

Institut za oceanografiju i ribarstvo
Šetalište I. Međtovića 63
P.P. 500
21000 SPLIT, HRVATSKA
tel: +385 21 408000, fax: +385 21 358650
e-mail: office@izor.hr, web: www.izor.hr



Institute of oceanography and fisheries
Šetalište I. Međtovića 63
P.O.Box 500
21000 SPLIT, CROATIA
tel: +385 21 408000, fax: +385 21 358650
e-mail: office@izor.hr, web: www.izor



Izviješće izradili:

Dr. sc. Grozdan Kušpilić

Laboratorij za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju

Prof. dr. sc. Nada Krstulović

Laboratorij za mikrobiologiju

Izv. prof. dr. sc. Branka Grbec

Dr. sc. Mira Morović

Laboratorij za fiziku mora

Split, prosinac 2013.

Ravnatelj Instituta:

Dr. sc. Nedo Vrgoč

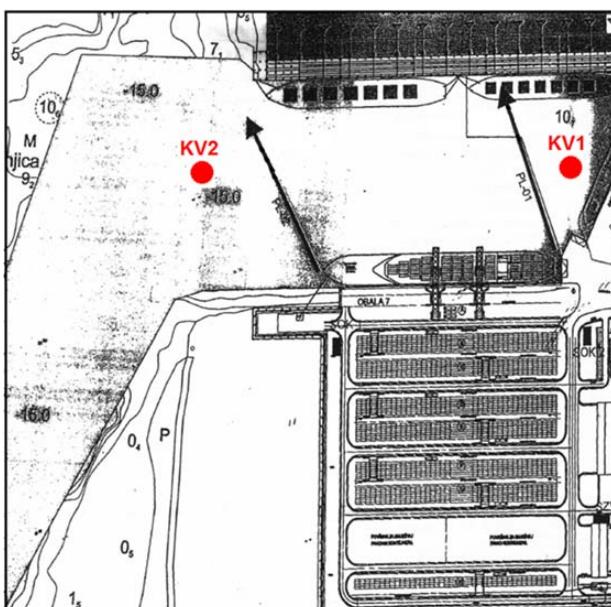
K A Z A L O

1.	MATERIJAL I METODE	4
2.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA	6
2.1.	Temperatura, salinitet i prozirnost	6
2.2.	Otopljeni kisik, pH i koncentracija amonijevih soli	10
2.3.	Ukupne masnoće i mineralna ulja	13
2.4.	Mikrobiološki parametri	16
3.	ZAKLJUĆCI I MIŠLJENJE	20
4.	LITERATURA	22

1. MATERIJAL I METODE

Dana 30. kolovoza 2013. god. u području kontejnerskog terminala luke Ploče izvršena su, prema Programu praćenja stanja okoliša i rješenju izdanom od Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva za Kontejnerski terminal u luci Ploče, sva potrebna mjerena i uzorkovanja u svrhu određivanje kvalitete morskog okoliša užeg područja.

Termohaline osobine vodenog stupca, prozirnost, kemijski parametri (otopljeni kisik, hranjive soli, ukupne masnoće i mineralna ulja) te mikrobiološki parametri (heterotrofne bakterije, pokazatelji fekalnog onečišćenja) određeni su na postajama KV1 i KV2 (Slika 1).



Slika 1. Postaje mjerena i uzorkovanja morske vode KV1 i KV2.

Vertikalna raspodjela temperature i saliniteta na istraživanim postajama određena je višeparametarskom sondom SEABIRD 25 uz korak usrednjavanja od 0.5 m, a prozirnost morske vode određena je pomoću bijelo obojene Secchi ploče promjera 30 cm.

Morska voda za analizu kemijskih i mikrobioloških parametara uzorkovana je na istraživanim postajama Nansen-ovim crpcima na dubinama od 0 i 10m.

Sadržaj otopljenog kisika u uzorcima morske vode određen je titracijom s tiosulfatom prema Winkleru (Strickland and Parsons, 1968), pH vrijednosti uzoraka izmjerene su pH metrom Sartorius, koncentracije hranjivih soli određene su fotometrijski na AutoAnalyzer-u III prema Grasshoff-u (1976), a koncentracije mineralnih ulja IR Spektrometrom nakon ekstrakcije s tetraklor-ugljikom.

Ukupan broj heterotrofnih bakterija određen je direktnom metodom brojenja protočnim citometrom. Uzorci su nakon bojanja Sybr Green I (Molecular Probes) analizirani Beckman Coulter EPICS XL-MCL citometrom. Broj bakterija je izražen kao broj stanica u mililitru.

Kao pokazatelji fekalnog onečišćenja određeni su *Escherichia coli* i crijevni enterokoki. Uzorkovanje i analiza navedenih parametara su obavljeni u skladu s hrvatskim normama, odnosno analizirani su metodom membranske filtracije uz korištenje odgovarajućih selektivnih podloga.

Za interpretaciju rezultata istraživanja fizikalno-kemijskih parametara (izuzev ukupnih masnoća i mineralnih ulja) u području kontejnerskog terminala korišteni su dugogodišnji podaci s postaje P1 iz monitoring projekata „Jadran“ i „Pag-Konavle“ (Slika 2) kao i granične vrijednosti pojedinih fizikalno-kemijskih pokazatelja navedenih u Uredbi o standardu kakvoća voda (73/2013), dok su ustanovljene vrijednosti za ukupne masnoće i mineralna ulja (koje u Uredbi nisu navedeni) vrednovane prema pravilniku iz 2008. godine (NN 47/08), kao i prema rezultatima dosadašnjih istraživanja fizikalno-kemijskih parametara u području luke Ploče (postaje P1 i P2 prikazane na slici 2).

Rezultati istraživanja heterotrofnih bakterija također su referirani na obilježja postaje P1 (projekti „Jadran“ i „Pag-Konavle“). Ocjena stanja fekalnih indikatora na istraženim postajama obavljena je u skladu s važećom uredbom o kakvoći mora za kupanje (NN 73/08, poglavlje 2.4., tablica 8).



Slika 2. Postaje određivanja fizikalno-kemijskih i bakterioloških parametara u akvatoriju luke Ploče za potrebe projekata „Jadran“ i „Pag-Konavle“ (postaja P1) kao i monitoringa stanja u luci Ploče – terminal rasutih tereta (postaja P2).

