) ter za sesilnega mnogoščetinca *F. enigmaticus*. Med algami lahko kot ustaljeno prištevamo zeleno algo *C. fragile* subsp. *fragile*.

## OCENA STANJA

Šele v zadnjih dvajsetih letih se v slovenskem morju pojavljajo zapisi o tujerodnih organizmih. Za zdaj je teh vrst najmanj 17, vendar menimo, da je to število zaradi pomanjkanja primernih projektov in tovrstnih raziskav podcenjeno. Na podlagi razpoložljivih podatkov in našega ekspertnega znanja menimo, da tujerodne vrste v slovenskem morju trenutno nimajo občutnih negativnih vplivov na domorodne vrste in ekosisteme. **Stanje je v skladu z naravnimi pogoji (dobro). Trendi:** Stanje je stabilno.

## STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

**Srednja** (ni rednega monitoringa).

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

## OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Na podlagi slučajnih podatkov in zapisov o pojavljanju tujerodnih vrst v slovenskem morju je zaenkrat težko sploh sestaviti seznam vrst, ki se v njem pojavljajo. Problem je v tem, da do načrtnega in kontinuiranega zbiranja (projekti, raziskovalne naloge) do sedaj z izjemo manjšega projekta Neobiota (2010-2011) ni prišlo. Za uveljavljene vrste tujerodnih organizmov tudi ni rednega monitoringa, ki bi omogočal interpretacijo osnovnih informacij o rasti populacije in trendih kolonizacije. Za prav nobeno vrsto sploh ni razpoložljivih podatkov o učinku vrste, ki ga ima v novem okolju ter o potencialnih škodljivih posledicah. Dokler ne bo pridobljenih osnovnih podatkov o abundanci, razširjenosti vrste ter o prehranjevalnih navadah in izbiri habitata, ne bo možno z visoko stopnjo zanesljivosti opredeliti stanje tujerodnih vrst v slovenskem morju. Zaradi pomanjkanja omenjenih podatkov je tudi težko podati primerjavo s sosednjimi predeli (italijanska jadranska obala), kjer imajo ponekod že podatke o vplivu tujerodnih organizmov na biološko raznovrstnost.

## PRIORITETE ZA MONITORING

Spričo slabih izkušenj, ki jih imajo s tujerodnimi vrstami marsikje v Evropi in po svetu je nujno potrebno raziskati stanje teh organizmov v slovenskem morju. Le z natančnim popisom tujerodnih organizmov, osnovnimi podatki o njihovi populaciji (abundanca, biomasa, gostota) in o njihovi razširjenosti bo možno ugotavljati potencialne negativne vplive v novem okolju. Menimo, da bi moral, za vsaj tiste tujerodne vrste, ki so ustaljene in pogoste v slovenskem morju, potekati redni monitoring. To so: *M. atlantica*, *B. leachii*, *A. senhousia*, *R. philippinarum*, *C. gigas*, *F. enigmaticus*, *G. holbrooki* in *C. fragile* subsp. *fragile*. Poleg tega menimo, da bi bil koristen tudi monitoring tujerodnih vrst, za katere je znano, da so že imele velik vpliv na prehranjevalni splet (npr. *M. leidy* v Črnem morju).

## MERILO 2.2 Okoljski vpliv invazivnih neavtohtonih vrst

*Kazalnik 2.2.1 Razmerje med invazivnimi neavtohtonimi vrstami in avtohtonimi vrstami v nekaterih dobro preučevanih taksonomskih skupinah (npr. v skupini rib, makroalg in mehkužcev), ki se lahko uporabi kot merilo za spremembe sestave vrst (npr. ob izpodrivanju avtohtonih vrst)*

Razpoložljivi podatki so bolj ali manj zapisi o pojavljanju tujerodnih vrst brez konkretnih podatkov o ekoloških in/ali bioloških parametrih teh vrst. Čeprav je nekatere vrste že moč opredeliti kot ustaljene v novem okolju, ni konkretnih podatkov o razmerju med tujerodnimi in avtohtonimi vrstami.

*Kazalnik 2.2.2 Vplivi neavtohtonih invazivnih vrst na ravni vrst, habitatov in ekosistemov, ko je izvedljivo*

S tujerodnimi vrstami se premalo časa ukvarjamo, da bi lahko ocenili njihov vpliv na novo okolje. Nimamo nobenih podatkov o potencialnih vplivih, ki jih ti organizmi (lahko) imajo na biološko raznovrstnost v slovenskem morju.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po deskriptorju 2**

- **REFERENČNE RAZMERE**: tujerodne vrste so odsotne ali prisotne v manjšem številu in ne ogrožajo avtohtonih vrst, ne spreminjajo habitatov in ne slabijo genetsko avtohtone populacije. Tveganje vnosa tujerodnih vrst je minimalno, vektorji vnosa so pod redno kontrolo.
- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE**: tujerodne vrste so lahko prisotne in ustaljene v takem številu in razsežnosti, ki nima negativnih vplivov na avtohtone vrste in habitate. Tujerodne vrste lahko zasedajo biotope, ki so bili predhodno prazni in s tem ne škodijo lokalni biotski raznovrstnosti. V kolikor se oceni, da določena tujerodna vrsta ogroža avtohtone vrste in spreminja habitate, se smatra da stanje je pod mejo dobro/slabo.
- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO**: 80 % slovenskega morja mora biti v dobrem stanju (expert judgment).
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA**: trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

### 3. DESKRIPTOR: ELEMENTI MORSKIH PREHRANJEVALNIH SPLETOV

**Deskriptor 4: Vsi elementi morskih prehranjevalnih spletov so, kolikor je znano, prisotni v normalnih količinah in so normalno raznoliki ter se pojavljajo na ravneh, ki lahko zagotavljajo dolgoročno številčnost vrst in ohranitev njihove polne sposobnosti razmnoževanja.**

*»Ta deskriptor se nanaša na pomembne funkcionalne vidike, kot so energijski pretoki in struktura prehranjevalnih spletov (velikost in številčnost). Na tej stopnji je potrebna dodatna znanstvena in tehnična podpora za nadaljnji razvoj meril in kazalcev, ki so potencialno uporabni za obravnavanje odnosov znotraj prehranjevalnih spletov.«*

#### MERILO 4.1 Produktivnost (proizvodnja na enoto biomase) ključnih vrst ali trofičnih skupin

*Kazalnik 4.1.1 Uspešnost ključnih plenilskih vrst, pri čemer se uporabi njihova proizvodnja na enoto biomase (produktivnost)*

Zaradi pomanjkanja razpoložljivih virov o prehranjevalni ekologiji ključnih vrst in trofičnih nivojev v slovenskem delu Jadrana, je za zdaj nemogoče oceniti pretok energije v višje nivoje prehranjevalnega spleta. Pomanjkanje tovrstnih podatkov oziroma raziskav narekuje pripravo tovrstnih študij in tarčnih monitoringov s primerno frekvenco.

## MERILO 4.2 Delež izbranih vrst na vrhu prehranjevalnih spleto

### *Kazalnik 4.2.1 Velike ribe (glede na težo)*

Za razvoj kazalcev je smiselno uporabiti razpoložljive podatke o izračunanih trofičnih nivojih, ki se nanašajo na plenilce na vrhu prehranjevalnega spleta. Na žalost trenutno stanje na podlagi razpoložljivih podatkov ne omogoča možnosti ocenjevanja deležev izbranih vrst.

## MERILO 4.3 Številčnost/razporeditev ključnih trofičnih skupin/vrst

### *Kazalnik 4.3.1 Trendi glede številčnosti funkcionalno pomembnih izbranih skupin/vrst*

V kompleksnem pelaškem prehranjevalnem spletu predstavljajo zooplanktonski organizmi pomemben vezni člen med fitoplanktonom in organizmi višjih trofičnih nivojev od rib do želv in sesalcev. Zato so poleg fitoplanktona ključen element, ki vpliva na produktivnost in zdravje morskih ekosistemov. Spremembe v biomasi in sestavi zooplanktona pomembno vplivajo na celotno prehranjevalno verigo v pelagialu. Zaradi relativno kratkega življenjskega ciklusa je odziv zooplanktona na okoljske spremembe - vključno s klimatskimi in antropogenimi - hiter in zato predstavljajo dober indikator stanja v pelaškem okolju.

Največ razpoložljivih podatkov imamo za velikostni razred zooplanktona, ki ga zadrži planktonska mreža z velikostjo okenc 200  $\mu\text{m}$  (mezozooplankton), ta tudi predstavlja ključen prehranski vir za mnoge ribje mladice in pomembne pelaške vrste («plava riba»). Zato smo našo analizo, oceno stanja in trendov osredotočili na to skupino zooplanktona. Med antropogenimi pritiski na zooplankton vplivajo dejavniki za začetku prehranjevalne verige ('bottom-up' dejavniki) kot je eutrofikacija in z njo povezane spremembe biomase in sestave fitoplanktona ter dejavniki višjega trofičnega nivoja ('top-down' kontrola) kamor sodi prelov zooplanktivorih rib. Oba dejavnika vplivata na zvišanje zooplanktonske biomase.

Zooplanktonska biomasa je priznan indikator trofičnega stanja vodnih teles predvsem v ribištvu, saj zagotavlja oceno hranilnega potenciala za pomembne ribolovne vire. Na drugi strani je nihanje zooplanktonske biomase tesno povezano s spremembami fitoplanktona

vključno z vplivi eutrofikacije. Kljub temu pa po nam dostopnih virih do sedaj niso bili razviti in splošno sprejeti kazalniki in metrika, ki bi bili osnovani na zooplanktonski biomasi in bi služili za oceno dobrega oz. slabega stanja morskega okolja. Nasprotno pa zooplanktonsko biomaso (<http://www.epa.gov/solec/sogl2009/0116zooplankton.pdf>) že nekaj časa uporabljajo kot indikator stanja za ameriška Great Lakes.

#### OCENA STANJA – mezozooplanktonska biomasa

Ker do sedaj ni bila razvita metrika za ta kazalnik, smo morali za mesozooplanktonsko biomaso razviti lastno vrednotenje. Osnovali smo ga na dolgoročnem nizu lastnih podatkov iz Tržaškega zaliva in kot referenčne razmere vzeli historične objavljene podatke o zooplanktonski biomasi v Jadranskem morju. Odločili smo se, da v prvi fazi razvijemo oceno mejne vrednosti le za dobro in slabo stanje okolja. Pri določanju mejne vrednosti smo se osredotočili na zgornjo mejno vrednost, saj le-te predstavljajo odziv na dva antropogena pritiska: eutrofikacija in prelov planktivorih rib kot plenilcev zooplanktona; oba pritiska vplivata na dvig (povišanje) biomase. Na znižanje zooplanktonske biomase in s tem na nizko spodnjo mejo bi lahko vplivali nekateri drugi ekološki procesi oz. organizmi (sluzenje, rdeče plime, večja prisotnost drugih zooplanktivorih organizmov), ki pa jih v naši analizi nismo ovrednotili.

V tabeli 3.1 prikazujemo povzetek rezultatov analiz zooplanktonske biomase ( $n = 1107$ ), ki izhajajo iz raziskav zooplanktona hrvaških, italijanskih in slovenskih raziskovalcev za desetletje med 1971 in 1981 (Benović *in sod.*, 1984). Ker gre za obdobje pred izrazito eutrofikacijo severnega Jadrana lahko predpostavimo, da so ti rezultati približek referenčnega stanja mezozooplanktonske biomase v podregiji Jadransko morje oz. v posameznih pododdelkih Jadranskega morja.



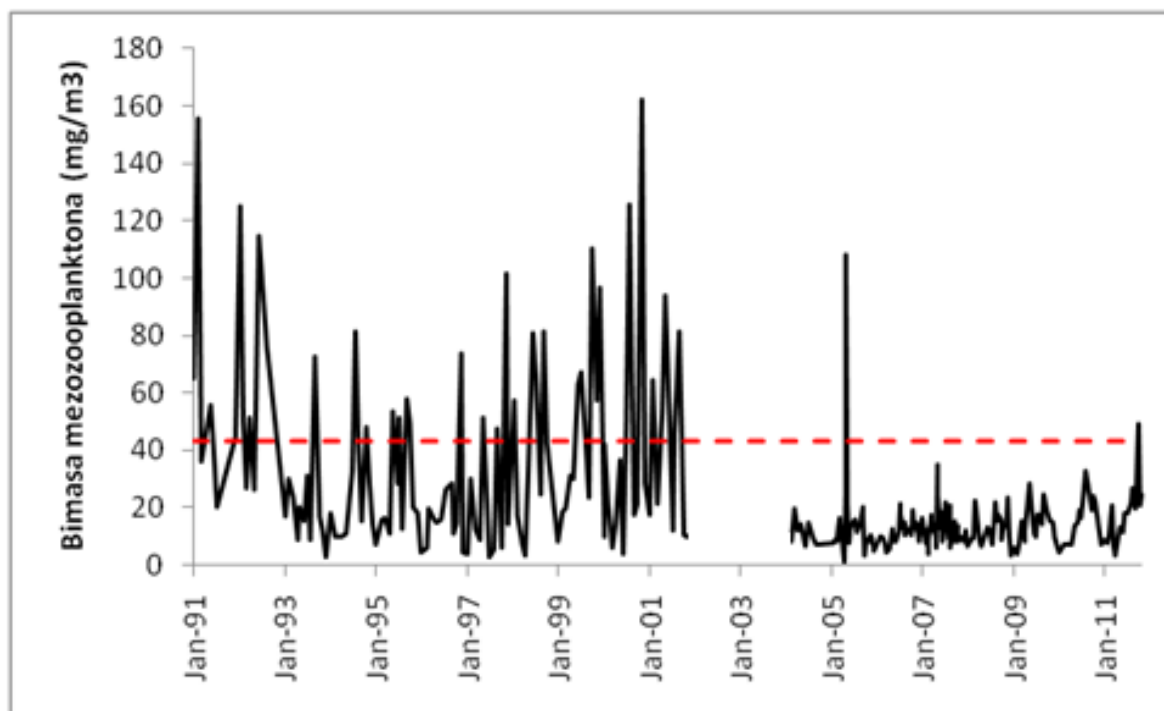
Tabela 3.1: Vrednosti zooplanktonske biomase v različnih jadranskih območjih (suha masa mg/m<sup>3</sup>) za referenčno obdobje 1971-1981, rezultati povzeti po Benović in sod. (1984)

Območje/oddelek	Min	Max	Srednja vrednost	95% CL	SD
Tržaški zaliv	1,2	177	18,5	17,6 – 20,0	12,6
Severni Jadran	2,5	52,7	14,2	12,9 – 15,5	8,3
Kvarner	0,9	18,6	7,0	6,4 – 7,7	3,7
Vzhodni Jadran – obalne vode	2,1	20,6	6,6	5,7 – 7,5	4,0
Zaliv Mali Ston	1,5	71,2	10,6	8,9 – 12,4	7,9
Odprte južnojadranske vode	0,5	30,1	8,3	7,7 – 9,0	4,9

S temi rezultati so skladni tudi izsledki za zahodni del Tržaškega zaliva v obdobju 1972 – 1980 (Kamburska in Fonda Umani, 2009). V tabeli 3.1 ni podatkov za ozko priobalno območje ob zahodni jadranski obali ob izlivu Pada in južneje, ki bi verjetno pokazali višje vrednosti kot preostala jadranska območja (Fonda Umani *in sod.*, 1992).

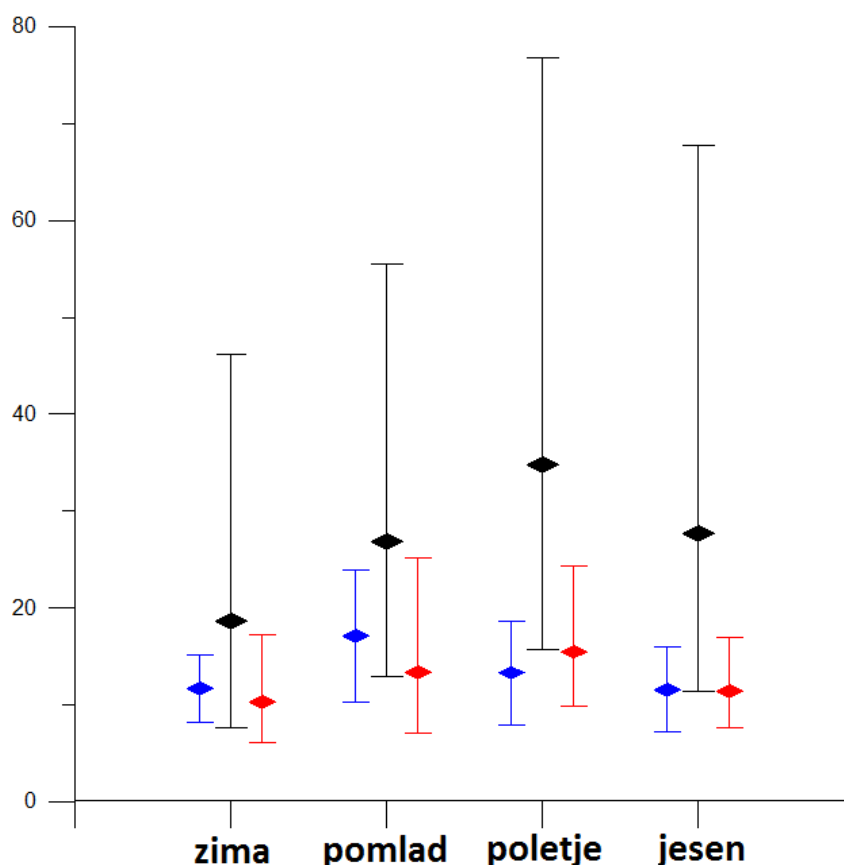
Slika 3.1 prikazuje naše rezultate zooplanktonske biomase iz Tržaškega zaliva za obdobje 1991 – 2011, kjer je kot rdeča vodoravna linija vrisana 90-percentilna vrednost referenčnega obdobja (1971 – 1981).

Iz slike 3.1 je razvidno, da so bile biomase v obdobju po letu 2003 bistveno nižje, pa tudi variabilnost rezultatov je bila praviloma manjša. Predstavitev vrednosti po sezonah (Slika 3.2) za tri obdobja (1971 – 1981, 1991 – 2002, 2004 – 2011) kaže, da so bile v obdobju 1991 – 2002 biomase višje v vseh sezonah, medtem ko so srednje vrednosti v zadnjih osmih letih podobne referenčnim v obdobju 1971 - 1981.



Slika 3.1: Vrednosti zooplanktonske biomase (suha masa mg/m<sup>3</sup>) v Tržaškem zalivu za obdobje 1991 – 2011. Rdeča črta predstavlja 90-percentilno vrednost referenčnega obdobja (1971 – 1981).

Za ovrednotenje smo kot metriko uporabili letno geometrijsko srednjo vrednost biomase. Odločili smo se, da opredelimo le **mejno vrednost** med *dobrim* in *slabim* stanjem. Na osnovi vseh rezultatov in ekspertne presoje smo mejo določili na osnovi **večletne geometrijske srednje vrednosti referenčnega obdobja** za Tržaški zaliv, ki ji prištejemo eno standardno deviacijo; mejna vrednost torej znaša **17,8 mg/m<sup>3</sup>**.



Slika 3.2: Srednje sezonske vrednosti zooplanktonske biomase (suha masa  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) v treh obdobjih (1971 – 1981, modro, 1991 – 2002, črno, 2004 – 2011, rdeče).

### SKUPNA OCENA ZA SLOVENSKO MORJE

Če upoštevamo vse rezultate meritev biomase mezozooplanktona v obdobju 2004 – 2011 z večletno geometrijsko srednjo vrednostjo **11,6**  $\text{mg}/\text{m}^3$  in upoštevamo kot mejno vrednost med dobrim in slabim stanjem vrednost **17,8**  $\text{mg}/\text{m}^3$ , lahko ocenimo stanje slovenskega morja kot ***dobro***.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Za oceno stanja morja na osnovi mezozooplanktonske biomase je stopnja zanesljivosti **visoka** zaradi dolgoletnega niza podatkov in rednega vzorčenja, ki od leta 2004 poteka v okviru raziskovalnega programa dvakrat mesečno. Ob znižanju frekvence vzorčenja pod 1 x mesečno se tudi zanesljivost ocene zmanjša.

Not calculated but based on surveys/monitoring and trend analysis with long time series, good spatial resolution and low/acceptable variability.

### OPAZOVANI TRENDI

V zadnjem obdobju (od 2004 dalje) je stanje **stabilno**.

### ZANESLJIVOST OCENE

Visoka.

### PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI

Stabilno.

### ZANESLJIVOST OCENE

Nizka.

### OCENA POMANKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Menimo, da je ocena stanja na osnovi zooplanktonske biomase zanesljiva, saj smo sistem vrednotenja razvili na osnovi dolgoletnega niza podatkov v celotnem Jadranskem morju in velikega števila lastnih rezultatov v Tržaškem zalivu. Pomembno je tudi, da smo v okviru raziskav Tržaškega zaliva oz. severnega Jadrana ugotovili, da se mezozooplanktonska biomasa odziva na spremembe vnosov hranil, ki prek fitoplanktona vplivajo na zooplankton (Mozetič *in sod.*, 2012). Kljub temu lahko navedemo nekaj šibkih strani: s to metodo ne zajamemo pritiskov, ki bi lahko izrazito zniževali biomaso; prav tako je zelo pomembno zagotoviti zadostno pogostost vzorčenja (najmanj 1 x mesečno).

## Definicija Dobrega okoljskega stanja po kazalniku 4.3.1 - mezozooplanktonska biomasa

- REFERENČNE RAZMERE: Referenčne razmere v našem primeru predstavljajo rezultati analiz mezozooplanktonske biomase v obdobju 1971 – 1981 za celotno Jadransko morje in posebej za Tržaški zaliv. Kot *dobro* smo ocenili stanje pod mejno vrednostjo, opredeljeno na osnovi referenčnega obdobja.
- MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:  
Kot mejno vrednost smo določili večletno geometrijsko srednjo vrednost referenčnega obdobja za Tržaški zaliv, zvišano za standardno deviacijo; mejna vrednost med dobrim in slabim stanjem za mezozooplanktonsko biomaso znaša **17,8 mg/m<sup>3</sup>**.
- % OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO: mejna vrednost se nanaša na območje, ki ni znotraj manjših zaprtih zalivov (expert judgment).
- PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA: trenutno je stanje opredeljeno na nivoju Tržaškega zaliva. V sodelovanju s sosednimi državami bi ga bilo treba opredeliti na nivoju severnega Jadrana.

#### Kazalnik 4.3.2. Trendi glede funkcionalno pomembnih izbranih skupin: meduze

Nekatere zooplanktonske skupine - primer so meduze - imajo poleg okoljskega pomena tudi neposreden vpliv na zdravje ljudi. Vedno več raziskav v različnih morskih okoljih v zadnjih letih zaključuje, da delež želatinoznega planktona (meduze in rebrače; angl. jellyfish) narašča in ima velik vpliv na ekosisteme ter dejavnosti ljudi (Richardson *in sod.*, 2009). Najnovejša analiza trendov v svetovnih morskih ekosistemih (LME: Large Marine Ecosystems) kaže naraščajoč trend pojavljanja želatinoznega planktona v 62 % analiziranih ekosistemov. Med LME z naraščajočim trendom sodi tudi Sredozemsko morje (Brotz *in sod.*, 2012). Na pojavljanje želatinoznega planktona poleg naravnih dejavnikov v veliki meri vplivajo antropogeni pritiski, med katerimi so najpomembnejši: prelov zooplanktivorih rib, eutrofikacija, vnos tujerodnih vrst, morske konstrukcije (platforme, valobrani, večje luke in marine), marikultura in klimatske spremembe (Purcell, 2012). Dosedanje analize so tudi pokazale, da je naraščajoč trend želatinoznega planktona najpogostejši v ekosistemih z največjimi antropogenimi vplivi (Halpern *in sod.*, 2008; Purcell, 2012). Zato je ta zooplanktonska skupina med pomembnimi kazalniki stanja morskega okolja.

Med razpoložljivimi podatki za klobučnjaške meduze v severnem Jadranu oz. Tržaškem zalivu imamo največ informacij za uhatega klobučnjaka (*Aurelia aurita*), zato naše analize temeljijo predvsem na tej vrsti. Poleg tega je genetska analiza pokazala da je za uhati klobučnjak značilen omejen genski pretok (Ramšak *in sod.*, 2012) v nasprotju z mesečinko (*Pelagia noctiluca*), pri kateri so populacije v Jadranskem morju povezane s sredozemskimi in atlantskimi (Stopar *in sod.*, 2010). Vrsti se razlikujeta po življenjskem ciklusu, uhati klobučnjak ima pritrjeno polipno fazo, ki se razmnožuje nespolno in meduzno fazo s spolnim razmnoževanjem, mesečinka pa je brez pritrjene faze v svojem razvoju. S temi značilnostmi in rezultati genetskih analiz povezujemo tudi razlike v regulaciji populacijske dinamike obeh vrst: za mesečinko so pomembni dejavniki na širši prostorski skali, za nihanja populacij uhatega klobučnjaka pa so ključni antropogeni in naravni dejavniki na subregionalni ravni (< Jadransko morje).

#### OCENA STANJA – meduze

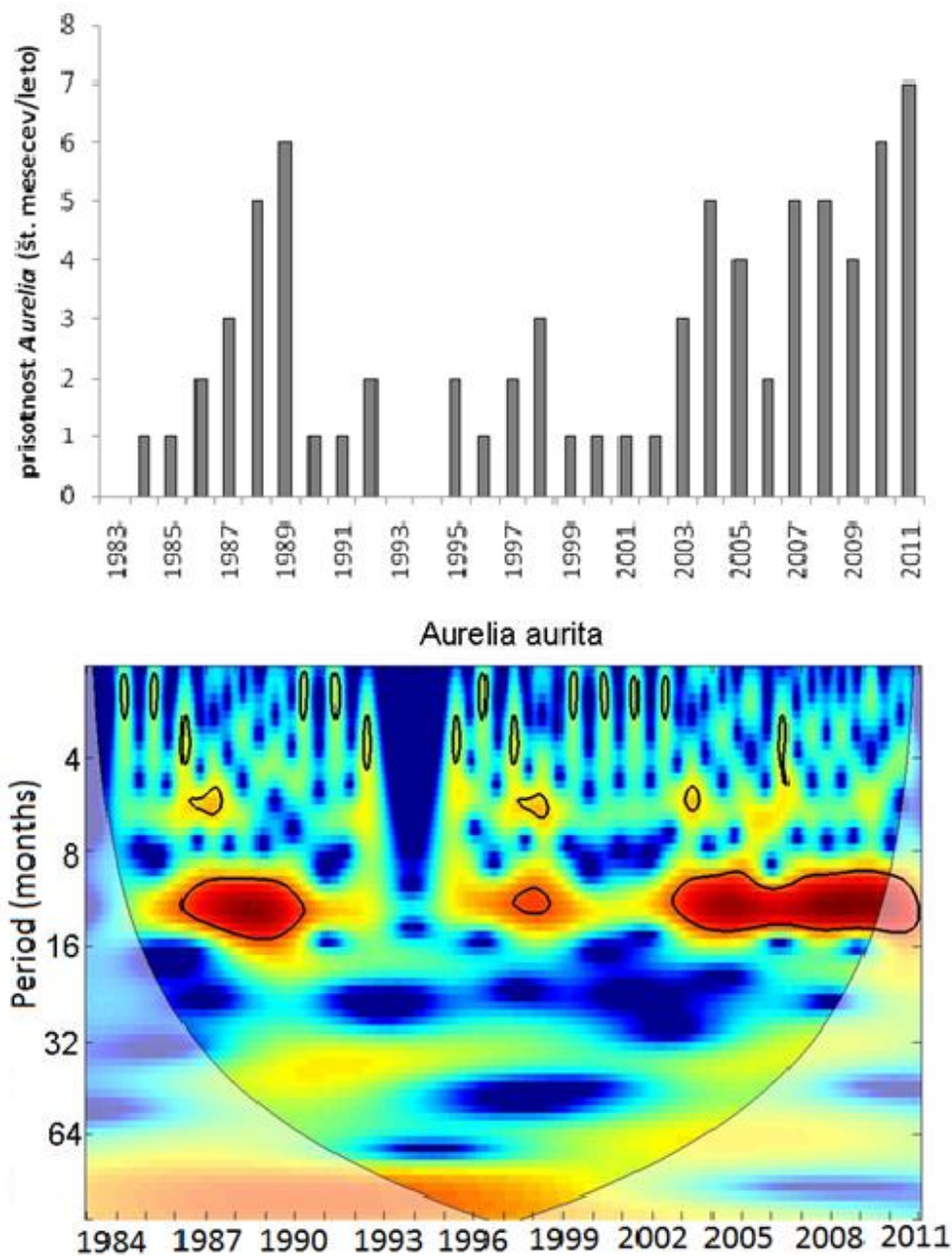
Analiza dolgoročnega pojavljanja uhatega klobučnjaka (*Aurelia aurita*) je pokazala, da smo imeli v severnem Jadranu v zadnjih 200 letih dve obdobji, ko so bili klobučnjaki zelo pogosti:

1875-1922 z viškom med 1908-1915 in od leta 1970 dalje. V prvem obdobju večje številčnosti (1875-1922) je bila periodičnost pojavljanja 8-12 let, v drugem obdobju, tj. po letu 1970, se je periodičnost skrajšala na < 8 let (Kogovšek *in sod.*, 2010); v zadnjem desetletju so uhati klobučnjaki prisotni vsako leto. Podrobnejša analiza mesečnega pojavljanja uhatega klobučnjaka od leta 1983 dalje je prikazana na Sliki 3.3. Zgornja slika s stolpiči kaže mesečno pojavljanje uhatega klobučnjaka v posameznem letu. Iz slike je razviden trend prisotnosti meduz, ki ima z izjemo let 1988/1989 svoj višek pojavljanja v zadnjih letih, ko so bile meduze prisotne več kot 4 mesece na leto, v zadnjih dveh letih pa 6 oz. 7 mesecev.

Povečano periodičnost pojavljanja uhatega klobučnjaka je potrdila tudi valčna analiza, kjer je razvidno, da se je v zadnjem obdobju vzpostavila letna dinamika z visoko signifikanco (spodnja slika, rdeče označena območja). Pogostejšega pojavljanja meduz v zadnjem desetletju ne moremo povezati z eutrofikacijo, saj se v severnem Jadranu in Tržaškem zalivu v tem obdobju kaže nasproten trend (Mozetič *in sod.*, 2012).

Ocenjujemo, da so med drugimi antropogenimi pritiski, ki lahko vplivajo na povečano pogostost in daljšo prisotnost uhatega klobučnjaka najpomembnejši gradnja umetnih podvodnih struktur ob obali (npr. valobrani, pristanišča, marine) in na odprtem morju (npr. različne platforme), ki nudijo podlago za pritrnitev klobučnjaških polipov in pa vzpostavitev primerne habitata v pelagialu, ki se je izpraznil kot posledica prelova pelaških rib, vendar slednjega nismo podrobneje raziskali. Kljub temu, na prelov pelaških vrst rib v severnem Jadranu opozarjajo znanstvene objave oz. FAO ribiška statistika (FAO-FishStat, 2010).

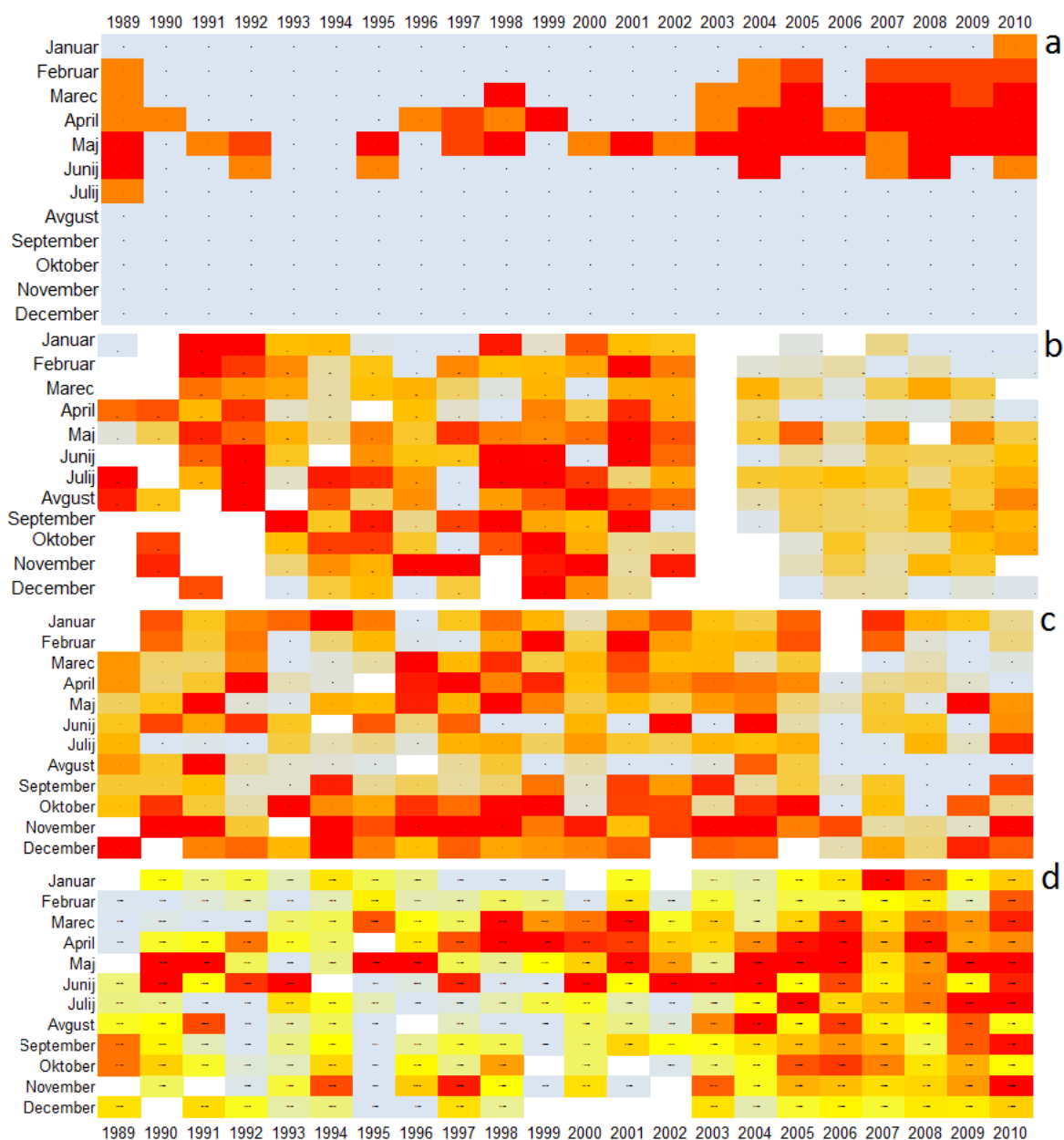
Gradnjo umetnih podvodnih struktur ob obali in na odprtem morju smo preliminarno že analizirali in ugotovili, da se obdobja pogostejšega pojavljanja uhatega klobučnjaka skladajo s povečanim številom teh struktur (Malej *in sod.*, 2012); podrobnejša analiza je še v teku.



Slika 3.3: Mesečno pojavljanje uhatega klobučnjaka (stolpiči) in valčna analiza pojavljanja meduz (spodaj).



Pomemben dejavnik so tudi klimatska nihanja, ki vplivajo na celoten pelaški prehranjevalni splet začenši s sestavo in biomaso fitoplanktona (Mozetič *in sod.*, 2012) in so razvidna tudi iz Slike 3.4.



Slika 3.4: “Traffic light” diagram pojavljanja uhatega klobučnjaka (a), mezozooplanktonske biomase (b), fitoplanktonske biomase -Chl a (c), številčnosti nanoflagelatov (d.) Mediana označena z oranžno barvo, 90 percentil pa z rdečo barvo.

Na Sliki 3.4 lahko opazimo, da je obdobje pogostejšega pojavljanja uhatega klobučnjaka sovpadalo z nižjo mezozooplanktonsko in nižjo fitoplanktonsko biomaso ter povečano

abundanco nanoflagelatov v fitoplanktonski združbi. Tako dinamiko povezujemo z manjšim vnosom hranil in oligotrofizacijo morskega sistema v severnem Jadranu, ki sta posledici klimatskih sprememb: manj padavin vpliva na nižje rečne pretoke, kar je povezano z manjšimi vnosi (Mozetič in sod., 2012).

Na osnovi do sedaj zbranih podatkov za enkrat **ne moremo opredeliti kvantitativne metrike** in natančneje določiti mejne vrednosti med *dobrim* in *slabim* stanjem.

#### Skupna ocena za slovensko morje

Na osnovi ekspertne ocene dosedaj zbranih podatkov za kazalnik 4.3.2. tj. klobučnjaških meduz, kot funkcionalno pomembne skupine na višjem trofičnem nivoju pelaškega prehranjevalnega spleta, menimo, da stanje v slovenskem morju *ni dobro*.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Ker je ocena osnovana na semi-kvantitativnih podatkih ocenjujemo, da je stopnja zanesljivosti **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring and trend analysis with good spatial resolution but large variability.

#### OPAZOVANI TRENDI

Analiza trendov na osnovi semi-kvantitativnih podatkov nakazuje **naraščajoč trend**.

#### ZANESLJIVOST OCENE

**Nizka.**

#### PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI

Naraščanje.

#### ZANESLJIVOST OCENE

**Nizka.**

#### OCENA POMANKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Čeprav imamo dolgoročne podatke o letnem pojavljanju meduz v severnem Jadranu in tudi mesečne podatke za obdobje po letu 1989, so ti semi-kvantitativni oz. temeljijo na binarnih podatkih prisotnosti/odsotnosti. Za zanesljivo oceno stanja bi potrebovali kvantitativne podatke vsaj za dve obdobji: pogostejšega in redkejšega pojavljanja ter razviti standardizirano metriko.

### **Definicija Dobrega okoljskega stanja po kazalniku 4.3.2 - Trendi glede funkcionalno pomembnih izbranih skupin: meduze**

- REFERENČNE RAZMERE: Referenčne razmere v našem primeru predstavljajo rezultati analiz periodičnosti letnega pojavljanja uhatega klobučnjaka za dolgoročno obdobje pribl. 200 let. V tem času so pojavi meduz kazali periodičnost pojavljanja med 8 – 12 let.
- MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE: Kvantitativne mejne vrednosti nismo določili zaradi pomanjkanja podatkov.
- % OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO: nismo določili
- PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA: trenutno je stanje opredeljeno na nivoju severnega Jadrana.

#### 4. DESKRIPTOR: EVTROFIKACIJA

**Deskriptor 5: Evtrofikacija, ki jo povzroči človek, in zlasti njeni škodljivi učinki, kot so upad biotske raznovrstnosti, degradacija ekosistemov, škodljivo cvetenje alg in pomanjkanje kisika v spodnjih plasteh voda, so minimalni.**

»Ocena evtrofikacije v morskih vodah mora z zagotavljanjem primerljivosti upoštevati oceno za obalne vode in smernice v skladu z Direktivo 2000/60/ES (odstavka 1.2.3 in 1.2.4 Priloge V) in povezana vodila, pri čemer se upoštevajo tudi informacije, znanje in pristopi, pridobljeni v okviru regionalnih konvencij o morjih. Na podlagi postopka preverjanja, ki se izvede kot del začetne presoje, se za učinkovito oceno evtrofikacije lahko upoštevajo premisleki na podlagi tveganja. Ocena mora združevati informacije o vsebnosti hranilnih snovi ter o različnih, ekološko pomembnih, primarnih in sekundarnih vplivih, pri čemer se upoštevajo ustrezni časovni razponi. Ker je koncentracija hranilnih snovi povezana z obogatitvijo vode s hranilnimi snovmi iz rek na prispevnem območju, je zlasti pomembno sodelovanje z neobalnimi državami članicami po ustaljenih strukturah sodelovanja v skladu s tretjim pododstavkom člena 6(2) Direktive 2008/56/ES.«

Evtrofikacija je bogatitev vodnega telesa s hranilnimi snovmi, predvsem dušikom in/ali fosforjem, in z organskimi snovmi, kar povzroča povečano rast alg in višjih rastlin ter vodi v nezaželene spremembe sestave, funkcije in stabilnosti vodnih organizmov in kvalitete vode (Andersen in sod., 2006). Evtrofikacija zajema zapleteno paleto neposrednih in posrednih posledic (Cloern, 2001). Neposredne posledice pri fitoplanktonu so porast biomase, spremembe sestave fitoplanktonske združbe in pogostejša škodljiva cvetenja, s tem pa je povezano usedanje organske biomase na dno. Posredne posledice evtrofikacije so lahko raznolike in zajemajo spremembe celotnega ekosistema, npr. pridnene anoksije in s tem povezani pomori organizmov, spremembe bentoške združbe, spremembe strukture prehranjevalnih spleto, itd. Ker lastnosti ekosistemov delujejo kot filter pri uravnavanju

odgovora na obogatitev s hranili, se različni obalni in izlivni ekosistemi na evtrofikacijo odzivajo zelo različno (Cloern, 2001).

Občutljivost priobalnih območij na evtrofikacijo je odvisna od zapletenega medsebojnega delovanja limitativnosti hranilnih snovi in razpoložljivosti svetlobe, kakor tudi od zadrževalnega časa vode (Cloern, 2001; Howarth in Marino, 2006). Medtem, ko je v večini obalnih območij zmernege pasu primarni regulator evtrofikacije razpoložljivost dušika (Howarth in Marino, 2006), je v nekaterih izlivnih območjih, med drugim tudi v severnem Jadranu, limitirajoči element fosfor (Pojed in Kveder, 1977; Mozetič *in sod.*, 1998).

V severnem Jadranu je evtrofikacija rezultat medsebojnega vpliva zunanjih vnosov hranil, stopnje razslojenosti vodnega stolpca ter horizontalne advekcije vode, saj ti dejavniki uravnavajo biološko asimilacijo ter regeneracijske procese v vodnem stolpcu in pri dnu (Gilmartin *in sod.*, 1990; Harding Jr. *in sod.*, 1999). Evtrofirane vode, ki se tvorijo v bližini delte reke Pad lahko občasno vplivajo na kvaliteto vode ob zahodni istrski obali, vključujoč slovensko obalno morje (Degobbis *in sod.*, 2000), čeprav je tu vpliv reke Soče bistveno večji (Olivotti *in sod.*, 1986).

