

UTJECAJ OBORINSKIH VODA NA KVALITETU MORA U UVALI LAPAD IZVAN TURISTIČKE SEZONE 2021.

IMPACT OF RAINWATER ON SEA QUALITY IN LAPAD BAY OUTSIDE THE 2021 TOURIST SEASON

Autori : Matea Maslač, Matej Ban i Petra Lalić

Mentorica : Sanja Čulić, prof.

Ekonomska i trgovačka škola Dubrovnik

Sažetak

Cilj istraživanja bio je procijeniti utječe li oborinska voda na smanjenje kakvoće morske vode u Uvali Lapad. U Uvali Lapad nalazi se istoimena plaža, jedna od najljepših u Dubrovniku. Uz samu plažu nalazi se izlazni kanal oborinske vode gdje za vrijeme kiše u more ulazi nepročišćena oborinska voda. Kako bismo procijenili kakvoću morske vode, odabrali smo tri lokacije unutar same uvale. Za istraživanje koristili smo GLOBE protokole za hidrologiju: određivanje pH-vrijednosti mora, količine otopljenog kisika, saliniteta i temperature mora. S pomoću GLOBE protokola za atmosferu mjerili smo temperaturu zraka, određivali naoblaku i vrste oblaka, količinu i pH-vrijednost kiše. Radi dokazivanja prisustva bakterija fekalnoga zagađenja mikrobiološku analizu radili smo u Zavodu za javno zdravstvo. Mjerenja smo obavili osam puta, i to nakon dužega sušnog razdoblja i odmah nakon manje količine oborine (manje od 8 mm/24h) te nakon veće količine oborine (više od 8 mm/24 h) u razdoblju od listopada 2021. godine do veljače 2022. godine. Rezultati istraživanja ukazuju na postojanje bakterija fekalnoga zagađenja u moru na prvoj lokaciji gdje je izlazni kanal oborinske odvodnje, i to za vrijeme kiše i za vrijeme sušnoga razdoblja, što ukazuje na konstantni dotok fekalnih voda. Udaljavanjem od izvora zagađenja brojnost bakterija indikatora fekalnog zagađenja ne prelazi dopuštene granice prema Standardu za ocjenu kakvoće mora.

Summary

The aim of the research was to assess whether the rainwater affects the reduction of seawater quality in Lapad Bay. In the Bay of Lapad there is the beach of the same name, one of the most beautiful in Dubrovnik. Next to the beach there is a rainwater outlet channel where untreated rainwater enters the sea during the rain. To assess the quality of the sea water, we have selected three locations within the bay itself. For the research, we have used GLOBE protocols for hydrology: determination of sea pH, amount of dissolved oxygen, salinity and sea temperature. Using the GLOBE Atmospheric Protocol, we measured air temperature, determined cloud cover and cloud types, the amount and pH of rain. In order to prove the presence of faecal contamination bacteria, we performed microbiological analysis at the Institute of Public Health. Measurements were performed eight times, after a long dry period and immediately after a small amount of precipitation (less than 8 mm / 24 h) and after a larger amount of precipitation (more than 8 mm / 24 h) in the period from October 2021 to February

2022. The results of the research indicate the presence of faecal pollution bacteria in the sea at the first location where the stormwater drainage outlet is, both during rain and during the dry season, which indicates a constant inflow of fecal water. By moving away from the source of pollution, the number of bacteria of fecal pollution indicators does not exceed the permitted limits according to the Standard for the assessment of marine quality.

Uvod

Oborinska odvodnja veliki je problem u gradu Dubrovniku. Čak i kiša srednjeg inteziteta uzrokuje poplavljanje ulica, zastoje u prometu i oštećenje prometnica. Kako je odvodnja oborinskih voda mješovitoga tipa, oborinske vode prodiru u kolektore otpadnih voda te se povremeno izlijevaju u obalno more ili na javne površine. Svjedoci smo poplavljanja mnogih gradskih ulica pri svakoj većoj kiši. Tako je i Ulica kardinala Stepinca često bila pod vodom. Danas ova ulica ima novi sustav odvodnje oborinske vode koji se ulijeva u postojeći oborinski kolektor kod kružnog toka na križanju Ulice Miljenka Bratoša i Ulice kralja Tomislava te cijevima oborinske odvodnje prolazi kroz šetnicu Lapad direktno u more. Tragom takvoga sustava odvodnje došli smo do spoznaje da se te oborinske vode svojom mrežom odvodnje ulijevaju u more bez pročišćavanja. Takav izlazni kanal oborinske vode nalazi se na samoj plaži koja se smatra jednom od najljepših plaža u Dubrovniku.

Željeli smo istražiti je li dopušteno na taj način odvoditi oborinsku vodu direktno u more i je li taj ispus štetan za morski okoliš i ljude. U ljetnom razdoblju Zavod za javno zdravstvo nekoliko je puta objavio informaciju kako more u Uvali nije za kupanje zbog prisutnosti bakterija fekalnoga zagađenja.

Prema Zakonu o vodama (NN 66/19, 84/21), članak 48, oborinske vode otpadne su vode koje nastaju ispiranjem oborina s površina prometnica, parkirališta i drugih površina, postupno otapajući onečišćenja na navedenim površinama, te utječu u sustave javne odvodnje ili izravno u površinske vode. One u svom sastavu ne bi trebale imati veću količinu mikroorganizama koji se izlučuju iz probavnoga trakta ljudi i životinja, što su najčešće pokazatelji kućanskih otpadnih voda, tj. sanitarnih voda. Kanalizacijski sustavi u gradovima mogu biti mješoviti ili razdijelni, ovisno o tome kako odvajaju oborinske vode od kućanskih (potrošnih i fekalnih) i industrijskih (tehnoških) voda. Mješoviti tip odvodnje jeftiniji je jer skuplja oborinske i ostale otpadne vode i odvodi ih do kolektora i uređaja za pročišćavanje (Margeta, 2011.). Razdijelni sustav odvodnje odvaja oborinske vode od otpadnih voda i, dok se otpadne vode pročišćavaju, oborinske se skupljaju u kolektorima i bez pročišćavanja ispuštaju u okoliš.

