

Mikrobiološko opterećenje mora za kupanje na području grada Rijeke

Marjanović, Antea

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:069374>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
MEDICINSKI FAKULTET
SVEUČILŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ SANITARNOG
INŽENJERSTVA

Antea Marjanović

MIKROBIOLOŠKO OPTEREĆENJE MORA ZA KUPANJE
NA PODRUČJU GRADA RIJEKE

Završni rad

Rijeka, 2023.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
MEDICINSKI FAKULTET
SVEUČILŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ SANITARNOG
INŽENJERSTVA

Antea Marjanović

MIKROBIOLOŠKO OPTEREĆENJE MORA ZA KUPANJE
NA PODRUČJU GRADA RIJEKE

Završni rad

Rijeka, 2023.

Mentor rada: Naslovni doc.dr.sc. Marin Glad, dipl.sanit.ing.

Završni rad obranjen je dana _____ u/na _____

_____, pred povjerenstvom u sastavu:

1. _____

2. _____

3. _____

Rad sadrži _____ stranica, _____ slika, _____ tablicu, _____ literaturnih navoda.

Sažetak

Kakvoća mora u Republici Hrvatskoj od velikog je javno zdravstvenog značaja. Program praćenja kakvoće mora za kupanje propisuje se Uredbom o kakvoći mora za kupanje (NN 73/2008) koja je usklađena sa Direktivom Europskog parlamenta o upravljanju kakvoćom voda za kupanje (2006/7/EC). Ispitivanje sanitarne kvalitete mora za kupanje uključuje ispitivanje fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara morske vode. Mikrobiološki parametri najbolji su pokazatelj onečišćenja mora sanitarno-fekalnim otpadnim vodama. Fekalne indikatorske bakterije (do 2009. godine fekalni koliformi i fekalni streptokoki, od 2009. godine *Escherichia coli* i crijevni enterokoki) ukazuju na mogućnost postojanja patogena u morskim vodama. U ovom su radu obrađeni rezultati ispitivanja mikrobioloških indikatora fekalne kontaminacije tijekom 2021. i 2022. godine na pet plaža grada Rijeke, odnosno 15 mjernih točaka. Deskriptivnom statistikom obradili su se određeni fizikalni, kemijski i mikrobiološki parametri. Mikrobiološki najopterećenija plaža je 3. maj, što je u skladu sa prijašnjim istraživanjima. Uzorci na toj lokaciji dali su najveću koncentraciju crijevnih enterokoka i *E. coli*. Kao razlog tome uzima se nepriključenost objekata na sustav javne odvodnje, te neriješenost sustava odvodnje oborinskih voda. Podatci navode da su u 2021. i 2022. godini sve lokacije u većinskom udjelu ocijenjene ocjenom izvrstan. Postoji statistički značajna razlika između lokacija na temelju saliniteta, koncentracije crijevnih enterokoka i *E. coli*, te je dokazana negativna korelacija između saliniteta i mikrobioloških pokazatelja.

Ključne riječi: kakvoća mora, indikatorske bakterije, salinitet, ocjena

Summary

Bathing water quality in the Republic of Croatia is of considerable public health concern. The bathing water quality monitoring program is prescribed by the Regulation on bathing water quality (NN 73/2008), which is compliant with the Directive of the European Parliament on management of bathing water quality (2006/7/EC). Monitoring of the sanitary quality of the bathing water includes examination of the physical, chemical and microbiological parameters of the seawater. Microbiological parameters are the best indicator of sea pollution with sanitary-fecal wastewater. Fecal indicator bacteria (until 2009, fecal coliforms and fecal streptococci, since 2009, *Escherichia coli* and Intestinal enterococci) indicate the possibility of the presence of pathogens in bathing water. In this paper, the results of the examination of microbiological indicators of fecal contamination during 2021. and 2022. on five beaches of the city of Rijeka, i.e. 15 measuring points, are processed. Certain physical, chemical and microbiological parameters were processed with descriptive statistics. The most microbiologically loaded beach is 3. maj, which is in line with previous research. Samples at that location yielded the highest concentration of Intestinal enterococci and *E. coli*. The reason for this is that the buildings are not connected to the public drainage system and that the storm water drainage system has not been resolved. The data indicate that in 2021. and 2022., all locations in the majority share were graded excellent. There is a statistically significant difference between locations based on salinity, the concentration of Intestinal enterococci and *E. coli*, and a negative correlation between salinity and microbiological indicators has been proven.

Key words: bathing water quality, indicator bacteria, salinity, grade

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1 Praćenje kakvoće mora za kupanje	1
1.2 Profil mora za kupanje	2
1.3 Fekalne indikatorske bakterije	2
1.3.1 <i>Escherichia coli</i>	3
1.3.2 Crijevni Enterokoki.....	3
1.4 Ocjena.....	4
2. Cilj istraživanja	6
3. Materijali i metode	7
3.1 Područje ispitivanja i učestalost uzorkovanja	7
3.2 Uzorkovanje	11
3.3 Mikrobiološke metode ispitivanja.....	12
3.4 Statistička obrada podataka	12
4. Rezultati	13
4.1 Deskriptivna statistika i ocjena kakvoće mora po lokacijama	13
4.1.1 Lokacija 3. maj.....	13
4.1.2 Lokacija 3. maj profilna	16
4.1.3 Lokacija Kantrida – istok.....	18
4.1.4 Lokacija Kantrida – istok profilna	20
4.1.5 Lokacija Kantrida – zapad	22
4.1.6 Lokacija Kantrida – zapad profilna.....	24
4.1.7 Lokacija Nogometno igralište.....	26
4.1.8 Lokacija Nogometno igralište profilna	28

4.1.9	Lokacija Ploče – istok.....	30
4.1.10	Lokacija Ploče – istok profilna	32
4.1.11	Lokacija Ploče - zapad	34
4.1.12	Lokacija Ploče zapad profilna.....	36
4.1.13	Lokacija Preluk – istok	38
4.1.14	Lokacija Preluk – sredina.....	40
4.1.15	Lokacija Preluk – zapad.....	42
4.2	Usporedba lokacija.....	44
4.2.1	Salinitet	44
4.2.2	Crijevni enterokoki	45
4.2.3	<i>Escherichia coli</i>	46
4.3	Odnos koncentracija mikrobioloških pokazatelja i saliniteta.....	48
4.3.1	Crijevni enterokoki	48
4.3.2	<i>Escherichia coli</i>	49
5.	Rasprava.....	50
6.	Zaključci	53
7.	Literatura.....	54
8.	Životopis.....	56

1. Uvod

Brojne su gospodarske, biološke i socio-ekonomske koristi u podacima dobivenim procjenom kakvoće mora na plažama Jadrana. Osim procjene zagađenja obalnog mora kao indikatora rizika za razvoj zaraznih bolesti, određuju se izvori onečišćenja. Na području Primorsko-goranske županije najčešće su to mjesta ispuštanja kanalizacijskih i oborinskih voda u more. Također, u sklopu određivanja sanitarne kvalitete mora prati se izgradnja kanalizacijskih sustava i njihovo funkcioniranje, predlažu se zahtjevi za pravilnu sanaciju izvora onečišćenja i nastoji se pravodobno informirati javnost (1).

1.1 Praćenje kakvoće mora za kupanje

Program praćenja kakvoće mora za kupanje propisuje se Uredbom o kakvoći mora za kupanje (NN 73/2008) koja je usklađena sa Direktivom Europskog parlamenta o upravljanju kakvoćom voda za kupanje (2006/7/EC). Program provodi sedam priobalnih županija Republike Hrvatske u razdoblju od 15. svibnja do 30. rujna sa učestalosti ispitivanja od najmanje svakih 15 dana u razdoblju ispitivanja. Provedbu koordinira Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. Prije početka svake sezone kupanja županija određuje točke mjerenja. Primorsko-goranska županija donijela je 14. travnja 2023. godine Odluku o određivanju morskih plaža na području Primorsko-goranske županije na kojima se provodi praćenje kakvoće mora za kupanje u 2023. godini. Prema odluci, ispitivanja se u Primorsko-goranskoj županiji, provode na 215 morskih plaža, odnosno 270 mjernih točaka. Ispitivanja provodi Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. U gradu Rijeci ispitivanja se provode na 17 morskih plaža, odnosno na 22 mjerne točke (2). Ispitivanje sanitarne kvalitete mora za kupanje uključuje ispitivanje fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara morske vode, te je učestalost mjerenja od svakih 15 dana nužna za što kontroliraniju i bolju procjenu. Mikrobiološki parametri najbolji su pokazatelj onečišćenja mora sanitarno-fekalnim otpadnim vodama. Kakvoća mora, osim o načinima ispuštanja oborinskih i otpadnih voda, ovisi i o brojnim meteorološkim i hidrografskim faktorima (oborine, naoblaka, temperatura mora, vjetar, morske struje, salinitet...) ali i o broju samih kupaca i njihovom ponašanju (1).

