

## Kvaliteta vode Mrtvog kanala i mogućnosti revitalizacije

Megi Pavletić, Pegi Pavletić, Dina Bolkovac  
Mentor: Tatjana Holjević  
Medicinska škola u Rijeci

### 1. Istraživačko pitanje/ Hipoteza

Mrtvi kanal smješten je u samom centru grada Rijeke, te u naravi predstavlja bivše prirodno korito vodotoka Rječine, kojim se do kraja devetnaestog stoljeća Rječina ulijevala u more. Regulacijskim radovima tok Rječine izmješten je na lokaciju Brajdica. Bivše, napušteno korito ispunilo je more, a tok je dobio naziv Mrtvi kanal. Izmjenio se režim protjecanja, odnosno došlo je do drastičnog smanjenja dotoka slatke vode u ovo područje. Do izgradnje gradskog kanalizacijskog sustava u Mrtvi kanal utjecao je značajni dio otpadnih voda ovog dijela grada, a što je rezultiralo izrazito lošom kvalitetom vode. Na dnu toka dolazilo je do značajnog taloženja krupnijih čestica iz otpadnih voda što je iziskivalo potrebu višekratnog čišćenja toka. Istraživanjem osnovnih fizikalno- kemijskih parametara vode Mrtvog kanala na više lokacija, može se formirati baza realnih podataka nužnih za osnovnu usporedbu kvalitete vode sa susjednim vodotokom Rječine. Na osnovi takvih podataka moguća je komparativna analiza njihovih vrijednosti, a mogu se predložiti i osnovne mjere za unapređenje stanja kvalitete vode ovog kanala. Ovako definirani opis projekta određuje i osnovno istraživačko pitanje u obliku: Kakva je kvaliteta vode duž toka Mrtvog kanala, odnosno koji su uvjeti za revitalizaciju ovog gradskog toka?

U traženju odgovora na istraživačko pitanje osmišljena su istraživanja kvalitete vode toka Mrtvog kanala. Osnovni cilj istraživanja je stvaranje baze podataka koja će poslužiti određivanju postojeće kvalitete vode duž toka Mrtvog kanala, kao i načina moguće revitalizacije ovog toka u kontekstu urbanističkog promišljanja šireg prostora, te u kontekstu principa održivog razvoja i renaturizacije vodnih tokova (1).

### 2. Metode istraživanja

Sukladno postavljenim ciljevima predviđene su sljedeće metode istraživanja: uzorkovanje vode na tri lokacije duž toka Mrtvog kanala (odabrane lokacije reprezentativne su za ovaj tok) i jedne lokacije donjeg toka Rječine (predstavlja kontrolni profil), te fizikalno-kemijska analiza parametara kakvoće vode in situ prijenosnom GLOBE laboratorijskom opremom uz kalibraciju rezultata u laboratoriju.

Zadaci su nam bili: analizirati vodu prema GLOBE hidrološkim protokolima (2) i predložiti mjere za poboljšanje kvalitete vode ovisno o dobivenim podacima.

Za istraživanje smo odabrali tri lokacije duž toka Mrtvog kanala:

1. Početak Mrtvog kanala, lokacija Fiumara (most 1.)
2. Most branitelja (most 2.)
3. Most kod kazališta (most 3.)

i jedna lokacija u vodotoku Rječina:

4. Most Kontinental (most Rječina)

Mjerenja smo započeli 3.10.2013. Uzimali smo tri uzorka po lokaciji, prosječno jednom tjedno. Ispitali smo sljedeće parametre: temperaturu vode, pH vrijednost, električnu vodljivost, koncentraciju klorida, koncentraciju nitrata, salinitet i otopljeni kisik. Za dane uzimanja uzoraka zabilježili smo dubinu vode Rječine i visinu mora.

