EU IPA projekat prekogranične saradnje Hrvatska-Crna Gora

UTICAJ EMISIJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA PUTEM ISPUSTA CAVTAT I TRAŠTE NA KVALITET MORSKOG EKOSISTEMA

Studija

Podgorica, april 2015

Sadržaj

DIO I
I 1. Opšte 7
I 2. Obuhvat 7

DIO II Komunalne vode
II 1. Karakteristike otpadnih (komunalnih) voda 9
II 1.1. Razvoj sistema za evakuaciju otpadnih voda 9
II 1.2. Sastav otpadnih voda 9
II 2. Uticaj otpadnih voda na životnu sredinu 10
II 2.1. Efekti komunalnih voda 10
II 2.2. Uticaj nutrijenata 12
II 2.3. Efekti na morski sediment 13
II 3. Prečišćavanje otpadnih voda 13

DIO III Pravni okvir
III 1.1. Propisi u Hrvatskoj 15
III 1.2. Propisi u Crnoj Gori 23
III 2. EU legislativa 30

DIO IV Upravljanje komunalnim vodama
IV 1.1. Upravljanje otpadnim vodama u Hrvatskoj 32
IV 1.2. Upravljanje otpadnim vodama u Crnoj Gori 33
IV 2.1. Karakteristike kolektorskog sistema Cavtat 33
IV 2.1.1.. Karakteristike efluenta is sistema Cavtat 36
IV 2.2. Karakteristike kolektorskog sistema Trašte 37
IV 2.2.1. Rezultati analize kvaliteta otpadnh voda iz sistema Trašte 40

DIO V Kvalitet morskog ekosistema
V 1. Istorijski podaci 42
V 1.1. Istorijski podaci o kvalitetu morskog ekosistema u okolini Cavtata 42
V 1.2. Istorijski podaci o kvalitetu morskog ekosistema u okolini zaliva Trašte 43
V 2. Monitoring kvaliteta morskog ekosistema u projektnoj oblasti 48
V 2.1. Opis monitoringa JASPPeR 48
V 2.1.1. Projektna oblast 48
V 2.1.2. Program monitoringa 49
V 2.1.3. Metodologija 51
V 2.2. Rezultati monitoringa mora 52
V 2.2.1. Rezultati monitoringa u okolini ispusta Cavtat 53
V 2.2.1.1. Mjerenja morskih struja 53
V 2.2.1.2. Fizičko stanje ispustne cijevi Cavtat (snimanje ROV-om) 54
V 2.2.1.3. Mjerenja kvaliteta vode 55
V 2.2.1.3.1. Mjerenja CTD sondom vodenog stuba 55
V 2.2.1.3.2. Fizičkohemijska i mikrobiološka mjerenja u vodenom stubu 55
V 2.2.1.3.3. Fizičkohemijska mjerenja sedimenta 60
V 2.2.1.4. Biološka mjerenja 60
V 2.2.2. Rezultati monitoringa u okolini ispusta Trašte 62
V 2.2.2.1. Mjerenja morskih struja 62
V 2.2.2.2. Fizičko stanje ispustne cijevi Trašte (Snimanje ROV-om) 65
V 2.2.2.3. Monitoring kvaliteta vode 66
V 2.2.2.3.1. Mjerenja CTD sondom 66

V 2.2.2.3.2. Fizičkohemijska i mikrobiološka mjerenja u vodenom stubu 69
V 2.2.2.3.3. Fizičkohemijska mjerenja sedimenta 74
V 2.2.2.3.4. Biološka mjerenja 75
V 3. Ocjena kvaliteta vode 76
V 3.1. Obalno područje Cavtat 76
V 3.2. Obalno područje Trašte 77
V 4. Ocjena uticaja emisije komunalnih voda na lokalni morski ekosistem 79
V 4.1. Ocjena uticaja emisije komunalnih voda u prekograničnom kontekstu 80
V 5. Zaključna razmatranja 80
V 6. Predlog zajedničkog monitoringa 81
V 6.1. Predlog održivog prekograničnog monitoringa 81
V 6.2. Provjera održivosti sistema monitoringa u postprojektnom periodu 82

Literatura

Pripremila
Doc Dr Milena Tadić, dipl. ing. tehn. , sr.

Skraćenice

- *Institucije*

HHI – Hrvatski hidrografski institut Split
ZHMS – Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju Podgorica
IMP – Institut za biologiju mora i priobalja, Univerzitet u Dubrovniku
IBM – Institut za biologiju mora Univerzitet Crne Gore Kotor
IJZ – Institut za javno zdravlje Dubrovnik
AZŽCGG – Agencija za zaštitu životne sredine Crne Gore Podgorica
AZO HR – Agencija za zaštitu okoliša Hrvatske Zagreb

- *Mjerni parametri kvaliteta vode*

D – Dubina mora
DU – Dubina uzorovanja
T – temperatura vode
Trans – Providnost vode
Turb – Mutnoća vode
TSS – Ukupne suspendovane materije
Sal – Salinitet
Ep – Elektroprovodljivost vode
RO – Rastvoreni kiseonik
SAT – Zasićenje vode kiseonikom
HPK – Hemijska potrošnja kiseonika
BPK5 – Petodnevna biohemijska potrošnja kiseonika
TIC – Ukupni neorganski ugljenik
TOC – Ukupni organski ugljenik
TIN – Ukupni neorganski azot
TN – Ukupni azot
o-P – orto fosfor
TP – Ukupni fosfor
TRIX – Indikator stepena eutrofikacije
TM – Teški metali
TC – Ukupni broj koliformnih bakterija
TFC – Ukupni broj koliformnih bakterija fekalnog porijekla
IE – Ukupni broj Intestinalnih enterokoka

- *Ostalo*

EU – Evropska unija
MEDPOL – Program monitoringa zagađenja vode Sredozemnog mora u okviru Barcelonske konvencije
PPOV – Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda
P- površinski sloj vode
S- srednji sloj vode
D- pridneni sloj vode

Tabele

Tabela II 1: Koncentracije potencijalno toksičnih elementa u otpadnim vodama iz domaćinstava
Tabela II 2: Tipični sastav netretiranih otpadnih voda iz domaćinstva
Tabela II-3: Pregled efekata po zdravlje potencijalno toksičnih elemenata
Tabela III-1: GVE u otpadnim vodama
Tabela III-2: GVE za otpadne vode koje se ispuštaju u obalne vode za kupanje
Tabela III-3: Pokazatelji i indeksi ekološkog stanja za priobalne vode
Tabela III-4: Granične vrijednosti pokazatelja eutrofikacije u priobalnim vodama
Tabela III-5: MDK parametara u otpadnoj vodi
Tabela III-6: GV za površinske vode
Tabela III-7: GV za vode za kupanje
Tabela III-8: Kategorizacija vodnih tijela
Tabela III-9: Metode mjerenja kvaliteta voda
Tabela III-10: Poređenje crnogorskih i EU propisa za efluent

Tabela III-11: Nacionalni standardi nekih zemalja za sadržaj metala (mg/kg) u morskom sedimentu
Tabela IV-1: Hemijske karakteristike efluenta iz sistema Cavtat
Tabela IV-2: Projekcije priključenosti na kolektorski sistem Trašte
Tabela IV-3: Procijenjeni teret emisije komunalnih voda za sistem Trašte u 2015
Tabela IV-4: Sastav otpadnih voda u sistemu Kotor-Preluzica, 7 mjerenja u aprilu 2011
Tabela IV-5: Sastav efluenta u sistemu Tivat
Tabela V-1: Kvalitet vode priobalnog mora kod Cavtata, 2013
Tabela V-2: Standardi za ocjenu kvaliteta mora na kraju sezone kupanja i za prethodne tri sezone kupanja
Tabela V-3: Kvalitet vode mora kod Cavtata, u 2013.
Tabela V-4: Rezultati fizičkohemijskih mjerenja vode na lokaciji Dobra luka u 2008
Tabela V-5: Rezultati CTD u aprilu 2009, u okviru MEDPOL
Tabela V-6: Rezultati mjerenja vode na lokaciji Dobra luka (ER1), u 2009
Tabela V-7: Sadržaj nutrijenata u vodi na lokaciji Dobra luka (ER1), u 2009
Tabela V-8: Rezultati fizičkohemijskih parametara kvaliteta vode u zalivu Trašte (OS-4) u 2009
Tabela V-9: Sadržaj nutrijenata u vodi zaliva Trašte (OS-4) u 2009
Tabela V-10: Rezultati mikobiološke analize vode u okolini zaliva Trašte, u 2009
Tabela V-11: Sadržaj teških metala u sedimentu, na lokaciji Dobra luka (08R2) u 2008
Tabela V-12: Sastav efluenta na glavnim urbanim ispustima komunalnih voda u 2009
Tabela V-13: Karakteristike programa monitoringa kvaliteta morskog ekosistema
Tabela V-14: Koordinate mjerne mreže u WGS (World Geodetic System)
Tabela V-15.: Pregled realizacije programa monitoringa
Tabela V-16.: Podaci o dubini vode i uzorkovanja, Cavtat
Tabela V-17.: Srednje vrijednosti rezultata mjerenja CTD sondom, Cavtat 27.08.2014.
Tabela V-18.: Srednje vrijednosti rezultata mjerenja CTD sondom, Cavtat 1.03.2015.
Tabela V-19.: Fizičkohemijska mjerenja mora u vodenom stubu, Cavtat 27.08.2014.
Tabela V-20.: Fizičkohemijska mjerenja mora u vodenom stubu, Cavtat 1.03.2015.
Tabela V-21: Sadržaj nutrijenata, hlorofila i TRIX, Cavtata 27.08.2014.
Tabela V-22: Sadržaj nutrijenata, hlorofila i TRIX, Cavtata 1.03.2015.
Tabela V-23.: Mikrobiološka mjerenja mora u vodenom stubu, Cavtat 27.08.2014.
Tabela V-24: Mikrobiološka mjerenja mora u vodenom stubu, Cavtat 1.03.2015.
Tabela V-25: Sadržaj teških metala i TOC u sedimentu, Cavtat 12.02.2015.
Tabela V-26.: Podaci o dubini vode i uzorkovanja, Trašte
Tabela V-27.: Srednje vrijednosti mjerenja CTD sondom, Trašte 27.08.2014.
Tabela V-28.: Srednje vrijednosti mjerenja CTD sondom, Trašte 12.02.2015.
Tabela V-29.: Vrijednosti fizičkohemijskih parametara u vodenom stubu, Trašte 27.08.2014.
Tabela V-30.: Vrijednosti fizičkohemijskih parametara u vodenom stubu, Trašte 12.02.2015.
Tabela V-31.: Sadržaj nutrijenata, hlorofila i TRIX u zalivu Trašte, 27.08.2014.
Tabela V-32: Sadržaj nutrijenata, hlorofila i TRIX u zalivu Trašte, 12.02.2015.
Tabela V-33.: Sadržaj teških metala u vodenom stubu, Trašte 27.08.2014.
Tabela V-34.: Sadržaj teških metala u vodenom stubu, Trašte 12.02.2015.
Tabela V-35: Broj bakterija u zalivu Trašte
Tabela V-36.: Sadržaj teških metala u sedimentu, Trašte 27.08.2014.
Tabela V-37.: Sadržaj teških metala i TOC u sedimentu, Trašte 12.02.2015.
Tabela V-38.: Korelacija parametara u ljetnom i zimskom periodu
Tabela V-39.: Korelacija parametara na araznim stanicama, Trašte
Tabela 40.: Predlog zajedničkog monitoringa u području Trašte-Cavtat

Slike

Slika 1.: Situacioni plan ispusta Cavtata
Slika 2.: Prikaz godišnje ocjene kvaliteta mora u Dubrovačko-neretvanskoj županiji u 2012.
Slika 3: Područje istraživanja, obuhvaćeno projektom JASPPer
Slika 4.: Mjerna mreža kod ispusta Cavtat
Slika 5.: Mjerna mreža kod ispusta Trašte
Slika 6.: Ruža pravaca morskih struja kod ispusta Cavtat, u površinskom i pridnenom sloju
Slika 7. : Ispravni otvor ispusta Cavtat

Slika 8.: Izgled vrha ispustne cijevi Cavtat
Slika 9: Obraštaj na ispustu Cavtat
Slika 10: Prikaz vektora struja za površinski sloj vode
Slika 11: Prikaz vektora struja za površinski sloj vode
Slika 12: Ruža struja za pridneni sloj vode
Slika 13: Ruža struja za površinski sloj vode
Slika 14: Raspodjela maksimuma struja u ppridnenom sloju vode
Slika 15: Raspodjela maksimuma struja u površinskom sloju vode
Slika 16: Snimak sonarom cijevi Trašte
Slika 17.: Izgled prekida cijevi Trašte (snimak ROV-om)
Slika 18.: Profili temperature, saliniteta i gustine na stanici T0 (28.08.2014.)
Slika 19.: Raspored temperature, saliniteta i gustine vode na stanici T0 (28.08.2014.)
Slika 20.: Profili temperature, saliniteta i gustine na stanici T0 (12.02.2015.)
Slika 21.: Raspored temperature, saliniteta i gustine vode na stanici T0 (12.02.2015.)
Slika 22.: Slabi obraštaj cijevi Trašte

DIO I

I 1. Opšte

Projekat „Sprečavanje zagađenja mora zajedničkim djelovanjem- JASPPer“ je EU/IPA projekat prekogranične saradnje, čiji je jedan od osnovnih zadataka prevencija zagađenja mora u prekograničnoj oblasti Hrvatskog i Crnogorskog primorja.
Projektna oblast sa obije strane granice je izrazito turistička. Na obali nema velikih industrijskih kapaciteta – izvora zagađivanja. Stoga je najvrednija turistička ponuda visoki kvalitet obalne morske vode, namijenjen za kupanje. Sa ovom karakteristikom su povezane i dodatne aktivnosti, marikultura i ribarstvo. U takvim uslovima, kao najvažniji i najveći izvor zagađivanja mora sa kopna su komunalne otpadne vode, čija količina se u turističkoj sezoni višestruko povećava. U pograničnoj oblasti sa obije strane granice je razvijen kolektorski sistem za komunalne vode, kojim je obuhvaćen najveći dio urbanog područja. U opštini Konavle izgrađeno je PPOV, a za opštine Kotor i Tivat, povezane na sistem Trašte, ovakvo postrojenje je predviđeno i priprema se njegova izgradnja. Za manji dio urbanih naselja predviđeni su lokalni sistemi, a za ruralna područja, septičke jame.
U skladu sa ovakvim stanjem koncipiran je monitoring kvaliteta vode, sedimenta i biote u okolini ispusta Cavtat i Trašte, kao dva najveća tačkasta izvora zagađivanja obalne vode u projektnoj oblasti. Predviđena su fizičkohemijska, mikrobiološka, biološka i hidrografska mjerenja značajnih parametara, selektiranih u skladu sa zadatkom projekta.
Rezultati monitoringa su naučna osnova za pripremu Studije o procjeni efekata ispuštanja komunalnih otpadnih putem ispusta Cavtat i Trašte, naročito procjena uticaja ispuštanja na nivo eutrofizacije obalne vode kod Cavtata i u zalivu Trašte. Zadatak Studije je procjena prekograničnog efekta emisije voda sa oba ispusta, kao i predlog održivog monitoringa u projektnoj oblasti, u budućnosti, kao osnova prevencije zagađenja mora.
Radni zadatak za izradu Studije je precizno definisan u ugovoru sa autorom Studije, broj (reference number) 05-2151.

I 2. Obuhvat

Geografsko područje, koje je obuhvaćeno projektom JASPPer, čine Dubrovačko-Neretvanska županija, odnosno Opština Konavle, sa hrvatske strane, i opštine Kotor, Tivat i Herceg Novi, sa crnogorske. Turizam, kao nosilac privredne djelatnosti sve 4 prekogranične opštine je u svojevrsnom konfliktu sa kvalitetom morskog ekosistema, koji je opet osnovni element turističke ponude.
Koncentrisano ispuštanje komunalnih otpadnih voda preko ispusta Cavtat u opštini Konavle i Trašte, za opštine Tivat i Kotor, je najveći izvor zagađenja obalne vode, kao njihovog prijemnika. Istovremeno, doprinos turističke djelatnosti ima sinergetski uticaj i multiplicira efekat emisije otpadnih voda u turističkoj sezoni april-oktobar. , u projektu JASPPer je definisan zadatak da se sveobuhvatnim ispitivanjem stanja kvaliteta morskog ekosistema u turističkoj sezoni, kada je pritisak emisije najveći, i van turističke sezone,

kada egzistira uticaj domicilnog stanovništva, procijeni efekat emisije komunalnih voda na morski ekosistem u zoni oko ispusta Cavtat i Trašte, kao i mogući prekogranični transfer zagađenja, kao osnovu prevencije zagađenja mora.

Ispitivanje morskog ekosistema se realizuje u mjernoj mreži, koju čini nekoliko mjernih tačaka u zoni transekta oko svakog ispusta, kao neposredna zona uticaja, i nekoliko kontrolnih mjernih tačaka sa jedne i druge strane transekta na pravcu prostiranja obalne linije (SE-NW), zatim ka obali i ka otvorenom moru. Tako, mjerna mrežu Cavtat čini 10 mjernih tačaka, a mrežu Trašte čini 7 tačaka.

Koncepcija istraživanja podrazumijeva istovremena mjerenja u zoni oba ispusta. Mjerenja obuhvataju svrsishodna hidrografska i okeanografska mjerenja, uključujući mjerenja CTD sondom, strujomjerom, snimanja automatskom, daljinski vođenom ronilicom, kao i fizičkohemiska i mikrobiološka mjerenja vode na tri dubine i sedimenta i biološka mjerenja morskog dna oko ispusta.

Studija o procjeni efekata emisije otpadnih voda na morski ekosistem u lokalnom i prekograničnom aspektu obuhvatiće i valorizovati sve rezultate mjerenja.

DIO II Komunalne vode

II 1. Karakteristike otpadnih (komunalnih) voda

II 1.1. Razvoj sistema za evakuaciju otpadnih voda

Vodna tijela su odvajkada obezbjeđivala čovjeku potrebne i dovoljne uslove za život, u prvom redu za hranu i higijensko-sanitarne potrebe. Stoga su pored vodnih tijela formirana prva, a kroz istorijsko vrijeme se koncentrisala do kritičnih granica, stalna naselja ljudske populacije. Problemi prerade otpadnih voda počeli su da se izrazito manifestuju tek sa formiranjem stalnih naselja i koncentracijom stanovništva.
Značaj evakuacije, a zatim kontrolisane dispozicije otpadnih voda prolazili su kroz različite faze u istoriji ljudi. Neki objekti za evakuaciju otpadnih voda su i do danas sačuvani, kao npr. Cloaca Maxima iz VI v. p.n.e., koja je još u funkciji. Postoji osnovana hipoteza da su Viseći Semiramidini vrtovi mogli da budu sistemi kompaktnog naselja sa recirkulacijom vode i nutrijenata. U II Svjetskom ratu na Bliskom istoku za potrebe vojnih jedinica je korišćena laguna, oksidacioni basen, u nedostatku vremenskih i tehničkih uslova za dopremanje savremene opreme.
Urbanizacija, kao najrašireniji oblik zagađenja voda, je sporo napredovala. 1980.g. je svega 2,4% stanovništva živjelo u gradovima. Vode su mogle da se izbore sa količinom emisije otpada, a zagađivanje, kao posljedica komunalne nehigijene, je bilo usko lokalizovano.
Savremena ekspanzija stanovništva i privrede, koje je pratio neadekvatan način dispozicije otpada, učinio je problem zagađenja otpadnim vodama globalnim i ozbiljnim.

II 1.2. Sastav otpadnih voda

Otpadne vode iz domaćinstva u najvećoj mjeri sadrže biodegradabilne organske materije. Osnovni parametar-indikatori za ove vode su BPK5, HPK, TSS, nutrijenti (azot, fosfor).
Komunalne vode mogu sadržati potencijalno opasne materije, kao metale kadmijum, hrom, bakar, živa, nikl, olovo i cink, kao i postojane organske materije POPs. Najveći izvor ovih metala u komunalnim vodama su vode iz domaćinstva (60-70%), gdje metali potiču iz fekalija, sredstava za ličnu njegu i farmaceutskih proizvoda.

Tabela II 1: Koncentracije potencijalno toksičnih elementa u otpadnim vodama iz domaćinstava

Element	Otpadna voda iz domaćinstva mg/l
Pb	0,1
Cu	0,2
Zn	0,1-1,0
Cd	<0,03
Cr	0,03
Ni	0,4

Tabela II 2: Tipični sastav netretiranih otpadnih voda iz domaćinstva

parametar	jedinica	sadržaj		
		mali	srednji	veliki
Čvrste materije TS	mg/l	390	720	1230
Suspendovane materije TSS	mg/l	120	240	400
Taložne materije	mg/l	5	10	20
BPK5	mg/l	110	190	350
TOC	mg/l	80	140	260
Azot ukupni	mgN/l	20	40	70
Azot organski	mgN/l	8	15	25
slobodni NH3	mg/l	12	25	45
NO3	mg/l	0	0	0
NO2	mg/l	0	0	0
Fosfor ukupni	mgP/l	4	7	12
Fosfor organski	mgP/l	1	2	4
Fosfor neorganski	mgP/l	3	5	8
Hloridi	mg/l	30	50	90
Sulfati	mg/l	20	30	50
Alkalitet (kao CaCO3)	mg/l	50	100	200
Ulja i masti	mg/l	50	90	100
Cryptosporidium oocysts	No/100ml	10^{-1} - 10^{0}	10^{-1} – 10^{1}	10^{-1} – 10^{2}
Giardia lamblia cysts	No/100ml	10^{-1} – 10^{1}	10^{-1} – 10^{2}	10^{-1} – 10^{2}
Ukupne koliforme TC	No/100ml	10^{6} – 10^{8}	10^{7} – 10^{9}	10^{7} – 10^{10}
Fekalne koliforme TFC	No/100ml	10^{3} – 10^{5}	10^{4} – 10^{6}	10^{5} – 10^{8}
VOCs	µg/l	<100	100-400	>400

Industrijske otpadne vode sadrže neke toksične materije, specifične za tehnološki proces (fenoli, pesticide, hlorovani ugljovodonici, teški metali, kao Zn, Ni, Hg). Ove materije se teško uklanjaju konvencionalnim metodama prečišćavanja otpadnih voda.
U komunalnim otpadnim vodama mogu biti prisutni različiti mikroorganizmi (koliformne bakterije, fekalne bakterije, enterokoki, šigela, salmonela, Pseudomonas aeruginosa, Clostridium perfrigens, Mycobacterium tuberculosis, protozoan cysts, enterovirusi).
Koncentracija zagađujućih materija u otpadnim vodama zavisi prije svega od količine isporučene i potrošene vode po glavi stanovnika, na dan. S obziron na ograničenost raspoloživih voda za dnevnu potrošnju, u Sredozemnim zemljama se očekuju povećane koncentracije materija u komunalnom efluentu.
U netretiranim otpadnim vodama odnos BPK5/HPK je obično 0.4-0.8.

II 2. Uticaj otpadnih voda na životnu sredinu

II 2.1. Efekti komunalnih voda

Enormne količine emisije makronutrijenata u vode mora, čiji su jedan od najvećih izvora komunalne vode, vode prozesu intenzivne eutroizacije, prije svega obalne vode i zatvorenih akvatorijuma.
Negativni efekti na životnu sredinu se manifestuju već na samom PPOV. Uticaj tokom rada PPOV, zbog ispuštanja prečišćene vode i zbog odlaganja mulja:

Miris, aerosoli, VOCs, buka, insekti itd.
Prvi efekat otpadnih voda na vodoprijemnik je povećanje zamućenosti, koja smanjuje prodiranje svjetlosti. Efluent unosi bakterijske zajednice, obično različite od autohtonih u vodi i sedimentu prijemnika.

Tabela II-3: Pregled efekata po zdravlje potencijalno toksičnih elemenata

Element	Akutni efekti	Hronični efekti	Kancerogenost
As	Mučnina, povraćanje, dijareja, oštećenje tkiva, uključujući nerve, stomak, crijeva i kožu.	Keratoza kože, smanjena proizvodnja krvnih zrnaca, gušenje moždane srži, abnormalna funkcija srca, lošija funkcija nerava, oštećenje fetusa kod životinja.	Dokazi kod ljudi, veći rizik od raka jetre, bešike, bubrega i pluća
Pb	Anemija, zatvor, grčevi, pad zglobova i stopala, ošštećenje brubrega. Simptomi kod djece su razdražljivost, gubitak apetita, povraćanje i zatvor.	Nespecifični: oštećenje nervnog sistema, bubrega i imunološkog sistema. Kod djece može umanjiti mentalne sposobnosti i smanjiti rast. Kod odraslih, smanjeno vrijeme reakcije i memorije, pobačaj, prerano rođenje i oštećenje reproduktivnog sistema kod muškaraca.	Dokazi na životinjama
Cd	Iritacija digestivnog trakta,, colitis, povraćanje, dijareja, smrt	Poluvijek = 10-40 god. Oštećenje pluća, bubrega i hematopatskog. sistema, krte kosti, anemija, oštećenje nerava ili mozga kod životinja.	Čvrsti dokazi kod životinja, slabi dokazi kod ljudi
Cr (6+)	Alergijske reakcije na koži, iritacije nosa, pluća, stomaka i crijeva hromom VI, konvulzije, smrt	Oštećenja nosa i pluća, veći rizik od nekancerogenih bolesti pluća, čirevi, oštećenja bubrega i jetre. Deformiteti i reproduktivni problemi kod miševa.	Dokazi kod ljudi i miševa
Hg	Mučnina, povraćanje, dijareja, povišen krvni pritisak, crvenilo kože, iritacija oka, otkazivanje bubrega	Oštećenja mozga, pluća, bubrega i fetusa u razvoju, neurološki poremećaji, depresija, vertigo i drhtavica.	Dokazi na miševima

Uticaj netretiranih komunalnih voda može izazvati negativne efekte na ribe i druge morske organizme, osiromašenje sadržaja kiseonika, zagađenje vode za kupanje i zatvaranje plaža, kao i druga ograničenja upotrebe vode za rekreaciju, ograničenja u izlovu i korišćenju za hranu riba i školjki itd. Neke zagađujuće materije u otpadnim vodama mogu imati opasne ili potencijalno opasne efekte na ekosistem i ljudsko zdravlje, kao na primjer:

- Ugrožavanje morskih organizama zbog suviše velike potrošnje kiseonika za oksidaciju i razgradnju organskih materija i otpada iz komunalnih voda;
- Suviše velika količina nutrijenata, kao fosfora i azota (uključujući i amonijum), može prouzrokovati eutrofikaciju ili previse fertilizovanu vodu prijemnika, što može biti toksično za vodene organizme, potpomagati preveliki rast vodenih biljaka, smanjenje količine dostupnog kiseonika, oštetiti proctor za mriješćenje, mijenjati staništa, voditi smanjenju pojedinih specija;

- Hlorne komponente i neorganski hloramini mogu biti toksični za vodene invertebrate, alge i ribe;
- Bakterije, virusi i patogeni disajnog sistema mogu zagaditi plaže i populacije školjki, što vodi ograničenju upotrebe za rekreaciju, vode za piće i upotrebe školjki za jelo;
- Metali, kao živa, olovo, kadmijum, hrom, i arsen mogu imati hronično ili akutno toksično dejstvo na vrste;

Druge materije, kao farmaceutski i proizvodi i za ličnu higijenu i njegu, mogu takođe imati posljedice na ljudsko zdravlje, vodeni ekosistem i organizme.
Eutrofikacija morskog sedimenta reflektuje se povećanjem TIC i TOC, N i P, biomase, dekompozicijom enzimskog potencijala itd.

II 2.2. Uticaj nutrijenata

Prisustvo nutrijenata u otpadnim vodama uglavnom je vezano za organske materije, čije povećano prisustvo u ekosistemu vodi povećanju primarne produkcije, proces poznat pod imenom eutrofikacija. Osnovni nutrijenti, odgovorni za eutrofikaciju su azot, u formi nitrata, nitrita i amonijuma, kao i fosfor u formi orto-fosfata. Biodostupni azot i fosfor povećavaju eutrofikaciju, dok bakterije, preko potrošnje kiseonika, vrše obrnuti proces, tj. vrše mineralizaciju organskog fosfora do fosfata i organskog azota, do amonijuma, koji se dalje oksiduje do nitrata i nitrita. Uopšte, grupe bakterija se u projemniku smjenjuju prostorno i vremenski. Preovlađuju bakterije, koje razlažu ugljene hidrate, zatim bjelančevine, i na kraju, u izrazito aerobnim uslovima, se javljaju nitrifikacione bakterije. Silikati, koji značajno ne potiču od ljudskih aktivnosti, su važni za razvoj dijatomeja.
Najveći uticaj na vodeni ekosistem je povezan sa razvojem algi, algalne sluzi, koji obezbjeđuje razvoj bentičkih algi, ali povremeno i veliki razvoj submerznih i flotantnih makrofita. Alge se masovno javljaju u zoni završene mineralizacije, prije svega cijanofite, zelene i silikatne alge.
Neki od posljedica eutrofikacije su promjena boje vode, smanjena providnost i pogoršanje kvaliteta vode za kupanje i druge rekreacione aktivnosti.
Gustina aglomeracija makrofita i makroalgi chop kanale, lagune i estuarije, ugrožavajući ribe i navigaciju, smanjuje proticaj i očuvanje kapaciteta slatke vode, itd.
Razgradnja organskih materija uzrokuje smanjenje kiseonika u vodi, što ima za polsjedicu smrt bentičke faune, formiranje korozivnih materija i drugih neželjenih materija, kao CO_2, CH_4, H_2S, NH_3, organoleptičke promjene u vezi mirisa i ukusa, organske kisjeline, toksine itd.
Povećana količina algi i visoki pH prouzrokuju dermatitis i konjuktivitis, dok unošenje algi u organizam može da izazove dijareju. Algalna produkcija toksina u morskom ekosistemu vodi njihovoj akumulaciji u ribama i naročito školjkama, što ima posljedice na ljudsko zdravlje.
Učestala produkcija toksičnih algi je odgovorna za paralitičko i dijareju od školjki (PSP i DSP kao posljedica saksitoksina i drugih toksina u nekim dinoflagelatama i crysoficeae-

ma). Osim ovih poznatih dejstava, mogu da se jave i nepoznate forme, kao amnezija (ASP), kao posljedica trovanja opasnim kisjelinom u diatomejama.