1.2 Profil mora za kupanje

Primorsko-Goranska županija je dužna prema Uredbi (NN73/08) prije početka sezone kupanja izraditi profil mora za kupanje. Svrha izrade profila je prvenstveno procjena rizika od onečišćenja. Profil mora za kupanje mora sadržavati: točke uzorkovanja, opis geografskih, fizikalnih i hidroloških karakteristika mora za kupanje, ocjenu kakvoće mora za kupanje, utvrđivanje i procjenu izvora onečišćenja koji mogu utjecati na more za kupanje i zdravlje kupaca, pretpostavke za utvrđivanje stupnja rizika onečišćenja, procjenu moguće proliferacije makroalgi i/ili fitoplanktona, te sustav obavješćivanja javnosti (3). Ovisno o dobivenim rezultatima ispitivanja kakvoće mora ali i promjenama u okolišu plaže koje potencijalno mogu imati utjecaj na kakvoću mora Uredba propisuje i učestalost kojom se profil mora obnavljati (1). U tablici 1 je prikazana učestalost obnavljanja profila mora za kupanje.

Tablica 1. Učestalost obnavljanja profila mora za kupanje ovisno o ocjeni plaže

Razvrstavanje mora za kupanje	Učestalost obnavljanja profila mora za kupanje
nezadovoljavajuće	svake dvije (2) godine
zadovoljavajuće	svake tri (3) godine
dobro	svake četiri (4) godine
izvrsno	samo u slučaju ako se razvrstano mora promijeni u "dobro", "zadovoljavajuće" ili "nezadovoljavajuće"

1.3 Fekalne indikatorske bakterije

Fekalne indikatorske bakterije (do 2009.godine fekalni koliformi i fekalni streptokoki, od 2009. godine *Escherichia coli* i crijevni enterokoki) ukazuju na mogućnost postojanja patogena u morskim vodama (4). Brojni mikroorganizmi u morskoj vodi mogu potencijalno narušiti zdravlje kupaca. Rutinsko praćenje svih patogena u morskoj vodi bilo bi nepraktično, skupo, a zbog nedovoljno usavršenih specifičnih metoda za rutinsku identifikaciju, praktički i nemoguće. Iz navedenih se razloga, za procjenu mikrobiološke kvalitete vode koriste indikatorske bakterije. Fekalne indikatorske bakterije ukazuju na kontaminaciju vode fekalnim materijalom, odnosno ukazuju na vjerojatnost postojanja patogena u vodi (5). Jedna od glavnih značajki indikatora jest da su uvijek prisutni kad su prisutni i patogeni, te da je njihova koncentracija uglavnom proporcionalna koncentraciji patogena u morskoj vodi (4).

1.3.1 *Escherichia coli*

E. coli je bakterija iz skupine koliformnih bakterija koja raste u probavnom sustavu sisavaca, s time da novija istraživanja dokazuju njeno prisustvo i rast u okolišu. Visoko je prisutna u ljudskom i životinjskom fecesu (oko 90% svih koliforma) i smatra se najspecifičnijim indikatorom fekalnog onečišćenja, zbog kraćeg perioda opstanka u okolišnim vodama. Na rast i preživljavanje *Escherichia coli* u okolišu mogu utjecati i biotički i abiotički čimbenici. Abiotički čimbenici koji utječu na njeno preživljavanje jesu: temperatura, dostupnost vode i nutrijenata, pH i solarno zračenje, dok biotički čimbenici uključuju: prisutnost drugih mikroorganizama i sposobnost *E. coli* da sakuplja nutrijente, natječe se s drugim mikroorganizmima i stvara biofilmove. Temperatura i solarno zračenje najvažniji su faktori koji utječu na rast i preživljavanje *E. coli* u okolišu. Iako je optimalna temperatura za rast *E. coli* temperatura probavnog sustava (36–40°C), dokazano je da u okolišu mogu rasti i na nižim temperaturama, te da fluktuacije u temperaturi negativno utječu na rast i preživljavanje *E. coli* (6). Whitman i sur. dokazali su da je solarno zračenje najučinkovitiji abiotički čimbenik koji ubija indikatorske bakterije u vodama. Solarno zračenje, posebno ono nižih valnih duljina (UV zračenje) može direktno uzrokovati oštećenje DNA, međutim, voda služi kao dobar filter za svjetlo, stoga je navedeno moguće samo blizu površine mora (na dubini manjoj od 22 cm) (7).

1.3.2 Crijevni Enterokoki

Crijevni enterokoki su grupa bakterija koje su normalan dio crijevne flore sisavaca. Također su i oportunistički patogeni koji godišnje uzrokuju milijune infekcija, od kojih vrste *Enterococcus faecium* i *Enterococcus faecalis* predstavljaju najveći rizik za ljudsko zdravlje. Posjeduju sposobnost rasta na podlogama na temperaturi između 10°C i 45°C, te pri koncentraciji NaCl od 6,5%. Također dokazano je da na temperaturi od 60°C preživljavaju 30 minuta. Općenito, tijekom analize vode, dokaz crijevnih enterokoka u uzorku smatra se dokazom fekalne kontaminacije vode (8). Ostrolenk i sur. bili su među prvima koji su sugerirali da bi crijevni enterokoki mogli biti prikladniji fekalni indikatori od *E. coli* (9), te su studije provedene 1970-ih potvrdile tu sugestiju za morsku vodu (10). U SAD-u, crijevni enterokoki su jedine fekalne indikatorske bakterije čije određivanje zahtijeva američka Agencija za zaštitu okoliša (EPA) pri praćenju kakvoće mora, budući da bolje koreliraju sa ishodima za ljudsko zdravlje od drugih fekalnih indikatorskih bakterija (9).

1.4 Ocjena

Na temelju graničnih vrijednosti mikrobioloških pokazatelja dobivenih analizom kakvoće morske vode, prema standardima Uredbe (NN 73/2008) propisane su slijedeće ocjene: 1. pojedinačna ocjena, 2. godišnja ocjena, 3. konačna ocjena. Pojedinačna ocjena se daje za svaki uzorak tijekom sezone ispitivanja prema graničnim vrijednostima mikrobioloških parametara propisanih Uredbom (NN 73/2008). Kriteriji za pojedinačnu ocjenu uzoraka nisu propisani Europskom Direktivom. Pojedinačna ocjena označava se obojanim krugom, prilikom kojeg boja odgovara ocjeni. Plava boja predstavlja izvrsnu, zelena dobru, žuta zadovoljavajuću, a crvena nezadovoljavajuću ocjenu. Ocjene pojedinačnih ispitivanja zasnivaju se na graničnim vrijednostima propisanim Uredbom i prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Granične vrijednosti parametara za ocjenu kakvoće mora nakon svakog ispitivanja

Pokazatelj	Kakvoća mora			Metoda ispitivanja
	izvrsna	dobra	zadovoljavajuća	
crijevni 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

Godišnja ocjena označava se obojanim trokutom i donosi se na kraju svake sezone ispitivanja. Ocjena se određuje na temelju podataka o kakvoći mora u aktualnoj sezoni ispitivanja.

Konačna ocjena određuje se na kraju svake sezone ispitivanja na temelju rezultata kakvoće mora u protekloj i tri prethodne sezone ispitivanja. Ocjena se označava obojanim kvadratom; boja odgovara pripadajućoj ocjeni koju plaža može dobiti temeljem prisutnosti mikroorganizama i prisutnosti rizika od onečišćenja. Godišnja i konačna ocjena dobivaju se statističkim izračunom, temeljem 90-og, odnosno 95-postotnog percentila podataka mjerenja tijekom jedne, odnosno četiri sezone ispitivanja (1). Dobivene ocjene pokazuju veliku ovisnost o rasponu izmjerenih vrijednosti ispitivanih bakterioloških pokazatelja. Pokazalo se da, što je veća varijacija vrijednosti, statistički gledano, veća je nesigurnost održanja kvalitete mora unutar istog razreda ocjene, tj. rizik od nastanka onečišćenja je veći (11). Granične vrijednosti za donošenje godišnje i konačne ocjene prikazane su u tablici 3.

Tablica 3. Granične vrijednosti parametara ocjene kakvoće mora na kraju sezone kupanja i za prethodne tri sezone kupanja

Pokazatelj	izvrsna	dobra	zadovoljavajuća	nezadovoljavajuća
crijevni enterokoki bik ^{***} /100 ml)	≤100*	≤200*	≤185**	>185**(2)
<i>Escherichia coli</i> (bik ^{***} /100 ml)	≤150*	≤300*	≤300**	>300**(2)

(*)Temeljeno na vrijednosti 95-og percentila⁽¹⁾

(**)Temeljeno na vrijednosti 90-og percentila⁽¹⁾

⁽¹⁾ Temeljeno na log10 normalnoj raspodjeli koncentracija mikrobioloških pokazatelja, vrijednosti pojedinih percentila dobivaju se na sljedeći način:

- izračunavaju se logaritmi (log10) svih bakterijskih koncentracija (u slučaju nultih vrijednosti koncentracija uzimaju se logaritamske vrijednosti koncentracija koje predstavljaju graničnu vrijednost detekcije korištene analitičke metode)
- izračunava se aritmetička sredina logaritmiranih vrijednosti koncentracija (μ)
- izračunava se standardna devijacija logaritamskih vrijednosti (σ)
- 90-i i 95-i percentili izračunavaju se na sljedeći način:

90-i percentil = antilog ($\mu + 1.282 \sigma$)

