

Kakvoća mora na opatijskim plažama

Učenci: Jure Šunić, Antonio Cetin, Ivan Tancabel

Mentor: Dragica Rade

OŠ „Rikard Katalinić Jeretov“ Opatija

1. Istraživačka pitanja/ Hipoteza

Opatija, često nazivana i biser Jadrana, jedna je od najpoznatijih destinacija u Hrvatskoj s turističkom tradicijom dužom od 160 godina. Smještena uz rub Mediterana, na obali Kvarnerskog zaljeva i padinama planine Učke koje se blago spuštaju prema moru, Opatija svojim klimatskim karakteristikama, prekrasnom arhitekturom, kvalitetnim hotelima, prekrasnim njegovanim parkovima i šetnicama pruža mogućnosti za ugodan boravak tijekom cijele godine. Potvrda njene turističke privlačnosti, uređenosti i čistoće plaže je nedavno dobivena nagrada *Zlatna jabuka* koje dodjeljuje međunarodno udruženje turističkih novinara i pisaca u turizmu.

Naša GLOBE grupa redovito (jednom tjedno) mjeri temperaturu mora na kupalištima: Črnikovica, Lipovica, Tomaševac, Lido, Slatina i Ičići.

Šk. god. 2004./2005. smo radili projekt za Državnu smotru GLOBE škola pod nazivom *Biološka raznolikost mediolitorala u Opatiji* u sklopu kojeg smo radili fizikalno-kemijsku i mikrobiološku analizu na nekim od spomenutih postaja. Također smo prijašnjih godina povremeno po GLOBE protokolu određivali otopljeni kisik, nitrite, nitrate i tvrdoću. Pretraživanjem Interneta pronašli smo prošlogodišnje rezultate ispitivanja kakvoće mora *Zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije*. Prema njihovim rezultatima more je bilo pogodno za kupanje.

Budući da je tijekom cijelog ljeta kupanje u moru naša omiljena zabava, odlučili smo ispitati kakvoću mora na opatijskim plažama.

Na osnovu tih informacija postavili smo hipotezu: Kakvoća mora na opatijskim plažama je izvrsna

2. Metode istraživanja

Mjerenja smo proveli tijekom tri terenska izlaska (03.04., 17.04. i 24.04.2013.). Ukupno smo obradili 18 uzoraka.

Metode koje smo koristili prema GLOBE protokolu su određivanje temperature mora i zraka, pH (listićima i kitovima), otopljeni kisik, električna vodljivost, salinitet, alkalitet, tvrdoća, nitriti i nitrati.

Izvan GLOBE protokola napravili smo mjerenja amonijaka i fosfate.

U suradnji s komunalnim društvom Komunalac d.o.o Opatija napravili smo mikrobiološku analizu mora i prema propisanim standardima (Uredba o kakvoći mora za kupanje NN.110/2007.) odredili smo ocjenu mora. Analiza je rađena metodom membranske filtracije 100 mL uzorka mora. Korištene su dvije različite podloge: podloga za crijevne enterokoke (fekalni streptokok) i *Escherichia coli*. Na filteru ostaju bakterije koje se razvijaju na hranjivoj podlozi, u inkubatoru, 24 – 48 sati na određenoj temperaturi. Jedna točkica koja je vidljiva na filter papiru je jedna kolonija bakterija koja se razvila od samo jedne bakterije iz uzorka. Što ima više bakterija u uzorku, to će broj nastalih kolonija, odnosno točkica, biti veći. Rezultati se izražavaju kao broj izraslih kolonija (bik) ili eng. *colony forming unit* (cfu) u 100 mL morske vode. Rezultate mikrobiološke analize očitavali smo nakon 48 sati. Ocjene pojedinačnih ispitivanja temeljene su na standardima propisanim Uredbom i određuju se na osnovi graničnih vrijednosti (Tablica 1.).

Naše rezultate usporedili smo s prošlogodišnjim rezultatima Zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. Također smo koristili metodu pretraživanja interneta.