Prisustvo patogenih mikroorganizama u morskom ekosistemu može izazvati štetan uticaj na ljudsko zdravlje na direktan (ingestijom zagađene vode i pijeska) i indirektan (preko zagađene morske hrane) način. Osim gastrointestinalnog trakta, koji je najviše na udaru, štetan efekat mikrobiološki zagađene vode može biti i na oči, uši, kožu, gornji respiratorni trakt. Plaže su zona najneposrednijeg uticaja zagađenja mora na zdravlje ljudi, gdje se veličina uticaja povećava u srazmjeri sa dužinom sezone (duga ljetna sezona karakteristična za Sredozemne zemlje), blizine izvora zagađenja, odnosno podmorskog ispusta i dr. Doprinos mikrobiološkom zagađenju mogu dati i područja sa marikulturom, a zagađeni pijesak sa dna ima reperkusije na uticaj na kožu, preko štetnog dejstva prisutnih gljivica.

II 2.3. Efekti na morski sediment

Osim vode, procesom eutrofizacije zahvaćena je i zona sedimenta, što prouzrokuje niz efekata na betičke mikrobiološke zajednice. Kritični uslovi se mogu identifikovati kada se stres prouzrokovan eurofzacijom ne može kompenzovati i postaje hroničan. Eutrofizacija se prepoznaje po porastu neorganskog i organskog ugljenika, azota i fosfora, količine biomase, enzimskog potencijala dekompozicije supstrata, nitrifikasije, denitrifikacije, kao i porastu fluksa nutrijenata kroz sediment. Efekti eutrofizacije su najviše vezani za promjenu odnosa primarne produkcije pelagijala i bentosa, respiraciju kiseonika do sulfata i dekompozicije enzimske aktivnosti, od proteolotičke do karbohidratne. Takođe, dolazi do promjene structure i funkcije biofilma, koji naseljava sediment. Sa rastućom eutrofizacijom, odnos autotrofnih i heterotrofnih mikrobioloških procesa se značajno smanjuje.
Nanos filamentoznih makroalgi, bentoski slojevi oksidovanog sumpora i anaerobne fototrofne bakterije, predstavljaju vidljive efekte eutrofikacije. Zaostalo zagađenje u sedimentu ima produžene štetne efekte i poslije smanjenja dotoka novog zagađenja.

II 3. Prečišćavanje otpadnih voda

Tipični efekti osnovnih grupa zagađujućih materija iz otpadnim vodama, pregledno su dati niže:
Veliki predmeti – estetsko zagađenje
Pijesak – estetsko zagađenje; mutnoća
Suspendovane materije – estetsko zagađenje; mutnoća
Ulja – estetsko zagađenje; smanjenje rastvaranja kiseonika
Organske materije – smanjena količina rastvorenog kiseonika; septički uslovi
Nutrijenti (N,P) – smanjena količina rastvorenog kiseonika; eutrofikacija
Patogeni organizmi – uticaj na ljudsko zdravlje
Opasne materije – toksično dejstvo

Rastvorene organske materije (C,H,N) se razlažu u prisustvu kiseonika i mikroorganizama do krajnjih proizvoda CO_2, NO_3, H_2O i novih vrsta mikroorganizama. Jedna od posljedica su septičke (anaerobne) osobine: neprijatan miris i razvoj insekata.

i) Pre-tretman: uklanjanje krupnih plivajućih materija, pijeska, vegetacije, ulja
ii) Primarni tretman: kombinacija fizičkog i hemijskog procesa prečišćavanja, kojima se uklanja 50% suspendovanih materija, i 20% organskih materija (BPK5),
iii) Sekundarni tretman: zasniva se na primjeni fizičkih, hemijskih i bioloških procesa, kojima se uklanja 70-90% suspendovanih materija i BPK5 i 75% HPK. Biološkim procesima se uklanja 20% nutrijenata,
iv) Tercijerni tretman: kombinacija fizičkih, hemijskih, bioloških i drugih procesa, kojima se uklanja 80% nutritivnih soli,
v) Dezinfekcija: poseban proces, kojim se uklanjaju mikroorganizmi u otpadnoj vodi.

U analizi načina tretmana otpadnih voda uzimaju se u obzir sljedeći faktori: primjenljivost procesa i stepena tretmana, ekološki aspekti (način i način ispuštanja itd.), ekonomski aspekti povezani sa održavanjem i radom opreme (cijena, broj i obrazovanje zaposlenih itd.)
Sporedni proizvod u procesu primarne i sekundarne sedimentacije je mulj, koji može biti vrlo toksičan i značajno uticati na zdravlje. Tendencija je da se mulj tretira i ponovo koristi.
Ispuštanje otpadne vode direktno u more je uređeno propisima. Za članice EU obavezujuća je Direktiva 91/271/EC, koja propisuje sekundarni tretman za naselja >10000ES.
Koncepcija projektovanja ispusta u more zasniva se na principu samoprečišćavanja otpada, kroz procese dilucije, disperzije i dekompozicije. Izbor odgovarajućeg načina ispuštanja zavisi od hidrografskih, topografskih i geoloških uslova obalne zone i hidrodinamičkih uslova mora.
Uobičajena, prihvaćena metodologija ocjene uticaja na ekosistem mora podrazumijeva nekoliko etapa: Identifikacija pritiska (sveukupnost parametara, specifični parametri, izdvojenost objekta pritiska, vrijeme uticaja); mjerenje pritiska (kvantifikovani i precizno definisani indikatori, veličina pritiska, objektivnost);tumačenje pritiska (značajnost, eksplicitni kriterijumi, ocjena nesigurnosti, ocjena rizika, poređenje alternativa, sumiranje pritisaka, uključivanje javnosti); komunikacija pritiska itd.

DIO III Pravni okvir

III 1.1. Propisi u Hrvatskoj

Hrvatsko zakonodavstvo za sektor voda, pa prema tome i za segment komunalnih otpadnih voda, usklađeno je sa evropskim propisima. U procesu usklađivanja često su mijenjani i dopunjavani postojeći propisi, pa su prisutne mnoge izmjene zakonskih akata, u procesu harmonizacije, koji još nije potpuno završen. Najvažniji propisi, koji se tiču upravljanja komunalnim otpadnim vodama, kao i problemima, vezanim sa tim, dati su niže.

- Zakon o vodama (»Narodne novine«, br. (»NN« 153/09, NN 63/11, 130/11, 56/13, 14/14)
- Zakon o zaštiti okoliša ((»NN« 80/13)
- Strategija upravljanja vodama ((»NN« 91/08)
  - Uredba o klasifikaciji voda (»NN«, br. 77/98. i 137/08.),
- Uredba o standardu kakvoće voda ((»NN« 73/13)
- Uredba o kakvoći voda za kupanje (»NN« 51/10)
- Pravilnik o sadržaju, postupku i metodologiji donošenja Strategije upravljanja vodama i Plana upravljanja vodnim područjima, načinu konzultiranja i informiranja javnosti i sastavu Savjeta vodnog područja (»NN«, br. 3/11.),
- Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (»NN«, br. 87/10.),
- Uredba o opasnim tvarima u vodama (»NN«, br. 137/08.),
- Uredba o uvjetima i postupku za dodjelu koncesija na vodama i javnom vodnom dobru (»NN«, br. 99/96. i 11/98.),
- Državni plan za zaštitu voda (»NN«, br. 8/99.),
- Odluka o popisu voda I. reda (»NN«, br. 97/07.),
- Odluka o načinu vođenja evidencije o izvršenim inspekcijskim pregledima u vodoprivredi (»NN«, br. 3/89.),
- Pravilnik o posebnim uvjetima koje moraju ispunjavati pravne osobe koje obavljaju poslove osobito značajne za upravljanje vodama (»NN«, br. 43/08.),
- Pravilnik o uvjetima koje moraju ispunjavati ovlašteni laboratoriji (»NN«, br. 78/97., 92/97. i 65/05.),
- Pravilnik o posebnim uvjetima koje moraju ispunjavati pravne osobe koje obavljaju djelatnosti odvodnje otpadnih voda (»NN«, br. 93/96., 53/97., 102/97., 145/08.),
- Pravilnik o graničnim vrijednostima opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama (»NN«, br. 94/08.),
- Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje javne odvodnje (»NN«, br. 28/11.),
- Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti uzimanja uzoraka i ispitivanja voda (»NN«, br. 20/11.), i
- Pravilnik o izdavanju vodopravnih akata (»NN«, br. 78/10.).
- Pravilnik o vodnoj dokumentaciji (»NN«, br. 13/06.),
- Plan intervencija kod iznenadnog onečišćenja mora ((»NN« 92/08)
- Pravilnik o postupku i obavljanju obveznog informiranja javnosti i sudjelovanja korisnika voda u izradi planskih osnova upravljanja vodama (»NN«, br. 70/08.),

- Sporazum o utvrđivanju crte razgraničenja kopnenih voda i voda mora (»NN« br. 104/00 i. 91/08.),
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (»NN«, br. 82/04., 178/04., 38/09. i 79/09.)
- Pravilnik o obavljanju podvodnih aktivnosti ((»NN«, 47/99, 23/03, NN 28/03, (»NN« 52/03, 58/03, 96/10)
- Uredba o uspostavi okvira za djelovanje Republike Hrvatske u zaštiti morskog okoliša ((»NN« 136/11)
- Pravilnik o uvjetima za izdavanje odobrenja za polaganje cjevovoda i održavanje podmorskih kabela i cjevovoda u epikontinentalnom pojasu Republike Hrvatske ((»NN« 126/07)
- Pravilnik o zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske ((»NN« 47/08)

Zbog značaja za predmet Studije, osvrnućemo se na neke selektivne djelove Zakona o vodama i Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda.

• *Zakon o vodama*

Ovim se Zakonom uređuju pravni status voda, vodnog dobra i vodnih građevina, upravljanje kvalitetom i količinom voda, djelatnosti javne odvodnje (Član 1.)
Odredbe ovog Zakona odnose se na (Član 2.) :
1. površinske i podzemne vode,
2. priobalne vode u pogledu njihovog hemijskog i ekološkog stanja,
3. vode teritorijalnog mora u pogledu njihovog hemijskog stanja,

Zaštita voda od zagađenja u priobalnim vodama i vodama teritorijalnog mora sa plovila, potapanjem, iz vazduha ili vazduhom, od djelatnosti na morskom dnu i u morskom podzemlju, uključujući zagađenje sa sprava, uređaja i cjevovoda položenih na morskom dnu, sprovodi se po posebnim propisima kojim se uređuje zaštita životne sredine i Pomorskom zakonu, te odgovarajućom primjenom propisanih ciljeva zaštite vodnog ekosistema određenih propisom iz člana 41. ovog Zakona i Planu upravljanja vodnim područjima.
Ciljevi upravljanja vodama su, Između ostalog .... “ 4. postizanje i očuvanje dobrog stanja voda radi zaštite života i zdravlja ljudi, zaštite njihove imovine, zaštite vodnih i od vode zavisnih ekosistema“ (Član 4).
Načela upravljanja vodama (Član 5.):
-Voda nije komercijalni proizvod nego je nasljeđe koje treba čuvati, štititi i mudro i racionalno koristiti.
-načelo jedinstva vodnog sistema; održivog razvoja; prilagođavanja globalnim klimatskim promjenama; „zagađivač i korisnik plaća“; predostrožnosti; solidarnosti; -informisanje i učestvovanje javnosti.
-Upravljanje vodama koje ima prekogranični uticaj ostvaruje se saradnjom s drugim državama, sklapanjem međunarodnih ugovora, obavještavanjem o prekograničnim uticajima na vode i vodni ekosistem, o velikim nesrećama, kao i međunarodnom razmjenom informacija o vodama i vodnom ekosistemu.
Vodnu politiku vodi Ministarstvo (Član 6).

Svako može koristiti javno vodno dobro za odmor i rekreaciju, na način i u opsegu koje određuje tijelo jedinice lokalne ili područne (regionalne) samouprave, uz prethodnu saglasnost Hrvatskih voda (Član 17).
Pri korišćenju javnog vodnog dobra ... mora se osigurati zaštita obala, korita vodotoka i drugih voda, uključujući vodne objekte na njima.
Vodni objekti, s obzirom na njihovu namjenu, su i objekti za javnu kanalizaciju (Član 22).
Popis voda I. reda, koji uključuju međudržavne vode, priobalne vode, ... utvrđuje Vlada Republike Hrvatske (Član 32).
Područja posebne zaštite voda, na temelju ovoga Zakona i posebnih propisa su (Član 48):
– područja za kupanje i rekreaciju,
– područja podložna eutrofikaciji i područja ranjiva na nitrate,
– područja loše izmjene voda priobalnim vodama, osjetljivost kojih se ocjenjuje u odnosu na ispuštanje komunalnih otpadnih voda.
Osjetljiva područja su područja na kojima je zbog postizanja ciljeva kvaliteta voda potrebno sprovesti viši stupanj prečišćavanja komunalnih otpadnih voda od propisanog pravilnikom iz članka 59 ovog Zakona (Član 49).
Kontrola ispuštanja otpadnih voda u cilju zaštite voda i vodnog ekosistema sprovodi se prema načelima (Član 56) :
– otklanjanja štete na izvoru nastanka,
– kombinovanog pristupa i
– zagađivač plaća.
Objekti kanalizacionog sistema atmosferskih voda, projektuju se da opasne i druge zagađujuće materije u tim vodama ne prelaze GVE propisane za otpadne vode iz člana 60. ovog Zakona, zavisno od mjesta ispuštanja (Član 63).
Otpadne vode s plovila i plutajućih objekata ne smiju se ispuštati u vode (Član 64).
Lica koja su obavezna da imaju vodopravnu dozvolu za ispuštanje otpadnih voda prema odredbama ovog Zakona, obavezni su da osiguraju redovno uzorkovanje i ispitivanje sastava otpadnih voda i o tome voditi zapisnik. Ovu djelatnost obavljaju ovlašćene laboratorije (Član 65).
Lica koja dnevno ispuštaju otpadne vode prosječno10l/s dužna su da imaju automatski mjerač protoka i automatski uzorkovač vode.
Članom 67 uređeno je pitanje načina i uslova odvođenja otpadnih voda. Vlasnici objekata za sakupljanje i prečišćavanje otpadnih voda moraju ih održavati ispravnim (Član 68).
Mulj nastao u postupku prečišćavanja otpadnih voda zabranjeno je ispuštati u vode (Član 69). Postupci i mjere u slučaju akcidentnih i havarijskih zagađenja voda regulisani su Državnim planom mjera, posebno mjerama za sprečavanje daljeg širenja zagađenja i postupcima u slučaju prekograničnog zagađenja voda (Član 70). Preduzete mjere za sanaciju zagađenja od ispuštanja komunalnih voda snosi vlasnik objekata za sakupljanje i ispuštanje ovih voda (Član 73).
Katastar zaštite voda sadrži registar emisije zagađenja u vode (Član 136).

Vodopravna dozvola je potrebna za svako ispuštanje otpadnih voda za koje se propisuju granične vrijednosti emisija (Član 152).
Vodopravna dozvola za ispuštanje voda nije potrebna (Član 153) :
1. za ispuštanje padavinskih voda,

2. za ispuštanje netehnoloških otpadnih voda protoka >30m3/dan, koje se ispuštaju u septičke jame.
Vodopravna dozvola za ispuštanje otpadnih voda sadrži (Član 154) :
1. dopuštene količine otpadnih voda,
2. granične vrijednosti emisija,
3. obvezu monitoringa i dostavljanja podataka
4. druge obaveze

Hrvatske vode su osnovane članom 156 Zakona o vodama (»Narodne novine«, br. 107/95. i 150/05.) upravljaju vodama (Član 186) u granicama poslova:
- izrada planskih dokumenata za upravljanje vodama,
- zaštita voda – upravljanje kvalitetom voda, realizacija monitoringa površinskih, uključujući i priobalne vode, i podzemnih voda, zatim laboratorijske analize uzoraka voda, sufinanciranje gradnje objekata javnog kolektorskog sistema otpadnih voda i nadzor nad namjenskim trošenjem sredstava u gradnji

Uzorkovanje i analiza voda (osim voda za piće), kao i sprečavanje širenja i saniranje posljedica akcidentnih i havarijskih zagađenja voda su posebne djelatnosti (Član 220), za čije obavljanje su propisani pravni i tehnički uslovi, koji obuhvataju i akreditaciju pravnih lica, kao i posebni uslovi (Član 222).

Nadzor nad obavezama za sprovođenje ovog Zakona u Hrvatskim vodama, lokalnim i regionalnim jedinicama samouprave vrši Ministarstvo (Član 223). Inspekcijski nadzor vrši vodopravna inspekcija, u oblasti svoje nadležnosti (Član 224).

- *Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o vodama*

Ovim zakonom je izvršena je ugradnja neophodnih evropskih direktiva.
Za međunarodno vodno područje uspostavlja se odgovarajući Plan upravljanja za dio područja na teritoriji Republike Hrvatske (Članovi serije 36 u Zakonu o izmjeni Zakona o vodama).
Važne odnosne izmjene su izvršene u:

- Članu 24.:

Iza stava 1. dodaje se novi stav 2. koji glasi:
»Ostvarenjem ciljeva iz stav 1. ovoga člana doprinosi se:
– očuvanju života i zdravlja ljudi,
– zaštiti kopnenih površinskih voda i morskih voda,
– postizanju ciljeva mjerodavnih međunarodnih ugovora, uključujući i one koji su usmjereni na uklanjanje zagađenja morskog ekosistema shodno propisima kojima se obezbjeđuje prekidanje ili postupno ukidanje ispuštanja, emisije i rasipanja opasnih materija sa prioritetne liste, a s konačnim ciljem postizanja vrijednosti u morskom ekosistemu bliskih osnovnim koncentracijama materija koje se prirodno javljaju i koncentracija oko nule za sintetske materije.

- Članu 42.

U članu 72. stavci 1. i 2. mijenjaju se i glase:

»Ako je uslijed iznenadnog slučaja nastala opasnost od zagađenja, odnosno zagađenje voda, zagađivač je dužan bez odlaganja o tome izvijestiti Državnu upravu za zaštitu i spašavanje.
Državna uprava za zaštitu i spašavanje će o nastalom zagađenju, odnosno opasnosti od zagađenja voda obavijestiti državnog vodopravnog inspektora, rukovodioca Glavnog međunarodnog centra za uzbunjivanje u Republici Hrvatskoj i Hrvatske vode.«.

- *Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda*

Ovim Pravilnikom se prenose sljedeće direktive Evropske unije (Član 2):
- Direktiva 2000/60/EZ (Okvirna direktiva o vodama);
- Direktiva 2006/118/EZ o zaštiti podzemnih voda od zagađenja;
- Direktiva 2006/11/EZ o zagađenju ispuštanjem određenih opasnih materija u vodni ekosistem;
- Direktiva Vijeća 91/271/EEZ o prečišćavanju komunalnih otpadnih voda.

Predviđeni stepeni prečišćavanja otpadnih voda opisani su u Članu 3:
»Prethodno prečišćavanje« je predtretman otpadnih voda u skladu sa zahtjevima za ispuštanje otpadnih voda u sistem javne kanalizacije;
»Prvi stupanj (I) prečišćavanja« je obrada komunalnih otpadnih voda fizičkim i/ili hemijskim postupkom koji obuhvata taloženje suspendovanih materija ili druge postupke u kojima se BPK5 smanjuje za najmanje 20%, a ukupne suspendovane materije za najmanje 50%;
»Drugi stupanj (II) prečišćavanja« je obrada komunalnih otpadnih voda postupkom koji uopšteno obuhvata biološku obradu sa sekundarnim taloženjem i/ili druge postupke kojima se postižu propisani zahtjevi;
»Treći stupanj (III) prečišćavanja« je obrada komunalnih otpadnih voda postupkom kojim se uz drugi stupanj prečišćavanja postižu propisani zahtjevi za fosfor i azot, kao i mikrobiološke pokazatelje i druge zagađujuće materije u cilju zaštite osjetljivih područja.
Komunalne otpadne vode prikupljaju se, odvode i prečišćavaju na uređaju s drugim stupnjem prečišćavanja, odnosno sa odgovarajućim prečišćavanjem u slučaju iz stava 7. ovoga članka (Član 7).
Do izgradnje PPOV sa zahtijevanim stupnjem prečišćavanja, dozvoljeno je ispuštanje sirovih voda uz obavezu praćenja određenih paametara (tab. 2 i 2a Priloga 1).
U posebnom slučaju mogu se koristiti pojedinačni mali sistemi kojima se postiže isti nivo zaštite vodnog ekosistema.
Komunalne otpadne vode <2000ES nezavisno od osjetljivosti područja i 2000-10000ES, koje se ispuštaju i priobalna područja, koja nijesu osjetljiva, podvrgavaju se odgovarajućem stupnju prečišćavanja (uklanjanje krupnih plutajućih materija, uključujući ulja i masnoće).
Komunalne otpadne vode prije ispuštanja u vode u osjetljivom području, podvrgavaju se trećem stupnju, u slučaju >10000ES, odnosno drugom stupnju, za 2000-1000ES.
Komunalne otpadne vode prije ispuštanja u vode osjetljivog područja podvrgavaju se drugom stupnju, za 2000-10000ES.

Tabela III-1: GVE u otpadnim vodama

POKAZATELJI	JEDINICA	POVRŠINSKE VODE	JAVNA KANALIZACIJA
pH-vrijednost		6,5 – 9,0	6,5 – 9,5
Temperatura	^{o}C	30	40
TSS	mg/l	35	(c)
BPK_5	mg /l	25	prema članu 5.
HPK_{Cr}	mg /l	125	prema članu 5.
TOC	mg /l	30	_
Arsen	mg/l	0,1	0,1
Kadmijum	mg/l	0,1	0,1
Ukupni hrom	mg/l	0,5	0,5
Olovo	mg/l	0,5	0,5
Živa	mg/l	0,01	0,01
Ukupni fosfor	mg/l	2	prema članu 5.
Ortofosfati	mg/l	1,0	-
Ukupni azot	mg/l	15	prema članu 5.
Amonijum	mg/l	10	-
Nitriti	mg/l	1	10
Nitrati	mg/l	2,0	-

Mjesto ispuštanja prečišćenih otpadnih voda određuje se na način da se uticaj na promjenu stanja prijemnika svede na najmanju moguću mjeru.

Granične vrijednosti emisije za parametre, koji su mjereni u programu monitoringa JASPPer, prikazani su u tabelama III-1 i III-2.

Tabela III-2: GVE za otpadne vode koje se ispuštaju u obalne vode za kupanje

Intestinalni enterokoki	cfu/100 ml	200
Escherichia coli	cfu/100 ml	500

- *Uredba o standardima kakvoće voda*

Uredbom se propisuje standard kvaliteta voda za površinske vode, uključivo i priobalne vode i vode teritorijalnog mora, posebni ciljevi zaštite voda, elementi za ocjenjivanje stanja voda, monitoring stanja voda i izvještavanje o stanju voda (Član 1.). Uredba je ključni propis harmonizovanja nacionalnih, sa EU propisa, koja je izvršena u potpunosti.
Stanje površinskih voda određuje se na bazi ekološkog i hemijskog stanja tijela ili grupa tijela površinskih voda (Član 10), u zavisnosti od toga koje je lošije (Član 14), a prema postupku, prikazanom u Prilogu 3.A.
Ekološko stanje površinskih voda ocjenjuje se u odnosu na, a određuje prema rezultatima monitoringa bioloških, hidromorfoloških i osnovnih fizičko-kemijskih i hemijskih elemente, koji prate biološke elemente, navedene u Prilogu 2 (Član 15).
Hemijsko stanje površinskih voda ocjenjuje se u odnosu na pokazatelje hemijskog stanja navedne u Prilogu 5. Određuje se na bazi rezultata monitoringa pokazatelja hemijskog stanja prema popisu pokazatelja iz Priloga 5.A (Član 16), a prema najlošijim vrijednostima. Ocjena stanja tijela površinske vode na bazi osnovnih fizičko-hemijskih i hemijskih elemenata vrši se prema vrijednosti 50-tog percentila za rijeke, prelazne i priobalne vode (mjerodavne vrijednosti).

Mjerodavne vrijednosti izračunavaju se na bazi svih rezultata mjerenja tokom kalendarske godine (Član 20). Za prioritetne materije u vodama iz Priloga 5.A propisuju se standardi kvaliteta vodenog ekosistema (SKVO), date u Prilogu 5B (Član 22).
Hemijsko stanje tijela površinske vode utvrđuje se na bazi prosječne godišnje koncentracije (PGK) i maksimalne godišnje koncentracije (MGK) pokazatelja prioritetnih i prioritetnih opasnih materija iz Priloga 5.B (Član 24).
Za ocjenu stanja tijela površinske vode na bazi bioloških elemenata kvaliteta primjenjuju se odnosi ekološkog kvaliteta (OEK) svakog biološkog elementa (Član 19), kao odnosa izmjerenih i referentnih vrijednosti pokazatelja/indeksa za određeni tip površinske vode, naveden u Prilogu 12.
Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja bioloških elemenata kvaliteta, izražene kao OEK, propisane su u tabelama 5., 8., 10. i 12. Priloga 2.C. Metodologija određivanja OEK data je u istom članu.
Za ocjenu stanja tijela površinske vode na bazi hidromorfoloških elemenata kvaliteta primjenjuje se prosječna ocjena svakog hidromorfološkog elementa iz Priloga 2.A (Član 21).

Stanje tijela površinske vode je dobro ako:
1. ima vrlo dobro ili dobro ekološko stanje i
2. ima dobro hemijsko stanje.
Tijelo površinske vode nije u dobrom stanju ako:
1. ima umjereno, loše ili vrlo loše ekološko stanje i/ili
2. nije postignuto dobro hemijsko stanje.

Monitoring stanja površinskih voda sprovode Hrvatske vode prema planu koji obuhvata: nadzorni i operativni monitoring, a prema potrebi i istraživački. U tu svrhu uspostavlja se mreža mjernih stanica (Član 28). Selekcija stanica prikazana je u Članu 35. Posebno, u članu 63 definisano je da dodatni monitoring može biti organizovan u toku 1 godine, radi utvrđivanja područja obalnih voda, podložnih eutrofikaciji i ranjivih na nitrate.

PRILOG 1. Elementi kvaliteta za priobalne vode - *elementi*

Biološki	***Hidromorfološki***	***Fizikalno-kemijski***
fitoplankton	režim plime i osjeke	opšti uslovi
makroalge i angiospermi	morfološki uslovi	specifične sintetske zagađujuće materije
makrozoobentos		specifične nesintetske zagađujuće materije

Prilog 2.

4. Elementi ocjene ekološkog stanja priobalnih voda

4.1. biološki elementi:

1. sastav, brojnost i biomasa fitoplanktona
2. sastav i brojnost ostale vodene flore
3. sastav i brojnost makrozoobentosa

4.2. hidromorfološki elementi koji prate biološke elemente:

1. morfološki uslovi:
– varijacije dubine
– struktura i sediment priobalnog dna

– struktura plimne zone
2. plimni režim:
– smjer prevladavajućih struja
– izloženost talasima

4.3. osnovni fizičko-hemijski i hemijski elementi koji prate biološke elemente:

Tabela III-3: POKAZATELJI I INDEKSI EKOLOŠKOG STANJA ZA PRIOBALNE VODE

Element kvaliteta	Pokazatelj/indeks
biomasa fitoplanktona	hlorofil a
makroalge	Kartiranje litoralnih zajednica (CARLIT)
morske cvjetnice	Posidonia oceanica multivarijantni indeks (POMI)
makrozoobentos	Multimetrijski AMBI – biotički indeks integriteta morskih bentoskih zajednica (M-AMBI)
providnost	Secchi providnost
temperatura	temperatura
salinitet	elektroprovodljivost
kisjelost	pH
režim kiseonika	zasićenje kiseonikom
ukupni organski ugljenik	ukupni organski ugljenik (TOC)
hranjive materije	amonijum nitrati neorganski azot ortofosfati ukupni fosfor silikati

a) osnovni fizičko-hemijski elementi
1. providnost
2. temperatura
3. režim kiseonika
4. salinitet
5. hranjive materije
b) specifične zagađujuće materije
nesintetetske
1. bakar i njegova jedinjenja
2. cink i njegova jedinjenja

Poglavlje 10
Tabela III-4: GRANIČNE VRIJEDNOSTI POKAZATELJA EUTROFIKACIJE U PRIOBALNIM VODAMA

Pokazatelj / Indeks	Prosječna godišnja vrijednost				
	Mjerna jedinica	KATEGORIJA STANJA			
		vrlo dobro	dobro	umjereno	loše
Providnost	m	> 10	< 10	< 3	< 3
Zasićenje kiseonikom	%	80 – 120	P: 120 – 170 D: 30 – 80	P: > 170 D: 30 – 80	P: > 170 D: 0 – 30
Rastvoreni neorganski azot	µmol/l	< 2	< 10	< 20	> 20
Rastvoreni fosfor	µmol/l	< 0,3	< 0,6	< 1,3	> 1,3
Hlorofil a	µg/l	< 1	< 5	< 10	> 10
TRIX		2 – 4	4 – 5	5 – 6	6 – 8

P – površinski sloj; D – pridneni sloj

U Prilogu 7 prikazana je dinamika uzorkovanja.

III 1.2. Propisi u Crnoj Gori

Set propisa koji se odnose na problematiku otpadnih voda i životnu sredinu, dat je u nastavku.