## MERILO 5.1 Vsebnost hranilnih snovi

### *Kazalnik 5.1.1 Koncentracija hranilnih snovi v vodnem stolpu*

- ZNAČILNOSTI DUŠIKOVIH HRANIL

**Uvod.** Poleg dušika v plinastem agregatnem stanju ( $N_2$ ) vsebuje morje tudi majhne količine anorganskega in organskega dušika v suspendirani in raztopljeni obliki. Skupni dušik vključuje anorganski in organski dušik (v organskih spojinah). Delež organskih spojin lahko izračunamo iz razlike med skupnim in anorganskim dušikom. Anorganski raztopljeni dušik (DIN) se v morski vodi nahaja v obliki nitratnega ( $NO_3^-$ ), nitritnega ( $NO_2^-$ ) in amonijevega iona ( $NH_4^+$ ), zato vrednosti anorganskega dušika predstavljajo vsoto koncentracij nitrita, nitrata in amonija ( $N_{anorg.} = NO_2^- + NO_3^- + NH_4^+$ ). Ker so koncentracije nitrita po navadi zelo

nizke, je njegov prispevek k celotnemu rezervoarju anorganskega dušika majhen. Organski dušik pa predstavlja v naših vzorcih pomemben, tudi več kot 90 % delež, zato se sezonska dinamika skupnega dušika praviloma ne ujema s porazdelitvijo anorganskih oblik dušika (amonij, nitrat).

**Prostorski vidik.** Osnovni statistični podatki o koncentracijah dušikovih hranil na štirih postajah slovenskega morja v obdobju 1990-2010 so povzeti v Tabeli 4.1.

Skupni dušik (TN). Povprečne koncentracije skupnega dušika so med postajami zelo podobne. V splošnem so nekoliko nižje v pridnenem sloju v primerjavi s površinskim. Iz kvantilnih diagramov (box-plotov) (Orlando Bonaca in sod., 2011) lahko na postajah 00CZ in 000K razberemo večjo pogostost visokih koncentracij skupnega dušika. Na postaji 00MA pa so bile najnižje koncentracije precej višje od najnižjih koncentracij na ostalih postajah.

Raztopljeni anorganski dušik (DIN). Tudi povprečne vrednosti koncentracij anorganskega dušika so med postajami zelo podobne. V primerjavi s skupnim dušikom pa so visoke vrednosti povsod pogostejše in odražajo odvisnost od zelo variabilnih okoljskih dejavnikov. Na odstopanja koncentracij od povprečnih vrednosti vplivajo predvsem obseg in kvaliteta sladkovodnih vnosov (glavni izvor) in fitoplanktonska produkcija (ponor). Višje koncentracije so pogostejše v površinskem vodnem sloju (najreaktivnejši vodni sloj), predvsem na postajah 00CZ in 000K.

Nitrat ( $NO_3$ ). Najnižje koncentracije nitrata so bile na vseh postajah na meji detekcije metode (0,01  $\mu\text{mol/L}$ ) razen v površinskem sloju postaje 00MA (0,06  $\mu\text{mol/L}$ ). Najvišjo vrednost v površinskem in v pridnenem sloju smo izmerili na postaji 00CZ. Visoke vrednosti so najpogostejše v površinskem sloju postaj 00CZ in 000K (box-plot diagrami; Orlando Bonaca in sod., 2011). Omenjeni območji sta pod močnim vplivom pritoka sladkih voda, tj. reke Soče (00CZ) oziroma reke Rižane (000K), ki so najpomembnejši vir nitrata.

Tabela 4.1: Statistični podatki o koncentracijah dušikovih hranil (raztopljen nitrat in anorganski dušik ter skupni dušik) v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj (00MA, 000F, 00CZ, 000K).

Postaja	Koncentracija ( $\mu\text{mol/L}$ )	Površinski sloj			Pridneni sloj		
		$\text{NO}_3^-$	DIN	TN	$\text{NO}_3^-$	DIN	TN
000F	ar. sredina	3,37	4,64	28,29	2,31	4,14	26,40
	geo. sredina	1,74	3,22	24,06	1,38	3,32	22,46
	mediana	1,92	3,33	25,64	1,42	3,35	25,12
	maximum	23,23	24,00	347,91	17,59	20,12	77,53
	minimum	0,01	0,29	1,46	0,01	0,21	0,64
	<i>št. vzorcev (n)</i>	<i>251</i>	<i>251</i>	<i>248</i>	<i>249</i>	<i>249</i>	<i>247</i>
00CZ	ar. sredina	4,48	5,79	28,63	2,93	5,67	29,12
	geo. sredina	2,05	3,75	24,15	1,68	4,34	23,86
	mediana	2,13	3,81	25,99	1,92	4,35	24,86
	maximum	73,78	75,61	121,63	28,22	31,27	226,86
	minimum	0,01	0,33	2,52	0,01	0,55	1,94
	<i>št. vzorcev (n)</i>	<i>250</i>	<i>250</i>	<i>247</i>	<i>249</i>	<i>249</i>	<i>247</i>
00MA	ar. sredina	3,71	5,06	28,23	2,43	4,28	25,95
	geo. sredina	2,22	3,69	25,08	1,39	3,17	23,08
	mediana	2,50	3,80	25,53	1,44	3,26	22,78
	maximum	23,57	33,54	130,91	21,03	59,67	75,00
	minimum	0,06	0,32	8,06	0,01	0,22	7,61
	<i>št. vzorcev (n)</i>	<i>172</i>	<i>174</i>	<i>173</i>	<i>205</i>	<i>208</i>	<i>185</i>
000K	ar. sredina	4,29	6,01	27,04	2,25	4,26	24,81
	geo. sredina	2,10	4,02	23,02	1,30	3,26	20,75
	medijana	2,22	3,86	24,56	1,52	3,47	20,91
	maximum	37,76	42,37	105,54	14,72	18,04	97,75
	minimum	0,01	0,18	1,37	0,01	0,12	0,39
	<i>št. vzorcev (n)</i>	<i>223</i>	<i>224</i>	<i>221</i>	<i>215</i>	<i>216</i>	<i>213</i>

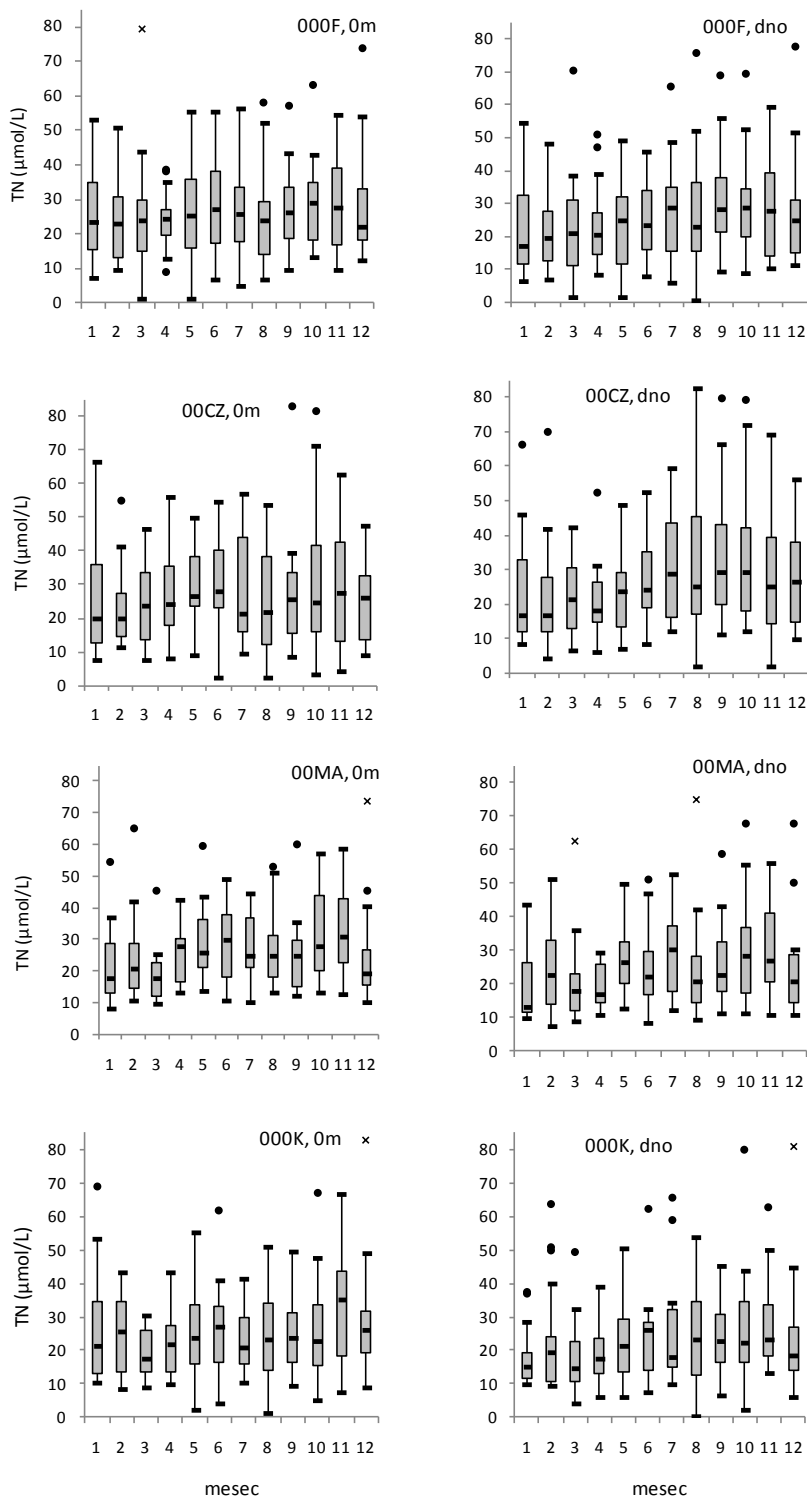
### **Sezonska dinamika.**

Skupni dušik (TN). Letna porazdelitev koncentracij skupnega dušika ne kaže izrazite sezonske dinamike (Slika 4.1). Verjetno je to posledica kompleksnosti parametra, saj vključuje različne organske in anorganske oblike dušika, ki imajo vsak nekoliko drugačno dinamiko. V površinskem sloju so višje koncentracije praviloma značilne za pozno pomlad in zgodnje poletje ter jesen. V pridnenem sloju globljih postaj 00CZ in 000F je dinamika nekoliko drugačna, z najvišjimi koncentracijami pozno poleti in jeseni. Na postajah bližje obali (000K in 00MA) je dinamika v pridnenem sloju zelo spremenljiva. Najnižje koncentracije so značilne za zimske mesece.

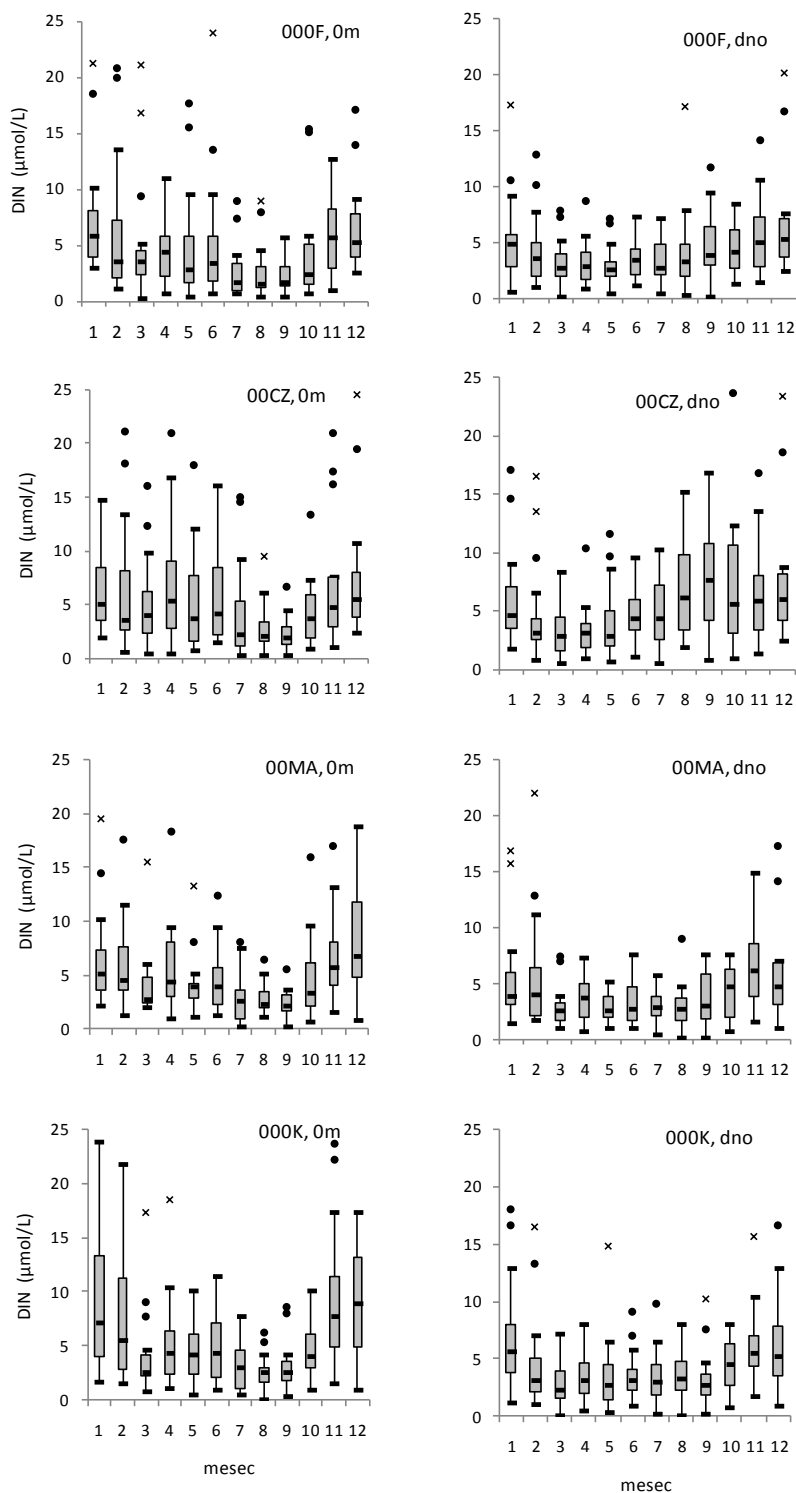
Raztopljeni anorganski dušik (DIN). Koncentracije raztopljenega anorganskega dušika v splošnem odražajo trend koncentracij nitrata v površinskem sloju oziroma amonija v sloju pri dnu (Slika 4.2). Najnižje koncentracije površinskega sloja so značilne za pozno poletje (avgust, september) in nato postopoma rastejo. Najvišje koncentracije so značilne za zimo. Spomladanske koncentracije so zelo variabilne, saj odražajo spremenljive vremenske razmere (padavine, topljenje snega, povečani pretoki rek). Za pridneni sloj so višje koncentracije značilne za obdobje november-december (na postaji 00CZ nekoliko prej v septembru), najnižje pa opazamo predvsem v marcu (tudi maju).

Nitrat ( $NO_3$ ). Letna dinamika nitrata je praviloma obratno sorazmerna z dinamiko slanosti (Francé, 2009). Podobno kot pri DIN-u so v površinskem sloju najnižje vrednosti nitrata značilne za pozno poletne in zgodnje jesenske mesece, nato pa koncentracije postopoma rastejo (Slika 4.3). Tako najvišje vrednosti opazamo v obdobju od novembra do januarja. Temu sledi pomladno obdobje z veliko variabilnostjo med postajami. V sloju pri dnu so najvišje koncentracije značilne za november in december, najnižje pa praviloma pozno spomladi in poleti (posebej še maja). Od septembra do decembra v tem sloju beležimo rast koncentracij nitrata.

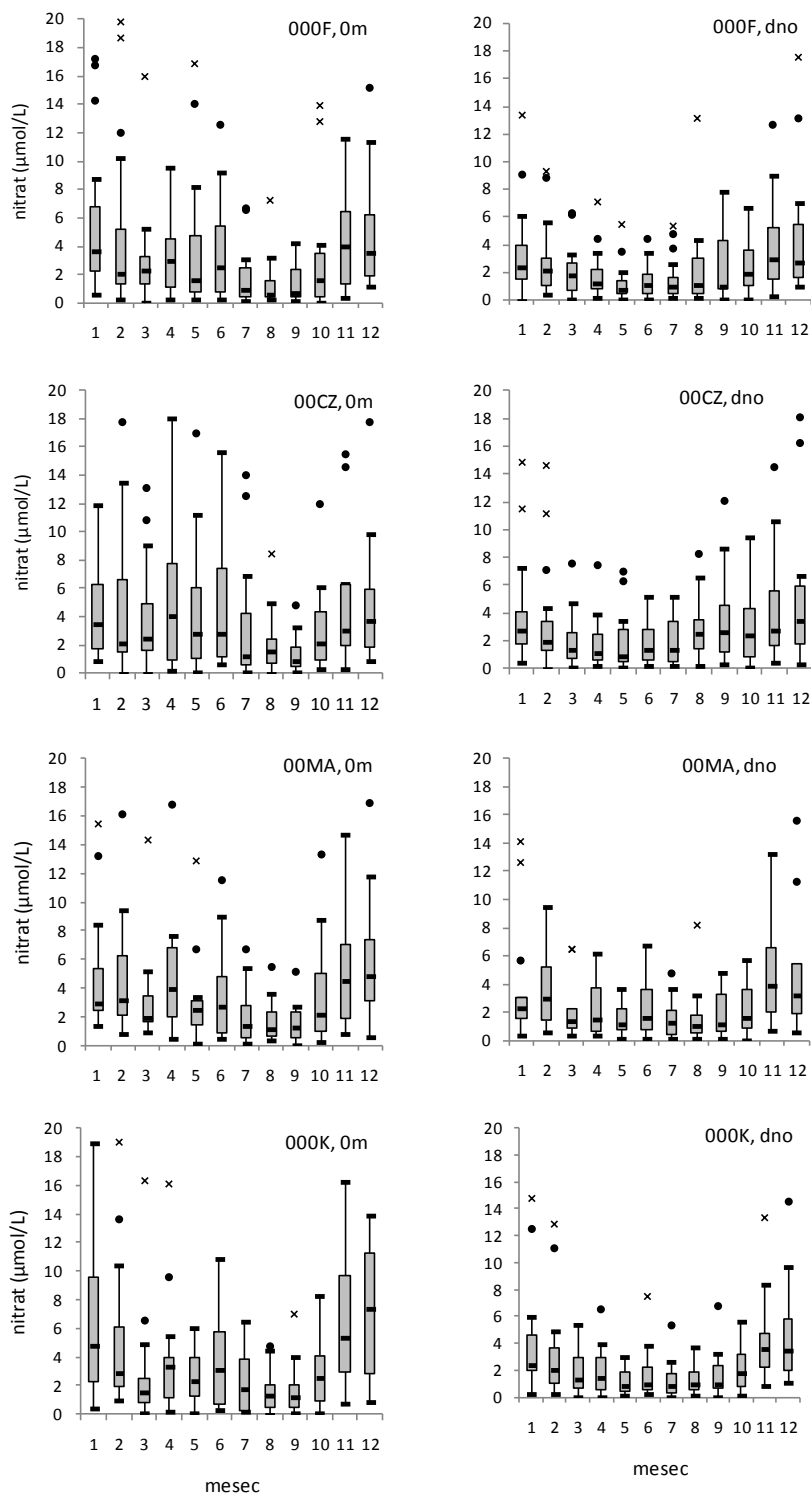




Slika 4.1: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij skupnega dušika (TN) v površinskem (levo) in pridnenem sloju (desno) štirih postaj slovenskega morja.



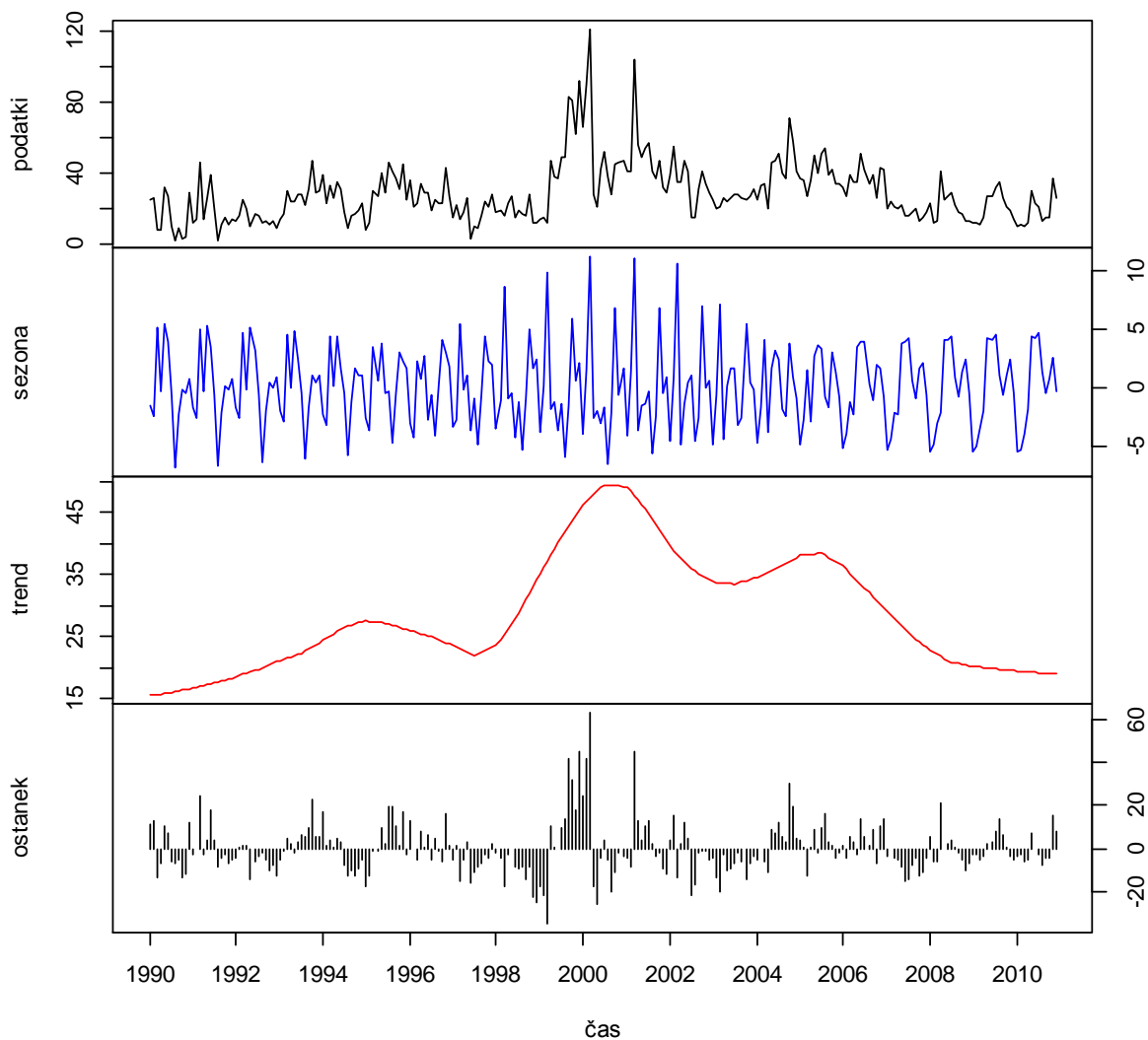
Slika 4.2: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij raztopljenega anorganskega dušika (DIN) v površinskem (levo) in pridenenem (desno) sloju štirih postaj slovenskega morja.



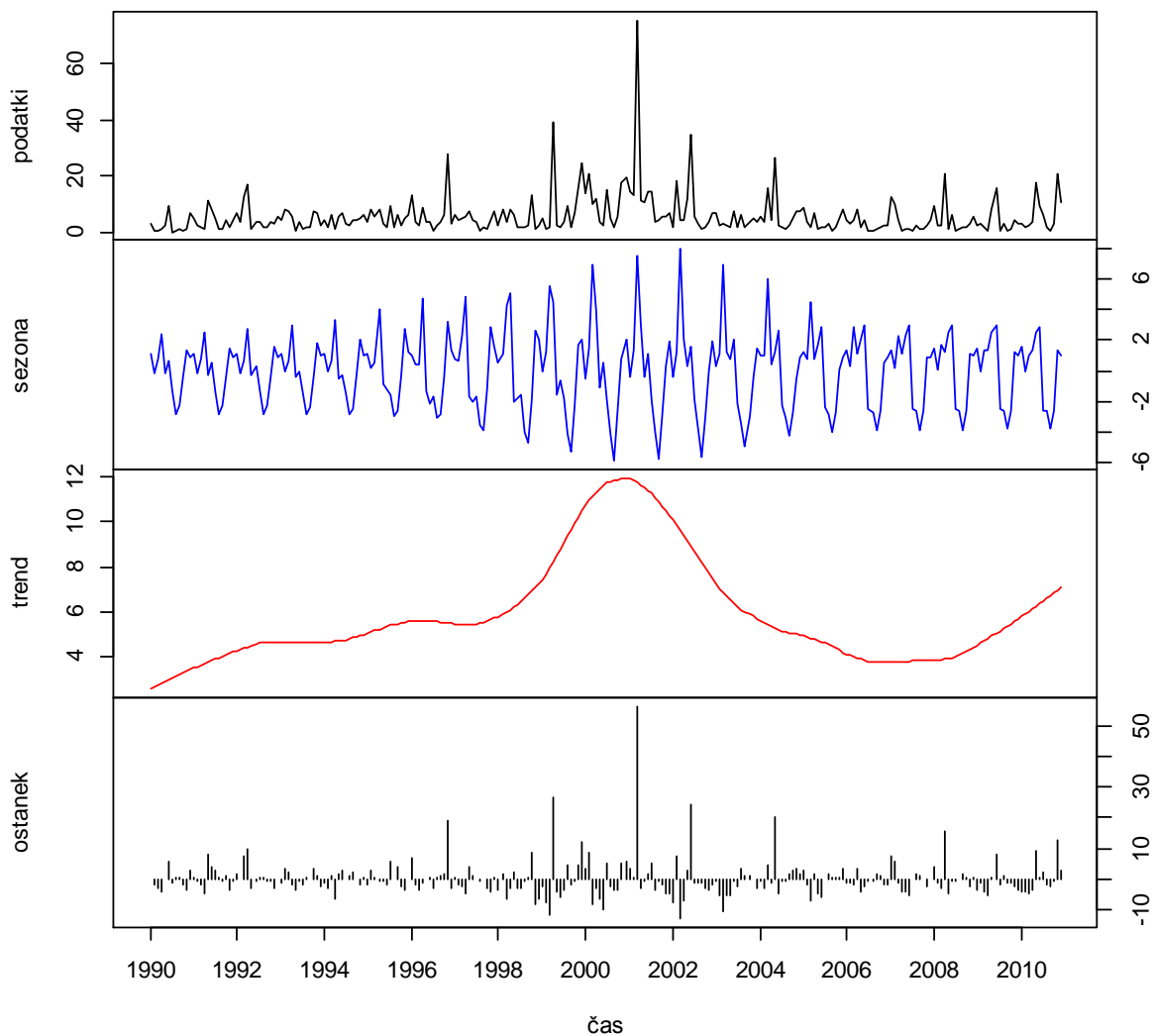
Slika 4.3: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij nitrata ( $NO_3$ ) v površinskem (levo) in pridnenem (desno) sloju štirih postaj slovenskega morja.

**Trendi.** Zaradi večje primerljivosti podatkov (enaka frekvenca vzorčevanja in analitska metodologija) smo za iskanje dolgoletnih trendov izbrali podatke iz obdobja 1990-2010 (skupni dušik, raztopljeni anorganski dušik in nitrat) oziroma 1995-2010 (skupni fosfor, ortofosfat, silikat). Trende smo določili z uporabo metode dekompozicije časovne vrste (STL – seasonal trend decomposition procedure based on LOESS), ki vse komponente v več iteracijah izračuna s pomočjo lokalne utežene regresije (Cleveland *in sod.*, 1990). Grafični prikazi trendov vsebujejo štiri slike: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek.

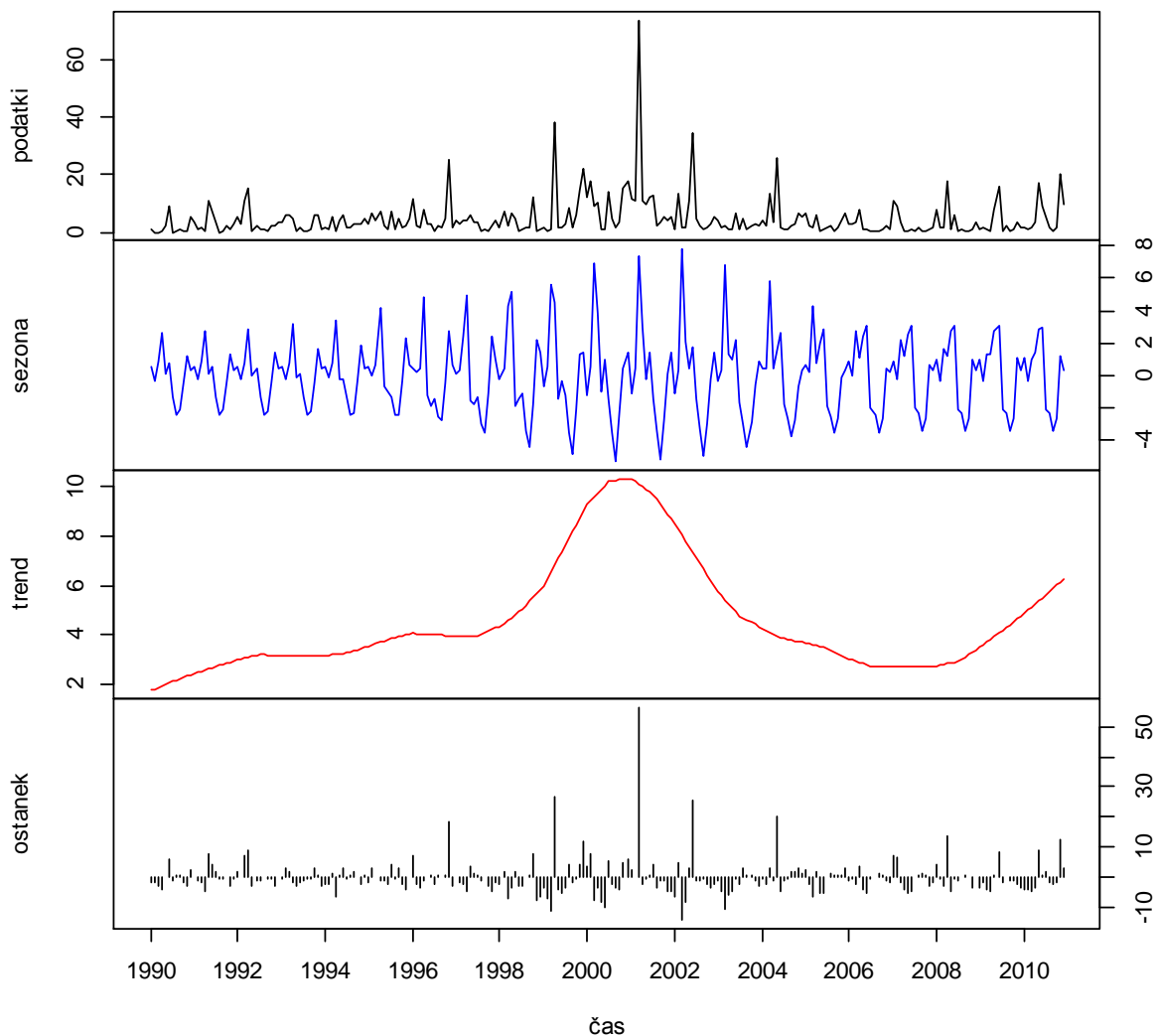
V obravnavanem obdobju 1990-2010 kažejo vse tri zgoraj opisane oblike dušikovih hranil (TN, DIN, nitrat) v površinskem sloju podobne trende (Slike 4.4-4.6). Ker so trendi na obeh globljih postajah zelo podobni, na slikah prikazujemo le postajo 00CZ. Celotno obdobje lahko razdelimo na dva dela. Za prvo obdobje (1990-2001) je pri vseh značilna rast koncentracij, ki so leta 2001 dosegle višek. Za drugo obdobje (2001-2010) pa je značilen trend upadanja koncentracij, ki pa v zadnjem letu pri nitratu in DIN-u nakazuje ponoven obrat. Pri nitratu je bil na postaji 000F statistično značilen upad koncentracij v zadnjem desetletju potrjen tudi z regresijsko analizo (trend  $-0,51 \mu\text{mol L}^{-1} \text{ leto}^{-1}$ ,  $p=0,0073$ ; Mozetič *in sod.*, 2012).



Slika 4.4: Koncentracije skupnega dušika (TN) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.



Slika 4.5: Koncentracije raztopljenega anorganskega dušika (DIN) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvorne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.



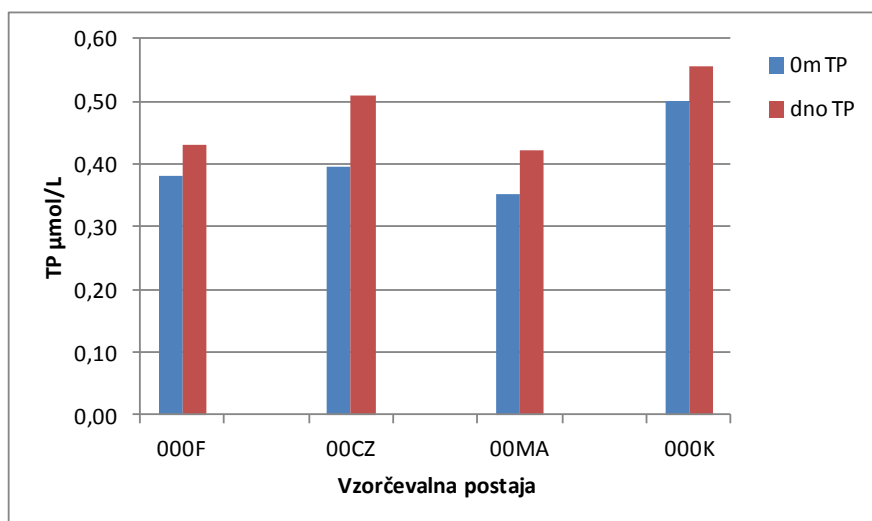
Slika 4.6: Koncentracije raztopljenega nitrata ( $\text{NO}_3$ ) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.

- ZNAČILNOSTI FOSFORJEVIH HRANIL

**Uvod.** Skupni fosfor obsega organske in anorganske fosforjeve spojine v raztopljeni in partikulatni (suspendirani) obliki. Organska frakcija, sestavljena predvsem iz fosforjevih spojin vgrajenih v organizmih in suspendirani snovi, lahko v posameznih primerih predstavlja glavni delež (70-80%) skupnega fosforja. Anorganski raztopljeni fosfor predstavljajo ionizirani produkti fosforjeve(V) kisline ( $H_3PO_4$ ).

**Prostorski vidik.** Osnovni statistični podatki o koncentracijah fosforjevih hranil na štirih postajah slovenskega morja v obdobju 1990-2010 so povzeti v Tabeli 4.2.

*Skupni fosfor (TP).* Višje koncentracije TP so značilne za pridneni sloj (Slika 4.7). Povprečna koncentracija (geometrijska sredina) TP je v obeh slojih najnižja na postaji 00MA, najvišja pa na postaji 000K, kjer sta bili določeni tudi najvišji koncentraciji TP: 12,63  $\mu\text{mol/L}$  v površinskem sloju oziroma 14,79  $\mu\text{mol/L}$  v sloju pri dnu. Podobno kot pri dušikovih hranilih so višje vrednosti TP v Koprskem zalivu povezane z vplivom odpadnih in industrijskih voda. Razlike med postajami predvsem odražajo specifične razmere na lokalni ravni kot npr. večji vpliv komunalnih odplak (postaja 000K) ali vpliv reke Soče (postaja 00CZ).



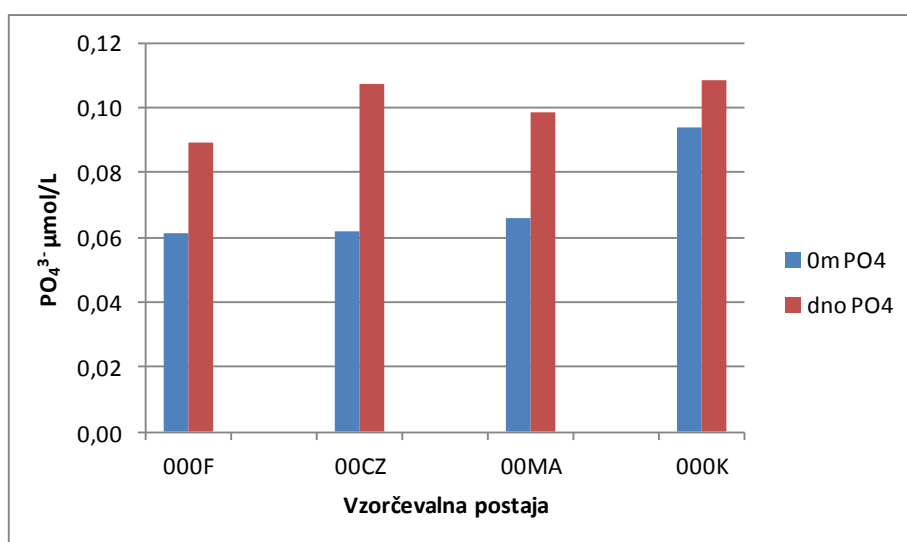
Slika 4.7: Povprečne vrednosti (geometrijska sredina) koncentracij skupnega fosforja v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj slovenskega morja.



Tabela 4.2: Statistični podatki o koncentracijah fosforjevih hranil (ortofosfat in skupni fosfor) v površinskem in pridnem sloju štirih postaj (00MA, 000F, 00CZ, 000K).

Postaja	Koncentracija ( $\mu\text{mol/L}$ )	Površinski sloj		Pridneni sloj	
		$\text{PO}_4^{3-}$	TP	$\text{PO}_4^{3-}$	TP
<b>000F</b>	ar. sredina	0,09	0,58	0,12	0,65
	geo. sredina	0,06	0,38	0,09	0,43
	mediana	0,07	0,28	0,09	0,33
	maximum	0,64	3,02	1,07	5,87
	minimum	0,01	0,06	0,01	0,01
	<i>št. vzorcev (n)</i>	<i>249</i>	<i>250</i>	<i>247</i>	<i>248</i>
<b>00CZ</b>	ar. sredina	0,09	0,65	0,15	0,78
	geo. sredina	0,06	0,40	0,11	0,51
	mediana	0,07	0,28	0,12	0,40
	maximum	0,74	12,10	0,93	13,77
	minimum	0,01	0,11	0,01	0,04
	<i>št. vzorcev (n)</i>	<i>250</i>	<i>249</i>	<i>247</i>	<i>249</i>
<b>00MA</b>	ar. sredina	0,08	0,51	0,14	0,61
	geo. sredina	0,07	0,35	0,10	0,42
	mediana	0,07	0,30	0,11	0,36
	maximum	0,42	6,06	0,54	7,14
	minimum	0,01	0,12	0,01	0,04
	<i>št. vzorcev (n)</i>	<i>172</i>	<i>173</i>	<i>206</i>	<i>188</i>
<b>000K</b>	ar. sredina	0,14	0,79	0,15	0,87
	geo. sredina	0,09	0,50	0,11	0,56
	mediana	0,10	0,36	0,12	0,41
	maximum	1,10	12,63	0,99	14,79
	minimum	0,01	0,14	0,01	0,14
	<i>št. vzorcev (n)</i>	<i>223</i>	<i>223</i>	<i>215</i>	<i>215</i>

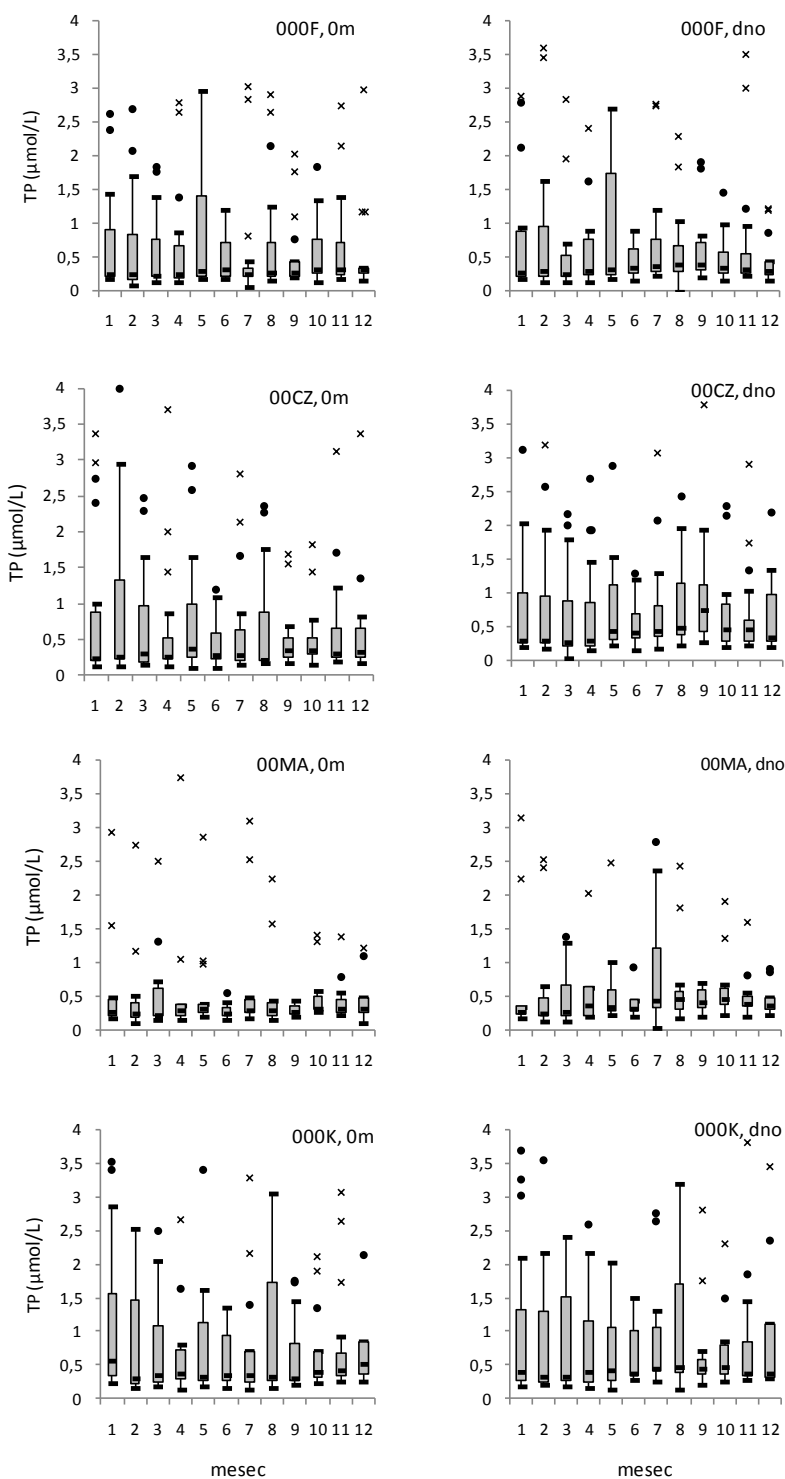
Ortofosfat ( $PO_4^{3-}$ ). Koncentracije anorganskega fosfata (ortofosfata) so po navadi zelo nizke ter kažejo velike variacije v prostoru in času. Podobno kot pri TP, so koncentracije ortofosfata višje v pridnenem sloju (Slika 4.8), vendar so med vsemi postajami precej podobne (0,09-0,11  $\mu\text{mol/L}$ ). V površinskem sloju pa so si povprečne koncentracije (geometrijske sredine) ortofosfata zelo podobne na postajah 000F, 00CZ in 00MA (0,06-0,07  $\mu\text{mol/L}$ ), nekoliko višja pa je na postaji 000K (0,09  $\mu\text{mol/L}$ ). Tudi za ortofosfat velja, da so višje koncentracije povezane z dotokom/vnosom odpadnih in industrijskih voda, zato so najvišje vrednosti na postaji 000K pričakovane.