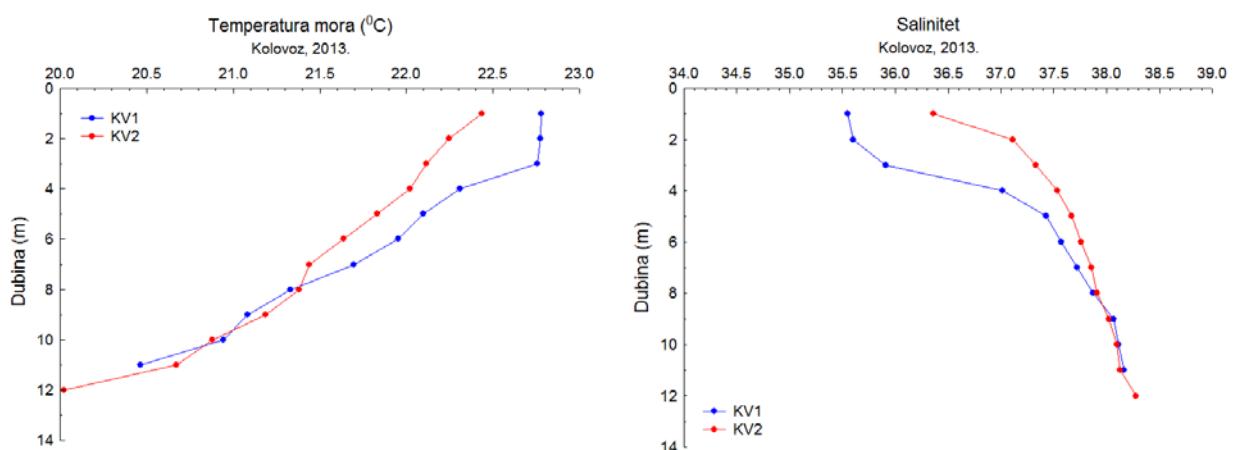
2. REZULTATI ISPITIVANJA

2.1 Temperatura, salinitet i prozirnost

Termohaline osobine

Mjerenje termohalinskih osobina vodenog stupca obavljeno je više-parametarskom sondom Sea-Bird Electronic SBE-25 krajem kolovoza, 2013. godine na postajama KV1 i KV2 te na referentnoj postaji P1. Zbog male udaljenosti među postaja KV1 i KV2 te zbog relativno male dubine (do 12 m) vertikalna struktura temperature i saliniteta slična je na obje postaje (Slika 3). No, površinski sloj na postaji KV2 pokazuje nižu temperaturu zbog stalnog horizontalnog dotoka slatke vode s kopna koja se razljeva akvatorijem. Stalni dotok slatke vode također razlogom je što je salinitet površinskog sloja nižih vrijednosti u odnosu na salinitet dubljih slojeva.

Vertikalna razdioba temperature i saliniteta uobičajena je za kraj ljeta kada još nisu stvoreni uvjeti za homogenizaciju vodenog stupca. Ovogodišnji kolovoz bio je znatno zagrijan s manjim brojem oborinskih dana. Analiza količina oborine za kolovoz 2013. godine koje su izražene u postotcima (%) višegodišnjeg prosjeka (1961.-1990.) pokazuje da su količine oborine bile većinom ispod višegodišnjeg prosjeka.

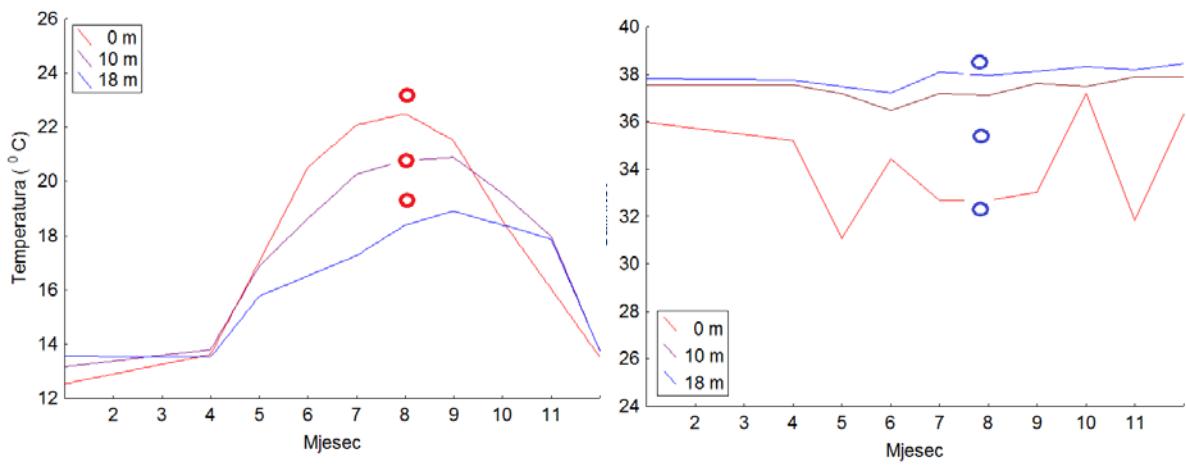


Slika 3. Vertikalna razdioba temperature i saliniteta izmjerena u kolovozu, 2013. na postajama KV1 i KV2

Na postaji koju možemo uzeti kao referentnu (postaja P1, slika 2) uočljivo je kako se tijekom čitave godine u polju temperature jasno ističe površinski sloj koji je zimi hladniji, a ljeti topliji od dubljih slojeva. Salinitet površinskog sloja čitavu je godinu nižih vrijednosti uz uvijek prisutna haloklinu koja strogo odvaja djelovanje vertikalnih procesa na granici atmosfera-more od horizontalnih koji advekcijom mijenjaju temperaturu i salinitet dubljih slojeva (Slika 4).