Protoci Rječine dobiveni su na bazi očitavanja dubine vode za limnografsku postaju Tvornica papira. Podaci su preuzeti sa servera Hrvatskih voda (3). Temeljem očitane dubine vode, a na bazi prethodno definirane krivulje odnosa dubine vode i protoka (konsumpcijske krivulje) dobiveni su protoci Rječine u trenutku uzimanja uzoraka. Podaci o visini mora (plima-oseka) u trenutku uzorkovanja očitani su s web-stranice Instituta za oceanografiju i ribarstvo (4).

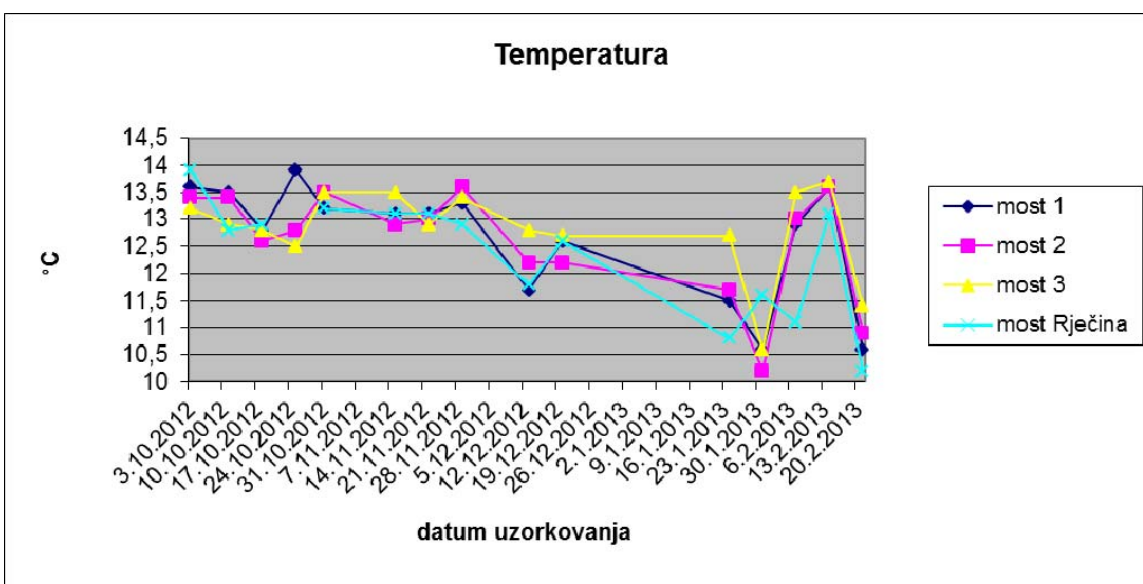
Koristili smo GLOBE protokole za fizikalno-kemijska istraživanja vode (2), a u okviru laboratorija KD Vodovod i kanalizacija provodili smo dodatna kalibracijska mjerenja, uz suradnju njihovih stručnjaka.

### 3. Prikaz podataka

U razdoblju od 03.10.2012. do zaključno 21.02.2013. godine provedeno je ukupno 15 uzorkovanja vode na tri lokacije duž Mrtvog kanala i jednoj lokaciji u donjem toku Rječine. Za lokacije uzorkovanja vode odabrana je obala na početku Mrtvog kanala (lokacija Fiumara - most 1.), te mostovi na toku: most branitelja nalazi se na sredini toka Mrtvog kanala (most 2.), a most kod kazališta na samom ušću Mrtvog kanala u more (most 3.). Most Kontinental (most Rječina) nalazi se na udaljenosti 507 metara od mora, približno u ravnini obale na početku Mrtvog kanala.