Slika 4.8: Povprečne vrednosti (geometrijska sredina) koncentracij ortofosfata v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj slovenskega morja.

### Sezonska dinamika.

Skupni fosfor (TP). Primerjava povprečnih (geometrijska sredina) mesečnih koncentracij TP ne kaže izrazite sezonske dinamike, poleg tega pa je dinamika na postajah precej različna (Slika 4.9). V površinskem sloju so mesečne povprečne koncentracije zelo podobne, le na postaji 000K izstopajo zimski meseci z nekoliko višjimi povprečji. Razlike med meseci opazimo le pri meritvah višjih koncentracij, ki so bolj pogoste v prvi polovici leta. Podobno velja za pridneni sloj.



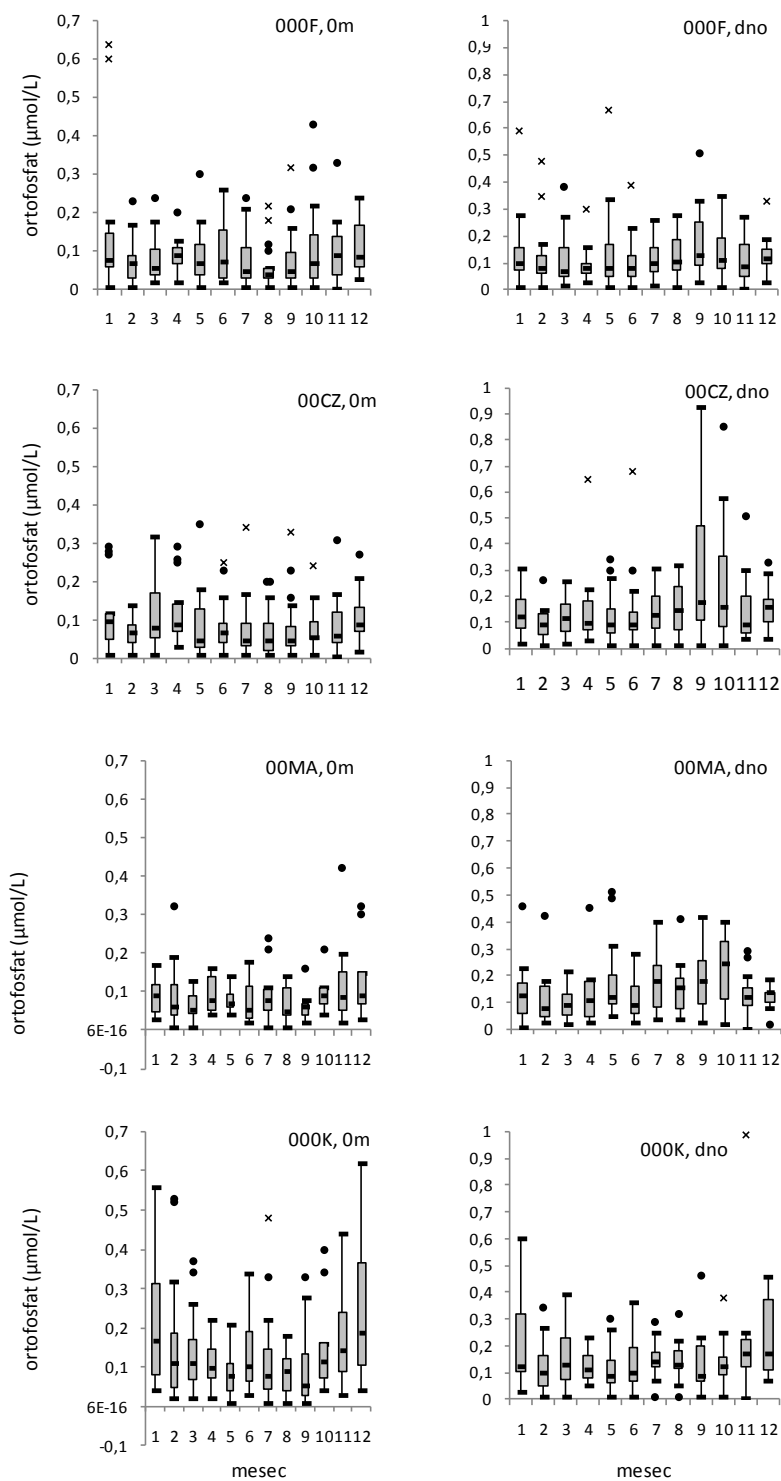
Slika 4.9: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij skupnega fosforja (TP) v površinskem (levo) in pridnenem sloju (desno) štirih postaj slovenskega morja.

Ortofosfat ( $PO_4^{3-}$ ). Povprečna letna dinamika fosfata je manj izrazita kot dinamika nitrata, kljub vsemu pa lahko razberemo določena obdobja viškov in nizkov (Slika 4.10). V povprečju so v površinskem vodnem sloju najvišje vrednosti značilne za pozno jesen in zgodnjo zimo, kar je najbolj izrazito na postaji 000K. Višje koncentracije ortofosfata pa so bolj pogoste tudi v spomladanskih in zgodnje poletnih mesecih. V pridnenem sloju je dinamika drugačna, saj so višje koncentracije značilne v pozno poletnem in jesenskem obdobju. To je posledica kopičenja in razgradnje organske snovi v sloju pri dnu.

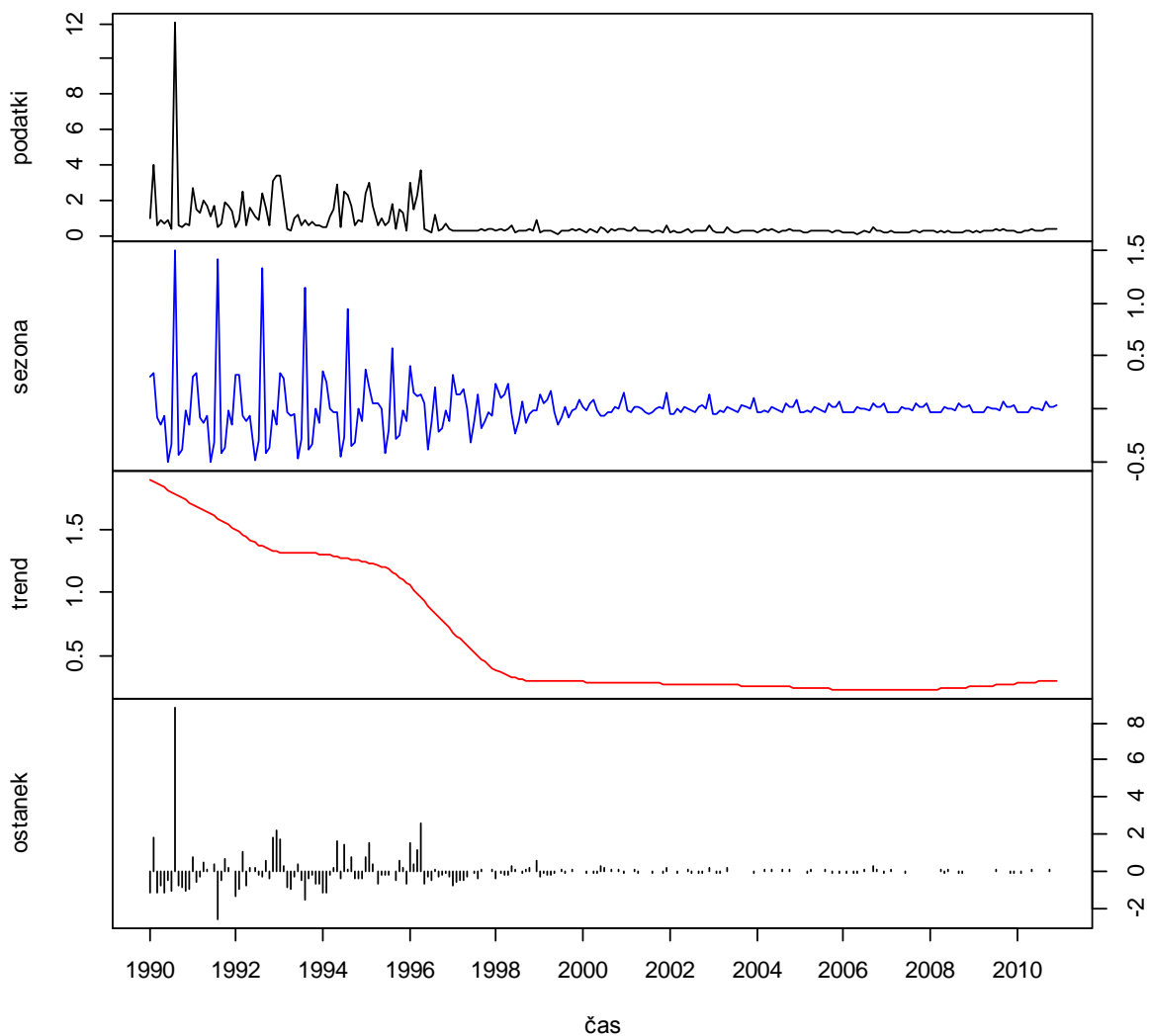
### **Trendi.**

Skupni fosfor (TP). Trende za fosforjeve spojine prikazujemo za celotno obdobje (1990-2010), čeprav je prišlo leta 1995 do sprememb v analitičnih metodah, sprememba v koncentracijah pa je nastopila šele po letu 1996. Ker so trendi po postajah podobni, prikazujemo le postajo 00CZ. Za obdobje do leta 1996 so na obeh globljih postajah v površinskem sloju značilne višje povprečne koncentracije TP, vendar tudi nižje minimalne vrednosti (Slika 4.11). Od sredine leta 1996 dalje so se koncentracije drastično znižale in ostale podobno nizke vse do konca časovne serije, ko je sledil rahel dvig koncentracij.

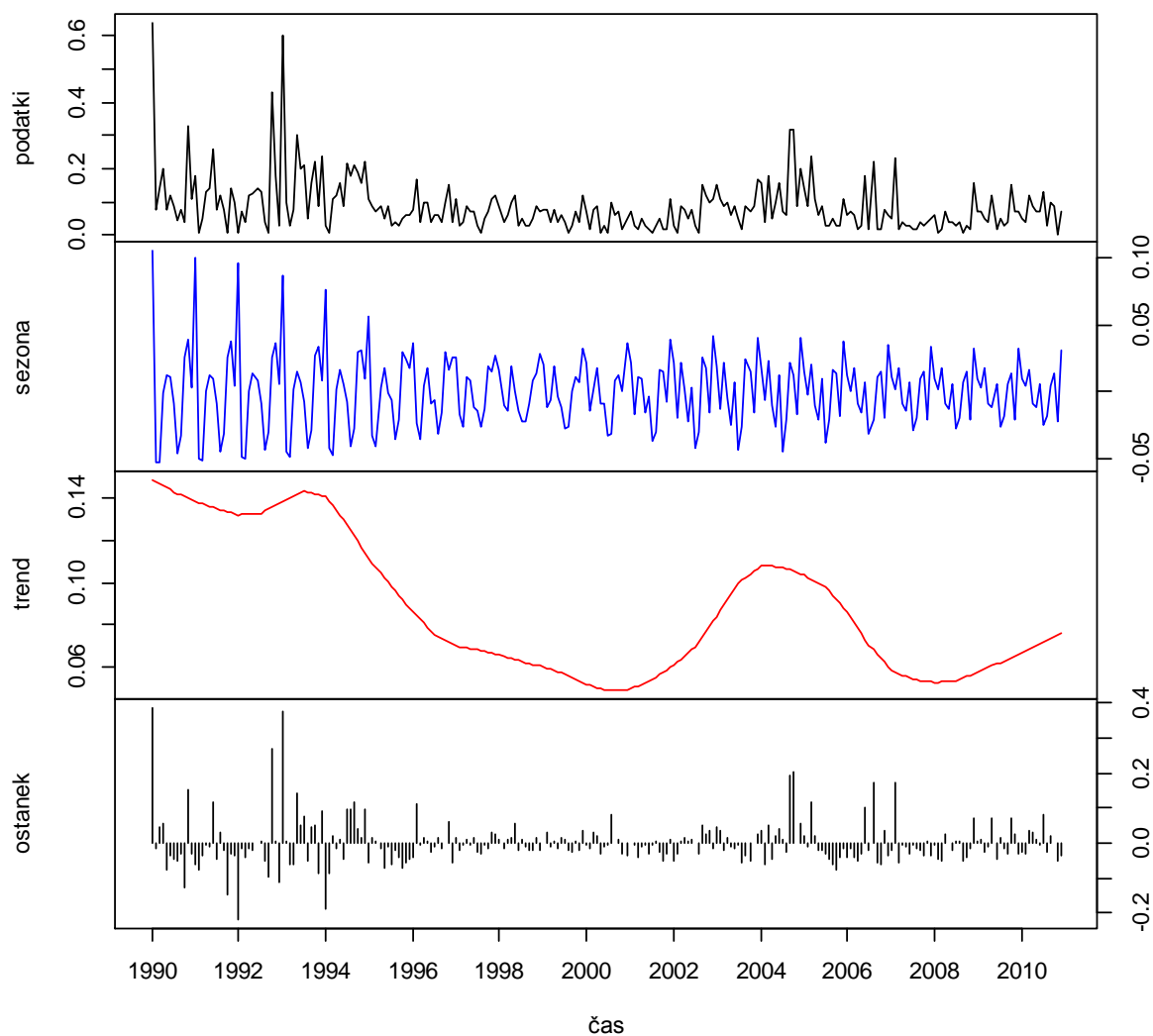
Ortofosfat ( $PO_4^{3-}$ ). Podobno kot pri TP, so bile tudi koncentracije fosfata najvišje v obdobju do leta 1995, vendar tako izrazitega padca koncentracij kasneje ni bilo. V obdobju od leta 1995 dalje pa so značilna nihanja, ki so nekoliko bolj izrazita na postaji 000F (Slika 4.12) v primerjavi s postajo 00CZ (Slika 4.13). Koncentracije so bile najnižje leta 2001 (predvsem na postaji 000F), najvišje pa na obeh postajah leta 2004. Omeniti je potrebno, da so koncentracije fosfata vseskozi zelo nizke, velikokrat celo na meji detekcije metode ( $0,01 \mu\text{mol L}^{-1}$ ), zato je ovrednotenje trendov oteženo. Kljub temu velja omeniti, da je širše v severnem Jadranu v zadnjih desetletjih zabeležen značilen upad koncentracij fosfata (Solidoro in sod., 2009).



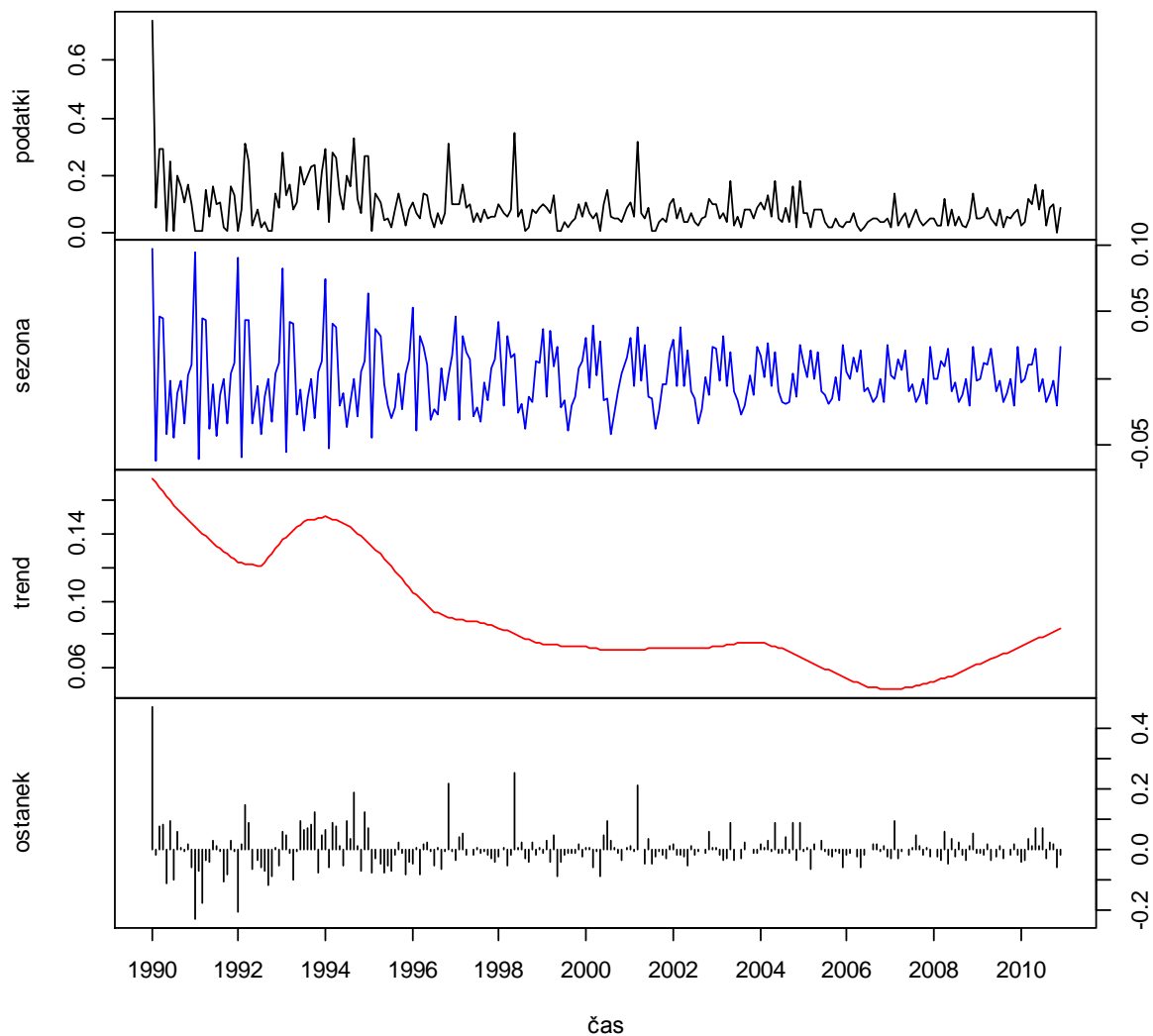
Slika 4.10: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij ortofosfata ( $PO_4$ ) v površinskem (levo) in pridnenem sloju (desno) štirih postaj slovenskega morja.



Slika 4.11: Koncentracije skupnega fosforja (TP) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.



Slika 4.12: Koncentracije ortofosfata ( $PO_4$ ) v površinskem sloju postaje 000F. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.



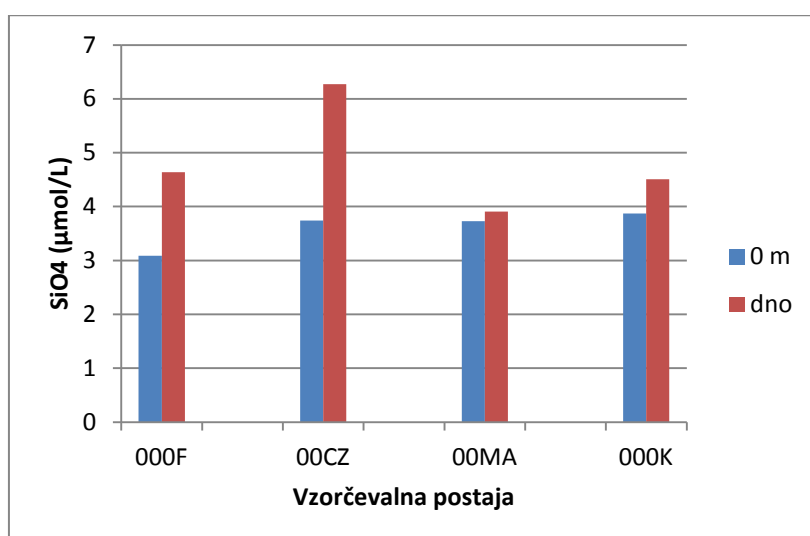
Slika 4.13: Koncentracije ortofosfata (PO4) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.



- ZNAČILNOSTI SILICIJEVIH HRANIL

**Uvod.** Silicij se v morski vodi prav tako nahaja v raztopljeni (predvsem v obliki silikatnega iona;  $\text{SiO}_4^{4-}$ ) in v suspendirani snovi. Glavni izvor teh snovi je preperevanje kamnin, zato večji delež silicijevih spojin (npr. kremen, plagioklazi, gline...) prehaja v morje preko rek in s pomočjo vetra. Organizmi, ki imajo skelet iz kremenca (kremenaste alge ali diatomeje, mreževci ali radiolariji), prav tako prispevajo k celokupnemu siliciju v morski vodi z raztapljanjem skeleta odmrlih organizmov. Ti organizmi so hkrati glavni porabniki silicija v morski vodi.

**Prostorski vidik.** Osnovni statistični podatki o koncentracijah silikata na štirih postajah slovenskega morja v obdobju 1990-2010 so povzeti v Tabeli 4.3. V splošnem so višje koncentracije silikata značilne za pridneni sloj (Slika 4.14), posebno na globljih (zunanjih) postajah, kar je posledica razgradnje usedlih skeletov diatomej. Najvišje koncentracije silikata v pridnenem sloju smo izmerili na postaji 00CZ, kjer pomemben izvor silikata predstavlja kopenski material, ki ga prinese reka Soča. V površinskem sloju so koncentracije silikata na postajah 00CZ, 00MA in 000K zelo podobne (okoli  $3,8 \mu\text{mol/L}$ ), medtem ko so najnižje na postaji 000F ( $3,1 \mu\text{mol/L}$ ), ki je med vsemi najmanj pod vplivom sladkovodnih vnosov.



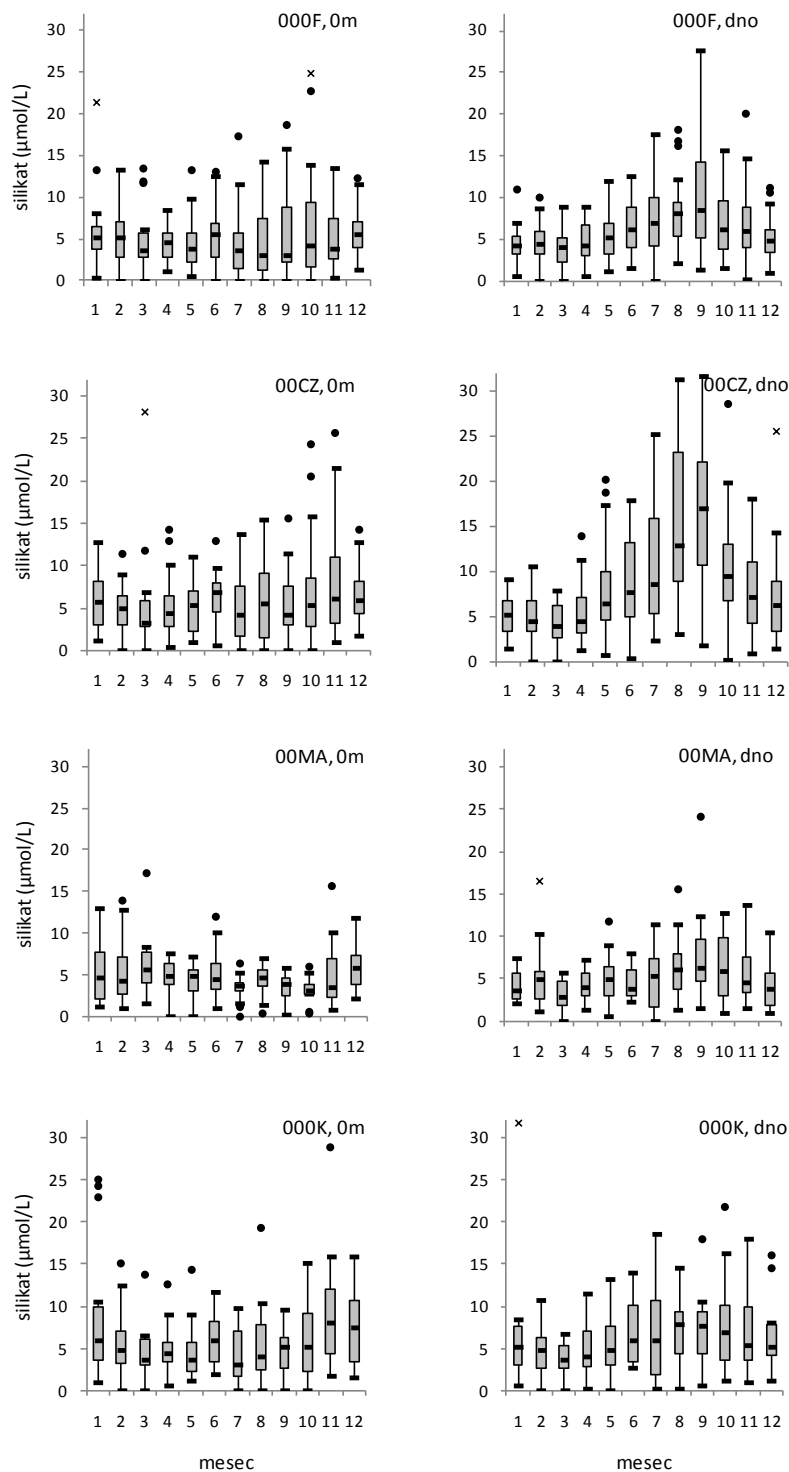
Slika 4.14: Povprečne vrednosti (geometrijska sredina) koncentracij silikata v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj slovenskega morja.

Tabela 4.3: Statistični podatki o koncentracijah silikata v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj (00MA, 000F, 00CZ, 000K).

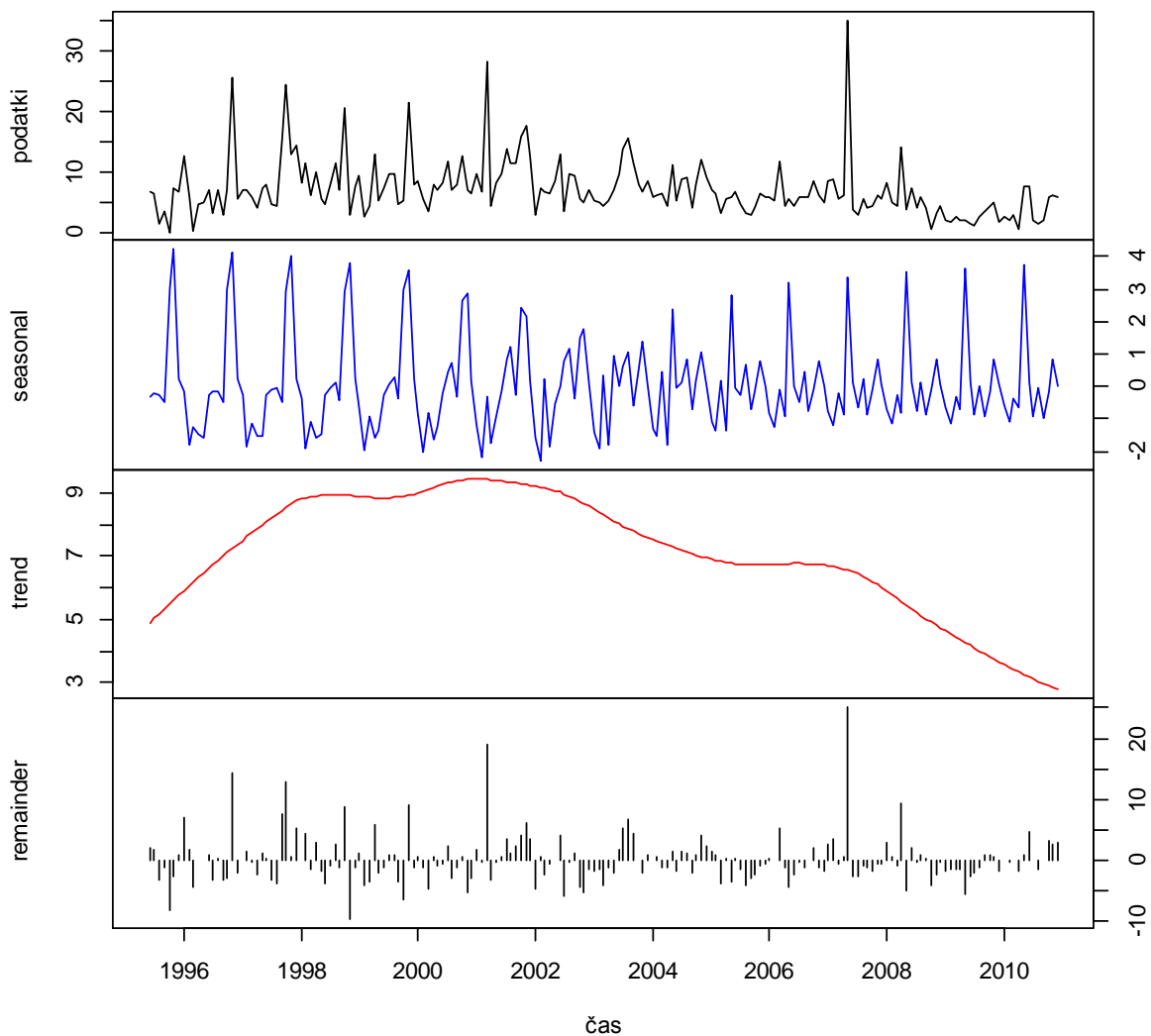
Postaja	SiO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μmol/L)		
	Površinski sloj	Pridneni sloj	
000F	ar. sredina	5,23	6,31
	geo. sredina	3,09	4,64
	mediana	4,22	5,28
	maximum	34,86	41,33
	minimum	0,01	0,01
	št. vzorcev (n)	252	251
00CZ	ar. sredina	5,91	9,14
	geo. sredina	3,74	6,27
	mediana	5,22	6,84
	maximum	35,05	57,13
	minimum	0,01	0,01
	št. vzorcev (n)	251	250
00MA	ar. sredina	4,91	5,22
	geo. sredina	3,73	3,91
	mediana	4,22	4,49
	maximum	41,46	32,77
	minimum	0,01	0,01
	št. vzorcev (n)	174	185
000K	ar. sredina	5,87	6,42
	geo. sredina	3,87	4,51
	mediana	4,93	5,19
	maximum	28,74	32,27
	minimum	0,01	0,01
	št. vzorcev (n)	220	216

**Sezonska dinamika.** V površinskem sloju postaj 000F, 00CZ in 000K so najvišje povprečne koncentracije silikata značilne za zimsko obdobje (december-januar), poleg tega pa še za junij (Slika 4.15). Na globljih postajah so visoke vrednosti pogostejše tudi pozno poleti in jeseni. V površinskem sloju postaje 00MA koncentracije silikata ne kažejo izrazite sezonske dinamike. V pridnenem sloju vsej postaj je dinamika izrazitejša, glavna značilnost pa je rast koncentracij od najnižjih spomladi do najvišjih v septembru, čemur ponovno sledi padec. Pozno-poletne visoke koncentracije odražajo kopičenje in razgradnjo kremenastih alg (oz. predhodnega diatomejskega viška v površinskem sloju).

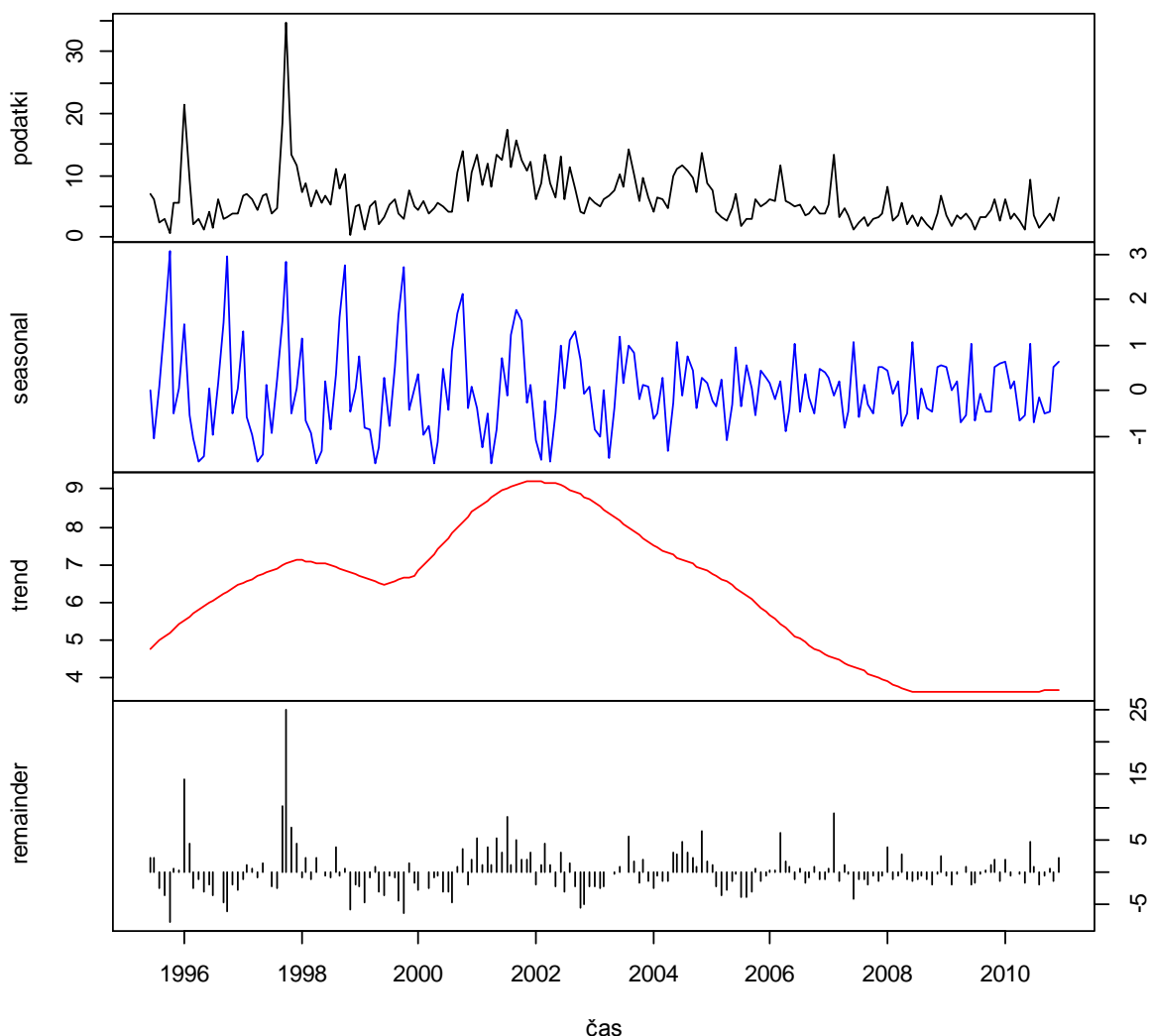
**Trendi.** Ker so se z uvedbo nove analitske metode merjene koncentracije silikata precej spremenile, smo pri analizi trendov upoštevali le obdobje od leta 1995 naprej. V grobem je dinamika silikata na obeh globljih postajah podobna dinamiki nitrata: v prvem obdobju do leta 2001/2002 je značilno naraščanje koncentracij, nato pa beležimo upad koncentracij vse do konca obravnavanega obdobja (Sliki 4.16 in 4.17). Tudi za silikat je bil na postaji 000F z regresijsko analizo potrjen statistično značilen upad koncentracij v zadnjem desetletju (trend  $-1,00 \mu\text{mol L}^{-1} \text{ leto}^{-1}$ ,  $p=0,0007$ ; Mozetič in sod., 2012).



Slika 4.15: Box-plot porazdelitve mesečnih koncentracij silikata ( $SiO_4$ ) v površinskem (levo) in pridnenem sloju (desno) štirih postaj slovenskega morja.



Slika 4.16: Koncentracije silikata ( $\text{SiO}_4$ ) v površinskem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvorne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.



Slika 4.17: Koncentracije silikata ( $\text{SiO}_4$ ) v površinskem sloju postaje 000F. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.

## OCENA STANJA

Glede na meje med dobrim in zmernim razredom kemijskega stanja, ki smo jih za posamezne hranilne snovi določili za potrebe vodne direktive (Francé *in sod.*, 2011), imajo vsa vodna telesa v slovenskem morju dobro stanje. Glede na negativne trende koncentracij nekaterih hranilnih snovi v kratkem tudi ne pričakujemo poslabšanja stanja.

### Skupna ocena za slovensko morje

Stanje slovenskega morja je glede na koncentracije hranilnih snovi v vodnem stolpcu v splošnem **dobro**.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Za oceno stanja po koncentracijah hranilnih snovi je stopnja zanesljivosti **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring and trend analysis with good spatial resolution but large variability.

### OPAZOVANI TRENDI:

Upadanje koncentracij nekaterih hranil.

### ZANESLJIVOST OCENE:

Srednja.

### PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI:

Neznano.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Ker nimamo historičnih podatkov, zelo težko ocenimo, kakšne so referenčne razmere v primeru hranilnih snovi v slovenskem morju. Glede na to pa težko pravilno določimo stanje. Menimo, da je nujna primerjava (interkalibracija) z ostalimi območji severnega Jadrana in morda vzpostavitev enotnega sistema vrednotenja, kot v primeru klorofila *a*. Problem predstavlja tudi nepoznavanje hranilnih razmer v vodi v ozkem obalnem pasu, kjer meritev, razen izjemoma, nimamo. V tem obalnem pasu mestoma namreč zaznavamo problem eutrofikacije, ki pa ga še ne moremo povezati z direktnimi meritvami koncentracij hranilnih snovi v vodi.

### Kazalnik 5.1.2 Deleži hranilnih snovi (silicij, dušik in fosfor), kadar je to potrebno

**Uvod.** Koncentracije hranil in njihova razmerja odločilno vplivajo na rast fitoplanktona. Optimalno razmerje N:P (DIN:DIP) ustreza t.i. Redfield-ovemu razmerju (upoštevajoč molarne koncentracije), ki je enako 16:1 (Redfield *in sod.*, 1963). Znatna odstopanja od tega razmerja lahko pomenijo hranilno omejujoče (limitirajoče) okolje: nižje vrednosti razmerja odražajo limitativnost dušika, višje vrednosti razmerja pa limitativnost fosforja. Redfield-ova razmerja Si:N in Si:P (upoštevajoč molarne koncentracije), pa znašajo 1:1 in 15:1, zato odstopanja od te vrednosti nakazujejo pomanjkanje silicija v danem okolju. Silicij predstavlja ključni element za rast in razvoj kremenastih alg ali diatomej. Pomanjkanje silicija negativno vpliva na oblikovanje njihove celične stene ali frustule oziroma na njihovo rast in razmnoževanje (Brzezinski *in sod.*, 1990). Prav zato lahko razmerja hranil pomembno vplivajo na fitoplanktonsko biomaso, njihovo vrstno sestavo, prehranjevalne verige in navsezadnje na stanje ekosistema.