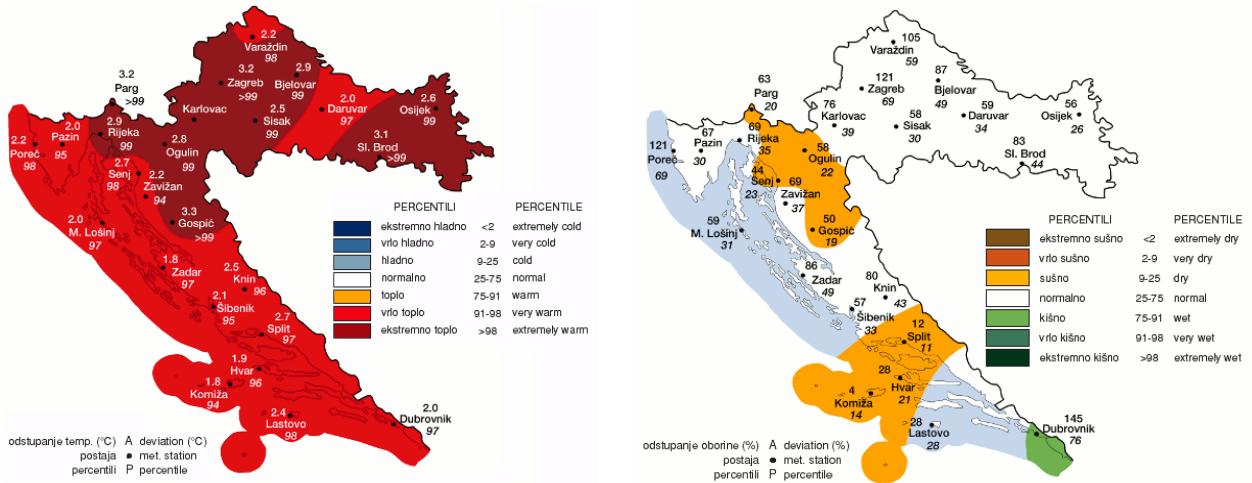
Tablica 1. Vertikalna raspodjela temperature ($^{\circ}\text{C}$) i saliniteta na standardnim oceanografskim dubinama i ustanovljene prozirnosti (m) vodenog stupca na postaja KV1 i KV2 (mjerjenje 30. kolovoza 2013).

Postaja	Dubina (m)	T ($^{\circ}\text{C}$)	SAL	Prozirnost (m)
KV1	0	22,78	35,56	6
	5	22,10	37,43	
	10	20,94	38,11	
KV2	0	22,44	36,36	5
	5	21,83	37,67	
	10	20,88	38,10	



Slika 4. Srednji godišnji hod temperature i saliniteta na dubinama 0, 10 i 18 m na referentnoj postaji P1 (1977-2000) u usporedbi s izmjerenim vrijednostima za kolovoz, 2013. godine ()

Zbog vrlo zagrijane i suhe atmosfere (Slika 5), mjerena obavljena krajem kolovoza na postaji P1 odražavaju u površinskom sloju zagrijani i manje slani površinski sloj u odnosu na višegodišnje srednje vrijednosti. U dubljim slojevima prisutna je toplija i slanija voda kao posljedica jače advekcije.



Slika 5. Odstupanje temperature zraka i količine oborine za kolovoz, 2013. u odnosu na višegodišnje razdoblje. Izvor: Klimatološka analiza DHMZ, Zagreb

Uspoređujući vertikalnu razdiobu na postajama KV1 i KV2 uočava se u odnosu na višegodišnje srednje vrijednosti šireg akvatorija za ovo doba godine uobičajena vertikalna struktura s toplijim i manje slanim površinskim slojem.

Prozirnost

Na postaji KV1 je u kolovozu 2013. godine izmjerena prozirnost od 6m, a na postaji KV2 od 5m (Tablica 1). Osim na ove dvije postaje prozirnost je u Pločanskom akvatoriju izmjerena i na usporednoj postaji P1 (Slika 2), a iznosila je 15m.

Ustanovljena prozirnost na postaji P1 (Slika 6) odgovara godišnjoj raspodjeli prozirnosti na postajama kanalskog područja srednjeg Jadrana. Na najvećem dijelu obalnog i otvorenog Jadrana kolovoz je mjesec s visokom prozirnošću (Morović i sur., 2010) a prozirnost od 15m izmjerena na postaji P1 spada u umjerene prozirnosti. Ipak, ta je prozirnost viša u odnosu na ranija mjerena u kolovozu, viša je od medijana i srednje vrijednosti za kolovoz, te nešto niža od najviše prozirnosti izmjerene u tom mjesecu (16m) (Tablica 2).

Tablica 2. Statistički pokazatelji prozirnosti na postaji P1 za razdoblje 1977-2012 za sve mjesecete za kolovoz u istom razdoblju.

Prozirnost	Broj	Srednja vrijednost	Medijan	Minimum	Maksimum	Donji kvartil	Gornji kvartil	Std.Dev.
Sve	142	9.45	9	2	21	7	11	3.73
Kolovoz	11	10	10	3	16	8	13	3.77

Prozirnosti na postajama KV1 i KV2 su bile manje u odnosu na kontrolnu postaju P1, međutim prema graničnim vrijednostima Uredbe o kakvoći voda (Tablica 3) stanje na ovim e

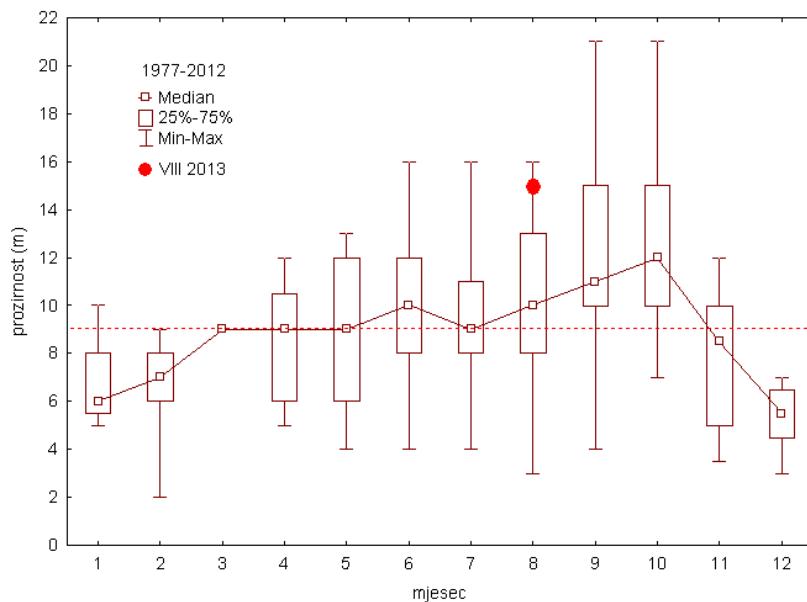
postajama se može, prema rezultatima jednokratnih mjerjenja, opisati kao vrlo dobro (postaja KV1), odnosno dobro (postaja KV2).

Tablica 3. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje u području prijelaznih voda.