Tablica 1. Standardi za ocjenu kakvoće mora prema Uredbi o kakvoći mora za kupanje (NN 110/2007)

Pokazatelj	Kakvoća mora				Metoda ispitivanja
	izvrsna	dobra	zadovoljavajuća	nezadovoljavajuća	
crijevni enterokoki (fekalni streptokok) (bik/100 mL)	<60	61-100	101-200	>200	HRN EN ISO 7899-2:2000
<i>Escherichia coli</i> (bik/100 mL)	<100	101-200	201-300	>300	HRN EN ISO 9308-1 :2000

3. Prikaz podataka

Mjerenja smo proveli na 6 kupališta.

Plaža Črnikovica (45°21'04" N, 14°19'00" E) smještena je u malom ribarskom mjestu Volosko, prvom mjestu opatijske rivijere na koje se nailazi dolazeći sa sjevera. Stjenovita plaža je djelomično betonirana kako bi se omogućio prolaz šetališta. Nadovezuju se vegetacijom obrasli zaljevi u kojima je voda plića, djelomično s pjeskovitim dnom.

Lipovica (45°20'38" N, 14°18'56" E) je plaža koja se nalazi odmah ispod naše škole. To je jedna od najljepših prirodnih šljunčanih plaža Opatije.

Plaža Tomaševac (45°20'22" N, 14°18'39" E) je pješčana plaža s betoniranim pločama koja se nalazi u blizini hotela *Ambasador* u Opatiji odmah uz poznatu obalnu šetnicu – *Lungo Mare*. Kupalište je sagrađeno 1900. godine i u povijesti je bilo namijenjeno kupanju običnim građanima. Danas je to plaža uređena za djecu.

U blizini poznatog parka Angiolina smjestila se pješčana plaža Lido (45°20'06" N, 14°18'31" E) koja je obogaćena mnogim zabavnim sadržajima, a kupaći željni hladovine mogu se odmarati ispod predivnih krošnji borove šume.

Najpoznatije opatijsko kupalište je kupalište Slatina (45°19'56" N, 14°18'15" E) koje se nalazi u samom središtu Opatije savršeno uklopljena s opatijskim fasadama, spomenicima i kamelijama. Izgrađeno je 1885. godine, a nakon prvog svjetskog rata postaje najljepše kupalište.

Plaža Ičići (45°18'45" N, 14°17'13" E) smještena je u centru naselja Ičići, malom turističkom mjestu udaljenom 5 km od Opatije. Plaža se nalazi između lučice i ACI marine, a od samog naselja Ičići odvojena je magistralnom cestom.

Dana 03.04.2013. ujutro oko 10 sati kad smo krenuli uzorkovati more, bilo je oblačno s umjerenim vjetrom dok je oko 15 sati kad smo završili bilo sunčano. Prethodni dan je padala kiša. More je bilo valovito. Ostala dva dana 17.04.2013. i 24.04.2013. bilo je sunčano i toplo, bez vjetera, a more je bilo mirno.