- UREDBA O KLASIFIKACIJI I KATEGORIZACIJI POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA („Sl. list CG”, br. 2/07)
- UREDBA O NAČINU KATEGORIZACIJE I KATEGORIJAMA VODNIH OBJEKATA I NJIHOVOM DAVANJU NA UPRAVLJANJE I ODRŽAVANJE („Sl. list CG“, br. 15/08)
- PRAVILNIK o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda u recipijent i javnu kanalizaciju, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda, minimalnom broju ispitivanja i sadržaju izvještaja o utvrđenom kvalitetu otpadnih voda („Sl. list CG“, br. 45/08)
- UREDBA O SADRŽAJU I NAČINU VOĐENJA VODNOG INFORMACIONOG SISTEMA („Sl. list CG“, br. 33/08)
- ODLUKA o visini i načinu obračunavanja vodnih naknada i kriterijumima i načinu utvrđivanja stepena zagađenosti voda („Sl. list CG“, br. 29/09)
- ZAKON O FINANSIRANJU UPRAVLJANJA VODAMA („Sl. list CG“, br. 65/08)
- ODLUKA o izmjenama Odluke o određivanju voda od značaja za Crnu Goru (“Sl. list CG”, br. 28/09)
- PRAVILNIK O OBRASCU, BLIŽEM SADRŽAJU I NAČINU VOĐENJA VODNE KNJIGE („Sl. list CG“, br. 81/08)
- PRAVILNIK O BLIŽEM SADRŽAJU I NAČINU VOĐENJA VODNIH KATASTARA („Sl. list CG“, br. 81/08)
- UREDBA O SADRŽAJU I NAČINU PRIPREME PLANA UPRAVLJANJA VODAMA NA VODNOM PODRUČJU RJEČNOG SLIVA ILI NA NJEGOVOM DIJELU („Sl. l CG“, br. 39/09)
- ZAKON O ŽIVOTNOJ SREDINI ("Sl. list CG", br. 48/08)
- ZAKON O INTEGRISANOM SPREČAVANJU I KONTROLI ZAGAĐIVANJA ŽIVOTNE SREDINE ("Sl. list CG", br. 80/05)
- ZAKON O STRATEŠKOJ PROCJENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU ("Sl. list CG", br. 80/05)
- ZAKON O KOMUNALNIM DJELATNOSTIMA ("Sl. list CG", br. 12/95)
- ZAKON O VODOSNABDIJEVANJU I ODVOĐENJU OTPADNIH VODA I DEPONOVANJU ČVRSTOG OTPADA SA PODRUČJA OPŠTINA: HERCEG NOVI, KOTOR, TIVAT, BUDVA, BAR, ULCINJ I CETINJE ("Sl. list CG", br. 46/91)
- PRAVILNIK O BLIŽIM USLOVIMA KOJE TREBA DA ISPUNJAVA KOMUNALNI KANALIZACIONI MULJ, KOLIČINE, OBIM, UČESTALOST I METODE ANALIZE KOMUNALNOG KANALIZACIONOG MULJA ZA DOZVOLJENE NAMJENE I USLOVIMA KOJE TREBA DA ISPUNJAVA ZEMLJIŠTE PLANIRANO ZA NJEGOVU PRIMJENU ("Sl. list CG", br. 89/09)
- PRAVILNIK o izmjeni Pravilnika o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda u recipijent i javnu kanalizaciju, načinu i postupku ispitivanja

kvaliteta otpadnih voda, minimalnom broju ispitivanja i sadržaju izvještaja o utvrđenom kvalitetu otpadnih voda (“Sl. list CG”, br. 26/12)

◦ UREDBA O VISINI NAKNADA, NAČINU OBRAČUNA I PLAĆANJA NAKNADA ZBOG ZAGAĐIVANJA ŽIVOTNE SREDINE ("Sl. list CG", br. 26/97, 9/00, 52/00, "Sl. list CG", br. 33/08, 05/09, 64/09, 40/11, 49/11)

◦ ZAKON O MORSKOM DOBRU ("Sl. list CG", br. 14/92, 59/92, 27/94 i "Sl. list CG", br. 51/08, 21/09, 73/10, 40/11)

◦ Zakon o životnoj sredini (Sl.l.CG 78/08)

◦ Uredba o klasifikaciji i kategorizaciji površinskih i podzemnih voda (Sl.l.CG 2/07)

◦ Pravilnik o kvalitetu otpadnih voda, načinu i kvalitetu ispuštanja efluenta u javnu kanalizaciju i prirodni recipijent, metodama analize sastava i frekvencije uzorkovanja i maksimalnih vrijednosti zagađujućih materija u efluentu (Sl.l.CG 45/08)

U nastavku ćemo dati širi prikaz sadržaja Zakona o vodama, kao krovnog zakona za upravljanje otpadnim vodama, naročito onih djelova koji su važni za predmet Studije.

• *Zakon o vodama*

Ovim zakonom uređuje se način integralnog upravljanja vodama i vodnim objektima (Član 1).

Zakon se, između ostalog, primjenjuje na površinske i podzemne vode i vode priobalnog mora (Član 2).

U Članu 3 navedeni su principi upravljanje vodama:

- zaštita statusa vodenih ekosistema;
- obezbjeđenje dobrog statusa voda;
- smanjenje zagađenja prvenstveno prioritetno opasnim supstancama;
- održivo korišćenje voda;
- učešće javnosti u postupku donošenja odluka koje se odnose na vode;
- ispunjenje međunarodnih obaveza u oblasti voda.

Vodni objekti prema namjeni, obuhvataju i vodne objekte za prihvatanje, prečišćavanje i odvođenje otpadnih voda i zaštitu voda od zagađivanja. Vodni objekti za prihvatanje, prečišćavanje i odvođenje otpadnih voda i zaštitu voda od zagađivanja su: kanali, javna kanalizacija, kolektori, postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, postrojenja za preradu otpadnih muljeva, postrojenja za preradu procjednih voda sanitarnih deponija čvrstog otpada, ispusti u recipijent i drugi pripadajući objekti i uređaji (Član 35).

Lice koje ispušta ili odlaže materije koje mogu zagaditi vodu dužno je da te materije, prije ispuštanja u sistem javne kanalizacije ili drugi prijemnik, djelimično ili potpuno odstrani u skladu sa zakonom. Lice koje ispušta otpadnu vodu neposredno u prijemnik dužno je da obezbijedi prečišćavanje otpadnih voda do nivoa koji odgovara propisima o efluentima (emisiji). Lice je dužno da izgradi i održava uređaje za prečišćavanje otpadnih voda. Jedinica lokalne samouprave dužna je da ulaže sredstva u izgradnju, rekonstrukciju i održavanje objekata za prečišćavanja otpadnih voda, sa pratećim uređajima, do nivoa predviđenog za najmanje 2000 ES (Član 80).

Lice koje je prouzrokovalo zagađenje voda dužno je da preduzme mjere za sprečavanje, smanjenje i sanaciju zagađenja i da nadoknadi pričinjenu štetu (Član 81).

Sistematsko ispitivanje kvaliteta i kvantiteta voda na profilima površinskih i podzemnih voda i zaštićenih područja utvrđenim godišnjim programom sistematskog ispitivanja kvaliteta vode vrši organ državne uprave nadležan za hidrometeorološke poslove (Član 83).
Organ državne uprave nadležan za hidrometeorološke poslove dužan je da, odmah po saznanju, o nastupanju zagađenja obavijesti nadležna Ministarstva i jedinicu lokalne samouprave o havarijskom zagađivanju voda, da neprekidno prati kretanje talasa zagađenja duž vodotoka, jezera ili priobalnog mora sve do prestanka zagađenja (Član 86).
Lice koje ispušta otpadne vode u prijemnik ili javnu kanalizaciju dužno je da postavi uređaj za mjerenje, da mjeri količine i ispituje kvalitet otpadnih voda, kao i njihov uticaj na prijemnik i da podatke dostavlja nadležnom organu uprave. Lice je dužno da ove uređaje održava u ispravnom stanju (Član 84).
Poslove državne uprave u oblasti voda vrše Ministarstvo, nadležni organ uprave, nadležni organ lokalne samouprave i nadležni organ lokalne uprave, u skladu sa zakonom (Član 151).
Potrebe i interesi Republike u oblasti upravljanja prekograničnim vodnim resursima na slivovima ostvaruju se odgovarajućom međunarodnom saradnjom, koj se realizuje u skladu sa dugoročnim, odnosno kratkoročnim strateškim opredjeljenjima (Član 157).

- *PRAVILNIK o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda u recipijent i javnu kanalizaciju, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda, minimalnom broju ispitivanja i sadržaju izvještaja o utvrđenom kvalitetu otpadnih voda*

Propisuje se kvalitet i sanitarno-tehnički uslovi za ispuštanje otpadnih voda u recipijent i javnu kanalizaciju (Član 1).
Otpadnim vodama smatraju se vode koje su usljed ljudskih aktivnosti promjenile svoje fizičke, hemijske i biološke osobine i to (Član 2):

a) komunalne otpadne vode;
b) industrijske otpadne vode;
c) rashladne otpadne vode;
d) radioaktivne otpadne vode;
e) atmosferske vode;
f) vode od pranja ulica;
g) drenažne vode.

Komunalne otpadne vode su upotrijebljene vode iz domaćinstva ili mješavina voda iz domaćinstva sa industrijskim vodama, vodom od pranja ulica ili atmosferskim vodama.
Otpadne vode iz domaćinstva su sanitarne otpadne vode iz stambenih naselja i drugih objekata, koje potiču pretežno od ljudskog metabolizma i kućnih aktivnosti.
Kvalitet otpadnih voda (Član 3)
Maksimalno dopuštene koncentracije opasnih i štetnih materija u otpadnim vodama, koje se smiju ispuštati u javnu kanalizaciju su:

Tabela III-5: MDK parametara u otpadnoj vodi

Parametar	Jedinica mjere	javna kanalizacija	prirodni recipijent	
			Vodno tijelo I kategorije	Vodno tijelo II i III kat.
pH		6-9	6,5-8,5	5,5-9
Temperatura	ºC	40	30	40
TSS	mg/l	300	30	60
BPK_5	mgO_2/l	500	25	40
HPK ($K_2Cr_2O_7$)	mgO_2/l	700	90	125
TOC	mg/l	-	15	30
Arsen	mg/l	0,2	0,1	0,3
Kadmijum	mg/l	0,1	0,01	0,02
Živa	mg/l	0,01	0,005	0,01
Ukupni hrom	mg/l	2,0	1,25	1,5
Olovo	mg/l	2,0	0,5	0,75
Ukupni fosfor	mgP/l	7	1	2
Ukupni azot	mgN/l	-	10	15
Amonijum jon (N)	mgN/l	15,0	-	-
Nitriti (N)	mgN/l	30,0	-	-
Nitrati (N)	mgN/l	50,0	-	-
Ukupne koliforme	cfu/100	-	5000	10000
Fekalne koliforme	cfu/100	-	1000	5000
Intestinalne enterokoke	cfu/100	-	100	2000

Za hemijske supstance koje nijesu naznačene tabeli, a koje korisnik javne kanalizacije ispušta iz tehnološkog procesa, maksimalne koncentracije određuju se prema važećim normativima u Evropskoj uniji (Član 4).

Odvođenje otpadnih voda vrši se putem posebnih sistema, građevina i uređaja koji se prema svojoj namjeni dijele na (Član 7):

- unutrašnju kanalizaciju,
- javnu kanalizaciju

Na područjima gdje nije izgrađena javna kanalizacija, može se vršiti izgradnja septičkih jama u individualnoj izgradnji i za potrebe industrije, na način da se obezbijedi kvalitet otpadnih voda iz člana 3 ovog pravilnika (Član 16).
U septičke jame ispuštaju se samo: otpadne vode iz domaćinstva; industrijske otpadne vode, koje zadovoljavaju uslove iz člana 3; radioaktivne otpadne vode, ako su prethodno prečišćene do stepena iz člana 3. Atmosferske i površinske vode ne ispuštaju se u septičke jame.

Kanalizacione sisteme za ispuštanje otpadnih voda u recipijent čine javni kanalizacioni sistemi i kanalizacioni sistemi privrednih društava i građana koji nijesu priključeni na javni kanalizacioni sistem. (Član 19). Kvalitet otpadnih voda, koje se ispuštaju u recipijent, treba da bude takav da ne prouzrokuje pogoršanje kvaliteta recipijenta propisanog Uredbom o klasifikaciji i kategorizaciji površinskih i podzemnih voda na mjestu ispuštanja (Član 20). Ispusna građevina kanalizacionog sistema, gradi se tako da obezbijedi što kvalitetnije miješanje otpadne vode, koja se ispušta sa vodom recipijenta,

radi obezbijeđenja zahtijevanog kvaliteta recipijenta iz člana 20 ovog pravilnika (Član 21).
Prilikom ispuštanja otpadnih voda u jezero ili more (Član 23):
- otvor ispusta kolektora postavlja se na odgovarajuću dubinu i udaljenost od obale, u skladu sa količinom otpadnih voda, stepenom prečišćavanja i hidrološkim činiocima na mjestu ispusta;
- kolektor se postavilja na čvrstu podlogu i obezbjeđuje ankernim blokovima;
- na mjestu ispusta, kvalitet otpadnih voda treba da bude u skladu sa članom 5 ovog pravilnika, radi opstanaka dominantnih bentoskih biocenoza;
- postavljaju se difuzori sa odgovarajućim brojem otvora;
- sistematski se provjerava funkcionisanje sistema za ispuštanje, shodno predviđenim građevinsko-tehnološkim normama i dejstvu ekstremnih meteoroloških pojava;
- na odgovarajući način vidljivo se označava trasa i mjesto završetka podvodnog ispusta.

- *UREDBA O KLASIFIKACIJI I KATEGORIZACIJI POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA*

Uredbom se utvrđuje se klasifikacija i kategorizacija površinskih i podzemnih voda na kopnu i priobalnih morskih voda u Crnoj Gori (Član 1). Razvrstavanje voda u klase vrši se na osnovu dozvoljenih graničnih vrijednosti pojedinih grupa parametara, za određene namjene (Član 2). Uredbom se propisuju klase i kategorije voda, u cilju postizanja dobrog ekološkog i hemijskog statusa voda, (Član 19).
Prema namjeni, vode se dijele na vode koje se mogu koristiti za: piće i prehrambenu industriju; ribarstvo i uzgoj školjki; za kupanje (osim bazenskih voda i voda koje se koriste u terapeutske svrhe) (Član 3).
Vode koje se mogu koristiti za piće i prehrambenu industriju razvrstavaju se (Član 4):

1) klasa A - vode koje se u prirodnom stanju, uz eventualnu dezinfekciju, mogu koristiti za piće;
2) klasa A1 – vode koje se poslije jednostavnog fizičkog postupka prerade i dezinfekcije mogu koristiti za piće;
3) klasa A2 - vode koje se mogu koristiti za piće nakon odgovarajućeg kondicioniranja (koagulacija, filtracija i dezinfekcija);
4) klasa A3 - vode koje se mogu koristiti za piće nakon tretmana (intenzivna fizička, hemijska i biološka obrada sa produženom dezinfekcijom i hlorinacijom, odnosno koagulaciju, flokulaciju, dekantaciju, filtraciju, apsorbciju na aktivnom uglju i dezinfekciju ozonom ili hlorom).

Klase kvaliteta vode namijenjene za korišćenje za piće, određuju se na osnovu GV parametara kvaliteta, prikazanih u donjoj tabeli (Član 5), gdje su izdvojeni samo oni parametri koji su mjereni u okvoru projekta JASPPER.
Ako 95% uzoraka zadovoljava GV, ili ako 20% uzoraka ne zadovoljava i ako ne može biti opasnosti za zdravlje stanovništva, vode zadovoljavaju relevantne parametre (Član 6).
Učestalost uzorkovanja utvrđuje se Programom sistematskog ispitivanja kvalitativnih i kvantitativnih parametara površinskih i podzemnih voda (Član 7).
Vode koje se mogu koristiti za ribarstvo i uzgoj školjki razvrstavaju se u klasu „S“ (uzgoj salmonida); „Š“ (uzgoj školjki); „C“ (uzgoj ciprinida) (Član 8).

Tabela III-6: GV za površinske vode

Pokazatelji	Jedinice mjere	A	A1	A2	A3
pH		6,80-8,30	6,80-8,50	6,50- 8,50	5,50-9,00
Mutnoća	NTU	1	5	5	10
TSS	mg/l	0	<10	20	50
Temperatura	°C	8-12	9-12	30	30
Nitrati - NO3	mg/l	10	20	25	50
Nitriti - NO2	mg/l	< od GD*	0,003	0,005	0,02
Arsen	mg/l	0,001	0,010	0,050	0,050
Kadmijum	mg/l	0,000	0,001	0,005	0,005
Ukupni hrom	mg/l	0,000	0,000	0,05	0,05
Olovo	mg/l	0,001	0,010	0,05	0,05
Živa	mg/l	< od GD*	< od GD*	0,0005	0,001
Orto-fosfati	mg/l PO_4	0,01	0,02	0,05	0,10
Saturacija O2	% O_2	75	80-110	80-120	50-120
BPK_5	mg/l O_2	2	3	4	7
Amonijum jon	mg/l	0,00	0,02	0,05	1
TOC	mg/l	1	1	2	2,5
Ukupni koliformi	/1ml	10	10	500	5000
Fekalni koliformi	/100ml	10	20	2000	20000
Fek. streptokoke	/100ml	< od GD*	20	1000	10000

Vode koje se mogu koristiti za kupanje razvrstavaju se u klasu „K1“– odlične i klasu „K2“ – zadovoljavajuće (Član 13). Vode klase K1 moraju da odgovaraju kvalitetu vode klase A1, a vode klase K2 kvalitetu vode klase A2, osim za parametre za priobalne morske vode (Član 13):

Tabela III-7: GV za vode za kupanje

Parametri	Jedinica mjere	K1	K2
Intestinalne enterokoke	/100ml	100	200
Escherichia coli	/100ml	250	500

Vrijednost parametara za klasu K1 zasniva se na procjeni 95-tog percentila, a klasu K2 na procjeni 90-tog percentila.
Odstupanja od graničnih vrijednosti ne uzimaju se u obzir, ukoliko su rezultat poplava, drugih prirodnih nepogoda ili nenormalnih vremenskih uslova (Član 17).

Tabela III-8: Kategorizacija vodnih tijela

Rijeka/jezero/**more**	**Vodna tijela**	**Klase**	**Kategorija**
Obalno more	voda mora u turističkim i rekreacionim područjima van Bokokotorskog zaliva, osim lučkih bazena u Baru	A1,S, Š, K1	I
	vode mora u Bokokotorskom zalivu, osim lučnih akvatorija Tivta, Kotora i Brodogradilišta Bijela	A2, C, K2	II

Sve vode se razvrstavaju u kategorije (Član 18):

1) Kategorija I – slatke vode klase A1, S i K1, a slane vode i klasa Š;

2) Kategorija II – klase A2, C i K2;
3) Kategorija III – klasa A3, kao i druge vode koje su van klase za druge namjene utvrđene ovom uredbom.

Vode obalnog mora razvrstavaju se u sljedeće klase i kategorije (Član 19):

Parametri iz stava 1 ovog člana, koriste se i za ocjenu kvaliteta mora neposredno na glavnim ispustima svih otpadnih voda u more, kao i ušća vodotoka i kanala, u cilju preduzimanja mjera smanjenja zagađenja voda mora s kopna, u skladu sa planovima za zaštitu voda i drugim programima ispitivanja i istraživanja kvaliteta voda mora (Član 21).

Sadržaj priloga:

Prilog I: Referentne metode mjerenja parametara vode namijenjene za piće i prehrambenu industriju

Tabela III-9: Metode mjerenja kvaliteta voda

Parametri	Referentne metode mjerenja
pH (pH jedinice)	-Elektrometrija Mjereno *in situ* u momentu uzorkovanja bez predhodnog tretmana uzorka
Mutnoća	-Nefalometar
TSS	-Filtracija kroz membranu 0,45µm, sušenjem na 105ºC i mjerenjem -Centrifugiranje (min 5 min sa srednjim ubrzanjem od 2800 do 3200 g) sušenje na 105ºC i mjerenjem
Temperatura	-Termometrija Mjereno *in situ* u momentu uzorkovanja bez prethodnog tretmana uzorka
Elektroprovodljivost	-Elektrometrija
Nitrati NO3	-UV/VIS spektroskopija -Jonska hromatografija -Jon selektivna elektroda
Nitriti NO2	-UVIVIS spektroskopija -Jonska hromatografija -Jon selektivna elektroda
As, Cd, Pb	-AAS -ICPS
Ukupan hrom	-AAS -ICPS -UV/VIS spektroskopija -Jonska hromatografija
Živa	-AAS (hladno uparavanje)
Orto- Fosfati	-UV/VIS spektroskopija -Jonska hromatografija
Saturacija rastv. kiseonika	-Winklerova metoda -Elektohemijska metoda
BPK_5	-Određivanje rastvorenog kiseonika prije i posle 5-dnevne inkubacije na 20 ± 1ºC, u mraku.Dodavanjem inhibitora nitifikacije
Amonijum jon	-UV/VIS spektroskopija -Jon selektivna elektoda
TOC	-Analizator za organski ugljenik (sagorijevanje i detekcija na IR

	detektoru)
Ukupni koliformi 37°C	-Gajenje na 37ºC na odgovarajućoj specifičnoj čvrstoj podlozi (kao Tergitol laktozni agar, Endo agar, 0,4% Teepol bujon) sa filtracijom ili bez i brojanje kolonija. Uzorci moraju biti razblaženi ili, gdje je to moguće, koncentrovani tako da sadrže od 10 do 100 kolonija. Po potrebi, identifikacija gasifikacijom.
Fekalni koliformi	-Gajenje na 44ºC na odgovarajućoj specifičnoj čvrstoj podlozi (kao Tergitol laktozni agar, Endo agar, 0,4% Teepol bujon) sa filtacijom ili bez i brojanje kolonija. Uzorci moraju biti razblaženi ili, gdje je to moguće, koncentrovani tako da sadrže od 10 do 100 kolonija. Po potrebi, identifikacija gasifikacijom.
Fekalne streptokoke	-Gajenje na 37ºC na odgovarajućoj čvrstoj podlozi (kao natrijumazid) sa filtracijom ili bez i brojanje kolonija. Uzorci moraju biti razblaženi ili, gdje je to moguće, koncentrovani tako da sadrže od 10 do 100 kolonija.

Prilog IV: Minimalma učestalost uzorkovanja i referentne analitičke metode ispitivanja parametara vode namjenjene za kupanje

Parametar	**Minimalma učestalost uzorkovanja**	**Metod**
1. Intest. enterokoke /100ml	Dvonedeljno	ISO 7899-1 ili ISO 7899-2
2. Escherichia coli /100ml	Dvonedeljno	ISO 9308-3 ili ISO 9308-1

III 2. EU legislativa

Odnosna legislativa Evropske unije:

- Direktiva 2000/60/EZ o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike (Okvirna direktiva o vodama),
- Direktiva Vijeća 91/271/EEZ o prečišćavanju komunalnih otpadnih voda,
- Direktiva 2006/11/EZ o zagađenja određenim opasnim materijama koje se ispuštaju u vodni ekosistem Zajednice,
- Direktiva 2006/7/EZ o upravljanju kvalitetom vode za kupanje,
- Direktiva 2006/113/EZ o potrebnom kvalitetu vode za školjkaše,
- Direktiva 2008/105/EZ o standardima kvaliteta životne sredine na području politike voda,
- Direktiva Komisije 2009/90/EZ kojom se, shodno Direktivi 2000/60/EZ utvrđuju tehničke specifikacije za hemijsku analizu i praćenje stanja voda,
- Direktiva 91/271/EEC i 98/15/EC (odvođenje komunalnih otpadnih voda),
- Direktiva 86/278/EEC (upravljanje kanalizacionim muljem),
- Direktiva 91/892/EEC (zaštita životne sredine i upotreba mulja u poljoprivredi),
- Strateška okvirna direktiva za more - MSFD
- Direktiva 2008/56/EZ o politici morske životne sredine
- Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja (Barcelona, 1976.)
- Protokol o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja
- Protokol o posebno zaštićenim područjima i biološkom diverzitetu Sredozemlju
- Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od zagagađenja iz kopnenih izvora
- Sporazum o subregionalnom planu intervencija za sprječavanje, spremnost za i reagiranje na iznenadna onečišćenja Jadranskog mora većih razmjera

Poređenje crnogorskih standarda sa odgovarajućim EU standardima za ispuštanje otpadnih voda u prirodne recipijente prikazano je u domjoj tabeli.

Tabela III-10: Poređenje crnogorskih i EU propisa za efluent

Parametar	Državna regulativa (10/97)	EU direktiva (91/271/EEC)
BPK5, mg/l	**30**	**25**
COD, mg/l	**45**	**125**
SS, mg/l	**20**	**60** *2.000<ES<10.000*
		35 *ES>10.000*
TP, mgP/l	**1**	**2** *Ako je recipijent osjetljiv i 10.000<ES<100.000*
		1 *Ako je recipijent osjetljiv i ES>100.000*
TN, mgN/l	**Ekvivalent N_{ukupno} <10mg/l**	**15** *Ako je recipijent osjetljiv i 10.000<ES<100.000*
		10 *Ako je recipijent osjetljiv i ES>100.000*
NO3, mg/l	**40**	
NO2, mg/l	**0,5**	

Tabela III-11: Nacionalni standardi nekih zemalja za sadržaj metala (mg/kg) u morskom sedimentu

Uputstvo/ Standard	Nivo akcije	Arsen (As)	Živa (Hg)	Kadmijum (Cd)	Olovo (Pb)
DEFRA (UK)	1	10	0.15	0.2	25
	2	25-50	1.5	2.5	250
Holandija	Cilj	29	0.3	0.8	85
	Granica	55	0.5	2	530
	Referentno	55	1.6	7.5	530
	Interventno	55	10	12	530
	Signalizirajuće	150	15	30	1000

DIO IV Upravljanje komunalnim vodama

IV 1.1. Upravljanje otpadnim vodama u Hrvatskoj

Sprovođenje Zakona o vodama vrše Hrvatske vode, a vodnu politiku realizuje Ministarstvo.
Upravljanje otpadnim, pa i komunalnim vodama realizuje se na državnom, regionalnom i lokalnom nivou. Nadležnosti su date u Zakonu o vodama.
Planski dokumenti upravljanja vodama su Strategija upravljanja vodama, Plan upravljanja vodnim područjima, višegodišnji programi gradnje, finansijski plan Hrvatskih voda, Plan upravljanja vodama i detaljni planovi uređeni ovim Zakonom (Član 34).
Sakupljanje i prečišćavanje otpadnih voda je javna djelanost. Ovu djelatnost obezbjeđuje lokalna samouprava, a obaveze u ovom smislu ima i regionalna samouprava (Član 196).
Jedinice lokalne samouprave dužne su da osiguraju sakupljanje i prečišćavanje komunalnih otpadnih voda, prije njihovog (in)direktnog ispuštanja u vode, u skladu s izdatom vodopravnom dozvolom za ispuštanje otpadnih voda (Član 62).
Pravno lice može koncesijom steći pravo pružanja javne usluge prečišćavanja otpadnih voda (Član 171). Koncesija za pružanje javne usluge prečišćavanja otpadnih voda daje se na period od 5 do 10 godina (Član 173).
Djelatnost javnog vodosnabdijevanja i sakupljanja otpadnih voda obavljaju javni isporučitelji vodne usluge, ali jedinice lokalne samouprave mogu drugim pravnim i fizičkim licima dati koncesiju za ovu djelatnost (Član 201). Javni isporučitelj vodnih usluga je trgovačko društvo ili ustanova u kojem dionice imaju isključivo jedinice lokalne samouprave. Javni isporučitelj vodne usluge ne može obavljati druge djelatnosti (Član 202). Javni isporučitelj vodnih usluga mora ispuniti odgovarajuće pravne i tehničke uslove za obavljanje svoje djelatnosti (Član 203), kao i tehničke uslove za isporučivanje usluga (Član 215).
Komunalni vodni objekti su javna dobra u javnoj upotrebi, i u vlasništvu su javnog isporučitelja vodne usluge ili jedinice lokalne samouprave (Član 23). Njima upravalja javni isporučitelj vodne usluge ili koncesionar (Član 24).

U projektnom području je najvažnija ekonomska djelatnost – turistička, a najvažniji element turističke ponude su plaže i obalna voda za kupanje. Upravljanje kvalitetom voda za kupanje doprinosi se očuvanju i zaštiti životne sredine i ljudskog zdravlja (Član 51). Jedinica lokalne samouprave donosi odluku kojom se:
– utvrđuju lokacije za kupanje (kupališta) i trajanje sezone za kupanje na površinskim vodama,
– prikazuje ocjena o kvalitetu površinskih voda za kupanje i obavlja klasifikacija te
– određuje profil vode za kupanje.
Na lokacijama utvrđenim shodno stavu 1. ovog člana obavlja se monitoring mikrobiološkog kvaliteta u površinskim vodama za kupanje. Podatke jedinica lokalne samouprave dostavlja Hrvatskim vodama.

IV 1.2. Upravljanje otpadnim vodama u Crnoj Gori

- *Zakon o vodama*

Vode su u državnoj su svojini (Član 6).
Vodnom djelatnošću smatra se: upravljanje vodama, korišćenje voda, zaštita voda od zagađivanja (Član 4).
Upravljanje vodama obuhvata djelatnosti i mjere koje se preduzimaju radi održavanja i unapređenja režima voda u cilju: obezbjeđenja potrebnih količina vode propisanog kvaliteta za pojedine namjene, zaštite voda od zagađivanja i zaštite od štetnog dejstva voda. Upravljanje vodama od značaja za Republiku, u nadležnosti je Republike, a upravljanje vodama od lokalnog značaja, u nadležnosti je jedinice lokalne samouprave (Član 18).
Načela upravljanja vodama (Član 19):

1) nezamjenljivost vode kao resursa;
2) cjelovitost;
3) jedinstvo vodnog sistema;
4) održivi razvoj;
5) dugoročna zaštita kvaliteta;
6) pravo na zaštitu od štetnog djelovanja voda;
7)"korisnik plaća – zagađivač plaća";
8) kontinuirano upravljanje;
9) učešća javnosti;
10) uvažavanja najboljih dostupnih tehnologija.

Radi obezbjeđenja cjelovitog upravljanja vodama, uz uvažavanje hidrografskih karakteristika, jedinstvenosti i povezanosti vodnog režima, određuju se vodna područja rječnog sliva, kao osnovne jedinice za upravljanje vodama (Član 21).
Dugoročni nacionalni program upravljanja vodama utvrđuje se vodnom osnovom (Član 23). Planom upravljanja vodama određuju se elementi upravljanja vodama na vodnom području rječnog sliva (Član 24).
Upravljanje komunalnim otpadnim vodama raspoređeno je na državnom i lokalnom nivou.
Obavljanje djelatnosti javne kanalizacije obezbjeđuje i uređuje jedinica lokalne samouprave (Član 155).
Na vodnim objektima koji služe za prihvatanje, prečišćavanje, odvođenje i ispuštanje otpadnih voda naselja, koji su u državnoj svojini, svojinska prava i ovlašćenja vrši jedinica lokalne samouprave, a ona pravo upravljanja prenosi na privredno društvo, odnosno javno preduzeće koje ispunjava uslove u pogledu tehničko-tehnološke opremljenosti i organizacione i kadrovske osposobljenosti (Član 82).

IV 2.1. Karakteristike kolektorskog sistema Cavtat

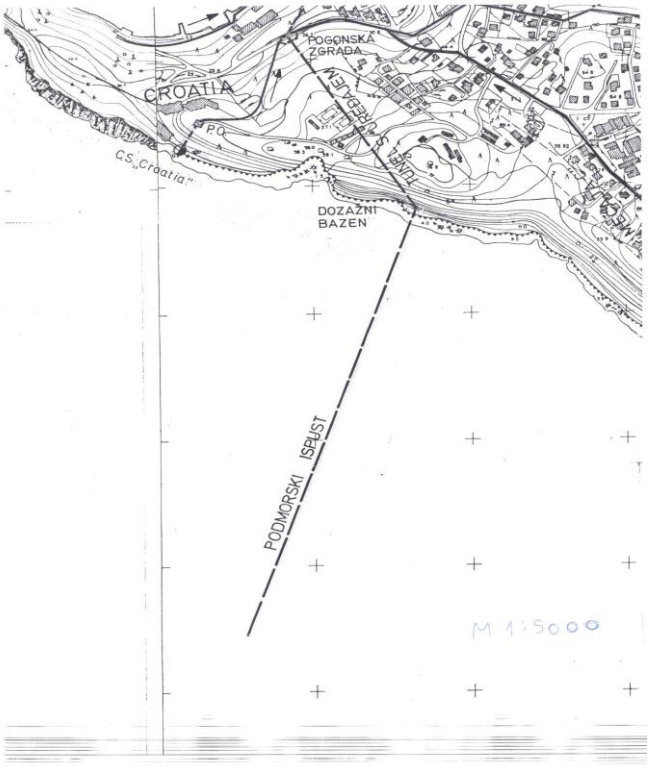
Kolektorskim sistemom Cavtat upravlja Javno poduzeće? Konavosko komunalno društvo d.o.o., Čilipi. Oko 3000 stanovnika i hoteli kapaciteta oko 2000 turista su priključeni na ovaj sistem.

