



INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO SPLIT

Šetalište I. Meštrovića 63

21001 Split, p.p. 500, HRVATSKA

Tel: +(385) (21) 408000

Fax: +(385) (21) 358650

E-mail: office@izor.hr

URL: <http://www.izor.hr>



**IZVJEŠĆE O REZULTATIMA JEDNOKRATNOG
ISPITIVANJA FIZIČKO-KEMIJSKIH I
MIKROBIOLOŠKIH PARAMETARA U AKVATORIJU
LUKE PLOČE (LISTOPAD 2008)**



Institute of Oceanography and Fisheries, Split, Croatia

www.izor.hr

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

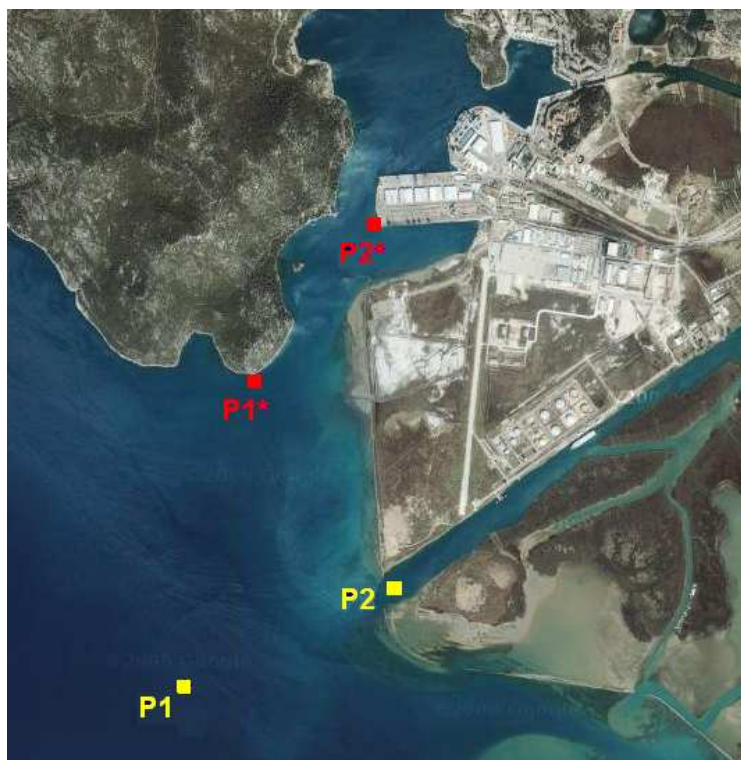
Split, siječanj 2009.

Ravnateljica

Prof. dr. sc. Ivona Marasović

1. MATERIJAL I METODE

Dana 03. listopada 2008. godine u akvatoriju luke Ploče izvršena su, prema Programu praćenja stanja okoliša tijekom izgradnje Terminala rasutih tereta (MZOPU), sva potrebna mjerenja i uzorkovanja za određivanje fizikalno-kemijskog i mikrobiološkog stanja morskog okoliša užeg područja. Termohaline osobine vodenog stupca, prozirnost, kemijski parametri (otopljeni kisik, ukupne masnoće i mineralna ulja) te mikrobiološki pokazatelji određeni su na postajama P1 i P2 (Slika 1), dok je uzorkovanje biološkog materijala (*Mytilus galloprovincialis*) za određivanje udjela teških metala i PAH-ova provedeno u infralitoralnim zonama postaja P1* i P2*.



Slika 1. Postaje mjerenja fizičko-kemijskih i mikrobioloških parametara (P1 i P2) i uzorkovanja školjkaša (P1* i P2*).

Vertikalna raspodjela temperature i saliniteta na istraživanim postajama određena je mjerenjem CTD sondom SEABIRD 25, s korakom usrednjavanja od jednog metra. Prozirnost morske vode određena je bijelo obojenom Secchi pločom promjera 30 cm.

Sadržaj otopljenog kisika u morskoj vodi određen je Winklerovom metodom jodometrijske titracije tiosulfatom (Strickland and Parsons, 1968), a sadržaj ukupnih masnoća i mineralnih ulja IR Spektrometrom nakon ekstrakcije s tetraklor-ugljikom. pH vrijednost uzoraka zbog tehničkih problema tijekom terenskog izlaska u listopadu nije izmjerena, a rezultati prikazani u tablici 2 izmjereni su u siječnju 2009. pH-metrom Mettler Toledo MP120. Koncentracije amonijevih soli (kao i soli nitrata, nitrita i ortofosfata) određene su fotometrijski na AutoAnalyzer-u III prema Grasshoff-u (1976).

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 indikatori fekalnog zagađenja određeni su ukupni koliformi, fekalni koliformi i fekalni streptokoki. Ukupni koliformi određeni su metodom membranske filtracije uz uporabu m-Endo podloge uz inkubaciju tijekom 24 h kod 36⁰ C. Izražavaju se kao broj koliforma/100 ml morske vode. Fekalni koliformi određeni su metodom membranske filtracije uz uporabu mFC podloge, uz inkubaciju tijekom 24 h pri temperaturi od 42.5⁰C. Izražavaju se kao broj fekalnih koliforma/100 ml morske vode. Fekalni streptokoki određeni su metodom membranske filtracije uz uporabu M-enterokoknog agara, uz inkubaciju tijekom 48h pri temperaturi od 36⁰C. Izražavaju se kao broj fekalnih streptokoka/100 ml morske vode.