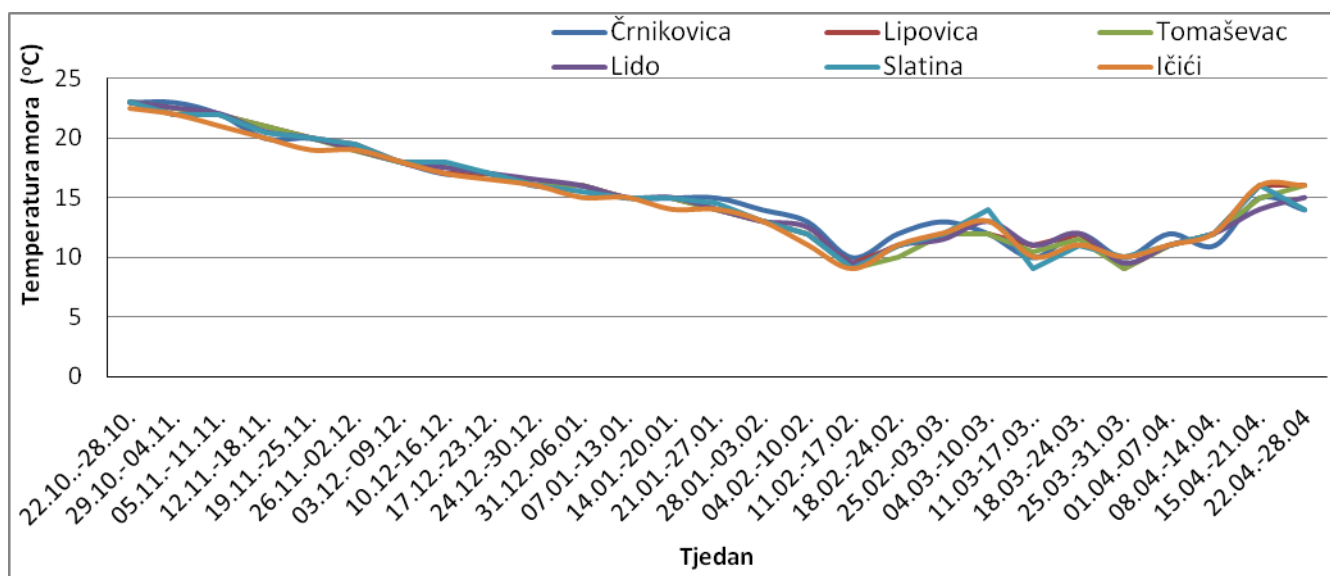
Podatke smo prikazali tablicama i grafikonima.

Tablica 2. Fizikalno-kemijska analiza mora

PLAŽA	Temp mora (°C)	Temp zraka (°C)	pH (listić)	pH (kit)	Nitrati (mg/L)	Nitriti (mg/L)	Otop. kisik (mg/L)	Alkalitet (mgCaCO ₃ /L)	Tvrdoća (mgCaCO ₃ /L)	Vodljivost (mS/cm)	Salinitet (ppt)	Amonijak (mg/L)	Fosfati (mg/L)
1. analiza 3.4.2013.													
Črnikovica	12	16	8	8,5	0	0	8,3	300	195,8	11,6	28	0	0
Lipovica	11	17	8	8,5	0	0	8,2	290	213,6	11,6	30	0	0
Tomaševac	11	14	8	8,5	0	0	8,8	290	231,4	11,3	26	0	0
Lido	11	17	8	8,5	0	0	8,2	310	231,4	11,4	28	0	0
Slatina	11	15	7,5	7,5	0	0	8,5	300	231,4	11,4	28	0	0
Ičići	11	14	8	8,5	0	0	8,4	300	284,8	11,5	16	0	0
2. analiza 17.04.2013.													
Črnikovica	15	20	8	8,5	0	0	9,9	380	195,8	17,16	30	0	0
Lipovica	16	24	8	8	1	0	9,9	340	178	17,13	28	0	0
Tomaševac	15	21	8	8	0	0	9,8	300	231,4	18,3	26	0,1	0,1
Lido	14	24	9	8,3	0	0	9,8	320	302,6	18,65	30	0	0
Slatina	16	24	8	8,3	0	0	9,8	380	106,8	15,67	15	0,1	0,1
Ičići	16	22	8	7	1	0	7,4	330	89	15,66	20	0	0
3. analiza 24.4.2013.													
Črnikovica	14	21	8	8	0	0	7,4	340	231,4	18,58	28	0	0
Lipovica	16	23	8	8,2	0	0	8,1	300	284,8	18,45	28	0	0
Tomaševac	16	24	8	8	0	0	7,1	320	338,2	19,03	28	0	0
Lido	15	22	8	8,3	0	0	7,8	340	240,3	19,28	27	0	0
Slatina	14	21	8	8	0	0	9	290	347,1	19,23	27	0	0
Ičići	16	21	8	8,2	0	0	6,9	320	338,2	19,01	24	0	0

Uočili smo utjecaj vremenskih prilika na fizikalno-kemijske čimbenike. Kod što možemo vidjeti u Tablici 2. kod prvog ispitivanja imamo ujednačenije rezultate nego kod druga dva. Smatramo da je razlog tome pojačano gibanje mora .