U okviru prostornog plana za opštinu Cavtat usvojen je tehnički koncept za sakupljanje, tretman i ispuštanje komunalnih otpadnih voda. Ova aktivnost dobija na značaju, kada se znaju karakteristike obalnog akvatorijuma, kao recipijenta otpadnih voda. Obalne vode u ovom području su visokog kvaliteta, obezbijeđenog prirodnim karakteristikama vodenog ekosistema i odsustvom većih, naročito industrijskih izvora emisije zagađenja, pa su zbog toga na nivou velike osjetljivosti/ranjivosti u pogledu zagađivanja.
Tehničkim konceptom je predviđeno da objekti <10ES, koji nemaju mogućnosti priključenja na kolektorski sistem, sakupljaju otpadne vode u nepropustne septičke jame, odakle se sakupljeni otpad povremeno prenosi u javni kolektorski sistem. Objekti sa >10ES treba da formiraju samostalno sakupljanje sopstvenih otpadnih voda, sa sopstvenim tretmanom prečišćavanja. Svoje vode treba da ispuštaju u obalnu vodu preko sopstvenog ispusta.
Centralni dio ovog koncepta čini kolektorski sistem za sakupljanje i tretman komunalnih voda u opštini Cavtat. Ovaj sistem pokriva sljedeću teritoriju:
- Staro gradsko jezgro Cavtata na poluostrvu Rat
- Donji Obod
- Gornji Obod
- Poluganje
- Hoteli „Epidaurus“ i „Albatros“
- Uvala Tiha sa hotelom „Cavtat“
- Rajkov do
- Mećajac
- Bosansko naselje
- Hotel „Kroacija“

Topografske karakteristike terena Cavtat-Zvekovica uslovile su da kolektorski sistem Cavtata čine dva podsistema, kojima se otpadna voda doprema do PPOV.
Podsistem „A“ pokriva područje Obod-Poluganje, Epidaurus-Albatros, uvalu Tiha sa hotelom „Cavtat“, staro gradsko jezgro Cavtata i hotel „Croatia“. Za ovaj podsistem projektovane su tri crpne pumpe.
Podsistem „B“ obuhvata područja Rajkov do, Zvekovica i Mečajac. Dopremanje vode do PPOV je gravitaciono.
PPOV se sastoji od ispusta u more (kopneni i podvodni dio), bazen za dozažu, pristupni tunel, tunel za smještaj postrojenja za prečišćavanje, tunel odvodnog kolektora, pogonski objekat koji se sastoji od jedinica za upravljanje, energetiku i automatiku, glavni kolektor, (prekidno okno-postrojenje za čišćenje-bazen za doziranje i postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda-mehanički dio.
Tri glavna obalna kolektora („Epidaurus“, „Tiha“ i „Obala“), tri crpne stanice i jedinica za završno odlaganje u funkciji su od 2007. Ostatak projektovanog kolektorskog sistema Cavtat, koji čine 7 glavnih kolektora i sekundarna kolektorska mreža.
Djelovi kolektorskog sistema „Cavtat“ su:
-Ispust u more
- Bazen za doziranje
- Pristupni tunel do postrojenja za čišćenje
- Tunel za smještaj postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda
- Tunel odvodnog kolektora

- Pogonski objekat
- Glavni kolektor (prekidno okno-uređaj za čišćenje-bazen za doziranje)
- Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda- mehanički dio
- PS „Grad“
- Potisni cjevovod PS“Grad“-prekidno okno
- PS „Croatia“
- Potisni cjevovod za PS „Croatia“
- glavni kolektor hotela „Croatia“
- Glavni kolektor „Zvekovica-Mečajac-prekidno okno“
- Glavni kolektor „Zvekovica“
- Glavni kolektor „Mečajac“
- Glavni kolektor „Obod-Poluganje“
- Glavni kolektor „Donji Obod“
- Glavni kolektor „Prahivac“
- Glavni kolektor „Epidaurus“
- PS „Albatros“
- Potisni cjevovod za PS „Albatros“
- Glavni kolektor „Tiha“
- Glavni kolektor „Obala“
- Sekundarna kanalizaciona mreža

Slika 1.: Situacioni plan ispusta Cavtata



Izgradnja sistema je planirana u tri etape.
PS „Grad“ sastoji se od 3 pumpe, pojedinačnog kapaciteta 17,5l/s.
Potupak prečišćavanja sadrži prethodno, mehaničko čišćenje, kroz 2 automatske rešetke, veličine okana 10mm i 1mm.
Efekat prečišćavanja omogućava uklanjanje organskih i neorganskih materija >0,6mm, SS 40-50%, Ukupnih koliformnih bakterija 30%, ukupnih masti, ulja i plivajućih materija 80%, BPK5 20%.
Poslije tretmana, voda se gravitaciono doprema u nazen za doziranje.
Potupak prečišćavanja sadrži prethodno, mehaničko čišćenje, kroz 2 automatske rešetke, veličine okana 10mm i 1mm.
Efekat prečišćavanja omogućava uklanjanje organskih i neorganskih materija >0,6mm, SS 40-50%, ukupnih koliformnih bakterija 30%, ukupnih masti, ulja i plivajućih materija 80%, BPK5 20%.
Poslije tretmana, voda se gravitaciono, polietilenskom cijevi doprema u bazen za doziranje. Bazen je početna jedinica podmorskog ispusta i sadrži dozimetrijsku komoru sa 2 sifona i izlaznu komoru. Podmorski dio ispusta dug je 740m i završava se difuzorom, na dubini 72m. Difuzori, njih 5, nalaze se na posljednjih 60m cijevi.
U širem području Opštine postoji kolektorski sistem Gruda i kolektorski sistem Molunat. U sistemu Gruda, voda se prečišćava mehanički i biološki, a potom ispušta u rijeku Ljutu. Sistem Molunat sadrži postrojenje za mehaničko prečišćavanje vode, a predviđeno je i biološki tretman, ako bude potrebno. Voda se ispušta u more cjevovodm, dugim 500m.
Ostala naselja Opštine Konavle, koja nijesu obuhvaćena ovim sistemima, dužna su da izgrade sopstvene kolektorske sisteme i postrojenja za prečišćavanje. Za objekte manje od 10ES dozvoljena je izgradnja vodonepropusnih septičkih jama, uz odvođenje efluenta u kolektorski sistem sa adekvatnim postrojenjem za prečišćavanje otpadne vode.

IV 2.1.1. Karakteristike efluenta iz sistema Cavtat

Raspoloživi podaci efluenta kanalizacionog sistema Cavtat za period 2011-2012,

Tabela IV-1: Hemijske karakteristike efluenta iz sistema Cavtat

Parametar	jedinica	Rezultati	
		Sr. vr.	Max
Temperatura	^oC	21	23
pH	-	7,41	8,00
TSS	mgIl	260	480
BPK5	mgIl	161	444
HPK	mgIl	445	737
Ulja i masti	mgIl	6,533	20,891
Mineralna ulja	mgIl	<0,001	<0,001
MPAS	mgIl	2,532	5,486
TN	mgIl	44,87	99,32
NH4-N	mgIl	31,66	66,00
NO3-N	mgIl	0,172	0,900
NO2-N	mgIl	0,579	2,100
TP	mgIl	13,19	21,4

prikazani su u tabeli IV-1. Uzorkovanje i hemijske analize je uradio Institut za javno zdravstvo Dubrovačko-Neretvanske županije- Služba za zdravstvenu ekologiju/ Odjel za okoliš, iz Dubrovnika, a naručilac posla je Konavosko komunalno društvo d.o.o. iz Beroja, Ćilipi.

IV 2.2. Karakteristike kolektorskog sistema Trašte

Kolektorski sistem Trašte obuhvata najveći dio teritorije opština Kotor i Tivat. S obzirom na razuđenost naselja, za manja rubna naselja, kao Risan, Morinj i druga, koja nijesu priključena na glavni kolektorski sistem, biće izgrađena lokalna postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Za glavni sistem predviđena je izgradnja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda do propisanog kvaliteta efluenta. Trenutno, kolektorski sistem ne sakuplja vode sa čitave projektne teritorije (npr. sjeverni dio industrijske zone Kotor). Voda se bez prethodnog tretmana, preko izlaznih jedinica, aeracionog tornja i ispustne cijevi, ispušta u more, u zalivu Trašte.
Izgradnja postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda sa teritorije opština Kotor i Tivat realizuje se u okviru projekta „Vodosnabdijevanje i sanacija Jadanske obale – faza 4“, uz finansijsku podršku njemačke razvojne banke KfW. Realizacijom projekta upravlja izvršna agencija „Vodakom“, čije je sjedište u Tivtu.
Elementi za projektovanje PPOV Trašte su bili: Očekivana količina otpadnih voda za ciljnu 2025 je 72440ES, a za ciljnu 2040 90000ES; vrijednosti parametara efluenta su BPK5=25mg/l, HPK=125mg/l i TSS=35mg/l; konvencionalni tehnološki postupak za tretman otpadnih voda ASP (tretman aktivnog mulja) imaće prednost u odnosu na SBR tretman, mada oba vode do projektovanog kvaliteta efluenta. Dimenzionisanje PPOV zasnovano je na pretpostavci da će do 2025 stepen priključenja biti ok 90%, a do 2040, oko 92%. Postojeći cjevovod u moru će biti dovoljan do 2025 (faza I), u kom periodu je predviđeno prihvatanje dodatnih količina vode iz hotelskog kompleksa Luštica. Za II fazu (do 2040) biće potrebno proširenje sistema.
Voda će se na postrojenje dopremati preko dvije pumpne stanice, za svaki grad odvojeno.
Elementi sistema su:
PS Preluzica (za Kotor)- Sastoji se iz radne i rezervne pumpe i dizel agregata. Prije ulaska, voda se mehanički čisti kroz automatsku rešetku (20mm razmak). PS ima automatizovan SCADA sistem, koji šalje tekstualne poruke na operativni telefon u slučaju neočekivanih događaja (npr. nestanak struje). Kapacitet pumpe od 100l/s biće dovoljan do 2025, a za kasnije je predviđeno povećanje kapaciteta.
PS Solila (za Tivat)- Stavljena je u pogon 2009.
Mreža- Jajasta cijev, kojom se otpadna voda iz PS Preluzica, vodi dalje ka PPOV, prolazi kroz tunel Vrmac, koji sa cijevi ima dužinu 1600m. Protok cijevi je 808l/s, a povezane cijevi drenaže podzemnih voda u kišnom periodu, 200-300l/s.
Paralelno sa glavnim tunelom, izgrađen je drugi tunel, do otprilike polovine dužine glavnog tunela, sa kotorske strane, koji ima funkciju servisa.
Odvodna cijev ulazi u sifonsku strukturu sa tivatske strane tunela.
Sifon- Prije ulaska u sifon, voda prolazi kroz rešetku (20mm) i pjeskolov. Ispod pjeskolova smješten je preliv za hitne slučajeve. Voda u sifon ulazi kroz mali toranj (kao

nadeaeracionom tornju). Visinska ulaz-izlaz razlika sifona je 10m. Postojeći kapacitet sifona je 217l/s.
PS Industrijska zona- Nalazi se ispod sifona, na koji nije povzana. Nije u funkciji i obavezna je njena rehabilitacija i puštanje u rad.
Gravitaciona cijev od sifona- Ovdje se spajaju otpadne vode iz oba gradska sistema. Kapacitet cijevi je 350-394l/s. Izliva se u dio tunela Banje.
Gravitacioni tunel Banje- Kroz ovaj tunel voda se prenosi putem kanala. Kružnog presjeka. Povezan je sa tunelom Grude.
Gravitacioni tunel Grude- Čini nastavak tunela Banje, sa kapacitetom 744l/s. U ovu cijev će se pumpati prečišćena voda iz PPOV.
Gravitaciona cijev ka aeracionom tornju- Cijev je duga 1284m, a kapacitet, u zavisnosti od neravnina, 350-480l/s.
Dearacioni toranj- Ima dovodni tunel i vertikalnu čeličnu cijev od 20m dužine. Kapacitet od 480l/s je dovoljan samo za I fazu.
Ispust u more- Čini ga polietilenska cijev dužine 3600m i kapaciteta 480l/s. Kraj ispusta je na 45m dubine, a od obale je udaljen oko 3,6km.
U projektnom izvještaju navodi se da je ispustna cijev oštećena na oko 1800m od obale, vjerovatno od brodskog sidra, da je za popravku zadužen izvođač, a da nema slike oštećenja, pa se ne zna kako cijev funkcioniše u ovim okolnostima.
Upravo ove informacije i dokaze treba da omogući mjerenje u okviru projekta JASPPeR.

Rad čitavog sistema projektovan je da bude fleksibilan, prilagođen ljetnim i zimskim uslovima.
Predložena lokacija za izgradnju PPOV, kao najpovoljnija, je tunel, između tunela Banje i Grude.

Tabela IV-2: Projekcije priključenosti na kolektorski sistem Trašte

Oblast	jedinica	**2012**	**2025**	**2040**
Stanovništvo				
Tivat-gradska	Broj stan.	4906	11540	124160
Luštica	Broj stan.	0	4167	5094
Sela	Broj stan.	0	73	98
Tivat ukupno	Broj stan.	4906	15780	17612
Kotor-centar	Broj stan.	7525	11588	12177
Kotor-sjever	Broj stan.	0	0	0
Kotor-jug	Broj stan.	0	1323	1701
Kotor ukupno	Broj stan.	7525	12912	13878
UKUPNO stan.	Broj stan.	**12431**	**28691**	**31489**
Turisti				
Tivat uk.	Broj turista	3836	26816	32505
Kotor uk.	Broj turista	2730	12363	20692
UKUPNO turisti	Broj turista	**6566**	**39179**	**53198**

Program analize kvaliteta otpadnih voda prije izgradnje PPOV izvršen je za sisteme Kotora (PS Preluzica) i Tivta u 2011. Uticaj morske vode na otpadnu vodu u siitemu Kotora je zanemarljiv. Zbog trenutnog stanja infiltracije atmosferskih voda, sadržaj zagađujućih materija u ovom efluentu je bio relativno nizak. Sa planiranim regulisanjem odvođenja atmosferskog taloga, očekuje se rast koncentracija, do uobičajenog nivoa, koji

odgovara ES-statusu. Kvalitet efluenta na lokaciji Centar u Tivtu, ukazuje na značajnu infiltraciju morske vode u kolektoski sistem.
Za dizajniranje projektnih uslova, prihvaćena je ljetnja tempertura vode od 22°C, a zimska od 12°C.
Procjena uticaja PPOV na životnu sredinu urađenaje prema crnogorskom zakonodavstvu.

Predviđeni stepen prečišćavanja:
Preliminarni (uklanjanje čvrstih predmeta, pijeska, masti)
Primarni (uklanjanje suspendovanih i plutajućih materija. Efikasnost: 60% TSS i 30% BPK)
Sekundarni (uklanjanje BPK do potrebnog nivoa)
Tercijerni tretman se odnosi na uklanjanje nutrijenata u slučaju osjetljivog vodoprijemnika, ili dezinfekcija vode prije ponovne upotrebe. U ovom slučaju nije predviđen, jer uklanjanje nutrijenata i bakterija (u membrani bioreaktora) može biti realizovano kroz sekundarni tretman.
Prečišćavanje mulja do biološki stabilnog proizvoda, podrazumijeva njegovo prethodno odvajanje i dodatne tehnike: dodatak kreča, anaerobna digestija, aerobna digestija, prodžena aeracija. Dalji tretman mulja obuhvata opcije odlaganja na deponiji, upotrebe u poljoprivredi i spaljivanje mulja.

Zonalna stopa priključenosti na kanalizacioni sistem u 2012 iznosi: Kotor- centralna gradska zona 50%, sjeverna i južna zona 0%; Tivat- gradska i prigradska zona 40%, zona Luštice i ruralna zona 0%. Do 2025 planirani stepen priključenja za sve zone je 90%, a do 2040 92%, osim za sjevernu zonu Kotora (50%) i južnu zonu Kotora, koja nije predviđena za priključenje.
Priključenost stanovništva i turista data je u Tabeli IV-2.
Količina industrijskih otadnih voda je relativno mala, s obzirom na zanemarljve industrijske kapacitete. U projektu PPOV u ovu klasu su uključene i vode iz administrativnog, komercijalnog i institucionalnog sektora. Proračun za opštinu Kotor daje podatke za ukupni protok otpadne vode od 182m^3/dan u 2012, odnosno 414m^3/dan za 2025.
Uključujući i doprinos infiltracije atmosferskih voda, procjena je da će u 2025 ukupna količina otpadnih voda u opštinama Tivat i Kotor (sistem Trašte) u 2025 biti: ljeti 8899m3/dan za Tivat i 4724 m3/dan za Kotor, odnosno zimi, 4465m3/dan za Tivat i 3582m3/dan za Kotor.
Opterećenje otpadnih voda zagađenjem, izraženo preko BPK, od stanovništva i turista u 2012 je iznosilo 55g/stan.dan, a od industrije 300mg/l. Ove vrijednosti, projektovane za 2025, iznose 60g/stan.dan, odnosno 300mg/l. Projektovani teret zagađenja u 2025 iznosi: Ljeti za Tivat (stan+tur+ind) BPK5=2706kg/dan, a za Kotor BPK5=1641kg/dan; ove vrijednosti u zimskom periodu procijenjene su na BPK5=1145kg/dan za Tivat i BPK5=921kg/dan za Kotor.
Za tipične parametre komunalnih voda, procijenjene vrijednosti u 2025 date su u tabeli niže.

Tabela IV-3: Procijenjeni teret emisije komunalnih voda za sistem Trašte u 2015

Parametar	jedinica	Ljeto 2025	Zima 2025
Količina vode	m3/d	13623	8047
BPK5	mg/l	319	257
	kg/dan	4346	2066
HPK	mg/l	638	514
	kg/dan	8693	4304
TN	mg/l	58	41
	kg/dan	798	379
TP	mg/l	9,6	7,7
	kg/dan	130	62
TSS	mg/l	372	300
	kg/dan	5071	2411

IV 2.2.1. Rezultati analize kvaliteta otpadnh voda iz sistema Trašte

Sastav otpadnih voda sa područja Kotor dat je u Tabeli IV-5. Otpadne vode u Tivtu su uzorkovane u aprilu 2011 na tri mjerne tačke: Kalimanj, Centar, Seljanovo. Rezultati analiza, kao opseg na sva tri lokaliteta, dati su u Tabeli IV-6.

Tabela IV-4: Sastav otpadnih voda u sistemu Kotor-Preluzica, 7 mjerenja u aprilu 2011

Parametar	jedinica	opseg	Prosjek	Teret kg/dan
Proticaj	m^3/dan	3631-4493	4230	
Temp	^oC	15-18	16,1	
pH		7,20-7,59	7,4	
Cond	µS/cm	1045-3690	2235	
Suvi ostatak na 105^oC		672-2250	1385	
Uk. suspendovane materije	mg/l	48-201	100	425
Taložne materije	ml/1h	0,4-1,0	0,7	
BPK5 prosječna	mg/l	85-210	136	576
HPK	mg/l	88-454	192	811
BPK5/HPK prosjek	mg/l	0,42-5,17	1,41	
TkN	mg/l	16,34-65,14	29,0	123
NH3-N	mg/l	12,0-60,0	22,0	93
NO3-N	mg/l	3-19	7,4	31
TP	mg/l	1,3-5,0	2,5	10
Ukupni ulja i masti	mg/l	1,75-22,90	10,3	44

Rezultati kod Kalimanja i Seljanova su slični, dok rezultati kod Centra ukazuju na značajnu infiltraciju morske vode, zbog čega uzorak nije reprezentativan. Rezultati za Kotor su relativno niski, zbog infiltracije podzemnih slatkih voda.
Rezultati opterećenja za Kotor i koncentracija za Tivat (Kalimanj i Seljanovo) odgovaraju projektnim standardnim vrijednostima za početnu fazu.

Tabela IV-5: Sastav efluenta u sistemu Tivat

Parametar	jedinica	opseg
Proticaj	m^3/dan	
Temp	^oC	15-18
pH		7,30-7,59
Cond	µS/cm	979-33100
Suvi ostatak na 105^oC		588-24620
TSS	mg/l	127-340
Taložne materije	ml/1h	<0,1-0,5
BPK5	mg/l	136-373
HPK	mg/l	318-495
BPK5/HPK prosjek	mg/l	1,08-1,22
TkN	mg/l	10,10-65,14
NH3-N	mg/l	4,3-60
NO3-N	mg/l	
TP	mg/l	0,53-6
Ukupni ulja i masti	mg/l	<0,001-11,2

DIO V Kvalitet morskog ekosistema

V 1. Istorijski podaci

Prethodni podaci mjerenja kvaliteta morskog ekosistema na područjima Cavtata i Trašte mogu da budu korisni za upoređenje sa projektnim rezultatima i ocjenu eventualnih promjena tokom vremena.

V 1.1. Istorijski podaci o kvalitetu morskog ekosistema u okolini Cavtata

Sistematska mjerenja kvaliteta obalnog morskog ekosistema u Hrvatskoj adresirana su na Hrvatske vode. Različiti su realizatori programa pojedinih tipova monitoringa. U oblasti Južnog Jadrana programi monitoringa su dosta redukovani, u odnosu na Srednji i Sjeverni Jadran. U program nacionalnog monitoringa osnovana je jedna stanica za otvoreno more OC01a, naspram Dubrovnika i jedna obalna stanica južno od Dubrovnika (OC01). Van neposrednog interesa sa stanovišta projekta su ostale stanice, koje su sjevernije, ka ušću Neretve (npr. OC03). Uglavnom se analiziraju nutrijenti u vodi. Nema podataka o sadržaju organskih i neorganskih mikropolutanata. Takođe sediment kao medijum nije analiziran. Ova mjerenja uglavnom sprovodi Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita.
Monitoring kaliteta vode za kupanje na javnim kupalištima sprovodi laboratorija Instituta za Javno zdravstvo iz Dubrovnika.
Svi podaci se pohranjuju u bazi podataka Agencije za zaštitu okoliša.

Podaci za hlorofil-*a* (µg/l) u površinskom sloju od 0 do 10m istraživanih stanica u prelaznim (PV), obalnim (OV) i morskim vodama (MV) dati su u donjoj tabeli.

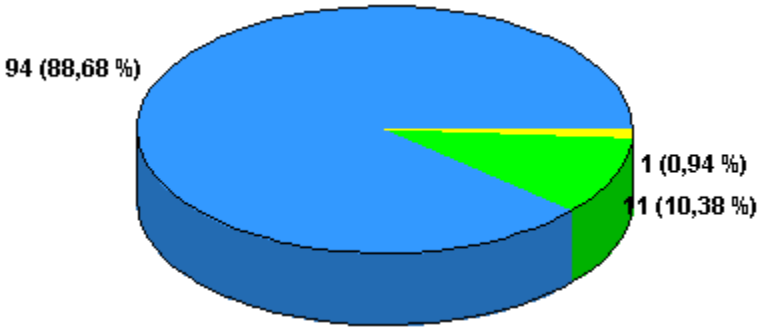
Tabela V-1: Kvalitet vode priobalnog mora kod Cavtata, 2013

Postaja	Tip vode	Opseg	Srednja vrijednost	90. percentil
OC01a	MV	0.16 - 0.68	0.38	0.659
OC02a	OV	0.40 - 1.53	0.83	1.25
OC03	PV	0.17 - 0.90	0.52	0.879

Kvalitet vode za kupanje u Dubrovačko-Neretvanskoj regiji u 2012 prikazan je niže.

Tabela V-2: Standardi za ocjenu kvaliteta mora na kraju sezone kupanja i za prethodne tri sezone kupanja

Pokazatelj	Izvrsna	Dobra	Zadovoljavajuća	Nezadovoljavajuća
crijevni enterokoki (bik/100 ml)	≤100*	≤200*	≤185**	>185**(2)
Escherichia coli (bik/100 ml)	≤150*	≤300*	≤300**	>300**(2)



Legenda: izvrsno dobro zadovoljavajuće nezadovoljavajuće

Slika 2.: Prikaz godišnje ocjene kvaliteta mora u Dubrovačko-neretvanskoj županiji u 2012.

Rezultati redovnog monitoringa obalnog mora na mjernoj stanici OC01a u blizini Dubrovnika dati su u Tabeli V-3.

Tabela V-3: Kvalitet vode mora kod Cavtata, u 2013.

	T	Sal	pH	RO	SAT	NO3	NH4	TIN	TN	o-P	TP	SiO4	Chl-a
	oC	psu		µmol O2/l	%	µmol N/l	µmol N/l	µmol N/l	µmol N/l	µmol P/l	µmol P/l	µmol Si/l	µg/l
Asr	17,98	38	8,21	243	103	4,23	2,08	3,20	9,00	0,010	0,19	1,75	0,35
Max	24,97	39	8,24	271	109	38,86	6,80	7,46	15,51	0,021	0,33	4,5	0,69
Min	14,23	35	8,18	210	89	0,02	0,52	1,6	5,90	0,005	0,10	0,74	0,11

Izvor: Agencija za zaštitu okoliša AZO – baza podataka za 2013

V 1.2. Istorijski podaci o kvalitetu morskog ekosistema u okolini zaliva Trašte

Obalno more, kao površinska voda, je predmet redovnog monitoringa kvaliteta vode, za koji je, prema zakonu o vodama, zadužen Hidrometeorološki zavod. Program se realizuje od 1985 na 9 stanica u zalivu Boka Kotorska, od rta Oštra, do Tivta, i na 7 stanica na otvorenoj obali, od Budve, do Ade Bojane. Program je obuhvatao osnovne fizičkohemijske i mikrobiološke parametre. Voda je uzorkovana sa obale, znači na samoj obalnoj liniji, u zoni talasa. Period mjerenja je obično Jun-Oktobar. Ovakav program se realizuje i danas. Mjerne stanice su udaljene, te nijesu reprezentativne za kvalitet vode projektnog područja.

Preliminarna mjerenja kvaliteta vode mora, vršena kroz projekat „Jadran 3“ u SFRJ, na čitavoj jadranskoj obali, nastavljena su 2. fazom MEDPOL programa (dio D). Ova mjerenja je realizovala kombinovana ekipa Saveznog i Republičkog hirometeorološkog zavoda Crne Gore, uz podršku Vojske SRJ. Mjerenja su vršena u nekoliko navrata u periodu 1993-1997. Program monitoringa je uključivao samo ispitivanja kvaliteta vode u vodenom stubu (2 dubine) i obuhvatao organoleptičke, fizičkohemijske, kiseonične parametre, nutrijente i teške metale, kao i uobičajene bakteriološke vrste (TC, TFC, HA) u vodenom stubu na 3 dubine. Mjerna mreža je obuhvatala 19 stanica, 9 u Zalivu (od Mamule, do Tivta) i 10 na otvorenoj obali (od Budve, do Ade Bojane). Ni ovdje mjerne stanice nijesu obuhvatile područje projekta JASPPer.

Kada je Crna Gora 2004 postala članica Barcelonske konvencije, izvršena je priprema za organizovanje nacionalnog monitoringa MEDPOL, usklađenog sa aktuelnom MAP metodologijom iz Faze 4. MEDPOL-a. Monitoring obalne vode je prvi put realizovan 2008, uz podršku UNEPMAP. Realizovali su ga JU CETI, IBMK i HMZCG. Organizovalo ga je Ministarstvo održivog razvoja i turizma, odnosno Agencija za zaštitu životne sredine. Djelovi Programa monitoringa obuhvatili su Program eutrofizacije, Program stanja i trenda zagađenja,

Tabela V-4: Rezultati fizičkohemijskih mjerenja vode na lokaciji Dobra luka u 2008

		Datum	13.12.	19.10.
Param.	jedinica	dubina uzorka		
T	mg/l	P	14.6	-
		S	14.2	-
		D	14.6	-
RO	mg/l	P	10.6	-
		S	10.7	-
		D	10.5	-
o-PO4	mg/l	P	0.03	<0.01
		S	0.01	<0.01
		D	0.12	<0.01
TP	mg/l	P	0.08	0.19
		S	0.10	0.17
		D	0.12	0.17
NH4	mg/l	P	<0.001	<0.001
		S	<0.001	<0.001
		D	<0.001	<0.001
NO3	mg/l	P	<0.01	1.13
		S	<0.01	1.23
		D	0.05	1.03
SiO4	mg/l	P	<0.05	<0.05
		S	<0.05	<0.05
		D	<0.05	<0.05

Program sanitarnog kvaliteta voda za kupanje (dio programa JP Morsko dobro), Program efluenata (veći komunalni ispusti), program pritoka (Bojana i Sutorina), Biomonitoring (*Mytilus galoprovincialis* i *Mullus barbatus*), Program atmosferskog inputa, a kasnije Program biomarkera. Uključena su mjerenja kvaliteta vode, sedimenta i biote. Broj stanica varira prema potrebi pojedinih programa. Program se do danas sprovodi, ali je zbog finansijskih razloga prilično skraćen. Godišnji izvještaji sa rezultatima mjerenja su objavljeni na sajtu AZŽS.

Izvor podataka, navedenih niže, je AZŽS. Podaci su sadržani u Izvještaju o ispitivanju morskog eskosisetma na Crnogorskom primorju za 2008, 2009 i 2010, koji su bili osnova za izvještavanje prema UNEPMAP (MEDPOL program).

Kvalitet vode za kupanje organizuje JP Morsko dobro, a realizuju ga institucije, izabrane na javnom konkursu. Sprovodi se od 1996.