OZNAKA TIPOA	KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA	Granična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje – vrijednost 50-tog percentila				
		Režim kisika		Hranjive tvari		Prozirnost
		Zasićenje kisikom	Anorganski dušik	Ortofosfat	Ukupni fosfor	Secchi prozirnost
		%	mmol/m ³	mmol/m ³	mmol/m ³	m
HR-P1_2 HR-P1_3	vrlo dobro ili referentno	P: 80 – 120 D: > 80	P: < 80 D: < 5	< 0,1	< 0,3	> 7*
	dobro	P: 75-150 D: > 40	P: < 150 D: < 20	0,1 – 0,3	0,3 – 0,6	> 3*
HR-P2_2 HR-P2_3	vrlo dobro ili referentno	P: 80 – 120 D: > 80	P: < 60 D: < 5	< 0,1	< 0,3	> 5*
	dobro	P: 75 – 175 D: > 40	P: < 125 D: < 20	0,1 – 0,5	0,3 – 0,9	> 3*

P (površinski sloj) – sloj vodenog stupca od površine (0,5 m) do dubine halokline
D (pridnji sloj) – sloj vodenog stupca 0,5-1m iznad dna
* u plićim područjima do dna

Napomena: Istraženo područje Luke Ploče je u studiji „Karakterizacija područja i izrada prijedloga programa i provedba monitoringa stanja voda u prijelaznim i priobalnim vodama Jadranskog mora prema zahtjevima Okvirne direktive o vodama EU (2000/60/EC)“ (Institut za oceanografiju i ribarstvo, 2011) klasificirano kao prijelazne vode tipa P2_3).



Slika 6. Mjesečni medijani prozirnosti i rasponi za razdoblje 1977-2012 za postaju P1 uz okvir 25-75% podataka i opći medijan (9m) (crtkano) te prozirnost tijekom kolovoza 2013. godine označenu crvenim krugom.

2.2. Otopljeni kisik, pH i koncentracija amonijevih soli, ukupno otopljenog anorganskog dušika i ortofosfata

Rezultati analiza uzoraka na sadržaj otopljenog kisika, pH-vrijednosti i koncentracije amonijevih soli, ukupno otopljenog anorganskog dušika i ortofosfata prikazani su u tablici 5.

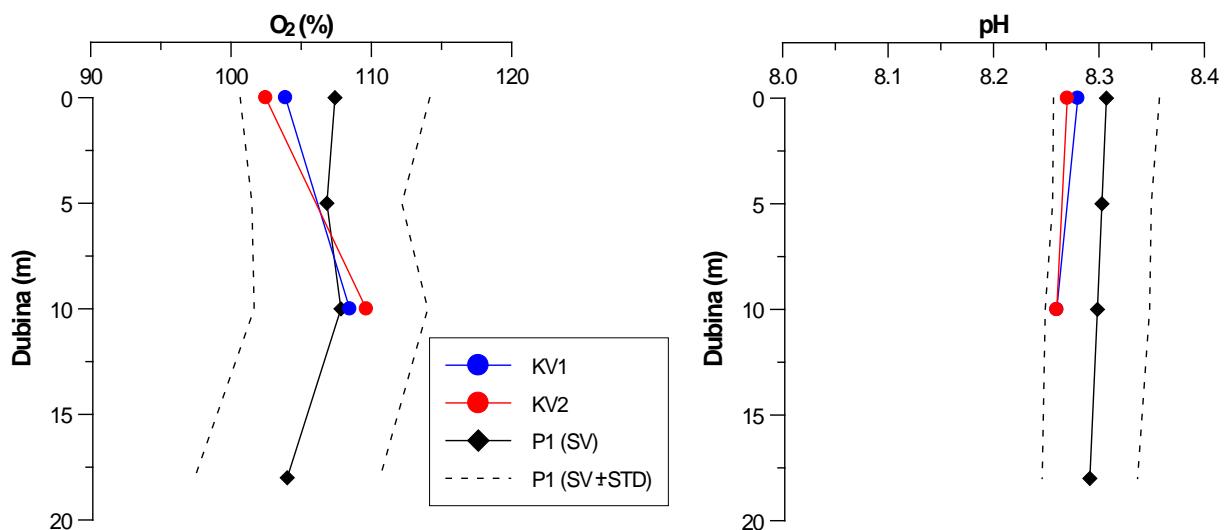
Tablica 5. Vertikalna raspodjela sadržaja otopljenog kisika (O_2 ml/L), zasićenosti morske vode kisikom (O_2 %), pH-vrijednosti, koncentracija amonijevih soli (NH_4^+), ukupno otopljenog anorganskog dušika (TIN) i ortofosfata (PO_4^{3-}) i ($mmol\ m^{-3}$) izmjerениh 30. kolovoza 2013.

Postaja	Dubina (m)	O_2 (ml/L)	O_2 (%)	pH	$c\ NH_4^+$ ($mmol\ m^{-3}$)	$c\ TIN$ ($mmol\ m^{-3}$)	$c\ PO_4^{3-}$ ($mmol\ m^{-3}$)
KV1	0	5,09	103,89	8,28	0,10	1,23	0,060
	10	5,41	108,46	8,26	0,42	0,99	0,025
KV2	0	5,02	102,47	8,27	0,41	1,62	0,326
	10	5,47	109,64	8,26	1,68	2,57	0,240

Stanje otopljenog kisika i pH-vrijednosti na istraženim postajama tijekom kolovoza 2013

Voden je stupac na obje postaje bio blago prezasićen kisikom (102,47 do 109,64%) što ukazuje na prevladavajuće procese fotosinteze u području kontejnerskog terminala. Među postajama nije ustanovljena značajnija razlika. U odnosu na prosječno, višegodišnje stanje na postaji P1, vrijednosti s postaja KV1 i KV2 nalaze se u granicama srednje vrijednosti \pm standardna devijacija (Slika 7).

pH vrijednosti u uzorcima su bili u vrlo uskom rasponu od 8,26 do 8,28, što je nešto niže u odnosu na višegodišnje, prosječne vrijednosti na postaji P1 (Slika 7), međutim još uvijek u rasponu srednje vrijednosti \pm standardna devijacija. Značajnije razlike među postajama nisu ustanovljene.



Slika 7. Vertikalni profili zasićenja vodenog stupca kisikom (O₂ %) i pH vrijednosti na postajama KV1 i KV2 tijekom kolovoza 2013. god., uz prosječno (± 1 standardna devijacija), višegodišnje (1998-2013) stanje ovih parametara na postaji P1 tijekom razdoblja kolovoz-rujan.