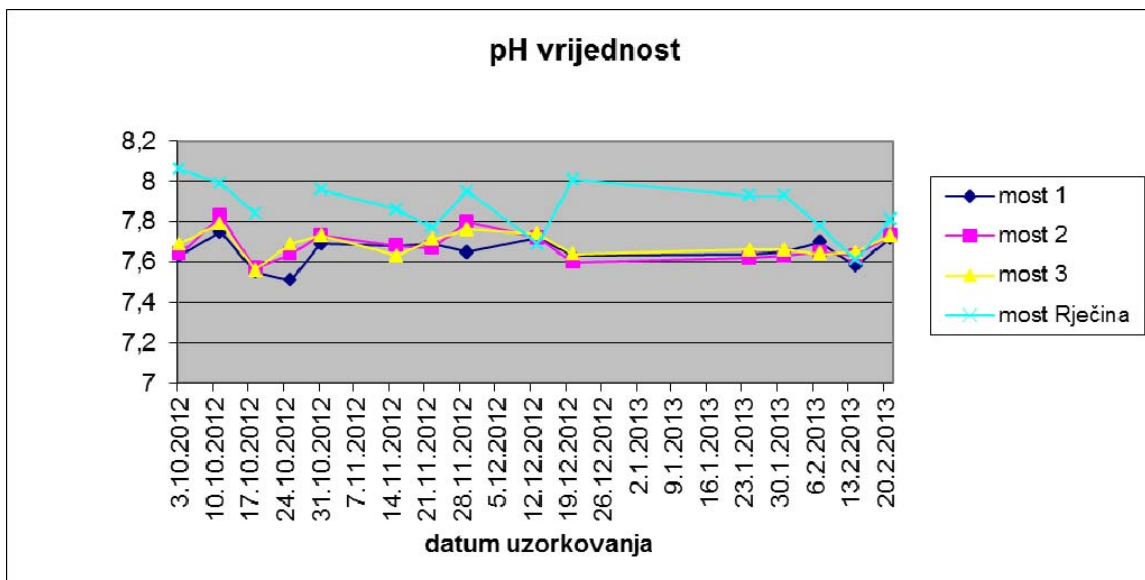
Rezultati provedenih analiza uzoraka vode sistematizirani su prema mjestu uzorkovanja i obrađeni u programu Microsoft Excel 2010.

Rezultati provedenih analiza grafički su prikazani u obliku grafikona za svaki od analiziranih parametara. Vrijednosti temperature vode kretale su se u rasponu od min. 10,2 °C do max. 13,9 °C. Rezultati mjerenja ovog parametra oslikavaju dinamiku oscilacije temperature u Mrtvom kanalu, odnosno u donjem toku Rječine. Prikaz kolebanja temperature vode prema lokacijama uzorkovanja dan je u grafikonu 1.



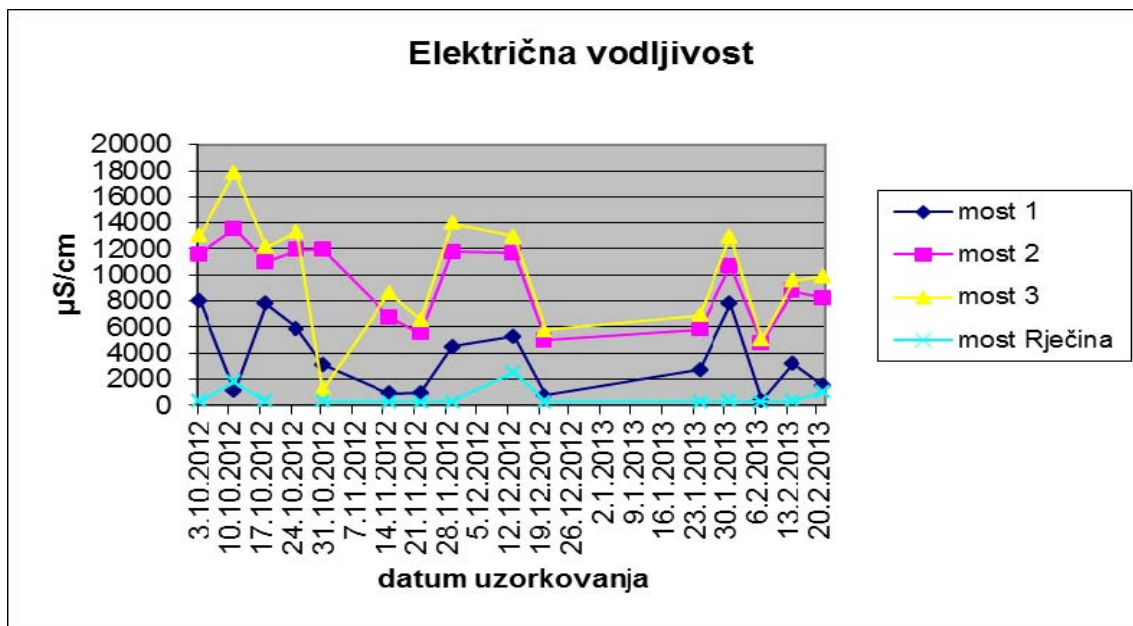
Slika 1. Dinamika kolebanja temperature vode tijekom istraživanog razdoblja prema lokacijama uzorkovanja