Analize teških metala i PAH-ova provedene su u kompozitnim uzorcima dagnji s postaja P1* i P2* koji su sadržavali po 15 jedinki. Sakupljeni organizmi su očišćeni od vanjskog obraštaja, te je svakoj jedinki izmjerena dužina ljušture. Seciranje je provedeno prema Bernhard-u (1996), prilikom kojeg su uklonjena bisusna vlakna, a mekani dio dagnje odvojen od ljušture. Vaganjem je određena masa mekog tkiva svake jedinke. Uzorci su nakon seciranja zamrznuti na temperaturi od -20⁰C, liofilizirani i homogenizirani prije analize. Nakon razgradnje uzoraka u mikrovalnoj pećnici sa smjesom kiselina i H₂O₂, određivanje masenih udjela teških metala (Pb, Zn, Cu, Sn) provedeno je na Atomskom apsorpcionom spektrometru na grafitnoj kivetu, dok je za analizu žive upotrebljen Hg-Analizator. Analiza masenih udjela PAH-ova u uzorcima izvršena je kromatografski na HPLC-u nakon otapanja i ekstrakcije s heksanom i acetonitrilom.

2. REZULTATI ISPITIVANJA

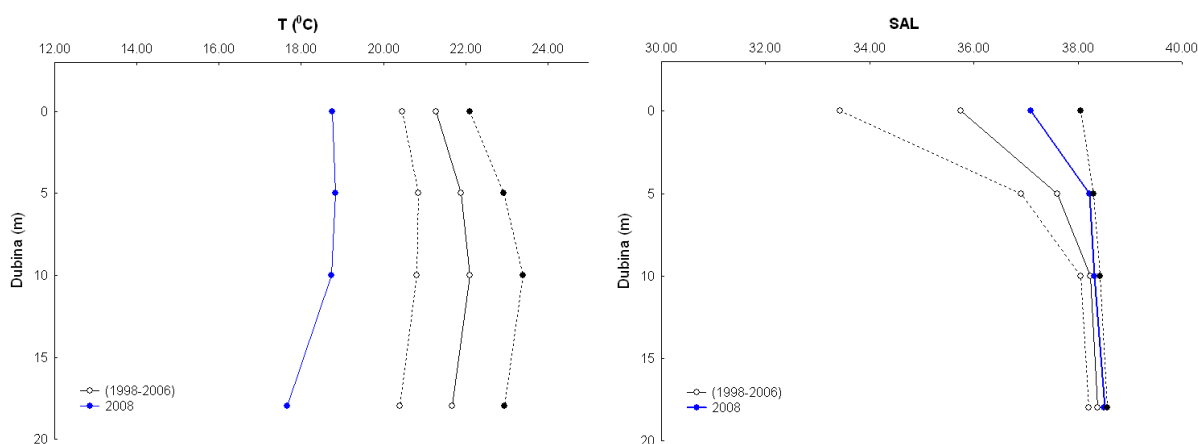
2.1 *Temperatura, salinitet i prozirnost*

Rezultati višegodišnjih istraživanja termohalinih osobina u Neretvanskom kanalu u sklopu „Projekta Jadran“ ukazuju da na promjenjivost temperature i saliniteta u ovom akvatoriju, pored količina oborine, sinoptički i sezonski kontroliranih procesa izmjene topline i vlage na granici atmosfera/more, dotok slatke vode rijekom Neretvom ima izuzetan utjecaj. Prikaz izmjerenih vrijednosti temperature, saliniteta i prozirnosti na istraženim postajama je u tablici 1.

Tablica 1. Vertikalna raspodjela temperature i saliniteta, te prozirnosti na postajama P1 i P2 izmjerenih 03. listopada 2008.

Postaja	Dubina (m)	Temperatura (°C)	Salinitet (‰)	Secchi (m)
P1	0	18,8	37,09	13
	5	18,8	38,22	
	10	18,7	38,31	
	18	17,7	38,51	
P2	0	18,9	38,00	5
	5	18,8	38,24	
	10	18,8	38,28	