Istraživačka pitanja i hipoteze

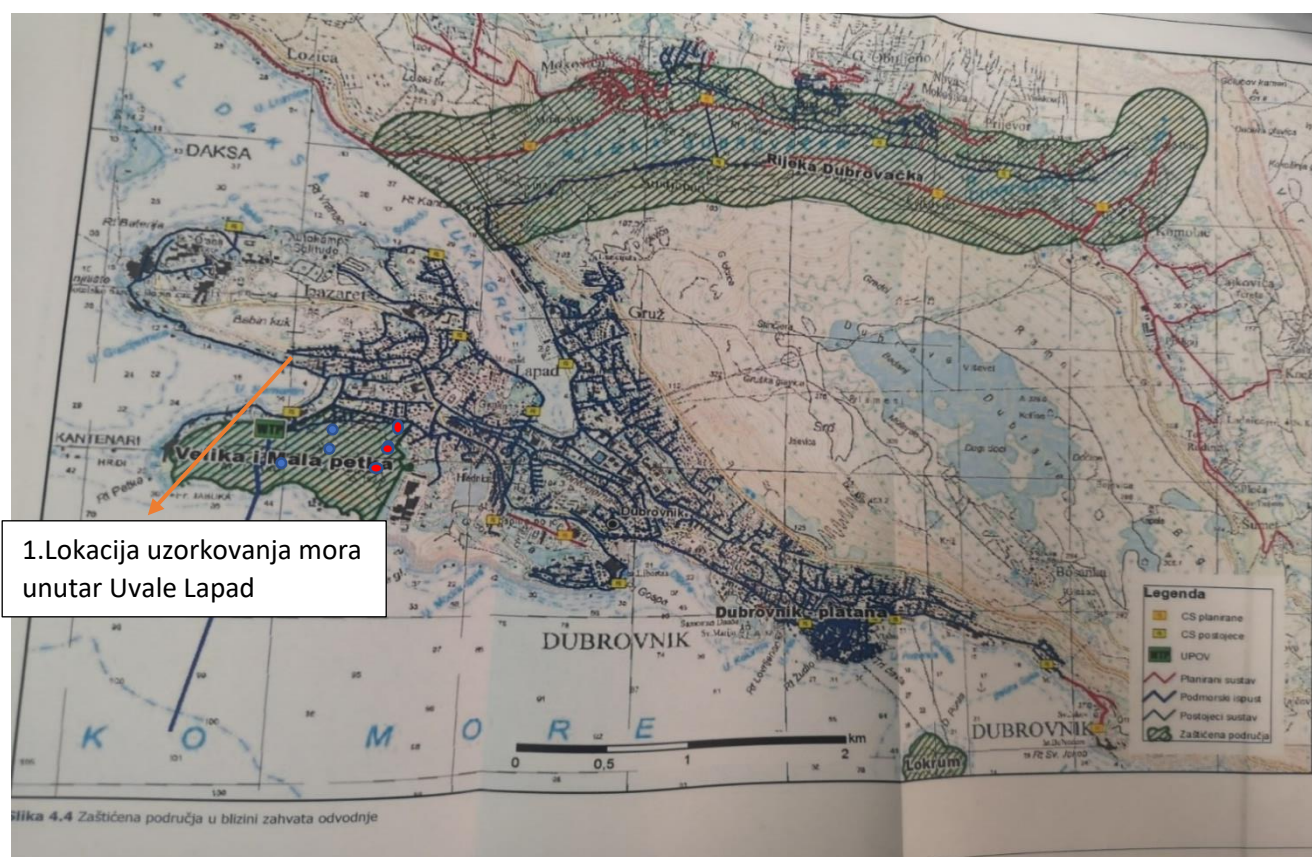
Istraživačka pitanja na koja smo željeli dobiti odgovor su:

1. Jesu li oborinske vode koje utječu u Uvalu Lapad mikrobiološki zagađene?
2. Mijenja li se kakvoća mora u Uvali Lapad utokom oborinske vode?
3. Je li kakvoća mora u ispitivanoj uvali bolja kada nema utoka oborinskih voda, za vrijeme sušnoga razdoblja?
4. Ukoliko postoji izvor onečišćenja na jednom kraju uvale, mijenja li se kakvoća mora s udaljenošću od izvora onečišćenja?
5. Što može biti izvor mikrobiološkog onečišćenja unutar same uvale?

Naše su pretpostavke da oborinske vode koje utječu u Uvalu Lapad nisu mikrobiološki zagađene i da zato ne mijenjaju kakvoću mora. Kakvoća mora za vrijeme suhoga razdoblja i za vrijeme kiše ostat će mikrobiološki nepromijenjena. Ostali fizikalni i kemijski pokazatelji kakvoće mora utokom oborinskih voda također se ne mijenjaju. Ukoliko se i pojavi izvor onečišćenja na jednom kraju Uvale, udaljavanjem od mjesta onečišćenja smanjivat će se mikrobiološko onečišćenje. Izvor mikrobiološkoga očišćenja mogao bi biti nelegalno priključenje nekih kućanstava na ispušt oborinske odvodnje.

Metode istraživanja

Istraživanja smo započeli proučavanjem literature: *Priručnika za voditelje programa GLOBE* (GLOBE, 2008) i *GLOBE protokola za vodu* (Matoničkin Kepčija, 2008), *Zakona o vodama NN 66/19 84/21.*, autorizirane skripte *Odvodnja naselja*, (Margete 2009.) i knjige *Mikrobiologija mora* (Krstulović Šolić, 2006). Također smo proučili mapu postojeće i buduće mreže odvodnje iz studije *Aglomeracija Dubrovnik (Studija o procjeni utjecaja zahvata na okoliš*, Kerovec, 2018.) gdje je vidljivo koji su sustavi odvodnje postojeći, planirani i podmorski (Slika 1). Iz te je studije vidljivo i da su kanali oborinske odvodnje ujedno sastavni dio kanala otpadnih voda.



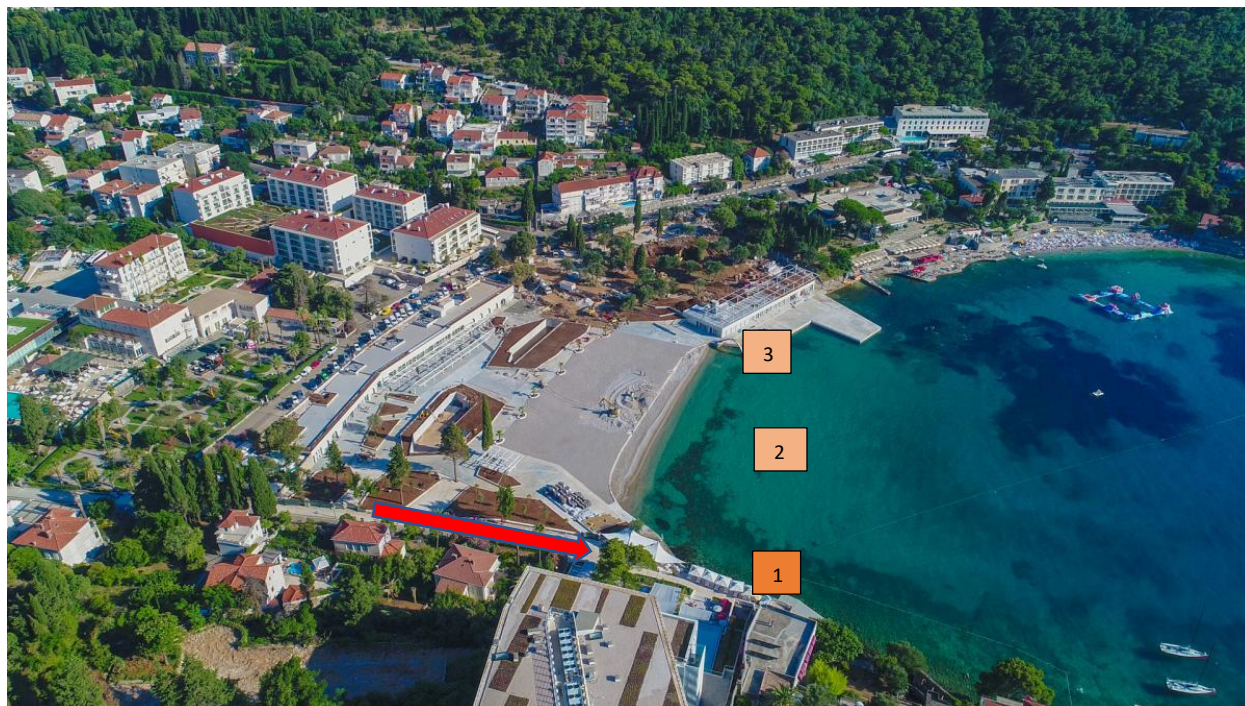
Slika 1. Mreža postojećih kanala odvodnje označenih plavom crtom iz Studije utjecaja na okoliš Aglomeracije Dubrovnik (<https://bit.ly/3Lj1Sij>)