- ZNAČILNOSTI RAZMERIJ MED HRANILI

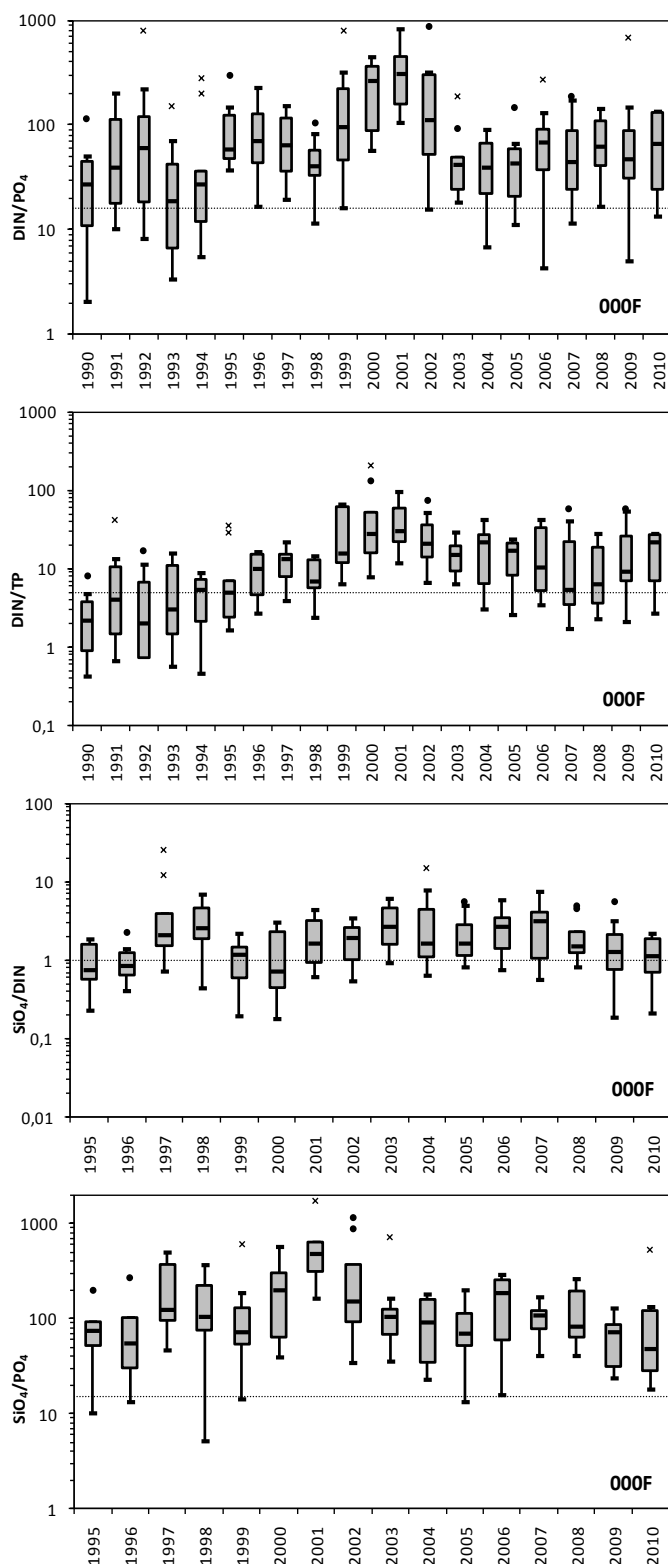
Izbrali smo štiri razmerja, ki se jih najpogosteje ovrednoti za ugotavljanje limitativnosti katerega od hranil: DIN/TP, DIN/PO<sub>4</sub>, Si/DIN in Si/PO<sub>4</sub>. Geometrijske sredine in razpon vrednosti teh razmerij v površinskem in v pridnenem vodnem sloju na štirih postajah slovenskega morja prikazujemo v Tabeli 4.4. Razpon vrednosti vseh razmerij je zelo velik, kar odraža kompleksno dinamiko hranil obravnavanega območja. Povprečne vrednosti teh razmerij kažejo na fosfor limitirajoče razmere tako v površinskem kot pridnenem sloju, razpon vrednosti pa kaže na veliko spremenljivost ter pomen trenutnih razmer za ta parameter. Razmerje DIN/PO<sub>4</sub> je večinoma veliko višje od Redfield-ovega razmerja, kar znova potrjuje **fosforjevo limitativnost** v slovenskem morju. Podobno je pri razmerju DIN/TP, ki je večje od 5, kar pomeni, da je fosfor limitativen tudi, ko upoštevamo koncentracije skupnega fosforja (Ptacnik *in sod.*, 2010). Pri obeh razmerjih s silikatom (Si/DIN in Si/PO<sub>4</sub>) lahko ugotovimo, da te snovi v slovenskem morju večinoma ne primanjkuje.



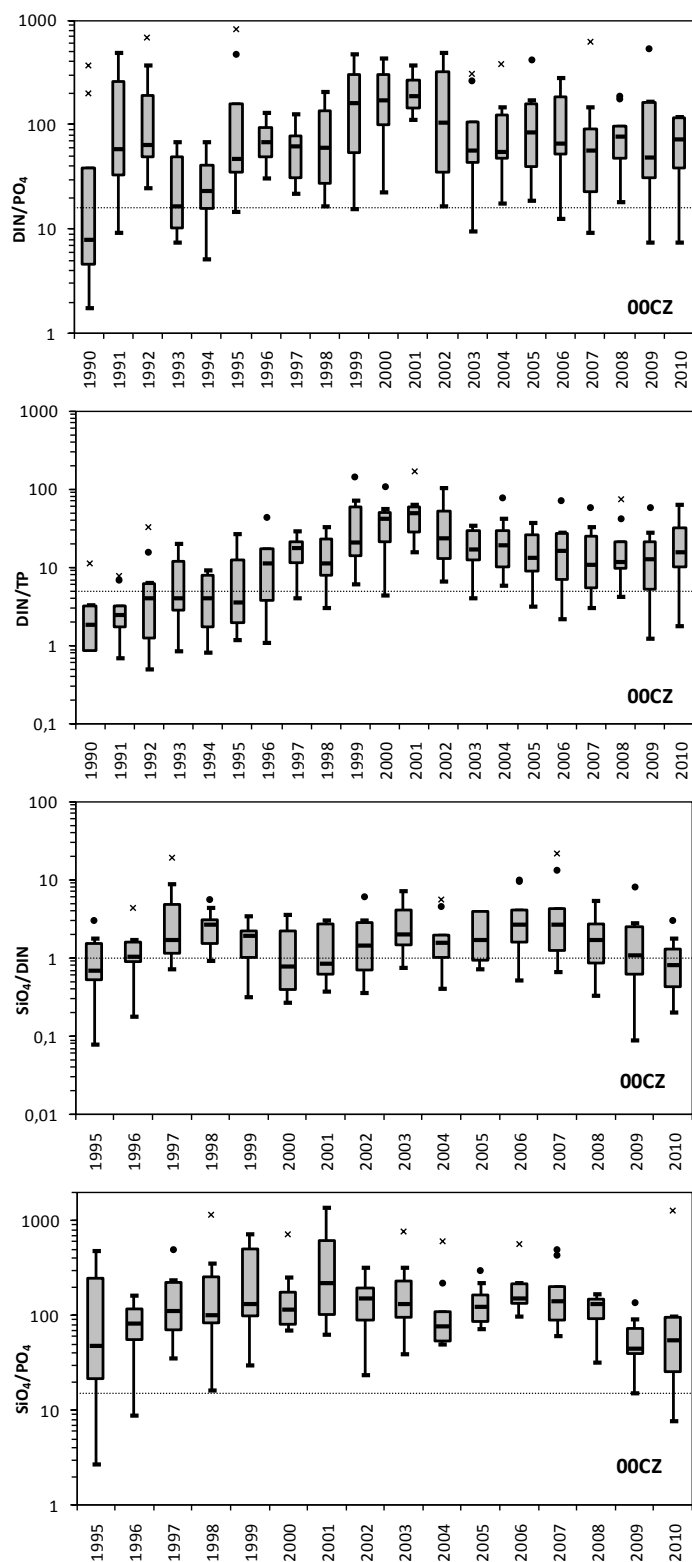
Tabela 4.4: Statistični podatki (geometrijska sredina in razpon vrednosti) o razmerjih med hranili v površinskem in pridnenem sloju štirih postaj (000F, 00CZ, 00MA, 000K).

postaja	vrednosti/globina	DIN/TP		DIN/PO <sub>4</sub>	
		0 m	dno	0 m	dno
<b>000F</b>	geometr. sredina	8,43	7,68	52,17	37,29
	razpon vrednosti	0,44-208,50	0,41-87,48	2,07-2076,06	2,39-605,00
<b>00CZ</b>	geometr. sredina	9,49	8,51	60,68	40,45
	razpon vrednosti	0,04-171,84	0,14-156,35	1,76-4196,57	4,27-710,00
<b>00MA</b>	geometr. sredina	10,56	7,44	56,29	30,94
	razpon vrednosti	0,53-139,75	0,34- 169,38	3,96-512,00	0,68-1254,00
<b>000K</b>	geometr. sredina	8,08	5,90	43,06	30,20
	razpon vrednosti	0,01-136,71	0,01-79,24	0,92-780,00	1,00-1233,00
-----					
postaja	vrednosti/globina	Si/DIN		Si/PO <sub>4</sub>	
		0 m	dno	0 m	dno
<b>000F</b>	geometr. sredina	0,96	1,39	49,78	52,05
	razpon vrednosti	0,002-25,63	0,003-16,28	0,04-1741,00	0,04-878,00
<b>00CZ</b>	geometr. sredina	0,99	1,44	60,29	58,81
	razpon vrednosti	0,002-21,95	0,004-10,48	0,03-1376,00	0,06-1399,00
<b>00MA</b>	geometr. sredina	1,01	1,24	56,67	36,69
	razpon vrednosti	0,004-17,07	0,004-22,76	0,10-783,00	0,05-840,00
<b>000K</b>	geometr. sredina	0,95	1,38	40,74	41,31
	razpon vrednosti	0,001-15,22	0,003-31,00	0,03-963,00	0,13-983,00

Sliki 4.18 in 4.19 prikazujeta letne box-plate za posamezna razmerja na postajah 000F in 00CZ. Tudi na plitkejših postajah 00MA in 0000K so razmerja podobna, vendar nimamo vsem podatkov, zato jih posebej ne prikazujemo. V prvi polovici 90. let 20. stoletja je opazen manjši primanjkljaj fosforja v primerjavi z raztopljenim anorganskim dušikom, predvsem v primeru TP. V obdobju 1995-2005 je nato limitativnost fosforjevih hranil največja, tudi glede na silikat. V zadnjih nekaj letih pa so razmerja spet nekoliko nižja, v prid fosforjevim hranilom, kar sovпада s splošnim negativnim trendom dušikovih hranil. Obratno je pri razmerjih s silikatom, ki v zadnjih letih nekoliko upadajo v smer limitativnosti silikata, kar je v skladu z negativnimi trendi tega hranila.



Slika 4.18: Box-plot porazdelitve letnih vrednosti štirih razmerij hranilnih snovi v površinskem sloju postaje 000F. Črtkana črta prikazuje Redfield-ovo razmerje.



Slika 4.19: Box-plot porazdelitve letnih vrednosti štirih razmerij hranilnih snovi v površinskem sloju postaje 00CZ. Črtkana črta prikazuje Redfield-ovo razmerje.

### OCENA STANJA

V splošnem za slovensko morje velja, da fitoplanktonsko rast omejujejo koncentracije fosforjevih hranil, medtem ko silikat ni limitativen. Razmerja se v letih nekoliko spreminjajo, trendi pa so v skladu s trendi koncentracij hranilnih snovi. Na podlagi samih razmerjih težko določimo stanje v slovenskem morju, lahko jih samo obravnavamo v povezavi z ostalimi indikatorji. Vendar na podlagi dosedanjih rezultatov lahko rečemo, da **ni znakov, da bila razmerja, značilna za severni Jadran, porušena.**

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Stopnja zanesljivosti za oceno stanja glede na razmerja hranilnih snovi je **srednja.**

Not calculated but based on surveys/monitoring and trend analysis with good spatial resolution but large variability.

### OPAZOVANI TRENDI:

Nekajletna nihanja v razmerjih, v zadnjih nekaj letih upad v smeri manjše limitativnosti fosforjevih hranil in večje limitativnosti silikata.

### ZANESLJIVOST OCENE:

Srednja.

### PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI:

Neznano.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Pomanjklivosti so podobne kot pri kazalniku 5.1.1.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po merilu 5.1**

- **REFERENČNE RAZMERE:** Pravih referenčnih razmer za koncentracije dušikovih, fosforjevih in silicijevih hranilnih snovi, ki bi kazale stanje v neskaljenih in neobremenjenih razmerah, **ne poznamo**. Prav tako ne poznamo pravih referenčnih razmer za razmerja med hranili, čeprav je splošno znano, da je za rast fitoplanktona v severnem Jadranu omejujoč dejavnik fosfor. Zato smo kot referenčno točko določili postajo 000F v južnem delu Tržaškega zaliva, kjer je vpliv s kopnega najmanjši, čeprav še zmeraj zaznaven. Referenčne razmere ustrezajo povprečnim koncentracijam hranilnih snovi na tem območju, enako velja za razmerja med hranili.
- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:** Stanje morja glede na vsebnost hranilnih snovi je določeno s povprečnimi letnimi vrednostmi (geometrijska sredina), saj se tako omilijo izstopajoče vrednosti, ki so predvsem posledica trenutnih razmer (npr vremenski vplivi, atmosferska depozicija, komunalni iztoki, itd). Stanje morja je dobro, če povprečne letne koncentracije hranilnih snovi v morju ne presegajo naslednjih meja: za skupni dušik (TN)  $48,8 \mu\text{mol l}^{-1}$ , za skupni fosfor (TP)  $1,4 \mu\text{mol l}^{-1}$ , za nitrat ( $\text{NO}_3$ )  $2,8 \mu\text{mol l}^{-1}$  in za fosfat ( $\text{PO}_4$ )  $0,15 \mu\text{mol l}^{-1}$ . Glede na dokaj podobne hranilne razmere na različnih postajah slovenskega morja, ki pa se vseeno odražajo v nekoliko različnem odzivu primarnih producentov (fitoplanktona), menimo, da so koncentracije hranilnih snovi v morski vodi lahko le dodaten kazalnik ob večjih spremembah, boljši kazalnik stanja pa so neposredni in posredni vplivi bogatenja s hranili. Podobno velja za hranilna razmerja. Dobro stanje se ohranja, če ostajajo povprečne vrednosti razmerij bolj ali manj stabilne, podobne vrednostim v preteklem desetletju. Ob morebitnem konstantem naraščajočem ali upadajočem trendu se stanje poslabša.
- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO:** 80 % slovenskega morja mora biti v dobrem stanju (expert judgment).
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA:** trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

## MERILO 5.2 Neposredni vplivi obogatitve s hranilnimi snovmi

### *Kazalnik 5.2.1 Koncentracija klorofila v vodnem stolpu*

- ZNAČILNOSTI KLOROFILNE BIOMASE

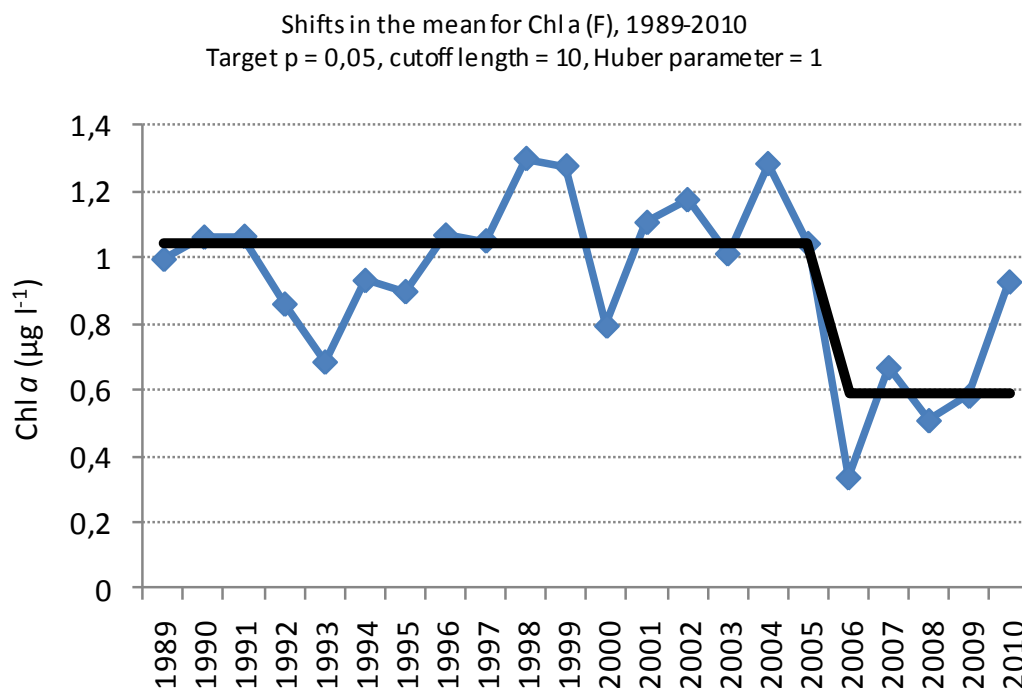
Analiza značilnosti fitoplanktonske biomase (izražene s koncentracijami klorofila *a*) je bila narejena s podatki s treh postaj v obalnem morju (000K, 000F in 00MA) in dveh v teritorialnih vodah (00CZ in 000G). Analizo smo opravili na podatkih iz obdobja 1989–2002, saj smo tako zaobjeli kar največ prostorsko raznolikih postaj. Analiza variance je pokazala na precejšnjo in prostorsko variabilnost koncentracij klorofila *a*. Najvišja povprečna koncentracija klorofila *a* ( $1,34 \mu\text{g l}^{-1}$ ) je izračunana za postajo 000K, ki leži znotraj Koprskega zaliva in je le 0,5 NM oddaljena od obale. Zaradi bližine izlivov rek Rižane in Badaševce ter komunalnih in industrijskih odplak, ki prinašajo v zaliv večje količine hranilnih snovi, so najvišje koncentracije klorofila *a* na tej postaji tudi pričakovane. Na postaji 000F, ki leži znotraj obalnega morja, vendar zaradi svoje lege ni pod neposrednim vplivom sladkovodnih vnosov in drugih vplivov s kopnega, je povprečna vrednost klorofilne biomase najnižja ( $0,99 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Prav ti dve postaji se statistično značilno razlikujeta od vseh ostalih, medtem ko preostale tri postaje, 00CZ, 000G in 00MA, tvorijo skupino s podobnimi, vmesnimi povprečnimi vrednostmi klorofila *a* (okoli  $1,15 \mu\text{g l}^{-1}$ ) in se med seboj ne razlikujejo značilno, čeprav imajo različno lego in so izpostavljene različnim vplivom.

Povprečna sezonska dinamika klorofila *a* je na vseh postajah podobna, zlasti v zgornjem, 5- do 10-metrskem sloju (Orlando Bonaca in sod., 2010b) in je odraz spreminjajočih se hranilnih razmer, zadrževalnega časa vodnih mas (Socal in sod., 2002) ter drugih fizikalnih dejavnikov. Iz povprečnega globinskega profila klorofila *a* lahko razberemo dve nasprotujoči si obdobji: izrazit novembrski višek (do  $2,4 \mu\text{g l}^{-1}$ ) in poletne nizke vrednosti (okoli  $0,7 \mu\text{g l}^{-1}$ ) v površinskem sloju do globine 10 m. Drugi, vendar manjši letni višek se razvije v spomladanskih mesecih od februarja do aprila vzdolž celotnega vodnega stolpa, pa tudi maja v površinskem sloju (okoli  $1-1,5 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Razvoj pomladnega viška spodbudijo regenerirane hranilne snovi iz poznojesenskega obdobja predhodnega leta spodbudijo (Harding Jr. in sod.,

1999). Ta se ob ugodnih razmerah (zadostna količina svetlobe) pojavi že v zimskih mesecih in se ob povečanem vnosu hranilnih snovi z rekami nadaljuje do aprila ali maja. V poletnih mesecih visoka fotosintezna aktivnost in nizki sladkovodni vnosi vodijo do hranilnega osiromašenja, ki je še posebej veliko v sloju nad termoklino. Zato so za ta sloj značilne zelo nizke poletne koncentracije klorofila *a*. Jesensko deževje prinaša v zaliv nove hranilne snovi, bodisi neposredno, predvsem pa preko povečanih pretokov rek, hkrati pa z mešanjem vodnega stolpca regenerirane hranilne snovi prehajajo tudi iz spodnjega v zgornji sloj. To omogoči razvoj drugega sezonskega viška klorofila *a*, ki je povsod v zalivu najvišji tudi na letni ravni (Mozetič in sod., 2010).

V spodnjem delu vodnega stolpca je dinamika fitoplanktonske biomase drugačna, saj temperaturna razslojenost vodnega stolpca v poletnih mesecih preprečuje mešanje vodnih slojev. Poleti so pridnene koncentracije klorofila *a* višje (do  $2 \mu\text{g l}^{-1}$  v mesecu juliju) kot v ostalem delu leta. V obdobju premešanega vodnega stolpca so pridnene koncentracije klorofila *a* podobne tistim v površinskem sloju (zimsko-pomladno obdobje) ali nekoliko nižje (jesenski višek).

Poudariti je potrebno, da so bile analize prostorske in sezonske variabilnosti koncentracij klorofila *a* opravljene na podatkovnem nizu iz obdobja 1989–2002, v zadnjem desetletju pa smo ugotovili upad koncentraciji klorofila *a* na nivoju celotnega severnega Jadrana (Mozetič in sod., 2010). Ob podrobnejši analizi podatkov s postaj 000F in 00CZ iz obdobja 1989–2010 smo ugotovili tudi spremembo režima leta 2006, ki je zelo podobna na obeh postajah (Slika 4.20 prikazuje spremembo režima na postaji 000F). Od leta 2006 dalje so letna geometrijske srednje vrednosti precej nižje od dolgoletnega povprečja (z izjemo leta 2010, ko je klorofil *a* blizu dolgoletnemu povprečju). Povprečna vrednost klorofilne biomase v prvem režimu je  $1,04 \mu\text{g l}^{-1}$ , v drugem pa  $0,59 \mu\text{g l}^{-1}$ . Tudi pri primerjavi sezonske dinamike koncentracij klorofila *a* znotraj omenjenih dveh režimov smo ugotovili precejšnje razlike, ki so ravno tako podobne na obeh obravnavanih postajah. V letih z visokimi koncentracijami (1996–2005) klorofilna biomasa sledi splošno znani dinamiki (Francé, 2009; Mozetič in sod., 2010) z zimsko-pomladnim manjšim viškom in novembrskim glavnim viškom, medtem ko se je v obdobju z nizkimi koncentracijami (2006–2010) sezonska dinamika spremenila, saj nismo več beležili pomladnega in novembrskega viška, zimske vrednosti pa so bile na letni ravni najvišje.



Slika 4.20: Letna geometrijska povprečja koncentracij klorofila *a* v površinskem sloju postaje 000F v obdobju 1989–2010 (modre oznake) in sprememba režima po metodi STARS (črna črta).

## OCENA STANJA

Koncentracija klorofila *a* je v svetu široko uporabljen in priznan indikator evtrofikacijskega pritiska (Harding Jr. in Perry, 1997; Boyer *in sod.*, 2009), ki v sebi lahko nosi veliko informacij o fitoplanktonski združbi - obseg fitoplanktonskega cvetenja, njegovo pogostost in prostorsko razširjenost (Boyer *in sod.*, 2009), če je shema vzorčenja primerna. Običajno je koncentracija klorofila *a* zelo dobra ocena za odziv fitoplanktonske združbe na obogatitev s hranilnimi snovmi (Devlin *in sod.*, 2007). Ker so mehanizmi povezave med obremenitvami iz okolja in koncentracijami klorofila *a* dandanes relativno dobro poznani, je mogoče predvideti ukrepe ob ugotovljenem slabem stanju morja, kar je še posebej pomembno ob načrtovanju okoljskih ciljnih vrednosti. Pri kazalniku 5.2.1 smo zato uporabili enako vrednotenje stanja morskega okolja s koncentracijami klorofila *a*, kot smo ga razvili v okviru Okvirne vodne direktive (VD) za Jadransko morje (Francé *in sod.*, 2011).

Za vrednotenje smo kot metriko uporabili **letno geometrijsko srednjo vrednost koncentracij klorofila *a*** v µg l<sup>-1</sup> v površinskem vodnem sloju. Z uporabo te metrike in meja med razredi ekološkega stanja za tip obalnega morja IIA Adriatic (Francé *in sod.*, 2011), smo



na podlagi rezultatov nacionalnega monitoringa v letih 2007-2011 ocenili ekološko stanje slovenskega morja (Tabela 4.5). Stanje smo ocenili za vsako vzorčevalno postajo posebej kot večletno geometrijsko srednjo vrednost koncentracij klorofila *a*. Tri postaje smo uvrstili v **dober** ekološki razred, dve postaji pa v **zelo dober** razred. Rezultati vrednotenja ustrezajo mnenju slovenskih strokovnjakov za fitoplankton o stanju tega biološkega elementa na določeni vzorčevalni postaji. Vse obravnavane postaje so nad mejo dobrega okoljskega stanja, če jo postavimo enako kot mejo med dobrim in zmernim ekološkim razredom, ki je po VD **1,57 µg klorofila *a* l<sup>-1</sup>**. Poudariti je potrebno, da se koncentracije iz leta v leto precej spreminjajo, saj so predvsem odvisne od spremenljivih rečnih vnosov in padavin. Za primer lahko podamo rezultate dveh preteklih let. Leta 2010, ko je imela reka Soča velike pretoke, predvsem v jesenskih mesecih (vir:

[http://www.arpa.fvg.it/fileadmin/Informazione/Bollettini/Scheda\\_Gennaio\\_2012.pdf](http://www.arpa.fvg.it/fileadmin/Informazione/Bollettini/Scheda_Gennaio_2012.pdf)), je bilo stanje po klorofilu *a* na vseh postajah dobro. Nasprotno je bilo leta 2011, ko so bili soški pretoki nizki v primerjavi z dolgoletnim povprečjem, posledično pa je bilo stanje po klorofilu *a* na vseh postajah zelo dobro, saj manjši pretoki pomenijo tudi manjši doprinos hranil v zaliv. Vendar, tudi če postaje ovrednotimo vsako leto z letnimi geometrijskimi sredinami koncentracij klorofila *a*, nobena od postaj ne pade nižje od dobrega ekološkega razreda.

Tabela 4.5: Rezultati vrednotenja stanja slovenskega morja s koncentracijami klorofila *a* za obdobje 2007–2011.

postaja/VT	klorofil <i>a</i> večletna geometrijska sredina (µg l <sup>-1</sup> )	normaliziran REK	razred
<b>0DB2/VT2</b>	0,70	0,74	<b>Dober (G)</b>
<b>000K/VT3</b>	0,69	0,74	<b>Dober (G)</b>
<b>000F/VT4</b>	0,60	0,77	<b>Zelo dober (H)</b>
<b>00MA/VT5</b>	0,58	0,77	<b>Zelo dober (H)</b>
<b>00CZ/VT1</b>	0,69	0,74	<b>Dober (G)</b>

Najnižje povprečne koncentracije klorofila *a* so bile na postajah 00MA in 000F. Če za postajo 000F velja, da je zaradi lege na južnem delu tržaškega zaliva ni pod neposrednim vplivom sladkovodnih vnosov in drugih vplivov s kopnega in je stanje klorofilne biomase zato zelo dobro, rezultat za postajo 00MA nekoliko preseneča, saj leži znotraj Piranskega zaliva in je od obale oddaljena le 0,6 NM. Nekoliko slabše je stanje po klorofilu *a* na ostalih treh

postajah. Na postaji 000K, ki leži znotraj Koprškega zaliva (močno preoblikovano vodno telo) v bližini izlivov Badaševica in Rižane in je od obale oddaljena le 0,5 NM, bi pričakovali slabše stanje fitoplanktonske biomase, kljub vsemu pa so rezultati podobni ostalim postajam. Morda je vzrok za tako dobro stanje v našem najbolj obremenjenem zalivu v zelo kratkem času izmenjave vodne mase, ki je ob mirnem vremenu ob šibki stratifikaciji vodnega stolpca bila 2–6 dni, poleg tega pa prihaja vodna masa v zaliv po sredini, kjer tudi leži postaja 000K, in odteka ob obalah zaliva in s sabo odnaša obremenjene vode (Orlando Bonaca in sod., 2011). Zelo podobno je stanje fitoplanktonske biomase na postaji 0DB2, ki leži v bližini zaščitene območja Debeli rtič, vendar pa tudi v bližini Trsta in Kopra, kar nedvomno vpliva na kakovost vode. Morda se pri fitoplanktonski biomasi pozna tudi bližina gojišča školjk, saj so lahko zaradi fecesa školjk v vodnem stolpcu višje koncentracije hranilnih snovi, vendar je ta vpliv omejen na območje školjišča. Postaja 00CZ leži v osrednjem delu Tržaškega zaliva in je izmed obravnavanih postaj najbolj pod vplivom reke Soče, zato je rezultat vrednotenja za to postajo pričakovan.

#### Skupna ocena za slovensko morje

Če upoštevamo vse rezultate meritev koncentracij klorofila *a* na vseh petih postajah v obdobju 2007–2011, je stanje slovenskega morja **dobro**, oziroma celo na meji med dobrim in zelo dobrim razredom, če upoštevamo razdelitev po VD. Večletna geometrijska srednja vrednost klorofila *a* za vse postaje skupaj je namreč **0,65 µg l<sup>-1</sup>**, kar je ravno na meji med dobrim in zelo dobrim razredom.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Za oceno stanja po klorofilu *a* je stopnja zanesljivosti **visoka**, zaradi rednega monitoringa, ki poteka enkrat mesečno na 5 postajah.

Not calculated but based on surveys/monitoring and trend analysis with long time series, good spatial resolution and low/acceptable variability.

OPAZOVANI TRENDI: Zniževanje (Decreasing).

ZANESLJIVOST OCENE: Visoka.

PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI: Stabilno (Stable).

ZANESLJIVOST OCENE: Nizka.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

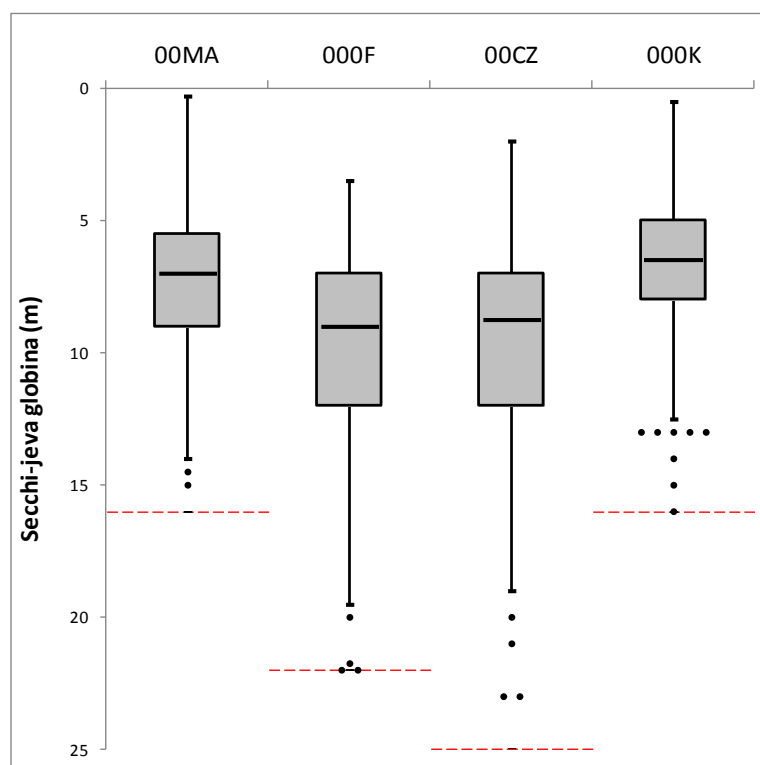
Ocenjujemo, da je ocena stanja po klorofilu visoko zanesljiva, saj smo sistem vrednotenja razvili eksperti na nivoju celotnega Jadranskega morja. Pomembno je, da smo ugotovili tudi odvisnost odziva (naraščanje klorofilne biomase) od pritiska (skupni fosfor v vodnem stolpcu), na kateri sloni sistem vrednotenja. Kljub vsemu lahko navedemo določene šibkosti: Tudi če stanje spremljamo enkrat mesečno, se lahko dogodi, da določena časovno omejena cvetenja fitoplanktona »spregledamo«. To premostimo s stalnim, neprekinjenim večletnim monitoringom. Podobno velja tudi za cvetenja fitoplanktona v omejenih območjih (npr. zalivih, lukah), vendar ocenjujemo, da so taki dogodki redki in ne vplivajo na splošno stanje morja. Na splošno velja, da nam manjkajo podatki za ozki priobalni pas, kjer bi lahko mestoma zasledili probleme, vendar lahko to premostimo s spremljanjem stanja makroalg in morskih cvetnic.

*Kazalnik 5.2.2 Bistrost vode, po potrebi v povezavi s povečanjem števila lebdečih alg*

- PROSOJNOSTNE RAZMERE V SLOVENSKEM MORJU

**Uvod.** Prosojnost (transparenc) morske vode določamo po standardnem postopku s ploščo Secchi (okrogla bela plošča s premerom 30 cm). Globino (Secchi-jeva globina), pri kateri oblika plošče ni več vidna, uporabljamo za izražanje prosojnosti vode. K manjšemu prodiranju svetlobe in s tem k nižji Secchijevi-globini prispevajo različni delci, ki so prisotni v morski vodi. Porast/povečanje koncentracije delcev je lahko posledica povečanega sladkovodnega dotoka ali/in atmosferskega vnosa oziroma odraža prisotnost velikega števila planktonskih organizmov ali drugih večjih delcev (npr. morski sneg). K manjši prosojnosti lahko tako prispevajo (lokalno) fitoplanktonski viški, cvetenje morja in lokalna onesnaženja (npr. vpliv ribogojništva). Poleg suspendirane snovi na prosojnost morja lahko vpliva tudi koncentracija raztopljenih snovi. Ker na prosojnost morja vplivata tako koncentracija raztopljenih kot suspendiranih (partikulatnih) snovi, je ta parameter v splošnem uporaben za oceno evtrofičnega stanja morja.

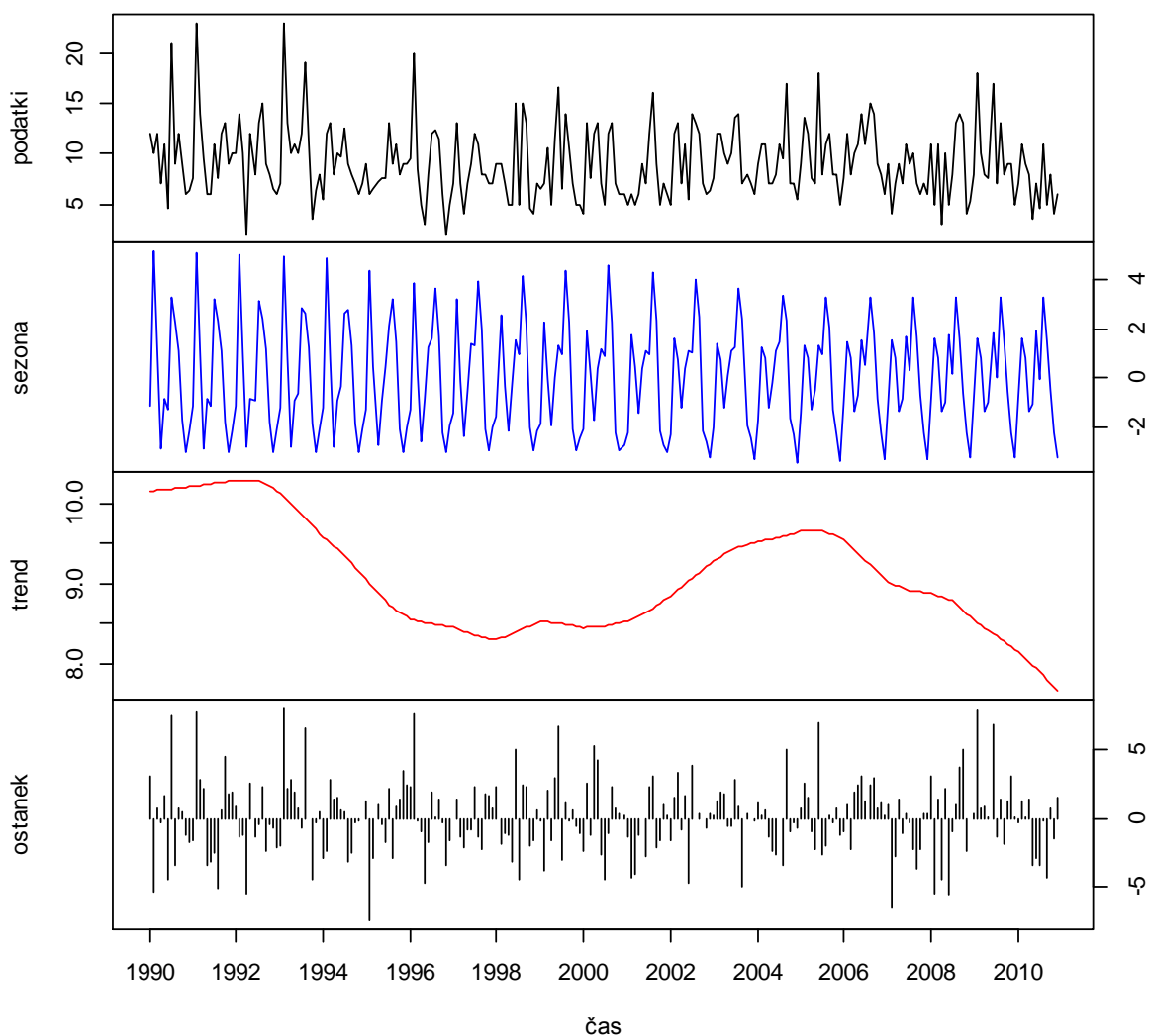
**Prostorski vidik.** Aritmetična sredina oziroma geometrična sredina podatkov prosojnosti (iz obdobja 1990-2010) je na izbranih vzorčevalnih postajah bila: 9,7 m in 9,1 m (000F), 9,2 m in 8,5 m (00CZ), 7,4 m in 6,8 m (00MA), ter 6,8 m in 6,2 m (000F). Najboljše prosojnostne razmere smo zaznali na območjih z večjimi globinami (postaji 00CZ in 000F, Slika 4.21). Najnižje Secchi-jeve globine pa smo določili na postajah 00MA in 000K (okoli 0,3 in 0,5 m), kjer je vpliv anorganskih delcev na prosojnostne razmere največji. H količini anorganskih delcev v vodi prispevajo erozijski procesi obale in vnos materiala preko atmosfere in sladkovodnih pritokov. Poleg tega je pomembna tudi resuspenzije morskega sedimenta, ki ga povzročajo z vetrovi induciranih tokov, aktivnosti pridnenih organizmov in antropogne aktivnosti (npr. transport po morju, dredžanja, itd). Zaradi kompleksnosti dejavnikov, ki v plitkem morju vplivajo na izmerjeno Secchi-jevo globino, slabših prosojnostnih razmere v slovenskem morju ne moremo direktno povezati s pojavom evtrofikacije.



Slika 4.21: Box-plot porazdelitve podatkov Secchi-jeve globine (vzorčevalno obdobje 1989 - nov 2011) določenih na izbranih merilnih postajah (črtkana črta: največja globina vzorčevalnega mesta).

**Sezonska dinamika.** Večja prosojnost morja je značilna za februar in za poletne mesece, nižja pa za spomladansko in jesensko obdobje, ko je običajno več padavin in so pretoki rek večji (Orlando Bonaca in sod., 2011).

**Trendi.** Po začetnih visokih vrednostih prosojnosti vode na globljih postajah 000F in 00CZ (Slika 4.22) je bila prosojnost v letih 1995-2005 bolj ali manj stabilna, z manjšimi nihanji. V zadnjih letih je opazen padec prosojnosti, vendar je lahko ta trend pogojen z dejstvom, da je zanje leto, ki je zajeto v analizo (20109, bilo zelo deževno, kar vpliva na nižjo prosojnost vode (Orlando Bonaca in sod., 2011).



Slika 4.22: Prosojnost vode na postaji 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvirne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.

## OCENA STANJA

Predlagana meja med dobrim in zmernim razredom za prosojnost vode po Vodni direktivi (Francé in sod., 2011) je 6,1 m. V Tabeli 4.6 so navedene povprečne prosojnosti za posamezne postaje za celotno obdobje vrednotenja 1990-2010 in posebej za tri zadnja leta. Če ovrednotimo postaje za celotno obdobje, je stanje glede na prosojnost povsod **dobro**. Pri vrednotenju za posamezna leta pa je vidna medletna spremenljivost prosojnosti: leto 2010, ko je bilo več padavin, so vrednosti na vseh postajah nižje, medtem ko so za leto 2011, ki je bilo zelo sušno, vse vrednosti višje.

Tabela 4.6: Rezultati vrednotenja stanja slovenskega morja s prosojnostjo, navedene so letne povprečne vrednosti Secchi-jeve globine.

POSTAJA_OBDOBJE	1990-2010	2008	2009	2010	2011
000F	9,6	9,6	9,9	7,8	9,9
00CZ	8,5	8,5	10,0	7,0	10,1
00MA	7,4	7,4	7,8	7,0	7,1
000K	6,8	<b>5,8</b>	6,8	<b>5,8</b>	6,4

Tudi pri vrednotenju po posameznih letih je stanje na postajah 000F, 0CZ in 00MA vedno dobro. Nasprotno pa na postaji 000K prosojnost v določenih letih ne doseže dobrega razreda. Vendar je potrebno poudariti, da je tu (kakor tudi na postaji 00MA) prosojnost močno odvisna od plitkosti vodnega stolpca in od resuspenzije sedimenta. Tako je potrebno slabšo oceno postaje 000K ovrednotiti še v povezavi z drugimi kazalniki.

### Skupna ocena za slovensko morje

Stanje slovenskega morja po prosojnosti morske vode je ob upoštevanju plitkosti na določenih postajah **dobro**.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Za oceno stanja po prosojnosti vode je stopnja zanesljivosti **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring and trend analysis with good spatial resolution but large variability.

### OPAZOVANI TRENDI

Stabilno oziroma upadanje v zadnjih letih.

### ZANESLJIVOST OCENE:

Nizka.

### PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI:

Neznano.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Prosojnost je lahko pomožni kazalnik pri določanju evtrofikacije, zaradi nizkega vodnega stolpca in vpliva resuspenzije pa le redko odraža samo evtrofikacijsko stanje.