Vrijednosti pH vode u istraživanom razdoblju kretale su se od minimalno 7,51 do maksimalno 8,06, dok se srednja vrijednost za sve tri lokacije kreće oko 7,8. Vrijednosti izmjerene na postaji most Rječina minimalno se razlikuju od lokacija u Mrtvom kanalu.



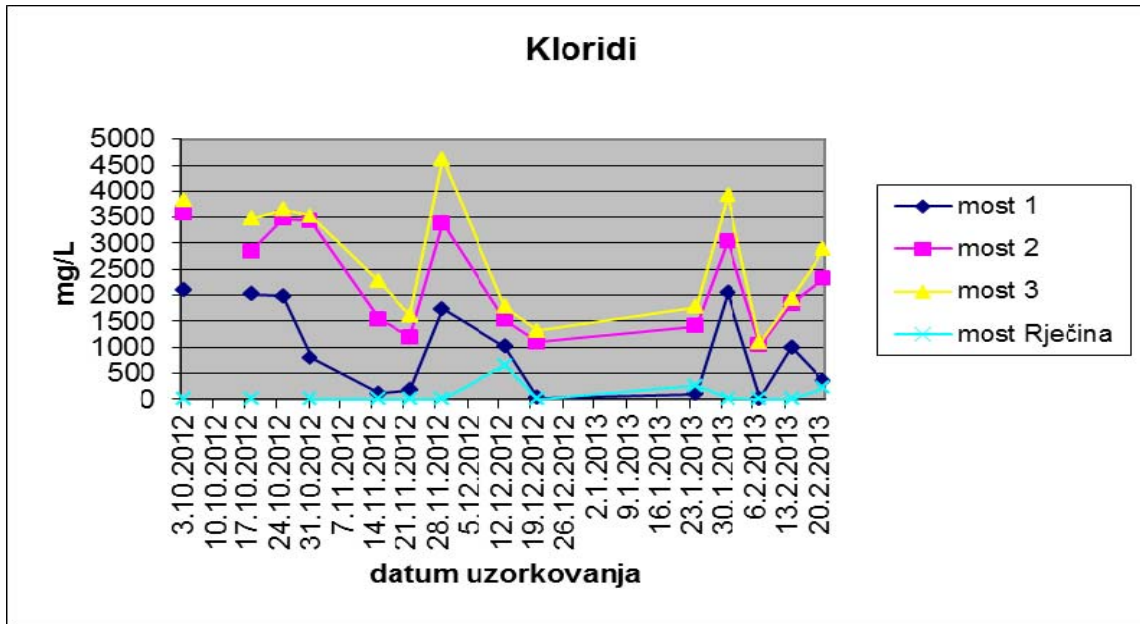
Slika 2. Dinamika kolebanja pH vrijednosti vode tijekom istraživanog razdoblja prema lokacijama uzorkovanja

Vrijednosti elektrovodljivosti vode u istraživanom razdoblju kretale su se od minimalno 253  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (lokacija mosta Rječina) do maksimalno 17830  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Na lokacijama mosta 2. i 3. srednja vrijednost elektrovodljivosti iznosila je 9926 i 9985  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , dok je ona na lokaciji mosta 1. bila 3585  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , odnosno na lokaciji mosta Rječina 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Iz grafičkog prikaza kretanja vrijednosti tijekom razdoblja istraživanja možemo uočiti da se vrijednosti na lokacijama mosta 2. i 3. kreću identičnom dinamikom osim u jednom slučaju.