Figure 1. Network of existing drainage canals marked with a blue line from the Environmental Impact Study of the Dubrovnik Agglomeration (<https://bit.ly/3Lj1Sij>)

Analizu smo proveli unutar Uvale Lapad na trima lokacijama (Slika 2.), prethodno utvrdivši lokacije:

1. Ispred izlaznoga kanala oborinske odvodnje
2. Sredina Uvale
3. Tobogan (na suprotnoj strani Uvale i izlaznoga kanala oborinske odvodnje).

Crvena crta prikazuje kanal oborinske vode ispod šetnice (Slika 2).



Slika 2. Lokacije uzorkovanja mora s prikazom kanala oborinske odvodnje ispod šetnice (izvor : fotografija Martina Šeparića, Libero portal)

Figure 2. Sampling locations of the sea with a view of the stormwater drainage canal under the promenade (source: photo by Martin Šeparić, Libero portal)

Uvala Lapad, smještena na istoimenom poluotoku Lapad, duboko je uvučena u kopno. S jedne strane okružena je dvama brežuljcima, Velikom i Malom Petkom, zaštićenim parkom prirode, a s druge strane južnom padinom brežuljka Babina kuka. Plaža u Uvali je pješčana i šljunovita, more plitko i ljeti izrazito ugodno i toplo za kupanje. Uvala je zaštićena od svih vjetrova osim maestrala. Nekada je plaža izgledala prirodnije s puno zelenila, a danas nakon sječe stabala i betonizacije izgleda umjetno. Do plaže vodi jedna od najpopularnijih dubrovačkih šetnica s mnogim ugostiteljskim sadržajima, a ispod je šetnice kanal oborinske odvodnje.

Za istraživanje smo koristili GLOBE protokole za hidrologiju i atmosferu. Mjerali smo temperaturu mora alkoholnim termometrom, pH-vrijednost određivali smo pH-metrom tvrtke Hanna, salinitet areometrom, otopljeni kisik smo odredili kitom tvrtke Visacolor HE (Macherey-Nagel) na svim lokacijama. Motrili smo količinu naoblake, temperaturu zraka te smjer i jačinu vjetrova na samoj

plaži. Količinu oborine mjerili smo putem meteorološke stanice Davis Vontaga Pro koja je smještena u školskom dvorištu i udaljena od naših točaka mjerenja zračne linije oko 1000 m.

Da bismo odredili postoji li povećana potrošnja kisika u moru na kontrolnim lokacijama odlučili smo izračunati postotak zasićenosti kisikom. Matoničkin Kepčija (2003.) u *Priručniku za mjerenje, Istraživanje vode* navodi da je „zasićenost kisikom je relativna mjera koja nam pokazuje postotak kisika otopljenog u vodi u odnosu na normalnu topljivost pri određenoj temperaturi“. Putem tablice iz *Priručnika za mjerenje* HYD-T-1 : Topljivost kisika u vodi u ovisnosti o temperaturi pri tlaku 750 mmHg odredili smo topljivost kisika pri određenoj temperaturi i izračunali postotak zasićenosti kisikom iz odnosa izmjerene vrijednosti kisika u moru i očitane vrijednosti tablice pri istoj temperaturi .

Aktivnosti motrenja i uzimanja uzoraka mora za mikrobiološku analizu planirali smo obavljati od listopada 2021. do veljače 2022. Odlučili smo pratiti vremenske uvjete i izaći na teren nakon dužega sušnog razdoblja (minimalno 5 dana bezoborina), nakon manje količine kiše (ukupna količina kiše manja od 8 mm u 24 sata) i nakon veće količine kiše (ukupna količina kiše veća od 8 mm u 24 sata). Planirali smo u blizini šetnice skupiti kišnicu s krova neke kuće i odrediti fizikalno- kemijske parametre poput tvrdoće vode, alkalitet, pH , nitrate, nitrite, fosfate pomoću kolorimetrijskih testova tvrtke Visocolor. Uzorke smo planirali odnijeti na mikrobiološku analizu kako bi utvrdili jeli kišnica prije ulaska u kanal odvodnje mikrobiološki čista voda.

U suradnji s Odjelom za okoliš Zavoda za javno zdravstvo mjerili smo mikrobiološke parametre na svim trima lokacijama da bismo utvrdili eventualnu prisutnost fekalnoga zagađenja. Indikatori fekalnoga zagađenja vrste su *Escherichia coli* (metoda HRN EN ISO 9308-19) i fekalni enterokoki (metoda HRN EN ISO 7899-2). Prisutnost i brojnost indikatorskih bakterija određena je metodom membranske filtracije. Uzorci za mikrobiološku analizu uzeti su s pomoću balteriolškoga štapa s obale na dubini od 10 cm od površine mora na svakoj postaji jer je sama Uvala plitka. Dubina na sredini Uvale je oko 2 m, a na točkama uzorkovanja sa svake strane uvale, 1 m. Uzorci su uzeti u sterilne boce i u roku od jednoga sata odneseni u laboratorij na analizu.

Brojenje enterokoka (HRN EN ISO 7899-2) temelji se na filtraciji određenoga volumena uzorka vode ili alikvota (razrjeđenja) kroz membranski filter veličine pora 0,45 µm, koji zadržava kolonije enterokoka. Membranski filter postavlja se na krutu selektivnu podlogu Slanetz and Bartley agar koja sadržava natrijev azid (koji zaustavlja e rast Gram-negativnih bakterija) i 2,3,5-trifeniltetrazolij klorida. Bezbojni pigment reducira se u crveni formalin zbog prisutnosti fekalnoga streptokoka nakon inkubacije od 37°C/48 sati. Tipične kolonije koje porastu mogu biti crvene, kestenjaste ili potpuno obojene kolonije. Za porasle kolonije radi se i potvrdni test. Nakon potvrdnoga testa rezultat se izražava kao bik/volumenu uzorka.