Možemo primijetiti da se temperatura mora na promatranim plažama na dan uzorkovanja vrlo malo razlikuje dok kod temperature zraka postoji određena razlika. Voda ima puno viši toplinski kapacitet od zraka. Toplinski kapacitet je količina topline koju tijelo treba primiti da bi mu se temperatura podigla za 1°. Jedinica za toplinski kapacitet je $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$. Toplinska vodljivost vode je puno bolja od toplinske vodljivosti zraka, na primjer dječji balon napunjen vodom zagrijavan na otvorenom plamenu neće puknuti, a balon napunjen zrakom istog će časa na plamenu puknuti. Tijela odnosno tvari s malim toplinskim kapacitetom brzo se zagriju već kod kratkotrajnog izlaganja izvoru topline, dok one s velikim toplinskim kapacitetom moramo dugo izložiti djelovanju nekog toplinskog izvora da bi mu se temperatura tek malo promijenila.



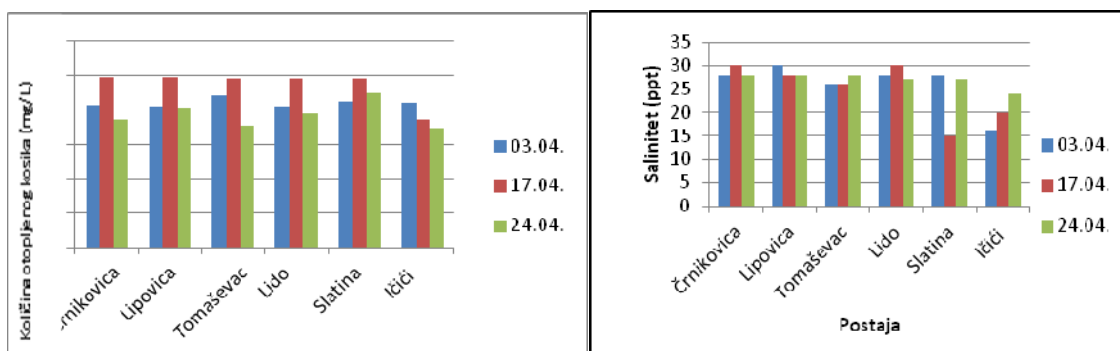
Slika 1. Temperatura mora na promatranim postajama u razdoblju od 22.10.2012. do 28.04.2013

Temperaturu mora smo pratili od jeseni prošle godine i te smo rezultate prikazali na Slici 1. Možemo primijetiti jednolik pad temperature do polovice veljače, a naredna dva mjeseca se izmjenjuju blagi rast i pad temperature na svim postajama.

pH smo odredili na dva načina: pomoću pH listića i pomoću kitova i uočavamo vrlo malu razliku koja je uvjetovana boljom preciznošću kita.

Primjećujemo da postoji određeno odstupanje kod količine otopljenog kisika (Slika 2) između postaja istog dana kao i između uzoraka uzorkovanih različitog datuma na istoj postaji. Znamo da količina otopljenog kisika ovisi o temperaturi mora, ali i o drugim parametrima.

U sva tri uzorkovanja dobili smo nešto niži salinitet na plaži Ičići (Slika 2), a kod drugog uzorkovanja i na plaži Slatina. U Ičićima ima dosta izvora pa bi to mogao biti razlog manjeg saliniteta.