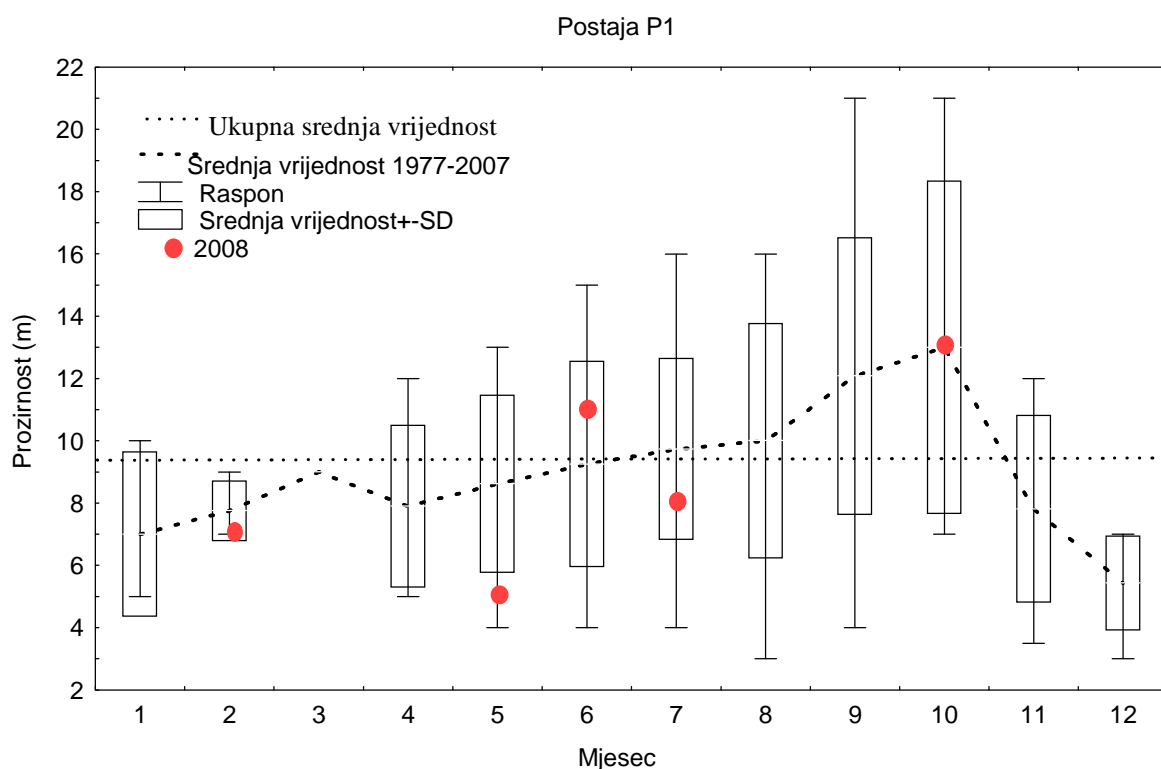
Temperatura vodenog stupca na postajama P1 i P2 nije pokazala značajnije horizontalne gradijente u površinskom sloju te je vladala izotermija. Termoklina je bila smještena na dubini od 15 m. Za razliku od temperature, raspodjela saliniteta nije bila homogena. Površinski sloj do dubine od 5 m bio je sniženog saliniteta naročito na postaji P1 gdje je slatkovodni utjecaj značajniji. U odnosu na višegodišnje vrijednosti vertikalne razdiobe temperature i saliniteta (Slika 2), ovogodišnja mjerenja odražavaju utjecaj vrlo hladne atmosfere koja je u istraživanom akvatoriju znatno snizila temperaturu mora te je ona negativno odstupala znatno više od 1 standardne devijacije višegodišnjeg prosjeka. Kako je atmosfera bila znatno hladnija nego što je uobičajeno sa smanjenom količinom oborine, uz pojačani vjetar, isparavanje s površine mora bilo je pojačano. To se odrazilo na razdiobu saliniteta koja je u površinskom sloju bila nešto veća od prosječnih vrijednosti.



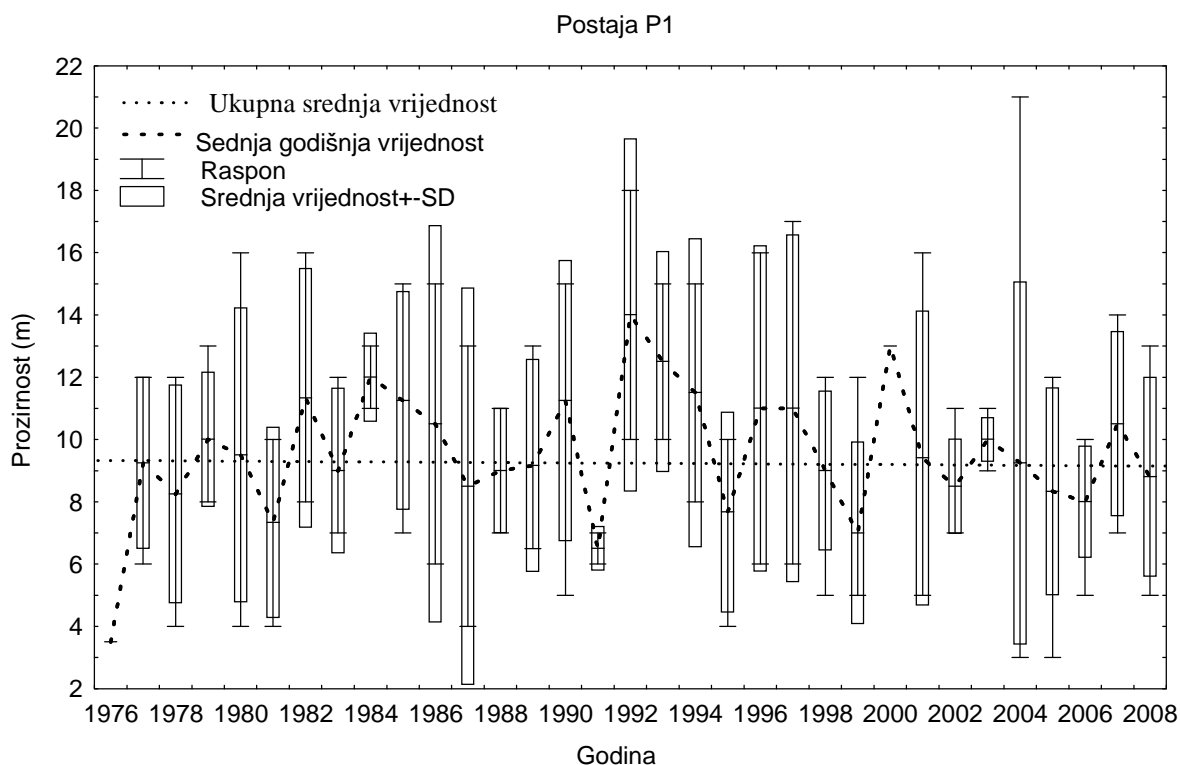
Slika 2. Vertikalna razdioba temperature i saliniteta na postaji P1 za listopad 2008. u usporedbi s srednjim vrijednostima i pripadnim standardnim devijacijama za višegodišnje razdoblje rujna – listopada (1998- 2006).

Izmjerene prozirnosti na postajama P1 i P2 prikazane su u tablici 1. Na postaji P1 je prozirnost bila 13m, što je znatno više od 7m izmjerenih u prošlogodišnjem monitoringu akvatorija Ike Ploče (listopad 2007). Na postaji P2 izmjerena je prozirnost od 5m što je identično vrijednosti iz 2007. godine. Niska prozirnost na postaji P2 je vjerojatno odraz većeg udjela suspendirane tvari u vodenom stupcu ove postaje. Međutim, sastav suspendirane tvari (udio organske i anorganske frakcije), i eventualno porijeklo (alohtono ili autohtono) ne možemo utvrditi bez dodatnih istraživanja.

