

Promjene saliniteta unutar estuarija Rijeke dubrovačke – Omble
Salinity changes within the estuary of the Rijeka Dubrovačka – Ombla

Katarina Bojanović, Ketii Bošković, Matea Kolić

Mentorica: Sanja Čulić, prof.

Ekonomska i trgovačka škola Dubrovnik

Sažetak rada

Ovo istraživanje bavi se analizom saliniteta u estuariju rijeke Omble, s ciljem utvrđivanja utjecaja plime, oseke, oborina i sezonskih promjena na dinamiku miješanja slatke i morske vode. Mjerenja su provedena na sedam mjernih točaka duž toka rijeke, koristeći različite instrumente i metodologije, uključujući multiparametarsku sondu, digitalne termometre, areometar i meteorološke podatke. Rezultati pokazuju da salinitet raste s dubinom te se progresivno povećava od izvora prema ušću, pri čemu plima uzrokuje povećanje saliniteta, dok oseka doprinosi njegovom smanjenju. Tijekom kišnih razdoblja salinitet opada zbog većeg dotoka slatke vode, dok je ljeti viši zbog smanjenog protoka slatke vode. Osim toga, analiza vertikalnog profila saliniteta pokazuje da se slatka voda zadržava na površini, dok je slanija, gušća voda prisutna u dubljim slojevima. Moguće pogreške u mjerenju uključuju utjecaj vodenih strujanja, tehnička ograničenja instrumenata te kratkotrajne vremenske oscilacije koje mogu uzrokovati varijacije u salinitetu. Ovo istraživanje pruža važne uvide u dinamiku miješanja slatke i morske vode u estuariju rijeke Omble te može poslužiti kao osnova za daljnja istraživanja i donošenje odluka vezanih uz upravljanje vodnim resursima i zaštitu ekosustava ovog područja.

Summary

This research analyses the salinity in the Ombla River estuary, with the aim of determining the influence of tides, precipitation and seasonal changes on the dynamics of mixing of fresh and seawater. Measurements were carried out at seven measuring points along the river course, using different instruments and methodologies, including a multiparameter probe, digital thermometers, a hydrometer and meteorological data. The results show that salinity increases with depth and progressively increases from the source to the mouth, with the high tide causing an increase in salinity, while the low tide contributes to its decrease. During rainy periods, salinity decreases due to a greater inflow of fresh water, while in summer it is higher due to a reduced flow of fresh water. In addition, analysis of the vertical salinity profile shows that fresh water is retained on the surface, while saltier, denser water is present in deeper layers. Possible measurement errors include the influence of water currents, technical limitations of the instruments and short-term weather oscillations that can cause variations in salinity. This research provides important insights into the dynamics of freshwater and seawater mixing in the Omble River estuary and can serve as a basis for further research and decision-making related to water resource management and ecosystem protection in this area.

Uvod

Područje Rijeke dubrovačke-Omble je smješteno na sjeverozapadnom dijelu grada Dubrovnika a obuhvaća estuarij rijeke Omble u dužini od 5 km, širine od 200 m do 300 m sa strmim i na nekim mjestima i do 600 m visokim dolinskim stranama (Antonić i sur., 2015.). Estuarij rijeke Omble ima tipične estuarijske karakteristike, s izraženom stratifikacijom vode – slatka voda zbog manje gustoće pluta na površini, dok se ispod nje nalazi sloj slanije, gušće morske vode. Ovo miješanje dviju voda ovisi o hidrološkim čimbenicima, uključujući dotok rijeke, plimu i oseku, sezonske oborine i morske struje.

Sama rijeka Ombla je hrvatski krški fenomen jer njezin vodotok iznosi samo 30 m. Izvire kod mjesta Komolac i dio je Trebišnjice, rijeke ponornice koja ponire u Popovom polju u dubrovačkom zaleđu. Na udaljenosti 30 m od izvora rijeke nalazi se mali slap visok 70 cm, nakon kojeg se Ombla miješa sa slanom vodom i utječe u Jadransko more, odnosno počinje njen estuarij. Unatoč kratkom toku, prosječni protok vode od 23,9 m³/s i utok u more zadovoljava kriterije koji je svrstavaju među najkraće rijeke na svijetu (Bonacci, 2023.).

Istraživanje saliniteta unutar estuarija rijeke Omble važno je zbog očuvanja ovog jedinstvenog vodnog sustava, zaštite prirode, osiguranje kvalitete pitke vode i održivi razvoj dubrovačke regije. Praćenjem saliniteta možemo identificirati eventualne probleme s povećanjem saliniteta zbog klimatskih promjena i morskih prodora. Rezultati istraživanja mogu poslužiti kao osnova za donošenje važnih odluka o upravljanju vodnim resursima i zaštiti okoliša. Riječna ušća (estuariji) su među najproduktivnijim ekosustavima na svijetu jer miješanje slatke i slane vode stvara specifične uvjete za živi svijet. Promjene u salinitetu mogu narušiti te specifične uvjete i ugroziti ekosustave ušća. Prikupljeni podaci mogu doprinijeti razumijevanju rijeka sličnog tipa (kratkih rijeka u priobalju) i osigurati osnovu za usporedbu s drugim sustavima u u Hrvatskoj i šire.

Istraživačka pitanja, ciljevi istraživanja i hipoteze

Ovim istraživanjem željeli smo utvrditi razlike u salinitetu duž estuarija Rijeke dubrovačke na različitim točkama i dubinama tijekom sezonskih mjerenja. Zanimao nas je utjecaja oborina, plime i oseke te promjena temperature zraka na varijacije saliniteta, kako bismo bolje razumjeli dinamiku miješanja slatke i slane vode.

Istraživanjem smo željeli odgovoriti na sljedeća pitanja:

1. Kako plima i oseka utječu na promjene saliniteta duž toka rijeke Omble?
2. Na koji način količina oborina utječe na salinitet rijeke Omble tijekom kišnih razdoblja?
3. Kako sezonske promjene protoka slatke vode utječu na salinitet rijeke Omble tijekom ljetnih i zimskih mjeseci?
4. Kako se salinitet mijenja s dubinom rijeke Omble i koji su glavni uzroci vertikalnog gradijenta saliniteta?
5. U kojoj mjeri se salinitet i temperatura vode mijenja unutar estuarija prema ušću rijeke Omble?

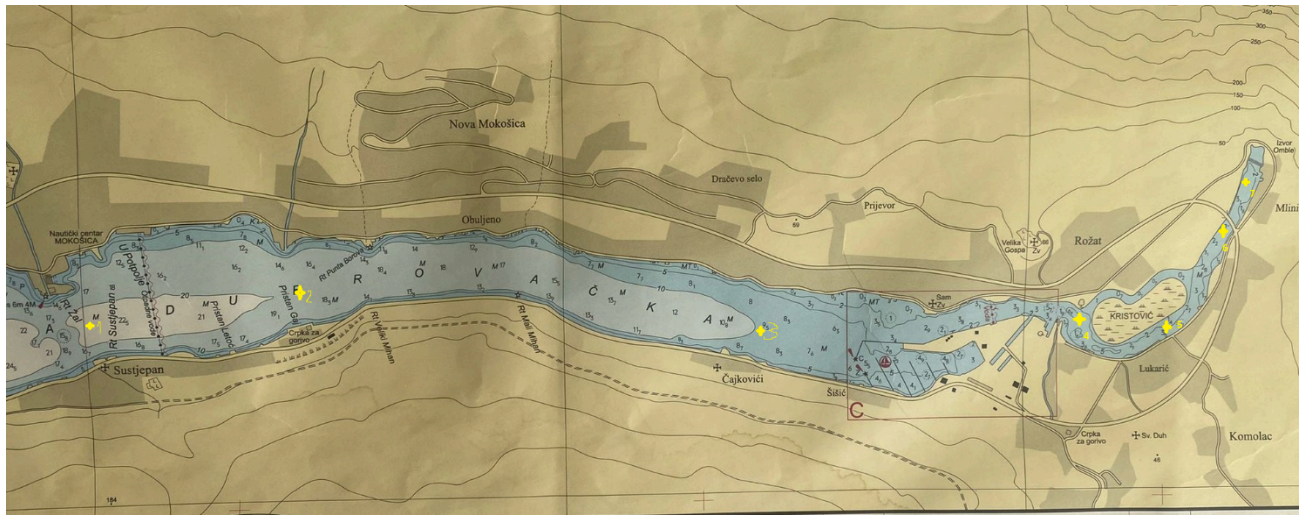
Pretpostavljeni odgovori na istraživačka pitanja bili su:

1. Tijekom plime dolazi do povećanja saliniteta u cijelom toku rijeke a tijekom oseke se salinitet smanjuje.

2. Tijekom kišnog razdoblja salinitet se smanjuje zbog većeg dotoka slatke vode.
3. Salinitet rijeke Omble viši je tijekom ljetnih mjeseci zbog smanjenog protoka slatke vode a tijekom zime salinitet je niži zbog obilnijih kiša i većeg dotoka slatke vode s izvora.
4. Salinitet raste od površine rijeke prema dubini jer slatka voda ima manju gustoću i prirodno se zadržava bliže površini i uz obalu, dok je slana voda gušća i prodire prema sredini i dubljim slojevima rijeke.
5. Salinitet rijeke Omble progresivno se povećava od izvora prema ušću zbog prodora morske vode uslijed plimnih oscilacija i miješanja slane i slatke vode, a temperatura vode unutar estuarija se progresivno smanjuje unutar estuarija prema ušću.

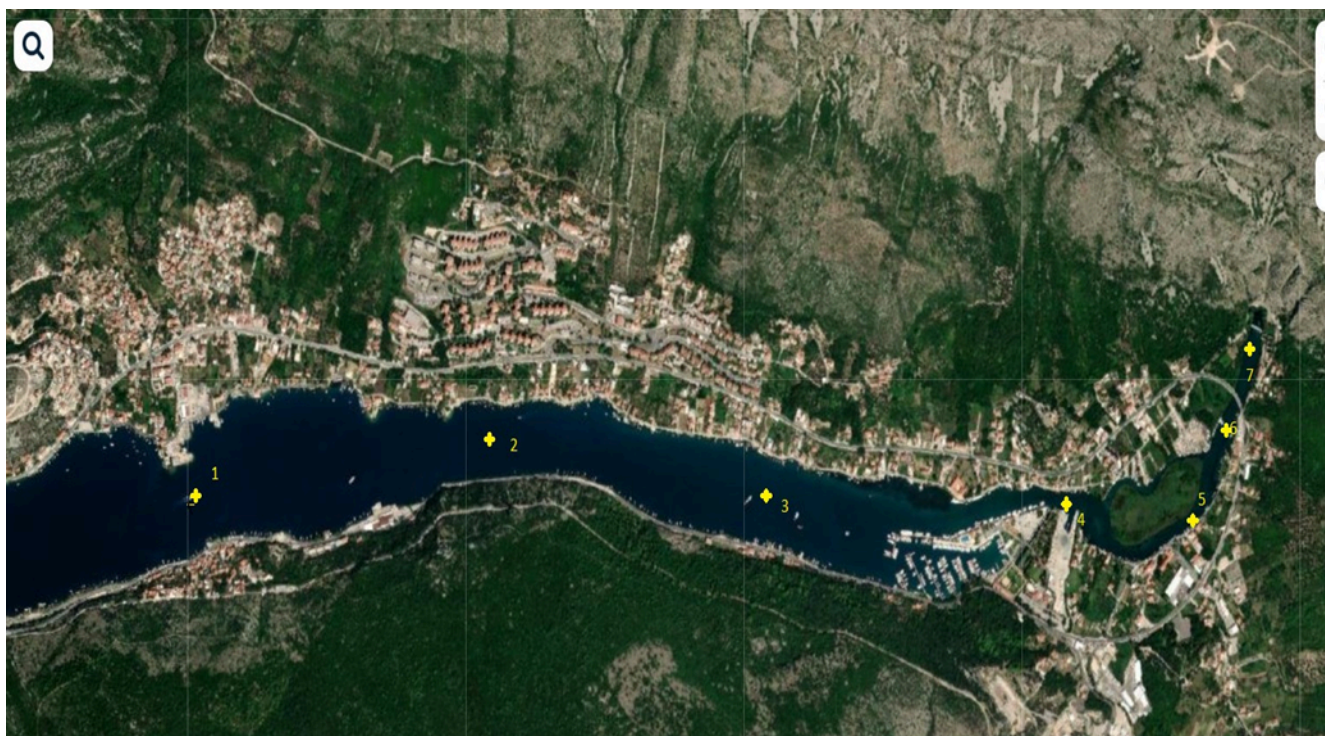
Metode istraživanja

Duž estuarija rijeke odredili smo sedam mjernih točaka pomoću pomorske i satelitske karte (Slike 1 i 2). Kako bi mjerili parametre duž sredine estuarija morali smo koristiti brodicu.



Slika 1. Pomorska navigacijska karta Rijeke dubrovačke s ucrtanim mjernim točkama (osobna zbirka pomorskih karata)

Figure 1. Maritime navigation chart of the Dubrovnik River with measuring sites (personal collection of maritime charts)



Slika 2. Satelitska karta Rijeke dubrovačke- mjerne točke (google maps <https://tinyurl.com/bdf8vab8>)

Figure 2. Satellite map of the Ombla Estuary Rijeka Dubrovnik - measuring sites ((google maps <https://tinyurl.com/bdf8vab8>)

Tablica 1. Prikaz mjernih točaka na Rijeci dubrovačkoj

Table 1. Overview of measuring sites on the Rijeci dubrovačkoj

Mjerna točka	Udaljenost od izvora (m)	Geografska širina°N	Geografska dužina°E
1 Rt Plaža	3900	42.67126	18.09280
2 Crpka	2800	42.67249	18.10177
3 Čajkovići	1800	42.67137	18.11829
4 Zeleni senjo	850	42.67144	18.13020
5 Stara kuća	640	42.67138	18.13436
6 Kod Mosta	220	42.67340	18.13551
7 Izvor	80	42.67507	18.13655

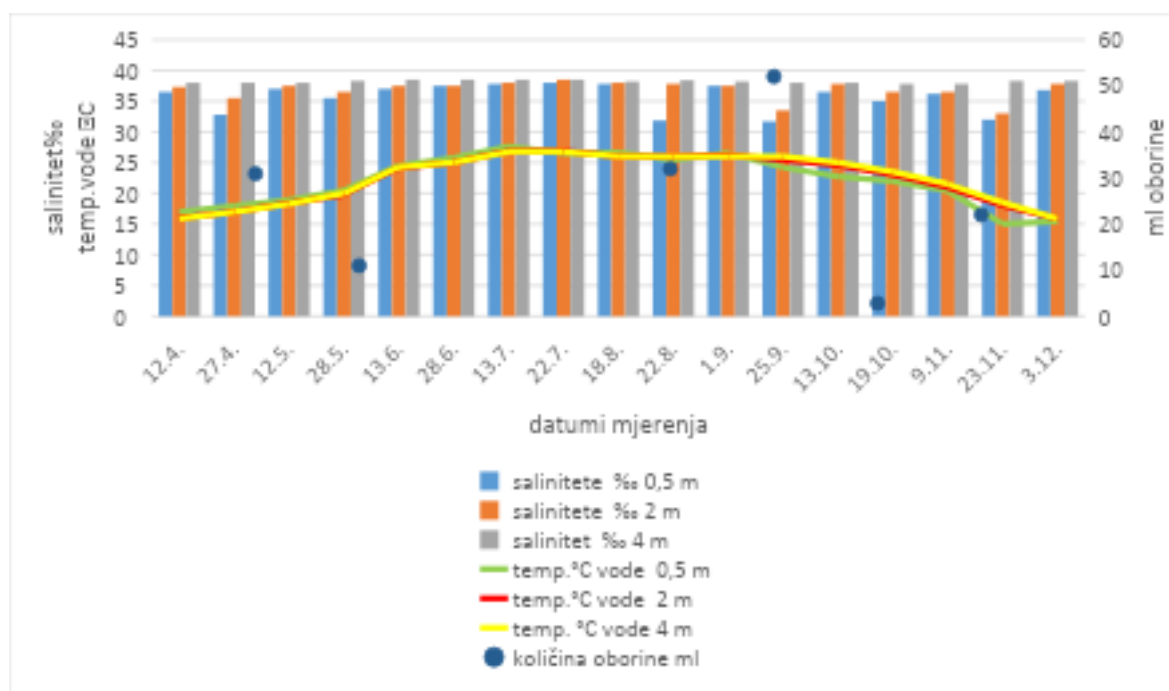
Tablica 1 prikazuje sedam mjernih točaka s pripadajućim udaljenostima od izvora Omble, te njihovim geografskim širinama i dužinama.