95-i percentil = antilog ($\mu + 1.65 \sigma$)

⁽²⁾Trenutačno djelovanje za pojedinačne uzorke, ukoliko broj crijevnih enterokoka prijeđe 300 bik/100 ml, *E. coli* 500 bik/100 ml

Ukoliko tijekom ispitivanja mikrobiološke koncentracije prelaze dozvoljene granične vrijednosti za ocjenu „zadovoljavajuće“ iz Tablice 2, smatra se da je došlo do pojave kratkotrajnog onečišćenja. Tada se vrši koordinirani inspekcijski nadzor od strane inspektora zaštite okoliša i drugih nadležnih inspektora kako bi se utvrdio izvor onečišćenja. Dodatna uzorkovanja se obavljaju svakodnevno do trenutka prestanka kratkotrajnog onečišćenja. Nakon prestanka kratkotrajnog onečišćenja obavlja se dodatno uzorkovanje u periodu od sedam dana radi provjere prestanka kratkotrajnog onečišćenja. Ukoliko se kakvoća mora nije popravila nakon uklanjanja izvora onečišćenja i sljedećeg redovnog uzorkovanja, riječ je o trajnom onečišćenju. Tada inspektor zaštite okoliša naređuje trajnu zabranu kupanja na morskoj plaži i postavljanje službene oznake zabrane kupanja, sve dok dva uzastopna uzorka nisu ocijenjena ocjenom zadovoljavajuće, dobro ili izvrsno (3).

2. Cilj istraživanja

Ciljevi ovog rada bili su:

1. Izmjeriti koncentraciju mikrobioloških parametara u morskoj vodi na pet urbanih plaža grada Rijeke, uz promatranje i bilježenje ostalih fizikalnih i kemijskih parametra.
2. Ustanoviti ocjene kakvoće mora na lokacijama kroz sezonsko ispitivanje od dvije godine.
3. Utvrditi postoji li značajna razlika u ispitivanim pokazateljima između lokacija istraživanja.
4. Definirati postoji li linearni odnos između saliniteta i promatranih indikatora fekalnog onečišćenja.

3. Materijali i metode

3.1 Područje ispitivanja i učestalost uzorkovanja

U radu su obrađeni podatci ispitivanja kakvoće mora za kupanje na području riječkih plaža u 2021. i 2022. godini. Ispitivanje se provodilo na pet lokacija: plaža Kantrida, plaža Preluk, plaža 3. Maj, plaža Kantrida nogometno igralište i plaža Ploče sa ukupno petnaest mjernih točaka. Uzorci se uzimaju u sezoni kupanja, u razdoblju od svibnja do rujna. U 2021. godini na plaži Preluk uzorci su se uzimali jedanput u dva tjedna na tri mjerne točke. Na plažama Kantrida, Ploče, 3. Maj i Nogometno igralište uzorci su se na šest mjernih točaka prikupljali jednom tjedno, a jedanput u dva tjedna uzimali su se uzorci na već spomenutih šest točaka i još šest dodatnih mjernih točaka. U 2022. godini na plaži Preluk uzorci su se prikupljali jednom tjedno na tri mjerne točke zajedno sa uzorcima sa šest mjernih točaka sa plaža Kantrida, Nogometno igralište, 3. maj i Ploče. Jedanput u dva tjedna prikupljali su se uzorci već navedenih mjernih točaka na Preluku, Kantridi, Nogometnom igralištu, 3. maju i Pločama, te još dodatnih šest točaka na lokacijama Kantrida, Nogometno igralište, 3. maj i Ploče.

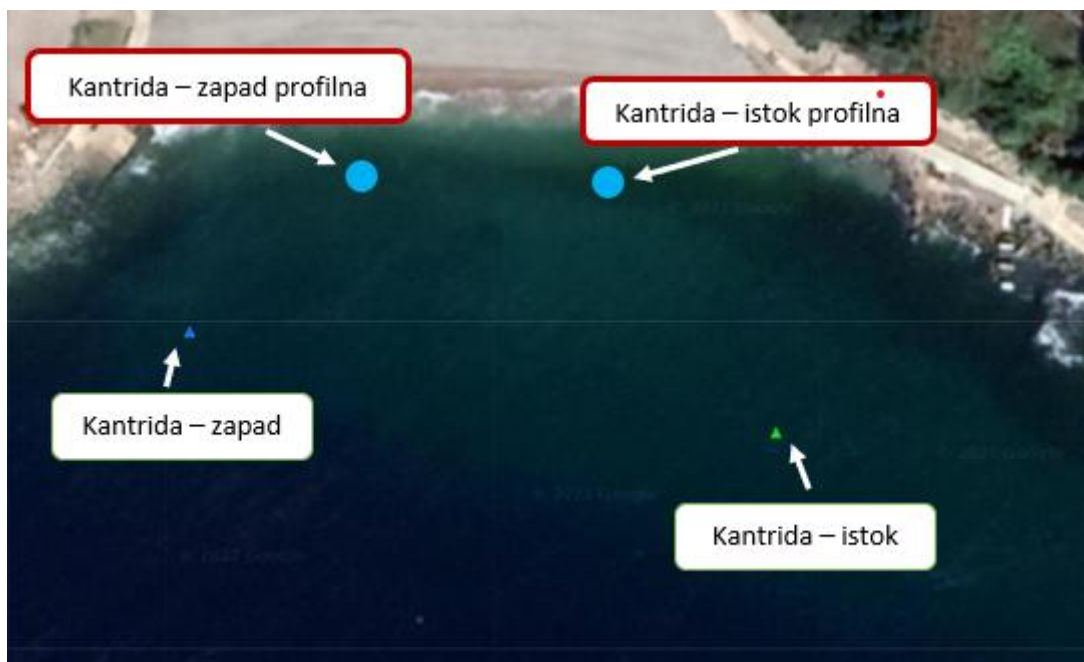
Kakvoća mora za kupanje kontrolirala se jednom tjedno na šest točaka ispitivanja: Kantrida – istok, Kantrida – zapad, 3. maj, Nogometno igralište, Ploče – istok, Ploče – zapad, te jedanput u dva tjedna na još šest dodatnih mjernih točaka: Kantrida – istok profilna, Kantrida – zapad profilna, 3. maj profilna, Nogometno igralište profilna, Ploče – istok profilna, Ploče – zapad profilna. Plaži Preluk pripadaju tri mjerne točke na kojima se kontrolirala kakvoća mora: Preluk – istok, Preluk – sredina i Preluk – zapad. Lokacije i njihove oznake prikazane su u tablici 4.

Tablica 4. Naziv lokacija gdje je provedeno uzorkovanje morske vode i njihove oznake

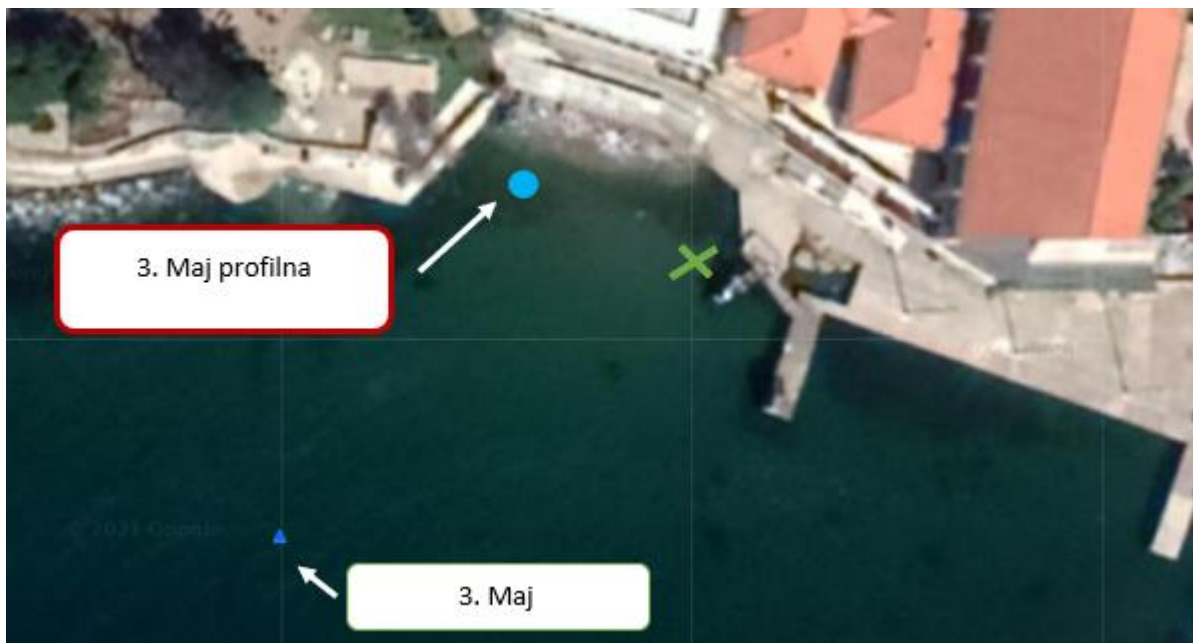
RB	Lokacija	Oznaka lokacije
1.	3. maj	3M
2.	3. maj profilna	3Mp
3.	Kantrida – istok	KI
4.	Kantrida – istok profilna	KIp
5.	Kantrida – zapad	KZ
6.	Kantrida – zapad profilna	KZp
7.	Nogometno igralište	NI
8.	Nogometno igralište profilna	NIp
9.	Ploče – istok	PI
10.	Ploče – istok profilna	PIp
11.	Ploče – zapad	PZ
12.	Ploče – zapad profilna	PZp
13.	Preluk - istok	PRI
14.	Preluk - sredina	PRS
15.	Preluk - zapad	PRZ