Brojenje *Escherichia coli* (HRN EN ISO 9308-1) temelji se također na na filtraciji određenoga volumena uzorka vode ili alikvota kroz membranski filter koji zadržava bakterije *Escherichia coli*, ali je kruta selektivna podloga za rast kolonija različita od one kod fekalnih enterokoka. Kruta selektivna podloga jest Chromogenic coliform agar (CCA). Inkubacija ide na 37°C/4 sata, a nakon toga na 44°C/20 sati. Tipične kolonije koje porastu plavo su ljubičaste boje. Radi se također potvrdni test i rezultat se izražava u bik/volumenu uzorka.

Rezultate analiza nakon svakog ispitivanja usporedili smo sa *Standardom za ocjenu kakvoće mora* iz *Uredbe o kakvoći mora* (NN 73/2008) (Tablica 1).

Tablica 1. Standardi za ocjenu kakvoće mora (NN 73/2008)

Table 1. Sea quality assessment standards (NN 73/2008)

Pokazatelj	Kakvoća mora			Metoda ispitivanja
	izvrsna	dobra	zadovoljavajuća	
fekalni enterokoki (bik*/100 ml)	<60	61 - 100	101 - 200	HRN EN ISO 7899-1 ili HRN EN ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i> (bik*/100 ml)	<100	101 - 200	201 - 300	HRN EN ISO 9308-1 ili HRN EN ISO 9308-3

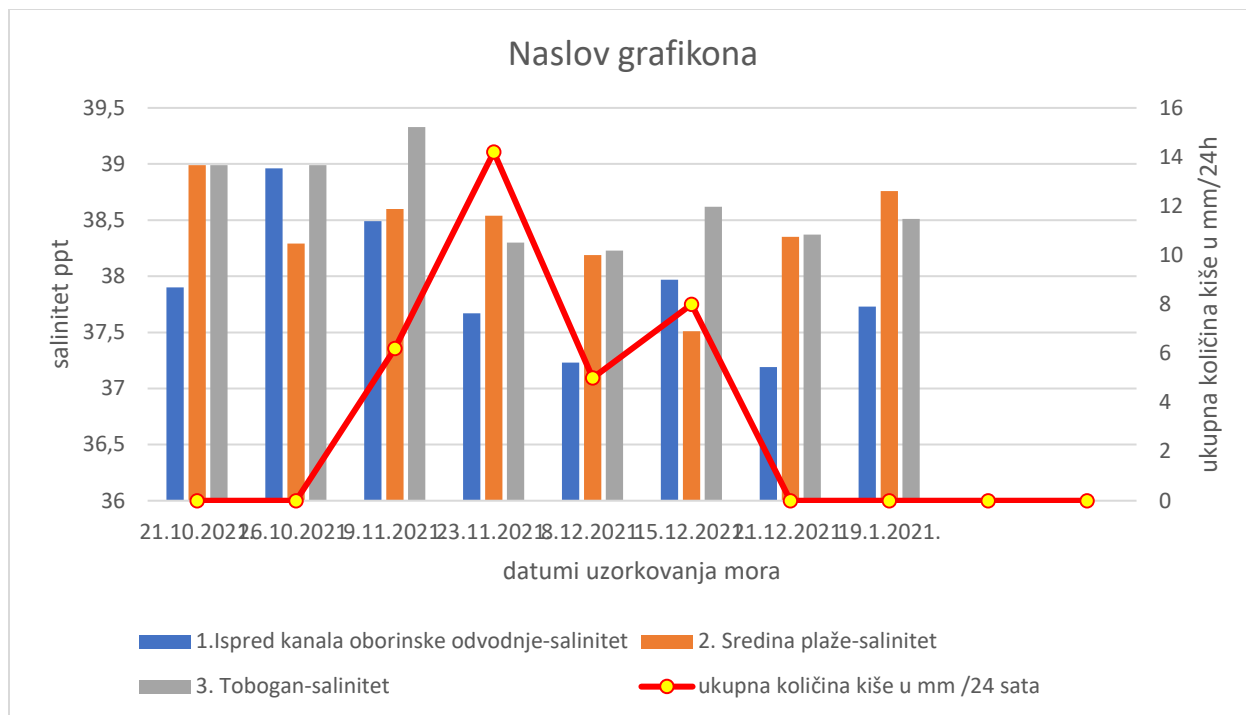
* bik – broj izraslih kolonija

Prikaz i analiza podataka

Na teren smo izašli ukupno osam puta. Četriri puta uzeli smo uzorke za mjerenje fizikalno-kemijskih i bakterioloških parametara nakon dužega sušnog razdoblja, dva puta nakon manje količine kiše do 8 mm/24 h i dva puta nakon veće količine kiše, više od 8 mm/24 h.

Na trima lokacijama unutar Uvale Lapad vrijednosti temperature mora, temperature zraka i pH-vrijednosti mora bile su gotovo identične na iste datume uzorkovanja mora. Kod svih mjerenja prozirnost mora bila je maksimalna.