Tijekom istraživanja mjerili smo temperaturu zraka, vlažnost zraka, količinu oborina, prisustvo i smjer vjetra s meteorološke stanice u dvorištu Ekonomske i trgovačke škole Dubrovnik. Prozirnost vode određivali smo pomoću Secchi diska, salinitet (gustoću vode) pomoću areometra, a temperaturu vode pomoću digitalnog termometra tvrtke Hanna. Koristili smo se GLOBE protokolima za atmosferu i vodu. Kod mjernih točaka 6 i 7 zbog blizine izvora rijeke temperaturu zraka smo odredili i digitalnim termometrom tvrtke Hanna na 1,5 m iznad tla. Koristili smo aplikaciju Asterion kako bi saznali razdoblja plime i oseke. Za analizu smo koristili i multiparametarsku sondu koju nam je posudio Zavod za Javno zdravstvo Dubrovnik. Nismo mogli unaprijed planirati izlaske na teren, ali ukupno smo izašli 17 puta i to nakon

dužeg suhog razdoblja i nakon dužeg kišnog razdoblja, prateći razdoblja plime i oseke od 1.4.2024. do 31.12.2024.

Prikaz i analiza podataka

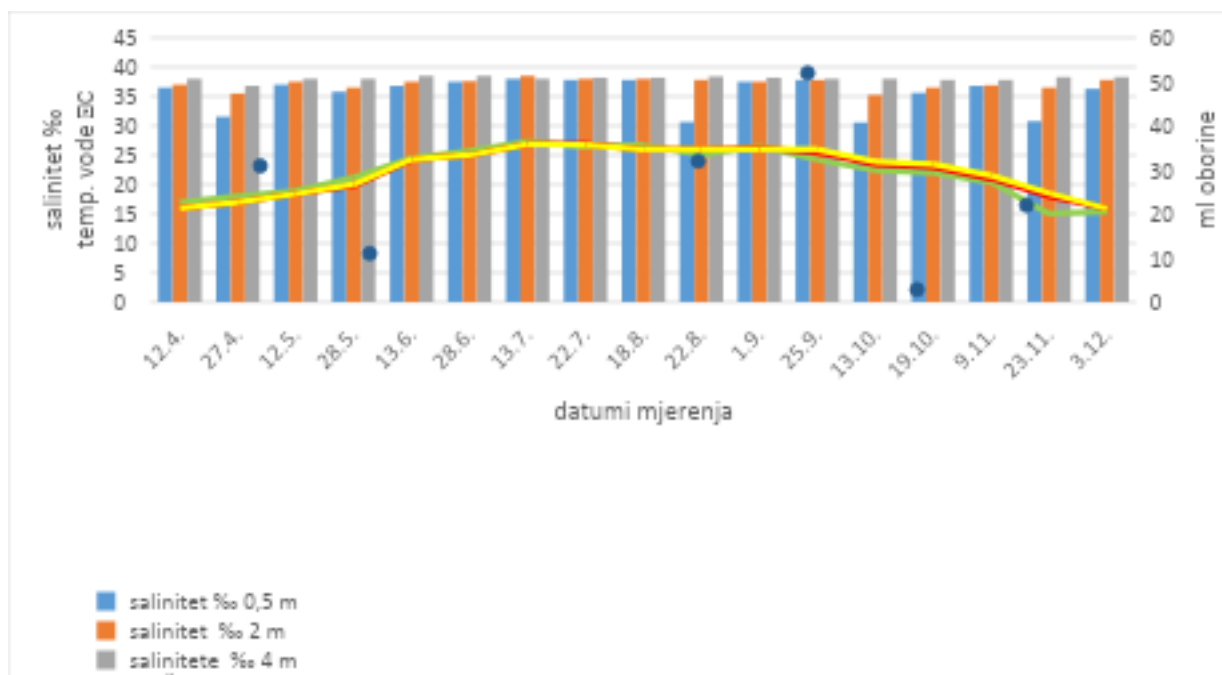
Obrađene podatke prikazali smo grafički kako bismo analizirali promjene saliniteta na različitim mjestima uzorkovanja u odnosu na količinu oborina, temperaturu zraka i temperaturu vode, te plimu i oseku.



Slika 3. Ovisnost saliniteta na tri dubine o temperaturi mora i ukupnoj količini oborina na mjernoj točki 1 Rt Plaža

Figure 3. Dependence of salinity at three depths on sea temperature and total precipitation at measurement site 1 Rt Plaža

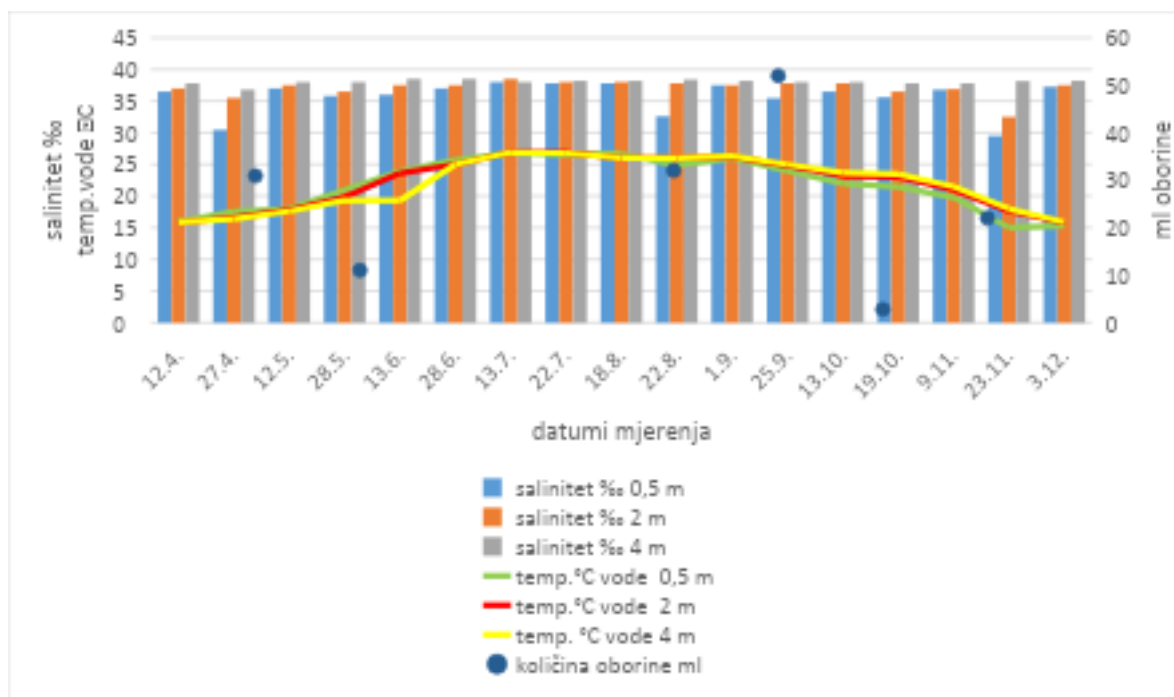
Na mjernoj točki 1, Rt Plaža, koja je udaljena 3900 m od izvora rijeke Omble, najmanje razlike u salinitetu po vertikalnom gradijentu zabilježene su na dubinama od 0,5 m, 2 m i 4m u odnosu na druge mjerne točke. Prosječni salinitet na dubini od 4 m iznosi približno 38‰. Na dubini između 2 m i 4 m postojale su razlike u salinitetu od 0,5 do 1‰. Nakon zabilježenih većih količina oborina i pri nižim temperaturama mora na dubini od 0,5 m salinitet je bio niži od prosječnog i iznosio je 34-35‰. Maksimalna dubina mora na tom mjestu je bila 23 m. Temperaturne razlike na dubini 2 m i 4 m dubine su neznatne, a zagrijavanjem mora od proljeća do ljeta izjednačavaju se razlike i između površinske temperature mora i one na 2 m i 4 m dubine.(slika 3).