Slika 1. Mjerne točke ispitivanja kakvoće mora za kupanje na plaži Preluk



Slika 2. Mjerne točke ispitivanja kakvoće mora za kupanje na plaži Kantrida



Slika 3. Mjerne točke ispitivanja kakvoće mora za kupanje na plaži 3. Maj



Slika 4. Mjerne točke ispitivanja kakvoće mora za kupanje na plaži Nogometno igralište



Slika 5. Mjerne točke ispitivanja kakvoće mora za kupanje na plaži Ploče

3.2 Uzorkovanje

Uzorkovanje morske vode je obavljeno ručnim uzorkivačem u sterilne boce volumena 2500 mL na svim mjernim točkama, sa izuzetkom mjernih točaka na Preluku gdje se uzorak sakupljao u boce volumena 500 mL. Uzorkovanje je provedeno svaki ponedjeljak u jutarnjim satima i svaki drugi ponedjeljak u popodnevnom satima, prema već unaprijed utvrđenom kalendaru ispitivanja. Uzorci su uzeti na stalnoj točki uzorkovanja iz površinskog sloja, 30 cm ispod površine. Za vrijeme uzorkovanja bilježili su se osnovni meteorološki podatci, hidrološki podatci i podatci vezani uz sam izgled morske vode. Boce s prikupljenim uzorcima bile su jasno označene i transportirane do laboratorija pri temperaturi od približno $4^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ i zaštićene od sunčeve svjetlosti. Analiza uzoraka je provedena isti dan pri njihovom zaprimanju u roku od 6 sati.

3.3 Mikrobiološke metode ispitivanja

Laboratorijska analiza uzoraka morske vode temelji se na određivanju koncentracije mikrobioloških pokazatelja onečišćenja mora i saliniteta. Određuje se koncentracija indikatora fekalnog onečišćenja, *E. coli* i crijevnih enterokoka. Mikrobiološka analiza provodi se metodom membranske filtracije. Membranska filtracija je metoda koja se zasniva na filtraciji poznatog volumena uzorka kroz pore sterilnih membranskih filtera (membranski filteri promjera pora od 45 µm). Gustoća bakterija u uzorku ovisi o volumenu uzorka koji je uzet za filtraciju (12).

Prilikom izolacije i dokazivanja bakterije *Escherichia coli* koristila se metoda HRN EN ISO 9308-1:2014. Nakon membranske filtracije, filter se sterilnom pincetom prenio na hranjivu CCA podlogu (engl. Chromogenic Coliform Agar), gdje se nakon inkubacije na (36 ± 2) °C kroz (21 ± 3) sata provelo brojenje i naknadno dokazivanje kolonija.

Određivanje crijevnih enterokoka provodi se po metodi HRN EN ISO 7899-2:2000. Nakon što se volumen uzorka profiltrirao tijekom membranske filtracije, filter papir se prenio na Slanetz i Bartley medij i inkubirao na 36 ± 2 °C tijekom 44 ± 4 h. Medij sadrži natrij azid, čija je svrha inhibirati rast Gram-negativnih bakterija, medij također sadrži i TTC otopinu (2,3,5-trifeniltetrazolium klorid) koji crijevni enterokoki reduciraju u crveni formazan. Ukoliko dođe do porasta tipičnih crveno-smeđih kolonija provodi se dokazni test na žučnom-eskulin-azid agaru (engl. Bile Aesculin Agar) koji se inkubira 2 sata na 44°C. Crijevni enterokoki hidroliziraju eskulin do krajnjeg produkta 6,7-dihidroksikumarina koji s Fe^{3+} daje tamno do crno obojenu tvar koja difundira u medij (stvara se crni halo). Dobiveni rezultati se izražavaju kao broj izraslih kolonija (bik, eng. cfu= colony forming unit) u 100 mL morske vode.

3.4 Statistička obrada podataka

Rezultati su statistički obrađeni pomoću TIBCO Statistica v. 14.0.1.25 programskog paketa (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, SAD). Za izračunavanje i opisivanje osnovnih karakteristika podataka koristila se deskriptivna statistika. Kako bi se ispitala normalnost raspodjele podataka, korišten je Kolmogorov-Smirnovljev test. Za provjeru odnosa dvije skupine podataka koristio se Spearmanov koeficijent korelacije, a značajnost razlike između skupina podataka provjerena je Kruskal-Wallis testom. Svaki korišteni test nalazio se unutar pouzdanosti od 95% i p-vrijednosti manjom od 5%.

4. Rezultati

U ovom poglavlju prikazani su rezultati obrade podataka kakvoće morske vode sa 15 lokacija: Kantrida – istok, Kantrida – istok profilna, Kantrida – zapad, 3. maj, 3. maj profilna, Nogometno igralište, Nogometno igralište profilna, Ploče – istok, Ploče – istok profilna, Ploče – zapad, Ploče – zapad profilna. U dvogodišnjem periodu prikupljeno je 729 uzoraka morske vode sa navedenih lokacija.

4.1 Deskriptivna statistika i ocjena kakvoće mora po lokacijama

Obrada svih podataka napravljena je u Microsoft Office Excel 2016 i programskom paketu Statistica. Deskriptivnom statistikom dobiveni su podatci za: minimum, maksimum, medijan, 75% percentil, 25% percentil, srednju vrijednost i standardnu devijaciju za temperaturu zraka, temperaturu mora, salinitet i koncentraciju crijevnih enterokoka i *Escherichia coli*. Također, prikazane su i ocjene kakvoće mora koju su lokacije dobile u 2021. i 2022. godini.

4.1.1 Lokacija 3. maj

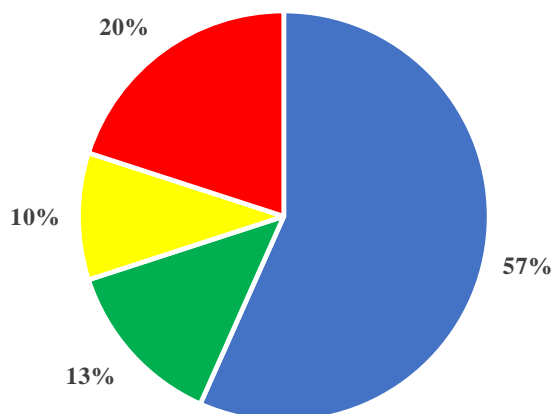
Na lokaciji 3. maj tokom dvogodišnjeg ispitivanja prikupljeno je 60 uzoraka morske vode, te su provedena mjerenja temperature zraka, temperature vode, saliniteta i određivanja koncentracija crijevnih enterokoka i *Escherichia coli*. Uz to prikupljeni su podatci o okolišnim čimbenicima (postojanje vjetra, prisutnost padalina). Za ovu lokaciju u tablici 5. prikazana je deskriptivna statistika koja uključuje minimum, maksimum, medijan, 75% percentil, 25% percentil, srednju vrijednost i standardnu devijaciju fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametra.

Tablica 5. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji 3. maj za razdoblje istraživanja

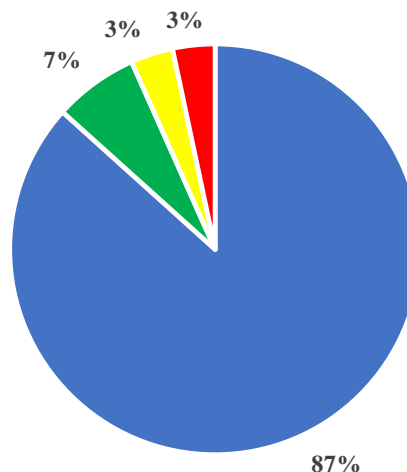
	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	60	60	60	60	60
Minimum	15.0	14.2	2.6	0	0
Maksimum	38.0	29.0	38.0	390	>2000
Median	26.5	23.0	32.4	42	43
75% percentil	29.0	24.4	34.5	93	98
25% percentil	23.0	20.4	26.8	11	8
Sr. vrijednost	26.0	22.0	30.1	70	139
St. devijacija	4.7	3.3	6.8	90	361

Na lokaciji 3. maj srednja vrijednost temperature zraka iznosila je 26°C, a temperature mora 22°C. Salinitet se kretao u rasponu od 2,6 do 38,0‰, a srednja vrijednost iznosila je 30.1‰. Mikrobiološkom analizom izmjerene su vrijednosti koncentracija crijevnih enterokoka unutar donjeg i gornjeg kvartila od 11 do 93 CFU/100 mL s medijanom od 42 CFU/100 mL. Medijan za *E. coli* iznosio je 43 CFU/100 mL, a kvartili su 8 CFU/100 mL (donji) i 98 CFU/100 mL (gornji).