#### *Kazalnik 5.2.3 Številčnost oportunističnih makroalg*

Na kamnitem dnu obalnega pasu je mogoče signal naraščajoče evtrofikacije najti tudi v spremembah združbe makroalg (Orfanidis *in sod.*, 2001). Pritisk antropogene evtrofikacije povzroči premik od klimaksne združbe k prevladi oportunističnih, nitrofilnih vrst. Če so antropogeni pritiski zanemarljivi (Soltan *in sod.*, 2001), so v zgornjem infralitoralnem pasu Sredozemskega morja na kamnitih podlagah dominantne in najbolj produktivne vrste iz rodu *Cystoseira* (Ballesteros, 1989). Algalne združbe, kjer prevladujejo vrste cistozir predstavljajo klimaks (končni stadij) sukcesije fotofilne algalne združbe (Pérès & Picard, 1964) in so zato primerni kazalci okoljskega stanja (Montesanto & Panayotidis, 2001).

Tudi v slovenskem morju v zgornjem infralitoralnem pasu prevladuje vegetacija velikih rjavih alg, kot so cistozire. Te tvorijo precej raznovrstne združbe, razdeljene v tri sloje: zgornji fotofilni sloj, ki ga sestavljajo velike rjave alge ali druge pokončne alge srednje velikosti; sloj epifitov, ki ga sestavljajo številne drobne vrste, pritrjene na steljke pokončnih alg; in sciafilni podsloj alg, ki uspevajo v senci fotofilnega sloja. Vegetacija infralitorala je predvsem odvisna od svetlobe in hidrodinamike (Giaccone *in sod.*, 1994).

V slovenskem morju med asociacijami z rodom *Cystoseira* poznamo predvsem *Cystoseiretum crinitae* Molinier 1958 in *Cystoseiretum barbatae* Pignatti 1962. *Cystoseira crinita* je cistozira, ki ima največ nadomestnih vrst. V določenih ekoloških pogojih nekatere od teh vrst postanejo zelo številčne in tvorijo prepoznavne facijese oz. subasociacije (Giaccone in sod., 1994). Tako je *Cystoseiretum crinitae* subas. *Halopithetosum incurvae* Boudouresque 1971, kjer prevladuje vrsta *Halopithys incurva*, pogosta v prvih nekaj metrih infralitorala, torej v nestabilnih biotopih, kjer se osvetljenost precej spreminja (Giaccone in sod., 1994; Cormaci in sod., 2003). V mirnih predelih z blagim onesnaževanjem pa prevladuje *Cystoseiretum crinitae* subas. *Cystoseiretosum compressae* Molinier 1958, kjer je dominantna *C. compressa* (Giaccone in sod., 1994; Cormaci in sod., 2003). Asociacija *Cystoseiretum barbatae* pa v slovenskem morju postane dominantna, kjer je sedimentacija visoka in prihaja do blagega organskega onesnaževanja (Vukovič, 1976, 1980).

Asociacije s cistoziro so – skupaj s podvodnimi travniki cvetnic – ključnega pomena za ohranjanje biotske raznovrstnosti, naravnih procesov in nenazadnje tudi t.i. ekosistemskih servisov morskega ekosistema. Navedeno temelji tako na izjemni kompleksnosti asociacij kakor tudi na dejstvu, da bentoška algalna zarast zaradi geoloških in geomorfoloških značilnostih obrežnega pasu ter bioloških in fizikalnih lastnosti slovenskega morja in posledično zelo omejene razširjenosti podvodnih travnikov cvetnic (Turk in sod., 2002, Lipej in sod., 2006, 2007b; Orlando Bonaca in sod., 2008b) pomembno prispeva k delovanju ekosistema Tržaškega zaliva.

## OCENA STANJA

Za oceno stanja makroalg infralitorala smo uporabili Indeks **ovrednotenja ekološkega stanja (EEI)** (Orfanidis in sod., 2001). Vrednotenje z indeksom EEI temelji na predpostavki, da so morski bentoški makrofiti bioindikatorji za antropogeni pritiski v okolju, ki se odzivajo predvsem na spremembe v vnosu hranil iz kmetijstva, industrijskih in komunalnih izpustov. Leta 2011 so avtorji indeks izboljšali, tako da sedaj ocenjuje stanje v ekosistemu z neprekinjenimi števili – od tod ime EEI-c oziroma EEI neprekinjena formula (continuous formula) (Orfanidis in sod., 2011). **EEI-c** temelji na podrobnejši razdelitvi rodov alg v ekološke razrede. Po novem je prvi razred ESG I razdeljen v tri podrazrede (IA, IB in IC), drugi razred ESG II pa v dva podrazreda (IIA in IIB). Indeks EEI je vključen v nacionalno



metodologijo vrednotenja ekološkega stanja obalnih voda z makrofitskimi algami. Indeks EEI upošteva tako oportunistične kot večletne makroalge, zato bomo v kazalniku 5.2.3 upoštevali tudi del kazalnika 5.3.1, ki obravnava številčnost (abundanco) večletnih makroalg in trav.

Oceno stanja slovenskega morja smo sestavili z upoštevanju vseh rezultatov za makrofitske alge od leta 2006 dalje (Lipej in sod., 2007a; Mozetič in sod., 2008, 2009; podatki monitoringa ekološkega stanja 2010 in 2011 za ARSO, Orlando-Bonaca in sod., 2011; Falace in sod., 2011). Omeniti je potrebno, da smo za vse postaje stanje makroalg (2006-2011) preračunali na novo s formulo **EEI-c**, zato je prišlo do precejšnjih sprememb (Tabela 4.7) v primerjavi z rezultati predhodnih poročil. Do največjih sprememb je prišlo na treh postajah An1, Se1 in Se2, kjer je bilo stanje z EEI ocenjeno kot **zelo dobro** ali **dobro**, z EEI-c pa kot **zmerno** do **zelo slabo**. Vzrok je prerazporeditev pokončne rdeče alge *Alsidium corallinum*, ki je na teh postajah dominantna, iz razreda ESG I v razred ESG II.

Ekološko stanje smo na dveh postajah ocenili kot **zelo slabo** ( $EEI-c \leq 2,34$ ), na treh postajah kot **slabo** ( $2,34 < EEI-c \leq 4,04$ ), na šestih postajah kot **zmerno** ( $4,04 < EEI-c \leq 5,84$ ), na 24 postajah kot **dobro** ( $5,84 < EEI-c \leq 8,09$ ) in na 27 postajah kot **zelo dobro** ( $8,09 < EEI-c \leq 10$ ). Podrobno oceno stanja prikazujemo za vodna telesa opredeljena po Vodni direktivi (Tabela 4.7).

Tabela 4.7: EEI-c vrednosti posameznih postaj v obdobju 2006-2011.

Vodno telo	Postaja	2006	2007	2008	2009	2010	2011	povprečje za večletna vzorčevanja	ocena za vodno telo
SI5VT2	DR3	7,92					6,14	7,03	5,18
	DR2	4,48					9,30	6,89	
	DR1	6,55						6,55	
	DR4	9,54					6,01	7,77	
	An1	1,76						1,76	
SI5VT3	KP1	1,82						1,82	3,15
	KP2	4,77						4,77	
SI5VT4	PO1	8,29						8,29	8,03
	PO2	7,03						7,03	
	PO3	9,82						9,82	
	PO4	7,97						7,97	
	PO5	9,28						9,28	
	PO6	5,99						5,99	
	PO7	6,18						6,18	
	PO8	6,64	9,35	8,41			6,55	7,74	
	Koper1 - HT9						8,20	8,20	
	Koper2 - HT9						8,08	8,08	
	Iz1	9,33						9,33	
	Iz2	4,40						4,40	
	Iz3	4,72						4,72	
	Iz4	3,38	4,39	2,35			1,72	2,96	
	Iz5	5,63						5,63	
	Iz6	8,08						8,08	
	Bel1	7,54						7,54	
	BS3	9,37						9,37	
	BS2	9,53						9,53	
	BS1	9,03						9,03	
	RR1	9,86	10,00	9,32			9,97	9,79	
	Ronek1 - HT3					8,02		8,02	
	Ronek2 - HT4					10,00		10,00	
	MZ2	10,00						10,00	
	MZ1	9,52					7,03	8,27	
	Str4	8,15					6,32	7,23	
	Str3	7,61						7,61	
	Str2	6,36						6,36	
	Str1	8,22						8,22	
	Pa 1	7,82						7,82	
Pa 2	8,69	9,64	9,63			7,62	8,90		
Pacug1 - HT7						7,70	7,70		
Pacug2 - HT7						9,01	9,01		

(se nadaljuje)

(nadaljevanje)

Vodno telo	Postaja	2006	2007	2008	2009	2010	2011	povprečje za večletna vzorčevanja	ocena za vodno telo
SI5VT4	Fi2	8,88						8,88	8,03
	Fi1	8,48						8,48	
	Fiesa1 - HT1				8,87			8,87	
	Fiesa2 - HT2				9,58			9,58	
	PiO2	7,97						7,97	
	PiO1	9,49						9,49	
	PP4	9,24	9,36	7,96		8,51		8,77	
	PP3	8,50						8,50	
	PP2	8,56						8,56	
	PP1	8,58						8,58	
	Punta1 - HT5				7,27			7,27	
	Punta2 - HT6				8,77			8,77	
	Punta3 - HT8					9,61		9,61	
	MBP 2	7,00						7,00	
	MBP 1	7,48						7,48	
Ber1	3,04						3,04		
SI5VT5	Por1	4,19		5,22		4,69		4,70	5,00
	Por2	7,88	5,89	6,44		6,22		6,61	
	Por3	8,13	6,00					7,07	
	Se1	2,11	5,42	3,00		5,85		4,10	
	Se2	3,40						3,40	
	Se3	6,18						6,18	

V vodnem telesu VT2 smo stanje po makroalgah na vseh postajah preverjali le leta 2006. Nato so bile šele leta 2011 tri postaje VT2 vključene v program spremljanja ekološkega stanja po makroalgah (monitoring). V primerjavi z letom 2006 se je ekološko stanje leta 2011 na dveh postajah (DR3 in DR4) nekoliko poslabšalo, vendar na obeh postajah ostaja **dobro**. Nasprotno se je stanje na postaji DR2 od zmerne leta 2006 izboljšalo do **zelo dobrega** leta 2011. Problem je **zelo slabo** stanje na postaji An1 v bližini turističnega apartmajskega naselja Oltra severozahodno od Ankarana, kjer je dominantna zgoraj omenjena rdeča alga *Alsidium corallinum*. Ker je dolžina odseka te postaje najdaljša med vsemi v VT2, to vpliva na veliko težo ocene stanja postaje v izračunu ocene stanja celotnega vodnega telesa. Zato je kljub temu, da imajo vse štiri ostale postaje dobro stanje, skupno stanje vodnega telesa VT2 po makroalgah **zmerno**. Menimo, da bi bilo zaradi premajhnega števila ponovitev vzorčevanj, kakor tudi zaradi dejstva, da slaba ocena stanja temelji le na slabem stanju ene postaje, vzorčevanja v VT2 potrebno ponoviti v naslednjih letih.

V močno preoblikovanem vodnem telesu VT3, kjer je antropogeni pritisk največji, je stanje po makroalgah **slabo**, kar je najslabša ocena v slovenskem morju. Rezultati temeljijo le na vzorčevanjih iz leta 2006, ko je bila ena postaja uvrščena v **zelo slab**, druga pa v **zmeren** razred ekološke kakovosti. V VT3 močno prevladuje sedimentna podlaga, zato je na nivoju celotnega vodnega telesa bolj zanesljiva ocena ekološkega stanja na podlagi stanja fitoplanktona in/ali bentoških nevretenčarjev (kot na primer za potrebe Vodne direktive). Kljub temu pa je v okviru ovrednotenja pritiska eutrofikacije podatek za slabo stanje makroalg na dveh postajah pomemben, saj kaže na močen lokalni vir obremenitev v notranjosti Koprškega zaliva. Obe postaji (KP1 in KP2) sta namreč locirani na obali starega mestnega jedra, v bližini koprške marine in Luke Koper.

Največje vodno telo VT4, ki obsega tudi največ postaj (49), je edino vodno telo, v katerem je glede na dosedanje podatke stanje po makroalgah **dobro**. Ker VT4 vsebuje tri zavarovana območja (če upoštevamo tudi rastišče pozejdonke) in še druge z vidika biotske raznovrstnosti pomembne predele (npr. območje Fiese in Pacuga), bi pričakovali najboljše stanje. Pri stari oceni stanja po EEI je bilo stanje tega vodnega telesa dejansko **zelo dobro**, vendar je pri ponovnem izračunu z EEI-c formulo stanje nekoliko slabše. Vsekakor je pomembno tudi dejstvo, da je stanje slabše na območju Izole, kjer štiri postaje (Iz2, Iz3, Iz4 in Iz5) ne dosegajo **dobrega** stanja. Posebej izpostavljamo stanje na postaji Iz4 ob izolskem svetilniku, ki je vključena v program monitoringa ekološkega stanja (ARSO) in je edina izmed postaj na območju Izole, za katero imamo večletne podatke. Stanje ovrednoteno po makroalgah je na tej postaji iz leta v leto **slabše**: pokrovnost oportunističnih alg (nitrofilne vrste iz rodov *Ulva* in *Dictyopteris*) je vedno višja, manjša pa se pokrovnost edine vrste cistozir odporne na povišan vnos hranil v morje (*C. compressa*), ki je na tem območju v prejšnjih letih še bujno rasla. Predvidevamo, da prihaja na širšem območju Izole do onesnaženja, ki vpliva na **slabo** stanje makroalg, izvor onesnaženja pa bi bilo potrebno identificirati in ukrepati.

V vodno telo VT4 so vključene tudi vse postaje makrofitskih alg v spodnjem infralitoralno na globini 6 m (postaje z oznako HT, razen HT9 v Tabeli 4.7), kjer je vpliv pritiskov s kopnega veliko manjši kot na plitkejših postajah. Sedem od teh postaj je imelo **zelo dobro** stanje po makroalgah in le dve **dobro**. Glede na to lahko zaključimo, da je vpliv antropogenega onesnaževanja s kopnega na izbrane vzorčevalne postaje v spodnjem infralitoralno zanemarljiv

in so z vidika sledenja evtrofikacijskim problemom bolj primerne postaje v zgornjem infralitoralu.

Kamnito dno v vodnem telesu VT5 je omejeno le na umetno ustvarjene odseke iz osemdesetih letih dvajsetega stoletja; večinoma gre za nasuto kamenje na plažah in skalomete. Stanje po makroalgah smo vrednotili na dveh takih predelih: na portoroški obali od skladišča soli do kopališča in od avtokampa Lucija do skalometa pod Formo Vivo. Na treh od šestih postaj je bilo stanje **dobro**, na dveh **zmerno** in na eni **slabo**. Za VT5 je značilna močna sedimentacija, zaradi česar je prodiranje svetlobe v vodo omejeno (osebna opažanja). To onemogoča, da bi se razvil t.i. zgornji fotofilni sloj, ki ga sestavljajo velike rjave alge ali druge pokončne alge srednje velikosti. Močna sedimentacija tudi fizično poškoduje steljke pokončnih alg (Airoldi, 2003). Najbolj pomemben vir sedimenta je najverjetneje naravnega izvora, saj gre za resuspenzijo iz mehkega dna, ki se v tem zalivu prične pri cca. 4-5 m globine, in prenos tega sedimenta na kamnito dno. Na območju VT5 so tipične nitrofilne vrste (npr. *Ulva* spp. in *Dictyopteris* spp.) redke, značilna pa je visoka pokrovnost nizke rjave alge *Padina pavonica*. Bujna rast te vrste dodatno pričra o navzočnosti okoljskih dejavnikov, ki onemogočajo rast cistozir in drugih pokončnih alg srednje velikosti. Poleg visoke sedimentacije je VT5 podvrženo vplivom navtičnega prometa, marikulture ter različnih vnosov preko sladkovodnih pritokov (Dragonja, Drnica, Jernejev kanal). Skupna ocena stanja na podlagi makroalg za vodno telo VT5 je **zmerno**, nekoliko slabše je stanje na območju Lucije v primerjavi z Portorožem.

#### Skupna ocena za slovensko morje

Ob upoštevanju vseh rezultatov od leta 2006 dalje lahko zaključimo, da je stanje makroalg slovenskega morja na splošno **dobro**. Največji delež slovenske obale namreč pripada vodnemu telesu VT4, kjer je stanje večinoma (z izjemo območja Izole), **dobro** ali **zelo dobro**. Vpliv antropogenega onesnaževanja s kopnega je na večini teh postaj majhen ali zanemarljiv. Kljub temu pa ne gre spregledati nekaterih predelov slovenske obale, kjer prihaja do onesnaženja s prekomernimi količinami hranilnih snovi, na katerega se odzivajo makroalge. Ti predeli so opisani zgoraj, pri vseh pa je potrebno ugotoviti izvor onesnaženja in sprejeti potrebne ukrepe

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Za oceno stanja po makroalgah je stopnja zanesljivosti **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

### OPAZOVANI TRENDI

Trende za stanje makroalg lahko ocenimo le za sedem postaj, za katere imamo podatke za štiri leta (Tabela 4.7). Za pet postaj z **dobrim** ali **zelo dobrim** stanjem (PO8, RR1, Pa 2, PP4 in Por2) velja, da so vrednosti EEI-c v različnih letih zelo podobne, torej lahko ocenimo, da je **stabilno**. Ne kaže torej, da bi se stanje na teh postajah slabšalo. Nasprotno pa se stanje na postaji Iz4 kljub začetnemu slabemu stanju še **slabša**, saj v letu 2010 postaja pade v najslabši razred. Na postaji Se1, ki spada v zmeren razred, pa stanje nekoliko niha.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Največja pomanjkljivost je prekratek vzorčevalni niz na večini postaj; na večini postaj (46) pa je ocena postavljena le na podlagi enoletnega vrednotenja.

O vegetaciji v slovenskem morju je še vedno razmeroma malo znanega. Raziskave o vrstni pestrosti in prevladujočih biocenozah so potekale predvsem v osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Doslej ni bilo opravljenih nobenih temeljitih raziskav o ogroženosti vegetacije v slovenskem morju.

*Kazalnik 5.2.4 Sprememba vrst v rastlinski sestavi, npr. razmerje med kremenastimi in bičkastimi algami, spremembe iz bentoških v pelagične vrste ter cvetenje škodljivih/strupenih alg (npr. cianobakterija), ki jo povzročijo človekove dejavnosti*

Ena od možnih posledic bogatenja morja s hranili je tudi sprememba v vrstni sestavi fitoplanktonske združbe. Na splošno naj bi dodatek hranilnih snovi povzročil povečano rast oportunističnih, hitro rastočih vrst fitoplanktona (Devlin in sod., 2007). Med te spadajo diatomeje, ki ob visokih koncentracijah hranil hitro rastejo in s tem vzdržujejo velik prispevek k biomasi celotnega fitoplanktona (Fawcett in Ward, 2011). Vendar je prevlada določene skupine ali vrste fitoplanktona odvisna tudi od razmerja med koncentracijami ključnih hranil. Diatomeje za rast poleg dušika in fosforja potrebujejo tudi silicij, in sicer v približnem atomskem razmerju z dušikom 1:1 (Redfieldovo razmerje N:P:Si=16:15:1), medtem ko flagelati silicija, razen kot elementa v sledovih, ne potrebujejo. Ob eutrofikaciji prihaja v morje več nitrata in fosfata, medtem ko koncentracije silikata ostajajo enake (Officer in Ryther, 1980), poleg tega se dušik in fosfor v vodnem stolpcu hitreje regenerirata v primerjavi s silicijem (Egge in Aksnes, 1992). Spremenjena razmerja hranilnih snovi lahko vodijo do premika v sestavi fitoplanktonske združbe (Sommer, 1994; Kristiansen in Hoell, 2002): od združbe, kjer prevladujejo diatomeje, ko so koncentracije silikata zadostne, do prevlade nediatomejskega fitoplanktona ob pomanjkanju silikata. V takih primerih gre velikokrat za naraščanje deleža in /ali številčnosti dinoflagelatov (npr. Wasmund in Uhlig, 2003; Marasović in sod., 2005), lahko pa tudi nanoflagelatov (Yunev in sod., 2007).

- ZNAČILNOSTI FITOPLANKTONSKIH SKUPIN

Ena glavnih značilnosti fitoplanktona slovenskega morja je njegova velika sezonska in medletna variabilnost. Kljub temu lahko rečemo, da je za fitoplankton značilna letna dinamika z dvema viškoma (spomladi in novembra) in vmesnima obdobjema nižjih abundanc. Najštevilčnejša skupina so nanoflagelati, ki največ doprinesejo k pomladnemu fitoplanktonskemu višku. Številčna prevlada nanoplanktonske frakcije v fitoplanktonski združbi je značilna tudi za druge predele Jadranskega morja, še posebej za obalno morje in celoten severni del (Fonda Umani, 1991). Diatomeje, ki so v Jadranskem morju najpomembnejša skupina v mikrofitoplanktonski frakciji (Fonda Umani in sod., 1992), so najštevilčnejše le ob fitoplanktonskih viških in takrat dosežejo tudi 95% številčni delež.

Običajno imajo bimodalno letno dinamiko z zimsko-pomladnim in jesenskim viškom, vendar je lahko njihovo pojavljanje zelo variabilno. Prvi letni višek diatomej je močno odvisen od vnosa hranil s kopnega in se iz leta v leto zelo spreminja, medtem ko je jesenski višek večji in bolj stalen. Dinoflagelati in kokolitoforide imajo v fitoplanktonski združbi slovenskega morja manjši številčni pomen. Delež dinoflagelatov se poveča v poletnih mesecih, ko je abundanca celotnega fitoplanktona nizka; takrat imajo lahko dinoflagelati zaradi svoje velikosti relativno velik doprinos k biomasi fitoplanktona. Nasprotno so kokolitoforide bolj značilne za zimsko obdobje.

Sestava fitoplanktonske združbe se spreminja v odvisnosti od razpoložljivih hranilnih snovi. Ob vnosu novih hranil sloje se v različnem obsegu namnožijo diatomeje, ki svoj visok rastni potencial izkoristijo le ob zadostnih koncentracijah hranilnih snovi. Ko koncentracije hranil zaradi privzema v fitoplanktonske celice in/ali razslojevanja vodnega stolpca upadejo, prevladajo nanoflagelati, ki lahko bolj učinkovito privzemajo preostale hranilne snovi zaradi aktivnega plavanja in ugodnega razmerja med površino in prostornino celice.

Pri preučevanju dolgoletnega niza podatkov o strukturi fitoplanktonske združbe na postaji 000F smo, podobno kot pri klorofilni biomasi, ugotovili spremembe režima, le da so se večinoma zgodile nekaj let pred spremembo klorofilne biomase. Pri diatomejeh smo ugotovili dve značilni obdobji: občasni maksimumi so značilni za prvo desetletje (1989–1998), nato pa se je v obdobju 1999–2003 zgodila sprememba režima, za katero je značilen precejšen upad pogostosti cvetenj. V obdobju prvega režima so imele diatomeje tri letne viške, prvega v maju, drugega manjšega julija in tretjega največjega novembra. Dinamika diatomej se je v drugem režimu precej spremenila, saj majskega viška v tem obdobju ni več, so se pa povišale abundance junija in še posebej julija. Na letnem nivoju je tako v zadnjem obdobju najbolj izrazit poletni višek. Jesenski diatomejski višek je bil v drugem režimu veliko manjši. Šele leta 2010 smo ponovno zabeležili obsežno novembrsko cvetenje diatomej, vendar to za enkrat še ne napoveduje ponovne spremembe.

Približno v enakem obdobju (2000–2003) smo spremembo zabeležili tudi pri nanoflagelatih, saj so leta 2004 dalje povprečne abundance skoraj dva krat višje kot v obdobju pred tem. Delež nanoflagelatov v fitoplanktonski združbi se je zato značilno povečal, medtem ko značilnih razlik v letni dinamiki nanoflagelatov med obema režimoma nismo opazili.



Opisane spremembe sovpadajo z nekaterimi fizikalno-kemijskimi spremembami, ki jih opisujejo Mozetič in sod. (2012). Leta 2002 je tako prišlo do spremembe režima v pretoku reke Soče: kumulativni letni pretok je značilno upadel, to pa se je odrazilo na povišanju slanosti morja. Različni avtorji so podoben upad rečnih pretokov zabeležili tako na nivoju Sredozemskega morja kot tudi v Jadranskem morju, čemur naj bi botrovale spremembe podnebnih vzorcev, pa tudi velika uporaba vode za potrebe ljudi. Zmanjšan dotok sladke vode je v Tržaškem zalivu vplival na zniževanje koncentracij nitratov in silikatov, medtem ko so koncentracije fosfatov vedno blizu meje detekcije in predstavljajo omejitveni dejavnik fitoplanktonski rasti. Vse te spremembe so vodile, po določenem zamiku, do znatno znižane povprečne klorofilne biomase, pa tudi do opisanih sprememb značilnosti fitoplanktonske združbe. Upad jesenskih in pomladnih diatomejskih cvetenj je tako povezan predvsem z zmanjšanimi sladkovodnimi pretoki, medtem ko je novi poletni višek najverjetneje posledica poletnih padavin, ki v osiromašen vrhnji sloj razslojenega vodnega stolpca prinašajo nove hranilne snovi. Povišane abundance nanoflagelatov so lahko, poleg tega, da so sposobni aktivnega plavanja in da lahko preskakujejo med različnimi prehranjevalnimi strategijami (hetero- in avtotrofija), posledica sprememb, ki smo jih zaznali v zooplanktonski združbi in jih opisujemo v poglavju o deskriptorju 4.

## OCENA STANJA

Za ovrednotenje premika v sestavi vrst oz. skupin se zdi primerna uporaba indeksa visokih abundanc fitoplanktona ( $I_E$ ), ki smo ga razvili za potrebe ovrednotenja ekološkega stanja po Okvirni vodni direktivi (Orlando Bonaca in sod., 2010a; Francé in sod., 2011). Indeks odraža obseg in frekvenco fitoplanktonskih cvetenj, tudi cvetenja, pri katerih ne pride nujno do visokih vrednosti biomase (denimo cvetenja majhnih nanoflagelatov). Po drugi stani preko visokih vrednosti klorofilne biomase zazna cvetenja večjih vrst, ki ne presežejo nujno mejnih abundanc (denimo določene vrste dinoflagelatov).

Indeks visokih abundanc fitoplanktona smo izračunali za posamezna leta od 2007 dalje za 6 postaj v slovenskem morju (Tabela 4.8). Žal podatki niso popolni za vse postaje, tako da se v določenih primerih rezultati ne nanašajo na enaka obdobja. Štiri postaje (000F, 00C4, 0DB2 in 00CZ) so uvrščene v razred **dobro**, ena (00MA) v razred **zelo dobro** in ena v **zmeren** razred (000K). Ocena je zelo podobna oceni po klorofilu *a*, le da tu postaja 000K znotraj močno obremenjenega vodnega telesa VT3 ne dosega dobrega stanja. Ta ocena je zaradi lege postaje

in različnih negativnih vplivov s kopnega bolj v skladu s pričakovanim stanjem fitoplanktona, kakor ocena po klorofilu *a*. Zelo blizu zmernemu stanju je tudi postaja 0DB2, ki je stisnjena med dve mesti s pristanišči, kar nedvomno vpliva na kakovost obalnega morja. Tudi postaja 000F ima po indeksu  $I_E$  za razred nižje stanje kot po klorofilu *a*. Torej, glede na do sedaj zbrane podatke indeks  $I_E$  oceni stanje nekoliko strožje kot klorofil *a*.

Tabela 4.8: Vrednosti indeksa  $I_E$  in pripadajoči razred ekološkega stanja za vse postaje slovenskega morja za obdobje 2007-2010.

Postaja/VT	2007	2008	2009	2010	2007-2010	REK	razred
<b>000F/VT4</b>	11,11	5,55	19,45	19,44	<b>13,89</b>	0,60	<b>Dober (G)</b>
<b>00MA/VT5</b>	5,56	8,33	-	19,44	<b>11,11</b>	0,75	<b>Zelo dober (H)</b>
<b>00C4/VT4</b>	16,67	11,11	-	-	<b>13,89</b>	0,60	<b>Dober (G)</b>
<b>0DB2/VT2</b>	27,78	8,33	-	16,67	<b>17,59</b>	0,47	<b>Dober (G)</b>
<b>000K/VT3</b>	25,00	11,11	19,45	19,44	<b>18,75</b>	0,44	<b>Zmeren (M)</b>
<b>00CZ/VT1</b>	-	-	11,11	25,00	<b>16,67</b>	0,50	<b>Dober (G)</b>

Zaradi velike časovne spremenljivosti fitoplanktonske združbe, se vrednosti indeksa  $I_E$  iz leta v leto precej spreminjajo. Zato bi bilo smotno stanje vrednotiti na podlagi večletnih podatkov (npr. vsaj 5-letnih). Pri dveh postajah (000F in 000K) smo stanje lahko ovrednotili na podlagi 4-letnih podatkov, zato sta ti dve oceni verjetno najbolj verodostojni. Kljub medletni variabilnosti pa se tudi pri indeksu  $I_E$  pokaže, da velikih prostorskih razlik v slovenskem morju ni, vendar lahko postaje vseeno razvrstimo v različne razrede ekološkega stanja, ki v veliki meri ustrezajo tudi našemu poznavanju razmer na obravnavanih območjih.

#### Skupna ocena za slovensko morje

Če upoštevamo povprečje izračunanih vrednosti  $I_E$  za vse postaje, je stanje slovenskega morja po indeksu visokih abundanc fitoplanktona **dobro**.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Za oceno stanja po indeksu  $I_E$  je stopnja zanesljivosti **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### OPAZOVANI TRENDI

Stabilno (Stable).

#### ZANESLJIVOST OCENE

Nizka.

#### PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI

Stabilno (Stable).

#### ZANESLJIVOST OCENE

Nizka.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Kljub precejšnjemu številu podatkov, ki nam jih zagotavlja redni monitoring, bi bilo za zanesljivejšo oceno potrebno dolgotrajnejše spremljanje vseh parametrov potrebnih za izračun indeksa  $I_E$ . Ta vključuje tudi vrstno sestavo oz. spremljanje cvetenj posameznih vrst fitoplanktona. Poleg tega bi bilo nujno pravilno vrednotenje indeksa preveriti (dopolniti, izboljšati) s podatki iz območij z drugačnim trofičnim razponom, za kar bi bilo najbolj primerno sodelovanje na nivoju sub-regije.

## Definicija Dobrega okoljskega stanja po merilu 5.2

- REFERENČNE RAZMERE: Referenčne razmere so tiste, v katerih ni merljivih neposrednih vplivov obogatitve s hranilnimi snovmi. Na odprtem morju se te na nanašajo na značilnosti fitoplanktona in z njim povezane bistrosti morske vode. Koncentracija klorofila *a* v referenčnih razmerah je okoli  $0,15 \mu\text{g l}^{-1}$  (referenčne razmere za Jadransko morje, ugotovljene na podlagi modeliranja), s tem je povezana zelo visoka prosojnost morske vode (za slovensko morje okoli 10 m). Nadalje je za referenčne razmere značilno, da se fitoplankton preko leto prekomerno ne namnoži, kar predstavimo z indeksom visokih abundanc fitoplanktona (v referenčnih razmerah  $I_E = 8 \%$ ). V obalnem pasu (na kamnitem dnu infralitorala) so neposredni vplivi obogatitve s hranili kažejo na sestavi združbe makroalg v zgornjem infralitoralu. V referenčnih razmerah v taki združbi prevladujejo vrste iz rodu *Cystoseira*.
- MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE: Na odprtem morju je mejna vrednost za **dobro** okoljsko stanje določena predvsem s koncentracijo klorofila *a*, katere **večletno povprečje** (geometrijska srednja vrednost) ne sme presegati  $1,57 \mu\text{g l}^{-1}$ , in s pogostostjo cvetenj oz. visokih abundanc fitoplanktona. Slednja, izražena z indeksom  $I_E$ , ne sme presegati vrednosti 18 %. Zaradi plitkosti slovenskega morja in pomena resuspenzije iz sedimenta, kakor tudi vnosa alohtone suspendirane snovi, je bistrost oziroma prosojnost vode le pomožen dejavnik pri določanju okoljskega stanja, ob prvotnem upoštevanju koncentracije klorofila *a* in indeksa  $I_E$ . Okvirno večletno povprečje prosojnosti slovenskega morja ne sme biti manjše od 6,1 m. V obalnih predelih (na kamnitem dnu infralitorala) je mejna vrednost **dobrega** okoljskega stanja določena z vrednostjo indeksa za makroalge EEI-c, ki ne sme biti manjši od 5,84.
- % OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO: 80 % slovenskega morja mora biti v dobrem stanju (expert judgment).
- PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA: trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

### MERILO 5.3 Posredni vplivi obogatitve s hranilnimi snovmi

*Kazalnik 5.3.1 Številčnost večletnih morskih alg in trav (npr. alge iz reda Fucales, prava morska trava in neptunska trava), na katero škodljivo vpliva zmanjšanje bistrosti vode*

Prekomeren vnos nutrientov iz različnih virov, kot so komunalne in industrijske odplake, kmetijstvo in urbanizacija obalnih območij, predstavlja grožnjo travnikom morskih trav po vsem svetu. Evtrofikacija na morske trave vpliva negativno na več načinov, največkrat pa se vpliv manifestira kot nenadno zmanjšanje abundance. Najbolj pogosto so travniki prizadeti zaradi zmanjšanja razpoložljive svetlobe, ki jo povzroči prekomerna razrast epifitskih in makrofitskih alg v plitkih obalnih območjih ali cvetenje fitoplanktona v globljih obalnih vodah. Posredni učinki evtrofikacije, ki še pospešijo izginjanje travnikov, so resuspenzija sedimenta, povečano dihanje v ekosistemu in posledično oksidativni stres, manjša izmenjava vodnih mas zaradi prekomerne algalne razrasti, itd. (Burkholder *in sod.*, 2007).

V slovenskem morju najdemo 4 vrste morskih kritosemenk: *Posidonia oceanica* (pozejdonka), *Cymodocea nodosa* (kolenčasta cimodoceja), *Zostera marina* (prava morska trava) in *Nanozostera noltii* (mala morska trava) (Lipej *in sod.*, 2007a).

- TRAVNIK POZEJDONKE

Za oceno ekološkega stanja morskih kritosemenk po Vodni direktivi se v Sredozemskem morju upošteva le pozejdonka (MED-GIG, zaključno poročilo, 2007). Morska trava pozejdonka je zaščitena vrsta, ki v Sredozemskem morju tvori obsežne travnike v globinskem razponu od 0,5 m do 30–40 m. Je dolgoživeča vrsta z zelo počasno rastjo (Marba' *in sod.*, 2004). Na negativne dejavnike v okolici se odzove hitro, spremembe pa se da tudi izmeriti, zato je uporabna kot indikatorska vrsta.

Sodeč po starejših zapisih, je pozejdonka poseljevala več območij v Tržaškem zalivu, po letu 1960 pa je prišlo do obsežne degradacije (Simonetti, 1966). Danes je v Tržaškem zalivu

navzoč le še en travnik pozejdonke (Vukovič, 1982), v bližini ceste, ki iz Žusterne vodi proti Izoli, kjer raste v obliki večjih ali manjših »otočkov« (Turk & Vukovič, 1998). Prvo kartiranje travnika leta 1993 (Vukovič & Turk, 1995) je pokazalo, da je travnik približno 1 km dolg in razširjen na globini od 0,5 m do 4 m (50 m od obale). Travnik je krpasto razprostranjen in obrobljen s travnikom kolenčaste cimodoceje. Zajema približno 0,64 ha površine (T. Makovec, *ustno sporočilo*).

Med topografskim pregledom habitatnih tipov na območju rastišča pozejdonke v slovenskem morju so Turk in sod. (2002) potrdili navzočnost različnih habitatnih tipov, kot so alohoni apnenčasti balvani, terase peščenjaka, travnik pozejdonke, travnik kolenčaste cimodoceje, fini pesek, mulj, prodnjaki in infralitoralni kamni in skale. Ugotovili so tudi navzočnost 34 vrst bentoških makroalg in dveh vrst kritosemenk (*C. nodosa* in *N. noltii*). Orlando in Bressan (1998) sta na listih pozejdonke določila 24 vrst epifitov.

#### OCENA STANJA TRAVNIKA POZEJDONKE

Za oceno ekološkega stanja po Vodni direktivi smo v letu 2006 pregledali travnik pozejdonke na sedmih vzorčevalnih postajah, pregledali pa smo tudi starejše literaturne podatke (Lipej in sod., 2007a). V letu 2006 je bila najnižja povprečna gostota šopov pozejdonke 425 šopov m<sup>-2</sup>, na posameznih otočkih, ki rastejo na 1–3 m globine, pa tudi preko 1000 šopov m<sup>-2</sup>. Glede na starejše podatke pa je bila gostota šopov pozejdonke na globini 3 m nižja, v povprečju 460 šopov m<sup>-2</sup> (Turk in Vukovič, 1998). Iz primerjave po vzorčevalnih postajah je razvidno, da se gostota šopov pozejdonke veča v smeri od Žusterne proti Izoli (Lipej in sod., 2007a), zaradi česar lahko sklepamo, da vpliv antropogenih dejavnosti na travnik v tej smeri upada. Najpomembnejši dejavnik za slabše svetlobne razmere v odnosu z naraščanjem globine je sedimentacija, ki najbolj vpliva na razširjenost pozejdonke v slovenskem morju. Sedimentacija je povezana z resuspenzijo organskih snovi in preperevanjem flišne brežine.

Za oceno stanja travnika pozejdonke smo uporabili dva kriterija. Po prvem kriteriju (Giraud, 1977) travnik pozejdonke v slovenskem morju uvrščamo v **travnike II. kategorije – gosti travniki** z gostoto šopov 400–700 m<sup>2</sup> (Lipej in sod., 2007a). Po drugem kriteriju za določitev ekološkega stanja po Panayotidisu (Lipej in sod., 2007a) je na štirih postajah travnik

pozejdonke dobil oceno **zelo dobro**, na posameznih ostalih treh pa **dobro**, **zmerno** in mejno oceno **zmerno/dobro** (Tabela 4.9).

Tabela 4.9: Ekološko stanje travnika pozejdonke v slovenskem morju (Lipej in sod., 2007a) ocenjeno po kriterijih po Panayotidisu (pisno sporočilo).

Vzorčevalna postaja	Globina (m)	Povpr. št. šopov/ 1 m <sup>2</sup>	Ekološko stanje
PO1	2-3	581	<b>Dobro</b>
	3-4	483	<b>Zmerno</b>
PO2	2-3	750	<b>Dobro</b>
PO3	2-3	1050	<b>Zelo Dobro</b>
PO4	1-2	425	<b>Zmerno</b>
PO5	2-3	1050	<b>Zelo Dobro</b>
PO6	1-2	825	<b>Zelo Dobro</b>
PO7	1-2	892	<b>Zelo Dobro</b>

- TRAVNIKI KOLENČASTE CIMODOCEJE

Med morskimi cvetnicami največje in najgloblje travnike tvori kolenčasta cimodoceja, v njih pa pogosto najdemo tudi manjše število šopov male morske trave. V slovenskem morju so travniki kolenčaste cimodoceje navzoči skoraj povsod, kjer je na globini od 0,5 m do 10 m peščeno dno.

Kolenčasta cimodoceja je hitrorastoča trajnica, ki naseljuje peščeno in blatno dno neobremenjenih pa tudi degradiranih obalnih voda (Orfanidis *in sod.*, 2007). Tako kot travniki pozejdonke so tudi travniki cimodoceje v Sredozemskem morju v upadanju zaradi antropogenih pritiskov, ki vplivajo na razpoložljivost svetlobe in hranilnih snovi (Orfanidis *in sod.*, 2007). V iskanju primernih indikatorjev antropogenih pritiskov v obalnih vodah so v Grčiji razvili indeks, ki upošteva frekvenčno porazdelitev dolžine listov kolenčaste cimodoceje (Orfanidis *in sod.*, 2007, 2010). Indeks temelji na dejstvu, da dolžina listov narašča od travnika, ki je v najboljšem ekološkem stanju do travnika, ki je v najslabšem ekološkem stanju.

## OCENA STANJA KOLENČASTE CIMODOCEJE

Ocenili smo stanje petih travnikov kolenčaste cimodoceje – Debeli Rtič, Izola, Strunjan, Bernardin in Sečovlje – na vsakem travniku smo vzorčevali na dveh postajah, vedno na globini 3 m (Orlando Bonaca in sod., 2011). Uporabili smo vzorčevalni protokol in laboratorijsko obdelavo vzorcev po Orfanidisu in sod. (2007, 2010), indeksa nagnjenosti porazdelitvene krivulje pa smo prilagodili in poimenovali MMskew (Orlando Bonaca in sod., 2011).

Listi cimodoceje so bili najkrajši v travniku na Debelem rtiču, zato je bil ta izbran za referenčni travnik za slovensko morje. Najvišje vrednosti indeksa nagnjenosti porazdelitvene krivulje in opazno najdaljše liste cimodoceje smo izmerili na točkah Iz\_2, Por\_1, MaLu\_1 in MaLu\_2, ki ne dosegajo dobrega ekološkega stanja. Pri skupni oceni stanja postaj in travnikov smo upoštevali povprečno vrednost indeksa MMskew v kombinaciji z izvedenskim mnenjem (Tabela 4.10). Med 10 postajami dve ne dosegata **dobrega** stanja, medtem ko je skupno stanje pri travnikih **zmerno** le pri enem travniku (Sečovlje). Za referenčni travnik potrjujemo **zelo dobro** stanje, na ostalih treh travnikih pa je stanje **dobro**. Na travniku Sečovlje je problematična postaja pred Marino v Luciji, kjer najverjetneje proces resuspenzije sedimenta predstavlja stresni dejavnik za cimodocejo. Podobno je še na drugih dveh točkah s slabim stanjem, pred parkiriščem na Bernardinu in v zalivu pri izolskem avtokampu.