Iz prikaza srednjih mjesečnih prozirnosti na postaji P1 u razdoblju 1977-2007 (Slika 3) uočljiva je značajna promjenjivost prozirnosti u dugogodišnjem razdoblju. Međutim, prozirnost se u 2008. godini nije značajnije razlikovala od ranijih prosjeka. U svibnju i srpnju prozirnost je bila ispod, a u lipnju iznad prosječne vrijednosti, uz odstupanja manja od jedne standardne devijacije. U veljači i listopadu izmjerene su prozirnosti bile na razini dugogodišnjih prosječnih vrijednosti. Iz prikaza srednjih godišnjih prozirnosti na postaji P1 je uočljivo da 2008. godina ne odstupa bitno po vrijednostima i varijabilnosti (Slika 4).



Slika 3. Srednje mjesečne prozirnosti za razdoblja 1977-2007 P1 uz odgovarajuće statističke elemente



Slika 4. Niz godišnjih srednjih prozirnosti na postaji P1 uz odgovarajuće statističke elemente

2.2 Otopljeni kisik, pH vrijednost i koncentracije amonijevih soli

Rezultati analiza sadržaja kisika, pH-vrijednosti i koncentracija amonijevih soli u uzorcima morske vode su prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Vertikalna raspodjela sadržaja otopljenog kisika (O_2 ml/L), zasićenosti morske vode kisikom (O_2 %) i koncentracija amonijevih soli ($mmol\ m^{-3}$) izmjerenih 03. listopada 2008., te pH-vrijednosti izmjerenih 20. siječnja 2009.

Postaja	Dubina (m)	O_2 (ml/L)	O_2 (%)	pH	$c(NH_4^+)$
P1	0	5,39	103,18	8,17	1,85
	5	5,58	107,87	8,21	0,47
	10	5,56	107,27	8,22	0,52
	18	5,64	105,42	8,21	0,75
P2	0	5,53	106,80	8,18	0,34
	10	5,55	106,98	8,20	0,09

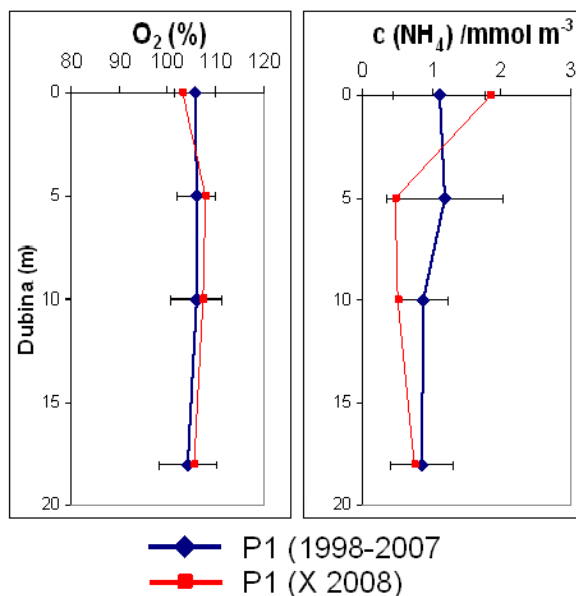
Prije rasprave o utvrđenim vrijednostima istraživanih kemijskih pokazatelja u luci Ploče treba naglasiti da su Uredbom Vlade Republike Hrvatske od 21. studenog 2008. o izmjenama i dopunama Uredbe o klasifikaciji voda (NN 77/98) prijelazne i priobalne vode izuzete iz ostalih površinskih voda. Obzirom da ispitane postaje u Pločanskom akvatoriju

pripadaju tipu prijelaznih voda, posljedica ove nove uredbe je nepostojanje „dopuštenih graničnih vrijednosti“ pomoću kojih bi se moglo vrednovati stanje fizičko-kemijskih parametara u ovom području. Zbog trenutne zakonske „praznine“ u ocjeni stanja kemijskih pokazatelja, pri interpretaciji rezultata koristit ćemo iskustvena saznanja (raspone i srednje vrijednosti) dobivena za ovaj tip vode dugogodišnjim oceanografskim istraživanjima u području luke Ploče, ali i drugih priobalnih područja.

Vertikalna raspodjela sadržaja otopljenog kisika u vodenom stupcu bila je na obje postaje relativno ujednačena i bez izraženih vertikalnih gradijenata, a zasićenost morske vode kisikom bila je u svim uzorcima blago iznad ravnotežnog stanja (100 %) (Tablica 2, Slika 5). Usporedba s rezultatima prošlogodišnjeg praćenja stanja luke Ploče (Tablica 3), te rezultatima praćenja stanja fizičko-kemijskih pokazatelja „Projekta Jadran“ od 1998. do 2007. godine (Slika 5), ukazuje na nepromijenjeno stanje sadržaja kisika u ovom dijelu luke Ploče.

Tablica 3. Vertikalna raspodjela sadržaja otopljenog kisika (O_2 ml/L), zasićenosti morske vode kisikom (O_2 %), pH-vrijednosti i koncentracija amonijevih soli ($mmol\ m^{-3}$) izmjerenih 05. listopada 2007.