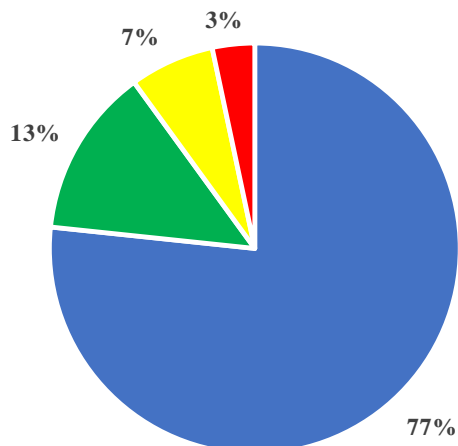
A) Crijevni enterokoki - 2021.



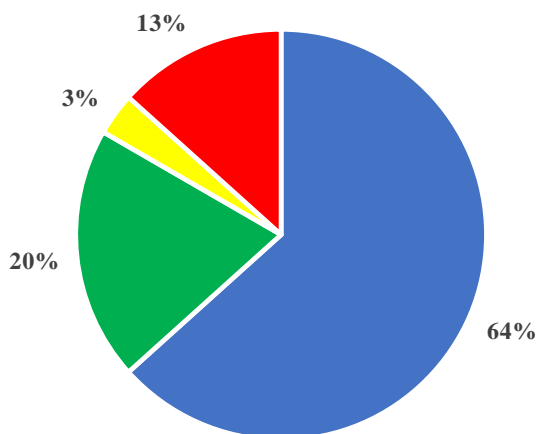
B) *Escherichia coli* - 2021.



C) Crijevni enterokoki - 2022.



D) *Escherichia coli* - 2022.



Slika 6. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji 3. maj u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Na osnovu dobivenih rezultata koncentracija crijevnih enterokoka i *Escherichia coli* određena je ocjena kakvoće mora. Na lokaciji 3. maj tijekom 2021. godine vidljivo je da je, prema koncentraciji crijevnih enterokoka u uzorcima, lokacija u 57% slučajeva bila ocijenjena ocjenom izvrsno, dok je ocjenu nezadovoljavajuće dobila u 20% slučajeva. Na temelju koncentracije *E. coli* lokacija je samo u 3% slučajeva obilježena crvenom bojom (nezadovoljavajuća ocjena), a u 87% slučajeva

lokacija 3. maj je bila ocijenjena ocjenom izvrsno. U 2022. godini na temelju koncentracije crijevnih enterokoka more je na lokaciji 3. maj u 77% slučajeva dobilo ocjenu izvrsan, dok je na temelju koncentracije *E. coli*, more istu ocjenu dobilo u 64% slučajeva. Analizom crijevnih enterokoka lokacija je 2022. godine dobila nezadovoljavajuću ocjenu u 3% slučajeva, a analizom *E. coli* u 13%.

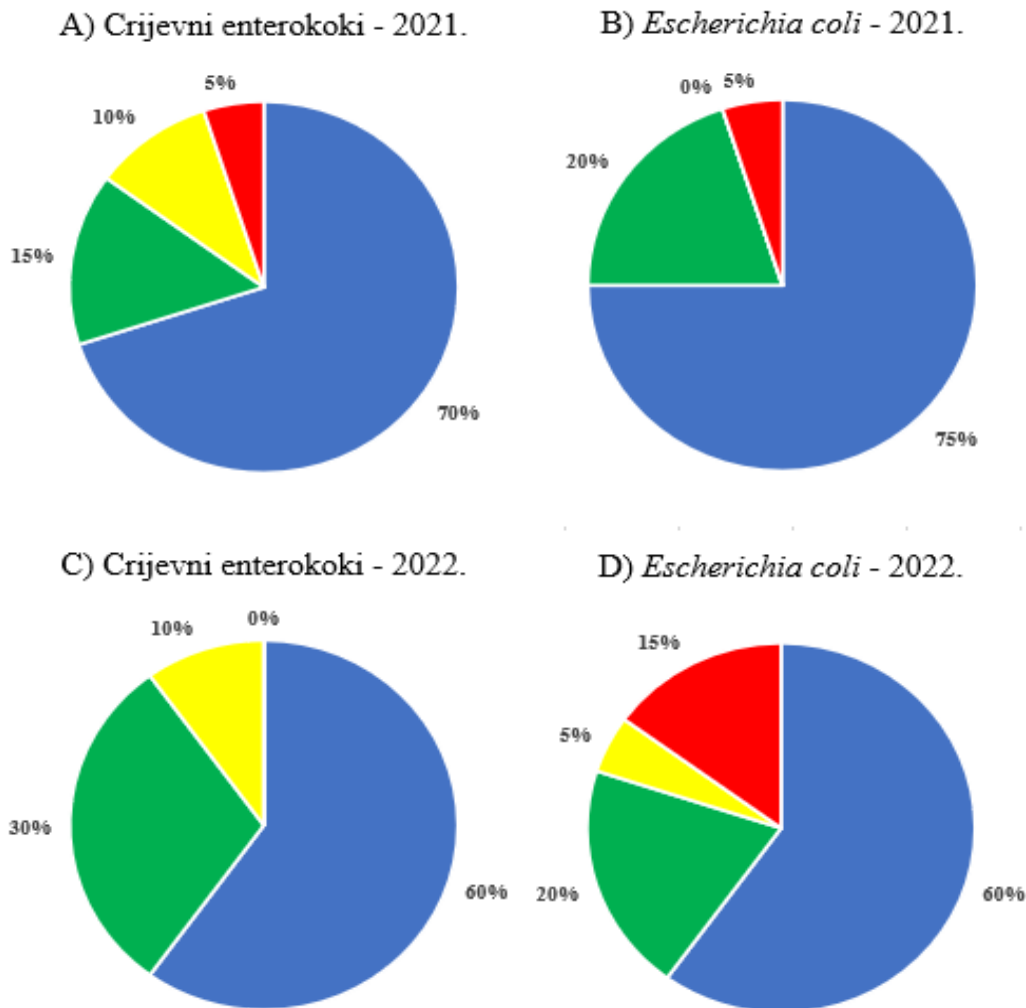
4.1.2 Lokacija 3. maj profilna

Na lokaciji 3. maj profilna uzorkovanje se provodilo jednom u dva tjedna i prikupljeno je sveukupno 40 uzoraka morske vode. U tablici 6. prikazana je deskriptivna statistika sa istim parametarima kao i u lokaciji 3. maj.

Tablica 6. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji 3. maj profilna za razdoblje istraživanja

	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	40	40	40	40	40
Minimum	15.0	13.0	4.9	1	1
Maksimum	38.0	29.3	37.8	390	>2000
Median	27.0	22.1	31.6	31	39
75% percentil	29.3	24.2	34.4	63	135
25% percentil	23.8	20.8	23.0	10	12
Sr. vrijednost	26.7	21.8	28.3	53	162
St. devijacija	4.8	3.7	8.5	70	385

Na lokaciji 3. maj profilna srednja vrijednost temperature zraka iznosila je 26.7°C, a temperature mora 21.8°C. Srednja vrijednost saliniteta iznosi 28.3‰ (zabilježeni minimum od 4.9‰ i maksimum od 37.8‰). Mikrobiološkom analizom izmjerene su koncentracije crijevnih enterokoka od 10 (25% percentil) do 63 (75% percentil) CFU/100 mL, s medijanom 31 CFU/100 mL. Kvartili za *E. coli*. su 12 (donji kvartil) do 135 (gornji kvartil) CFU/100 mL, a medijan iznosi 39 CFU/100mL.



Slika 7. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji 3. maj profilna u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Na lokaciji 3. maj profilna tokom 2021. godine, na temelju rezultata koncentracije crijevnih enterokoka, ocjena kakvoće mora je u 70% slučajeva bila izvrsna, dok je na temelju koncentracije *E. coli* taj postotak iznosio 75%. U 5% slučajeva more je dobilo nezadovoljavajuću ocjenu i na temelju koncentracije *E. coli* i na temelju koncentracije crijevnih enterokoka u 2021. godini. U 2022. godini na temelju rezultata koncentracije crijevnih enterokoka lokacija 3. maj profilna nije dobila nezadovoljavajuću ocjenu, a izvrsnu je dobila u 60% slučajeva. Također je u 60% slučajeva

dobila izvrsnu ocjenu na temelju koncentracije *E. coli*, dok je 15% slučajeva obilježeno crvenom bojom (nezadovoljavajuća ocjena) u 2022. godini.