Slika 2. Količina otopljenog kisika i salinitet mora na opatijskim plažama

Malu količinu nitrata smo našli u dva uzorka, dok nitrite uopće nismo našli.
 Kod alkaliteta ne vidimo veće odstupanje ni među postajama ni promatrajući datum uzorkovanja.
 Uspoređujemo li tvrdoću, možemo uočiti malo odstupanje među plažama kod drugog uzorkovanja te nešto veću tvrdoću kod svih plaža kod trećeg uzorkovanja.
 Vodljivost je puno manja kod prvog uzorkovanja, a među postajama nema značajnije razlike.
 Mogući razlog je kiša koja je padala prethodnog dana i valovito more, ali da bi se to potvrdilo trebalo bi provesti više ispitivanja pri takvim vremenskim uvjetima.
 Amonijak i fosfate smo našli u manjim količinama u samo dva uzorka.

Tablica 3. Mikrobiološka analiza mora i ocjena mora

PLAŽA	datum uzorkovanja	FS (bik/100ml)	E. coli (bik/100ml)	Ocjena mora
1.ispitivanje				
Črnikovica	3.4.2013.	7	3	izvrsna
Lipovica	3.4.2013.	13	6	izvrsna
Tomaševac	3.4.2013.	0	0	izvrsna
Lido	3.4.2013.	9	1	izvrsna
Slatina	3.4.2013.	20	12	izvrsna
Ičići	3.4.2013.	32	43	izvrsna
2.ispitivanje				
Črnikovica	17.4.2013	0	0	izvrsna
Lipovica	17.4.2013	7	0	izvrsna
Tomaševac	17.4.2013	0	0	izvrsna
Lido	17.4.2013	4	0	izvrsna
Slatina	17.4.2013	42	1	izvrsna
Ičići	17.4.2013	10	15	izvrsna
3.ispitivanje				
Črnikovica	24.4.2013	43	2	izvrsna
Lipovica	24.4.2013	1	32	izvrsna
Tomaševac	24.4.2013	0	0	izvrsna
Lido	24.4.2013	45	0	izvrsna
Slatina	24.4.2013	23	0	izvrsna
Ičići	24.4.2013	149	290	zadovoljavajuća

Zanimljivo je uočiti da na plaži Tomaševac nismo uopće pronašli bakterije dok ih na plaži Ičići kod sva tri uzorkovanja ima više nego kod ostalih promatranih plaža, a posebno kod zadnjeg uzorkovanja vidimo znatni porast.

Budući da je na svim plažama osim na plaži Ičići kod trećeg uzorkovanja broj crijevnih enterokoka manji od 60 bik i E. coli manji od 100 bik u 100 mL mora prema propisanim standardima (*Uredba o kakvoći mora za kupanje NN.110/2007.*) možemo zaključiti da je kakvoća mora u svim tim slučajevima izvrsna dok na plaži Ičići 24.04.2013. ocjena mora zadovoljavajuća.

Tablica 4. Rezultati ispitivanja kakvoće mora na plažama PGŽ u 2012. Godini. Kakvoća mora označena je bojama prema tablici 1.

Likacija	Ispitivanje / datum / ocjena										God. Ocj. (br. Isp.)	Kon. Ocj. (br. Isp.)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Črnikovica	16.05.	28.05.	11.06.	26.06.	09.07.	25.07.	06.08.	20.08.	03.09.	17.09.	1 (10)	1 (40)
Lipovica	16.05.	28.05.	11.06.	26.06.	09.07.	25.07.	06.08.	20.08.	03.09.	17.09.	1 (10)	1 (40)
Tomaševac	16.05.	28.05.	11.06.	26.06.	09.07.	25.07.	06.08.	20.08.	03.09.	17.09.	1 (10)	1 (40)
Lido	17.05.	28.05.	11.06.	26.06.	09.07.	25.07.	06.08.	20.08.	03.09.	17.09.	2 (10)	1 (40)
Slatina	17.05.	28.05.	11.06.	26.06.	09.07.	25.07.	06.08.	20.08.	03.09.	17.09.	2(10)	1 (40)
Ičići	17.05.	28.05.	11.06.	26.06.	09.07.	25.07.	06.08.	20.08.	03.09.	17.09.	2(10)	2 (40)

U Tablici 4. primjećujemo da je ocjena kakvoće mora kod prve tri plaže (Črnikovica, Lipovica i Tomaševac) izvrsna u cijelom razdoblju ispitivanja. Kod plaža Lido i Slatina vidimo jednu ocjenu dobar (zelena) na sredini sezone kupanja i zadovoljavajuću ocjenu plaža Slatina i Ičići na kraju sezone kupanja što je rezultiralo kod tih triju plaža godišnju ocjenu zadovoljava što je i označeno zelenom bojom.