Postaja	Dubina (m)	O_2 (ml/L)	O_2 (%)	pH	c (NH_4^+)
P1	0	5,48	102,28	8,33	2,36
	5	5,34	104,10	8,27	0,87
	10	5,24	102,53	8,28	1,23
	18	5,19	101,38	8,28	1,13
P2	0	5,40	103,96	8,31	1,78
	10	5,06	98,22	8,26	1,39
P3	0	5,68	109,23	8,36	1,12
	3	6,81	101,4	8,3	1,27



Slika 5. Vertikalni profili zasićenja vodenog stupca kisikom (O_2 %) i koncentracija amonijevih soli (NH_4^+) na postaji P1 izmjereni u listopadu 2008. godine, te prosječno, višegodišnje stanje (± 1 standardna devijacija) za razdoblje rujan – listopad od 1998 do 2007.

Mjerenja pH vrijednosti u luci Ploče u siječnju 2009. (Tablica 2) pokazala su relativno sličnu vertikalnu raspodjelu na obje postaje, sa smanjenim pH vrijednostima ($< 8,2$) u površinskom sloju, te vrijednostima od 8,20 do 8,22 u dubljim slojevima stupca. Obzirom da za luku Ploče ne postoje prethodna mjerenja pH vrijednosti tijekom siječnja usporedba je napravljena s rezultatima mjerenja iz Projekta „Pag-Konavle“ za razdoblje 1998-2007. U tom su razdoblju pH vrijednosti određivane 4 puta godišnje, i to u pravilu tijekom svibnja, srpnja, rujna i studenog. Osnovni statistički pokazatelji za navedena mjerenja prikazani su u tablici 4.

Tablica 4. Raspon (Min, Maks), srednje vrijednosti (SV) i standardne devijacije (STD) pH vrijednosti na postaji P1 za razdoblje 1998-2007.

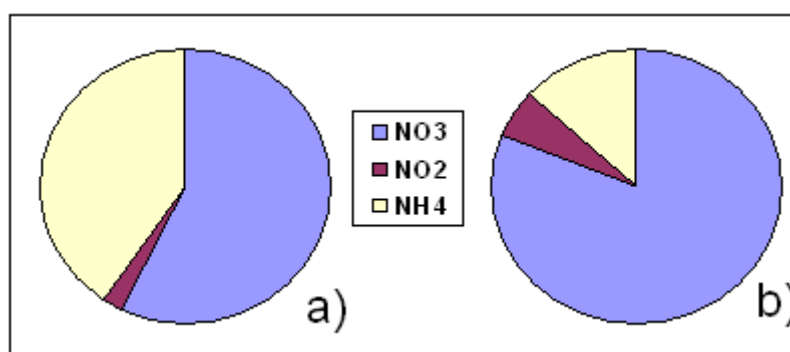
Postaja	Dubina (m)	Min	Maks	SV	STD
P1	0	8,15	8,37	8,27	0,07
	5	8,17	8,39	8,27	0,06
	10	8,19	8,39	8,28	0,06
	18	8,18	8,39	8,27	0,06

Prema tablici 4, pH vrijednosti iz siječnja 2009. su unutar višegodišnjeg raspona, međutim izvan su područja srednje vrijednosti ± 1 STD. Obzirom da je istraživanje provedeno u razdoblju godine kad je fotosintetska aktivnost niska (što se posredno preko karbonatnog

sustava mora odražava i na pH) ustanovljene se vrijednosti mogu ocijeniti kao odraz prirodnog stanja morskog okoliša tijekom siječnja.

Koncentracije amonijevih soli su bile u rasponu od 0,09 do 1,85 mmol m⁻³ (Tablica 2) i nešto su niže u odnosu na koncentracije ustanovljene u istom razdoblju 2007. godine.

U usporedbi s rezultatima višegodišnjih istraživanja „Projekta Jadran“ (Slika 5), koncentracije amonijevih soli na postaji P1 su unutar srednjih vrijednosti koncentracija ± 1 standardne devijacije što ukazuje na uobičajeno stanje razine amonijevih soli ovog područja u razdoblju rujan/listopad. Kako amonijeve soli, uz nitrata i nitrite, pripadaju skupini dušikovih soli, treba naglasiti da je u ovom području udio nitrata + nitrita u ukupno otopljenom anorganskom dušiku znatno veći u odnosu na amonijeve soli (Slika 6).



Slika 6. Prosječni udjeli nitrata, nitrita i amonijevih soli u ukupno otopljenom anorganskom dušiku na postaji P1 za razdoblje rujana – listopada od 1998 do 2007. (a) i za 3. listopada 2008. (b)

Osim navedenih dušikovih soli ispitani su i ortofosfati (P1: 0,030 do 0,061 mmol m⁻³; i P2: 0,043 do 0,07 mmol m⁻³) čije su koncentracije bile u rasponu od niskih do umjerenih vrijednosti.

2.3 Ukupne masnoće i mineralna ulja

Koncentracije ukupnih masnoća i mineralnih ulja bile su u listopadu 2008. u svim uzorcima niže u odnosu na vrijednosti iz 2007. (Tablica 5). Ako koncentracije razmotrimo kroz zakonske odredbe o maksimalno dozvoljenim koncentracijama (Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće: NN 47/08) možemo reći da istraženo područje luke Ploča nije opterećeno mineralnim uljima (MDK = 0,02 mg/L). Za razliku od mineralnih ulja, kod ukupnih masnoća trenutno nije određena MDK vrijednost, međutim prema starijem pravilniku MDK je iznosila 0,1 mg/L, te područje luke Ploče također može ocijeniti neopterećenim u odnosu na koncentracije ukupnih masnoća.

Tablica 5. Vertikalna raspodjela sadržaja ukupnih masnoća i mineralnih ulja na istraženim postajama tijekom listopada 2007. i 2008.