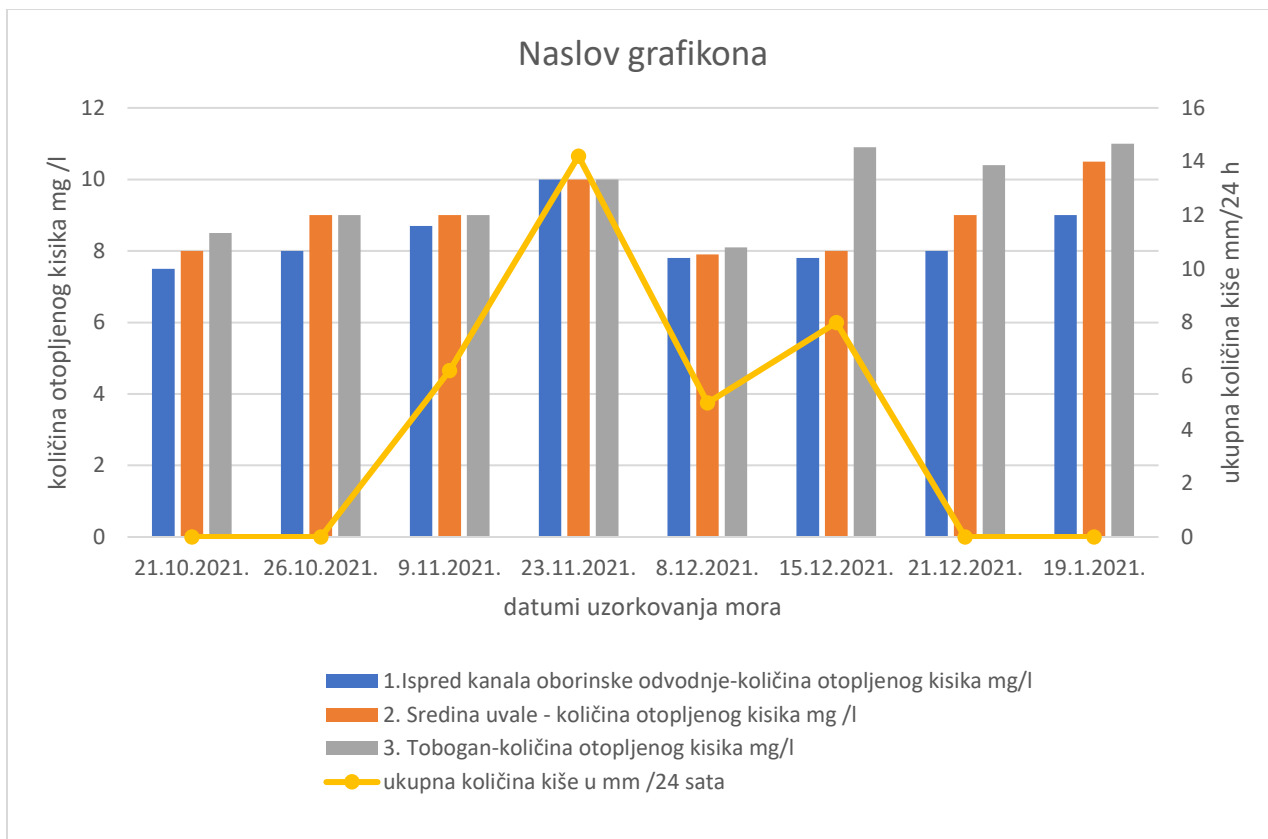
Temperature mora kretale su se od 20°C u mjesecu listopadu do 14°C u mjesecu prosincu. pH-vrijednosti su na svim trima lokacijama iznosile oko 8.



Slika 3. Grafički prikaz odnosa saliniteta mora i ukupne količine oborine u mm/24 h na trima mjernim lokacijama

Figure 3. Graphic representation of the ratio of sea salinity and total rainfall in mm/24 h at three measuring locations

Vrijednosti saliniteta mora kreću se od 37,7 do 39,5 ppt (Slika 3). Zabilježena je manja vrijednost saliniteta na lokaciji 1. u odnosu na druge dvije lokacije prilikom uzorkovanja mora nakon kiše i nakon dužega sunčanog razdoblja. Najniže vrijednosti saliniteta na prvoj lokaciji zabilježene su dva puta: 8.12.2021. nakon manje količine kiše i 21.12.2021. nakon dužeg sušnog razdoblja. Za vrijeme sunčanoga razdoblja salinitet mora na mjernim lokacijama viši je u odnosu na vrijednosti saliniteta nakon kiše.



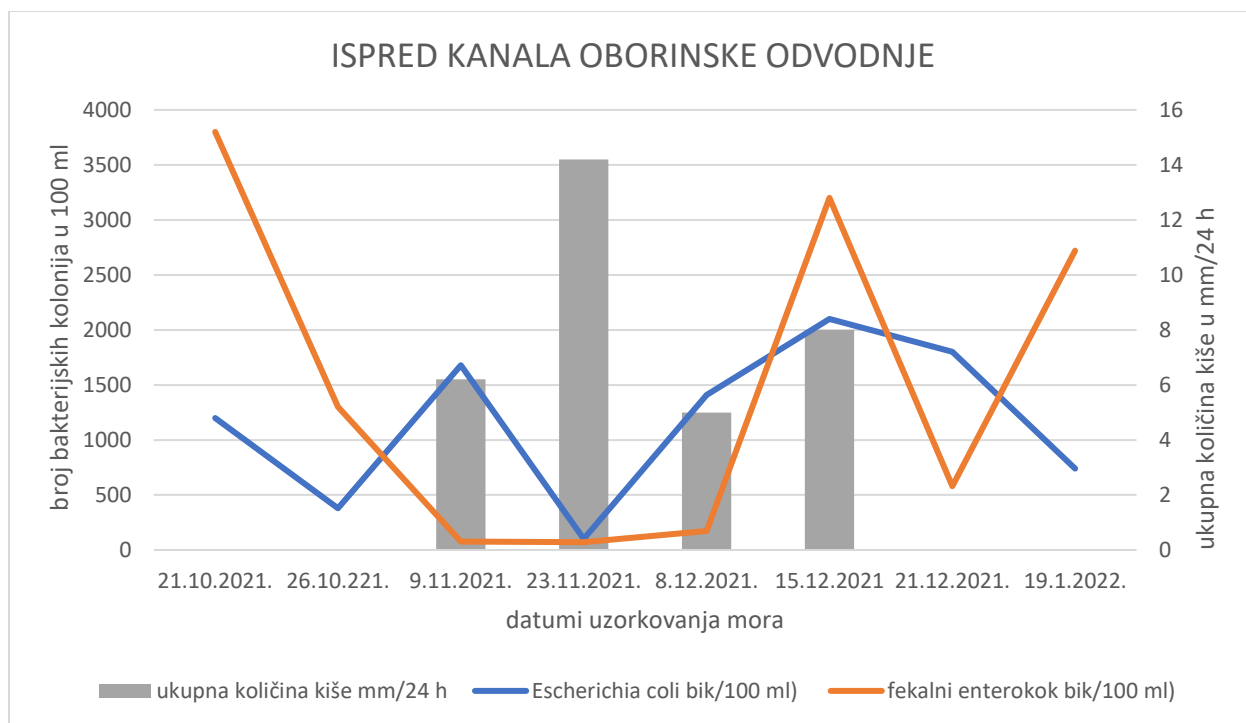
Slika 4. Grafički prikaz odnosa količine otopljenog kisika i ukupne kiše u mm/24 h na trima mjernim lokacijama

Figure 4. Graphic representation of the ratio of dissolved oxygen and total rain in mm / 24 h at three measuring locations

Količina otopljenoga kisika manja je na lokaciji 1. Ispred kanala oborinske odvodnje nakon kiše i za vrijeme dužeg sunčanog razdoblja u odnosu na druge dvije lokacije. (Slika 4.). Količina otopljenoga kisika raste kako pada temperatura mora, a količina kiše potencijalno utječe na nešto veće vrijednosti otopljenoga kisika nego kad je sunčano razdoblje.