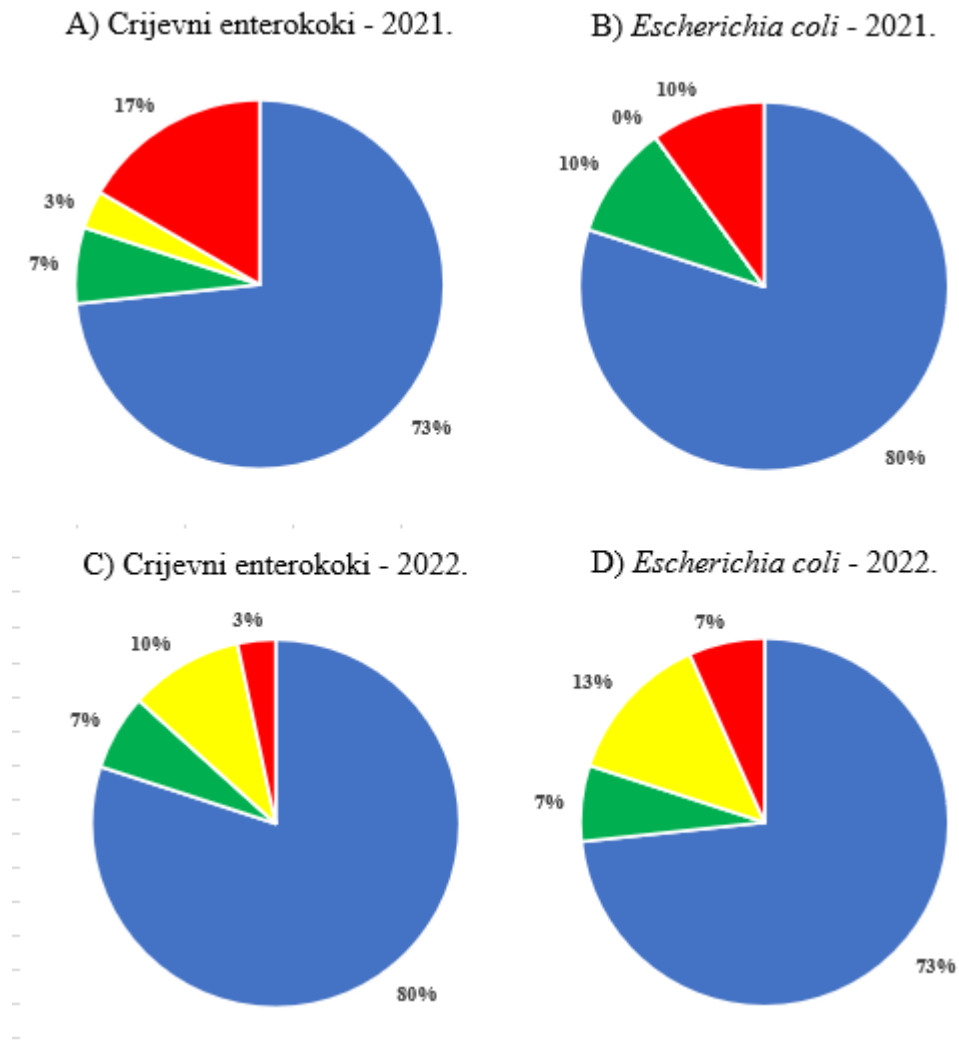
4.1.3 Lokacija Kantrida – istok

Na lokaciji Kantrida – istok prokupilo se 60 uzoraka morske vode, te su bilježeni isti fizikalni i okolišni čimbenici kao i na ostalim lokacijama. Tablica 7. sadrži istu deskriptivnu statistiku kao i već prethodne dvije opisanje lokacije.

Tablica 7. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Kantrida - istok za razdoblje istraživanja

	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	60	60	60	60	60
Minimum	15.0	15.8	16.7	2	1
Maksimum	38.0	28.5	37.4	520	1000
Median	26.5	23.2	34.5	38	37
75% percentil	29.0	25.2	36.1	49	85
25% percentil	23.8	21.8	32.5	13	13
Sr. vrijednost	26.0	23.2	33.7	64	105
St. devijacija	4.7	2.8	3.3	95	186

Srednja vrijednost temperature zraka na lokaciji Kantrida – istok iznosi 26°C, a temperature mora 23.2°C. Vrijednost saliniteta se kreće od 16.7 do 37.4‰, sa srednjom vrijednosti od 33.7‰. Provedenom mikrobiološkom analizom koncentracije crijevnih enterokoka dobivene su vrijednosti unutar 25% percentila i 75% percentila od 13 do 49 CFU/100 mL i medijanom od 38 CFU/100 mL. Analizom koncentracije *E. coli* raspon između donjeg i gornjeg kvartila bio je 13 do 85 CFU/100 mL. Medijan iznosi 37 CFU/100 mL.



Slika 8. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Kantrida – istok u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrstan, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Temeljem rezultata koncentracije crijevnih enterokoka, lokacija Kantrida – istok je u 2021. godini ocjenjena ocjenom izvrstan u 73% slučajeva, a nezadovoljavajuća ocjena je bila dodijeljena u 17% slučajeva. Dobiveni rezultati koncentracije *E. coli* ukazuju da u 2021. godini lokacija Kantrida - istok niti jednom nije dobila ocjenu zadovoljavajuću, ali je u 10% slučajeva dobila ocjenu nezadovoljavajuću i u 80% ocjenu izvrstan. U 2022. godini more na lokaciji Kantrida – istok dobilo je ocjenu izvrstan u 80% slučajeva temeljem koncentracije crijevnih enterokoka, i u 73% temeljem

koncentracije *E. coli*. S druge strane, crvenom bojom (nezadovoljavajuća ocjena) je bilo označeno 3% slučajeva kada se analizirala koncentracija crijevnih enterokoka i 7% kada se analizirala koncentracija *E. coli*.

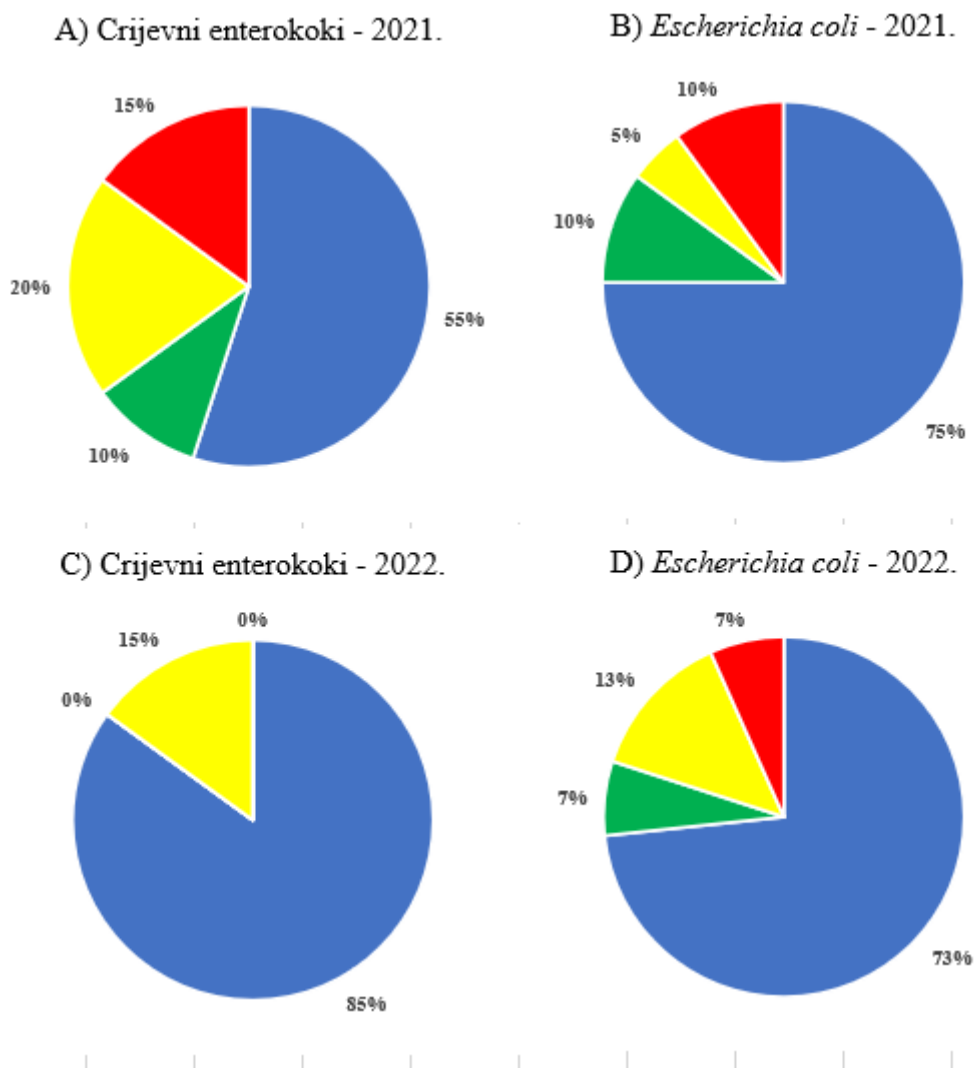
4.1.4 Lokacija Kantrida – istok profilna

Uzorkovanje se na lokaciji Kantrida – istok profilna provodilo u istom periodu kao i na lokaciji 3. maj profilna, te je sakupljen isti broj uzoraka. U tablici 8. prikazana je deskriptivna statistika fizičkih, kemijskih i mikrobioloških parametara za lokaciju Kantrida – istok profilna. Također, na slici 9. prikazane su ocjene kakvoće mora koju je lokacija dobila u 2021. i 2022. godini.