### Skupna ocena za slovensko morje

Ocenjujemo, da je stanje na travniku pozejdonke v splošnem **dobro**. Tudi vsi vzorčevani travniki kolenčaste cimodoceje dosegajo vsaj **dobro** stanje. Torej lahko zaključimo da je, ob upoštevanju vseh rezultatov stanja kritosemenk od leta 2006 dalje, stanje travnikov slovenskega morja na splošno **dobro**. Vsekakor ostaja dejstvo, da določeni viri onesnaženja vplivajo na mestoma slabše stanje, zato je potrebno preveriti vzroke za tako stanje in sprejeti potrebne ukrepe.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Za oceno stanja po kritosemenkah je stopnja zanesljivosti **srednja**, saj je bil vzorčevalni niz zelo kratek.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.



Tabela 4.10: Ekološko stanje travnikov kolenčaste cimodoceje v slovenskem morju ocenjeno po indeksu MMskew.

travnik	postaja	točka	MMskew
Debeli Rtič	Cy6	DeRt_1	0,04
		DeRt_2	0,10
	Cy5	SvNi_1	0,26
		SvNi_2	0,15
Izola	Cy7	Iz_3	0,07
		Iz_4	0,40
	Cy8	Iz_1	0,22
		Iz_2	0,75
Strunjan	Cy2	MeZa_1	0,25
		MeZa_2	0,31
	Cy1	Lam_1	0,34
		Lam_2	0,50
Bernardin	Cy10	MBP_1	0,50
		MBP_2	0,18
	Cy9	Por_1	1,14
		Por_2	0,11
Sečovlje	Cy4	MaLu_1	0,84
		MaLu_2	1,29
	Cy3	SeDra_1	0,39
		SeDra_2	0,45

#### OPAZOVANI TRENDI

Ni informacije (Unknown).

#### PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI

Ni informacije (Unknown).

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Največja pomanjkljivost je samo enkratno vzorčevanje, ki ne omogoča določitve naravne variabilnosti podatkov kot tudi ne določitve morebitnega trenda.

### Kazalnik 5.3.2 Raztopljen kisik, tj. spremembe zaradi povečane organske razgradnje in velikosti zadevnega območja

- ZNAČILNOSTI RAZPOREDITVE RAZTOPLJENEGA KISIKA V SLOVENSKEM MORJU

**Uvod.** Vsi aerobni organizmi pri dihanju porabljajo kisik. Ta se porablja tudi v procesih razkrajanja organske snovi in pri drugih oksidativnih procesih. Obnavljanje kisika v vodi poteka z difuzijo iz zraka in preko fotosinteze. Občasno je na določenem območju hitrost porabe kisika večja od hitrosti njegovega nastanka, zato pride do pomanjkanja kisika oziroma do hipoksičnih (hipoksija) ali anoksičnih razmer (anoksija). V hipoksičnih vodah je koncentracija raztopljenega kisika manjša kot 2 mg/L (< 2 ppm ali < 0,089 mmol L<sup>-1</sup> ali < 1,43 mL L<sup>-1</sup>). Če se koncentracija raztopljenega kisika približa ničli, govorimo o anoksičnih razmerah. Do pomanjkanja kisika prihaja predvsem v pridnem sloju v obdobjih razslojenega vodnega stolpca.

Hipoksije v Tržaškem zalivu se v zadnjih dvajsetih letih pojavljajo skoraj vsako leto (Lipej in sod., 2003). Praviloma se pojavljajo pozno poleti ali zgodaj jeseni. Malej in Malačič (1995) sta ugotovila, da se v centralnem delu zaliva skoraj vsako leto kisik v obdobju avgust-oktober približa kritični meji 2,0 ml/l. Vrišer (1996) je zabeležil, da je hipoksija, ki je septembra 1994 prizadela osrednji del Tržaškega zaliva pripeljala do takojšnjega znižanja abundance meiobentosa in upada števila v njem živečih vrst.

Anoksije se pojavljajo znatno redkeje. V Tržaškem zalivu so bile zabeležene v letih 1974, 1980, 1983, 1987, 1988, 1989 in 1990 (Malej, 1990; Malej in Malačič, 1995). Primer anoksije z najbolj razsežnimi posledicami je bil zabeležen septembra 1983 (Stachowitsch, 1984; Faganeli in sod., 1985). Huda anoksija je trajala dva tedna (Malej in Malačič, 1995). Tedaj so na prizadetem območju (Slika 4.23), ki je obsegal dobro tretjino Tržaškega zaliva, poginile vse pritrjene in delno pritrjene, ter mnoge slabo gibljive pridne živali. Zaradi množičnega umiranja je skoraj povsem propadla bentoška združba O-R-M, kjer prevladujejo kačjerep *Ophiothrix quinquemaculata*, spužva iz rodu *Reniera* in kozolnjak iz rodu *Microcosmus* (Stachowitsch, 1984). Ta združba, ki je v sedemdesetih letih naseljevala velik del Tržaškega zaliva, se še do danes ni popolnoma obnovila. Verjetno so na to vplivale tudi stresne, pogosto ponavljajoče se hipoksije.



Slika 4.23: Obseg nekaterih epizod anoksij v Tržaškem zalivu.

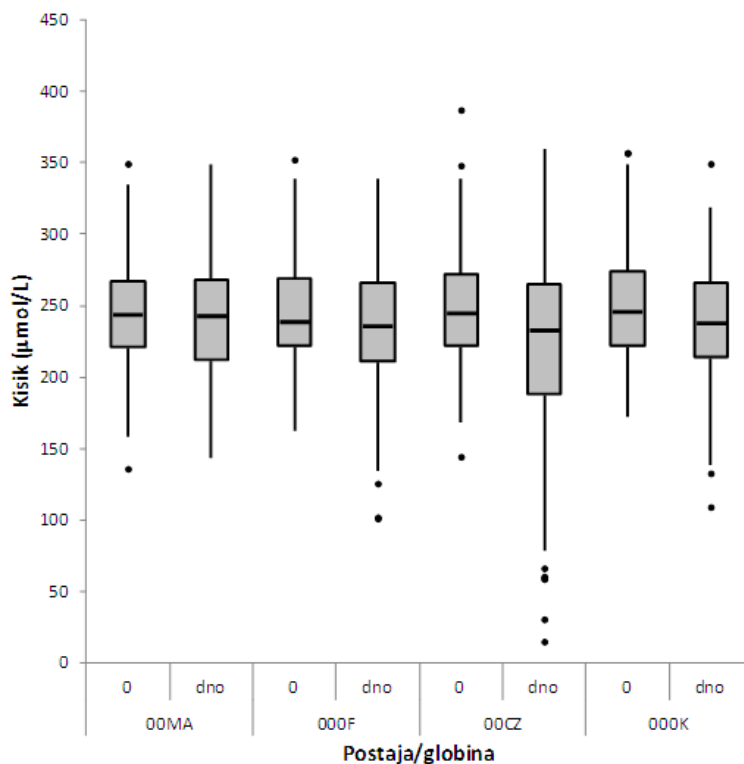
Podatki o koncentracijah kisika v površinskem sloju štirih postaj slovenskega morja za obdobje 1990-2010 so prikazani v Tabeli 4.11.

Tabela 4.11: Koncentracije (aritmetična sredina, najvišje in najnižje vrednosti) na štirih postajah (00MA, 000F, 00CZ, 000K) in dveh globinah (0m in dno).

Postaja		000F				
Globina		0 m		dno		
Konc. raztop. kisika	μmol/L	mg/L	mL/L	μmol/L	mg/L	mL/L
Povprečna vrednost	244,06	7,80	5,46	238,88	7,64	5,35
Najvišja vrednost	352,37	11,27	7,89	338,64	10,83	7,58
Najnižja vrednost	167,48	5,36	3,75	101,82	3,26	2,28
Postaja		00CZ				
Globina		0 m		dno		
Konc. raztop. kisika	μmol/L	mg/L	mL/L	μmol/L	mg/L	mL/L
Povprečna vrednost	248,71	7,95	5,57	223,31	7,14	5,00
Najvišja vrednost	387,20	12,38	8,67	360,39	11,52	8,07
Najnižja vrednost	144,25	4,61	3,23	14,74	0,47	0,33
Postaja		00MA				
Globina		0 m		dno		
Konc. raztop. kisika	μmol/L	mg/L	mL/L	μmol/L	mg/L	mL/L
Povprečna vrednost	244,04	7,80	5,46	240,31	7,68	5,38
Najvišja vrednost	349,48	11,17	7,83	348,85	11,15	7,81
Najnižja vrednost	157,65	5,04	3,53	142,91	4,57	3,20
Postaja		000K				
Globina		0 m		dno		
Konc. raztop. kisika	μmol/L	mg/L	mL/L	μmol/L	mg/L	mL/L
Povprečna vrednost	246,22	7,87	5,51	236,61	7,57	5,30
Najvišja vrednost	357,28	11,42	8,00	349,48	11,17	7,83
Najnižja vrednost	172,31	5,51	3,86	108,97	3,48	2,44

**Prostorski vidik.** Primerjava povprečnih vrednosti koncentracij raztopljenega kisika v obdobju 1990-2010 kaže veliko podobnost med postajami, tako v površinskem kot v pridenem sloju. Za zaznavanje pomanjkanja kisika pa so bolj pomembne najnižje izmerjene vrednosti, pri katerih največja odstopanja najdemo na postaji 00CZ (Slika 4.24). Na tej postaji smo večkrat izmerili ekstremno nizke koncentracije kisika. Dosedanje analize

nakazuje večjo verjetnost nastanka hipoksičnih in anoksičnih razmer v osrednjem delu Tržaškega zaliva.



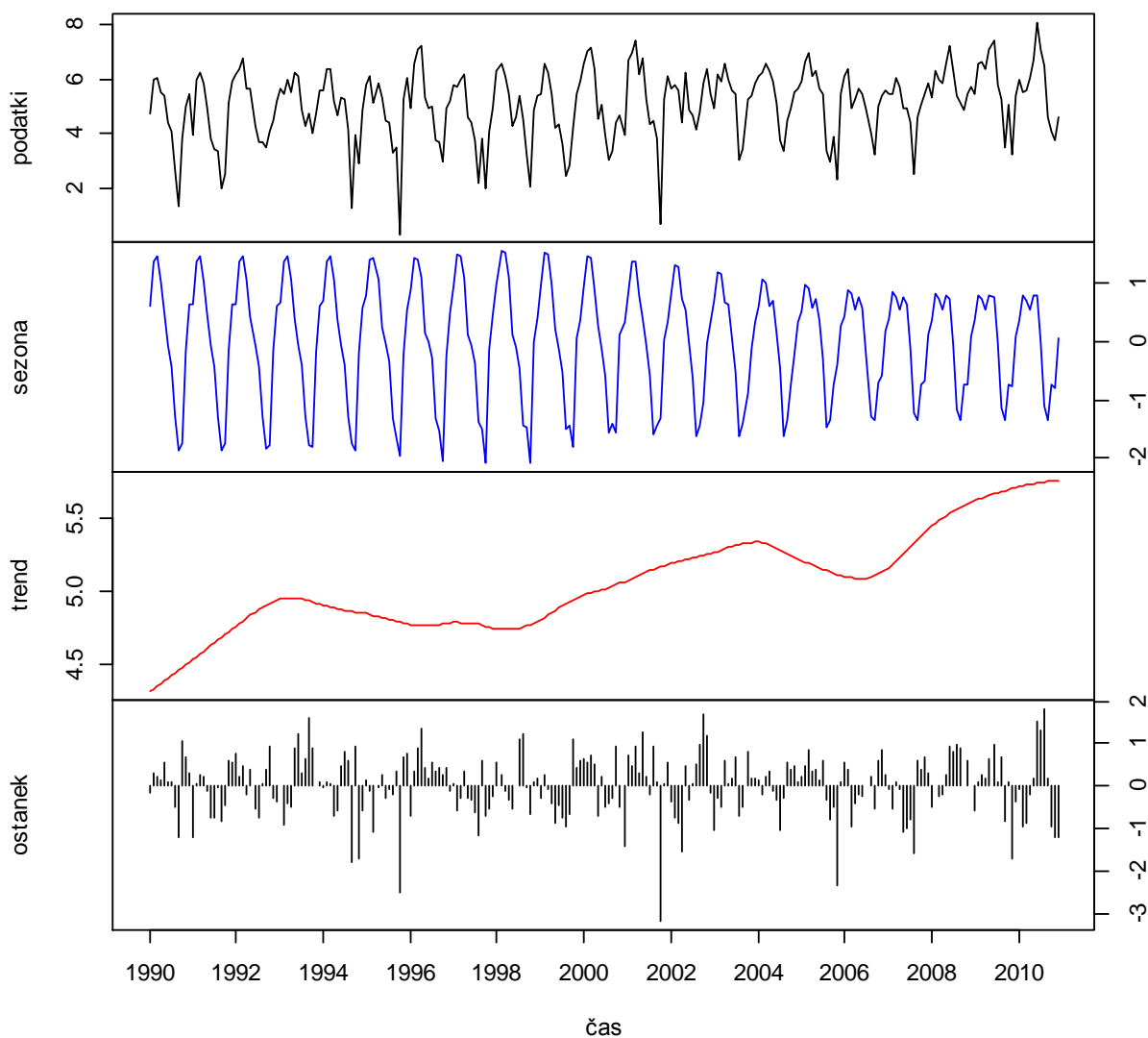
Slika 4.24: Box-plot porazdelitev koncentracij raztopljenega kisika v površinskem in pridnem sloju štirih postaj slovenskega morja.

**Sezonska dinamika.** Za posamezne postaje so značilne nekoliko različne sezonske porazdelitve koncentracij raztopljenega kisika v posameznih slojih. Koncentracije raztopljenega kisika so višje v zimskih mesecih oziroma nižje koncentracije v poznopoletnem obdobju. V tem obdobju lahko v pridnem sloju prisotne nastanejo hipoksične razmere. Pri tem sta izredno pomembna razslojenost vodnega stolpca in njegova globina, saj sta pomembna dejavnika pri difuziji kisika v globlje vodne sloje. Poleg tega pa k znižanju koncentracije raztopljenega kisika prispeva tudi povečana razgradnja usedlega organskega materiala.

### Trendi:

Trende smo z metodo dekompozicije časovne vrste izračunali le za pridni sloj postaje 00CZ, kjer je možnost nastanka hipoksičnih in anoksičnih razmer največja. Iz porazdelitve

izvornih podatkov (Slika 4.25) lahko razberemo, da so koncentracije kisika v prvi polovici časovnega niza večkrat padle pod mejo hipoksičnosti (2 ml/L); zadnji zabeležen dogodek je bil poleti leta 2001. Po tem letu so poletne nizke koncentracije kisika pri dnu višje, višje pa so tudi najvišje koncentracije. Kljub vsemu je sezonsko nihanje v zadnjem desetletju nekoliko manjše. To naraščanje koncentracij kisika prikazuje tudi trend (Slika 4.25).



Slika 4.25: Koncentracija raztopljenega kisika v pridnenem sloju postaje 00CZ. Slika od zgoraj navzdol prikazuje: izvorne podatke, sezonsko komponento, trend in ostanek, vse izračunano z metodo dekompozicije časovne vrste.

### OCENA STANJA

Na podlagi dolgoletnih izkušenj predvidevamo, da je v slovenskem morju in širše v Tržaškem zalivu pomanjkanje kisika pri dnu in posledice tega pomanjkanja delno odraz naravnih hidromorfoloških pogojev in dogajanj v vodnem stolpcu. Sklepamo pa, da so nekatere zabeležene (pa tudi tiste manjše, neopažene) epizode anoksij in hipoksij v pridnenem sloju delno tudi **posledica antropogenih obremenitev okolja**. V prvem obdobju vzorčevalnega niza (do leta 2001), pa še pred tem v 70-ih in 80-ih letih 20. stoletja, ko so bile hipoksije in anoksije pogoste, lahko ocenimo, da so bile v globljih slojih Tržaškega zaliva posledice eutrofikacije zaznavne. V zadnjem desetletju pa teh posledic ne zaznavamo več, kar je v skladu s stanjem pri ostalih kazalnikih, npr. upad koncentracij klorofila *a* in upadanje vsebnosti nekaterih hranil.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI OCENE

Stopnja zanesljivosti za oceno stanja koncentracij raztopljenega kisika je **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

### OPAZOVANI TRENDI

Naraščajoče koncentracije.

### PRIČAKOVANI BODOČI TRENDI

Ni informacije (Unknown).

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Slaba prostorska in časovna pokritost meritev, kar onemogoča zaznavo vseh dogodkov anoksij in hipoksij, pa tudi določitev trajanja dogodka je otežena. Glede na to, da je pri kazalniku pomembna tudi velikost prizadetega območja, je z današnjo shemo spremljanja stanja to skoraj nemogoče določiti.

### **Definicija Dobrega okoljskega stanja po merilu 5.3**

- **REFERENČNE RAZMERE:** Referenčne razmere so razmere, v katerih ni čutiti posrednih vplivov obogatitve s hranilnimi snovmi, oziroma so ti vplivi minimalni. V obalnem pasu (na sedimentnem dno infralitorala) referenčne razmere določa stanje travnikov morskih cvetnic. Referenčne razmere za travnik pozejdonke v slovenskem morju so glede na dane razmere take, ki omogočajo največjo gostoto šopov (nad 1100 šopov na m<sup>2</sup>). V primeru kolenčaste cimodoceje imajo listi v referenčnih razmerah najkrajšo dolžino (v povprečju okoli 11 cm), frekvenčna porazdelitev dolžine listov pa je ln-normalna.

V odprtih vodah referenčne razmere za merilo 5.3 določa časovna in prostorska razporeditev koncentracij raztopljenega kisika v pridnenem sloju. V referenčnih razmerah pomanjkanje kisika pri dnu (hipoksije in anoksije) ni prisotno, predvsem pa se ta kriterij nanaša na koncentracije kisika v pridnenem sloju v obdobju razslojenega vodnega stolpca.

- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:** V obalnem pasu (na sedimentnem dno infralitorala) je dobro okoljsko stanje določeno z stanjem travnikov morskih cvetnic. Na travniku pozejdonke je stanje **dobro**, če je gostota šopov na m<sup>2</sup> večja od 500. Na travnikih najpogostejše morske trave kolenčaste cimodoceje pa je stanje **dobro**, če je absolutna vrednost indeksa MMskew manjša od 0,6. V odprtih vodah slovenskega morja je **dobro** okoljsko stanje določeno s prostorsko in časovno razporeditvijo koncentracij raztopljenega kisika v pridnenem sloju. **Dobro** okoljsko stanje predstavljajo razmere, ko so epizode pomanjkanja kisika (hipoksij) v pridnenem sloju časovno in prostorsko tako omejene, da ne povzročajo pomora pridnenih organizmov in trajne škode na morskem dnu. V **dobrem** okoljskem stanju ne prihaja do pomanjkanja kisika pri dnu (hipoksije).
- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO:** 80 % slovenskega morja mora biti v dobrem stanju (expert judgment).
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA:** trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.



*Orlando Bonaca in sod. (2012) Določanje dobrega okoljskega stanja. Poročilo za člen 9 Okvirne direktive o morskem strategiji.*

## 5. DESKRIPTOR: NEOPOREČNOST MORSKEGA DNA

**Deskriptor 6: Neoporečnost morskega dna je na ravni, ki zagotavlja zaščito strukture in funkcij funkcije ekosistemov ter preprečuje škodljive vplive zlasti na bentoške ekosisteme.**

*»Cilj je preprečiti, da bi pritiski na morsko dno zaradi človekovega delovanja ovirali sestavne dele ekosistema pri ohranjanju njihove naravne raznolikosti, produktivnosti in dinamičnih ekoloških procesov ob upoštevanju odpornosti ekosistema. Obseg ocene za ta deskriptor lahko zaradi neenotne narave značilnosti nekaterih bentoških ekosistemov in pritiskov zaradi človekovega delovanja pomeni poseben izziv. Ocenjevanje in spremljanje je treba izvajati poleg začetnega preverjanja vplivov in nevarnosti za poteze biotske raznovrstnosti in pritiskov zaradi človekovega delovanja ter povezovanja rezultatov ocen od majhnega do širšega obsega, ki po potrebi zajemajo pododdelek, podregijo ali regijo.«*

### MERILO 6.1 Fizična škoda ob upoštevanju značilnosti substrata

*Kazalnik 6.1.1 Vrsta, številčnost, biomasa in območje razširjenosti zadevnega biogenega substrata*

#### OPIS

V slovenskem morju poznamo dva tipa biogenega substrata:

1. substrat s prevladujočimi kolonijami kamene korale (*Cladocora caespitosa*):

V našem morju imamo več zanimivih formacij te korale. Večinoma so v obrežnem pasu na robu nekdanjih flišnatih brežin in tvorijo posebno biocenotsko komponento facies, znan pa je tudi primer osamelca/grebena. Glede biomase ni nobenih informacij, tudi območje razširjenosti pa je poznano zelo na grobo.

## 2. substrat sekundarnega detritnega dna:

V prevladujočem homogenem okolju muljastega dna nudijo gruče odmrlih lupin školjk, polžev in cevkastih mnogoščetincev, možnost naselitve številnih bentoških nevretenčarjev (kozolnjaki, kačjerepi, cevkasti mnogoščetinci, spužve, ožigalkarji). Tak substrat se lahko tvori pod umetnimi strukturami kot so marikulture, pomoli, boje ali pa nastaja na naravnih akumulacijskih področjih, predvsem v cirkalitoralu. Tudi za ta substrat ni nobenih podatkov o biomasi, sama območja razširjenosti pa so prav tako poznana bolj na grobo.

### OCENA STANJA

Ocena stanja zaradi pomanjkanja podatkov trenutno **ni možna**.

### TREND

Trend zaradi pomanjkanja historičnih in novodobnih podatkov **ni poznan**.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnje zanesljivosti **ne moremo ovrednotiti**.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

V prihodnjih leti je potrebna območja bolj natančno proučiti in kartirati, tako da se bo lahko natančno določilo območje razširjenosti in ocenilo biomaso.

*Kazalnik 6.1.2 Obseg morskega dna, na katerega znatno vplivajo človekove dejavnosti, za različne vrste substratov*

Glavne **dejavnosti**, ki fizično vplivajo na dno slovenskega morja so ribištvo (stoječe in pridnene vlečne mreže), pomorski promet (sidranje, resuspenzija in poglobljanje plovnih poti) in urbanizacija. Pridnene vlečne mreže vplivajo predvsem na dno v cirkalitoralu, stoječe mreže pa tako na dno v cirkalitoralu, kot tudi infralitoralu. Pomorski promet velikih tovornih in potniških ladij ima vpliv predvsem na sedimentno dno (do globine 12 m) pod in v bližini plovnih poti in na območju za sidranje velikih ladij v Koprskem zalivu in veliko manjšem obsegu tudi v Piranskem zalivu. Vpliv manjših turističnih ladij in čolnov pa je moč zaznati predvsem v infralitoralu, kjer so prizadeti tako morski travniki, kot tudi kamnito dno. Na

mediolitoral in zgornji infralitoral močno vpliva urbanizacija, predvsem pozidava obale in urejanje plaž. Natančni izris območij, ki so pod določenim človeškim vplivom še ni dokončno narejen, prav tako pa niso dovolj natančno izrisana območja različnih substratov. Nekaj podatkov je poznanih glede intenzivnosti vplivov, vendar pa natančnejše analize še potekajo (Zavod za ribištvo RS, Inštitut za vode RS).

#### OCENA STANJA

Ker naštetih dejavniki fizično vplivajo na večji del dna v slovenskem morju, ocenjujemo da je stanje dna glede na kazalnik 6.1.2 **slabo**.

#### TREND

Na podlagi trenutnih podatkov ocena trenda **ni možna**.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je **nizka**.

Not calculated, based on expert opinion (little or no monitoring).

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Šele ko bodo poznana natančna območja vplivov in različnih tipov dna, bo možno oceniti točen delež oz. obseg dna pod vplivom.

#### MERILO 6.2 Stanje bentoške skupnosti

##### *Kazalnik 6.2.1 Prisotnost posebej občutljivih in/ali odpornih vrst*

Slovensko morje je na splošno nestabilno in spremenljivo okolje, podvrženo velikim oscilacijam ekoloških parametrov (npr. T in S). Zaradi te posebnosti je težko pravilno uporabiti standarne metodološke pristope (npr. AMBI), ki temeljijo na razmerju med občutljivimi in neobčutljivimi taksoni. V teku je priprava liste občutljivih in neobčutljivih taksonov za Severni Jadran.

Kazalnik 6.2.2 Večmetrični indeksi za oceno stanja in funkcionalnosti bentoške skupnosti, kot so raznolikost in bogastvo vrst ter delež oportunističnih in občutljivih vrst

**a) Bentoški nevretenčarji mehkega sedimentnega dna v globini 7-10 m**

OPIS

Za bentoške nevretenčarje mehkega dna spodnjega infralitorala (7-10 m) je bila v letu 2006 razvita oz. prirejena metodologija vrednotenja ekološkega stanja za potrebe Okvirne vodne direktive. Od leta 2007 poteka tudi nacionalni monitoring. Več informacij je podanih v poročilu Orlando Bonaca in sod. (2011).

OCENA STANJA

Glede na podatke je stanje te združbe **dobro**.

TREND

Zaradi premajhnega časovnega niza trenda **ne moremo oceniti**.

STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je zaradi majhnega časovnega niza **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Pomanjkljivosti ni.

## **b) Bentoški nevretenčarji mehkega sedimentnega dna cirkalitorala**

### OPIS

Podatki za ta obalni pas so bili pridobljeni tekom leta 2011 med vzorčenji z Van Veenovim grabilom. Vzorci so še v fazi analize, ki bo zaključena do junija 2012.

### OCENA STANJA

Trenutno ocena stanja **ni možna**.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

**Ni možno** ovrednotiti stopnje zanesljivosti.

### TREND

Ocena trenda **ni možna**.

## **c) Bentoški nevretenčarji kamnitega dna mediolitorala in zgornjega infralitorala do globine dveh metrov**

### OPIS

Podatki o tej združbi izhajajo iz leta 2008. Po obsežni analizi teh podatkov smo razvili indeks za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti obalne črte BIRS (Orlando Bonaca *in sod.*, 2012).

### OCENA STANJA

Zaradi premajhnega števila vzorčevanih postaj trenutno ocena stanja **še ni možna**.

### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

**Ni možno** ovrednotiti stopnje zanesljivosti.

### TREND

Podatki so na voljo le za leto 2008, zaradi tega ocena trenda **ni možna**.

### OCENA POMANKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Trenutno je v procesu nadgradnja indeksa BIRS v multimetrični indeks. V letu 2013 so planirana nova vzorčenja v okviru nacionalnega monitoringa, s katerimi bomo lahko preverili oz. validirali delovanje indeksa, ter naredili prvo oceno stanja v slovenskem morju.

#### **d) Bentoški nevretenčarji mehkega sedimentnega dna mediolitorala in zgornjega infralitorala do globine dveh metrov**

##### OPIS

Podatki za to združbo izhajajo iz leta 2009, ko smo v juniju opravili vzorčevanja za razvoj metodologije za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti obalne črte na podlagi bentoških nevretenčarjev mehkega dna, v skladu z zahtevami Okvirne vodne direktive (Orlando Bonaca in sod., 2010a). Analize te združbe še niso zaključene, predvidevamo, da bo to narejeno v letu 2012.

##### OCENA STANJA

Trenutno ocena stanja **ni možna**.

##### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

**Ni možno** ovrednotiti stopnje zanesljivosti.

##### TREND

Ocena trenda **ni možna**.

##### OCENA POMANKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Čim prej bodo potrebna nova vzorčenja za validacijo metode, po možnosti na širšem območju (Italija, Hrvaška).

#### **e) Makroalge v zgornjem infralitoralu**

##### OPIS

V slovenskem morju se za vrednotenje ekološkega stanja z makroalgami uporablja posodobljen Indeks ovrednotenja ekološkega stanja (EEI-c) (Orfanidis in sod., 2001; Orfanidis in sod., 2011). Podatki so na razpolago za obdobje od leta 2006 dalje. Podrobne analize in ocena stanja so prikazane v deskriptorju 5.

##### OCENA STANJA

Na podlagi rezultatov ocenjujemo, da je stanje makroalg v zgornjem infralitoralu **dobro**.

##### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je zaradi kratkega časovnega niza **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### TREND

Ocena trenda zaradi prekratkega časovnega niza ustreznih podatkov **ni možna**.

#### OCENA POMANKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Ker se monitoring program ne ponavlja v istem obsegu vsako leto, ne razpolagamo z neprekinjeno serijo podatkov za izbrane postaje in ne moremo oceniti trendov.

### **f) Kolenčasta cimodoceja (*Cymodocea nodosa*)**

#### OPIS

V letih 2009-2010 smo pregledali morske travnike kolenčaste cimodoceje na 20 vzorčevalnih točkah v petih travnikih (Orlando-Bonaca in sod., 2011). Za oceno stanja travnikov kolenčaste cimodoceje smo uporabili vzorčevalni protokol in laboratorijsko obdelavo vzorcev po Orfanidisu in sod. (2007, 2010) in indeks MMskew (Orlando-Bonaca in sod., 2011). Meje med ekološkimi razredi smo postavili ekvidistančno.

#### OCENA STANJA

Na podlagi teh rezultatov ocenjujemo stanje kot **dobro**.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je zaradi enkratnega vzorčevanja **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### TREND

Vzorčevanja so bila opravljena le enkrat na vsaki točki. Zaradi tega ocena trenda **ni možna**.

#### OCENA POMANKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Indeks je potrebno testirati, zato upamo, da bo v naslednjih letih steklo sodelovanje z italijanskimi in hrvaškimi kolegi da pridobimo več vzorcev. Tako bomo lahko postavili bolj zanesljive meje med ekološkimi razredi.



### g) Pozejdonka (*Posidonia oceanica*)

#### OPIS

Pozejdonko smo za oceno ekološkega stanja vzorčili v letu 2006 na 7 postajah (Lipej in sod., 2007a). Za oceno stanja smo kot prvo uporabili klasifikacijo morskih travnikov, ki temelji na gostoti šopov po Giraudu (1977), nato pa smo določili tudi ekološko stanje po Panayotidisu (Lipej in sod., 2007a).

#### OCENA STANJA

Na podlagi teh rezultatov ocenjujemo stanje travnika pozejdonke kot **dobro**.

#### STOPNJA ZANESLJIVOSTI

Stopnja zanesljivosti je zaradi enkratnega vzorčevanja **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI (GAPS ANALIZA)

Ker travnik pozejdonke pokriva le 0,64 ha, se poraja vprašanje o smiselnosti presoje tako majhnega območja.

*Kazalnik 6.2.3 Delež biomase ali posameznikov v makrobentoški skupnosti nad določeno dolžino/velikostjo*

Zaradi skopega nabora podatkov tega kazalnika **ni možno** uporabiti in ovrednotiti.

*Kazalnik 6.2.4 Parametri, ki opisujejo značilnosti (oblika, naklon in odsek) spektra velikosti bentoške skupnosti*

Zaradi skopega nabora podatkov tega kazalnika **ni možno** uporabiti in ovrednotiti.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po deskriptorju 6**

- **REFERENČNE RAZMERE:** V tem trenutku je uporaba biotskega indeksa M-AMBI še vedno opravičena za opredelitev stanja bentoških nevretenčarjev na mehkem dnu; metoda je bila razvita za potrebe WFD. Tam so podane tudi referenčne vrednosti za podane parametre: AMBI=1,34, število vrst=91, H'=5,86.

V referenčnih razmerah v združbah makroalg zgornjega infralitorala prevladujejo vrste iz rodu *Cystoseira*. Spodnja vrednost **zelo dobrega** okoljskega stanja določena z vrednostjo indeksa EEI-c je 8,09.

Referenčne razmere za travnik pozejdonke v slovenskem morju so take, da omogočajo največjo gostoto šopov (nad 1100 šopov na m<sup>2</sup>). V primeru kolenčaste cimodoceje imajo listi v referenčnih razmerah najkrajšo dolžino (v povprečju okoli 11 cm), frekvenčna porazdelitev dolžine listov pa je ln-normalna. V travnikih kolenčaste cimodoceje je stanje **zelo dobro**, če je absolutna vrednost indeksa MMskew manjša od 0,3.

- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:** Za bentoške nevretenčarje na mehkem dnu je M-AMBI meja med **dobrim/slabim** stanjem 0,62. Mejna vrednost **dobrega** okoljskega stanja določena z vrednostjo indeksa za makroalge EEI-c je 5,84. Na travniku pozejdonke je stanje **dobro**, če je gostota šopov na m<sup>2</sup> večja od 500. V travnikih kolenčaste cimodoceje pa je stanje **dobro**, če je absolutna vrednost indeksa MMskew manjša od 0,6.
- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO:** 80 % obravnavanega območja za posamezno vrsto mora biti v **dobrem** stanju (expert judgment).
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA:** trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

## 6. DESKRIPTOR: HIDROGRAFSKI POGOJI

### **Deskriptor 7: Trajna sprememba hidrografskih pogojev ne škoduje morskim ekosistemom.**

»Trajne spremembe hidrografskih razmer zaradi človekovih dejavnosti lahko na primer vključujejo spremembe režima bibavice, transporta sedimentov in sladke vode, tokov ali valovanja, ki povzročijo spremembe fizičnih in kemičnih značilnosti iz tabele 1 Priloge III k Direktivi 2008/56/ES. Takšne spremembe so zlasti pomembne, če lahko v večjem obsegu vplivajo na morske ekosisteme, zato se lahko z njihovo oceno vnaprej opozori na morebitne vplive na ekosistem. Za obalne vode, Direktiva 2000/60/ES določa hidromorfološke cilje, ki jih je treba uresničevati z ukrepi v okviru načrtov upravljanja povodij. Za oceno učinka dejavnosti je potreben pristop, pri katerem se obravnava vsak primer posebej. Instrumenti, kot so presoja vplivov na okolje, strateška okoljska presoja in pomorsko prostorsko načrtovanje, so lahko koristni pri presoji in oceni obsega ter kumulativnih vidikov vplivov takšnih dejavnosti. Pomembno pa je zagotoviti, da imajo vsi takšni instrumenti ustrezne elemente za oceno morebitnih vplivov na morsko okolje, vključno s čezmejnimi premisleki.«

#### MERILO 7.1. Prostorska opredelitev trajnih sprememb

##### *Kazalnik 7.1.1 Velikost območja, na katerem je prišlo do trajnih sprememb*

Edino območje za katerega lahko trdimo, da je v njem prišlo do trajnih sprememb nekoliko večjih razsežnosti je notranji del Koprškega zaliva. Obsega ~4 km<sup>2</sup> vodne površine. Štiriindvajseturne meritve tokovanja v koprskem zalivu v jesenskem obdobju so pokazale, da vodni tok sicer prinaša svežo, morsko vodo po sredini zaliva, ob straneh pa voda zaliv zapušča (Orlando Bonaca in sod., 2011). Ni pa jasno ali to tokovanje pomembneje vpliva tudi na območje pred luko Koper ter ali je taka cirkulacija prisotna tekom celega leta. Poleg

meritev tokovanja v stabilnem, jesenskem obdobju, smo opravili tudi meritve v zimskem obdobju (rezultati meritev še niso znani). Za boljše poznavanje razmer pa bo morda potrebno meritve izvesti tudi v poletnem obdobju.

### ZANESLJIVOST OCENE

Zanesljivost ocene je **nizka** (kratek časovni niz podatkov).

Not calculated, based on expert opinion (little or no monitoring).

### OCENA POMANJKLJIVOSTI

Razpolagamo le z rezultati posameznih, enkratnih meritev; nikoli niso bile opravljene tovrstne časovne, ciljne analize; ni dovolj širokega izbora vrst organizmov; samo posamezna vzorčevalna mesta.

### MERILO 7.2. Učinek trajnih hidrografskih sprememb

Trajne hidrografske spremembe v notranjosti Koprškega zaliva in še posebej v akvatoriju ob Luki Koper botrujejo spremembam cirkulacije sveže morske vode in spremenjenemu režimu vnosa sladke vode in hranil. Trend rasti poletnih temperatur v polzaprtem, Koprskem zalivu, ki za zadnjih 17 let znaša  $\sim 0,15^{\circ}\text{C}/\text{leto}$  (Orlando Bonaca *in sod.*, 2011), lahko v naslednjem desetletju ali dveh privede do sprememb nasičenosti s kisikom pri dnu v najtoplejšem delu leta. To pa posledično pomeni dodatno poslabšanje razmer za organizme živeče pri ali na morskem dnu. Dotok sveže, sladke vode je poleti tudi sicer zmanjšan, povečanje temperatur pa utegne še zmanjšati topnost kisika v vodi. Morebitne dodatne hidrografske spremembe lahko podobno vplivajo na ekološko stanje v vseh polzaprtih zalivih ob slovenski obali (Piranski zaliv, zaliv pred Strunjanom.)

#### *Kazalnik 7.2.1 Velikost habitatov, na katerih je prišlo do trajnih sprememb*

Poleg notranjega dela Koprškega zaliva (površina  $\sim 4 \text{ km}^2$ ) je ob slovenski obali le malo trajno spremenjenih habitatov, ki bi presegali  $0,5 \text{ km}^2$ . Gre za posamezna območja v Piranskem zalivu (marine, kopališča).

### ZANESLJIVOST OCENE

Zanesljivost ocene je **nizka** (kratek časovni niz podatkov).

Not calculated, based on expert opinion (little or no monitoring).

### OCENA POMANJKLJIVOSTI

Razpolagamo le z rezultati posameznih, enkratnih meritev; nikoli niso bile opravljene tovrstne časovne, ciljne analize; ni dovolj širokega izbora vrst organizmov; samo posamezna vzorčevalna mesta.

*Kazalnik 7.2.2 Spremembe habitatov, zlasti predvidenih funkcij (npr. drstenje, območja vzreje in hranjenja ter selitvene poti rib, ptic in sesalcev), zaradi spremenjenih hidrografskih razmer*

Zaradi pomanjkljivih podatkov je podajanje sprememb habitatov, ki so posledica hidrografskih sprememb močno oteženo. Vzročno-posledičnih analiz, ki bi obsegale časovni okvir nekaj desetletij praktično ni in je zato skoraj nemogoče trditi, ali je določen pojav ali odsotnost le tega izključno posledica hidrografskih sprememb.

### ZANESLJIVOST OCENE

Zanesljivost ocene je **nizka** (kratek časovni niz podatkov).

Not calculated, based on expert opinion (little or no monitoring).

### OCENA POMANJKLJIVOSTI

Razpolagamo le z rezultati posameznih, enkratnih meritev; nikoli niso bile opravljene tovrstne časovne, ciljne analize; ni dovolj širokega izbora vrst organizmov; samo posamezna vzorčevalna mesta.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po deskriptorju 7**

- **REFERENČNE RAZMERE:** Kisikove razmere v celotnem vodnem stolpcu in cirkulacija vodnih mas omogočata nemoten obstoj visoke biotske raznovrstnosti na nivoju vrst, združb in habitatov.
- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:** Dobro okoljsko stanje je zagotovljeno če:
  - narava in obseg dolgoročnih sprememb hidroloških razmer, ki so bodisi posledica posamičnih ali kumulativnih antropogenih posegov v morsko okolje ne privede do pomembnih, negativnih, trajnih vplivov na vrstno sestavo oziroma populacijsko strukturo v ekosistemu,
  - ko hidrografske spremembe ne vplivajo na vzorce tokovanja v taki meri, da je porušeno razmerje med erozijo in posedanjem sedimenta, in
  - ko hidrografske spremembe ne odražajo v porastu prisotnih hranilnih snovi ter upadu prisotnega raztopljenega kisika v vodi, kar lahko privede do eutrofikacije.

V kolikor po posegu v morsko okolje pride do sprememb cirkulacije v taki meri, da bistveno vpliva na kisikove razmere in posledično na lokalno biotsko raznovrstnost lahko zaključimo, da je stanje pod mejo dobro/slabo

- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO:** 80 % obravnavanega območja za posamezno vrsto mora biti v *dobrem* stanju (expert judgment).
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA:** trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

## 7. DESKRIPTOR: KONCENTRACIJE ONESNAŽEVAL

### **Deskriptor 8: Koncentracije onesnaževal so na ravneh, ki ne povzročajo onesnaženosti.**

»Oceniti je treba koncentracijo onesnaževal v morskem okolju in njihove vplive, pri čemer se upoštevajo vplivi in grožnje za ekosistem. Upoštevati je treba ustrezne določbe iz Direktive 2000/60/ES, ki se uporabljajo za teritorialne vode in/ali obalne vode, da se zagotovi ustrezno usklajeno izvajanje obeh zakonodajnih okvirov, pri čemer je treba upoštevati tudi informacije, znanje in pristope, pridobljene v okviru regionalnih konvencij o morjih. Ko je to pomembno za morsko okolje, morajo države članice obravnavati snovi ali skupine snovi, ki:

(i) presegajo ustrezne okoljske standarde kakovosti, določene v skladu s členom 2(35) in Prilogo V Direktive 2000/60/ES, v vodnih telesih obalnih voda ali teritorialnih voda, ki mejijo na morsko regijo ali podregijo, v vodi, sedimentu in živih organizmih, in/ali

(ii) so v Prilogi X k Direktivi 2000/60/ES uvrščene kot prednostne snovi in jih nadalje ureja Direktiva 2008/105/ES ter se odvajajo v zadevno morsko regijo, podregijo ali pododdelek, in/ali

(iii) so onesnaževala in bi lahko njihovo skupno sproščanje (vključno z izgubami, izpusti ali emisijami) zaradi pretekle ali sedanje onesnaženosti pomenilo veliko tveganje za morsko okolje v zadevni morski regiji, podregiji ali pododdelku, tudi kot posledica akutnega onesnaženja po nesrečah, v katere so npr. vpletene nevarne in zdravju škodljive snovi.