Tabela V-5: Rezultati CTD u aprilu 2009, u okviru MEDPOL

Stanice	dubina	T (oC)			Sal (psu)			Gustina ()		
		Asr	Max	Min	Asr	Max	Min	Asr	Max	Min
Dobra luka	31,5	14,6	16,6	13,4	37,2	38,0	35,0	27,75	28,66	25,57
Zaliv Trašte	21,0	14,4	16,6	13,3	37,4	38,1	35,0	27,92	28,74	25,64

Tabela V-6: Rezultati mjerenja vode na lokaciji Dobra luka (ER1), u 2009

Datum	DU m	T oC	TSS mg/l	pH	Ep mS/cm	RO mg/l	BPK5 mg/l	SAT %
22.04.	0	16.0	3.6	8,31	53.5	10.21	3,06	106
	15	14.6	2.4	8.3	56,5	10.20	2,56	102
	33	14.3	1.6	8.39	57,1	10.34	2,91	102
26.05.	0	24.1	1.2	8.01	56,1	9.07	3,66	103
	15	17.2	6.8	7.S3	57,2	10.57	4,09	109
	33	16.5	2.4	7.95	57,9	10.33	4,3£	104
12.06.	0	21.6	18.0	8.02	56.6	9.44	3,6£	107
	20	17.7	5.6	8.01	57,5	10.76	2,93	112
	37	1&B	27.6	8.00	56,9	10.08	2,46	106
06.03.	0	24.0	1.2	8.30	57,5	8.33	3,32	105
	14	17.5	0.8	8.32	57,8	9.70	2,63	103
	33	15J	0.6	8.30	56,0	8.51	3,60	93
02.03.	0	-	0.4	-	57,0	8.78	3,22	106
	14	-	0.8	8,42	58,2	9.68	3,6£	113
	33	-	1.2	8,41	54,4	9.44	3,41	106
09.10.	0	23.6	2.0	8.62	57,8	8.58	3,54	102
	15	23.4	9.2	8.53	58,0	8.58	4,10	101
	33	23.1	<0.4	8.63	57,7	8.58	2,56	101
14.11.	0	17.0	13.6	8,18	58,4	9.85	3,29	102
	15	18.9	24.4	8.14	59,5	9.47	3,24	100
	33	20.1	34.4	8.12	61,8	9.42	2,98	100

Tabela V-7: Sadržaj nutrijenata u vodi na lokaciji Dobra luka (ER1), u 2009

Datum	NO3 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	SiO4 mg/l
22.04.	16.20	0.010	0.05	0.01	0.12
	17.13	0.010	0.08	0.06	0.05
	17.23	0.010	0.05	0.06	0.05
26.05.	46.80	0.010	0.08	0.15	0.035
	43.18	0.010	0.08	0.04	0.033
	47.57	0.010	0.10	0.03	0.039
12.06.	-	<0.016	0.09	<0.03	0.079
	-	<0.016	0.06	<0.03	0.049
	-	<0.016	0.06	<0.03	0.058
06.03.	-	0.007	0.10	0.11	0.032
	-	0.010	0.10	0.03	0.024
	-	0.010	0.14	0.01	0.044
02.03.	43.52	0.007	0.13	0.23	0.026
	47.92	0.010	0.15	0.20	0.026
	46.92	0.010	0.09	0.09	0.031
09.10.	-	0.010	0.09	0.18	0.034
	-	0.010	0.10	0.12	0.032
	-	0.003	0.21	0.12	0.031
14.11.	25.35	0.072	0.08	0.01	0.154
	26.27	0.030	0.06	0.01	0.101
	27.56	0.023	0.06	<0.01	0.045

Tabela V-8: Rezultati fizičkohemijskih parametara kvaliteta vode u zalivu Trašte (OS-4) u 2009

Datum	DUm	T oC	TSS	pH	Sal psu	RO mg/l	BPK5 mg/l	SAT (%)
22.04.	0	17,1	<0.4	3.49	35.2	10,23	2,97	106
	10	14,7	<0.4	3,47	38.1	9,35	2.63	100
	23	14,0	<0.4	3,53	38.2	10,21	2,67	101
26.05.	0	24,5	1.2	7,93	36.0	10.69	1,92	105
	10	20,3	1.6	3,00	37.4	10,01	3,63	102
	20	17.4	0.8	3,01	37.1	10,67	3,50	111
12.06.	0	22,7	14.0	3,02	36.3	9,46	3,03	106
	10	19,1	47.2	3,02	37.3	10,61	2,99	115
	23	18,8	37.2	3,01	37.6	9,99	2,36	109
06.08.	0	25.2	26.4	3.32	36.5	9.40	2,46	103
	10	19,0	34.4	8,33	36.4	10,12	3,09	110
	20	17,5	38.8	8,34	36.4	10.06	3.25	106
02.09.	0	25,4	0.4	-	36.4	10,70	2,47	105
	10	24,5	0.4	-	36.5	9,06	2,15	109
	23	22,7	0.4	-	36.5	9,55	4,02	106
09.10.	0	23,2	1.6	8,42	38.1	6.61	2,79	102
	10	23,1	0.4	8,51	36.6	6,66	2,03	101
	23	23,0	0.4	8,61	38.6	6,66	3.90	101
14..11.	0	17,7	2.8	8,12	37.7	10,27	4,33	104
	10	16,7	2.8	8,30	37.8	9,73	3,12	100
	23	16,9	0.4	8,29	39.7	9,28	3,11	97

Tabela V-9: Sadržaj nutrijenata u vodi zaliva Trašte (OS-4) u 2009

Datum	NO3 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	PO4 mg/l	SiO4 mg/l	Chl-a ug/l
22.04.	15.18	<0.01	0.05	0.15	0.120	1.33
	16.46	0.010	0.05	0.06	0.061	1.51
	16.61	0.010	0.06	0.01	0.053	1.21
26.05.	43.04	0.010	0.03	0.02	0.044	0.09
	44.55	0.010	0.06	0.24	0.042	0.10
	41.00	0.010	0.01	0.04	0.035	0.40
12.06.	-	<0.016	0.06	<0.03	0.030	-
	-	<0.016	0.03	<0.03	0.034	-
	-	<0.016	0.03	<0,03	0.016	-
06.03.	-	0.007	0.06	0.16	0.032	-
	-	0.007	0.05	0.12	0.025	-
	-	0.007	0.08	0.03	0.021	_
02.03.	42.95	0.010	0.09	0.09	0.023	8.12
	36.16	0.010	0.13	0.08	0.022	7.80
	43,13	0.010	0.18	0.03	0.026	17.49
09.10.	-	0.010	0.35	0.03	0.033	-
	-	0.007	0.32	0,02	0.041	-
	-	0.007	0.27	0,02	0.036	-
14.11.	21,53	0.020	0.19	0.05	0.124	0.12
	23,73	0.030	0.15	0,04	0.121	0.33
	24.94	0.020	0.13	0.03	0.035	0.14

Tabela V-10: Rezultati mikobiološke analize vode u okolini zaliva Trašte, u 2009

Stanica	Datum	DUm	TC	TF	EC	IE
Dobra luka	04.22.	0	160	150	40	18
		15	400	160	0	0
		33	0	0	0	0
Zaliv Traste		0	640	140	60	60
		10	0	0	0	0
		20	30	20	10	10

Tabela V-11: Sadržaj teških metala u sedimentu, na lokaciji Dobra luka (08R2) u 2008

	Datum	13.12.	27.10	27.10.
As	mg/kg	<0.001	11.71	<0.001
Cd		<0.0005	<0.25	<0.0001
Cr		<0.0005	37.73	0.0005
Pb		<0.001	13.62	<0.001
Hg		0.0004	0.103	0.0020

Tabela V-12: Sastav efluenta na glavnim urbanim ispustima komunalnih voda u 2009

Naselje	Kotor	Tivat
Datum	2.02.	2.02.
Proticaj, m3/h	356,1	114,2
T, °C	13.7	15.6
Ep, µS/cm	1324	1137
pH	7.95	6.38
TSS, mg/l	36	15
RO, mg/l	5.1	3.04
BPK5, mg/l	22	12.4
NH4, mg/l	13.11	68.17
TN, mg/l	13.76	66.96
TP, mg/l	2.1	7.6
As, mg/l	<0.001	<0.001
Cd, mg/l	<0.0005	<0.0005
Hg, mg/l	0.0012	0.0008
Cr, mg/l	0.013	<0.005
Pb, mg/l	<0.001	<0.001

V 2. Monitoring kvaliteta morskog ekosistema u projektnoj oblasti

V 2.1. Opis monitoringa JASPPeR

V 2.1.1. Projektna oblast

Pograničnu oblast, obuhvaćenu projektom JASPPeR čine 4 opštine: Opština Konavle u Dubrovačko-Neretvanskoj županiji u Hrvatskoj, zatim opštine Kotor, Tivat i Herceg Novi u Crnoj Gori.
Oblast obuhvaćenu monitoringom, čini morsko područje oko ispusta Cavtat, i zaliv Trašte, u čijem podmorju je smješten ispust Trašte. Situacioni plan je prikazan na slici 3.

Slika 3: Područje istraživanja, obuhvaćeno projektom JASPPer

V 2.1.2. Program monitoringa

Program monitoringa morskog ekosistema u okolini ispusta Cavtat i Trašte usaglašen je sa predlozima svih projektnih partnera, uz konsultaciju zahtjeva MSFD i drugih relevantnih propisa. Program monitoringa obuhvata svrishodna hidrografska, okeanografska, fizičkohemijska, mikrobiološka i biološka mjerenja u definisanoj projektnoj oblasti. Izabrani mjerni parametri treba da omoguće realizaciju cilja monitoringa, kao nosećeg elementa projektnih aktivnosti i rezultata. Cilj monitoringa morskog ekosistema je da se obezbijedi potreban i dovoljan obim podataka i informacija za pouzdanu procjenu efekata ispuštanja komunalnih otpadnih voda preko ispusta Cavtat i Trašte na morski ekosistem, u lokalnom i prekograničnom aspektu.
Definisana dinamika uzorkovanja obuhvata dvije kampanje uzorkovanja mora, u ljetnom periodu, kada se očekuje maksimalni pritisak emisije komunalnih voda u turističkoj sezoni, i van turističke sezone, kada je uticaj emisije sveden na doprinos lokalnog stanovništva. Procjena efekata emisije definisana je i ostalim, prije svega prirodnim uslovima, koji dimenzionišu uticaj emisije komunalnih voda.

Tabela V-13: Karakteristike programa monitoringa kvaliteta morskog ekosistema

Dinamika uzorkovanja	Mjerni parametri		Analitička metoda
Turistička sezona	medijum		
Van turističke sezone	voda	sediment	
	Temp		termometar
	Trans		Seki disk
	pH		Jonselektivna elektroda
	Sal		konduktometrija
	Ep		konduktormetrija
	Turb		instrumentalna
	RO		Vinkler
	SAT		proračun
	BPK5		Vinkler
	HPK		Volumetrija
	N-NH4		VIS Spektrofotometrija
	N-NO3		VIS Spektrofotometrija
	N-NO2		VIS Spektrofotometrija
	TN		Termokatalitička oksidacija
	P-ortoPO4		VIS Spektrofotometrija
	TP		VIS Spektrofotometrija
	TOC	TOC	Termokatalitička oksidacija
	Silikati		VIS Spektrofotometrija
	Hlorofil-a		VIS Spektrofotometrija
	Živa	Živa	ICP
	Kadmijum	Kadmijum	ICP
	Olovo	Olovo	ICP
	Hrom	Hrom	ICP
	Arsen	Arsen	ICP
	TFC		Membranska filtracija
	Escerichia Coli		Membranska filtracija
	Intestinal Enterococi		Membranska filtracija
	TC		Membranska filtracija

Hidrografska mjerenja obuhvataju mjerenja morskih struja u projektnoj oblasti, u periodu uzorkovanja, snimanje stanja podmorske infrastrukture i dr. Okeanografska

mjerenja obuhvataju mjerenja CTD sondom. Fizičkohemijska i mikrobiološka mjerenja obuhvataju svrsishodne parametre kvaliteta vode u vodenom stubu i sedimenta. Biološka mjerenja odnose se na analizu zoo i fitobentosa.

Fizičkohemijska mjerenja: Osnovni elementi monitoringa fizičkohemijskih parametara dati su u donjoj tabeli. Sediment je uzorkovan bagerom. Za uzorkovanje su korišćeni brodovi HHI, ZHMS i IMP.

Hidrografska mjerenja: Mjerenja morskih struja akustičnim dopler profajlerom na lokaciji svakog ispusta, na poziciji morskog dna, uz vertikalnu rezoluciju od 2m,

Mjerenja CTD sondom: Mjerenja temperature vode, gustine i saliniteta u vodenom stubu od površine do 2m od dna, sa vertikalnom rezlucijom od 1m;

Biološka mjerenja: Analiza abundance fito i zoobentosa u radijusu od 300m oko svakog ispusta.

Očekuje se da se na osnovu rezultata monitoringa, formira i predloži program dugoročnog održivog praćenja stanja morskog ekosistema u ovom regionu, u cilju sprečavanja zagađenja.

Mjerna mreža u oblasti Cavtat obuhvata 9 mjernih tačaka: 1. Kod izlazne tačke ispusta; 6 tačaka u transektu, na liniji koja prati liniju obale, u smjeru prema Dubrobniku i Crnogorskoj obali, na rastojanju 300m, 900m i 1800m od centralne tačke; 8. Obalna tačka; 9. Kontrolna tačka (prema otvorenom moru).

Mjerna mreža u oblasti ispusta Trašte obuhvata 7 mjernih tačaka: 1-3. U transektu oko kraja ispustne cijevi, tri mjerne tačke, T0, T1 i T2; 4. Kontrolna tačka prema hrvatskoj obali (R1); 5. Kontrolna tačka prema Budvi (R2); 6. Obalna kontrolna tačka (R3); 7. Kontrolna off-shore tačka (R4) – (Vidi slike 3 i 4).

Tabela V-14: Koordinate mjerne mreže u WGS (World Geodetic System)

Mjerne tačke	φ	λ	Dubina (m)
Cavtat			
1800 CG	42° 33.517’ N	18° 13.779’ E	53
900 CG	42° 33.875’ N	18° 13.324’ E	78
300 CG	42° 34.124’ N	18° 13.027’ E	68
Obalna stanica (CSTS)	42° 34.415’ N	18° 13.079’ E	50
Ispust Cavtat (OC)	42° 34.246’ N	18° 12.894’ E	65
Kontrolna stanica (CS)	42° 33.434’ N	18° 12.170’ E	104
300 Dbk	42° 34.393’ N	18° 12.729’ E	60
900 Dbk	42° 34.614’ N	18° 12.467’ E	45
1800 Dbk	42° 35.000’ N	18° 12.041’ E	25
Trašte			
Ispust Trašte T0	42⁰ 21.189' N	18⁰ 39.641' E	45
Transekt T1	42⁰ 21.266'N	18⁰ 39.395'E	45
Transekt T2	42⁰ 21.211'N	18⁰ 39.856'E	42
Referentna stanica R1	42⁰ 21.623'N	18⁰ 37.247'E	45
Referentna stanica R2	42⁰ 20.168'N	18⁰ 41.730' E	39
Obalna stanica R3	42⁰ 22.862'N	18⁰ 40.322' E	14
Referentna stanica R4	42⁰ 20.377'N	18⁰ 39.661' E	70

Slika 4.: Mjerna mreža kod ispusta Cavtat

Slika 5.: Mjerna mreža kod ispusta Trašte

V 2.1.3. Metodologija

Ljetna kampanja uzorkovanja u području Cavtata izvršena je brodom „Baldo Kosić II“ IMP iz Dubrovnika. Brod je opremljen odgovarajućim laboratorijskim prostorom i opremom za okeanografska mjerenja (akustični dopler profajler strujomjer i dr.). Okeanografska mjerenja u zalivu Trašte izvršena su brodom BH12 ZHMS iz Podgorice, koji ima namjenski laboratorijski prostor i odgovarajuću mobilnu opremu.

Za mjerenje morskih struja akustičnim dopler profajler strujomjerom primijenjena je fina vremenska rezolucija, 5 mjerenja u minutu, čime se dobija jedan statistički značajan podatak na 15min. Strujomjer je postavljen tokom ukupnog perioda monitoringa, na morskom dnu. HHI iz Splita, koji je realizovao ova mjerenja, koristio je Profajler RDI Workhorse Sentinel ADCP 300 kHz, postavljen na lokaciji 42° 34.378' N 18° 12.653' E. Mjereni su brzina i pravac morskih struja, sa vertikalnom rezolucijom 2m i vremenskom rezolucijom 15min. U zalivu Trašte je odgovarajuća oprema postavljena u novembru 2014., čime su mjerenja morskih struja izostala u prvoj kampanji uzorkovanja.

Specifična mjerenja snimanjem morskog dna oko ispusta i fizičkog stanja ispustne cijevi, vršena su u zimskoj kampanji uzorkovanja, sonarom i automatskom, daljinski vođenom ronilicom Hidrografskog instituta iz Splita, na oba područja, Cavtat i Trašte.

Salinitet, temperatura i gustina u vodenom stubu su izmjerene CTD sondom. Na ovaj način određena temperaturska stratifikacija.

Uzorkovanje vode mora na tri dubine vodenog stuba izvršeno je Niskin uzorkivačem (5l) u zoni Cavtat, odnosno Ruttner-ovom bocom (5l), u zoni Trašte. Uzorak sedimenta na Trašte je zahvaćen Van Veen bagerom, na svakom mjernom mjestu, s tim što je u zoni transekta formiran jedan kompozitni uzorak.

Temperatura vode, providnost (Secchi disk 30cm), pH, salinitet (i elektroprovodljivost) su izmjereni na terenu. Uzorci za ostale parametre (mutnoća, kiseonični parametri, silikati, nutrijenti, TOC, teški metali i hlorofil-a) su propisano pripremljeni na terenu i transportovani do laboratorije.

Većina fizičkohemijskih parametara je analizirana standardnim volumetrijskim i spektrofotometrijskim metodama. Teški metali u vodi i sedimentu (poslije odgovarajuće pripreme) su mjereni metodom ICP-OES. TOC i TN su mjereni metodom termokatalitičke oksidacije.

Za analizu hlorofila-a u zoni Cavtata, profiltrirano je 0,5l uzorka kroz GF/F Whatman filter, a filtrat je čuvan u mraku, na -22 °C. Hlorofil je ekstrahovan sa 10ml 90% acetona na sobnoj temperaturi, u mraku, tokom 24h. Korekcija za feofitin izvršena je acidifikacijom sa 0,1ml 0,1% HCl. Uzorci iz oblasti Trašte su filtrirani kroz mrežu veličine pora od 300 µm. Dalje je sproveden standardni postupak pripreme uzoraka i analize.
Za ocjenu trofičkog stanja izračunat je TRIX – indeks (Karydis 2009; Vollenweider et al. 1998).
S obzirom na prirodu otpadnih voda i zadatak Studije, analizirani su i mikrobiološki parametri, indikatori fekalnog zagađenja: broj ukupnih koliformnih bakterija (u 100ml vode), broj fekalnih bakterija (u 100ml) i broj intestinalnih enterokoka (u 100ml). Za analizu uzoraka iz zaliva Trašte korišćena je metoda selektivne membranske filtracije, a u oblasti Cavtata, metoda najvjerovatnijeg broja bakterija (MPN).
Izvršena su biološka mjerenja (makrozoobentos) u zoni oba ispusta.

V 2.2. Rezultati monitoringa mora

Pregled mjerenja dat je u tabeli V-15.

Tabela V-15.: Pregled realizacije programa monitoringa
(xxx-voda; xxx-sediment; xxx - neobavezno)

Mjerni parametri	Hrvatska				Crna Gora			
	ljeto		zima		ljeto		zima	
T vode	+		+		+		+	
Trans					+		+	
pH					+		+	
Sal	+		+		+		+	
Cond					+		+	
Turb					+		+	
RO	+		+		+		+	
SAT	+		+		+		+	
BPK5	+		+		+		+	
N-NH4	+		+		+		+	
N-NO3	+		+		+		+	
N-NO2	+		+		+		+	
TN	-		+		+		+	
orto-P	+		+		+		+	
TP	+		+		+		+	
TOC	-	-	+	+	+	-	+	+
Silikati	+		+		+		+	
Chl-a	+		+		+		+	
TRIX	+		+		+		+	
Živa	-	-	-	+	+	+	+	+
Kadmijum	-	-	-	+	+	+	+	+
Olovo	-	-	-	+	+	+	+	+
Hrom	-	-	-	-	+	+	+	+
Arsen	-	-	-	-	+	+	+	+
TC	+		+		+		+	
TF	+		+		+		+	
IE	+		+		+		+	
makrozoobentos	-		+		-		+	
CTD sonda	+		+		+		+	
Strujomjer	+				+			

Teški metali u oblasti Cavtata mjereni su samo u zimskoj kampanji. U oblasti Trašte teški metali su mjereni i u vodi i sedimentu, u obije kampanje. Podaci za sadržaj hroma i

arsena u oblasti Trašte nijesu obavezni. TOC u vodi, u oblasti Cavtata mjeren je samo u zimskoj kampanji. TOC u sedimentu je mjeren samo u zimskoj kampanji. Biološka mjerenja izvršena su samo u zimskoj kampanji.
Rezultati mjerenja u oblasti oba ispusta su metodološki koherentni i mogu se upoređivati.

V 2.2.1. Rezultati monitoringa u okolini ispusta Cavtat

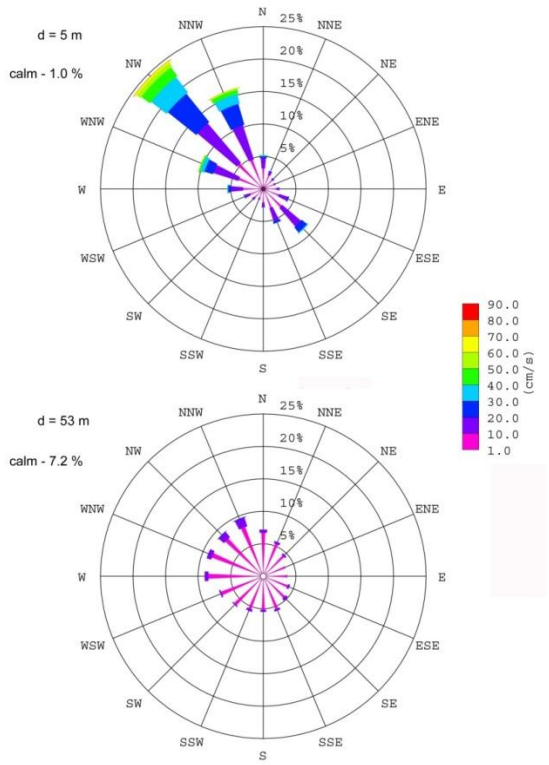
Dubina vode i dubina uzorkovanja vode na svim mjernim mjestima u području Cavtat, data je u Tabeli V-16.

Tabela V-16.: Podaci o dubini vode i uzorkovanja, Cavtat

Stanice	1800CG			900CG			300CG			300Dbk			900Dbk			1800Dbk			OC			CSTS			CS		
D (m)	53			78			68			60			45			25			65			104			50		
DU (m)	1	20	40	1	35	70	1	30	60	1	25	50	1	20	40	1	10	20	1	30	60	1	20	45	1	50	100

V 2.2.1.1. Mjerenja morskih struja

Pravac i brzina morskih struja u površinskom i pridnenom sloju vode u blizini ispusta Cavtat kontinualno su mjereni instrumentom Acoustic Doppler Current Profiler, postavljenim na dubini od 60m, u periodu 27.08.2014.-28.02.2015. Mjerenje je izvršeno u vertikalnom profilu 5-53m, sa vertikalnom rezolucijom od 2m.



Slika 6.: Ruža pravaca morskih struja kod ispusta Cavtat, u površinskom i pridnenom sloju u mjernom periodu

Za sporije struje, do 20cm/s, bila je karakteristična ujednačenost pravca, naročito u površinskom sloju, sa epizodama od nedjelju i duže. Postojali su i periodi sa većom brzinom i ujednačenim pravcem, kroz vodeni stub. Izdvajaju se dva duža perioda sa jačom strujom NW pravca, u periodu kraj septembra-početak oktobra. Početkom novembra izdvajaju se epizode sa većom brzinom struja, NW pravca. U periodu kraj novembra-početak decembra evidentirane su struje sličnih karakteristika. Epizode sredinom decembra karakteriše uniformnost pravca u vodenom stubu i pojačanje struja u površinskom sloju. Evidentirana je intenzifikacija struja krajem januara i duže epizode sličnih karakteristika u februaru.
Mjerenja pokazuju da su u mjernom periodu bile generalno dominantne struje NW pravca, i u površinskom i pridnenom sloju. Detaljnija analiza pokazuje da su u površinskom sloju bile preovladavajuće struje NW (24.5 %) i NNW (16.0 %) pravca, a u pridnenom sloju struje NNW (9.2 %), WNW (8.7 %), NW (8.6 %) i W (8.6 %) pravca (Slika 6). Generalni pravac NW skreće na pravac W u pridnenom sloju. Jačina struja je najveća u površinskom sloju, sa postepenim slabljenjem po dubini. Uniformnost pravca je veća u površinskom sloju, a varijacija veća u pridnenom sloju. Pravac struja ka obali zastupljen je 34,6% u površinskom sloju, a 35,8%, u pridnenom sloju. Struje najvećeg intenziteta imale su pravac NW, kao i NNW u površinskom sloju, odnosno NNW i NW-W , u dubinskom sloju.
Maksimalna brzina struja u površinskom sloju je iznosila 83,2cm/s, a u pridnenom sloju 36,5cm/s.

V 2.2.1.2. Fizičko stanje ispustne cijevi Cavtat (snimanje ROV-om)

Ispitivanja fizičkog stanja ispustne cijevi pomoću opreme ROV pokazala su da je cijev propisano postavljena, učvršćena i odmaknuta od morskog dna. Generalno, infrastruktura je neoštećena. Međutim, usta cijevi i posljednjih 4 konfuzor/difuzorskih sekcija su začepljeni. U funkciji je samo peta sekcija, difuzor udaljen oko 25m od usta cijevi. Pretpostavlja se da mehanička rešetka propušta veće predmete od projektovanih, zbog čega je došlo do začepljenja. Pretpostavlja se da je začepljenje nastupilo ne mnogo davno, prvo usta cijevi, pa redom difuzori.

Slika 7. : Ispravni otvor ispusta Cavtat

Slika 8.: Izgled vrha ispustne cijevi Cavtat

Usta cijevi, difuzorske sekcije i ostali djelovi infrastrukture (lanci, bačvice i dr.) su obrasli morskim organizmima.

V 2.2.1.3. Mjerenja kvaliteta vode

V 2.2.1.3.1. Mjerenja CTD sondom vodenog stuba

Tabela V-17.: Srednje vrijednosti rezultata mjerenja CTD sondom, Cavtat 27.08.2014.

	1800 CG	900 CG	300 CG	CSTS	OC	CS	300 Dbk	900 Dbk	1800 Dbk
T (°C)	20.76	18.88	19.34	20.52	19.48	18.21	20.82	21.85	25.87
S (psu)	38.41	38.52	38.50	38.42	38.49	38.56	38.40	38.34	38.03
Gustina σ_T (kg/m^3)	27.1	27.69	27.55	27.17	27.50	27.89	27.60	26.74	25.36

Tabela V-18.: Srednje vrijednosti rezultata mjerenja CTD sondom, Cavtat 1.03.2015.

	1800 CG	900 CG	300 CG	CSTS	OC	CS	300 Dbk	900 Dbk	1800 Dbk
T (°C)	14.28	14.39	14.42	14.40	14.37	14.38	14.41	14.29	13.87
S (psu)	38.11	38.27	38.28	38.14	38.21	38.33	38.24	38.07	37.51
Gustina σ_T (kg/m^3)	28.53	28.63	28.63	28.53	28.59	28.68	28.60	28.50	28.16

V 2.2.1.3.2. Fizičkohemijska i mikrobiološka mjerenja u vodenom stubu

Osim očekivano nižih temperatura, tokom zime su i vrijednosti saliniteta (u površinskom sloju) i saturacije bile za nijansu niže. I BPK5 je bio malo niži u zimskoj kampanji, ali je takođe i raspodjela vrijednosti bila drugačija. Dok su u ljetnoj kampanji povećane vrijednosti „Sat“ i BPK5 bile izmjerene oko ispusta, tokom zime su bile pomjerene ka sjevernijim stanicama DBK.
Ipak, apsolutne vrijednosti pomenutih parametara u obije kampanje mjerenja svjedoče o niskoj koncentraciji organske materije, kao i o prirodnom nivou saliniteta i saturacije kiseonikom.
U ljetnoj kampanji je utvrđeno da se formira termoklina u vodenom stubu. Temperature su odgovarale sezoni mjerenja. Salinitet je uobičajen za ovaj dio Jadrana. Zasićenje vode kiseonikom je bilo optimalno. Uglavnom je srednji sloj bio najviše zasićen kiseonikom. BPK5 je bila vrlo niska i odgovarala je vrlo malom prisustvu organske materije u vodi.

Tabela V-19.: Fizičkohemijska mjerenja mora u vodenom stubu, Cavtat 27.08.2014.

Parametar Stanica	Sloj vode	**T** °C	**Sal** psu	**RO** ml/l	**Sat** %	**BPK_5** mg/l
1800 CG	P	25,99	38,20	4,97	109	1,01
	S	18,86	38,48	5,92	115	1,97
	D	16,68	38,65	5,74	107	0,94
900 CG	P	26,26	38,15	4,83	106	0,96
	S	16,97	38,62	5,71	107	0,81
	D	16,04	38,68	5,33	98	1,43
300 CG	P	26,14	38,10	4,91	108	0,69
	S	17,31	38,59	5,89	111	0,87
	D	16,08	38,68	5,41	99	0,34
300 Dbk	P	26,37	38,10	4,62	102	0,34
	S	18,29	38,51	5,59	107	0,74
	D	16,53	38,66	5,57	103	0,56
900 Dbk	P	26,46	381,6	4,62	102	0,39
	S	21,11	38,39	5,57	112	0,89
	D	16,81	38,64	5,51	103	0,27
1800 Dbk	P	26,13	37,25	5,03	110	0,64
	S	26,29	38,10	4,71	104	0,47
	D	23,22	38,26	5,60	117	1,19
OC	P	26,01	38,14	4,67	102	0,39
	S	17,30	38,58	5,87	110	1,19
	D	16,10	38,68	5,42	100	0,83
CSTS	P	26,02	38,08	4,67	102	0,51
	S	19,23	38,48	5,99	117	0,77
	D	16,62	38,66	5,71	106	1,86
CS	P	26,83	38,21	4,64	103	0,71
	S	16,54	38,65	5,62	104	1,06
	D	15,29	38,69	4,99	90	0,34

Sadržaj nutrijenata je bio relativno nizak. Najveći sadržaj TIN je bio na 1800 CG i 1800 DBK u površinskom i srednjem sloju. Moguće je da je to posljedica nekog lokalnog uticaja ili procesa u vodi, prije nego daljinskog transporta. Za razliku, TP je bio najveći na 1800 CG pri dnu (loše stanje). Zadovoljavajuće stanje u pogledu TP je nađeno na stanicama DBK u nižim slojevima vode, a na Obalnoj i Kontrolnoj stanici u površinskom sloju. Sadržaj hlorofila je bio u statusu „vrlo dobro“. Na većini stanica, najveće vrijednosti su izmjerene u pridnenom sloju. TRIX je takođe bio vrlo dobar i odgovarao oligotrofnim uslovima.