Na slici 5. grafički je prikazan odnos brojnosti bakterija fekalnoga zagađenja i ukupne količine kiše izmjerene 24 sata prije uzorkovanja mora na lokaciji 1. Ispred kanala oborinske odvodnje. Za vrijeme sušnoga razdoblja mjerenjem na dan 21.10. 2021. uočili smo prisutnost bakterija fekalnoga zagađenja, gdje je brojnost bakterija fekalnog enterokoka bila veća u odnosu na ostala mjerenja. Dana 9. 11. 2021., kad je količina kiše bila manja do 8 mm/24 h, uočili smo povećanje brojnosti bakterija *Escherichia coli*, a smanjenje brojnosti bakterija fekalnog enterokoka. Na toj lokaciji uočili smo pad brojnosti bakterija fekalnoga zagađenja pri mjeranju izvršenom 23. 11. 2021., kad je količina kiše bila preko 8 mm/24 h.. Brojnost bakterija *Escherichia coli* bila je najveća 15. 12. 2021. kad je ukupna količina kiše bila preko 8 mm/24 h.

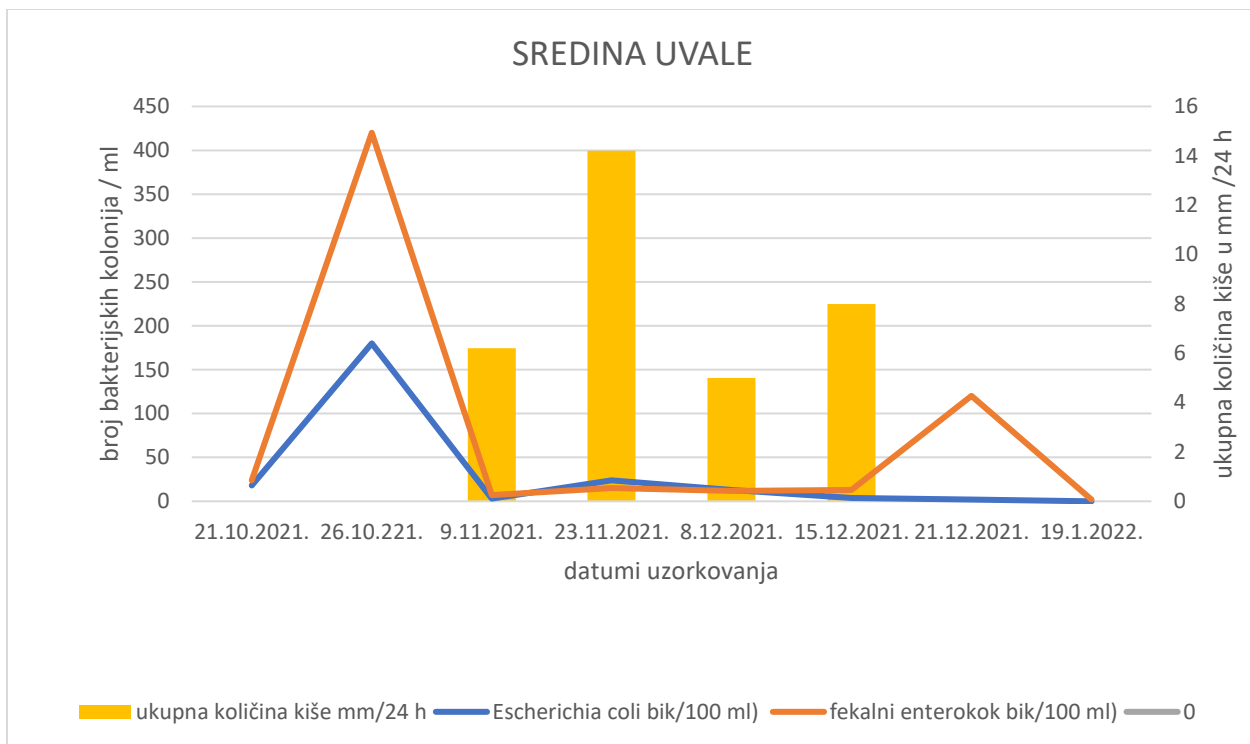
Dana 21. 12. 2021., nakon dužega sušnog razdoblja ponovo imamo prisustvo bakterija fekalnog zagađenja gdje je brojnost bakterija fekalnog enterokoka manja od brojnosti bakterija *Escherichia coli*, da bi na zadnjem mjeranju 19. 1. 2022., nakon dužega sušnog razdoblja brojnost bakterija fekalnog enterokoka bila veća od brojnosti bakterija *Escherichia coli*.



Slika 5. Grafički prikaz odnosa ukupne količine kiše i brojnosti bakterija fekalnoga zagađenja na lokaciji 1. Ispred kanala oborinske odvodnje

Figure 5. Graphic representation of the relationship between the total amount of rain and the number of faecal contamination bacteria at location 1. in Front of the stormwater drainage channel

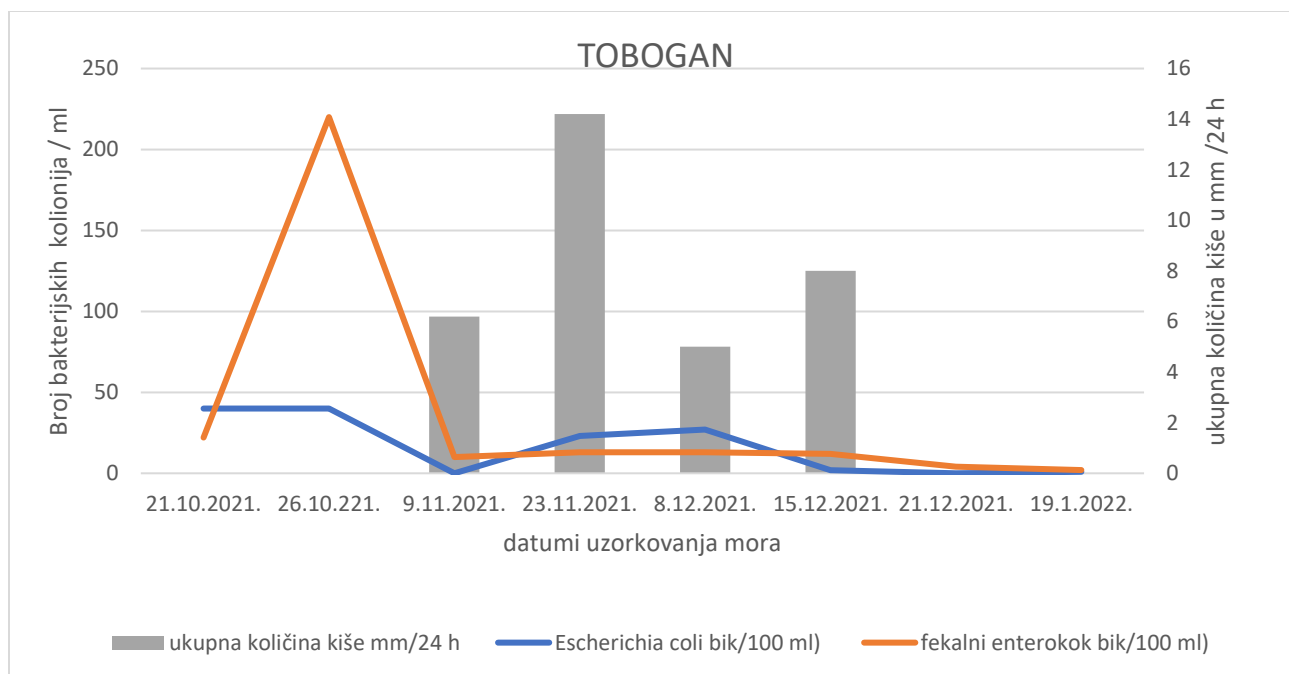
Dana 26. 10. 2021., nakon dužega sušnog razdoblja brojnost bakterija *Escherichia coli* bila je primjerena, a brojnost bakterija fekalnoga enterokoka bila je veća od dozvoljenih prema *Standardu za ocjenu kakvoće mora*. na lokaciji Sredina plaže (Slika 6.). Kakvoća mora nakon kiše i nakon dužega sušnog razdoblja bila je izvrsna prema *Standardu za ocjenu kakvoće mora*.