Napredek pri doseganju dobrega okoljskega stanja bo odvisen od tega, ali se onesnaženje postopno odpravlja, tj. prisotnost onesnaževalcev v morskem okolju in njihovi biološki vplivi se ohranjajo v sprejemljivih mejah, da bi se preprečili pomembni vplivi na morsko okolje ali tveganje zanj.«

## MERILO 8.1 Koncentracija onesnaževal

*Kazalnik 8.1.1 Koncentracija navedenih onesnaževal, izmerjena v ustrezni matriki (kot so živi organizmi, sediment in voda), tako da je mogoča primerjava z ocenami iz Direktive 2000/60/ES)*

### OPIS

Kot je bilo že v predhodnem poročilu navedeno, smo se pri pregledu stanja na področju onesnaženosti našega morja z organskimi onesnaževali in kovinami naslonili predvsem na rezultate rednih monitoringov, poleg tega pa smo pregledali tudi nekatere rezultate, ki so dosegljivi v strokovni in znanstveni literaturi, in rezultate dobljene v okviru raznih študij, ki so bile opravljene za različne uporabnike. Predstavljeni bodo še rezultati nekaterih dodatnih analiz, nekatere pa žal še čakamo. Naj najprej na kratko povzamemo glavne ugotovitve.

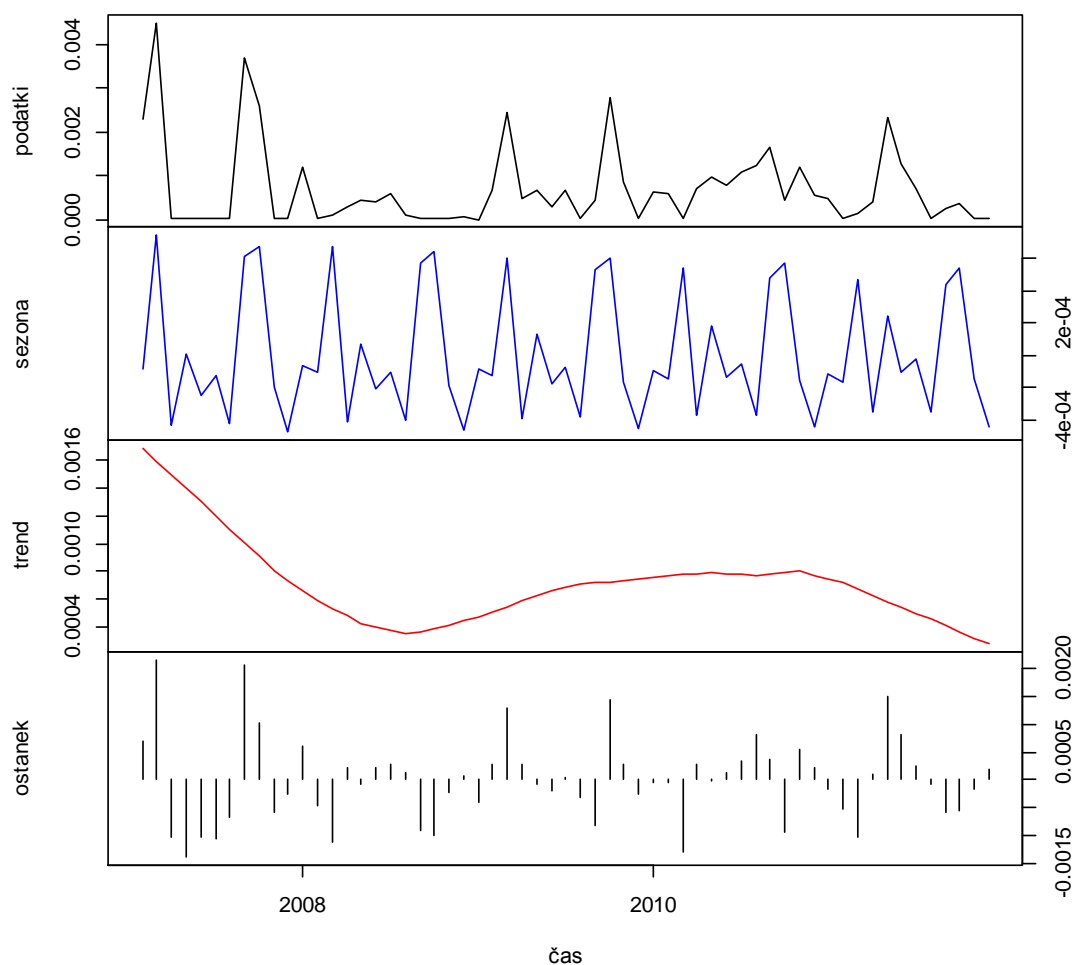
#### *Morska voda*

V glavnem je razporeditev kovin in drugih elementov v sledovih v morski vodi našega morja zelo homogena. Ni večjih opaznih razlik med obravnavanimi postajami. Statistična analiza je pokazala, da so vrednosti mediane za posamezen element na vseh postajah zelo podobne. Razpršenost rezultatov se med elementi razlikuje, zelo majhne pa so razlike za isti element na različnih postajah. Poskušali smo tudi ugotoviti trend za koncentracije kovin za obdobje zadnjih 5 let, za katera smo imeli na razpolago podatke. Soočili smo se s problemom kakovosti rezultatov, saj so npr. za določeno kovino v petih letih podane različne vrednosti za mejo detekcije. Zaradi tega za sedaj ne moremo dovolj zanesljivo določiti trendov in jih tukaj ne bomo prikazali.

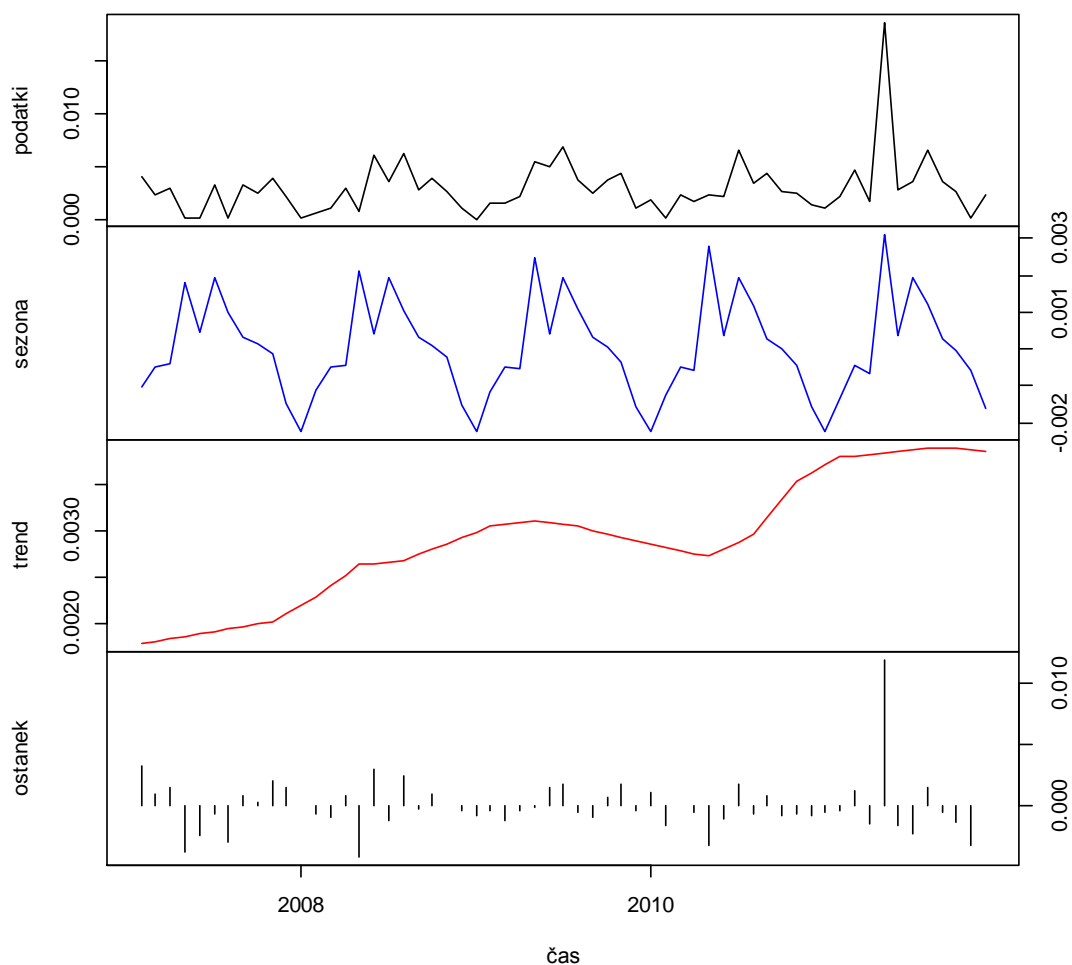
Koncentracije tributilkositra (TBT) so tudi precej enakomerno razporejene. Statistična obdelava podatkov zadnjih štirih let ne kaže pomembnejših razlik v koncentraciji teh spojin med obravnavanimi postajami. Koncentracije dibutilkositra (DBT), razgradnega produkta TBT, so bolj neenakomerno porazdeljene. Koncentracije so v glavnem višje kot v primeru TBT, opazne so manjše razlike med posameznimi postajami, razpršenost rezultatov pa je tudi precej večja. Na podlagi razpoložljivih podatkov za leta 2007-2011 smo poskušali ugotoviti



trende za TBT in DBT spojine na postajah 000F, 000K, 00CZ, 00MA in 0DB2. V primeru DBT je opazen naraščajoči trend na vseh obravnavanih postajah. Za TBT pa trend ni tako enoznačen. Za postaji, ki sta bolj oddaljeni od obale, se nakazuje padajoči trend, za postaje 000K, 00MA in 0DB2 pa trenda še ni opaziti. Vsekakor bodo potrebna večletna merjenja, saj je trenutno za detajlnejšo statistično analizo še premalo ustreznih podatkov. Na Sliki Slika 7.1 sta prikazana trenda za postajo 00CZ.



Slika 7.1: Trend koncentracij TBT v morski vodi na postaji 00CZ (rdeča črta).



Slika 7.2: Trend koncentracij DBT v morski vodi na postaji 00CZ (rdeča črta).

Koncentracije organskih onesnaževal, ftalatov, organoklornih pesticidov, kloriranih ogljikovodikov in celega spektra drugih pesticidov so pod mejo detekcije metode (podatki za leto 2010).

### Sediment

Statistično smo obdelali rezultate vsebnosti alifatskih ogljikovodikov in PAH-ov v sedimentih slovenskega morja za zadnjih 9 let. Rezultati za alifatske ogljikovodike kažejo značilne razlike med postajama v sredini Koprškega in Piranskega zaliva in tistimi na bolj odprtem morju. Pri interpretaciji dobljenih rezultatov je nujno upoštevati, da je večji delež alifatskih ogljikovodikov v neposrednem obalnem morju naravnega izvora (rečni vnos), zato so tudi koncentracije višje.

V primeru PAH-ov so razlike med postajami manjše. Najvišje so koncentracije v portoroški marini, drugje pa precej podobne. Opazna je še nekoliko višja vrednost mediane na postaji v sredini Koprskega zaliva (000K). Nekoliko nižje so koncentracije na postajah na robu Koprskega in Piranskega zaliva in v sredini slednjega.

V Tabeli 7.1 so prikazane vsebnosti PCB-jev in nekaterih organoklornih pesticidov. Te analize so bile naknadno narejene, saj skoraj ni dosegljivih podatkov o vsebnosti teh snovi v našem morju.

Tabela 7.1: Vsebnost PCB-jev in organoklornih pesticidov v sedimentih našega morja ( $\text{ng g}^{-1}$ , suhe teže).

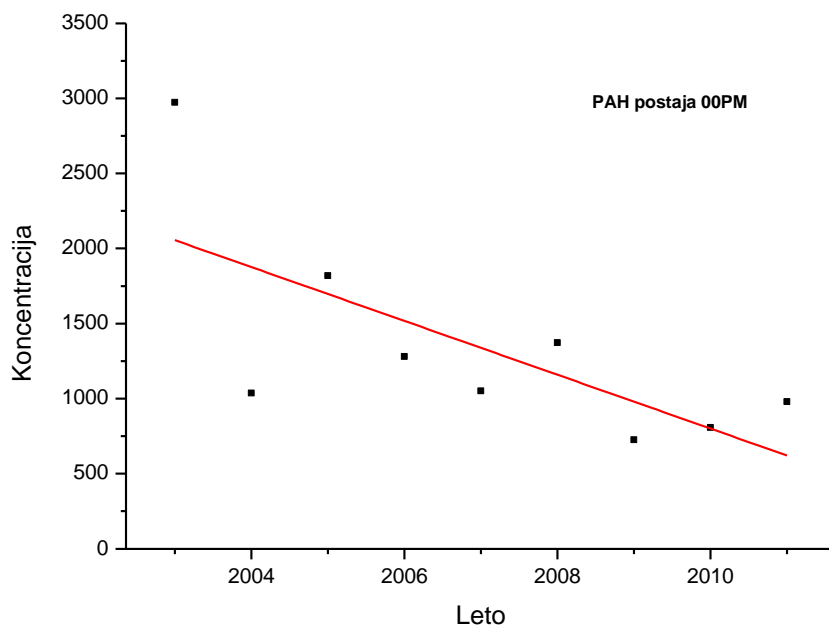
	00C1	00CZ	000F	000K	00MA
PCB 31	0,314	0,246	0,193	0,176	0,179
PCB 28	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.
PCB 52	p.m.d.	p.m.d.	0,063	0,083	p.m.d.
PCB 101	0,027	0,065	p.m.d.	0,394	p.m.d.
PCB 118	0,087	0,038	p.m.d.	0,197	p.m.d.
PCB 153	1,344	1,093	p.m.d.	1,812	0,809
PCB 138	0,323	0,071	0,037	0,468	p.m.d.
PCB 180	0,771	0,138	0,127	0,746	0,201
HCB	0,479	0,714	0,471	0,501	0,526
HEPTAKLOR	p.m.d.	0,528	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.
ALDRIN	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.
p,p DDE	p.m.d.	p.m.d.	0,412	0,407	0,407
LINDAN	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.
p,p DDD	0,390	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.
p,p DDT	1,432	2,372	1,398	2,203	1,453
DIELDRIN	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.
ENDRIN	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.

Rezultati kažejo na razmeroma nizke vsebnosti teh spojin v površinski plasti sedimentov slovenskega morja. Koncentracije so tudi zelo razpršene, tako da ni mogoče zadovoljivo primerjati postaj med seboj. V najvišjih koncentracijah sta prisotna PCB 153 in p,p DDT.

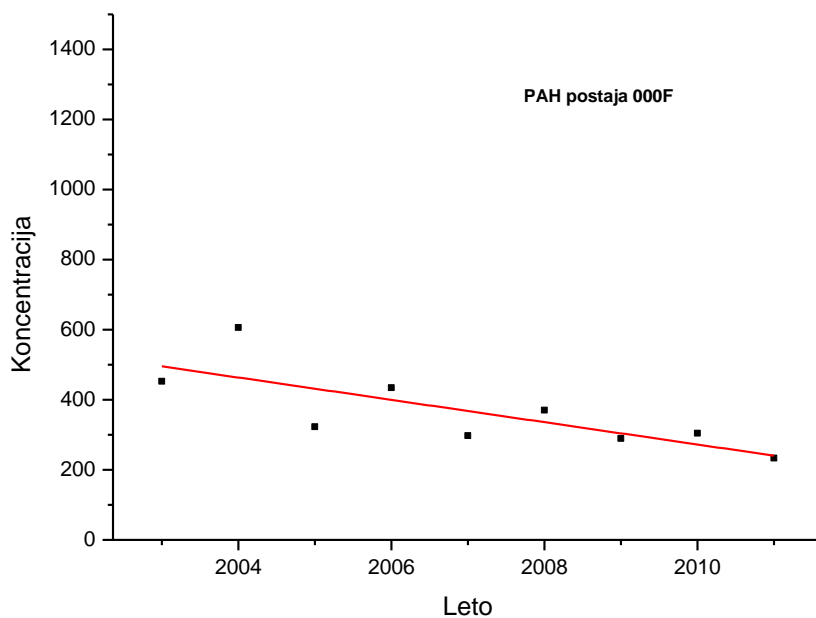
Za vsebnost kovin smo imeli na razpolago le nekaj rezultatov iz let 2007, 2008 in 2009. Izvedene so bile tudi dodatne analize, da bi pokrili tudi področja našega morja, za katera ni bilo dosegljivih podatkov. Rezultati kažejo na razmeroma majhne razlike v koncentracijah posameznih kovin med posameznimi postajami. V glavnem so koncentracije vseh kovin nekoliko nižje na postajah 00KK, 000F in 0024, najvišje pa na postaji 00C2. V primeru Hg pa je koncentracija opazno višja na postaji 00CZ v sredini Tržaškega zaliva, kar kaže na vpliv reke Soče.

Podatki o vsebnosti organokositrovih spojin so dosegljivi v člankih, objavljenih v znanstvenih revijah, nekaj pa imamo še lastnih neobjavljenih podatkov. Koncentracije TBT, DBT in MBT so najvišje v marinah in neposredni okolici. Na teh območjih dosežejo tudi vrednosti nad  $1 \mu\text{g Sn g}^{-1}$ . Na nezaprtih obalnih območjih koncentracije razmeroma hitro padejo na nekaj  $10 \text{ ng Sn g}^{-1}$ , proti sredini Tržaškega zaliva pa so koncentracije že pod mejo detekcije metode.

V primeru sedimentov smo poskušali ugotoviti trend zgolj v primeru PAH-ov, saj imamo v primeru drugih snovi v glavnem na razpolago le rezultate enkratnih meritev. V primeru PAH-ov smo obdelali rezultate zadnjih 9-ih let. Tudi s temi podatki nismo mogli narediti bolj poglobljene statistične analize trendov, saj se te analize opravljajo zgolj enkrat letno. Kolikor toliko izrazite trende smo dobili le na nekaterih postajah. Na postaji 0014 v Luki Koper je opazno občutno znižanje koncentracij po letu 2005, na postaji 00PM (Slika 7.3) v portoroški marini se kaže stalni padajoči trend, podoben, a manj intenziven je trend na postaji 000F (Slika 7.4), na ostalih 4-ih postajah pa je opazen zelo rahel trend bodisi v eno ali pa v drugo smer. Težko pa trdimo, da so te razlike statistično značilne, saj nimamo dovolj velikega niza podatkov.



Slika 7.3: Trend koncentracij celokupnih PAH-ov v sedimentu na postaji 00PM (ng g<sup>-1</sup>, suhe teže).



Slika 7.4: Trend koncentracij celokupnih PAH-ov v sedimentu na postaji 000F (ng g<sup>-1</sup>, suhe teže).

### *Morski organizmi*

Statistično so obdelani rezultati vsebnosti alifatskih ogljikovodikov in PAH-ov v školjkah užitnih klapavicah (*Mytilus galloprovincialis*) v zadnjih desetih letih na postajah 00TM na vhodu v Luko Koper in koprsko marino in 0024 na školjčičišču v Strunjanu. V obeh primerih, alifatskih ogljikovodikih in PAH-ih, so opazne značilne razlike med obema postajama. Školjke v koprskem zalivu imajo višje koncentracije ogljikovodikov, večje pa je tudi sipanje rezultatov. To vsekakor kaže na vpliv onesnaževanja na postaji 00TM.

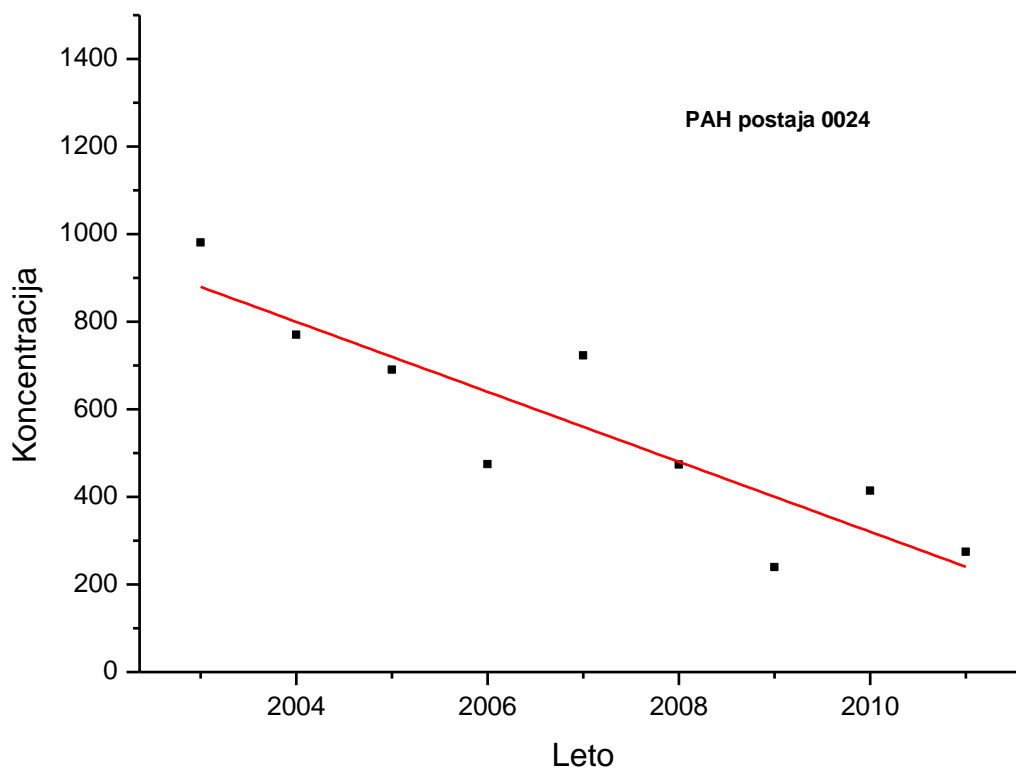
Rezultate vsebnosti kadmija in živega srebra smo statistično obdelali za zadnje desetletje na treh školjčičiščih (0024-Strunjan, 0035-Seča, 00DB2-Debeli rtič) in postajo 00TM pred vhodom v koprsko pristanišče in marino. Obdelani podatki v primeru obeh kovin kažejo podobne rezultate o vsebnosti v školjkah užitnih klapavicah na navedenih postajah. Nekoliko višja je vrednost medijane za Hg na postajah 00TM in 0DB2, za Cd pa za postaji 0024 in 00TM. Vendar pa je razpršenost rezultatov tako velika, da je težko govoriti o statistično značilnih razlikah.

V primeru organokositrovih spojin v užitnih klapavicah smo imeli v glavnem na razpolago nekaj rezultatov iz znanstvene literature in nekaj lastnih še neobjavljenih rezultatov. V primeru školjk imamo seveda samo podatke iz neposrednega območja ob obali. Podatki objavljeni v znanstveni literaturi kažejo na precej višje vsebnosti v Piranskem zalivu, tudi preko  $2 \mu\text{g Sn g}^{-1}$ . Drugje pa so dobili vrednosti do nekaj sto  $\text{ng g}^{-1}$ .

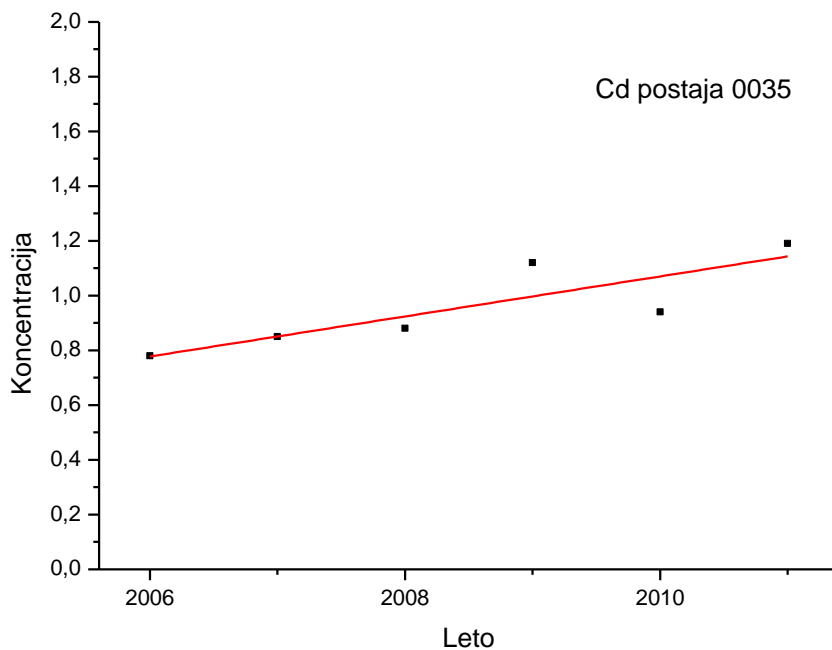
Koncentracijo kovin in še nekaterih drugih elementov v sledovih smo določali tudi v nekaterih organizmih, ki se uporabljajo za prehrano ljudi. Ti rezultati so prikazani v naslednjem poglavju (deskriptor 9). Vsi morski organizmi so bili ulovljeni/nabrani v našem morju v okviru monitoring programa, ki ga izvaja Zavod za ribištvo RS.

Trende smo poskušali določiti v primeru PAH-ov, Cd in Hg v užitnih klapavicah. Podatke smo obdelali za zadnjih 9 let, oziroma 6 let. Tudi tu se srečamo z enakim problemom, kot v primeru sedimentov, saj gre zgolj za rezultate meritev enkrat ali največ dvakrat letno. Tako naj ta analiza služi bolj okvirno kot osnova za morebitne kasnejše analize. V primeru PAH-ov je viden padajoči trend na obeh postajah 00TM in 0024 (Slika 7.5).

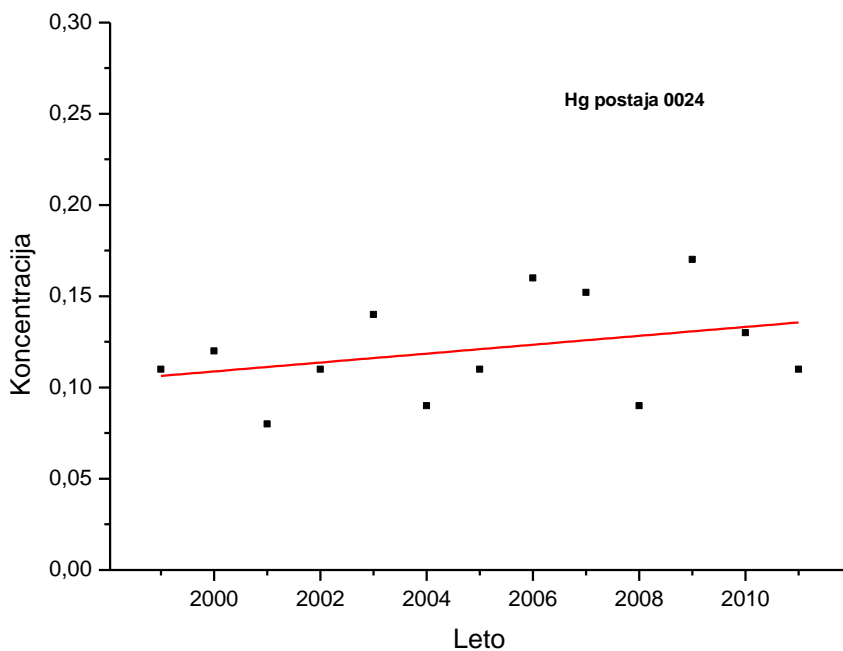
V primeru Cd in Hg v školjkah je o trendu še težje govoriti. V glavnem so opazne zelo majhne medletne razlike, pa še te niso enoznačne za vse postaje. Za primer prikazujemo situacijo za Cd na postaji 0035 (Slika 7.6) in za Hg na postaji 0024 (Slika 7.7).



Slika 7.5: Trend koncentracij celokupnih PAH-ov v užitnih klapavicah na postaji 0024 (ng g<sup>-1</sup>, suhe teže).



Slika 7.6: Trend koncentracij Cd v užitnih klapavicah na postaji 0035 ( $\text{mg kg}^{-1}$ , suha teža).



Slika 7.7: Trend koncentracij Hg v užitnih klapavicah na postaji 0024 ( $\text{mg kg}^{-1}$ , suha teža).



## OCENA STANJA

Ocena stanja za morsko vodo je narejena glede na kriterije iz priloge V Direktive 2000/60/ES in Direktive 2008/105/ES za morsko vodo. Za kakovost sedimentov za enkrat še ni ustreznih okoljskih standardov, zato smo stanje ocenili na podlagi primerjave podatkov iz literature in kriterijev, ki jih je sprejela EPA (ZDA) na podlagi možnih vplivov na organizme (Long *in sod.*, 1995).

Glede na razpoložljive in do sedaj v poročilih predstavljene podatke, pa tudi že opravljeno oceno kemijskega in ekološkega stanja morja 2007-2009 (ARSO, 2011) lahko zaključimo, da je stanje morske vode **slabo**, saj tako letne povprečne koncentracije, kot tudi maksimalne koncentracije tributilkositrovih spojin (TBT) v glavnem presegajo predpisane okoljske standarde. Pozitiven je podatek, da je bila v letu 2011 presežena dovoljena maksimalna koncentracija le na postajah 00MA in 00CZ. **Trend, ki pa ni zelo zanesljiv zaradi prekratkega časovnega niza, kaže upadanje koncentracije.** Koncentracije vseh ostalih onesnaževal, ki se določajo v okviru monitoringov, v glavnem ne presegajo dovoljenih letnih povprečnih vrednosti in tudi dovoljenih maksimalnih vrednosti.

Primerjava koncentracij za posamezne in celokupne PAH-e z ERL in ERM vrednostmi v tabeli 2 pokaže, da so koncentracije v sedimentih slovenskega morja v glavnem pod ERL, vsekakor pa so vrednosti za celokupne PAH-e nekajkrat nižje od ERL. Lahko torej zaključimo, da so **koncentracije PAH-ov v glavnem precej pod mejo**, nad katero lahko občasno pričakujemo škodljive vplive na organizme.

Tabela 7.2: Vrednosti ERL (območje koncentracij, ki redko škodljivo vplivajo na organizme) in ERM (območje koncentracij, ki občasno škodljivo vplivajo na organizme) za PAH-e ( $\text{ng g}^{-1}$ , suhe teže).

Spojina	ERL	ERM
Naphthalene	160	2100
Acenaphthene	16	500
Acenaphthylene	44	640
Phenanthrene	240	1500
Anthracene	853	1100
Fluorene	19	540
Fluoranthene	600	5100
Pyrene	665	2600
Chrysene	384	2800
Benzo[a]anthracene	261	1600
Benzo[b]fluoranthene	320	1880
Benzo[k]fluoranthene	280	1620
Benzo[a]pyrene	430	1600
Indeno[1,2,3-c,d]pyrene	na	na
Dibenzo[a,h]anthracene	63	260
Benzo[g,h,i]perylene	430	1600
<b>Total PAH</b>	4000	44792

V primeru PCB-jev smo uspeli dobiti ERL vrednost za vsoto sedmih tim. indikativnih PCB-jev (pojavljali so se v mešanica Aroclor). Vrednost ERL je postavljena na  $23 \text{ ng g}^{-1}$  suhe teže (JRC in ICES. 2010). V sedimentih našega morja so vsebnosti celokupnih indikativnih PCB-jev nekajkrat nižje od postavljenih ERL vrednosti.

V primeru kovin smo dobljene koncentracije (predstavljene v prejšnjem poročilu) primerjali s tistimi iz vrtine V-6 iz Sečoveljskih solin (Ogorelec *in sod.*, 1981). Vrednosti iz globljih delov vrtine smo vzeli kot naravno ozadje. Primerjava je pokazala, da koncentracije kovin in

As bistveno ne odstopajo od tistih v vrtini V-6. Morda so nekoliko višje le koncentracije Zn, so pa primerljive s koncentracijami površinskega sedimenta omenjene vrtine izpred več kot 30 let. Primerjava koncentracij Hg, Cd in Pb z ERL vrednostmi (JRC in ICES. 2010) je pokazala, da koncentracije Hg občasno presegajo ERL vrednost ( $0,150 \text{ mg kg}^{-1}$ ), koncentracije Cd so precej nižje od te vrednosti ( $1,2 \text{ mg kg}^{-1}$ ), koncentracije Pb pa so višje od ERL ( $47 \text{ mg kg}^{-1}$ ) le na postaji C2 .

Glede na razpoložljive podatke in predstavljene ugotovitve lahko zaključimo, da je stanje našega morja po kazalniku 8.1.1 v glavnem **dobro**, razen stanja morske vode, ki ga moramo oceniti kot **slabo**, zaradi problema z organokositrovimi spojinami. Menimo sicer, da taka posplošena ocena stanja morske vode ni najbolj ustrezna, ker gre samo za en parameter, ki pokvari celotno situacijo.

#### ZANESLJIVOST OCENE

Zanesljivost ocene je **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

#### OCENA POMANJKLJIVOSTI

Pri nekaterih parametrih le rezultati enkratnih meritev; ni podatkov za vse snovi, za katere so predpisani okoljski standardi; pri redkih parametrih je dosegljiv dovolj dolg časovni niz; tudi pri teh so v glavnem podatki za vzorčenja enkrat letno; problem s kakovostjo podatkov (različne LOD vrednosti, manjkajoči podatki...).

#### PRIORITETE ZA MONITORING

Potrebne bi bile enkratne analize prednostnih in drugih za to območje relevantnih onesnaževal v vodi, sedimentu in organizmih, da bi lahko potem določili onesnaževala, ki bi jih bilo smiselno spremljati v programu monitoringa.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po merilu 8.1**

- **REFERENČNE RAZMERE:** Za morsko vodo predvidevamo, da bi bile referenčne razmere enake naravnemu ozadju, ki ga ne poznamo. Za sediment menimo, da je trenutno stanje blizu referenčnih razmer. Za morske organizme menimo, da bi bile referenčne razmere lahko naravno ozadje, ki ga ne poznamo.
- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:** Za mejo *dobrega* okoljskega stanja z vidika morske vode je smiselno uporabiti vrednosti, ki so določene za okoljske standarde v Direktivi 2008/105/ES, kar je tudi v skladu s prilogo V Direktive 2000/60/ES. V primeru koncentracije onesnaževal v organizmih, ki se uporabljajo za prehrano ljudi, lahko uporabimo mejne vrednosti predpisane v Uredbah komisije EU št. 1881/2006 in 1259/2011. Za druge organizme pa sploh nimamo podatkov, tako da določitev meje ni možna. V primeru sedimentov žal še nimamo ustreznih okoljskih standardov. Za nobeno skupino onesnaževal tudi ne poznamo naravnega ozadja, še najbližje temu smo pri nekaterih kovinah. Zato bi bile potrebne bolj obsežne študije, ki bi vključevale tudi globlje plasti sedimentov za primerjavo. Verjetno tudi zaradi vsega tega še ni izdelanih ustreznih okoljskih standardov za sedimente. V poročilu Orlando Bonaca *in sod.*, 2011 smo poskusili določiti mejo za dobro okoljsko stanje v primeru PAH-ov v sedimentu, za katere imamo malo daljši časovni niz podatkov. Tudi sedaj, ko smo v statistično analizo dodali še podatke za leto 2011, menimo, da bi bila ta meja postavljena okrog 700 ng g<sup>-1</sup> suhega sedimenta. Ta vrednost sicer ni prav nizka, a je vseeno približno petkrat nižja od ERL vrednosti, tako da je verjetno smiselna. Koncentracije PAH-ov (kot tudi drugih organskih onesnaževal) bi bilo smiselno normalizirati na koncentracijo organske snovi in delež fine frakcije sedimenta (pod 63 µm), da bi tako zmanjšali vpliv teh parametrov pri kopičenju snovi. Žal pa ustreznih podatkov za tako analizo nimamo.
- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO:** 80 % slovenskega morja mora biti v dobrem stanju (expert judgment).
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA:** trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

## MERILO 8.2 Vplivi onesnaževal

*Kazalnik 8.2.1 Ravni vplivov onesnaženosti na zadevne sestavne dele ekosistema, pri čemer se upoštevajo izbrani biološki procesi in taksonomske skupine, v zvezi s katerimi je bila ugotovljena vzročnopolledična zveza in ki jih je treba spremljati*

### OCENA STANJA

Kazalnik 8.2.1 opredeljuje vzročno posledično povezavo med koncentracijo onesnaževal in biološkimi učinki. Glede na ovrednotenje onesnaževal opisano v Kazalniku 8.1.1 (*Koncentracija navedenih onesnaževal, izmerjena v ustrezni matriki (kot so živi organizmi, sediment in voda), tako da je mogoča primerjava z ocenami iz Direktive 2000/60/ES*), so tukaj opisani biološki učinki teh onesnaževal. V Kazalniku 8.1.1 so opisane koncentracije onesnaževal v morski vodi, sedimentu in morskih organizmih (klapavici *Mytilus galloprovincialis*). Bioloških učinkov tributilkositra TBT in dibutilkositra DBT ne moremo opredeliti, ker se biološki učinki TBT in njegovih razgradnih produktov ocenjujejo z napakami v razvoju spolnih organov pri polžih (imposex) in trenutno v obstoječo metodologijo v okviru te naloge, imposex ni zajet, ki je standardiziran biomarker izpostavljenosti. Do sedaj je bila opravljena samo ena študija s katero so preučili pogostnost deformiranih spolnih organov v bodičastem voleku (*Hexaplex trunculus*). Odstotek sterilnih samic se je gibal od 20% (rtič Ronek) do 90% (Piranski zaliv) (Garaventa in sod., 2008). Iz znanstvene literature je znano, da školjke lahko kopičijo velike količine TBT in kositra (Sn), medtem ko bioloških učinkov povezanih s temi onesnaževali v školjkah še niso uspeli opredeliti (npr. ni vzročno posledične povezave med aktivnostjo acetilholin esteraze (AChE), glutation S-transferase (GST), aktivnostjo katalaze (CAT) (Devier et al., 2003)).

Biološki učinki onesnaženja s kovinami (predvsem Cd, Zn, Co, Ni, Bi, Hg) se odražajo v sintezi zaščitnih nizkomolekularnih beljakovin imenovanih metalotioneini (MT). Ovrednotenje koncentracije MT je standardiziran biomarker in je zajet tudi v tej projektni nalogi. Koncentracije MT lahko izmerimo z različnimi tehnikami in v različnih vrstah morskih organizmov. V tej projektni nalogi je vključeno vrednotenje MT v prebavni žlezi klapavic s spektrofotometrično metodo (UNEP, 1999). Ne glede na to, da so izmerjene

koncentracije kovin v morski vodi in sedimentu redke in razmeroma nezanesljive (glej opis Kazalnik 8.1.1) lahko podamo oceno tega biomarkerja v klapavicah. Od leta 1999 naprej dvakrat letno merimo koncentracije MT in enkrat letno Cd in Hg v klapavicah. Ugotovili smo, da so vrednosti MT v klapavicah iz slovenskega morja v razponu od 53 µg/g mokre teže do 145 µg/g mokre teže (glej tudi Orlando-Bonaca *in sod.*, 2011, Ramšak *in sod.*, v tisku). Najbolj oddaljena vzorčevalna postaja (boja Vida) izstopa po višjih vrednostih MT, vendar so bile meritve za enkrat opravljene le v letu 2011. Prav tako nismo ugotovili razlik med sezonami v vsebnosti MT. Za postaje v Koprskem, Strunjanskem in Piranskem zalivu lahko na osnovi dosedanjih meritev sklenemo, da se v prihodnosti koncentracije MT ne bi smele povečevati od sedanjega stanja, ampak bi morale ostati v mejah do 150 µg/g mokre teže.

Biološki učinki PAH-ov in PCB-jev so posledica razgradnje, kjer nastanejo mnogo bolj toksične spojine kot so izhodne spojine. Njihovi razgradni produkti delujejo tudi genotoksično. Zato so njihovi učinki na organizme zajeti v nastanku mikronukleusov (biomarker genotoksičnih učinkov). Do sedaj smo najvišjo frekvenco pojavljanja mikronukleusov ugotovili v klapavicah v Koprskem zalivu, kjer je tudi izmerjena višja koncentracija PAH-ov v tkivu klapavic, medtem ko je le ta v Strunjanskem in Piranskem zalivu nižja. Učinki teh dveh skupin onesnaževal (PAH in PCB) so bili tudi preučeni v ribah črnih glavačih v slovenskem morju, kjer smo našli značilno višje vrednosti aktivnosti encima EROD na lokacijah, ki imajo višje koncentracije PAH-ov v sedimentu v Koprskem zalivu (Ramšak *in sod.*, 2007).

Aktivnost acetilholin esteraze smo izmerili na postaji v Koprskem, Strunjanskem in Piranskem zalivu. Aktivnost je nekoliko bolj zavrta na postajah v Strunjanskem in Piranskem zalivu (od 68,3±15,4 umol/min/mg proteinov do 84,2±25,8 umol/min/mg proteinov), medtem ko je aktivnost v Koprskem zalivu nekoliko višja (od 81,6±6,2 umol/min/mg proteinov do 104,3±14,8 umol/min/mg proteinov). BAC (Background Assessment Criteria) je za ta biomarker že postavljena v okviru programa, ki ga izvaja ICES za nekatere vrste in nekatera geografska območja, med katerimi pa še ni Jadranskega morja.

## ZANESLJIVOST OCENE

Zanesljivost ocene je **srednja**.

Not calculated but based on surveys/monitoring with short time series and/or low spatial resolution.

### OCENA POMANJKLJIVOSTI

Pomanjkljivosti so posledica prekratkega obdobja izvajanja nekaterih biomarkerjev (mikronukleusni test, acetilholin esterazni test). Poleg biomarkerjev, ki merijo specifičen odziv na skupino onesnaževal je potrebno vpeljati tudi biomarker splošnega stresa (npr. stabilnost lizosomskih membran) s katerim lahko ovrednotimo stres povzročen z velikim številom različnih onesnaževal. Na ta način lahko dobimo hiter in zanesljiv podatek o vplivih onesnaženja. Pogosto ni možna natančna korelacija med točno določeno skupino onesnaževal in biološkim odzivom, ker onesnaževala delujejo sinergistično.

Glede na ugotovljene koncentracije TBT in njegovih razgradnih produktov je smiselno in nujno preučiti kako se učinki teh onesnaževal odražajo v občutljivih organizmih (polži in razvoj spolnega aparata).