Slika 4. Ovisnost saliniteta na tri dubine o temperaturi mora i ukupnoj količini oborina na mjestu 2 Crpka

Figure 4. Dependence of salinity at three depths on sea temperature and total precipitation at measurement site 2 Crpka

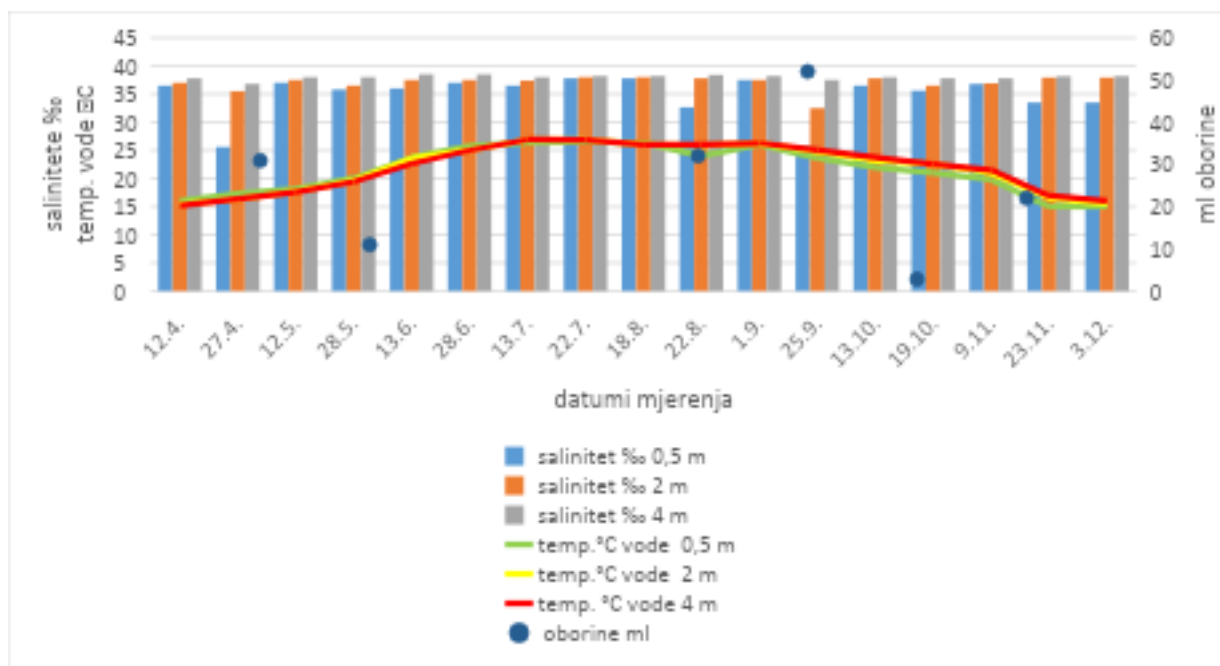
Na mjestu 2, Crpka, koja je od točke 1 udaljena 1000 m na 0,5 m, 2 m, i 4 m dubine vrijednosti saliniteta i temperature mora bile su slične kao na lokaciji 1.(slika 4).



Slika 5. Ovisnost saliniteta na tri dubine o temperaturi mora i ukupnoj količini oborina na mjernoj točki 3 Čajkovići

Figure 5. Dependence of salinity at three depths on sea temperature and total precipitation at measurement site 3 Čajkovići

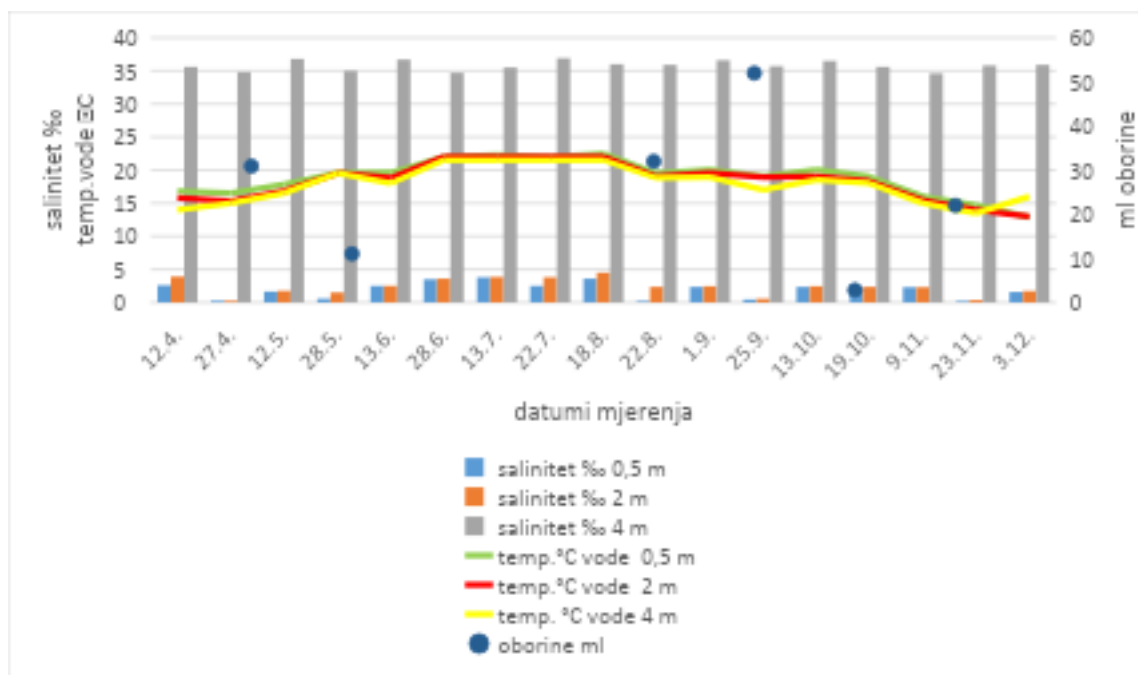
Na mjernoj točki 3, Čajkovići, koja je od točke 2, udaljena 1100 m, a od izvora Omble 1800 m vrijednosti saliniteta su niže na dubini od 0,5 m za 0,5‰ do 1 ‰ tijekom većih količina oborina. Vrijednosti saliniteta na dubinama od 2 m i 4 m su približno iste kao na prethodnim mjernim točkama i iznose 37‰ do 38‰ (slika 5).



Slika 6. Ovisnost saliniteta na tri dubine o temperaturi mora i ukupnoj količini oborina na mjernoj točki 4 Zeleni senjo

Figure 6. . Dependence of salinity at three depths on sea temperature and total precipitation at measurement site 4 Zeleni senjo