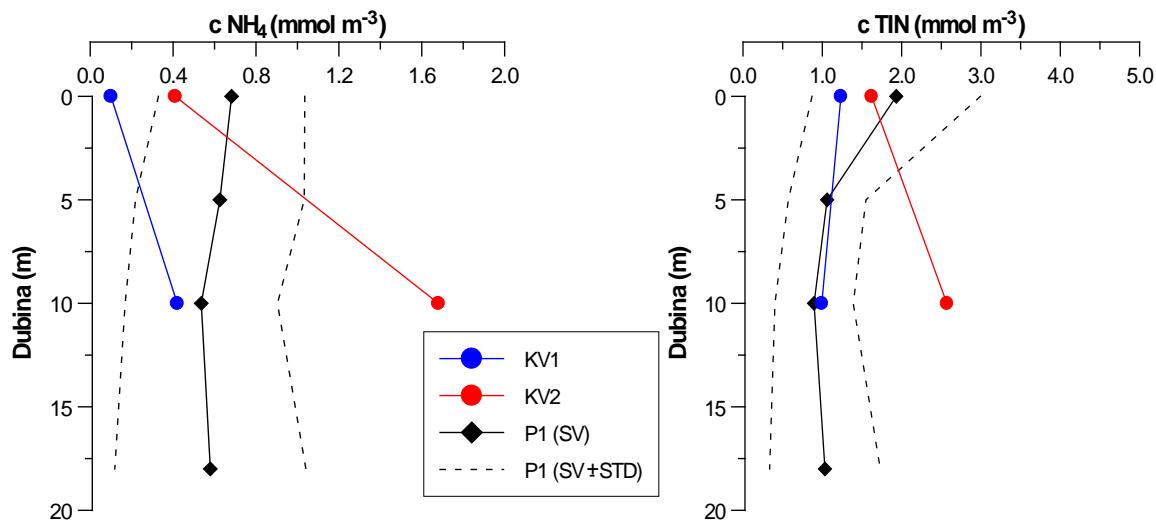
Stanje amonijevih soli, ukupno otopljenog dušika i ortofosfata na istraženim postajama tijekom kolovoza 2013.

Koncentracije amonijevih soli na postajama KV1 i KV2 bile su u rasponu od 0,10 do 1,68 mmol m⁻³. Koncentracije amonijevih soli na postaji KV2 bile su veće u odnosu na postaju KV1 (Tablica 5). U površinskom sloju postaja ustanovljene razlike nisu osobito izražene, međutim koncentracija ustanovljena u pridnenom sloju postaje KV2 osjetno je viša u odnosu na postaju KV1, ali i u odnosu na prosječne, višegodišnje koncentracije s usporedne postaje P1 KV1 (Slika 8). Slično stanje ustanovljeno je i kod koncentracija ukupno otopljenog dušika, gdje je koncentracija dušika u pridnenom sloju postaje KV2 povišena i iznad prosječnih vrijednosti za ovo područje (Slika 8).

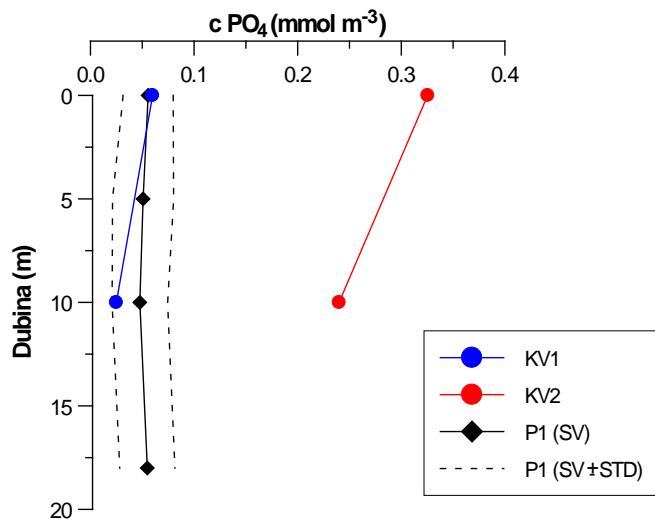
Iako su koncentracije amonijevih soli i ukupno otopljenog anorganskog dušika u pridnenom sloju postaje KV2 povišene u odnosu na uobičajene vrijednosti, ipak nisu ekstremno visoke i spadaju u raspon koncentracija koji se i u drugim priobalnim područjima mogu ustanoviti.

Slično hranjivim solima dušika, i kod ortofosfata ustanovljene su razlike među postajama. Dok su na postaji KV1 ustanovljene vrlo niske koncentracije (0,025 do 0,060 mmol m⁻³) (Tablica 5) koje su u skladu s prosječnim, višegodišnjim koncentracijama na postaji P1, vrijednosti na postaji KV2 bile su višestruku viši (0,240 do 0,326 mmol m⁻³) i

značajno su odstupali od prosječnog stanja na postaji P1 (Slika 9). Ovakve razlike jasno ukazuju na određeni, lokalno izraženi, antropogeni pritisak.



Slika 8. Vertikalni profili koncentracija amonijevih soli (NH_4^+) i ukupno otopljenog anorganskog dušika (TIN) na postajama KV1 i KV2 tijekom kolovoza 2013. god., uz prosječno (± 1 standardna devijacija), višegodišnje (1998-2013) stanje ovih parametara na postaji P1 tijekom razdoblja kolovoz-rujan.



Slika 9. Vertikalni profili koncentracija ortofosfata (PO_4^{3-}) na postajama KV1 tijekom kolovoza 2013. god., uz prosječno (± 1 standardna devijacija), višegodišnje (1998-2013) stanje ovog parametra na postaji P1 tijekom razdoblja kolovoz-rujan.