Slika 6. Grafički prikaz odnosa ukupne količine kiše u mm /24 h i brojnosti bakterija fekalnoga zagađenja na lokaciji 2. Sredina uvale

Figure 6. Graphic representation of the ratio of total rainfall in mm / 24 h and the number of faecal bacteria at location 2. Middle of the bay

Kakvoća mora na lokaciji 3. Tobogan bila je izvrsna nakon kiše kao i nakon dužega sunčanog razdoblja prema *Standardu za ocjenu kakvoće mora.* (slika 7.)



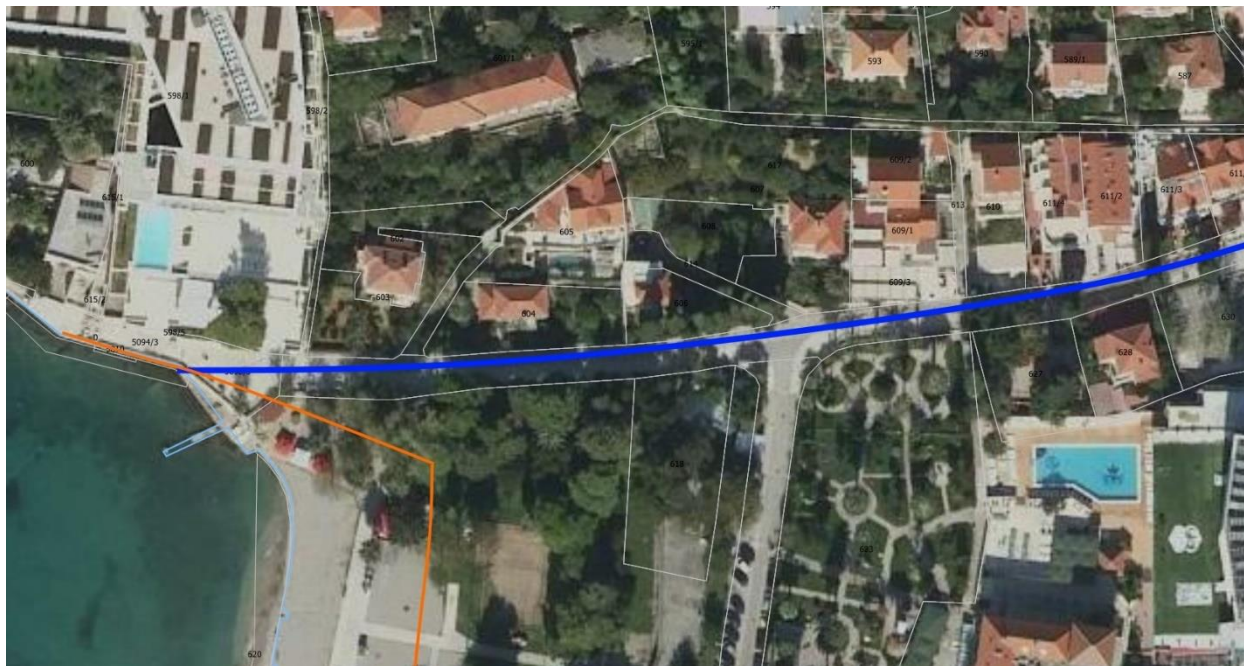
Slika 7. Grafički prikaz odnosa ukupne količine kiše u mm /24 h i brojnosti bakterija fekalnoga zagađenja na lokaciji 3. Tobogan

Figure 7. Graphic representation of the relationship between the total amount of rain in mm / 24 h and the number of bacteria of fecal pollution at location 3. Tobogan

Kako kišnica spada u oborinske vode koje ulaze u sustave odvodnje i miješaju se s otpadnim vodama i dugim nečistoćama, zanimalo nas je koliko je kišnica mikrobiološki zagađena prije ulaska u kanal odvodnje.

Uzorci kišnice skupljeni iz oluka kuće 15.12. 2022. su pokazali izvrsnu kakvoću prema bakterijskim pokazateljima. Temperatura uzorka u 1l kišnice bila je 11,7°C, a pH je iznosio 6,5. Vrijednost izmjerena alkaliteta bila je 0, a ukupna tvrdoća vode iznosila je 0,3 mmol/l, što odgovara 18 mg/l CaCO₃ ili 1. njemačkom stupnju. Prisutnost nitrata, nitrita i fosfata nije zabilježena

Na slici 8. dobivenoj iz dokumentacije Vodovoda Dubrovnik vidljiva je trasa staroga fekalnog kanala označena smeđom bojom, koja prelazi preko oborinskoga kanala označenog plavom bojom na samom izlazu kanala 1. u more.



Slika 8. Trasa fekalnog kanala -smeđa boja (privatna slika zaposlenika Vodovoda Dubrovnik)

Figure 8. Sewer route - brown (private image of Dubrovnik Waterworks employee)

Rasprava i zaključci

Mikrobiološkom analizom kišnice iz oluka kuće u blizini plaže dokazali smo hipotezu da oborinske vode nisu mikrobiološki zagađene iako bi to mjerenje trebalo ponoviti više puta i analizirati oborinsku vodu koja nastaje ispiranjem oborina s površine prometnica, parkirališta i drugih površina prije ulaska u oborinski kolektor.

Prema provedenim analizama mikrobioloških parametara u uzorcima mora na lokaciji 1. Ispred izlaznoga kanala oborinske odvodnje pokazala se mikrobiološka zagađenost mora, ali na lokacijama 2. Sredina uvala i 3. Tobogan mjerenja su pokazala zadovoljavajuću kakvoću prema Standardu o kakvoći mora za kupanje. Dana 23. 11. 2021. kada je zabilježena veća količina padalina, brojnost bakterija fekalnoga zagađenja bila je niska na sve tri lokacije.