Postaja	Dubina (m)	Ukupne masnoće (mg/L)		Mineralna ulja (mg/L)	
		2007	2008	2007	2008
P1	0	0,026	0,018	0,01	0,001
	5	-	-	-	-
	10	0,019	0,011	<0,001	<0,001
	18	0,021	-	0,003	-
P2	0	0,021	0,018	0,01	<0,001
	10	0,021	0,020	0,003	<0,001

2.4 Teški metali u školjkašima

Maseni udjeli teških metala u školjkašima (*Mytilus galloprovincialis*) iz akvatorija luke Ploče ustanovljeni u listopadu 2008. godine prikazani su u tablici 6 zajedno s rezultatima prošlogodišnjeg monitoringa. Usporedba vrijednosti pokazuje da su u 2008. udjeli metala u školjkašima niži u odnosu na 2007., a jedino povećanje zabilježeno je kod bakra.

Tablica 6 Maseni udjeli (mg/kg suhe tvari)* teških metala u školjkama (*Mytilus galloprovincialis*) s istraženih postaja u Pločanskom akvatoriju za 2008. i 2007. godinu

Godina	Postaja	Pb	Zn	Cu	Sn	Hg
2008	P1*	< 0,001	15,74	12,11	< 0,01	0,029
	P2*	< 0,001	25,42	14,54	9,36	0,045
2007	P1*	0,742	156	2,49	17,4	0,0836
	P3	1,18	201	1,80	104	0,1114

*Rezultati iz tablice 6 odnose se na masene udjele metala u liofiliziranom suhom tkivu organizama, dok su NDK vrijednosti iz zakonskih odredbi odnose na mokro tkivo. Obzirom da udio vode u tkivu školjkaša iznosi od 80 do 90%, rezultate iz tablice 6. treba za usporedbu s NDK vrijednostima pomnožiti s faktorom 0,15.

Usporedba rezultata ustanovljenih na postajama P1* i P2* u 2008. ukazuju da su maseni udjeli teških metala (osim Pb) u školjkašima s postaje P2* veća u odnosu na školjkaše s postaje P1*. Razlike među postajama možemo za Zn, Cu i Hg ocijeniti umjerenim, dok je za Sn značajno.

Obzirom da je u Pravilniku o toksinima, metalima i metaloidima, te drugim štetnim tvarima koje se mogu nalaziti u hrani (NN 16/05) samo za olovo određena najviša dopuštena koncentracija u školjkašima (NDK = 1,5 mg/kg) jedino za ovaj metal možemo s sigurnošću reći da odgovara normativu. Ocjenu udjela ostalih metala možemo izvršiti jedino preko NDK

vrijednosti navedenih u (školjkašima najbližoj skupini hrane) ribama, ribljim proizvodima ili ribljim proizvodima u metalnoj ambalaži (NN 16/05) (Tablica 7), prema kojima svi analizirani uzorci odgovaraju normativu.

Tablica 7. Najviše dopuštene koncentracije (NDK) metala (mg/kg) u ribama, ribljim proizvodima ili ribljim proizvodima u metalnoj ambalaži (NN 16/05).

Metal	Zn	Cu	Sn	Hg
NDK	100	30	30	0,5

Masene udjele metala u školjkašima iz područja luke Ploče, osim sa zakonskog aspekta razmotrit ćemo i u odnosu na uobičajene vrijednosti ustanovljene u drugim područjima priobalja Republike Hrvatske (Agencija za zaštitu okoliša, Izvješće za 2007. godinu) (Tablica 8).

Tablica 8. Minimalne (Min), maksimalne (Maks) i srednje vrijednosti (SV) masenih udjela teških metala (mg/kg suhe tvari) u školjkama (*Mytilus galloprovincialis*) tijekom 2007. prikupljenih s 14 različitih postaja iz priobalja Jadrana.

Metal	Min	Maks	SV	STD
Cu	5.740	23.372	10.521	4.412
Hg	0.079	2.576	0.451	0.760
Pb	0.601	9.250	3.398	2.708
Zn	65.374	428.756	173.653	73.439

Iz tablica 6. uočljivo je da su udjeli cinka s postaja iz Pločanske luke u rasponu vrijednosti prikazanih u tablici 8, dok su udjeli za bakar, živu i olovo čak i manji. Vrijednosti za kositar (Sn) nismo mogli usporediti jer ovaj element nije u monitoringu školjkaša na Jadranu.

2.5 Policiklički aromatski ugljikovodi u sedimentu i školjkama

PAH-ovi spadaju u skupinu postojećih organskih zagađivala, a glavna obilježja u odnosu na morski okoliš su njihova postojanost i podložnost procesima bioakumulacije u organizmima. Analize udjela PAH-ova u sedimentu i organizmima se trenutno ne provode u monitoring programima «Jadran» i «Vir-Konavle», tako da se podaci iz područja Ploča (Tablica 9) ne mogu uspoređivati s drugim područjima već jedino preko Pravilnika o toksinima, metalima i metaloidima, te drugim štetnim tvarima koji se mogu nalaziti u hrani

(NN 16/05) gdje je za benzo (a) piren određena NDK vrijednost od 5 µg/kg za mekušce (školjkaše i glavonošce).

Tablica 9. Maseni udio (µg/kg suhe tvari) PAH-ova (Benzo (a) piren) ustanovljen u školjkašima (*Mytilus galloprovincialis*) Pločanskog područja tijekom 2007. i 2008.

Postaja	Benzo (a) piren	
	2007	2008
P1*	<1	2,3
P2*	-	<1
P3	<1	

Prema prikazanim udjelima benzo (a) pirena u školjkašima, postaja P2* je opterećenija ovim spojem, ali je ustanovljeni udio ovog spoja još uvijek ispod NDK vrijednosti.