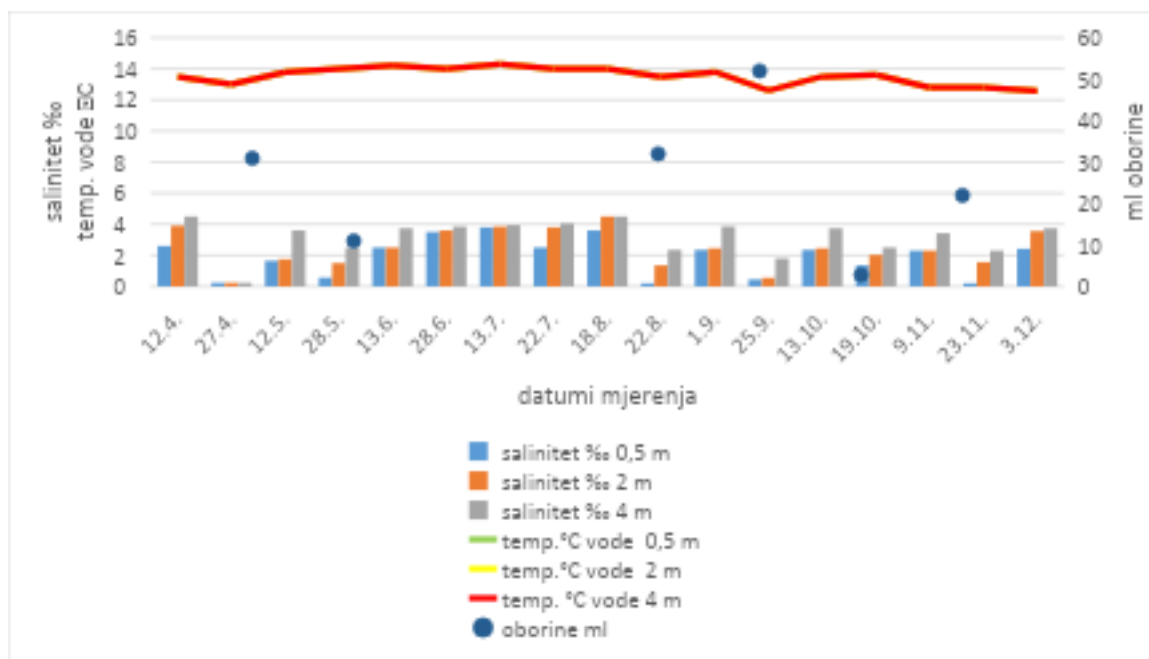
Na mjernoj točki 4, Zeleni senjo, koji je od točke 3 udaljen 850 m a od izvora Omble 853 m vrijednosti saliniteta su na pojedinim datumima mjerenja niže za 2,5‰ do 4,5‰ na dubini od 0,5 m do 2 m dok su vrijednosti saliniteta na 4 m dubine bile iste kao na prethodnim lokacijama.(slika 6).



Slika 7. Ovisnost saliniteta na tri dubine o temperaturi mora i ukupnoj količini oborina na mjestu 5 Stara kuća

Figure 7. Dependence of salinity at three depths on sea temperature and total precipitation at measurement site 5 Stara kuća

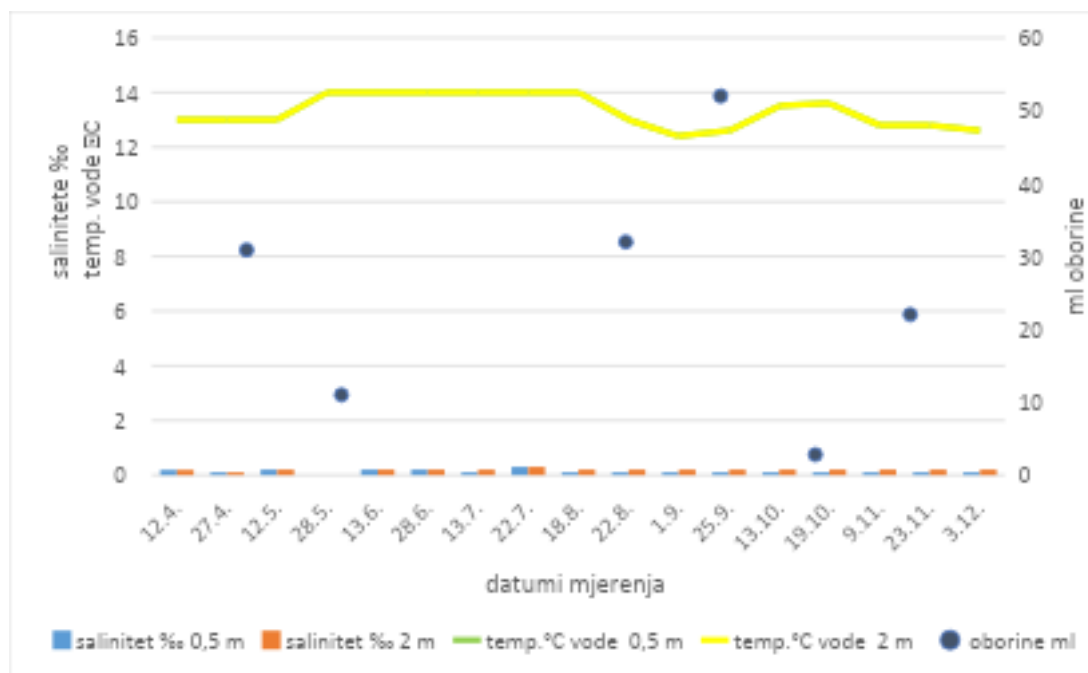
Na mjestu 5, Stara kuća, koja je udaljena od mjesta 4, 313 m a od izvora 640 m vrijednosti saliniteta su znatno niže i na dubini od 0,5 m, 2 m i kreću se od 0,2 do 2,35‰ a na 4 m dubine od 34 do 36,9‰.(slika 7). Ovdje je prisutna snažna stratifikacija vodenog stupca s obzirom na salinitet.



Slika 8. . Ovisnost saliniteta na tri dubine o temperaturi mora i ukupnoj količini oborina na mjernoj točki 6 Kod mosta

Figure 8. Dependence of salinity at three depths on sea temperature and total precipitation at measurement site 6 Kod mosta

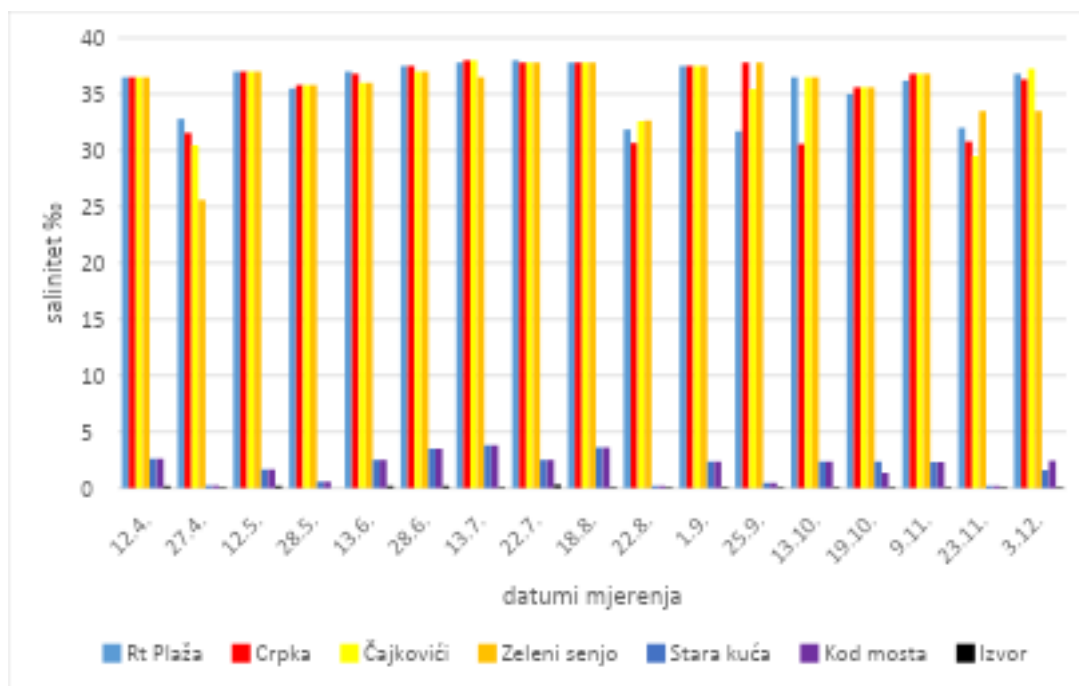
Na mjernoj točki 6, Kod mosta, koja se nalazi 220 m nizvodno od izvora Omble ispod slapa, salinitet na dubini od 0,5 m i 2 m je iznosio između 0,2‰ do 3,8‰. Na dubini od 4 m salinitet se kretao od 2,3‰ do 4,5‰. Pri većoj količini oborina salinitet je bio još niži i iznosio od 0,2‰ do 1,8‰, a nakon dužeg sušnog razdoblja i za vrijeme plime vrijednosti saliniteta bi bila na 4 m dubine 4‰, što pokazuje prisutnost dotoka morske vode duboko u estuarij.(slika 8).