Kako Zavod za javno zdravstvo uzorke mora za utvrđivanje kakvoće mora za kupanje uzima na sredini Uvala (što odgovara našoj kontrolnoj točki 2.) mogla bi se potvrditi hipoteza da oborinske vode koje utječu u Uvalu Lapad nisu mikrobiološki zagađene te se kakvoća mora ne mijenja utokom oborinskih voda. Izvor onečišćenja je lokaliziran uz lokaciju 1. Ispred izlaznog kanala oborinske odvodnje

Zasićenost kisikom bila je preko 85 % na 1. lokaciji ali je zabilježen rast zasićenosti kisikom kretanjem prema lokaciji 3. unutar Uvala. Međutim, nismo zabilježili pad zasićenosti kisikom ispod 80 %, što bi ukazivalo na povećanu potrošnju kisika zbog raspada organskih tvari.

pH-vrijednost mora iznosila je oko 8 na svim trima lokacijama, što odgovara pH-vrijednosti mora.

Na lokaciji 1. Ispred izlaznoga kanala oborinske odvodnje salinitet je iznosio 37,5 ppt i nakon sušnog razdoblja i nakon kiše te je bio manji u odnosu na druge dvije lokacije gdje je iznosio oko 38,5 ppt, što odgovara vrijednosti saliniteta za Jadransko more. Nešto niže vrijednosti saliniteta na lokaciji 1. mogu se pripisati utoku slatke vode.

Fizikalno kemijski pokazatelji kakvoće mora su zadovoljavajući na sve tri lokacije i za vrijeme suhog razdoblja i nakon kiše.

Dana 9. 11. 2021. i 8. 12. 2021. kada je zabilježena manja količina kiše (ispod 8 mm /24h), brojnost bakterija *Escherichia coli* bila je nezadovoljavajuća prema Standardu o kakvoći mora, a brojnost bakterija fekalnog streptokoka primjerena i zadovoljavajuća na lokaciji 1.. Prisutnost većih vrijednosti bakterije *Escherichia coli* pokazatelj je svježeg onečišćenja mora fekalnom materijom. (Krstulović i Šolić, 2006), što bi nam bio pokazatelj da manja količina oborina nije dovoljna za razrjeđenje potencijalnog fekalnog zagađenja.,

Visoke vrijednosti indikatora fekalnoga zagađenja zabilježene su i za vrijeme suhog razdoblja na lokaciji 1. Ispred izlaznoga kanala oborinske odvodnje, što nam govori o prisutnosti nekog zagađenja koje nije povezano s oborinskom odvodnjom. Radi se o starom fekalnom zidanom kanalu koji je privremeno saniran, a prema usmenim informacijama koje smo dobili iz Vodovoda Dubrovnik detaljna sanacija predviđena je za 2022. godinu. Rezultati naših mjerenja potvrdili su da kanal nije dovoljno dobro saniran jer konstantno mjerimo prisutnost bakterija fekalnoga zagađenja i za vrijeme suhog razdoblja i nakon kiše. Time nismo potvrdili hipotezu da je izvor onečišćenja nelegalno priključenje nekog kućanstva na ispušni oborinske odvodnje.

Udaljavanjem od lokacije 1. prema lokaciji 3. vrijednosti fekalnoga zagađenja uočljivo opadaju, što nam govori o slabom strujanju mora unutar Uvale i brzom razrjeđenju koncentracije bakterija. Pritom treba naglasiti da za vrijeme mjerenja nije bilo vjetra. Time smo potvrdili hipotezu da se udaljavanjem od izvora zagađenja smanjuje mikrobiološko onečišćenje.

Studija Aglomeracije Dubrovnik o procjeni utjecaja zahvata na okoliš, iz listopada 2018., navodi nedovoljnu izgrađenost oborinske odvodnje i zapuštenost stanja postojećih kanala oborinske vode. Aglomeracija Dubrovnik planira odvojiti oborinsku vodu od fekalne vode, ali traži suradnju Grada Dubrovnika koji bi trebao aktivnosti Vodovoda pratiti izgradnjom oborinskih kolektora te na taj način spriječiti da oborinske vode uzrokuju izlivanje fekalnih voda.

Zbog već prisutnih klimatskih promjena koje uzrokuju nagla kišna razdoblja i poplavljanje ulica, možda bi mogli potaknuti mjerodavne iz Vodovoda Dubrovnik na izgradnju sustava koji skuplja oborinsku vodu prije nego uđe u kanal otpadne vode i infiltrira je i vrati u podzemne vode ili je reciklira za potrebe navodnjavanja. (Andrić, 2009.).

Analizom karte koja prikazuje točke ispitivanja mora 2021. godine u Hrvatskoj na poveznici <https://vrtlac.izor.hr/ords/kakvoca/kakvoca>, vidljivo je da su rezultati ispitivanja kakvoće mora za kupanje u većini slučajeva zadovoljavajući na nivou Hrvatske, ali među plavim točkama duž Jadranske obale pronašli smo unutar Uvale Lapad crvenu točku koja je bila pokazatelj nezadovoljavajuće kakvoće prema Standardu za kakvoću mora.

Kako je plaža Uvala Lapad ljeti prepuna kupača i osobito male djece koja se igraju u plićaku, u moru ne bi smjelo biti bakterija kao posljedice fekalnoga zagađenja koje mogu ugroziti zdravlje ljudi i djece uzrokujući kožna i crijevna oboljenja. (Krstulović, Šolić, 2006).

Literaturni izvori

- Matoničkin Kepčija, R. 2003. Priručnik za voditelje programa GLOBE, Istraživanja vode GLOBE priručnik i protokoli <https://globe.pomsk.hr/prirucnik/voda.PDF>
pristupljeno 2.4.2022.
- WYG savjetovanje d.o.o, 2018., Studija o utjecaju na okoliš ,Sustav javne vodoopskrbe i odvodnje i uređaj za pročišćavanje otpadnih voda - AGLOMERACIJA DUBROVNIK <https://bit.ly/3Lj1Sij> pristupljeno 2.4.2022.
- Margeta J. 2009., Odvodnja naselja autorizirana skripta, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu
<https://cupdf.com/document/8jure-skripta-kanalizacija.html> pristupljeno 2.4.2022.
- Krstulović, N., Šolić M., 2006., Mikrobiologija mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split
<https://fliphtml5.com/bxnx/fgoc/basic> pristupljeno 2.4.2022.
- Andrić I., 2009. Nastavni materijali (prezentacija) Gospodarenje oborinskim i sivim vodama CWC, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu
<https://bit.ly/3DRL2of> pristupljeno 2.4.2022.
- https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_06_73_2426.html
pristupljeno 2.4.2022.
- Zakon o vodama, <https://www.zakon.hr/z/124/Zakon-o-vodama> pristupljeno 2.4.2022.
- GLOBE baza podataka , <https://vis.globe.gov/GLOBE/>, pristupljeno 2.4.2022.
- <https://www.vodovod-dubrovnik.hr/stranica/odvodnja-24>
pristupljeno 2.4.2022.
- Ocjena kakvoće mora za kupanje u Hrvatskoj 2021.
<https://vrtlac.izor.hr/ords/kakvoća/> pristupljeno 2.4.2022.