Izjemno pomembno je, da se vključimo v sorodne programe (npr. program merjenja bioloških učinkov kot ga izvaja ICES ter v interkalibracije s čimer zagotovimo dobro izvajanje testov in primerljive rezultate).

### PRIORITETE ZA MONITORING

Vpeljati dodatne biomarkerje (biomarker splošnega stresa, imposex), nadaljevati z rednimi meritvami vseh vpeljanih biomarkerjev. Na ta način bomo lahko opredelili najprej BAC (Background Assessment Criteria) = bazalno aktivnost biomarkerja in nato še kriterije za ovrednotenje okolja (EAC Environmental Assessment Criteria).

*Kazalnik 8.2.2 Pojav, izvor (po možnosti), obseg znatnega akutnega onesnaženja (npr. madeži nafte in naftnih derivatov) in njihov vpliv na žive organizme, ki so fizično ogroženi zaradi tega onesnaženja*

Kolikor nam je poznano, v našem morju nesreč v tako velikem obsegu do sedaj na srečo ni bilo.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po merilu 8.2**

- **REFERENČNE RAZMERE:** V dosedanjih analizah bioloških učinkov onesnaženja smo upoštevali kot referenčne razmere (manj obremenjeno območje) območje Strunjskega zaliva. Izkazalo, se je da med referenčno postajo in postajama v Koprskem in Piranskem zalivu ni razlik. Zaradi tega je težko določiti referenčno območje za primerjavo. Predlagamo, da se najprej oceni bazalna aktivnost biomarkerja na območju slovenskega morja (BAC), ki jo nato privzamemo kot referenčno območje za vrednotenje rezultatov. Do sedaj je to možno narediti samo za vrednotenje metalotioneinov v klapavicah (glej Mejna vrednost dobro/slabo okoljsko stanje). Takšna so tudi priporočila ICES (2011), kjer so podane bazalne vrednosti nekaterih biomarkerjev BAC (Background Assesment Criteria) in ponekod tudi EAC (Environmental Assesment Criteria) za nekatera okolja, vendar s pridržkom, da naj služijo kot okvirne vrednosti, ki morajo biti dopolnjene z novimi podatki predvsem zaradi majhnega števila analiziranih okolij.
- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:** Mejne vrednosti lahko na osnovi dosedanjih meritev, postavimo samo za vrednosti metalotioneinov. Ocenimo lahko, da vrednosti metalotioneinov do 150 µg/g mokre teže metalotioneinov predstavljajo bazalno aktivnost biomarkerja ali BAC (Background Assesment Criteria) za razmere v slovenskem morju in s tem dobro okoljsko stanje. Višje vrednosti predstavljajo poslabšanje razmer in slabo okoljsko stanje.
- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO:** zaenkrat tega ni možno opredeliti.
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA:** trenutno stanje je opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.



## 8. DESKRIPTOR: ONESNAŽEVALA V RIBAH IN DRUGI MORSKI HRANI

**Deskriptor 9: Onesnaževala v ribah in drugi morski hrani, namenjeni za prehrano ljudi, ne presegajo ravni, ki jih določa zakonodaja Skupnosti ali drugi ustrezni standardi.**

»Države članice morajo v različnih regijah in podregijah pri užitnih tkivih (mišicah, jetrih, ikrah, mehkih tkivih) rib, rakov, mehkužcev, iglokožcev ter morski travi, ulovljenih ali pobranih v naravi, spremljati morebitno prisotnost snovi, za katere so na evropski, regionalni ali nacionalni ravni določene zgornje mejne vrednosti za izdelke, namenjene za prehrano ljudi.«

### MERILO 9.1 Ravni, število in pogostost onesnaževal

*Kazalnik 9.1.1 Dejanske ugotovljene ravni onesnaževal in število onesnaževal, ki so presegli najvišje regulativne ravni*

#### OPIS

Koncentracijo kovin in še nekaterih drugih elementov v sledovih smo določali v sledečih vrstah organizmov, ki se uporabljajo za prehrano ljudi: školjkah užitnih klapavicah (*Mytilus galloprovincialis*), morski bogomoljki (*Squilla mantis*) in ribah inčunu (*Engraulis eucrasicolus*), sardeli (*Sardina pilchardus*), skuši (*Scomber sp.*), ciplju (*Mugil cephalus*) in brancinu (*Dicentrarchus labrax*). Vsi morski organizmi so bili ulovljeni/nabrani v našem morju v okviru monitoring programa, ki ga izvaja Zavod za ribištvo RS.

Rezultati kažejo, da so koncentracije večine kovin višje v školjkah v primerjavi z ribami. Med posameznimi vrstami rib ni opaziti izrazite razlike v koncentracijah kovin. V morski bogomoljki izstopajo precej visoke koncentracije Cu, Zn, As in Cd.

Naknadno so bile izvedene analize PCB-jev in organoklornih pesticidov v istih vrstah kot v primeru kovin. Rezultati so prikazani v Tabela 8.1.

Tabela 8.1: Vsebnost PCB-jev in organoklornih pesticidov v nekaterih vrstah morskih organizmov za prehrano ljudi ( $\text{ng g}^{-1}$ , suhe teže).

	m. bogomoljka	brancin	cipelj	sardela	sardon	skuša	užitne klapavice	
							0035	0024
PCB 31	0,281	0,435	0,622	1,091	0,220	0,116	0,265	0,333
PCB 28	0,046	0,140	0,414	0,454	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	0,025
PCB 52	0,040	0,371	1,939	1,390	0,862	0,120	0,143	0,252
PCB 101	0,845	1,993	6,734	3,509	7,492	1,967	1,499	2,956
PCB 118	2,650	2,755	4,581	6,317	5,717	1,173	1,199	1,553
PCB 153	13,45	4,856	15,14	22,06	20,00	6,510	6,379	8,040
PCB 138	7,183	3,300	8,758	14,46	13,69	3,734	3,490	4,138
PCB 180	4,016	1,906	4,933	6,286	6,480	1,879	0,261	0,378
HCB	0,445	0,500	0,581	1,246	0,397	0,318	0,353	0,336
HEPTAKLOR	0,390	p.m.d.	0,541	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.
ALDRIN	0,280	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.	p.m.d.
p,p DDE	2,715	2,184	5,201	6,121	4,652	0,973	0,830	0,804
LINDAN	0,314	0,327	0,546	0,546	0,360	p.m.d.	p.m.d.	0,388
p,p DDD	0,202	1,608	2,796	2,796	0,981	0,431	p.m.d.	p.m.d.
p,p DDT	2,612	1,406	2,039	2,039	1,913	0,860	1,103	1,287

Rezultati kažejo, da so vsebnosti razmeroma nizke. Med posameznimi vrstami ni opaziti značilnih razlik. Višje koncentracije so bile izmerjene za PCB 101-180 in DDT ter njegove razgradne produkte.

Vsebnosti PAH-ov, Cd, Hg in organokositrovih spojin v užitnih klapavicah so predstavljene že v prejšnjem poglavju (deskriptor 8).

## OCENA STANJA

Ocena je narejena na podlagi dostopnih in predstavljenih podatkov, Direktive 2000/60/ES in Uredb komisije EU št. 1881/2006 in 1259/2011.

Za prehrano ljudi so določene naslednje mejne vrednosti kovin: za Pb 1,5 mg kg<sup>-1</sup> v školjkah, 0,3 mg kg<sup>-1</sup> v ribah in 0,5 mg kg<sup>-1</sup> v rakih, vse na mokro težo; za Cd 1,0 mg kg<sup>-1</sup> v školjkah, do 0,1 mg kg<sup>-1</sup> v ribah in 0,5 mg kg<sup>-1</sup> v rakih, vse na mokro težo; za Hg v školjkah ni predpisane meje, 1,0 mg kg<sup>-1</sup> v ribah in 0,5 mg kg<sup>-1</sup> v rakih, vse na mokro težo. Lahko ugotovimo, da so vse koncentracije kovin v dostopnih podatkih nižje od dovoljenih mejnih vrednosti.

V primeru organskih onesnaževal lahko v tem trenutku komentiramo samo vsebnost benzo[a]pirena (mejna vrednost 10 µg kg<sup>-1</sup>, mokre teže) v školjkah v Strunjanu. V zadnjih letih koncentracija tega PAH-a ni presegla vrednosti 10 µg kg<sup>-1</sup> suhe teže. Če upoštevamo, da je suhe snovi v školjkah okrog 20 %, so dobljene koncentracije krepko pod dopustno mejno vrednostjo.

Mejna koncentracija za vsoto 6-ih indikativnih PCB-jev v mišičnini rib je 75 ng g<sup>-1</sup> mokre teže. V našem primeru vsota koncentracij PCB-jev ni presegla 50 ng g<sup>-1</sup> suhe teže, torej so na mokro težo koncentracije vsaj dvakrat nižje (približno 50 % suhe snovi) in tako precej pod mejno vrednostjo.

Na podlagi dostopnih podatkov in predstavljenih rezultatov lahko zaključimo, da je stanje glede na kazalnik 9.1.1. **dobro**.

## ZANESLJIVOST OCENE

Zanesljivost ocene je **nizka** (kratek časovni niz podatkov).

Not calculated, based on expert opinion (little or no monitoring).

## OCENA POMANJKLJIVOSTI

Pri večini parametrov razpolagamo le z rezultati enkratnih meritev; ni rezultatov za vse snovi, za katere so predpisane mejne vrednosti; ni dovolj širokega izbora vrst organizmov; samo posamezna vzorčevalna mesta; dovolj dolgi časovni nizi le pri redkih parametrih.

### PRIORITETE ZA MONITORING

Potrebne bi bile večkratne analize prednostnih in drugih za to območje relevantnih onesnaževal v različnih vrstah organizmov, ki so pomembni za prehrano ljudi, da bi lahko potem določili onesnaževala, ki bi jih bilo smiselno spremljati v programu monitoringa.

#### *Kazalnik 9.1.2 Pogostost preseženih regulativnih ravni*

Zaradi enkratnih meritev tega kazalnika ne moremo oceniti.

## **Definicija Dobrega okoljskega stanja po deskriptorju 9**

- **REFERENČNE RAZMERE:** Za morske organizme menimo, da bi bile referenčne razmere lahko naravno ozadje, ki ga ne poznamo.
- **MEJNA VREDNOST DOBRO/SLABO OKOLJSKO STANJE:** Za prehrano ljudi so določene naslednje mejne vrednosti kovin: za Pb 1,5 mg kg<sup>-1</sup> v školjkah, 0,3 mg kg<sup>-1</sup> v ribah in 0,5 mg kg<sup>-1</sup> v rakah, vse na mokro težo; za Cd 1,0 mg kg<sup>-1</sup> v školjkah, do 0,1 mg kg<sup>-1</sup> v ribah in 0,5 mg kg<sup>-1</sup> v rakah, vse na mokro težo; za Hg v školjkah ni predpisane meje, 1,0 mg kg<sup>-1</sup> v ribah in 0,5 mg kg<sup>-1</sup> v rakah, vse na mokro težo.
- **% OBMOČJA, KI MORA BITI NAD MEJNO VREDNOSTJO:** 80 % slovenskega morja mora biti v dobrem stanju (expert judgment).
- **PROSTORSKO MERILO ZA OPREDELITEV STANJA:** trenutno je stanje opredeljeno na nivoju slovenskega morja. Ovrednotenje stanja je potrebno opraviti na nivoju Tržaškega zaliva ali Severnega Jadrana (torej manjše področje kot sub-regija), v sodelovanju z drugimi državami.

## VIRI

---

- Airoidi, L. 2003. The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 41: 161-236.
- Andersen, J. H., Schlüter, L. in Ærtebjerg, G. 2006. Coastal eutrophication: recent developments in definitions and implications for monitoring strategies. *Journal of Plankton Research*, 28: 621-628.
- Appeltans, W, Bouchet, P, Boxshall, GA, Fauchald, K, Gordon, DP, Hoeksema, BW, Poore, GCB, van Soest, RWM, Stöhr, S, Walter, TC in Costello, MJ. (ur.) 2011. World Register of Marine Species. <http://www.marinespecies.org>
- ARSO, 2011. Ocena kemijskega in ekološkega stanja morja ter kakovosti vode v gojiščih školjk v letih 2007, 2008 in 2009. Ljubljana, 30 s.
- Avčin, A. 1984. Vodno življenje v Sečoveljskih solinah. Značilnost, pomen in možnost izkoriščanja. Morska biološka postaja, Inštitut za biologijo Univerze, 9 s.
- Ballesteros, E. 1989. Production of seaweeds in North-western Mediterranean marine communities: its relation with environmental factors. *Scientia Marina*, 53(2-3): 357-364.
- Battelli, C. 1996. Koliko vrst iz rodu *Codium* živi v Slovenskem obalnem morju? *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 9: 167-176.
- Battelli, C. 2000. Piročnik za spoznavanje morske flore Tržaškega zaliva ali Kako nabirati, shranjevati in določevati najpogostejše predstavnice morskih alg in semenk vzhodnega dela Tržaškega zaliva. Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 170 s.
- Battelli, C. in Vukovič, A. 1995. Rod *Codium* v slovenskem obalnem morju. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 7: 43-46.
- Benović, A., Fonda Umani, S., Malej, A. in Specchi, M. 1984. Net-zooplankton biomass of the Adriatic Sea. *Mar. Biol.*, 79: 209-218.
- Boyer, J. N., Kelble, C. R., Ortner, P. B. in Rudnick, D. T. 2009. Phytoplankton bloom status: Chlorophyll *a* biomass as an indicator of water quality condition in the southern estuaries of Florida, USA. *Ecological Indicators*, 9S: S56-S67.
- Brotz, L., Cheung, W.W.L., Kleisner, K., Pakhomov, E., in Pauly, D. 2012. Increasing jellyfish populations: trends in Large Marine Ecosystems. *Hydrobiologia*, v tisku.

- Brzezinski, M. A. Olson, R. J. in Chisholm, S. W. 1990. Silicon Availability and Cell Cycle Progression in Marine Diatoms. *Marine Ecology Progress Series*, 67: 83-96. doi:10.3354/meps067083
- Burkholder, J. M., Tomasko, D. A. in Touchette, B. W. 2007. Seagrasses and eutrophication. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350: 46-72.
- Carlton, J. T. in Geller, J. B. 1993. Ecological roulette: the global transport of non-indigenous marine organisms. *Science*, 261: 78-82.
- Ceschia, C., Falace, A. in Warwick, R. 2007. Biodiversity evaluation of the macroalgal flora of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea) using taxonomic distinctness indices. *Hydrobiologia*, 580: 43-56.
- Cleveland, R. B., Cleveland, W. S., McRae, J. E. in Terpenning, I. 1990. STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess. *Journal of Official Statistics*, 6: 3-73
- Cloern, J. E. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210: 223-253.
- Cormaci, M., Furnari, G. in Giaccone, G. 2003. Macrofitobenthos. V: Gambi, M.C. & Dapiano, M. (Ur.), *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*. *Biol. Mar. Medit.*, 10(Suppl.): 233-262.
- Crocetta, F. 2011. Marine alien Mollusca in the Gulf of Trieste and neighbouring areas: a critical review and state of knowledge (updated in 2011). *Acta Adriatica*, 52: 247-260.
- De Min, R. in Vio, E. 1997. Molluschi conchiferi del litorale sloveno. *Annales, Ser. hist. nat.*, 11: 241-258.
- De Min, R. in Vio, E. 1998. Molluschi esotici nell'Alto Adriatico. *Annales, Ser. hist. nat.*, 13: 43-54.
- Degobbis, D., Precali, R., Ivančić, I., Smodlaka, N., Fuks, D. in Kveder, S. 2000. Long-term changes in the northern Adriatic ecosystem related to anthropogenic eutrophication. *International Journal of Environment and Pollution*, 13: 495-533.
- Devlin, M., Best, M., Coates, D., Bresnan, E., O'boyle, S., Park, R., Silke, J., Cusack, C. in Skeats, J. 2007. Establishing boundary classes for the classification of UK marine waters using phytoplankton communities. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 91-103.
- Devier, M-H., Augagneur, S., Budzinski, H., Mora, P., Narbonne, J-F., Garrigues, P. 2003. Microcosm tributyltin bioaccumulation and multibiomarker assessment in the blue mussel *Mytilus edulis*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 22 (3): 2679-2687.

- EGGE, J. K. in AKSNES, D. L. 1992. Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition. *Marine Ecology Progress Series*, 83: 281-289.
- FAGANELI, J., AVČIN, A., FANUKO-KOVAČIČ, N., MALEJ, A., TURK, V., TUŠNIK, P., VRIŠER, B. in VUKOVIČ, A. 1985. Bottom Layer Anoxia in the Central Part of the Gulf of Trieste in the Late Summer of 1983. *Marine Pollution Bulletin*, 16 (2): 75-78.
- FALACE, A. 2000. Variazioni fisionomiche spazio-temporali della vegetazione sommersa del Golfo di Trieste: analisi delle principali influenze ambientali. Doktorska disertacija, Univerza v Trstu, 220 s.
- FALACE, A., KALEB, S., ORLANDO-BONACA, M., MAVRIČ, B. in LIPEJ, L. 2011. First contribution to the knowledge of coralline algae distribution in the Slovenian circalittoral zone (Northern Adriatic). *Annales Series Historia Naturalis*, 21: 27-40.
- FAWCETT, S. E. in WARD, B. B. 2011. Phytoplankton succession and nitrogen utilization during the development of an upwelling bloom. *Marine Ecology Progress Series*, 428: 13-31.
- FONDA UMANI, S. 1991. General features of the planktonic system in the Gulf of Trieste and their variations in the last decade. *MAP Technical Reports Series*, 47: 82-101.
- FONDA UMANI, S., FRANCO, P., GHIRARDELLI, E. in MALEJ, A. 1992. Outline of oceanography and the plankton of the Adriatic Sea. V: Colombo, G., Ferrari, I., Ceccarelli, V. U. & Rossi, R. (Ur.), *Marine Eutrophication and Population Dynamics*. Olsen & Olsen, Fredensborg: 347-365.
- FRANCE, J. 2009. Dolgoletne spremembe strukture fitoplanktonske združbe Tržaškega zaliva. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 160 s.
- FRANCÉ, J., ORLANDO BONACA, M., MAVRIČ, B., FLANDER PUTRLE, V., MOZETIČ, P., BAJT, O. in ŠIŠKO, M. 2011. Program opredelitve ekološkega stanja morja v skladu z Vodno direktivo (2006/60/ES) v letih 2011/2012. Zaključno poročilo. Poročila MBP, 131. Nacionalni Inštitut za Biologijo, Morska Biološka Postaja, Piran.
- GALIL, B. S. 1994. Lessepsian migration – Biological invasion of the Mediterranean. V: Boudouresque, C. F., Briand, F. in Nolan, C. (ur.), *Introduced species in European coastal waters. Report on an International Workshop*. EC, Luxemburg, 63-66.
- GAMULIN, T. in KRŠINIĆ, F. 2000. Kalikofore (Siphonophora, Calycophorae) Jadranskog i Sredozemnog mora. *Natura Croatica*, 9 (2): 1-198.
- GARAVENTA, F., JEMEC, A., FAIMALI, M., RAMŠAK, A., STOPAR, K., SEPČIĆ, K., GRECO, G., CORRÀ, C., LIPEJ, L., MALEJ, A. 2008. Encimske aktivnosti in nivo imposex v *Hexaplex*



- trunculus* kot biomarker za TBT v Sredozemskem morju = Enzyme activities and imposex level in *Hexaplex trunculus* as biomarkers of TBT in Mediterranean sea. V: Turk, R. (ur.), Vpliv človekovih dejavnosti na morju, morskem obrežju in zaledju, na biotsko raznovrstnost severnega Jadrana. Mednarodno strokovno srečanje, Piran, 7.-8. oktober 2008. Program in povzetki prispevkov. Piran, Zavod RS za varstvo narave v sodelovanju z Nacionalnim inštitutom za biologijo, MBP Piran, 22-23.
- Giaccone, G. 1978. Revisione della flora marina de Mare Adriatico. Annuario Parco Marino Miramare, 6(19): 1-118.
- Giaccone, G., Alongi, G., Pizzuto F. in Cossu, A. 1994. La vegetazione marina bentonica fotofila del Mediterraneo. II. Infralitorale e Circalitorale. Proposte di aggiornamento. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania, 27: 111-157.
- Gilmartin, M., Degobbis, D., Revelante, N. in Smodlaka, N. 1990. The mechanisms controlling plant nutrient concentrations in the Northern Adriatic Sea. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie, 75: 425-445.
- Giraud, G. 1977. Contribution á la description et á la phénologie quantitative des herbiers á *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse doctoral 3eme cycle. Univ. Aix Marseille II, France, 150 s.
- Godini, E. in Avanzini, A. 1988. Una specie nuova per il Golfo di Trieste (Nord Adriatico): *Codium fragile* (Sur.) Hariot (Chlorophycophyta). Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste, 41: 197-203.
- Gollasch, S. (2006): *Bonnemaisonia hamifera*.  
[http://www.europe-aliens.org/pdf/Bonnemaisonia\\_hamifera.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Bonnemaisonia_hamifera.pdf)
- Gollasch, S. in Leppäkoski E. 1999. Risk Assessment of Alien Species in Nordic Coastal Waters. In: Initial Risk Assessment of Alien Species in Nordic Coastal Waters. Nordic Council of Ministers; Copenhagen, 124 s.
- Guiry, M.D. in Guiry, G.M 2012. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Halpern B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli F. in sod. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. Science, 319: 948-952.
- Harding Jr., L. W., Degobbis, D. in Precali, R. 1999. Production and fate of phytoplankton: annual cycles and interannual variability. V: Malone, T. C., Malej, A., Harding Jr., L.

- W., Smodlaka, N. & Turer, R. E. (Ur.), Ecosystems at the land-sea margin: drainage basin to coastal sea. American Geophysical Union: 131-172.
- Harding Jr., L. W. in Perry, E. S. 1997. Long-term increase of phytoplankton biomass in Chesapeake Bay, 1950-1994. *Marine Ecology Progress Series*, 157: 39-52.
- Howarth, R. W. in Marino, R. 2006. Nitrogen as the limiting nutrient for eutrophication in coastal marine ecosystems: Evolving views over three decades. *Limnology and oceanography*, 51: 364-376.
- ICES, 2011. Report of the Study Group on Integrated Monitoring Contaminants and Biological Effects (SGIMC), 14-18 March 2011, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2011/ACOM:30, 265 s.
- JRC, ICES. 2010. Marine strategy framework directive. Contaminants and pollution effects. Report task group 8. JRC scientific and technical reports, Luxembourg, 159 s.
- Kamburska, L. in Fonda-Umani, S. 2009. From seasonal to decadal inter-annual variability of mezozooplankton biomass in the Northern Adriatic Sea (Gulf of Trieste). *J. Marine Syst.*, 78: 490-504.
- Kogovšek, T., Bogunović, B. in Malej, A. 2010. Recurrence of bloom-forming scyphomedusae: wavelet analysis of a 200-year time series. *Hydrobiologia*, 645: 81-96.
- Kristiansen, S. in Hoell, E. E. 2002. The importance of silicon for marine production. *Hydrobiologia*, 484: 21-31.
- Leiner, S., Povž, M. in Mrakovčić, M. 1995. Freshwater fish in Istrian peninsula. *Annales*, 7, 215-222.
- Lipej, L. 1994. Ocena o vplivih solinarske in marikulture dejavnosti na ornitofavno Sečoveljskih solin = Assessment of influence of salt-making and maricultural activities on the ornitofauna of Sečovlje salinas. *Acrocephalus*, 15(2): 31-33.
- Lipej, L., Orlando, M. in Turk, R. 2000. Assessment of the status of the species listed in the new SPA protocol. Preliminary report. Poročila MBP, 3. Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, 82 s.
- Lipej, L., Orlando-Bonaca, M. in Makovec, T. 2003. Analiza bioloških obremenitev in vplivov na vodni ekosistem - morski organizmi. Zaključno poročilo. Poročila MBP, 55. Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, 43 s.

- Lipej, L., Turk, R. in Makovec, T. 2006. Ogrožene vrste in habitatni tipi v slovenskem morju = Endangered species and habitat types in the Slovenian sea. Ljubljana: Zavod RS za varstvo narave, 264 s.
- Lipej, L., Mozetič, P., Orlando-Bonaca, M., Mavrič, B., Šiško, M. in Bettoso, N. 2007a. Opredelitev ekološkega stanja morja v skladu z Vodno direktivo (Water Framework Directive, 2000/60/EC): dopolnjeno zaključno poročilo. Poročila MBP, 96. Nacionalni inštitut za biologijo: Morska biološka postaja, Piran, 180 s.
- Lipej, L., Dobrajc, Ž., Forte, J., Mavrič, B., Orlando-Bonaca, M. in Šiško, M. 2007b. Kartiranje habitatnih tipov in popis vrst na morskih zavarovanih območjih NS Debeli rtič, NR Strunjan in NS Rt Madona. Zaključno poročilo. Poročila MBP, 92. Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, 56 s.
- Lipej, L., Mavrič, B., Žiža, V in Dulčić, J. 2008a. The largescaled terapon *Terapon theraps*: a new Indo-Pacific fish in the Mediterranean Sea. J. Fish Biol., 1819-1822.
- Lipej, L., Dobrajc, Ž., Mavrič, B., Šamu, S. in Alajbegovič, S. 2008b. Opisthobranch Mollusks (Mollusca: Gastropoda) from Slovenian coastal waters (Northern Adriatic). Annales Ser. Hist. Nat., 18(2): 1-14.
- Lipej, L., Dobrajc, Ž., Forte, J., Mavrič, B., Orlando-Bonaca, M. in Šiško, M. 2009. Kartiranje morskih habitatnih tipov ter popis vrst izven zavarovanih območij. Zaključno poročilo. Poročila MBP. Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, 41 s.
- Lipej, L., Mavrič, B. Orlando-Bonaca, M. in Malej, A. 2012. State of the art of the marine non-idigenous flora and fauna in Slovenia. Medit. Mar. Sci., 13: 243-249.
- Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L. in Calder, F.D. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management, 19: 81-97.
- Malej, A. 1990. Oxygen depletion problem in the Gulf of Triest. V: Die Obere Adria: Ökologie - Hygiene - Gesundheit: Tagungsband des Symposiums vom 27. April 1990 in Graz. Graz: Hygiene-Institut der Universität Graz, B1-B13.
- Malej, A. in Malačič, V. 1995. Factors affecting bottom layer oxygen depletion in the Gulf of Trieste (Adriatic Sea). Annales, Series Historia Naturalis, 5: 33-42.

- Malej, A., Kogovšek, T., Ramšak, A. in Catenacci, L. 2012. Blooms and population dynamics of moon jellyfish in the Northern Adriatic. *Cahiers de Biologie Marine*, 53 (3): 337-342.
- Marasović, I., Ninčević, Ž., Kuspilić, G., Marinović, S. in Marinov, S. 2005. Long-term changes of basic biological and chemical parameters at two stations in the middle Adriatic. *Journal of Sea Research*, 54: 3-14.
- Marba', N., Duarte, C.M., Alexandre, A. in Cabaço, S. 2004. How do seagrass grow and spread? V: Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D. in Greve, T. M. (Ur.). *European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project*, 11-18.
- Marčeta, B. 1999. Osteichthyes. V: Krištufek & Janžekovič (ur.), *Ključ za določevanje vretenčarjev Slovenije*. DZS, 47-210.
- Mavrič, B., Orlando Bonaca, M., Bettoso, N. in Lipej, L. 2010. Soft-bottom macrozoobenthos of the southern part of the Gulf of Trieste: faunistic, biocoenotic and ecological survey. *Acta Adriatica*, 51: 203-216.
- MED-GIG, 2007. WFD intercalibration technical report. Part 3 – Coastal and Transitional Waters, Section 4: Macroalgae, 19 s.
- Mizzan, L. 1999. Le specie alloctone del macrobentos della Laguna di Venezia: il punto della situazione. *Boll. Mus. Civ. St. nat. Venezia*, 49: 145-176.
- Miloš, Č. in Malej, A. 2005. Gelatinous zooplankton assemblages in temperate coastal waters: seasonal variations (Gulf of Trieste, Adriatic sea). *Annales Ser. Hist. Nat.*, 15: 11-20.
- Montesanto, B. in Panayotidis, P. 2001. The *Cystoseira* spp. Communities from the Aegean Sea (NE Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*, 2: 57-67.
- Mozetič, P., Turk, V. in Malej, A. 1998. Nutrient-enrichment effect on plankton composition. *Annales, Series Historia Naturalis*, 8: 31-42.
- Mozetič, P., Lipej, L., Mavrič, B., Orlando-Bonaca, M., Šiško, M. in Turk, V. 2008. Spremljanje ekološkega in kemijskega stanja morja in spremljanje kakovosti vode za življenje morskih školjk in morskih polžev v letu 2007. Zaključno poročilo. Poročila MBP, 97. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 108 s.
- Mozetič, P., Francé, J., Lipej, L., Mavrič, B., Orlando-Bonaca, M., Šiško, M. in Turk, V. 2009. Spremljanje ekološkega in kemijskega stanja morja in spremljanje kakovosti vode za življenje morskih školjk in morskih polžev v letu 2008. Zaključno poročilo.

- Poročila MBP, 108. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 106 s.
- Mozetič, P., Solidoro, C., Cossarini, G., Socal, G., Precali, R., France, J., Bianchi, F., De Vittor, C., Smodlaka, N. in Fonda Umani, S. 2010. Recent trends towards oligotrophication of the northern Adriatic: evidence from chlorophyll a time series. *Estuaries and Coasts*, 33: 362-375, doi:10.1007/s12237-009-9191-7.
- Mozetič, P., Francé, J., Kogovšek, T., Talaber, I. in Malej, A. 2012. Plankton trends and community changes in a coastal sea (northern Adriatic): bottom-up vs. top-down control in relation to environmental drivers. *Estuarine, coastal and shelf science*, doi: 10.1016/j.ecss.2012.02.009.
- Munda, I. M. 1992. Associations of benthic marine algae from the Northern Adriatic. In: *Flora in vegetacija Slovenije* (Ed. by Jogan N. & Wraber T.). Društvo biologov Slovenije, Ljubljana, 32-33.
- Munda, I. M. 1993. Changes and degradation of seaweed stands in the Northern Adriatic. *Hydrobiologia* 260/261: 239-253.
- Nico, L. in Fuller, P. 2012. *Gambusia holbrooki*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. RevisionDate: 9/27/2001  
<http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=849>
- Officer, C. B. in Ryther, J. H. 1980. The possible importance of silicon in marine eutrophication. *Marine Ecology Progress Series*, 9: 91-94.
- Ogorelec, B., Mišič, M., Šercelj, A., Cimerman, F., Faganeli, J. in Stegnar, P. 1981. Sediment Sečoveljske soline. *Geologija*, 24(2): 179-216.
- Ogorelec, B., Mišič, M. in Faganeli, J. 1991. Marine Geology of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic): Sedimentological Aspects. *Marine Geology*, 99: 79-92.
- Olivotti, R., Faganeli, J. in Malej, A. 1986. Impact of "organic" pollutants on coastal waters, Gulf of Trieste. V: Miloradov, M. (Ur.), IAWPRC International Regional Conference. Pergamon Press, Split, Croatia: 57-68.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P. in Stamatis, N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean Marine Science*, 2: 45-65.

- Orfanidis, S., Papathanasiou, V. in Gounaris, S. 2007. Body size descriptor of *Cymodocea nodosa* indicates anthropogenic stress in coastal ecosystem. *Transitional Waters Bulletin*, 2:1-7.
- Orfanidis, S., Papathanasiou, V., Gounaris, S. in Theodosiou, T. 2010. Size distribution approaches for monitoring and conservation of coastal *Cymodocea* habitats. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20: 177–188.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P. in Ugland, K. I. 2011. Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step forward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean Marine Science*, 12: 199-231.
- Orlando, M. in Bressan, G. 1998. Colonizzazione di macroepifiti algali su *Posidonia oceanica* (L.) Delile lungo il littorale sloveno (Golfo di Trieste – Nord Adriatico). *Annales, Ser. hist. nat.*, 13: 109-120.
- Orlando Bonaca, M. 2001. A survey of the introduced non-indigenous species in the northern Adriatic Sea. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 11(2): 149-158.
- Orlando Bonaca, M., Lipej, L. in Orfanidis, S. 2008a. Benthic macrophytes as a tool for delineating, monitoring and assessing ecological status: The case of Slovenian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 666-676.
- Orlando Bonaca, M., Turk, R., Ozbek, B. in Lipej, L. 2008b. Ovrednotenje asociacij s cistoziro v naravnem rezervatu Strunjan z uporabo ribje favne kot indikatorske skupine. *Varstvo Narave*, 21: 61-72.
- Orlando Bonaca, M., Lipej, L., Mavrič, B., Francé, J., Mozetič, P., Bajt, O., Šiško, M. in Flander Putrle, V. 2010a. Program opredelitve ekološkega stanja morja v skladu z Vodno Direktivo (2000/60/ES) v letu 2009. Zaključno poročilo. Poročila MBP, 116. Nacionalni Inštitut za Biologijo, Morska Biološka Postaja, Piran, 76 s.
- Orlando Bonaca, M., Lipej, L., Šiško, M., Flander-Putrle, V., Bajt, O., Francé, J. in Mozetič, P. 2010b. Okoljsko stanje morja. Analiza bioloških lastnosti v skladu z Okvirno direktivo o morski strategiji (Marine Strategy Framework Directive) – 1. faza. Zaključno poročilo. Poročila MBP, 114. Nacionalni Inštitut za Biologijo, Morska Biološka Postaja, Piran, 79 s.
- Orlando Bonaca, M. 2010c. New records on non-indigenous algal species in Slovenian coastal waters. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 20(2): 143-150.

- Orlando Bonaca, M., Lipej, L., Malej, A., Francé, J., Čermelj, B., Bajt, O., Kovač, N., Mavrič, B., Turk, V., Mozetič, P., Ramšak, A Kogovšek, T., Šiško, M., Flander Putrle, V., Grego, M., Tinta, T., Petelin, B., Vodopivec, M., Jeromel, M., Martinčič, U. in Malačič, V. 2011. Opredelitev okoljskega stanja morja in analiza prevladujočih pritiskov in vplivov v skladu z Okvirno direktivo o morski strategiji (Marine Strategy Framework Directive) - 2. Faza. Zaključno poročilo. Poročila MBP, 130. Morska biološka postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 308 s.
- Orlando Bonaca, M., Mavrič, B. in Urbanič, G. 2012. Development of a new index for the assessment of hydromorphological alterations of the Mediterranean rocky shore. *Ecological Indicators*, 12: 26-36.
- Pérès, J. M. in Picard, J. 1964. Nouveau manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 47(31): 3-137.
- Pojed, I. in Kveder, S. 1977. Investigation of nutrient limitation of phytoplankton production in the Northern Adriatic by enrichment experiments. *Thalassia Jugoslavica*, 13: 13-24.
- Ptacnik, R., Andersen, T. in Tamminen, T. 2010. Performance of the Redfield Ratio and a Family of Nutrient Limitation Indicators as Thresholds for Phytoplankton N vs. P Limitation. *Ecosystems*, 13: 1201–1214; DOI: 10.1007/s10021-010-9380-z
- Purcell, J. E. 2012. Jellyfish and Ctenophore Blooms Coincide with Human Proliferations and Environmental Perturbations. *Annu. Rev. Mar. Sci.*, 4: 209-235.
- Ramšak, A., Stopar, K., Sepčič, K., Berden Zrimec, M., Bajt, O., Malej, A. 2007. Reflection of hydrocarbon pollution on hepatic EROD activity in the black goby (*Gobius niger*). *Environ Toxicol Pharmacol.*, 24 (3): 304-310.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.etap.2007.08.001>.
- Ramšak, A., Ščančar, J., Horvat, M (v tisku). Evaluation of Metallothioneins in Blue Mussels (*Mytilus galloprovincialis*) as a Biomarker of Mercury and Cadmium Exposure in the Slovenian Coastal Sea (The Gulf of Trieste): A Long-term Field Study. *Acta Adriatica*.
- Ramšak A., Stopar, K. in Malej, A. 2012. Comparative phylogeography of meroplanktonic scyphozoan species, *Aurelia* spp. and *Rhizostoma pulmo* (Cnidaria: Scyphozoa) in European Seas. *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-012-1053-9.
- Redfield, A. C., Ketchum, B. H. in Richards, F. A. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water. V: Hill, M. N. (Ur.), *The sea*. Vol. 2: The composition of sea-

- water. Comparative and descriptive oceanography. Interscience Publ., New York: 26-77.
- Ribera, M. A. in Boudouresque, C. F. 1995. Introduced marine plants, with special reference to macroalgae: mechanisms and impact. Progress in Phycological Research, 11: 187-268.
- Richardson, A. J., Bakun, A., Hays, G. C. in Gibbons, M. J. 2009. The jellyfish joyride: Causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. Trends Ecol Evol, 24: 312–322.
- Shiganova, T. in Malej, A. 2009. Native and non-native ctenophores in the Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea. J. Plankton Res., 31: 61-71.
- Simonetti, G. 1966. Variazioni nei popolamenti di Zosteracee nel Golfo di Trieste durante gli ultimi decenni. Arch. Oceanogr. Limnol., 15 (Suppl.): 107-114.
- Socal, G., Pugnetti, A., Alberighi, L. in Acri, F. 2002. Observations on phytoplankton productivity in relation to hydrography in the northern Adriatic. Chemistry and Ecology, 18: 61-73.
- Solidoro, C., Bastianini, M., Bandelj, V., Codermatz, R., Cossarini, G., Melaku Canu, D., Ravagnan, E., Salon, S. in Trevisani, S. 2009. Current state, scales of variability and decadal trends of biogeochemical properties in the Northern Adriatic Sea. Journal of Geophysical Research, 114: C07S91, doi:10.1029/2008JC004838.
- Soltan, D., Verlaque, M., Boudouresque, C. F. in Francour, P. 2001. Changes in macroalgal communities in the vicinity of a Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant. Marine Pollution Bulletin, 50: 1472-1489.
- Sommer, U. 1994. Are marine diatoms favoured by high Si:N ratios? Marine Ecology Progress Series, 115: 309-315.
- Stachowitsch, M. 1984. Mass mortality in the Gulf of Trieste: The Course of Community Destruction. P.S.Z.N.I: Marine Ecology, 5 (3): 243-264.
- Stopar K., Ramšak, A., Trontelj, P. in Malej, A. 2010. Lack of genetic structure in the jellyfish *Pelagia noctiluca* (Cnidaria: Scyphozoa: Semaestomeae) across European seas. Molecular Phylogenetics and Evolution, 57: 417-428.
- Turk, R. in Vukovič, A. 1998. Phenology of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Gulf of Koper (Gulf of Trieste), North Adriatic. Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, 35(2): 592-593.



- Turk, R., Orlando Bonaca, M., Makovec, T., Vukovič, A. in Lipej, L. 2002. A topographical survey of habitat types in the area characterized by seagrass meadow of *Posidonia oceanica* in the southern part of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 12(2): 191-202.
- UNEP/RAMOGGE, 1999. Manual on the biomarkers recommended for the MED POL Biomonitoring Programme. UNEP, Athens, 94 s.
- Vrišer, B. 1996. Sezonska dinamika in variabilnost harpaktikoidov (Copepoda: Harpacticoida) v Tržaškem zalivu: triletna raziskava. *Annales, Ser. hist. nat.*, 9, 53-60.
- Vukovič, A. 1976. Prostorska porazdelitev in dinamika bentoške vegetacije v Piranskem zalivu. *Znanstvena poročila*, 7: 73 s.
- Vukovič, A. 1980. Asociacije morskih bentoških alg v Piranskem zalivu. *Biol. vestn.*, 28(2): 103-124.
- Vukovič, A. 1982. Pozidonija v Koprskem zalivu. *Proteus*, 44(9-10): 345-346.
- Vukovič, A. in Turk, R. 1995. The distribution of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Del. in the Gulf of Koper. Preliminary report. *Rapport du Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 34: 49.
- Wasmund, N. in Uhlig, S. 2003. Phytoplankton trends in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 177-186.
- Yuney, O. A., Carstensen, J., Moncheva, S., Khaliulin, A., Ærtebjerg, G. in Nixon, S. 2007. Nutrient and phytoplankton trends on the western Black Sea shelf in response to cultural eutrophication and climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74: 63-76.
- Zenetos, A., Gofas, S., Verlaque, M., Cinar, M.E., García Raso, J.E., Bianchi, C.N., Morri, C., Azzurro, E., Bilecenoglu, M., Froglija, C., Siokou, I., Violanti, D., Sfriso A., San Martin, G., Giandgrande, A., Katagan, T., Ballesteros, E., Ramos-Esplá, A., Mastrototaro, F., Ocaña, O., Zingone, A., Gambi, M.C. in Streftaris, N. 2010. Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Mediterranean Marine Science*, 11(2): 381-493.
- Zibrowius, H. 1994. Introduced invertebrates: examples of success and nuisance in the European Atlantic and in the Mediterranean. V: Boudouresque, C. F., Briand, F. in

*Orlando Bonaca in sod. (2012) Določanje dobrega okoljskega stanja. Poročilo za člen 9 Okvirne direktive o morskem strategiji.*

Nolan, C. (ur.), Introduced species in European coastal waters. Report on an International Workshop. EC, Luxemburg, 44-49.

## **ZAHVALA**

---

Avtorji poročila se zahvaljujemo vsem sodelavcem Morske biološke postaje, ki so nam pomagali pri delu na projektu. Topla zahvala gre tudi zunanjim sodelavcem: dr. Sotirisu Orfanidisu, dr. Annalisi Falace, Nicoli Bettosu, Lisi Faresi, Sari Kaleb, Lorenzu Claudiju Saitzu, Urški Martinčič in Maji Jeromel.

Zahvaljujemo se tudi ribičem in študentoma (Aleksandri Popovič in Jerneju Uhanu), ki so nam velikodušno pomagali.

Za nasvete in podporo se zahvaljujemo Gabrijeli Grčar in dr. Darji Stanič Racman (MKO) ter dr. Moniki Peterlin, dr. Leonu Gosarju in mag. Elizabeti Gabrijelčič (Inštitut za vode RS).