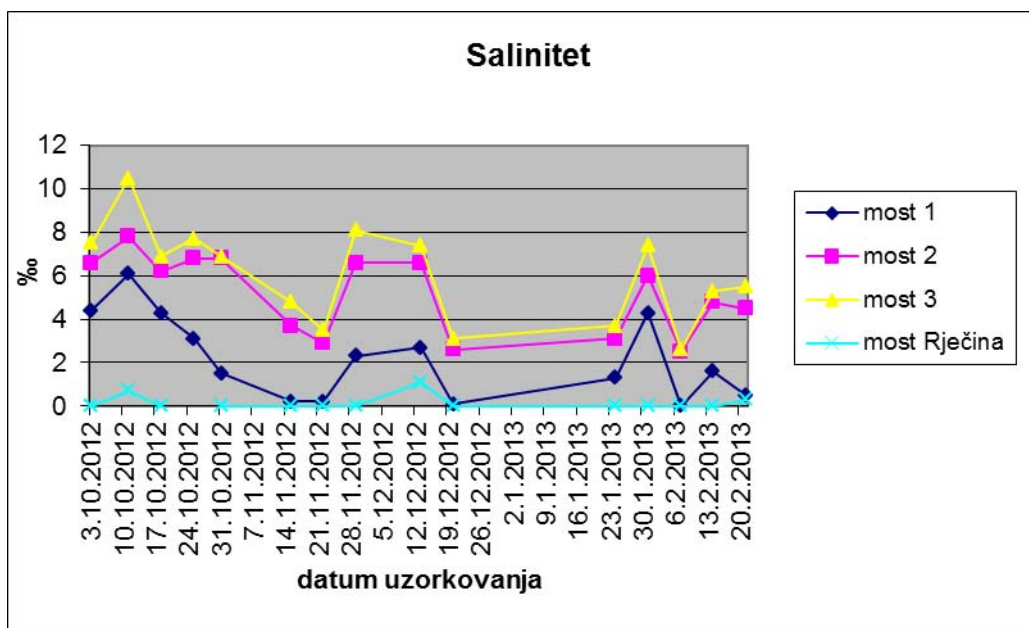


Slika 3. Dinamika kolebanja elektrovodljivosti vode tijekom razdoblja istraživanja prema lokacijama uzorkovanja

Koncentracije klorida u istraživanom razdoblju kretale su se od minimalno 0,0 mg/L do maksimalno 3920 mg/L. Srednja vrijednost koncentracije klorida za lokacije 2. i 3. je 2165 i 2604 mg/L, dok za lokaciju mosta 1. ona iznosi 874 mg/L, odnosno 106 mg/L za lokaciju mosta 4.(most Rječina). Salinitet izmjeren na postajama prati dinamiku kretanja klorida, a kreće se od 0 do 10 ‰.