Budući da je naša analiza dala izvrsnu ocjenu svim plažama osim plaže Ičići kod trećeg uzorkovanja, možemo reći da imamo poklapanje sa prošlogodišnjim službenim rezultatima *Zavoda za javno zdravstvo PGŽ*. Imamo premali broj podataka da bismo zaključili je li onečišćenje na određenim plažama veće od drugih. Potrebno je napraviti više analiza i ispitati rezultate duljeg niza godina da bi se donijeli točniji zaključci. Ukoliko bi se pokazala točna pretpostavka da kakvoća mora na određenim plažama lošija od drugih, treba ispitati moguće razloge. Budući da je u Ičićima ACI marina, velika je vjerojatnost da to utječe na kakvoću mora.

4. Zaključak

Uočili smo jasnu razliku među plažama, a rezultati mikrobiološke analize pokazuju uglavnom izvrsnu kakvoću što je u skladu sa službenim rezultatima *Zavoda za javno zdravstvo PGŽ*. Također smo uočili utjecaj vremenskih prilika na fizikalno-kemijske čimbenike. Rezultati fizikalno-kemijske analize mora u skladu su s očekivanjima, nema nekih velikih odstupanja među postajama niti u datumu uzorkovanja. Jedino što možemo primijetiti su ujednačeniji rezultati kod prvog ispitivanja u odnosu na druga dva. Smatramo da je to možda zbog pojačanih gibanja mora došlo do miješanja i ujednačavanja svojstava.

U donošenju bilo kakvih zaključaka moramo biti oprezni jer je promatrano razdoblje kratko. Za donošenje konkretnih zaključaka trebalo bi kroz dulje razdoblje napraviti više ispitivanja i pratiti promjenu različitih parametara.

Bilo bi dobro proširiti Projekt i produžiti razdoblje istraživanja tako da zaključci budu konkretniji i točniji.

5. Izvori

1. M. Bulić, A. Dragobratović, M. Bastić, D. Novoselić: Priroda 6, udžbenik za 6. razred osnovne škole, Alfa, 2009.
2. S. Grgić, J. Madaj, D. Novoselić: Biologija 7, udžbenik za 7. razred osnovne škole, Alfa, 2009.
3. M. Bastić, D. Novoselić, M. Popović: Biologija 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole, Alfa, 2009.
4. S. Lukić, M. Varga, I. Dujmović: Lučba 7, udžbenik za 7. razred osnovne škole, ŠK, 2009.
5. B. Tkalčec, A. Petreski: Anorganska kemija, udžbenik za 3. razred gimnazije, ŠK, 2009.
6. Povijest Opatije (Citirano 14.02.2013.) <http://www.opatijatourism.hr/Home.aspx?Pagelid=7>
7. Turizam Hrvatske (Citirano 30.04.2013.) http://www.croatiainfo.net/h_Volosko.html
8. Toplinski kapacitet vode - eksperiment (Citirano 30.04.2013.) http://eskola.hfd.hr/kucni_eks/ke-9/kapacitet.htm
9. *Propisani standardi: Uredba o kakvoći mora za kupanje NN.110/2007*
10. Nastavni zavod za javno zdravstvo PGŽ *Kakvoća mora na morskim plažama na području Primorsko-goranske županije u 2012. godini* (Citirano 14.02.2013.) <http://www.zzjzpgz.hr/publikacije/izvjestaj-more-2012.pdf>