Slika 9. . Ovisnost saliniteta na tri dubine o temperaturi mora i ukupnoj količini oborina na mjestnoj točki 7 Izvor

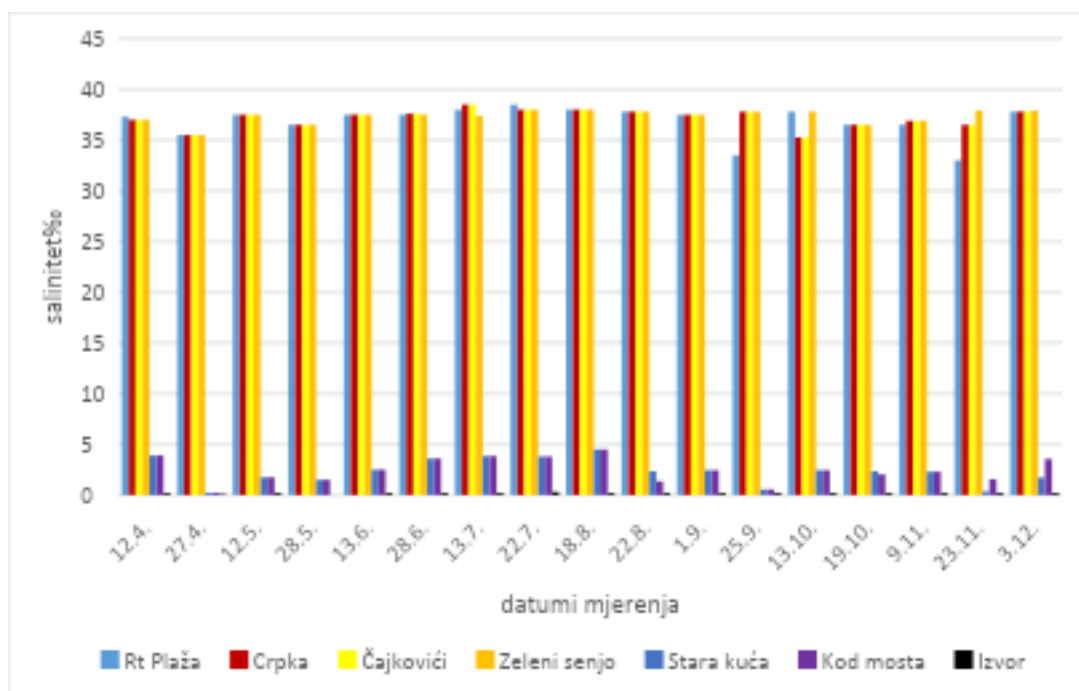
Figure 9. Dependence of salinity at three depths on sea temperature and total precipitation at measurement site 7 Izvor

Na mjestnoj točki 7, Izvor rijeke Omble ispod slapa, gdje vodeni slap potiče intenzivno miješanje vode između površinskog sloja i dubljih slojeva, vrijednosti saliniteta su bile oko 0,1‰ do 0,2‰. Sstruja rijeke je nosila sondu horizontalno pa se ne može sa sigurnošću utvrditi koliki bi salinitet bio a 4 m dubine. Slap stvara turbulenciju i miješanje slojeva i smanjuje stratifikaciju vode i ublažava razlike u salinitetu koje bi bile izraženije s dubinom.



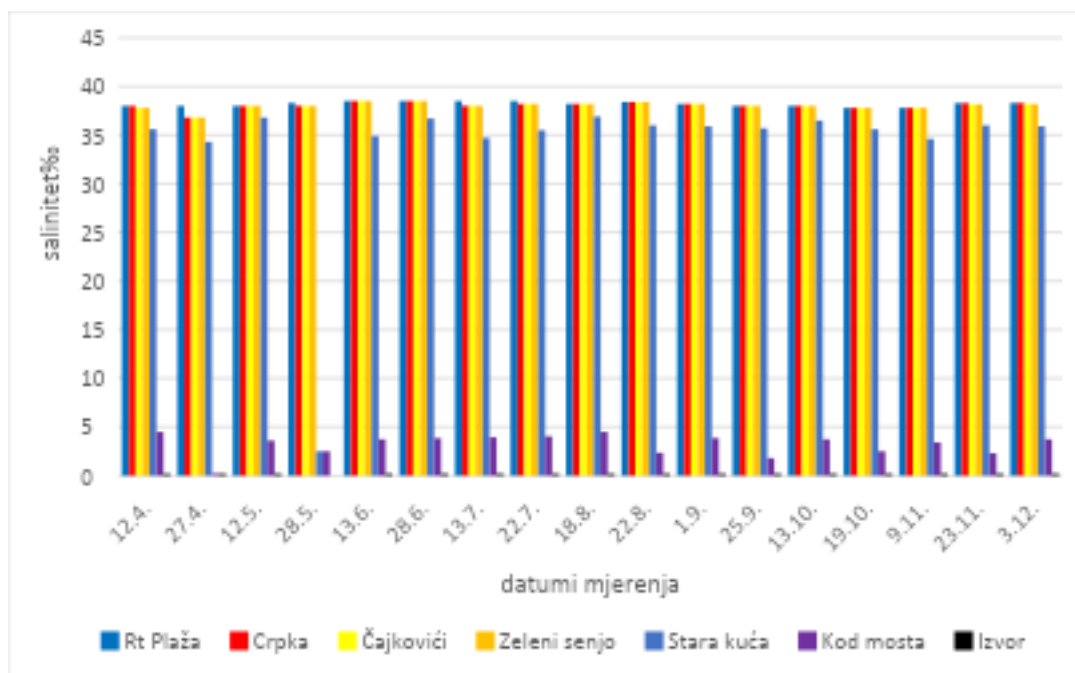
Slika 10. Salinitet Rijeke dubrovačke na mjernim točkama na dubini 0,5 m

Figure 10. Salinity of the Rijeka dubrovačka at measurement points at a depth of 0.5 m



Slika 11. Salinitet Rijeke dubrovačke na mjernim točkama na dubini 2 m

Figure 11. Salinity of the Rijeka dubrovačka at measuring points at a depth of 2 m



Slika 12. Salinitet Rijeke dubrovačke na mjernim točkama dubina 4 m

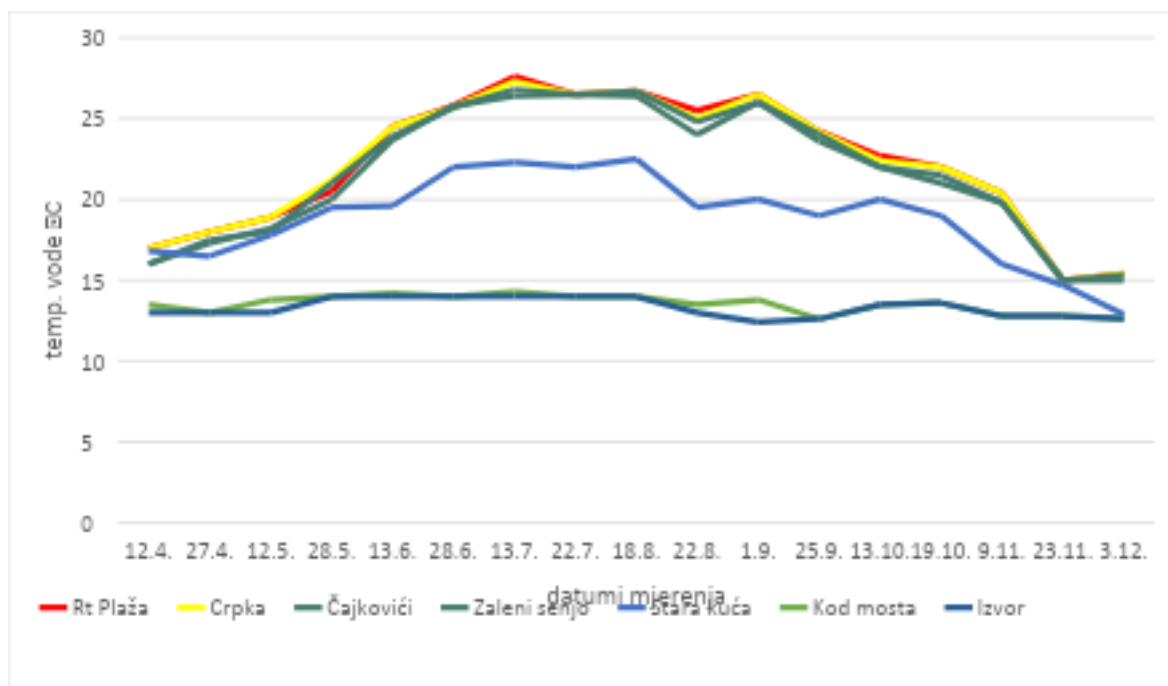
Figure 12. Salinity of the Rijeka dubrovačka at measuring points at a depth of 4 m

Na temelju prikaza (slike 10., 11., 12.) može se zaključiti da je vidljiv značajan pad saliniteta na 0,5 m, 2 i 4 m dubine između točke 4, Zeleni senjo i 7, Izvor. Taj pad saliniteta rezultat je blizine ušća rijeke. Snažan izvor rijeke Omble stvara sloj slatke vode na površini, koji se ne miješa sa slanom vodom.