Tabela V-20.: Fizičkohemijska mjerenja mora u vodenom stubu, Cavtat 1.03.2015.

Parametar Stanica	Sloj vode	**T** °C	**Sal** psu	**RO** ml/l	**Sat** %	**BPK_5** mg/l	**TOC** mg/l
1800 CG	P	13,09	35,92	8,73	104	0,11	2,07
	S	14,55	38,55	8,07	101	0,19	4,55
	D	14,55	38,57	7,94	99	0,01	1,61
900 CG	P	13,12	35,95	8,69	103	0,03	1,50
	S	14,59	38,57	7,96	99	0,10	1,90
	D	14,58	38,58	8,19	102	0,39	1,52
300 CG	P	13,16	36,03	8,19	98	0,57	1,72
	S	14,60	38,57	8,16	102	0,41	1,87
	D	14,60	38,59	8,49	106	0,69	2,16
300 Dbk	P	13,12	35,97	8,39	100	0,13	2,36
	S	14,54	38,53	8,77	109	0,90	1,70
	D	14,73	38,62	8,42	105	0,49	1,67
900 Dbk	P	13,12	35,94	8,35	99	0,87	-
	S	14,52	38,50	7,86	98	0,26	-
	D	14,69	38,59	7,89	100	0,26	-
1800 Dbk	P	13,12	36,02	8,90	106	0,69	-
	S	13,77	37,49	8,49	103	0,24	-
	D	14,51	38,44	8,16	101	0,17	-
OC	P	13,13	35,92	8,69	103	0,14	1,85
	S	14,62	38,57	8,09	101	0,24	2,12
	D	14,59	38,59	7,89	98	0,01	1,38
CSTS	P	13,12	35,83	8,73	104	0,84	-
	S	14,65	38,56	7,70	96	0,76	-
	D	14,72	38,61	8,86	111	1,20	-
CS	P	13,26	36,45	8,86	106	2,66	2,20
	S	14,53	38,58	8,12	101	0,04	2,31
	D	14,57	38,59	8,04	100	0,01	1,89

Tabela V-21: Sadržaj nutrijenata, hlorofila i TRIX, Cavtata 27.08.2014.

Param. Stanica	Sloj vode	NH_4-N µM	NO_3-N µM	NO_2-N µM	TIN µg/l	o-PO_4 µM	TP µg/l	SiO_4 µM	Chl a µg/l	TRIX
1800 CG	P	0,20	0,211	0,020	6,059	0,020	1,688	0,656	0,078	1,96
	S	0,56	0,152	0,018	10,200	0,046	3,039	1,019	0,112	2,67
	D	0,16	0,146	0,014	4,455	0,350	10,972	0,868	0,157	2,68
900 CG	P	0,29	0,141	0,020	6,324	0,020	3,207	0,585	0,107	2,19
	S	0,14	0,124	0,016	3,898	0,030	2,701	0,444	0,159	2,12
	D	0,29	0,167	0,033	6,884	0,061	3,039	0,585	0,192	2,03
300 CG	P	0,41	0,171	0,020	8,474	0,015	3,545	0,565	0,080	2,31
	S	0,22	0,161	0,020	5,635	0,066	2,870	0,313	0,091	2,25
	D	0,19	0,153	0,027	5,151	0,056	3,207	0,595	0,214	1,53
300 Dbk	P	0,54	0,119	0,021	9,572	0,096	3,714	1,281	0,068	1,79
	S	0,18	0,125	0,025	4,661	0,127	5,739	1,080	0,094	2,29
	D	0,15	0,121	0,029	4,246	0,076	2,870	1,070	0,181	1,96
900 Dbk	P	0,30	0,121	0,020	6,113	0,091	4,220	1,080	0,064	1,68
	S	0,20	0,126	0,014	4,729	0,066	4,727	0,898	0,100	2,45
	D	0,10	0,094	0,016	2,925	0,086	5,064	0,898	0,177	1,95
1800 Dbk	P	0,14	1,501	0,029	23,368	0,117	4,895	4,995	0,108	2,99
	S	0,69	0,139	0,021	11,928	0,101	3,141	1,493	0,086	2,14
	D	0,12	0,114	0,016	3,551	0,091	4,558	0,979	0,081	2,38
OC	P	0,20	0,109	0,031	4,729	0,051	3,883	0,565	0,092	1,74
	S	0,17	0,097	0,033	4,243	0,091	4,727	0,464	0,113	2,39
	D	0,14	0,149	0,031	4,528	0,046	2,363	0,505	0,213	1,20
CSTS	P	0,09	0,171	0,020	3,976	0,274	8,480	1,150	0,137	2,11
	S	0,14	0,124	0,016	3,898	0,076	2,363	0,989	0,104	2,25
	D	0,20	0,145	0,025	5,218	0,071	4,727	0,969	0,183	2,45
CS	P	0,24	0,141	0,029	5,703	0,101	5,402	1,191	0,083	2,00
	S	0,13	0,114	0,016	3,689	0,056	4,051	1,090	0,113	1,96
	D	0,14	0,466	0,074	9,570	0,076	3,883	1,725	0,139	2,67

U zimskoj kampanji sadržaj azotnih komponenti je bio relativno ujednačen, sa nepravilnom distribucijom po dubini. Sadržaj NO3 i NH4 bio je sličan u obije kampanje.

Tabela V-22: Sadržaj nutrijenata, hlorofila i TRIX, Cavtata 1.03.2015.

Param. Stanica	Sloj vode	NH_4-N µg/l	NO_3-N µg/l	NO_2-N µg/l	TIN µg/l	TN µg/l	o-PO_4 µg/l	TP µg/l	SiO_4 µg/l	Chl a µg/l	TRIX
1800 CG	P	27,43	35,19	2,61	65,23	89,08	1,36	5,93	185,38	0,30	3,47
	S	25,00	26,58	3,92	55,49	63,29	0,22	4,14	67,89	0,18	2,42
	D	24,33	17,56	3,60	45,48	52,13	0,18	3,72	67,02	0,17	2,45
900 CG	P	27,72	35,29	2,76	65,76	82,40	0,76	4,28	178,77	0,30	3,31
	S	25,73	20,95	4,07	50,75	63,32	0,99	4,40	67,44	0,17	2,44
	D	31,13	21,52	3,70	56,35	76,00	0,67	4,37	58,28	0,14	2,81
300 CG	P	34,40	32,03	2,76	69,20	83,76	1,15	5,08	171,13	0,24	3,16
	S	26,93	23,35	3,69	53,98	61,06	0,43	3,75	61,45	0,19	2,78
	D	26,16	20,81	3,58	50,55	57,62	0,61	3,67	57,98	0,14	3,07
300 Dbk	P	34,96	32,37	2,75	70,08	86,71	2,05	5,49	176,64	0,30	2,01
	S	27,51	16,71	3,83	48,05	50,88	1,37	4,63	80,76	0,21	3,45
	D	24,87	48,74	3,72	77,33	99,96	1,37	3,97	57,56	0,13	3,19
900 Dbk	P	31,17	38,44	2,45	72,06	97,32	1,21	5,33	166,76	0,28	2,76
	S	26,11	16,30	3,82	46,23	65,66	0,90	4,30	69,63	0,21	2,88
	D	25,45	24,81	4,22	54,47	74,61	1,02	4,55	59,99	0,13	2,09
1800 Dbk	P	26,72	32,27	2,70	61,69	95,05	1,24	5,31	167,72	0,25	3,50
	S	26,69	54,68	2,20	83,57	100,44	0,60	4,14	106,12	0,18	3,19
	D	37,28	27,63	3,74	68,64	85,73	0,57	4,03	89,29	0,20	2,86
OC	P	27,30	34,07	2,40	63,77	108,44	0,45	4,37	193,61	0,30	3,31
	S	25,53	20,34	3,58	49,45	58,78	0,27	3,43	63,64	0,17	2,45
	D	30,22	20,30	4,05	54,57	67,42	0,19	3,51	84,29	0,13	2,58
CSTS	P	27,51	40,51	3,63	71,64	94,17	0,46	4,39	186,67	0,29	3,38
	S	25,60	21,49	3,96	51,05	62,44	0,16	3,39	64,60	0,17	2,96
	D	23,88	19,59	2,86	46,33	60,10	0,39	3,70	66,39	0,13	3,24
CS	P	36,05	30,51	2,85	69,42	77,15	0,34	4,17	158,35	0,26	3,47
	S	26,00	15,83	3,61	45,44	55,46	0,22	3,03	66,57	0,15	2,40
	D	25,44	15,73	3,68	44,84	49,29	0,22	3,15	67,50	0,14	1,93

Sadržaj TP je bio manji, nego u ljetnoj kampanji. Na stanicama tipa „CG“ i „DBK“ sadržaj TP je bio zadovoljavajući samo u površinskom sloju. Na ostalim stanicama i po dubini sadržaj TP je bio dobar. TRIX je zimi bio veći za prosječno jedinicu i ravnomjerno raspoređen u čitavoj ispitnoj oblasti. Sadržaj hlorofila je takođe bio veći tokom zime, u površinskom sloju najviše.

Tabela V-23.: Mikrobiološka mjerenja mora u vodenom stubu, Cavtat 27.08.2014.

Stanice	sloj vode	TC u 100 ml	TF u 100 ml	IE u 100 ml
1800 CG	P	1	Ø	Ø
	S	Ø	Ø	Ø
	D	Ø	Ø	Ø
900 CG	P	Ø	Ø	Ø
	S	47	10	40
	D	Ø	Ø	Ø
300 CG	P	2	Ø	Ø
	S	190	160	40
	D	8	1	7
OC	P	Ø	Ø	Ø
	S	750	290	140
	D	7	2	2
CS	P	Ø	Ø	1
	S	Ø	Ø	Ø
	D	Ø	Ø	1
300 Dbk	P	Ø	Ø	1
	S	Ø	Ø	1
	D	91	11	18

Tabela V-24: Mikrobiološka mjerenja mora u vodenom stubu, Cavtat 1.03.2015.

Stanice	sloj vode	TC u 100 ml	TF u 100 ml	IE u 100 ml
1800 CG	P	Ø	Ø	Ø
	S	Ø	Ø	Ø
	D	1	Ø	Ø
900 CG	P	Ø	Ø	Ø
	S	Ø	Ø	Ø
	D	Ø	Ø	Ø
300 CG	P	Ø	Ø	Ø
	S	Ø	Ø	Ø
	D	Ø	Ø	Ø
OC	P	Ø	Ø	Ø
	S	Ø	Ø	Ø
	D	Ø	1	Ø
CS	P	Ø	1	1
	S	Ø	Ø	Ø
	D	Ø	Ø	Ø
300 Dbk	P	Ø	Ø	Ø
	S	120	64	10
	D	16	7	3

Bakteriološko stanje u ljetnoj kampanji bilo je povoljno. Malo povećane su bile vrijednosti na 300CG i OC u srednjem sloju. U zimskoj kampanji je bakteriološko stanje bilo još povoljnije, skoro svuda bez prisustva opasnih bakterija. Jedino su na stanici 300DBK evidentirane malo povećane vrijednosti, u srednjem sloju vode.

V 2.2.1.3.3. Fizičkohemijska mjerenja sedimenta

Teški metali i TOC u sedimentu su rađeni samo u zimskoj kampanji, na svim stanicama, osim 900DBK i 1800DBK. Na CSTS-Obalna je mjeren samo TOC. Sva tri metala su bila u mjerljivom opsegu. Žive je najviše bilo na 900CG i CS-Kontrolna, slično kadmijum, a olovo najviše kod ispusta i na Kontrolnoj. Interesantno je da je i TOC bio najveći na Kontrolnoj stanici (osim na 900CG). Možda je to posljedica prioritetnog pravca širenja zagađenja od ispusta ka otvorenom moru, ili nečeg zasad nepoznatog. U svakom slučaju, najopterećeniji je sediment na 900CG i CS-Kontrolna.

Tabela V-25: Sadržaj teških metala i TOC u sedimentu, Cavtat 12.02.2015.

Param. Stanica	Hg mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	TOC %
1800 CG	0,042	0,14	11,71	0,5
900 CG	0,067	0,19	17,58	0,8
300 CG	0,047	0,18	16,36	0,6
OC Ispust	0,035	0,13	19,61	0,4
CSTS	-	-	-	0,4
300 DBK	0,025	0,14	11,89	0,3
CS	0,058	0,16	20,13	0,7

V 2.2.1.4. Biološka mjerenja

Dno je prekriveno debelim slojem sedimenta, po sastavu muljevitog pijeska. Na ovakvoj podlozi razvila se cirkalitoralna zajednica, kao prelazna, između biocenoze obalnih detritusnih dna i biocenoze obalnih terigenih muljeva. Nađeni predstavnici prve zajednice su različite morske mahovine, mnogočekinjasti crvi, člankoviti crvi rodova *Pomatoceosr* i *Protula*, ehiurid *Bonellia viridis* i razne mješčićnice. Na kamenoj podlozi razvili su se kamenotočni sunđeri, člankoviti crvi, morske mahovine, mješčićnice itd. Na sedimentu su primijećene ljušture puža *Aporrhais pespelecani,* koji takođe pripada ovoj biocenozi. Biocenozu obalnih terigenih muljeva karakteriše mulj svijetlo smeđe boje, kojim je djelimično prekriven i detritusni pijesak i karakteristični organizmi, kao što su identifikovane meduze vrste *Alcyonium palmatum*, školjkaš vrste *Acanthocardia paucicostata* (ljušture) i bogata infauna, karakterišu biocenozu obalnih terigenih muljeva.

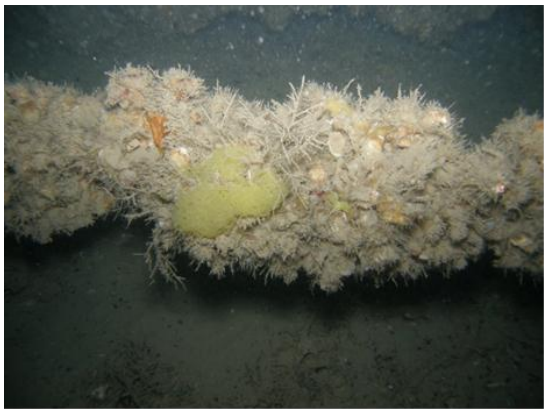
U cilju procjene uticaja emisije komunalnih voda na bentoske zajednice, ispitano je dno ispod i ispred usta cijevi. S obzirom na zimski period ispitivanja i odgovarajuću životnu fazu biote, eventualni uticaj bi pripadao minimalnoj magnitudi.

Utvrđeno je da oko cijevi ispusta nema sakupljanja bentoskih organizama. Uz cijev ispusta primijećene su relativno gusta jata riba jerica (*Anthias anthias*), a takođe se uz njega zadržavaju fratri (*Diplodus vulgaris*), arbuni (*Pagellus erythrinus*), zatim kanjci

(*Serranus cabrilla*) i knezovi (*Coris julis*). U pukotinama i rupama borave murine (*Muraena helena*). Pretpostavlja se da se u ljetnim uslovima oko usta cijevi može naći mnogo više oportunističkih riba.

Konfiguracija dna omogućuje sakupljanje otpada i djelova uginulih organizama najviše na dubini 57-60m (npr. ostaci posidonije), dok je najveći obraštaj cijevi na dubini 64m.

Razni otpad male gustine, nataložen kod usta cijevi, ukazuje na slabe pridnene struje. Slična vrsta otpada je nataložena i kod difuzora, s tim što je ovaj otpad prekriven tankim slojem sedimenta, osim kod difuzora koji je u funkciji. Površina gdje se taloži otpad nije velika i nekoliko metara od cijevi dno ima prirodne karakteristike.



Slika 9: Obraštaj na ispustu Cavtat

Ukupna analiza ukazuje da se ne uočava primjetni uticaj ispuštanja komunalnih voda na bentoske zajednice u široj okolini ispusta; uticaj je ograničen na dno u neposrednoj blizini ispusta. Ispust je obrastao uobičajenim organizmima za takve dubine. Preovladavaju školjkaši vrste *Neopycnodonte cochlear* i meduze iz grupe *Hydrozoa.*

V 2.2.2. Rezultati monitoringa u okolini ispusta Trašte

Tabela V-26.: Podaci o dubini vode i uzorkovanja, Trašte

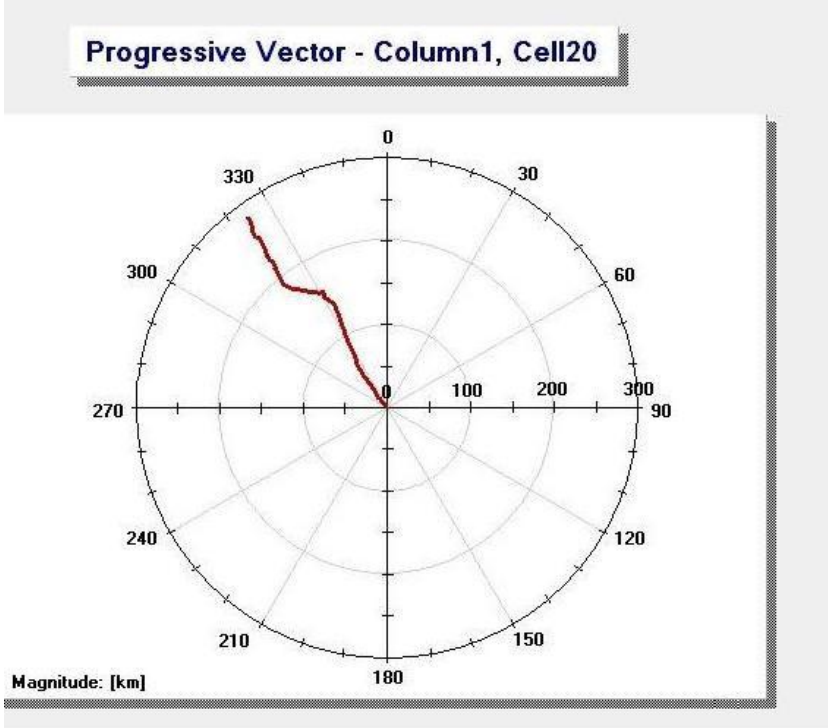
	Dubina vode	Dubina uzorka	
		27.08.2014.	12.02.2015.
T0	44	1,0	1,0
		18,0	20,0
		42,0	40,0
T1	45	1,0	1,0
		18,0	20,0
		40,0	40,0
T2	43	1,0	1,0
		20,0	20,0
		38,0	40,0
R1	46	1,0	1,0
		18,0	21,0
		40,0	42,0
R2	40	1,0	1,0
		18,0	20,0
		30,0	35,0
R3	14	1,0	1,0
		6,0	7,0
		12,0	12,0
R4	70	1,0	1,0
		15,0	35,0
		30,0	65,0

Dubina vode na transektu bila je očekivanih oko 45m. Dubina na tačkama R1 i R2 je bila približna. Najmanja dubina je bila na tački R3, blizu obale, a najveća na R4, ka otvorenom moru, gdje je bila skoro dvostruko veća, nego na transektu.
Izvršena su sva predviđena fizičkohemijska i mikrobiološka mjerenja. Jedino na tački R4 nije bilo moguće uzeti uzorak sedimenta.

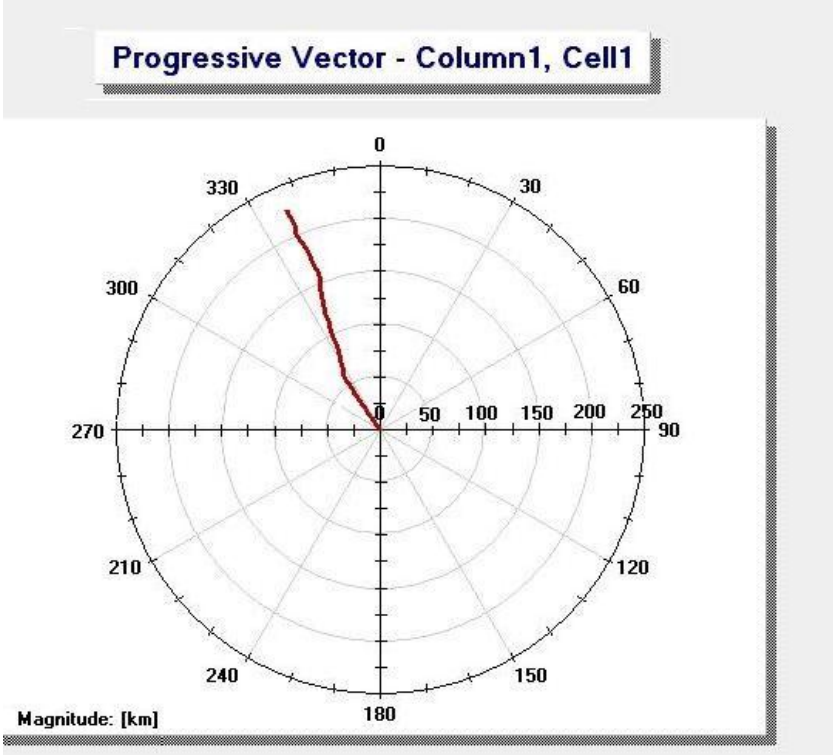
V 2.2.2.1. Mjerenja morskih struja

Mjerenja morskih struja u široj oblasti zaliva Trašte izvršena su strujomjerom, od strane Hidrografskog sektora Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju iz Podgorice, u periodu novembar 2014.- februar 2015.
Osnovna karakeristika ovog područja je zakonita pojava ulaznih struja u toku zimskih mjeseci. Smjer strujnog toka u kompletnom profilu od površine do dna približno je paralelan sa smjerom protezanja obale – transport je usmjeren od SE prema NW. Intenzitet dinamike varira po mjesecima, klimatološkom tipu godine i dubini. Zimi je generalni smjer NW, rezultujuća brzina 0.4–0.7 čvorova (1 čvor = 0.5144 m/sec). Maksimalne registrovane brzine u toku sezone dostižu 0.99 čvorova, a najčešće maksimalne vrijednosti su 0.5–0.8 čvorova. Minimalni brzine nijesu manje od 0.2 čvora

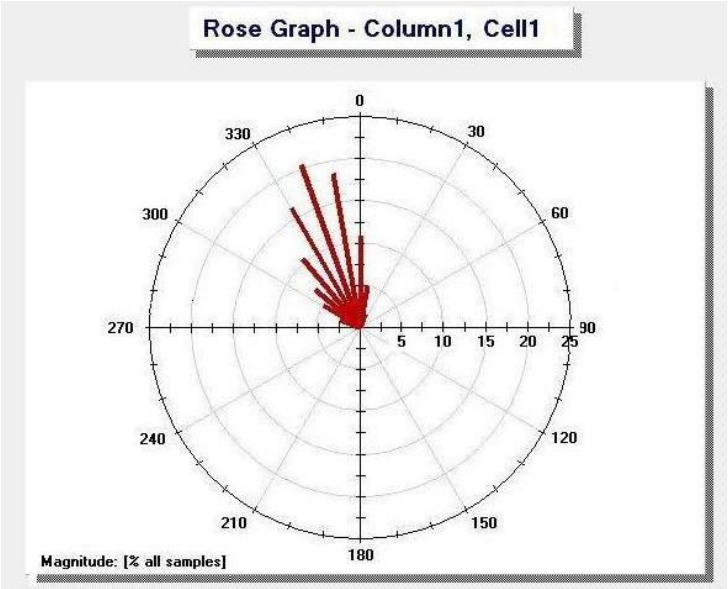
Generalni tok struja u zimskoj sezoni (novembar–mart) u ovom području potpuno se slaže sa mjerenjem ispred Cavtata. U zalivu smjer struja je suprotan, a brzina dvostruko manja.



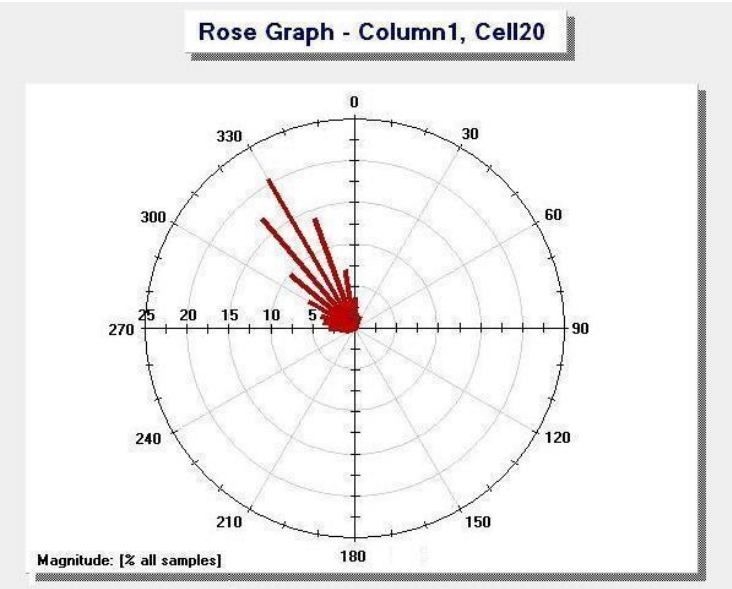
Slika 10: Prikaz vektora struja za površinski sloj vode



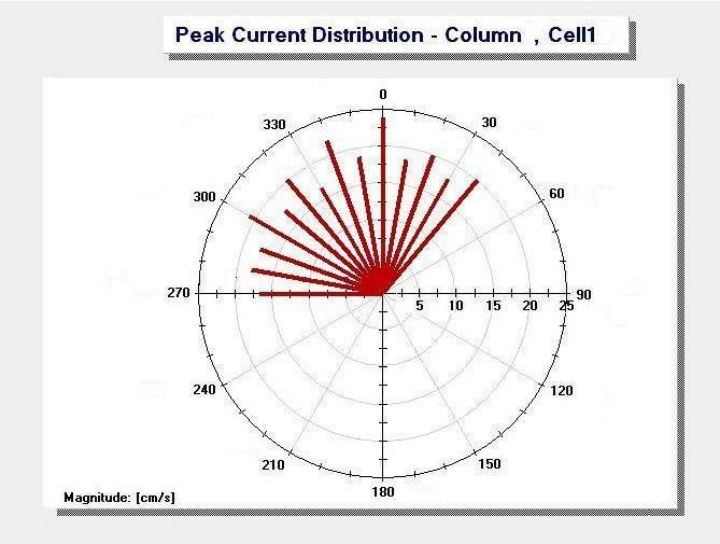
Slika 11: Prikaz vektora struja za pridneni sloj vode



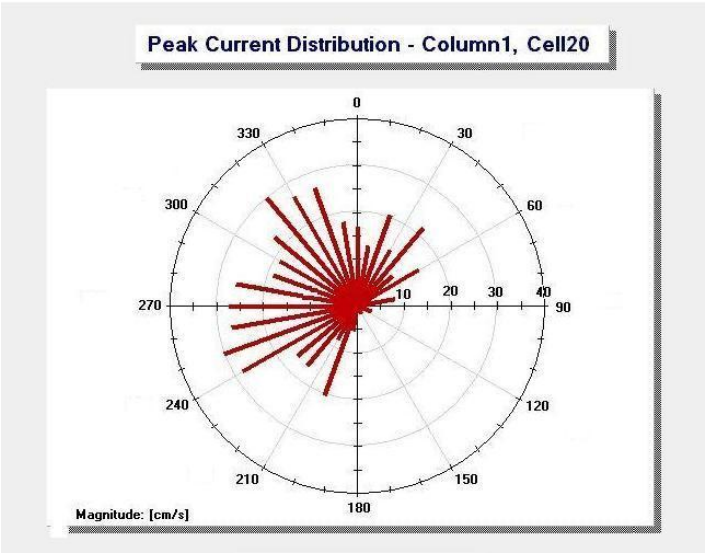
Slika 12: Ruža struja za pridneni sloj vode



Sika 13: Ruža struja za površinski sloj vode



Sika 14: Raspodjela maksimuma struja u pridnenom sloju vode



Sika 15: Raspodjela maksimuma struja u površinskom sloju vode

V 2.2.2.2. Fizičko stanje ispustne cijevi Trašte (Snimanje ROV-om)

Ispitivanja fizičkog stanja ispustne cijevi Trašte, izvršena daljinski vođenom ronilicom ROV, pokazala su značajno oštećenje ispustne cijevi na oko 1500m od obale, na dubini od oko 20m. Utvrđen je nedostatak preko 100m cijevi. Oštećenje je najvjerovatnije izazvalo nepropisno sidrenje nekog plovila. Snimak ROV prikazan je na Slici 17, gdje je oštećenje cijevi označeno crvenim krugom.

Na osnovu oštećenja bi se moglo zaključiti da komunalne vode ne dolaze do vrha cijevi, već se emituju na poziciji oštećenja. Ova pretpostavka ima reperkusije na tumačenje rezultata mjerenja, prije svega na području transekta.

Slika 16: Snimak sonarom cijevi Trašte

Slika 17.: Izgled prekida cijevi Trašte (snimak ROV-om)

V 2.2.2.3. Monitoring kvaliteta vode

V 2.2.2.3.1. Mjerenja CTD sondom

CTD mjerenjem je u ljetnom periodu utvrđena temperaturska stratifkacija, sa očekivanom izraženom termoklinom. Termoklina počinje na dubini od 10 metara, a debljina sloja termokline je 30-ak metara. Temperaturna razlika u sloju termokline je 10°C. Na svim stanicama voda veće gustine i saliniteta je u dubljim slojevima, a piknoklina se praktično poklapa sa termoklinom. Svi ovi uslovi su povoljni za sprečavanje difuzije otpada ka površini. CTD mjerenjem je identifikovan sloj slatke vode na dubini 10-15m, na svim stanicama osim stanice R3. Ovo može biti posljedica sakupljanja otpadne vode, koja se koncentrisala u sloju, određenom stratifikacijom gustine i temperature vode. Najviša prosječna temperatura vode bila je na R3, a najniža, na R4, zbog odgovarajuće dubine vode na ovim profilima.

Tabela V-27.: Srednje vrijednosti mjerenja CTD sondom, Trašte 27.08.2014.