Tablica 8. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Kantrida – istok profilna za razdoblje istraživanja

	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	40	40	40	40	40
Minimum	15.0	16.5	28.2	1	0
Maksimum	38.0	29.0	37.6	650	1000
Median	27.0	23.2	35.0	30	38
75% percentil	30.0	25.5	36.1	92	110
25% percentil	24.0	22.2	34.0	10	12
Sr. vrijednost	26.8	23.5	34.6	72	120
St. devijacija	4.8	2.7	2.2	116	211

Na lokaciji Kantrida – istok profilna temperatura zraka se za vrijeme razdoblja istraživanja kretala od 15°C do 38°C, sa srednjom vrijednosti od 26.8°C. Temperatura mora bila je u rasponu od 16.5°C do 29°C. Srednja vrijednost temperature mora bila je 23.5°C, a saliniteta 34.6‰. Mikrobiološkom analizom koncentracije crijevnih enterokoka utvrđen je raspon donjeg i gornjeg kvartila od 10 do 92 CFU/mL s medijanom od 30 CFU/100mL. Medijan za *E. coli* iznosio je 38 CFU/100mL, a kvartili su 12 (donji) i 110 (gornji) CFU/100mL.



Slika 9. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Kantrida – istok profilna u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Dobivenim rezultatima koncentracije crijevnih enterokoka u 2021. godini kakvoća mora na lokaciji Kantrida – istok profilna je u 55% slučajeva dobila izvrsnu ocjenu, a u 2022. godini plavom bojom (izvrsno) je bila označena u 85% slučajeva. U 2021. godini u 15% slučajeva je more dobilo nezadovoljavajuću ocjenu, dok u 2022. godini na temelju koncentracije crijevnih enterokoka more nije dobilo nezadovoljavajuću ocjenu. Na osnovu dobivenih rezultata koncentracije *E. coli* u 2021. godini u 10% slučajeva more je dobilo nezadovoljavajuću, a u 75% izvrsnu ocjenu. U 2022. godini izvrsno je ocijenjeno u 73% slučajeva, nezadovoljavajuće u 7%.

4.1.5 Lokacija Kantrida – zapad

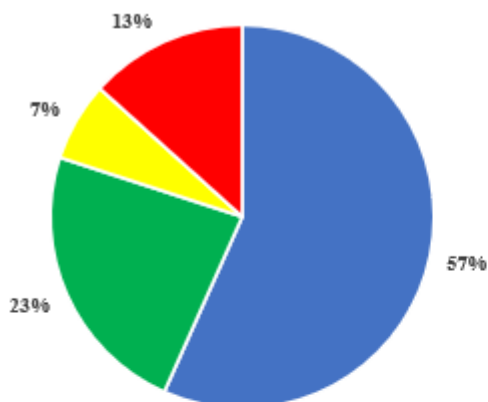
Na lokaciji Kantrida – zapad prikupljeno je 60 uzoraka morske vode i provedena su ista mjerenja kao i na prethodnim lokacijama. Za ovu lokaciju u tablici 9. prikazana je deskriptivna statistika koja uključuje minimum, maksimum, medijanmedijan, gornji i donji kvartil (75% percentil, 25% percentil), srednju vrijednost i standardnu devijaciju fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametra.

Tablica 9. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Kantrida – zapad za razdoblje istraživanja

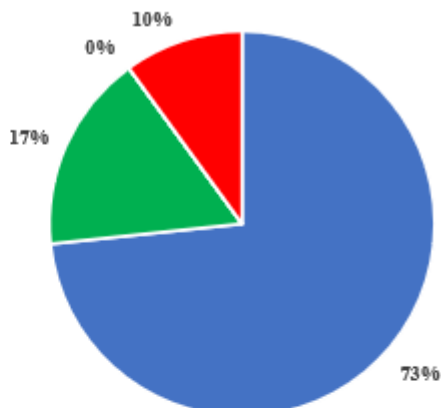
	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	60	60	60	60	60
Minimum	15.0	16.1	12.6	2	0
Maksimum	38.0	28.7	37.7	300	>2000
Median	27.0	23.0	34.7	33	41
75% percentil	29.0	25.1	35.7	76	90
25% percentil	23.8	21.8	32.5	12	10
Sr. vrijednost	26.1	23.0	33.0	60	117
St. devijacija	4.7	2.8	4.8	73	284

Srednja vrijednost temperature zraka iznosila je 26.1°C, a temperature mora 23°C. Salinitet se kretao u rasponu od 12.6 do 37.7‰, a srednja vrijednost iznosila je 33‰. Analizom koncentracije crijevnih enterokoka dobiven je medijan od 33 CFU/100mL i vrijednosti donjeg i gornjeg kvartila od 12 CFU/100mL do 76 CFU/100mL. Kvartili za *E. coli* iznose 10 (25% percentil) i 90 (75% percentil), medijan iznosi 41 CFU/100mL.

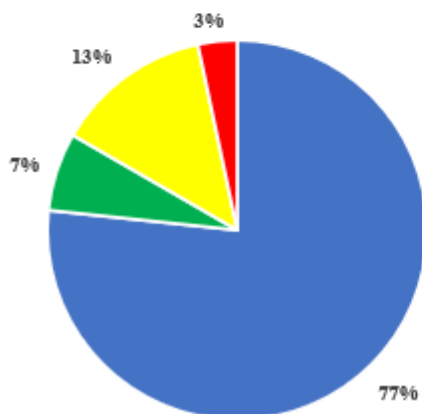
A) Crijevni enterokoki - 2021.



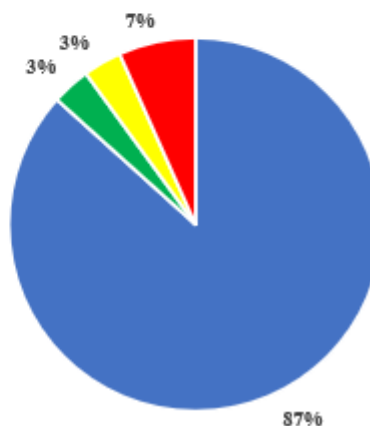
B) *Escherichia coli* - 2021.



C) Crijevni enterokoki - 2022.



D) *Escherichia coli* - 2022.



Slika 10. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Kantrida - zapad u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Na slici 10. nalazi se prikaz određene ocjene kakvoće mora na temelju dobivenih rezultata koncentracije crijevnih enterokoka i *E. coli*. Na lokaciji Kantrida – zapad tijekom 2021. godine, analizom koncentracije crijevnih enterokoka, u 57% slučajeva more je bilo ocijenjeno izvrsnom ocjenom i u 13% nezadovoljavajućom. Analizom koncentracije *E. coli* u 2021. godini bilo je 10% slučajeva nezadovoljavajuće ocjene i 73% izvrsne. U 2022. godini lokacija je bila izvrsno ocijenjena u 77% slučajeva temeljem koncentracije crijevnih enterokoka, dok je nezadovoljavajuća

ocjena nastala samo u 3% slučajeva. U istoj godini analiza koncentracije *E. coli* dala je izvrsnu ocjenu u 87% slučajeva, a u 7% nezadovoljavajuću.

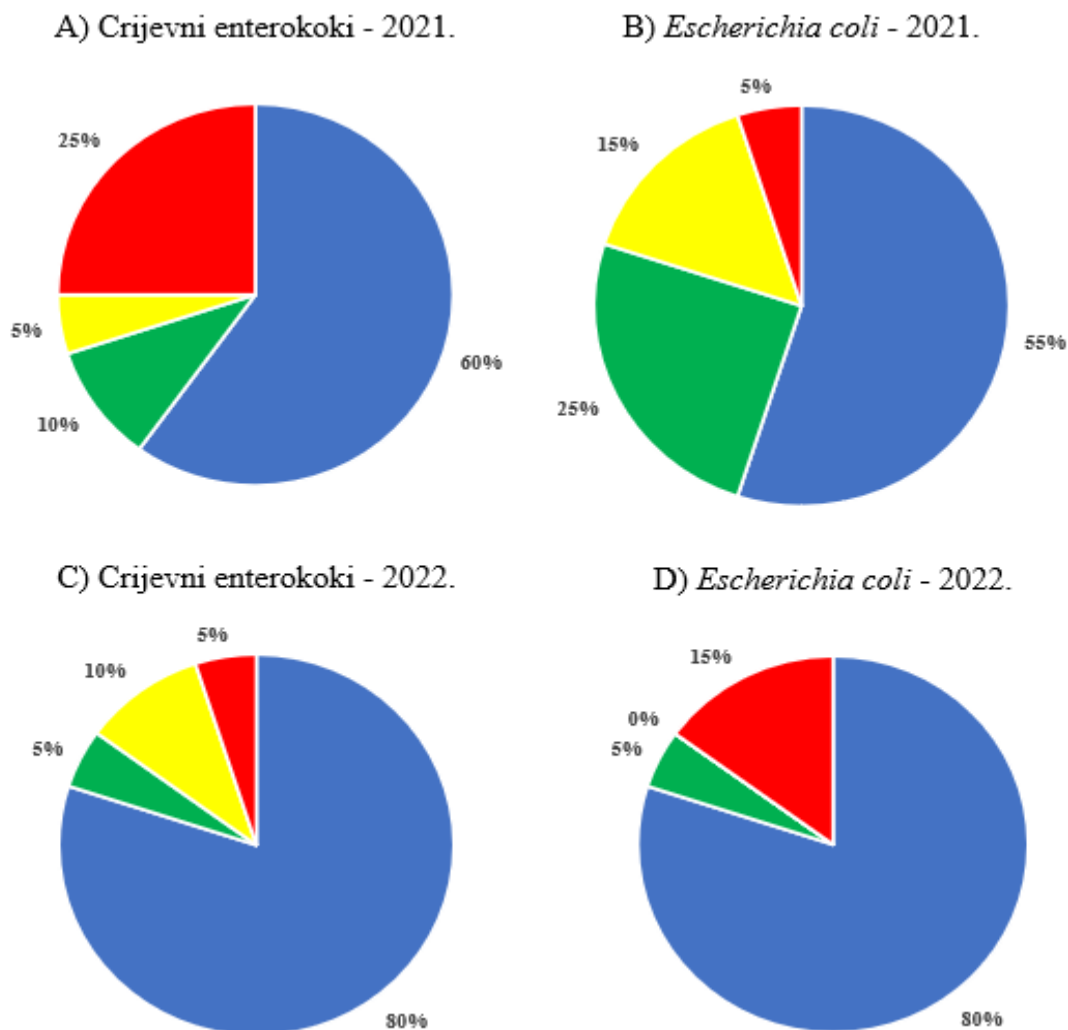
4.1.6 Lokacija Kantrida – zapad profilna