Ocjena stanja kemijskih pokazatelja u istraženom području u odnosu na granične vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja za pojedine kategorije ekološkog stanja prijelaznih voda

Ustanovljene vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara s postaja KV1 i KV2, osim prema iskustvenim saznanjima za ovakav tip voda dobivenih dugogodišnjim oceanografskim istraživanjima u području luke Ploča, ali i u drugim priobalnim područjima (Monitoring programi Vir-Konavle i Pag-Konavle, 1974 – 2012 te monitoring program Jadran 1998-2011), možemo nakon objave Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 73/2013) ocijeniti i prema graničnim vrijednostima fizikalno-kemijskih pokazatelja iz priloga 1 ove uredbe (Tablica 4):

- za otopljeni kisik kao vrlo dobro (postaje KV1 i KV2);
- za koncentracije ukupno otopljenog anorganskog dušika kao vrlo dobro (postaje KV1 i KV2);
- za koncentracije ortofosfata kao vrlo dobro (postaja KV1) te dobro (postaja KV2);
- za koncentracije ukupno otopljenog fosfora* kao vrlo dobro (postaja KV1) te dobro (postaja KV2).

*Napomena: Određivanje koncentracija ukupno otopljenog fosfora nije bilo predviđeno projektnim zadatkom, ali ih je izvoditelj ipak odredio - KV1:0,096 mmol m⁻³ (0m) i 0,12 mmol m⁻³ (10m); KV2:0,444 mmol m⁻³ (0m) i 0,316 mmol m⁻³ (10m).

2.3. Ukupne masnoće i mineralna ulja

Koncentracije ukupnih masnoća ustanovljene tijekom kolovoza 2013. godine na postajama KV1 i KV2 manja su u odnosu na stanje iz 2011. i 2012. godine kao i na prosječno stanje na postajama P1 i P2 za razdoblje 2007-2012 (Tablica 6). Razlike u koncentracijama između postaja i po dubini slabo su izražene.

Tablica 6. Koncentracije ukupnih masnoća u površinskom sloju i na dubini od 10 m postaja KV1 i KV2 ustanovljene tijekom razdoblja od 2011. do 2013. godine, te rasponi i srednje vrijednosti koncentracija ukupnih masnoća u istim slojevima vodenog stupca tijekom razdoblja od 2007. do 2012. godine.

Postaja	Dubina (m)	Ukupne masnoće (mg/L)			2007-2012 (rujan-prosinac)		
		2011 (prosinac)	2012 (listopad)	2013 (kolovoz)	Min	Maks	SV
KV1	0	0,061	0,027	0,009	-	-	-
	10	0,092	0,026	0,016	-	-	-
KV2	0	0,090	0,021	0,023	-	-	-
	10	0,083	0,036	0,014	-	-	-
P1	0	-	-	-	0,010	0,050	0,03
	10	-	-	-	0,008	0,063	0,027
P2	0	-	-	-	0,006	0,053	0,026
	10	-	-	-	0,009	0,061	0,028

Obzirom da se pod pojmom „ukupne masnoće“ podrazumijeva grupa različitih kemijskih spojeva relativno sličnih fizikalnih svojstava koje mogu biti autohtonog i antropogenog porijekla ustanovljene vrijednosti se ne mogu komentirati. Iako trenutno za ukupne masnoće ne postoje zakonske odredbe o maksimalno dozvoljenim koncentracijama u prirodnim vodama, iskustveno se može utvrditi da ustanovljene vrijednosti ne prelaze uobičajene raspone ukupnih masnoća u priobalnom moru.

Koncentracije mineralnih ulja (Tablica 7) bile su tijekom kolovoza 2013. godine, u svim uzorcima ispod granice detekcije metode. Razlike među postajama nisu ustanovljene. Ovakvo stanje se razlikuje u odnosu na rezultate prethodnog ispitivanja (prosinac 2011.) kada su u pridnenom sloju obje postaja ustanovljene povišene koncentracije.

Tablica 7. Koncentracije mineralnih ulja u površinskom sloju i na dubini od 10 m postaja KV1 i KV2 ustanovljene tijekom razdoblja od 2011. do 2013., godine, te rasponi i srednje vrijednosti koncentracija mineralnih ulja u istim slojevima vodenog stupca tijekom razdoblja od 2007. do 2012. godine.

Mineralna ulja (mg/L)							
Postaja	Dubina (m)	2011 (prosinac)	2012 (listopad)	2013 (kolovoz)	2007-2012 (rujan-prosinac)		
					Min	Maks	SV
KV1	0	<0,004	0,004	<0,004	-	-	-
	10	0,048	<0,004	<0,004	-	-	-
KV2	0	<0,004	<0,004	<0,004	-	-	-
	10	0,052	<0,004	<0,004	-	-	-
P1	0	-	-	-	<0,001	0,01	
	10	-	-	-	<0,001	0,004	
P2	0	-	-	-	<0,001	0,012	
	10	-	-	-	<0,001	0,006	

Ako se ustanovljene koncentracije razmotre kroz zakonske odredbe o maksimalno dozvoljenim koncentracijama (Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće: NN 47/08) može se iznijeti da istraženo područje nije opterećen mineralnim uljima (MDK = 0,02 mg/L).