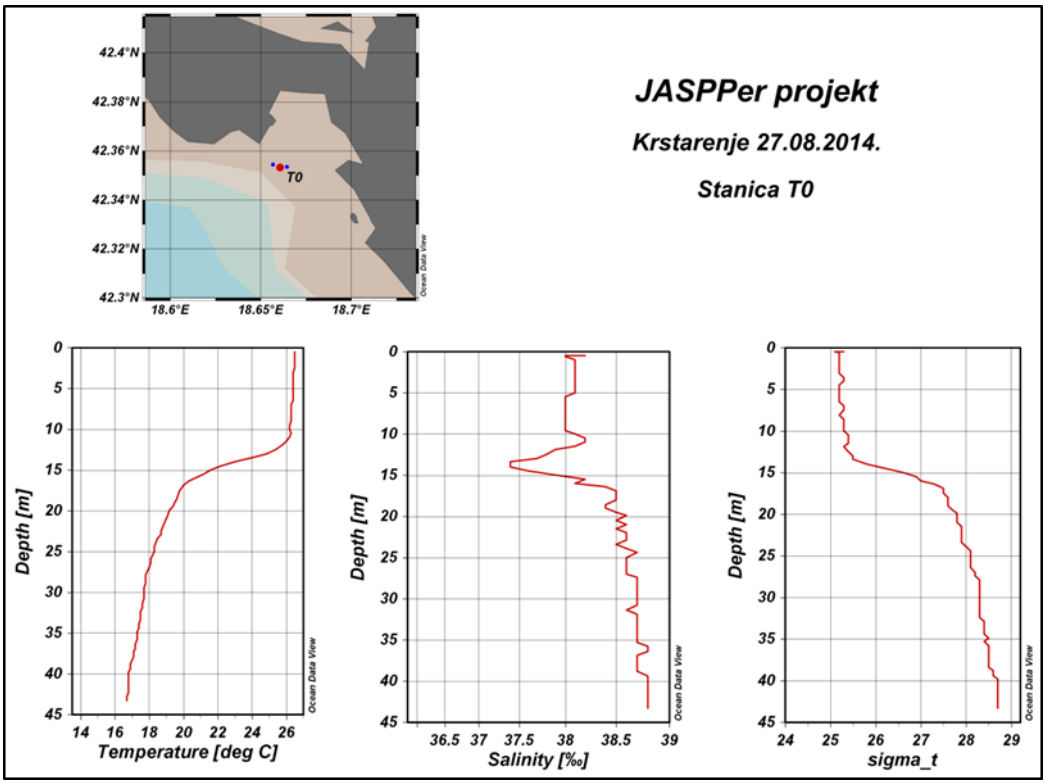
Param. Stanica	T °C	Sal psu	gustina-σ_T kg/m^3
T0	20.75	38.41	27.20
T1	20.96	38.39	27.12
T2	20.86	38.38	27.14
R1	20.96	38.37	27.10
R2	21.39	38.19	26.84
R3	25.84	38.06	25.42
R4	19.19	38.40	27.65

U zimskoj kampanji utvrđena je homogena temperatura duž vodenog stuba, što je takođe očekivana prirodna pojava. Time se otvara mogućnost miješanja zagađenja po čitavom volumenu vode. Temperatura vode je bila niska, primjerena zimskim uslovima, i

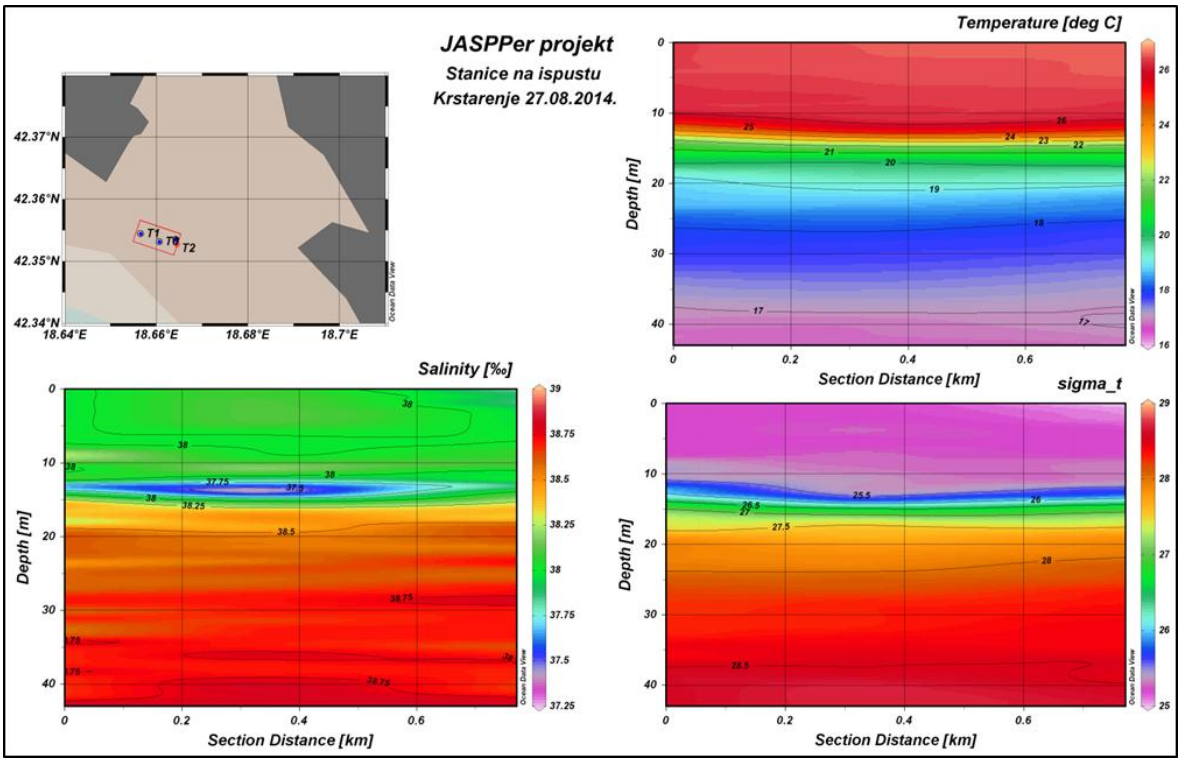
ujednačena, unutar 1°C na svim mjernim tačkama i u svim slojevima vode. Isto se može reći za salinitet i gustinu vode.
Osim znatno niže prosječne temperature u zimu, prosječni salinitet je bio gotovo isti u obije sezone. Prosječna gustina vode je bila malo veća i ujednačenija zimi, nego ljeti.

Tabela V-28.: Srednje vrijednosti mjerenja CTD sondom, Trašte 12.02.2015.

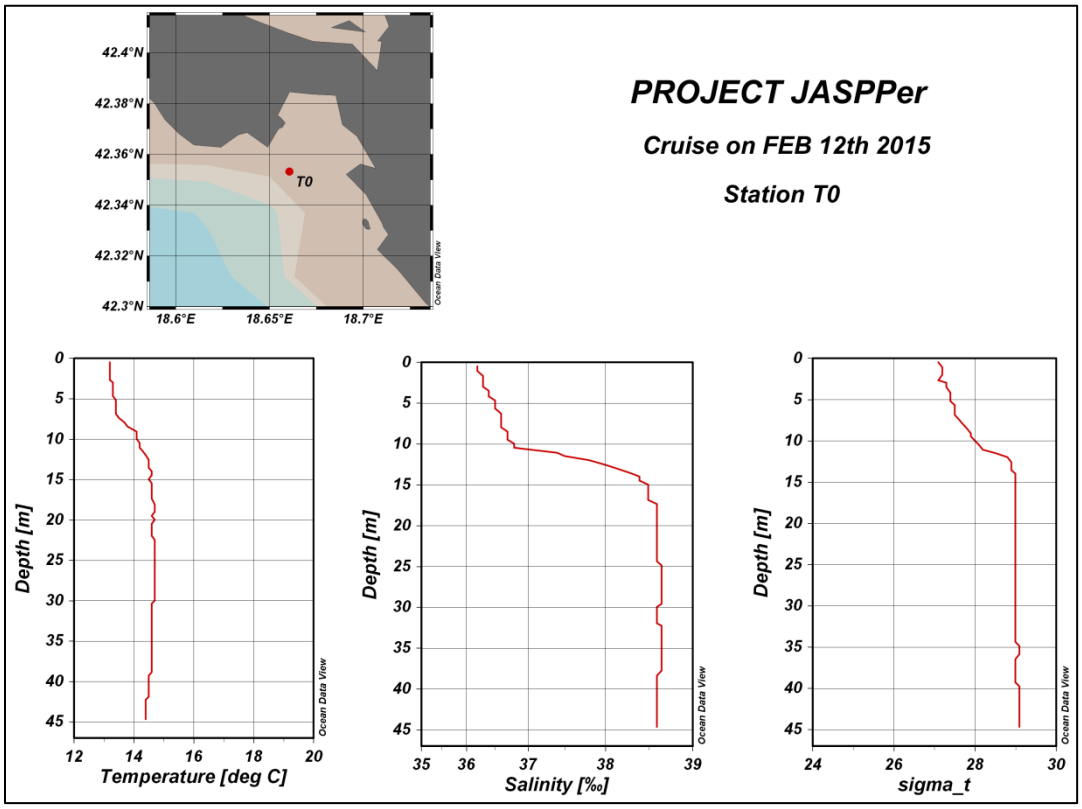
Param. Stanica	T °C	Sal psu	gustina- σ_T kg/m^3
T0	14,41	38,66	29,02
T1	14,46	38,67	29,03
T2	14,40	38,63	29,01
R1	14,59	38,68	29,00
R2	14,66	38,70	29,00
R3	13,78	38,50	28,99
R4	14,62	38,63	28,98



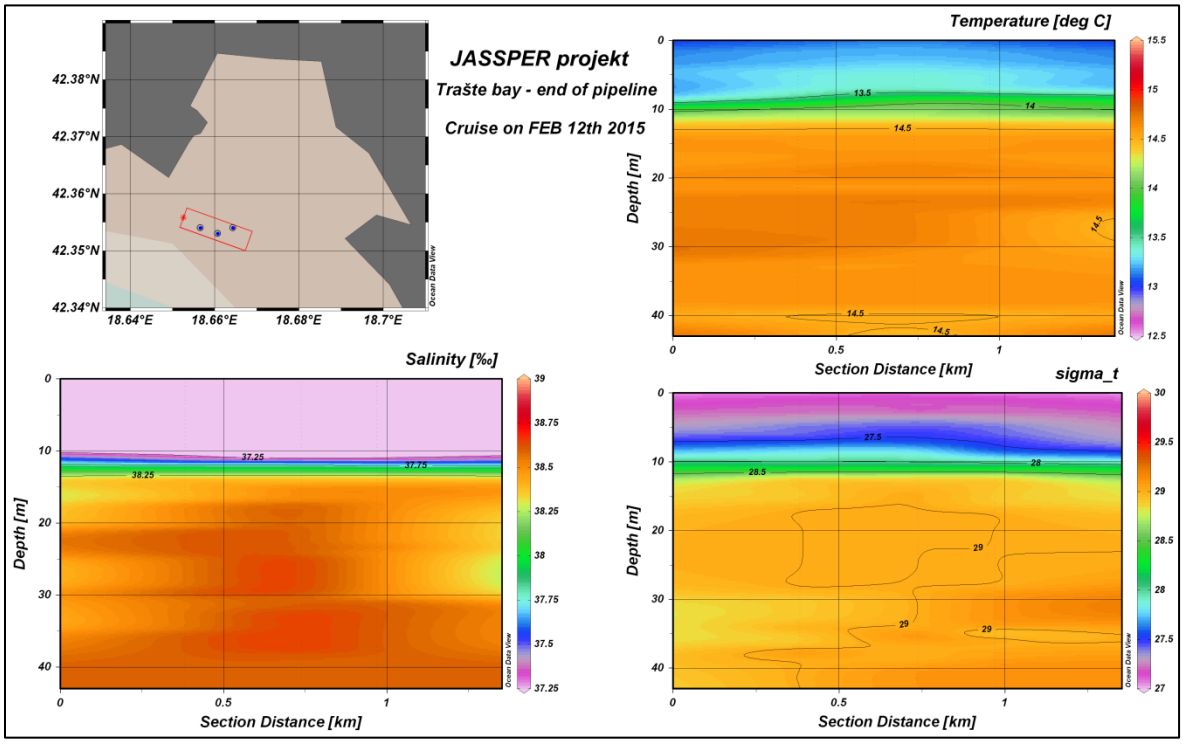
Slika 18.: Profili temperature, saliniteta i gustine na stanici T0 (28.08.2014.)



Slika 19.: Raspored temperature, saliniteta i gustine vode na stanici T0 (28.08.2014.)



Slika 20.: Profili temperature, saliniteta i gustine na stanici T0 (12.02.2015.)



Slika 21.: Raspored temperature, saliniteta i gustine vode na stanici T0 (12.02.2015.)

V 2.2.2.3.2. Fizičkohemijska i mikrobiološka mjerenja u vodenom stubu

Temperaturska razlika u površinskom i pridnenom sloju u ljetnim uslovima je bila 9-10 stepeni. Razlika u salinitetu u površinskom i druga dva sloja, od oko 1psu, potvrđuje postojanje dvije različite, unutar sebe homogene zone vode. pH su najveće u površinskom sloju, gdje je i planktonska aktivnost najveća. Izuzetak je tačka R3 u blizini obale, gdje pH raste sa dubinom. Sadržaj kiseonika i saturacija su bile najveće u srednjem sloju. Izuzetak je R3, ali ovdje dubina pridnenog sloja odgovara dubini srednjeg sloja ostalih mjernih profila. U površinskom i pridnenom sloju saturacija je bila 90% ili malo manja. Sve vrijednosti saturacije bile su ispod 100% i ukazuju na preovladavajući proces razgradnje biomase. BPK5 je bila relativno niska. TOC je bio iznad propisane A1 klase; najveći na R3, a najmanji na R4 u površinskom sloju. Ostali parametri su unutar propisane klase.

U zimskom periodu providnost je bila značajno manja, vjerovatno kao posljedica gustine vode i izotermije, koja je omogućila disperziju zagađenja po dubini. Salinitet je vrlo ujednačen po dubini i prostorno, i sličan onom ljeti. pH je bio veći, nego ljeti, a najveći na transektu i na R1. Saturacija kiseonikom je niža, nego ljeti, kao posljedica izostanka produkcije. Kreće se u opsegu od 75% (T2 pri dnu), do 83% (T0 pri dnu). BPK5 je bila vrlo niska i odgovarala maloj količini organske materije.

TOC je bio značajno veći u zimskom periodu. U zoni transekta to se odnosi na pridneni sloj, a na ostalim tačkama, uglavnom pri površini. Maksimalna vrijednost je izmjerena na

Tabela V-29.: Vrijednosti fizičkohemijskih parametara u vodenom stubu, Trašte 27.08.2014.

Param. Stanica	Sloj	T °C	Trans m	Sal psu	Turb ntu	Ep mS/cm	pH	O_2 mg/l	BPK_5 mg/l	Sat %	TOC mg/l
T0	P	26,0	20,5	36,8	DL	49,5	8,20	6,76	0,33	84	1,56
	S	19,4		37,3	0,60	50,5	8,16	8,48	1,56	93	1,52
	D	17,0		37,5	DL	51,0	8,10	7,95	0,60	83	1,23
T1	P	26,0	20,2	36,7	0,77	49,6	8,21	6,87	0,44	86	1,74
	S	19,1		37,4	0,63	50,6	8,18	8,46	1,00	92	1,69
	D	17,1		37,6	DL	51,1	8,15	8,32	1,97	87	1,31
T2	P	26,0	21,0	36,7	0,77	49,6	8,22	7,20	1,27	90	1,58
	S	18,8		37,4	0,88	50,6	8,18	8,63	1,07	93	1,43
	D	17,0		37,5	0,69	50,9	8,16	8,11	0,97	85	1,49
R1	P	26,1	19,8	36,6	0,89	49,4	8,21	6,85	0,47	86	1,59
	S	19,1		37,3	0,84	50,6	8,18	8,24	0,93	90	1,76
	D	16,7		37,5	0,78	51,1	8,17	8,06	0,85	83	1,40
R2	P	26,1	20,2	36,7	0,99	49,5	8,21	6,80	0,73	85	1,55
	S	20,1		37,0	0,69	50,3	8,20	8,46	0,93	94	1,64
	D	18,0		37,5	0,31	50,9	8,17	8,55	0,96	90	1,65
R3	P	26,0	do dna	36,6	0,54	49,4	8,20	6,91	1,00	86	2,25
	S	25,8		36,8	0,23	49,6	8,22	7,13	0,54	89	1,10
	D	24,8		36,8	0,77	49,6	8,22	7,44	1,57	91	1,08
R4	P	26,1	21,0	36,6	0,98	49,4	8,22	7,11	1,01	89	0,05
	S	19,9		37,3	0,86	50,6	8,19	8,49	1,29	94	1,73
	D	18,0		37,5	DL	50,8	8,18	8,11	0,38	86	1,41

Tabela V-30.: Vrijednosti fizičkohemijskih parametara u vodenom stubu, Trašte 12.02.2015.

Param. Stanica	Sloj	T °C	Trans m	Sal psu	Turb ntu	Ep mS/cm	pH	O_2 mg/l	BPK_5 mg/l	Sat %	TOC mg/l
T0	P	14,5	11,8	37,5	0,93	50,4	8,25	8,05	0,2	79	4,89
	S	14,2		37,3	0,45	50,3	8,24	7,98	0,7	78	4,20
	D	13,8		37,2	0,45	50,1	8,21	8,53	1,1	83	5,46
T1	P	14,9	13,2	37,1	0,34	50,1	8,19	8,07	0,6	80	6,00
	S	14,7		36,7	0,31	49,8	8,20	8,27	0,4	82	3,87
	D	13,9		37,3	0,81	50,2	8,25	8,18	0,3	80	4,91
T2	P	14,2	13,2	37,1	0,34	50,4	8,25	8,10	0,2	79	6,71
	S	14,2		37,3	0,39	52,0	8,23	7,99	0,5	78	4,56
	D	13,8		37,4	0,40	50,4	8,17	7,74	0,2	75	5,31
R1	P	14,2	12,9	37,4	0,71	50,1	8,25	7,74	0,3	76	5,75
	S	14,2		37,3	0,34	50,2	8,25	7,94	0,4	78	5,63
	D	14,2		37,2	0,37	50,0	824	7,86	0,3	77	4,70
R2	P	14,8	12,0	37,3	0,30	50,2	8,21	7,89	0,2	78	9,25
	S	14,8		37,4	0,27	50,4	8,22	7,83	0,2	77	7,50
	D	14,4		37,8	0,42	50,4	8,22	7,80	0,4	77	5,97
R3	P	13,7	11,9	36,8	0,36	49,3	8,23	8,13	0,3	79	5,59
	S	13,7		37,1	0,38	49,9	8,23	8,07	0,4	78	5,57
	D	13,5		37,1	0,25	50,1	8,21	8,29	0,4	80	4,21
R4	P	14,2	11,9	37,1	0,28	50,1	8,21	8,10	0,5	79	6,90
	S	14,4		37,2	0,27	50,1	8,21	8,06	1,0	79	5,98
	D	14,5		37,3	0,35	50,3	8,21	8,03	0,3	79	2,76

Tabela V-31.: Sadržaj nutrijenata, hlorofila i TRIX u zalivu Trašte, 27.08.2014.

Stanica	sloj vode	NO_3-N mg/l	NO_2-N µg/l	NH_4-N mg/l	TN mg/l	o-PO_4-P µg/	TP µg/l	SiO_4 mg/l	Chl-a µg/l	TRIX	
T0	P	0,130	2,50	DL	0,132	8	12	0,161	0,474	4,65	4.41
	S	0,180	3,50	DL	0,193	10	15	0,105	0,206	4,25	
	D	0,150	4,30	DL	0,158	4	6	0,126	0,339	4,36	
T1	P	0,120	3,20	0,022	0,143	7	8	0,165	0,306	4,27	4.08
	S	0,060	2,60	0,053	0,119	17	25	0,126	0,221	4,12	
	D	0,070	1,30	0,037	0,113	1	2	0,100	0,220	3,43	
T2	P	0,090	2,60	DL	0,095	DL	1	0,142	0,338	3,33	3.70
	S	0,080	1,00	DL	0,082	5	6	0,150	0,205	3,62	
	D	0,090	1,70	DL	0,093	9	11	0,049	0,220	4,19	
R1	P	0,140	3,90	DL	0,146	15	17	0,159	0,267	4,55	4.28
	S	0,140	2,20	0,008	0,153	18	20	0,079	0,188	4,36	
	D	0,070	2,30	DL	0,077	5	6	0,085	0,221	3,93	
R2	P	0,080	2,20	DL	0,080	3	4	0,181	0,204	3,75	3.79
	S	0,090	2,70	DL	0,089	8	11	0,177	0,220	3,86	
	D	0,080	2,60	DL	0,081	10	13	0,137	0,102	3,78	
R3	P	0,090	3,10	0,007	0,097	6	7	0,165	0,203	3,97	3.95
	S	0,040	2,30	DL	0,046	18	20	0,118	0,187	3,95	
	D	0,070	2,50	0,013	0,087	18	20	0,381	0,102	3,85	
R4	P	0,110	3,70	DL	0,114	15	17	0,104	0,204	4,28	4,10
	S	0,080	2,80	0,010	0,096	10	12	0,076	0,102	3,57	
	D	0,120	2,60	DL	0,121	23	26	0,081	0,141	4,42	

R4 zimi, čak 9,25mg/l. Vrijednosti TOC su u rangu onih za oblast Cavtat zimi. U oblasti Cavtata jedino se izdvaja povećana vrijednost TOC na stanici 1800CG u srednjem sloju.
U ljetnom periodu nitrati i nitriti su bili najveći na T0 i R1. Nitriti su bili najveći u površinskom sloju, osim na T0. Sadržaj amonijuma je bio samo povremeno mjerljiv.
Najveće vrijednosti su izmjereni na T1, gdje su bile mjerljive u čitavom vodenom stubu (max u sredini 0,053mg/l). Interesantno je da je amonijum na T0 i T2 bio ispod granice detekcije. Na R1 je bio mjerljiv u srednjem sloju, a na R3 u površinskom i pridnenom sloju. Ukupni azot je bio najveći na T0, a zatim na T1 i R1. Sadržaj orto i ukupnog fosfora je bio povećan u dubljim slojevima, pretežno u srednjem. Najveće vrijednosti orto-P i TP su izmjerene na R3, zatim R1 i T1, a apsolutni maksimum na R4 pri dnu (26µg/l) i T1-sredina (25µg/l). Hlorofil-a je bio najveći na transektu u površinskom sloju, naročito na T0. Najniže vrijednosti su na R4. Indeks TRIX, kao indikator eutrofikacije, bio je najveći na T0, zatim, R1, T1, ali i na R4. Vrijednosti nijesu mnogo varijabilne i ukazuju da je u zalivu proces eutrofizacije bio uočljiv i dostigao nivo umjerene eutrofije.
U zimskom periodu sadržaj nitrata, a naročito nitrita je bio veći, nego ljeti, prije svega u dubljim slojevima vode. Najveće vrijednosti nitrata su bile na T0 i R3. Sadržaj nitrita je bio vrlo varijabilan. Amonijum je bio ispod granice detekcije na svim tačkama. Sadržaj fosfora je bio prosječno znatno veći, nego ljeti. Povećane vrijednosti orto-P su bile na R4 (u svim slojevima, a naročito pri dnu, čak 164µg/l), zatim R3, R2, R1. Najniže vrijednosti su bile na transektu. Ukupni fosfor je bio najveći na R4, zatim na transektu. Raspored po dubini je bio vrlo varijabilan.

Tabela V-32: Sadržaj nutrijenata, hlorofila i TRIX u zalivu Trašte, 12.02.2015.

Stanica	sloj vode	NO_3-N mg/l	NO_2-N µg/l	NH_4-N mg/l	TN mg/l	o-PO_4-P µg/l	TP µg/l	SiO_4 mg/l	Chl-a µg/l	TRIX	
T0	P	0,114	18,2	DL	0,154	6	40	0,057	0,103	4,63	4,70
	S	0,110	18,5	DL	0,113	6	84	0,058	0,102	4,90	
	D	0,112	18,0	DL	0,333	DL	24	0,065	0,118	4,41	
T1	P	0,092	17,3	DL	0,116	DL	76	0,055	0,086	4,71	5,10
	S	0,013	18,5	DL	0,051	10	50	0,056	0,118	4,19	
	D	0,270	20,7	DL	0,295	30	56	0,086	0,544	5,62	
T2	P	0,092	21,4	DL	0,120	8	96	0,057	0,118	4,94	5,00
	S	0,105	19,4	DL	0,126	14	54	0,058	0,102	4,73	
	D	0,185	18,3	DL	0,205	20	52	0,072	0,205	5,19	
R1	P	0,094	19,4	DL	0,118	12	32	0,058	0,102	4,54	4,48
	S	0,101	17,6	DL	0,144	20	20	0,054	0,102	4,36	
	D	0,100	17,3	DL	0,121	22	30	0,057	0,102	4,51	
R2	P	0,096	19,4	DL	0,131	32	48	0,063	0,102	4,66	4,82
	S	0,102	16,0	DL	0,154	44	62	0,056	0,102	4,78	
	D	0,110	17,6	DL	0,138	8	98	0,059	0,102	4,97	
R3	P	0,104	15,4	DL	0,127	48	64	0,069	0,098	4,75	4,92
	S	0,109	17,0	DL	0,131	24	48	0,070	0,221	4,97	
	D	0,194	17,0	DL	0,125	30	54	0,070	0,117	4,94	
R4	P	0,089	19,1	DL	0,115	30	98	0,072	0,103	4,88	5,12
	S	0,097	25,6	DL	0,134	44	104	0,069	0,102	4,95	
	D	0,173	18,6	DL	0,196	164	214	0,059	0,118	5,42	

Tabela V-33.: Sadržaj teških metala u vodenom stubu, Trašte 27.08.2014.

Param. Stanica	sloj vode	Hg mg/l	Cd mg/l	Pb mg/l	Cr mg/l	As mg/l
T0	P	DL	DL	DL	DL	DL
	S	DL	DL	DL	DL	DL
	D	DL	DL	DL	DL	DL
T1	P	DL	DL	DL	DL	DL
	S	DL	DL	DL	DL	DL
	D	**0,0005**	DL	DL	DL	DL
T2	P	DL	DL	DL	DL	DL
	S	DL	DL	**0,044**	DL	DL
	D	**0,0009**	DL	DL	DL	DL
R1	P	DL	DL	DL	DL	DL
	S	DL	DL	DL	**0,002**	DL
	D	DL	DL	DL	**0,059**	DL
R2	P	DL	DL	DL	**0,003**	DL
	S	DL	DL	DL	DL	DL
	D	DL	**0,001**	DL	**0,014**	DL
R3	P	DL	DL	DL	DL	DL
	S	DL	DL	DL	DL	DL
	D	DL	DL	DL	DL	DL
R4	P	DL	DL	DL	DL	DL
	S	DL	DL	DL	**0,004**	DL
	D	DL	DL	DL	DL	DL

Tabela V-34.: Sadržaj teških metala u vodenom stubu, Trašte 12.02.2015.

Param. Stanica	sloj vode	Hg mg/l	Cd mg/l	Pb mg/l	Cr mg/l	As mg/l
T0	P	0.0012	DL	0.043	DL	DL
	S		DL	0.006	DL	DL
	D		DL	0.006	DL	DL
T1	P	0.0017	DL	DL	DL	DL
	S		DL	DL	DL	DL
	D		DL	DL	DL	DL
T2	P	0.0006	DL	DL	DL	DL
	S		DL	0.007	DL	DL
	D		DL	0.005	DL	DL
R1	P	0.0003	DL	DL	DL	DL
	S		DL	DL	DL	DL
	D		DL	DL	DL	DL
R2	P	0.0008	DL	DL	DL	DL
	S		DL	DL	DL	DL
	D		DL	DL	DL	DL
R3	P	0.0113	DL	0.007	DL	DL
	S		0.004	0.005	DL	0.002
	D		DL	DL	DL	DL
R4	P	0.041	DL	DL	DL	DL
	S		DL	DL	DL	DL
	D		DL	DL	DL	DL

Povećani sadržaj fosfora može ukazati na malu aktivnost fitoplanktona. Sadržaj silikata je bio za red veličine niži, nego ljeti.
TRIX indeks je u zimskom periodu bio veći, nego ljeti, i ukazuje na stabilnu eutrofizaciju. I dalje je najveći na transektu, a zatim na R4. Na T1, T2 i R4 najveće vrijednosti TRIX su u pridnenom sloju, što vjerovatno ukazuje na smjer pridnenih struja od obale, ka otvorenom moru. U blizini obale prosječni TRIX je u zimskom periodu bio za jedinicu veći. Na R1 je indeks sličan u obije kampanje.
Sadržaj teških metala u vodenom stubu tokom ljetne sezone bio je vrlo nizak, uglavnom ispod granice detekcije. Mjerljive i niske vrijednosti imala je živa na T1 i T2 u pridnenom sloju, olovo na T2 u srednjem sloju, kadmijum na R2 u pridnenom sloju. Arsen nije bio mjerljiv, a najviše je bilo hroma, na R1, R2 i R4.
Sadržaj metala u zimskoj kampanji je bio generalno veći. Živa je izmjerena na svim tačkama. Olova je bilo na T0, T2 i R3, kadmijuma i arsena na R3. Jedino nije bilo hroma, koji je bio najviše zastupljen tokom ljeta. Može se reći da je na raspodjelu metala u vodenom stubu uticala stratifikacija temperature, morske struje, ispuštanje otpadnih voda znatno bliže obali, ali i povlačenje metala putem biote i procesi ravnoteže sediment-voda.
Broj bakterija je u ljetnoj kampanji bio vrlo nizak, naročito bakterija fekalnog porijekla. Najveći broj koliformnih bakterija je bio na R4. Najlošije bakteriološko stanje je bilo na R3, prije svega u pridnenom sloju, gdje je očigledno neposredni uticaj ispuštanja efluenta na mjestu kvara cijevi, bio najveći.

Tabela V-35: Broj bakterija u zalivu Trašte

		Ljeto			Zima		
Param. Stanica	sloj vode	**TC** u 100ml	**TFC** u 100ml	**IE** u 100ml	**TC** u 100ml	**TFC** u 100ml	**IE** u 100ml
T0	P	30	8	4	20	19	10
	S	10	Ø	Ø	3	2	5
	D	45	3	Ø	54	44	46
T1	P	8	3	Ø	118	Ø	Ø
	S	2	1	1	3	Ø	1
	D	17	Ø	Ø	1785	136	125
T2	P	18	Ø	Ø	Ø	Ø	2
	S	24	Ø	Ø	2	Ø	1
	D	13	Ø	Ø	120	46	33
R1	P	11	Ø	Ø	2	Ø	Ø
	S	17	Ø	1	2	Ø	3
	D	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	1
R2	P	26	8	2	Ø	Ø	Ø
	S	Ø	Ø	Ø	1	Ø	3
	D	Ø	Ø	Ø	6	3	6
R3	P	18	3	6	Ø	1	5
	S	15	4	9	Ø	Ø	7
	D	390	78	315	Ø	Ø	1
R4	P	33	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
	S	164	Ø	12	Ø	Ø	62
	D	17	Ø	Ø	Ø	Ø	7

U zimskom periodu je najlošije bakteriološko stanje bilo na transektu, prije svega na T1 i T2, u pridnenom sloju. Maksimalne vrijednosti su izmjerene na T1. Na svim profilima je stanje popravlja ka površini vode. Prisustvo bakterija u vodi nije dugo, iz više razloga.