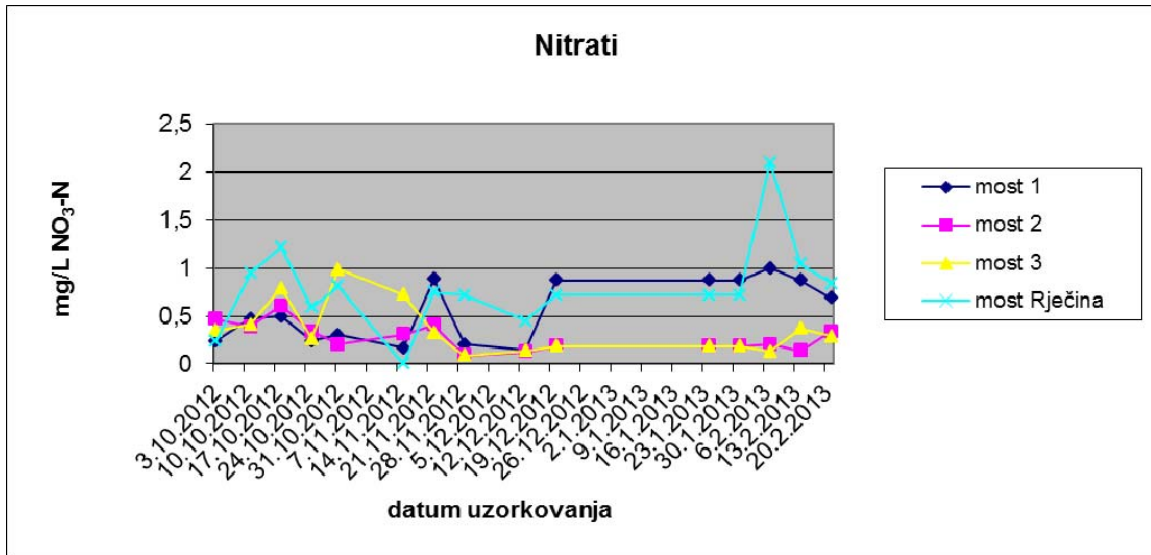


Slika 4. Dinamika kolebanja koncentracije klorida u vodi tijekom istraživanog razdoblja prema lokacijama uzorkovanja



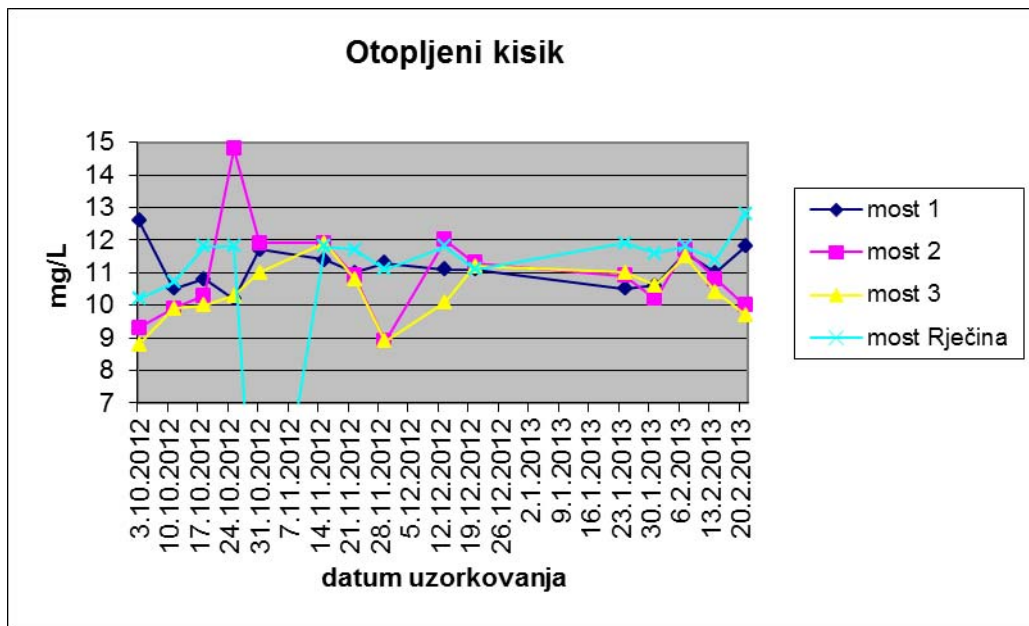
Slika 5. Dinamika kolebanja koncentracije saliniteta u vodi tijekom istraživanog razdoblja prema lokacijama uzorkovanja

Koncentracije nitrata u istraživanom razdoblju kretale su se od minimalno 0,131 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$  do maksimalno 2,1 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$ . Srednja vrijednost koncentracije nitrata za lokaciju 1. iznosi 0,554 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$ , lokaciju 2.- 0,278 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$ , lokaciju 3.-0,36 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$  i lokaciju 4.(Rječina) - 0,79 mg/L  $\text{NO}_3\text{-N}$ .