Na udaljenosti 640 m od izvora možemo uočiti veći pad saliniteta i iznosi od 2‰ do 4‰. Na dubini od 3,5 m salinitet je bio niži od prosječnog saliniteta morske vode, ali je još uvijek bio dovoljno visok, oko 35‰, što ukazuje na jak dotok morske vode. Na udaljenosti od 220 m od izvora, salinitet na površini i na dubini od 2 m je iznosio od 1‰ do 2‰, dok na dubini od 4 m vrijednost saliniteta je ostala ista kao na prethodnoj mjernoj točki.

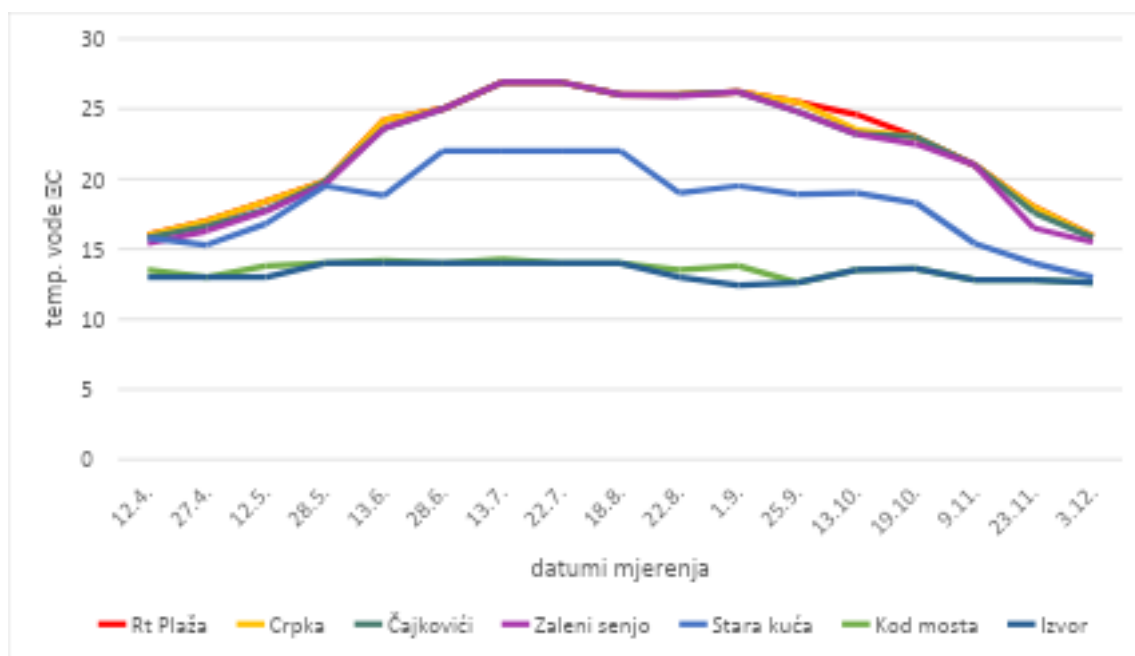
Na 220 m od izvora imamo daljnji pad saliniteta na površini i dubini od 2 m oko 1‰ do 2‰ ali na 4 m dubine salinitet je isti kao na predhodnoj mjernoj točki. Na 80 m od izvora vrijednosti saliniteta su još niže oko 0,2‰ na dubini 0,5 m, 2 m i 4 m dubine zbog intenzivnog dotoka slatke vode.

Proučavajući salinitet na točkama uzorkovanja u odnosu na stanje plime i oseke zapazili smo pad saliniteta za vrijeme oseke i porast za vrijeme plime.



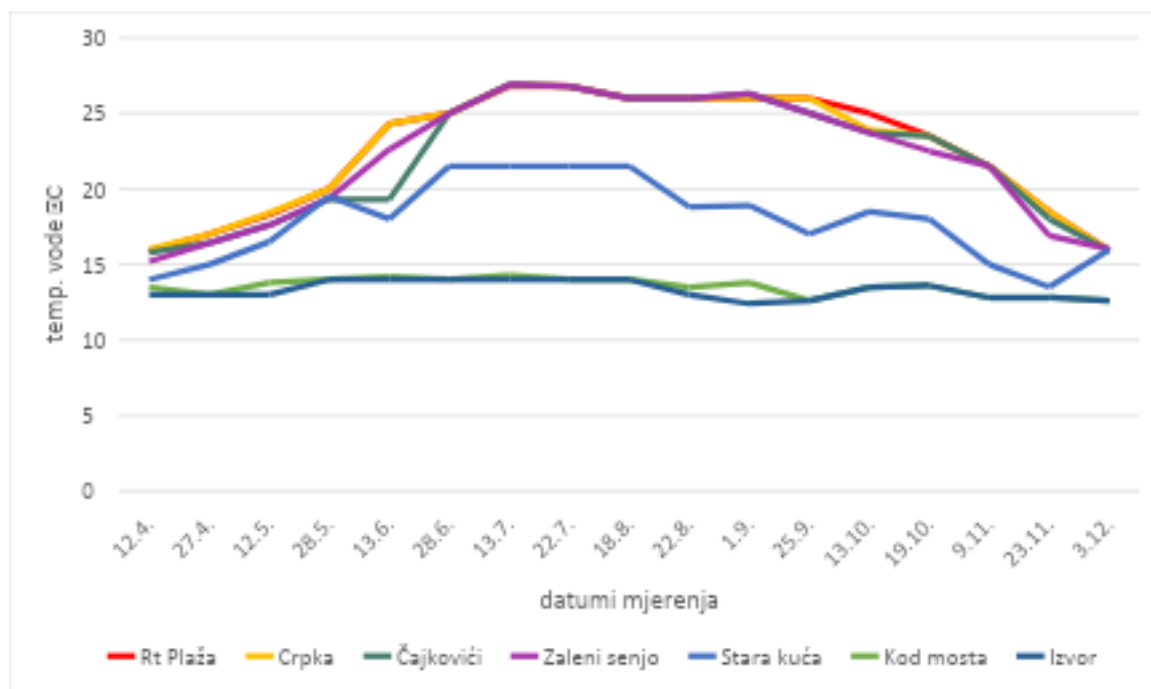
Slika 13. Temperatura vode u estuariju Rijeke dubrovačke - Omble na dubini 0,5 m na svim mjernim točkama

Figure 13. Water temperatures in the Rijeka Dubrovačka - Ombla estuary at a depth of 0,5 m at all measuring points



Slika 14. Temperature vode u estuariju Rijeke dubrovačke - Omble na dubini 2 m na svim mjernim točkama 2 m

Figure 14. Water temperatures in the Rijeka Dubrovačka - Ombla estuary at a depth of 2 m at all measuring points



Slika 15. Temperature vode u estuariju Rijeke dubrovačke- Omble na dubini 4 m na svim mjernim točkama

Figure 15. Water temperatures in the Rijeka Dubrovačka - Ombla estuary at a depth of 4 m at all measuring points

Temperaturne razlike vode Rijeke dubrovačke-Omble unutar estuarija na dubinama 0,5 m, 2 m i 4 m neznatne su na mjernim točkama 1,2,3 i 4. Na mjernoj točki 5 uočava se pad temperature s porastom dubine tijekom svih mjerenja a najveći pad temperature najveći je na mjernim točkama 6 i 7 i kretao se oko 14°C.