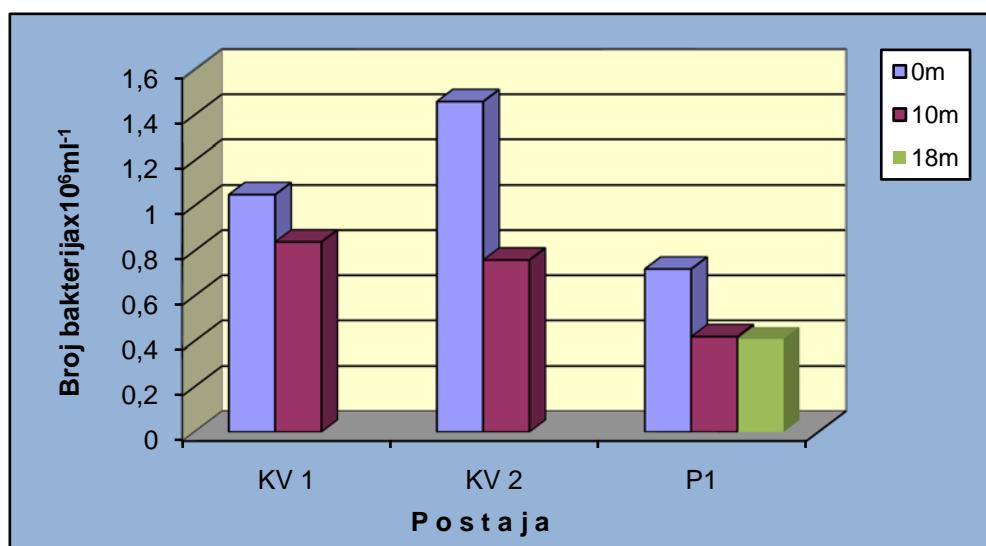
2.6. Mikrobiološki parametri

2.6.1. Heterotrofne bakterije

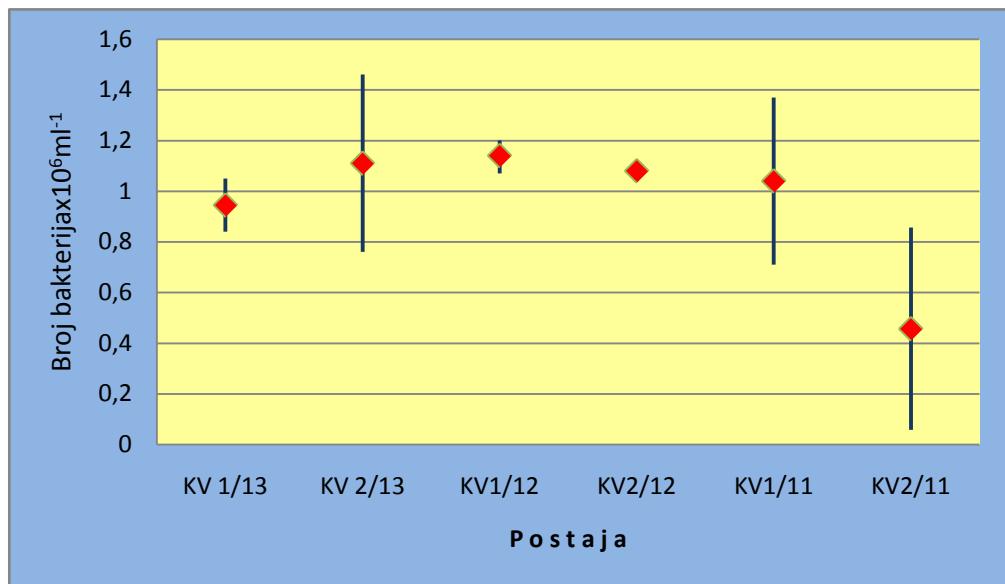
Uzorkovanje za analizu aerobnih heterotrofnih bakterija obavljeno je u kolovozu 2013. godine na dvije postaje KV1 i KV2 (Slika 1). Uzorci su uzeti iz površinskog i pridnenog sloja (10m).

Aerobne heterotrofne bakterije igraju vrlo važnu ulogu u morskom ekosustavu zahvaljujući svojim biokemijskim aktivnostima, odnosno sposobnostima da rabe i razgrađuju organsku tvar u otopljenom obliku. Svaka promjena u količini otopljene organske tvari u moru utječe na broj bakterija, njihovu metaboličku aktivnost kao i na njihov kvalitativni sastav. S obzirom na navedene značajke heterotrofne su se bakterije pokazale kao dobar pokazatelj stupnja eutrofikacije, bilo prilikom usporedbe različitih područja, bilo kod praćenja promjena stupnja eutrofikacije na vremenskoj skali.

Prosječna gustoća heterotrofnih bakterija za vodeni stupac na postaji KV1 ispred same luke iznosila je $0,94 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$, na postaji KV2 $1.15 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$. Vertikalni gradijent gustoće je utvrđen na obe postaje, s izraženim površinskim maksimumom. U odnosu na referentnu postaju P1 vrijednosti su značajno više, posebice na postaji KV2 (Slika 10). Usporedbom vrijednosti gustoće heterotrofnih bakterija izmjerениh u 2013. godini s vrijednostima izmjerenim u 2012. godini proizlazi da su vrijednosti gustoće heterotrofnih bakterija gotovo ujednačene. Porast brojnosti heterotrofnih bakterija utvrđen u 2012. godini na postaji KV2 u odnosu na 2011. zadržao se i u 2013. godini (Slika 11).



Slika 10. Vrijednosti gustoće heterotrofnih bakterija na užem području luke Ploče u kolovozu 2013. godine



Slika 11. Minimalne, maksimalne (plave linije) i srednje vrijednosti (crvene oznake) gustoće heterotrofnih bakterija na postajama KV1 i KV2 u kolovozu 2013.. u usporedbi s vrijednostima gustoće bakterija na istim postajama u 2012. i 2011. godini

Općenito se gustoća bakterija duž gradijenta od oligotrofnog do eutrofnog mora kreće u rasponu od 10^5 stanica ml^{-1} do 10^7 stanica ml^{-1} , a u ekstremno eutrofnim sredinama dostiže vrijednosti od 10^8 stanica ml^{-1} (Krstulović, 1992). Naime, bakterijska brojnost je u pravilu odgovor na prosječno stanje bogatstva pojedinog morskog područja, pri čemu se brojnosti manje od 1×10^6 stanica ml^{-1} smatraju tipičnim za oligotrofna mora (Cotner i Biddanda, 2002). S obzirom da su izmjerene vrijednosti za gustoću heterotrofnih bakterija na području luke Ploče tijekom kolovoza 2013. bile iznad 10^6 stanica ml^{-1} to se može zaključiti da je more ispitivanog područja imalo osobine umjerenog eutrofnog područja.

2.6.2. Pokazatelji fekalnog onečišćenja

Pokazatelji fekalnog onečišćenja (*Escherichia coli* i crijevni enterokoki) ispitani su u površinskom sloju mora na postajama KV1 i KV2 u kolovozu 2013. godine. Uzorkovanje i analiza navedenih parametara su obavljeni u skladu s hrvatskim normama, odnosno analizirani su metodom membranske filtracije uz korištenje odgovarajućih selektivnih podloga. Procjena sanitарне kakvoće mora izvršena je prema Uredbi o kakvoći mora za kupanje; Narodne Novine, br. 73, 2008 (Tablica 8).

Tablica 8. Standardi za ocjenu kakvoće mora nakon svakog ispitivanja.

Pokazatelj	Kakvoća mora			Metoda ispitivanja
	Izvrsna	Dobra	Zadovoljavajuća	
Crijevni enterokoki (broj kolonija u 100 ml)	< 60	61-100	101-200	HRN EN ISO 7899-1
<i>Escherichia coli</i> (broj kolonija u 100 ml)	< 100	101-200	201-300	HRN EN ISO 9308-1

Prisustvo pokazatelja fekalnog onečišćenja je utvrđeno na obadvije ispitivane postaje (Tablica 9) u koncentracijama temeljem kojih se ispitivano područje svrstava u kategoriju nezadovoljavajuće kakvoće mora za kupanje (Tablica 10). U odnosu na 2012. godinu, kada je ocjena kakvoće mora bila zadovoljavajuća, koncentracije pokazatelja fekalnog onečišćenja su više.