Slika 6. Dinamika kolebanja koncentracije nitrata u vodi tijekom istraživanog razdoblja prema lokacijama uzorkovanja

Koncentracije otopljenog kisika u razdoblju istraživanja kretale su se od minimalno 8,8 mg/L do maksimalno 12,8 mg/L. Na lokaciji most Rječina 31.10.2012 nije izmjerena koncentracija otopljenog kisika. Srednje vrijednosti na svim trima lokacijama gotovo su jednake cca 11,0 mg/L.



Slika 7. Dinamika kolebanja koncentracije otopljenog kisika u vodi tijekom istraživanog razdoblja prema lokacijama uzorkovanja

#### 4. Zaključci

Sukladno provedenom programu uzorkovanja vode na trima lokacijama duž Mrtvog kanala i jedne lokacije u donjem toku Rječine, odnosno rezultatima terenskih i laboratorijskih fizikalno-kemijskih analiza vode, izvršenim vizualizacijama rezultata, te sukladno postavljenim ciljevima projekta mogu se formirati slijedeći zaključci:

- Utvrđeno kretanje vrijednosti pH parametra (7,51-8,06) ukazuju na lagano alkane vode.
- Na lokaciji 4.(most Rječina) elektrovodljivost je manja od vrijednosti na lokaciji 1.(ova vrijednost potvrđuje stalne podzemne dotoke slatke vode u korito Mrtvog kanala), odnosno višestruko manja od vrijednosti na lokacijama 2. i 3. što ukazuje na značajan utjecaj mora na tim lokacijama
- Koncentracija klorida i salinitet evidentno su povezani s elektrovodljivošću vode, te je na lokaciji 4. (most Rječina)(osim u dva slučaja) gotovo jednaka nuli i značajno manja od vrijednosti na lokacijama 2. i 3., što ukazuje na značajan utjecaj mora na potonjim lokacijama. Koncentracije klorida na lokaciji mosta 1. značajno osciliraju tijekom istraživačkog razdoblja što potvrđuje podzemne dotoke slatke vode na toj lokaciji.
- Koncentracija nitrata na svim lokacijama nalazi se daleko ispod višegodišnjih srednjih vrijednosti zabilježenih u hrvatskim rijekama u razdoblju od 2000.-2006. godine (izvor Hrvatske vode)
- Vrijednosti otopljenog kisika na svim mjestima omogućuju nesmetani boravak riba
- Rezultati istraživanja kakvoće vode provedeni kroz analizu 6 parametara kvalitete vode na tri lokacije unutar Mrtvog kanala i jedne unutar vodotoka Rječine ukazuju da sa tog gledišta ne postoje prepreke (izmjerene vrijednosti parametara vrlo su slične) za ponovno povezivanje Rječine i Mrtvog kanala trajnim zahvatom. Na taj način postiže se renaturizacija voda Mrtvog kanala, brže i učinkovitije evakuacije velikih voda Rječine, ali i uklanjanja trajno istaloženih čestica u dnu Mrtvog kanala, čime se daje odgovor na istraživačko pitanje i ostvaruje zacrtani cilj ovog istraživačkog projekta.

#### Literatura:

1. Okvirna direktiva o vodama, (2000/60EZ)
2. Priručnik za voditelje programa GLOBE
3. Podaci sa limnografske postaje Tvornica papira
4. web.stranice Instituta za oceanografiju i ribarstvo; <http://www.izor.hr/web/guest/visoke-i-niske-vode>
5. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće („Narodne novine“, br.47/08)
6. Pravilnik o graničnim emisijama otpadnih voda („Narodne novine“, br.87/10)
7. Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti uzimanja uzoraka i ispitivanja voda („Narodne novine“, br.20/11)
8. Strategija upravljanja vodama („Narodne novine“, br.91/08)
9. Uredba o kakvoći vode za kupanje („Narodne novine“, br.51/10)
10. Uredbe o klasifikaciji voda (NN 77/98)
11. Uredba o standardu kakvoće voda („Narodne novine“, br.89/10)
12. Zakon o vodama, („Narodne novine“, br.153/09)