Prema provedenim mjerenjima, prozirnost vode bila je zadovoljavajuća te se kretala u rasponu od 4 do 5 metara na svim mjernim točkama tijekom cijelog razdoblja opažanja. Temperature zraka bile su ujednačene na većini mjernih točaka, s izuzetkom točaka 6 i 7, gdje su zabilježene niže vrijednosti temperature zraka, u prosjeku za 0,5 °C. Ovo odstupanje može se pripisati utjecaju izvora rijeke koja donosi hladniju vodu te na taj način lokalno snižava temperaturu zraka. Na tim točkama korišten je digitalni termometar koji je pokazivao nešto niže temperature u usporedbi s podacima s meteorološke stanice.

Rasprava i zaključci

Mjerenja saliniteta i temperature mora na različitim točkama duž toka Rijeke dubrovačke pokazuju značajne varijacije ovisno o udaljenosti od izvora, dubini vode te vanjskim čimbenicima poput oborina i temperature zraka. Općenito, salinitet se smanjuje kako se približavamo izvoru rijeke. Pad saliniteta na točkama 6 i 7 najveći je jer snažan izvor rijeke Omble stvara sloj slatke vode na površini, koji se ne miješa sa slanom vodom. To se može

objasniti razlikom u gustoći - slatka voda, koja je manje gusta, ostaje na površini, dok slana, gušća voda ostaje pri dnu (Vitlov, 2022.).

Na mjernoj točki 1 koja je najudaljenija od izvora, bilježe se najmanje razlike u salinitetu po vertikalnom gradijentu, a vrijednosti su visoke (oko 38‰ na 4 m dubine). U plitkim slojevima dolazi do varijacija zbog oborina i nižih temperatura mora. Ova stabilnost u dubljim slojevima sugerira na dominantan utjecaj morske vode (Lučić, 1995.).

Na mjernoj točki 2, vrijednosti saliniteta Rijeke dubrovačke vrlo su slične onima na točki 1, što pokazuje da morska voda i dalje dominira u vodenom stupcu. Na mjernoj točki 3 salinitet u površinskom sloju neznatno je niži u razdoblju obilnijih oborina. Ipak, dublji slojevi ostaju stabilni s vrijednostima oko 37-38‰, što potvrđuje postojanje dubljeg prodora morske vode. Na mjernoj točki 4 Zeleni senjo, opaža se značajan pad saliniteta u površinskim slojevima dok su dublji slojevi i dalje stabilni. Na mjernoj točki 5 salinitet je niži od predhodnih točaka na svim dubinama. Ovo pokazuje snažniji utjecaj slatkovodne mase rijeke Omble. Na mjernoj točki 6 Kod mosta, koja se nalazi bliže izvoru, salinitet na površini varira između 0,2‰ i 3,8‰, dok je na dubini od 4 m prisutna znatna varijabilnost ovisno o dotoku rijeke i oborinama i iznosi u prosjeku 3,5‰. U razdoblju oseke i plime salinitet na 4 m raste i do 4,5‰, što ukazuje kako postoji još uvijek dotok morske vode u dublje slojeve estuarija. Na mjernoj točki 7 Izvor rijeke Omble, zbog intenzivnog miješanja vode uzrokovanog slapom, salinitet je vrlo nizak (0,1-0,2‰), a strujanja otežavaju precizno mjerenje saliniteta na većim dubinama.

Time smo potvrdili hipotezu da salinitet progresivno raste od izvora prema ušću, a temperature vode su relativno ujednačene na lokacijama 1,2,3,4 i 5, a na lokacijama 6 i 7 u blizini izvora su bile znatno niže za vrijeme klimatološkog ljeta.

Usporedili smo rezultate vlastitih mjerenja u estuariju rijeke Omble s podacima iz rada Hrustić i sur. (2011.), koji su mjerenje proveli na mjernoj točki 3 Čajkovići. Podaci iz tog istraživanja pokazuju da su temperature Rijeke dubrovačke na dubinama od 0,5 m do 4 m relativno ujednačene, s očekivanim sezonskim varijacijama – od 16 °C u travnju do 24 °C u listopadu. Ovaj temperaturni raspon ukazuje na tipične sezonske promjene u estuariju rijeke Omble, pri čemu temperatura mora raste tijekom toplijih mjeseci i pada u hladnijem dijelu godine. Naši rezultati, koji pokazuju sličan temperaturni raspon, potvrđuju konzistentnost podataka i sugeriraju stabilne hidrološke uvjete na ispitivanoj lokaciji, iako bi trebalo pratiti dugoročne trendove.

Što se tiče saliniteta, podaci iz istraživanja pokazuju da se on blago povećava s dubinom, što je očekivano u visoko stratificiranom estuariju poput Omble. U travnju, kada se može očekivati veći utjecaj riječne vode zbog mogućih oborina i povećanog dotoka slatke vode, slanost na površini iznosi 36 ‰, dok na dubini od 4 m dostigne 38 ‰. U listopadu, kada su uvjeti obično sušniji i dotok slatke vode je manji, slanost raste na 37 ‰ na površini

Naša mjerenja pokazuju neznatno niže vrijednosti saliniteta u usporedbi s podacima iz istraživanja Hrustić i sur. (2011.), ali ta razlika može biti posljedica više faktora, uključujući sezonske varijacije, vremenske uvjete tijekom provođenja mjerenja te moguća metodološka odstupanja u uzorkovanju. Time smo potvrdili hipotezu da salinitet raste od površine prema dubini, jer su niže vrijednosti saliniteta uočene u površinskim slojevima, dok su dublji slojevi pokazali veće i stabilnije vrijednosti.

Hipoteza da tijekom plime dolazi do povećanja saliniteta u cijelom toku rijeke, a tijekom oseke do smanjenja, djelomično je potvrđena. Na dubini od 4, m na nekim mjernim točkama bilježi se porast saliniteta tijekom plime, no u površinskim slojevima utjecaj nije uvijek jednoznačno uočljiv. Plima i oseka Jadranskog mora imaju relativno male amplitude oko 30 cm (Anić i sur., 2023.).

Hipoteza da tijekom kišnog razdoblja salinitet opada zbog povećanog dotoka slatke vode potvrđena je, što se jasno vidi u podacima s više mjernih točaka.

Hipoteza da je salinitet viši tijekom ljeta, a niži zimi zbog oborina i dotoka slatke vode djelomično je potvrđena, jer bi trebali imati duža sezonska mjerenja kako bi dobili preciznije podatke.

Moguće pogreške u mjerenju uključuju tehnička ograničenja instrumenata, utjecaj vodenih strujanja na pozicioniranje sonde te vremenske oscilacije koje mogu uzrokovati kratkotrajne promjene saliniteta. Dodatna mjerenja u različitim sezonama i pod različitim vremenskim uvjetima omogućila bi precizniju potvrdu svih hipoteza.

Literatura:

1. Carić M., Jasprica N., Kršinić F., Vilibić I., Batistić M.. 2012, Hydrography, nutrients, plankton along the longitudinal section of the Ombla Estuary, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 92(6)9,1227-1242.
2. Hrustić E., Ljubimir S., Bobanović-Čolić S., Ivančić I., 2023., Specific alkaline phosphatase activity as an indicator of phosphorus status in plankton community a highly stratified oligotrophic Ombla Estuary, Ocean and Coastal Research v71
3. Lučić D., 1995. Mikrodistribucija kopepoda u obalnom području južnog Jadrana, Disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb
4. Vitlov N., 2022. Estuariji rijeka u jadranskom slivu na području Republike Hrvatske, završni rad, Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu
5. Anić M., Buhin Huzanić M., Pavlić T., Pleić T., 2023., Geografija 1, digitalni obrazovni sadržaj za 1. razred gimnazije, <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/af0509d5-844b-4eea-bf1f-aede697f1e0a/geografija-1-1.html> (pristupljeno 31.2.2025.)