Tablica 9. Rezultati ispitivanja sanitарне kakvoće mora u kolovozu 2013. godine

Pokazatelj	Kakvoća mora	
	Postaja KV1	Postaja KV2
Crijevni enterokoki (broj kolonija u 100 ml)	179	168
<i>Escherichia coli</i> (broj kolonija u 100 ml)	480	600

Tablica 10. Ocjena sanitарне kakvoće mora prema Uredbi o kakvoći mora za kupanje (NN 73/2008).

God	Postaja	Ocjena kakvoće mora			
		Izvrsna	Dobra	Zadovoljavajuća	Nezadovoljavajuća
2011	KV1				
	KV2				
2012	KV1				
	KV2				
2013	KV1				
	KV2				

Usporedbom podataka iznijetih u Tablici 9 i ocjene kakvoće mora prikazane u Tablici 10 s ocjenom kakvoće mora za dvije lokacije šireg područja Ploča (Slika 12) proizlazi da su

vrijednosti slične, odnosno i na tim lokacijama more je nezadovoljavajuće kakvoće što upućuje na zaključak da je šire područje Ploča pod jačim utjecajem fekalnih otpadnih voda.



Kazalo: ▲ izvrsno ▲ dobro ▲ zadovoljavajuće ▲ nezadovoljavajuće

Slika 12. Godišnja ocjena (2013. godina) za kakvoću mora na plažama šireg područja Ploča prema Uredbi o kakvoći mora za kupanje; Narodne Novine, br. 73, 2008. (www.izor.hr/kakvoca)

3. ZAKLJUČCI I MIŠLJENJE

Prema prikazanim rezultatima fizičko-kemijskih i mikrobioloških parametara određenih u uzorcima iz područja kontejnerskog terminala luke Ploče za kolovoz 2013. može se zaključiti:

- razdioba temperature i saliniteta u istraženom području bila je uobičajena za kraj ljeta kada još nisu stvoreni uvjeti za homogenizaciju vodenog stupca. Zbog vrlo tople i suhe atmosfere na mjernim postajama KV1 i KV2 površinski sloj je, u odnosu na višegodišnje vrijednosti s usporedne postaje P1, bio toplij i slaniji;
- Prozirnost je na postajama KV1 (6m) i KV2 (5m) su bile manje u odnosu na kontrolnu postaju P1 (15m), što ukazuje na određeni antropogeni utjecaj, međutim prema graničnim vrijednostima Uredbe o kakvoći voda stanje na ovim se postajama može, prema rezultatima jednokratnih mjerjenja prozirnosti, opisati kao vrlo dobro (postaja KV1), odnosno dobro (postaja KV2);
- stanje osnovnih kemijskih pokazatelja za vodeni stupac (otopljeni kisik i pH vrijednosti) je bilo u suglasju s prosječnim, višegodišnjim stanjem ovih parametara na postaji P1 ispred luke Ploče i nema naznaka značajnijeg antropojenog utjecaja na ove parametre. Za razliku od otopljenog kisika i pH vrijednosti, kod amonijevih soli, ukupno otopljenog anorganskog dušika i ortofosfata ustanovljene su povišene koncentracije na postaji KV2 što upućuje na određeni antropogeni utjecaj obzirom na hranjive soli. Ako klasificiramo stanje istraženih postaja prema graničnim vrijednostima za fizikalno-kemijskih pokazatelja iz Uredbe o kakvoći voda stanje otopljenog kisika možemo opisati kao vrlo dobro (postaje KV1 i KV2), stanje ukupno otopljenog anorganskog dušika kao vrlo dobro (postaje KV1 i KV2), stanje ortofosfata kao vrlo dobro (postaja KV1) i dobro (postaja KV2) te stanje ukupno otopljenog fosfora kao vrlo dobro (postaja KV1) i dobro (postaja KV2);
- koncentracije ukupnih masnoća na istraženim su postajama su bile znatno niže u odnosu na vrijednosti iz razdoblja od 2011. i 2012. godine i nalaze se u uobičajenom rasponu koncentracija za priobalno more. Koncentracije mineralnih ulja bile su tijekom kolovoza 2013. godine, u svim uzorcima, vrlo niske i ispod granice detekcije metode, što upućuje na zaključak da područje nije opterećeno mineralnim uljima;
- vrijednosti za gustoću heterotrofnih bakterija ukazuju da more ispitivanog područja ima osobine umjerenog eutrofnog područja, kao i u prethodnom razdoblju istraživanja;

- prisustvo pokazatelja fekalnog onečišćenja utvrđeno je na obje ispitivane postaje u visokim koncentracijama što ukazuje na izravni utjecaj fekalnih otpadnih voda na užem području luke Ploče.

4. LITERATURA

Agencija za zaštitu okoliša, Izvješće „More, ribarstvo i akvakultura“ za 2011. god.

Cotner, J.B., Biddanda, B.A. 2002. Small players, Large role: microbial influence on biogeochemical processes in pelagic aquatic ecosystems, *Ecosystems*, 5:105-121.

Grasshoff, K. 1976. Methods of seawater analysis, Verlag Chemie, Weinheim, 307 p.

Institut „R. Bošković“ - Centar za istraživanje mora, Izvješća Projekta «Jadran», 1999 - 2009, Rovinj.

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Studija „Karakterizacija područja i izrada prijedloga programa i provedba monitoringa stanja voda u prijelaznim i priobalnim vodama Jadranskog mora prema zahtjevima Okvirne direktive o vodama EU (2000/60/EC)“, 2011, Split.

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Izvješća Projekta „Vir-Konavle“ i „Pag-Konavle“, 1974 - 2012, Split.

Krstulović,N.1992. Bacterial biomass and production rates in the central Adriatic. *Acta Adriat.* Vol 33, 1992, pp 49-65.

Narodne Novine 73/13. Uredba o standarsu kakvoće voda, Zagreb, 2013.

Strickland, J.D.H. and Parsons,T.R., 1968. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Bulletin of the Reseach Board of Canada, 167, 311 p.

Morović, M., Precali, R., Grbec, B. and Matijević, S. 2010. Spatial and temporal variability of transparency in the eastern Adriatic Sea, *Fresenius Environmental Bulletin* 19 (9): 1862-1868.