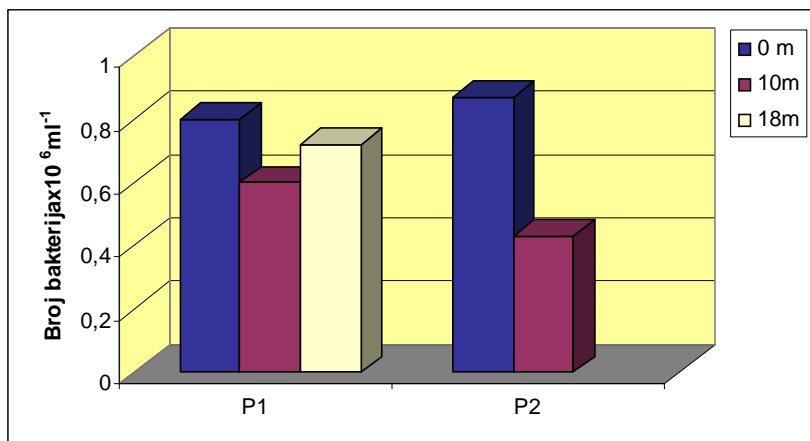
2.6. Mikrobiološki parametri

2.6.1. Heterotrofne bakterije

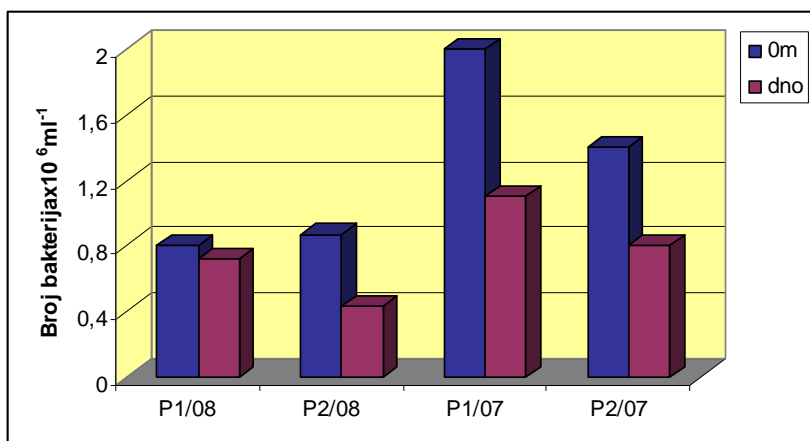
Uzorkovanje za analizu aerobnih heterotrofnih bakterija obavljeno je u listopadu 2008. godine na dvije postaje P1 i P2. Na postaji P1 uzorci su uzeti iz površinskog, središnjeg (10m) i pridnenog sloja (18m), na postaji P2 iz površinskog i pridnenog sloja (10m).

Aerobne heterotrofne bakterije igraju vrlo važnu ulogu u morskom ekosistemu 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 P1 ispred same luke iznosila je $0.71 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$, na postaji P2 $0.65 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$. Vertikalni gradijent gustoće je utvrđen na obadje postaje s maksimalnim vrijednostima u površinskom sloju, međutim jače je izražen na plitkoj postaji P2 na kojoj je u površinskom sloju utvrđena dvostruko viša vrijednost gustoće bakterija nego u pridnenom sloju (Slika 7). Uspoređujući vrijednosti gustoće heterotrofnih bakterija izmjerenih u 2008. godini s vrijednostima izmjerenim u istoj sezoni 2007. godine proizlazi da su vrijednosti u 2008. godini bile značajno niže (Slika 8). Izražene oscilacije heterotrofnih bakterija upućuju na zaključak da je uže područje luke Ploče pod jačim oscilacijama prisustva organske tvari na koju ova skupina bakterija brzo reagira, što je bilo i očekivano s obzirom na blizinu kopna, a i utjecaj rijeke Neretve.



Slika 7. Vrijednosti gustoće heterotrofnih bakterija na užem području luke Ploče



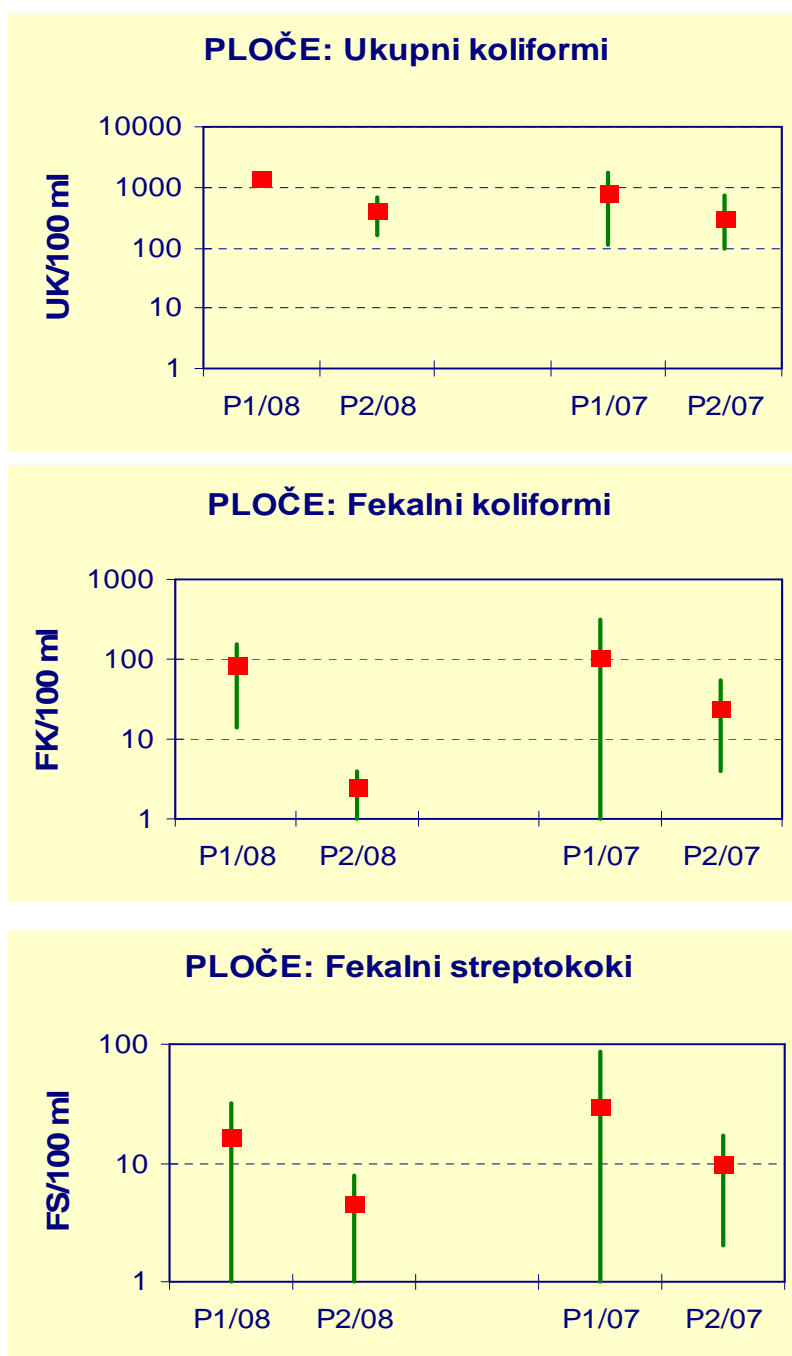
Slika 8. Usporedba vrijednosti gustoće heterotrofnih bakterija u 2007. i 2008. godini