V 2.2.2.3.3. Fizičkohemijska mjerenja sedimenta

U ljetnoj kampanji, od svih metala, sadržaj hroma u sedimentu je bio najveći, pa to može biti uzrok povećanog sadržaja hroma u vodi. Najveće vrijednosti su izmjerene na transektu i R2, a najmanji na R3. Kadmijuma i arsena je bilo najviše na R3, a žive jedino na T. Olovo je bilo ispod granice detekcije.

Tabela V-36.: Sadržaj teških metala u sedimentu, Trašte 27.08.2014.

Param. Stanica	**Hg** mg/kg	**Cd** mg/kg	**Pb** mg/kg	**Cr** mg/kg	**As** mg/kg
T	0,02	0,07	DL	736,08	0,43
R1	DL	0,05	DL	551,11	0,38
R2	DL	0,04	DL	624,35	0,31
R3	DL	0,10	DL	420,79	0,41
R4	-	-	-	-	-

Većina metala je u zimskoj kampanji imala veći sadržaj, naročito olovo, koga u ljetnoj kampanji nije bilo u mjerljivoj količini. Takođe i živa je imala veći sadržaj, a izmjerena je i na profilima R1, R2 i R3, gdje njen sadržaj u ljetnoj kampanji nije bio mjerljiv. Sadržaj kadmijuma je bio stabilan u obije kampanje. Sadržaj arsena je bio malo veći u zimskoj kampanji. Jedino je sadržaj hroma bio za red veličine manji u zimskoj kampanji.
Sadržaj žive je bio najveći na R1, olova i arsena u zoni transekta, kadmijuma na transektu i R3, a hroma na R1 i R3. Sadržaj metala u mreži stanica se ne razlikuje značajno, ali ipak ukazuje da se pretežna raspodjela vrši u zoni između transekta, R3 i R1. To se može objasniti pravcem dominantnih struja i kvarom ispustne cijevi, zbog čega se otpadne vode izlivaju znatno bliže obali. Mogućnost jednoznačnog objašnjenja komplikuje složenost procesa adsorpcije i taloženja metala u sedimentu, transporta metala kroz čvrstu i tečnu fazu, dinamike procesa na granici tečne i čvrste faze i resuspenzije iz vodenog stuba.
Mjeren je i sadržaj TOC. Niske vrijednosti ukazuju da je sediment uglavnom mineralnog sastava, sa vrlo malom količinom organske komponente. Moguće je da je to posljedica izostanka ispuštanja efluenta u ovoj zoni, erozije pridnenim strujama, kao i brza razgradnja organske materije u sedimentu. TOC u vodenoj sredini je izražen u različitim jedinicama, pa se rezultati ovog parametra u vodi i sedimentu ne mogu neposredno uporediti.

Tabela V-37.: Sadržaj teških metala i TOC u sedimentu, Trašte 12.02.2015.

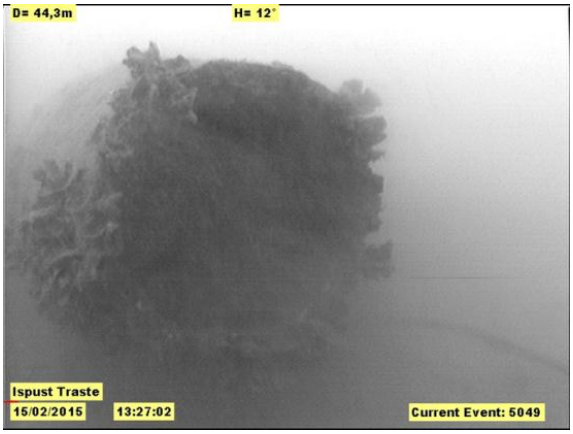
Param. / Stanica	**Hg** mg/kg	**Cd** mg/kg	**Pb** mg/kg	**Cr** mg/kg	**As** mg/kg	**TOC** %
T	0,02	0,10	4,13	44,71	0,69	0,20
R1	0.13	0.08	3.31	57.05	0.67	0,20
R2	0.03	0.08	3.41	31.33	0.59	0,50
R3	0.05	0.10	2.32	55.65	0.49	0,10
R4	-	-	-	-	-	-

Za ocjenu količine metala u sedimentu nema nacionalnih propisa. Zapravo, zbog specifičnosti geološke sredine dna, za svako područje je potrebno odrediti tipični sadržaj metala u sedimentu, po dubini. Ove fonske vrijednosti, kao karakteristične za predmetno područje, služe kao referentne vrijednosti za upoređenje rezultata mjerenja. Pošto ovakvih podataka nije bilo za projektnu oblast, upoređenje rezultata mjerenja je izvršeno sa nacionalnim referentnim vrijednostima nekih zapadnih zemalja, što očigledno nije potpuno korektno. U odnosu na ove granične vrijednosti, reklo bi se da sediment u zoni Trašte nije ugrožen arsenom, živom, kadmijumom i olovom.

V 2.2.2.3.4. Biološka mjerenja

Foto snimci morskog dna oko ispusta Trašte i oštećenja cijevi ne pružaju najbolje mogućnosti za kvalitetnu analizu zoobentosa, zato što su nejasni. Na osnovu dostavljenih snimaka može se konstatovati da je na lokaciji završetka ispusta, morsko dno pješčano i zamuljeno. Nijesu uočeni veći makroskopski organizmi na samom dnu, ni na položenoj cijevi. Ne može se sa sigurnošću tvrditi da na ovoj lokaciji nema sitnijih organizama, ali se može konstatovati da je morsko dno osiromašeno i degradirano. Uočen je mali obraštaj na oštećenom dijelu cjevovoda, kakav se može očekivati i na preostalom dijelu

cijevi. Vjerovatno sa radi o vrsti alge *Cystoseira foeniculacea*. Takođe, na snimku oštećenog cjevovoda, u blizini betonskog tega, nazire se naselje morske trave *Posidonia oceanica*, koja je zaštićena vrsta. Procjenjuje se da će dugotrajno ispuštanje otpadnih voda izazvati regresivne promjene ovog naselja, koje se nalazi u neposrednoj blizini mjesta ispuštanja. Na ovoj lokaciji bi se mogao raditi dalji monitoring, analizom naselja morske trave *Posidonia oceanica*. Predlaže se da monitoring kvaliteta sedimenta bude okosnica daljeg monitoringa u zoni ispuštanja efluenta, u cilju dobijanja kvalitetnih podataka za analizu makrozoobentosa.



Slika 22.: Slabi obraštaj cijevi Trašte

V 3. Ocjena kvaliteta vode

Ocjena kvaliteta obalne vode u zoni Cavtata i Trašte izvršena je na osnovu mjerenih podataka, a uz korišćenje odgovarajućih nacionalnih zakonskih normi, prethodnih istraživanja i međunarodnih standarda.

V 3.1. Obalno područje Cavtat

Obalno more na području Cavtata je prirodno visokog kvaliteta vode i ekosistema uopšte. Hidromorfološke karakteristike su povoljne. Dubina brzo raste već blizu obale. Obalna linija obezbjeđuje dosta brzi transport i disperziju zagađenja. Nema zatvorenih obalnih vodnih tijela većeg obima. Izmjena obalne vode sa otvorenim morem je neposredna i potpuna.

Antropogeni pritisak nije veliki. Uz obalu nema velikih izvora zagađenja, naročito ne industrijskih, mada je broj stanovnika, a u sezoni i turista u kopnenoj obalnoj zoni značajna. Najveći izvor zagađenja su komunalne vode, čiji obim višestruko raste u turističkoj sezoni. Među njima najveći izvor je ispust Cavtat. Značajan izvor zagađivanja vode je turizam, što preko doprinosa komunalnim vodama, što preko frekventnog morskog saobraćaja (kruzeri, jahte, barke).

S obzirom na kvalitet, ovaj ekosistem je vrlo osjetljiv na antropogeni pritisak, kako u lokalnom, tako u prekograničnom aspektu. S obzirom na čestinu i dominantni pravac morskih struja, mogao bi se očekivati uticaj zagađenja iz pravca jugoistoka. Detaljnija analiza batimetrije i drugih morfoloških i fizičkih karakteristika mogla bi dati bolju vjerovatnoću uticaja ovakvih epizoda na neposrednu obalnu zonu, ili dalje ka otvorenom moru, ali ovi faktori formiraju veliki kapacitet samoprečišćavanja.

Ispitivanja u projektu JASPPer potvrđuju navedene ocjene. Rezultati ukazuju na jednu relativno homogenu vodenu sredinu. Tokom ljeta u vodi se formira karakteristična

termoklina, koja sprečava distribuciju zagađenja iz ispusta, ka površini. Tokom zime, temperatura je homogena, a sa njom i hemijsko stanje. Salinitet je ujednačen i u očekivanom nivou za ovaj dio Jadrana. Distribucija zagađenja u širokom krugu oko ispusta uslovljava da konkreteni indikatori razgradnje organskih materija (SAT, BPK5), imaju relativno male vrijednosti. Indeks trofičnosti je nizak u čitavoj ispitnoj oblasti i odgovara oligotrofnim uslovima.
Glavni biohemijski procesi se dešavaju u površinskom, fotičkom sloju, što se manifestuje odgovarajućim vrijednostima nitrata, nitrita, fosfata, hlorofila.
Većina mjerenih parametara je u klasi „vrlo dobro“, „dobro“. Sadržaj fosfora je u ljetnoj kampanji bio „nezadovoljavajući“ na 1800CG, a na stanicama tipa DBK, „zadovoljavajući“ u površinskom sloju. U zimskoj kampanji sadržaj fosfora je bio generalno niži, u klasi „zadovoljavajući“ samo na nekoliko stanica. Ostale vrijednosti su bile u klasi „dobar“.
Mikrobiološko stanje je bilo generalno dobro, ljeti malo lošije. Više vrijednosti su izmjerene u srednjem sloju kod ispusta, u ljetnoj sezoni, odnosno kod 300DBK, u zimskoj, što takođe može biti posljedica uticaja ispusta.
Sadržaj teških metala u sedimentu je odgovarao EU standardima, mada je sadržaj olova povećan. Relativno nizak sadržaj TOC ukazuje na mineralni sastav sedimenta. Najopterećenije tačke 900CG i Kontrolna ukazuju na moguće lokalne hidromorfološke karakteristike, lokalni uticaj, ili dugoročni uticaj ispusta prema otvorenom moru.

V 3.2. Obalno područje Trašte

Prirodne karakteristike kopnene zone i obalne vode u širem području zaliva Trašte su odlične, što čini da je ovaj ekosistem najboljeg i očuvanog kvaliteta. Hidromorfološke karakteristike akvatorijuma su povoljne za očuvanje kvaliteta vode. Neposredan kontakt sa otvorenim morem omogućuje dobru izmjenu vode. Stoga voda ima osnovne karakteristike slične vodi otvorenog mora. Ipak, neposredni akvatorijum zaliva je relativno uvučen, sa lošijim uslovima za dinamiku vodene mase, tako da eventualno pristiglo zagađenje može u ljetnim uslovima, dovesti do povećanog stepena zagađenosti.
Antropogeni pritisak je generalno zanemarljiv. Na obali i u zaleđu šireg područja nema ni naselja, ni industrije, pa ni izvora zagađenja. Jedini i značajan izvor zagađenja je ispust komunalnih voda sistema Trašte, koji donosi komunalnu vodu iz udaljenih područja opština Tivat i Kotor. Iako se radi o neprečišćenoj vodi, projektovana dužina ispustne cijevi i dubina mora trebalo bi da obezbijede dobru disperziju zagađenja, bez većih posljedica na ekosistem.
Ukupna ispitivanja su pokazala da je cijev znatno oštećena na oko 1500m od obale, na oko 20m dubine, što stvara okolnosti za veći uticaj na ekosistem zaliva.
Uspostavljena termoklina ljeti, gubi se zimi i omogućuje miješanje zagađenja po dubini vode. Salinitet i saturacija su malo niži, nego kod Cavtata. Saturacija je značajno niža zimi, nego ljeti, što može biti posljedica izostanka procesa produkcije tokom zime. BPK5 ima zanemarljive vrijednosti, vrlo malo povećane u zoni transekta.
Generalno, kvalitet vode je dosta dobar i po većini parametara odgovara propisanoj A1 klasi. Povremeno, obično u dubljim slojevima vode, dolazi do povećane koncentracije nekih parametara, koji tada prekoračuju klasu A1.

Tokom ljeta amonijum je najveći u zoni transekta, zatim uz obalu. Ukupni azot je takođe najveći u transektu, zatim na R3 i R4. Fosfati su bili u propisanoj klasi. Hlorofil je bio najveći u transektu i u površinskom sloju, a dalje opada dalje od transekta i po dubini. TRIX ukazuje na rast stepena eutrofizacije.
Tokom zime azotne komponente su u propisanim granicama, iako sadržaj nitrata i nitrita raste. Amonijum nije mjerljiv. Fosfor se povećava, naročito van transekta. Kao i ljeti, maksimalna vrijednost je izmjerena na R4 pri dnu i nalazi se van klase. Očigledno se u ovom periodu fosfor, emitovan sa ispusta, ne troši u biohemijskim procesima, koji su u mirovanju. Takođe se lakše premješta ka otvorenom moru u uslovima struja i češćeg sjevernog vjetra zimi. Hlorofil je niži u zimskom periodu i dosta ujednačen površinski i dubinski.
Sadržaj teških metala u vodi, u letnoj kampanji je bio uglavnom ispod granice detekcije. Malo prekoračenje propisane klase su pokazali živa i olovo u transektu, a hrom na R1. U zimskom periodu živa je mnogo prisutnija: u čitavoj zoni transekta i R2 je malo iznad propisane klase, a na R3 i R4 u A3. Olovo je samo na T0 malo iznad propisane A1 klase, a kadmijum na R3. Hroma i arsena gotovo nema.
Mikrobiološko stanje je generalno dobro, malo bolje zimi, nego ljeti. Najveće vrijednosti su u zoni transekta, pri dubini. Vrijednosti su u granicama propisane klase, čak i kada je kvalitet vode za kupanje u pitanju. Na najvećem broju tačaka patogene bakterije nijesu evidentirane.
Poređenjem sa rezultatima mjerenja na lokaciji Dobra Luka (zapadnije od R1) iz 2008-09, može se reći da su prethodne vrijednosti parametara bile generalno malo veće, prije svega BPK5, SAT, NH4, dok je fosfor bio malo niži. Hlorofil je u različitim periodima godine bio sličan, a samo povemeno, mnogo viši. Slično se može reći i za vrijednosti parametara, izmjerene u unutrašnjim vodama zaliva. Bakterije su bile ranije više zastupljene u volumenu vode, mada vrijednosti nijesu bile veće od maksimalnih u savremenim mjerenjima.
Sadržaj teških metala u sedimentu je odgovarao EU standardima. TOC je bio malo manji, nego u području Cavtata, a naročito sadržaj olova. U odnosu na stanje u ranijim mjerenjima, sadržaj žive i hroma je odgovarao zimskim mjerenjima, dok je sadržaj olova bio niži u savremenim mjerenjima.
Generalna ocjena je da je kvalitet vode uglavnom dobar, u prirodnim granicama, kao posljedica složenih procesa emisije zagađujućih materija i njihove transformacije u biohemijskim i hidrodinamičkim uslovima. Samo povremeno i mjestimično dolazi do povećanja sadržaja nekih materija (fosfor, neki teški metali), van propisane A1 klase.
Usmjereni transport fluksa zagađenja, kao ni kumulativni efekat zagađenja se ne može jednoznačno utvrditi, jer se emitovana količina zagađenja vrlo brzo transformiše i ulazi u geoekološki ciklus. Mjerljive dimenzije ima samo proces eutrofizacije.

Tabela V-38.: Korelacija parametara u ljetnom i zimskom periodu, Trašte

r	BPK5	SAT	TN	TP	TOC	Chl-a	TRIX
T	-19	-13	7	-18	5	-31	-54
R1	63	57	48	-55	83	-91	-11
R2	1	-1	1	1	-1	0	0
R3	6	40	-87	-93	52	23	-90
R4	90	14	54	91	-53	-8	53

Ispitana je korelacija odabranih parametara. Jaka negativna korelacija za vrijednosti ljeto-zima, na transektu postoji samo za TRIX. Na R1 promjena kiseoničnih parametara i TOC je istoznačna, na nivou jake i vrlo jake korelacije. Promjena TP i hlorofila je suprotnog smjera. Na R3 je suprotna promjena TN, TP i TRIX ljeti i zimi na nivou vrlo jake korelacije. Na R4 je istosmjerna promjena BPK5, TN, TP i TRIX na nivou jake-vrlo jake korelacije.

Tabela V-39.: Korelacija parametara na raznim stanicama, Trašte

r	BPK5		SAT		N-NO2		TP		TOC		Chl		TRIX	
	avg	feb	avg	feb	avg	feb	avg	feb	avg	feb	avg	feb	avg	feb
T0-R1	78	6	94	-19	-87	2	100	-91	82	-78	100	45	53	-81
T0-R3	70	90	2	94	76	11	-24	-60	60	-83	15	-42	86	18
T0-R4	58	-21	96	33	-96	94	-99	-67	-44	-70	99	100	56	-76
R1-R3	-10	50	-32	-50	98	-99	-30	87	5	100	24	62	89	-72

Analiza korelacija parametara na izabranim lokacijama i u različitom periodu godine je vrlo različita, na šta utiču mnogi, prije svega fizički faktori sredine. Treba napomenuti da je provjera korelacije izvršena na vrlo malom broju parova (najčešće 3), što utiče na pouzdanost rezultata.

V 4. Ocjena uticaja emisije komunalnih voda na lokalni morski ekosistem

Uticaj ispuštanja komunalnih voda na morski ekosistem u okolini ispusta je različit u dva ispitna područja. Količina otpadnih voda u sistemu Cavtat, mehanički stepen prečišćavanja i hidromorfologija obale i dna uslovljavaju da je uticaj komunalnih voda Cavtata relativno mali i ograničen na usku zonu oko vrha ispusta. Kapacitet samoprečišćavanja, dimenzionisan naprijed pomenutim faktorima relativno dobro savladava emitovano zagađenje, tako da malo dalje od vrha ispusta morska vodena i bentoska sredina ima prirodne karakteristike. O tome svjedoči utvrđeni oligotrofan status vode i struktura i brojnost bentoskih organizama.
Ispustom Trašte se evakuiše veća količina otpadne vode, pa time i zagađenja. Otpadna voda se prethodno ne prečišćava. U regularniim uslovima i ispravnom stanju podmorske infrastrukture, emitovano zagađenje, bi se najvjerovatnije distribuiralo na bezbjedan način, bez značajnog uticaja na morski ekosistem, zbog velike dubine vode na vrhu ispusta, neposrednog kontakta sa vodenom masom otvorenog mora i zahvatanjem zagađenja generalnim morskim strujama. Utvrđeno oštećenje cijevi na oko 1500m, uslovljava ispuštanje otpadne vode mnogo bliže obali i na manjoj dubini (20m), praktično usred zaliva, pa se zagađenje transformiše pod sasvim drugim okolnostima. U ovim okolnostima zagađujuće materije se distribuiraju širom zaliva, gdje se lokalizuju i transformišu u skladu sa fizičkim i biohemijskim zakonitostima. Zalivske struje su slabije i često suprotnog smjera od generalnih na otvorenom moru ovog dijela Jadrana, te zagađenje uglavnom ne prelazi rubna područja slabo izmjenljive zalivske vode. Očigledna posljedica toga je povećanje eutrofizacije do nivoa umjerene eutrofije, stanje koje je stabilno skoro tokom čitave godine. Osim toga, efekat emisije otpadnih voda evidentan je i na biotu morskog dna. Zbog svega toga, u zoni transekta, ispitivanog u

ovom projektu, morsko dno je pretežno mineralnog sastava, bez značajnog doprinosa organskog materijala iz otpadnih voda, koji u stvari izostaje na ovoj lokaciji.

V 4.1. Ocjena uticaja emisije komunalnih voda u prekograničnom kontekstu

S obzirom na glavne morske struje, jedan od zadataka projektnog ispitivanja je provjera transfera zagađenja iz zone Trašte, ka zoni Cavtat. Ocjene koja se na osnovu dvije kampanje ispitivanja može dati, je da uslovi za transfer fluksa zagađujućih materija postoje, s obzirom na pravac dominantnih struja, ali da količina zagađenja nije tako velika da je ovaj transfer mjerljiv. Razlozi su višestruki. Relativno skromna količina emisije, s obzirom na kapacitet samoprečišćavanja sredine, priroda ispitivanih materija, koje su uglavnom razgradljive organske materije i bakterije ograničenog vremena prisustva u vodi, erozivnost morskog dna, koja vodi smanjenoj kumulativnosti organskog taloga. Takođe se nije moglo utvrditi postojanje transfera zagađenja iz područja južno od transekta Trašte.
Stanje kvaliteta vode uglavnom izražava lokalni uticaj i efekte, bez uzajamne jasne korelacije.

V 5. Zaključna razmatranja

Uglavnom su izvršena sva predviđena mjerenja, ali ne sa jednakim kvalitetom rezultata. Izvršeno je snimanje fizičkog stanja oba ispusta sofisticiranom opremom. Ispust Cavtat funkcioniše preko samo jednog difuzora, a ispust Trašte je ozbiljno oštećen, po sredini dužine, pa se otpadne vode ispuštaju u cjelini mnogo bliže obali. Ovakvo stanje u dužem periodu može dofesti do ozbiljnijih negativnih efekata na ekosistem zaliva Trašte. Dok se prvi ispust relativno jednostavno može dovesti u punu funkciju, za popravku drugog potrebna su značajna sredstva i vrijeme.
Uzvršena su mjerenja CTD sondom na oba projektna područja. Podaci ukazuju na formiranje karakteristične ljetne temperaturske stratifikacije, a u zoni Trašte, formiranje sloja slatke vode na granici termokline. Podaci ukazuju na tipične prirodne karakteristike obalne vode, u punom kontaktu sa vodom otvorenog mora.
Analiza vode na tri tačke vodenog stuba izvršena je kroz različiti program u toku ljetne i zimske kampanje mjerenja, u zoni ispusta Cavtat i Trašte. Ipak, zajednički set mjernih parametara ukazuje da je nivo organske produkcije u zoni Cavtat odgovarao oligotrofnim uslovima, a u zoni Trašte, umjereno eutrofnim. Na ovakvo stanje sinergetski utiče zatvorenost voda zaliva Trašte. Mikrobiološko stanje je bilo generalno dobro, patogene bakterije najčešće nijesu prisutne, a povećane vrijednosti su evidentirane u dubljim slojevima vode, u transektu i na R3. Sadržaj teških metala u zoni Trašte je bio nizak, malo veći tokom zime.
Sadržaj teških metala u sedimenti je bio različit tokom ljeta i zime, kada je bio nešto veći, mada generalno, prisustvo mjerenih metala nije bilo na zabrinjavajućem nivou.
Detaljnija analiza zoobentosa u zoni Cavtat ukazuje na oligotrofne uslove i zanemarljiv uticaj ispuštanja otpadnih voda. Odgovarajuća analiza u zoni Trašte ukazuje na mineralni sastav dna i slab obraštaj ispustne infrastrukture, uz ocjenu da dugoročno,

ispuštanje otpadnih voda može uticati na sastav i abundancu bentičke biote, prije svega naselja *Posidonie oceanice*.
Mjerljiv prekogranični transfer zagađenja nije mogao biti detektovan ni prema jednoj klasi parametara, što nije neočekivano, s obzirom na prirodu i količinu zagađenja..
Ispustne cijevi nijesu propisano obilježene, što je predviđena zakonska obaveza u obije države.
Ispust Trašte uopšte nije označen. To ugrožava bezbjednost cijevi, u pogledu nepropisnog sidrenja plovila, ribarenja i sl. Upravo kao posljedica neobilježavanja cijevi došlo je do njenog velikog oštećenja, vjerovatno nepropisnim sidrenjem. Potpuna sanacija cijevi vjerovatno će biti mnogo skuplja od troškova označavanja ispusta. Izričita je preporuka da se na pogodan način označi cijev, uključujući njen vrh i mjesto kvara, a da se po konačnom saniranju, označi cijev ispusta na kopnu i moru, na propisani način.

V 6. Predlog zajedničkog monitoringa

V 6.1. Predlog održivog prekograničnog monitoringa

Uprkos relativno ograničenom periodu i broju projektnih ispitivanja, sveukupnost rezultata mjerenja upućuje na osnovanost i svrsishodnost uspostavljanja stalnih stanica sa obije strane granice, za praćenje odabranih parametara u vodi i sedimentu, u cilju preventive eventualnih, prije svega akcidentnih zagađenja. U tom smislu preporučuje se uspostavljanje stalne stanice monitoringa kod ispusta Trašte, što nalaže i nacionalna legislativa, a sa dubrovačke strane izbor reprezentativne stanice, 1800CG, 900CG ili neke druge. Ovdje bi mogla doći u obzir i adaptacija postojeće stanice OC01a, u odnosu na lokaciju i program, s obzirom na projektne rezultate.
Što se programa mjerenja tiče, predlažemo da se u vodenom stubu prate parametri koji indiciraju proces eutrofikacije, kao „SAT“, „TIN“ i „TP“, na osnovu kojih bi se izračunavao TRIX, uz nekoliko dodatnih opštih parametara, kao „T“, „Trans“, „Sal“. Prisustvo metala u vodi u zalivu Trašte nije od značaja. Na žalost nema odgovarajućih podataka za područje Cavtata, mada se može pretpostaviti da ni u ovom akvatorijumu prisustvo metala nije od značaja. Međutim, uputno bi bilo u program mjerenja izabranih stanica uvrstiti mjerenje metala u sedimentu, napr. Hg, Cr i Pb. Metali su dobri indikatori tzv. vremenskog trenda zagađenja. Učestanost uzorkovanja za parametre eutrofikacije bi bila najmanje 4 puta godišnje, a za sediment jednom godišnje (Tabela 40).
Uspostavljanje vezanih prekograničnih stanica sa usklađenim programom mjerenja, kao okvira sistema zaštite, bilo bi opravdano i za preventivu eventualnog akcidentnog ili havarijskog zagađenja, koje može nastati u projektnoj oblasti, ili na udaljenoj destinaciji.
Predložene stanice bi trebalo da uđu u zvaničnu nacionalnu mrežu i finansirale bi se iz fondova regularnog monitoringa. Stanica na dubrovačkom području bi unaprijedila sistem monitoringa, koji u ovoj oblasti nije na nivou ostalog dijela hrvatske obale.
Rezultati monitoringa bi bili objavljivani na internet starnicama nacionalnih agencija za zaštitu životne sredine.
Odgovarajuće službe institucija lokalne samouprave bi peruzimale ove podatke, formirajući sopstvenu operativnu bazu podataka, pogodnu za lokalne i prekogranične analize. Podaci bi bili osnova za utvrđivanje vremenskih trendova zagađenja, npr. 3-

godišnjih ili 5-godišnjih, kao instrumenata za analizu stanja i/ili pokretanje eventualnih akcija u prekograničnoj oblasti. Dopunske podatke bi obezbjeđivala ispitivanja sanitarnog kvaliteta plaža u oba projektna područja, koja se i inače redovno sprovode.

Tabela 40.: Predlog osnovnog programa zajedničkog monitoringa u području Trašte-Cavtat

Stanica	Karakter stanice	Parametar	Medijum		Tehnika	Dinamika uzorkovanja
			Voda (vodeni stub)	sediment		
Ispust Cavtat (HR)	Adaptacija postojeće stanice	T	+		instrument	4 x godišnje
		SAL	+		instrument	4 x godišnje
		SAT (RO)	+		proračun	4 x godišnje
		TIN (NO3, NO2, NH4)	+		proračun	4 x godišnje
Ispust Trašte (CG)	Nova	TP	+		analitika	4 x godišnje
		TRIX	+		proračun	4 x godišnje
		Intestinal enteroc.	+		analitika	4 x godišnje
		Hg		+	analitika	1 x godišnje
		Pb		+	analitika	1 x godišnje
		Cr		+	analitika	1 x godišnje

V 6.2. Provjera održivosti sistema monitoringa u postprojektnom periodu

Uspostavljanje operativne baze podataka sa zajedničkih stanica bio bi preduslov i testiranje održivosti monitoringa. Analiza vremenskih trendova sadržaja izabranih zagađujućih materija bila bi instrument održivosti. Ovakav scenario bi trebalo da bude uključen u Memorandum o saradnji prekograničnih opština.

Održivost monitoringa bi bila provjeravana i diskutovana na zajedničkim tematskim sastancima predstavnika lokalnih samouprava. Model ovakvih radnih sastanaka bi trebalo da uključi izvještaj o stanju sredine i izabranih indikatora zagađenja mora u prekograničnoj oblasti, kao i njegovo razmatranje tokom sastanka. Formalni domaćin i predsjedavajući bi se rotirao između 4 opštine i pripremao dnevni red predmetnog sastanka.

Preporučuje se da se održavanje takvih susreta veže za obilježavanje pogodnih datuma, kao Dana planete, Dana ekologije ili Dana obale.

Literatura

Kordek, S. (2008): Odvodnja fekalnih otpadnih voda na području općine Konavle, Institut IGH dd, Zagreb

Pöyry u saradnji sa Tahal-Fideco (2012): Vodosnabdijevanje i sanacija Jadranske obale, faza IV – Tivat/Kotor – Početni izvještaj (konačni)

UNEP/MAP-MED POL/WHO: Municipal wastewater treatment plants in Mediterranean coastal cities: inventory of treatment plants in cities of between 2,000 and 10,000 inhabitants. MAP Technical Reports Series No. 169, UNEP/MAP, Athens, 2008.

Agencija za životnu sredinu Crne Gore: Izvještaj o monitoringu kvaliteta obalnog ekosistema, 2008, 2009, 2010

Agencija za zaštitu okoliša Hrvatska: Baza podataka

Institut za okeanografiju i ribarstvo Split: Baza podataka

Institut za javno zdravstvo Dubrovnik: Godišnji izvještaji

Veljković N., Vidojević D., Jovičić M. (2010): UTICAJI ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA IZ URBANIH OTPADNIH VODA NA ŽIVOTNU SREDINU I ZDRAVLJE, Zbornik referata međunarodne konferencije "OTPADNE VODE, KOMUNALNI ČVRSTI OTPAD I OPASAN OTPAD", Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Subotica

Lutz-Arend Meyer-Reil, Marion Köster (2000): Eutrophication of Marine Waters: Effects on Benthic Microbial Communities, Marine Pollution Bulletin Volume 41, Issues 1–6, Pages 255–263

Dalmacija, B. i sar. (2010): Osnovi upravljanja otpadnim vodama, Departman za hemiju, biologiju i zaštitu životne sredine PMF, Univerzit u Novom Sadu