U usporedbi s literaturnim podacima za gustoću heterotrofnih bakterija proizlazi da je gustoća bakterija na istraživanome području umjerenih vrijednosti. 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). S obzirom da su se vrijednosti za gustoću heterotrofnih bakterija na području luke Ploče tijekom listopada 2008. kretale u granicama unutar vrijednosti od 10^6 stanica ml^{-1} to se može zaključiti da je more ispitivanog područja imalo osobine umjereno eutrofnog područja.

2.6.2. Indikatori fekalnog zagađenja

Indikatori fekalnog zagađenja (Ukupni koliformi, Fekalni koliformi i Fekalni streptokoki) ispitani su u površinskom sloju mora na postajama P1 i P2 u srpnju i listopadu 2008. godine. Uzorkovanje i analiza navedenih parametara su obavljani u skladu s hrvatskim normama, odnosno analizirani su metodom membranske filtracije uz korištenje odgovarajućih selektivnih podloga.

Koncentracije ukupnih koliforma ispred same luke Ploče (P1) kretale su se između 1325 i 1415/100 ml, fekalnih koliforma između 14 i 152/100ml i fekalnih streptokoka između 1 i 32/100ml. U odnosu na Uredbu o standardima kakvoće mora na morskim plažama koja je bila na snazi do siječnja 2009. godine (Narodne Novine, br. 33, 1996) vrijednosti su iznad dozvoljenih. Na postaji P2 također je u svim uzorcima utvrđeno prisustvo pokazatelja fekalnog zagađenja, ali u značajno nižim koncentracijama (Slika 9).



Slika 9. Maksimalne, srednje i minimalne koncentracije indikatora fekalnog zagađenja na području Ploča (uzorkovanje u 7. i 10. mjesecu 2008. i usporedba s istim razdobljem 2007. godine)

Slični rezultati su utvrđeni i u 2007. godini (Slika 9) što ukazuje na zaključak da je ispitivano područje pod stalnim utjecajem fekalnih otpadnih voda. No, treba napomenuti da je za donošenje realne procjene sanitarne kakvoće ispitivanog područja potrebno obavljati učestalija mjerenja, posebice u ljetnom razdoblju.

3. ZAKLJUČCI I MIŠLJENJE

Prema prikazanim rezultatima fizičko-kemijskih i mikrobioloških parametara određenih u uzorcima iz akvatorija luke Ploče za 03. listopada 2008 možemo zaključiti da su:

- osnovni kemijski pokazatelji za vodeni stupac (sadržaj otopljenog kisika i pH vrijednost) bili u rasponima uobičajenih vrijednosti za priobalna područja;
- koncentracije amonijevih soli i ortofosfata bile relativno niske i u rasponima uobičajenih vrijednosti za priobalna područja;
- koncentracije ukupnih masnoća i mineralnih ulja bile niske i nisu prelazile MDK vrijednost;
- maseni udjeli teških metala u školjkašima bili u rasponu uobičajenih vrijednosti za priobalna područja u Republici Hrvatskoj i nisu prelazili NDK vrijednosti propisane za školjkaše ili za ribe i riblje proizvode;
- maseni udjeli PAH-ova u školjkašima nisu prekoračili NDK vrijednosti propisane za školjkaše;
- vrijednosti za gustoću heterotrofnih bakterija ukazuju da more ispitivanog područja ima osobine umjereno eutrofnog područja;
- koncentracije indikatora fekalnog zagađenja ukazuju da je ispitivano područje pod povremeno jakim utjecajem fekalnih otpadnih voda, što je posebice uočljivo na postaji P1 smještenoj neposredno ispred luke.

4. LITERATURA

Agencija za zaštitu okoliša, Izvješće „More, ribarstvo i akvakultura“ za 2007. god. (u izradi), Zagreb

Bernhard, M., 1976. Manual of methods in aquatic environment research. Part 3. Sampling and analyses of biological material. FAO, 124 p.

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

Izvješća Projekta «Jadran», Centar za istraživanje mora, Rovinj, 1999-2007.

Izvješća Projekta „Vir-Konavle“ i „Pag-Konavle“ Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 1998-2007.

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

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