Sakupljeni broj uzoraka isti je kao i već navedenim profilnim lokacijama. Za ovu lokaciju u tablici 10. prikazana je deskriptivna statistika koja sadrži iste parametre kao i prethodno opisane lokacije.

Tablica 10. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Kantrida – zapad profilna za razdoblje istraživanja

	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (%)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	40	40	40	40	40
Minimum	15.0	16.1	27.6	0	1
Maksimum	38.0	29.0	37.3	360	1500
Median	27.0	23.0	35.2	31	41
75% percentil	30.0	25.2	36.0	91	150
25% percentil	24.0	21.9	33.9	12	14
Sr. vrijednost	26.8	23.2	34.6	75	150
St. devijacija	4.8	2.6	2.2	99	282

Srednja vrijednost temperature zraka za ovu lokaciju iznosi 26.8°C, a temperatura mora 23.2°C. salinitet se kretao u vrijednostima od 27.6 do 37.3%, a srednja vrijednost mu je 34.6%. Mikrobiološke vrijednosti koncentracije crijevnih enterokoka donjeg i gornjeg kvartila iznose od 12 do 91 CFU/100 mL s medijanom od 31 CFU/100 mL. Medijan za *E. coli* iznosi 41 CFU/100 mL, a raspon između donjeg i gornjeg kvartila je 14 do 150 CFU/100 mL.



Slika 11. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Kantrida – zapad profilna u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Analizom koncentracije crijevnih enterokoka na lokaciji Kantrida – zapad profilna u 2021. godini kakvoća mora je dobila izvrsnu ocjenu u 60% slučajeva, dok je u 25% obilježena crvenom bojom (nezadovoljavajuća ocjena). U 2021. godini analiza koncentracije *E. coli* u 5% slučajeva je uvjetovala nezadovoljavajuću ocjenu, a u 55% izvrsnu. 2022. godine analizom i crijevnih enterokoka i *E. coli* vidljivo je da je more ocijenjeno izvrsnom ocjenom u 80% slučajeva, a nezadovoljavajućom u 5% (crijevni enterokoki), odnosno 15% slučajeva (*E. coli*).

4.1.7 Lokacija Nogometno igralište

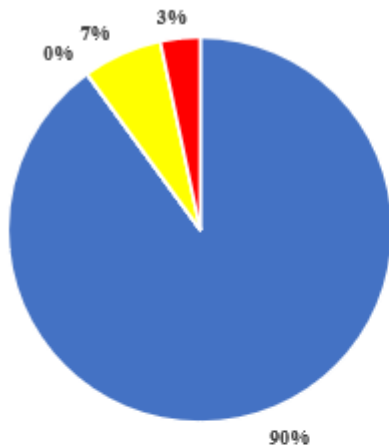
Sakupljeno je sveukupno 60 uzoraka morske vode, te su provedena mjerenja temperature zraka, temperature vode, saliniteta i određivanja koncentracija crijevnih enterokoka i *Escherichia coli*. Tablica 11. prikazuje deskriptivnu statistiku prethodno navedenih fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametra.

Tablica 11. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Nogometno igralište za razdoblje istraživanja

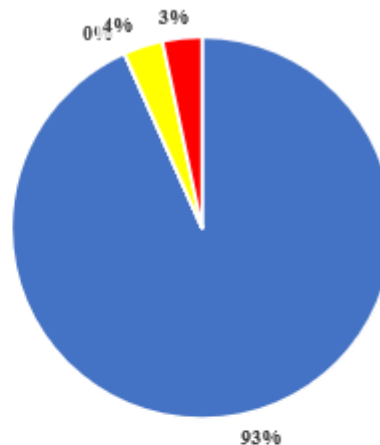
	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	60	60	60	60	60
Minimum	15.0	16.5	14.4	0	0
Maksimum	38.0	29.3	37.9	390	>2000
Median	27.0	23.0	35.0	12	5
75% percentil	29.0	25.0	35.8	36	30
25% percentil	23.8	22.0	33.7	5	2
Sr. vrijednost	26.0	23.3	34.3	35	129
St. devijacija	4.7	2.7	3.4	63	651

Na lokaciji Nogometno igralište srednja vrijednost temperature zraka bila je 26°C, a temperature mora 23.3°C. Salinitet se kretao od 14.4 do 37.9‰, dok mu je srednja vrijednost iznosila 34.3‰. Medijan za crijevne enterokoke iznosi 12 CFU/100mL, a dobivene vrijednosti između 25% percentila i 75% percentila kreću se od 5 do 36 CFU/100mL. Analizom koncentracije *E. coli* raspon između donjeg i gornjeg kvartila bio je od 2 do 30 CFU/100 mL. Medijan iznosi 5 CFU/100 mL.

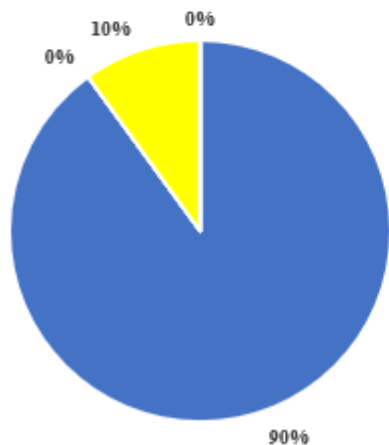
A) Crijevni enterokoki - 2021.



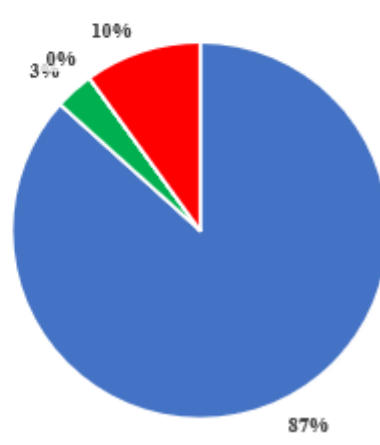
B) *Escherichia coli* - 2021.



C) Crijevni enterokoki - 2022.



D) *Escherichia coli* - 2022.



Slika 12. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Nogometno igralište u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

U 2021. godini na lokaciji Nogometno igralište na temelju koncentracije crijevnih enterokoka more je dobilo izvrsnu ocjenu u 90% slučajeva, a na temelju koncentracije *E. coli* istu je ocjenu dobilo u 93% slučajeva. U istoj godini, na temelju koncentracije crijevnih enterokoka i *E. coli* u oba slučaja more je dobilo nezadovoljavajuću ocjenu u 3% slučajeva. U 2022. godini nije dodijeljena nezadovoljavajuća ocjena na temelju koncentracije crijevnih enterokoka, dok je izvrsna ocjena dodijeljena u 90% slučajeva. Temeljem koncentracije *E. coli* izvrsna ocjena dodijeljena je u 87% slučajeva, a 10% slučajeva obilježeno je crvenom bojom (nezadovoljavajućom ocjenom).

4.1.8 Lokacija Nogometno igralište profilna

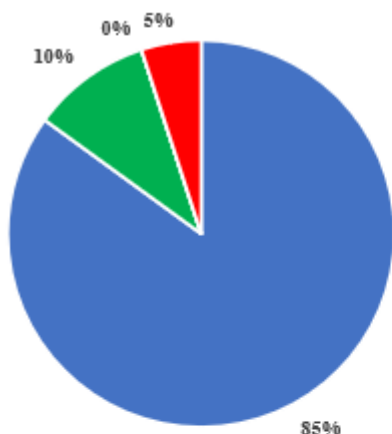
Na ovoj lokaciji sakupljeno je 40 uzoraka morske vode tokom dvogodišnjeg perioda. Za ovu lokaciju u tablici 12. prikazana je deskriptivna statistika koja uključuje minimum, maksimum, medijan, gornji i donji kvartil (75% percentil, 25% percentil), srednju vrijednost i standardnu devijaciju fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara.

Tablica 12. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Nogometno igralište profilna za razdoblje istraživanja

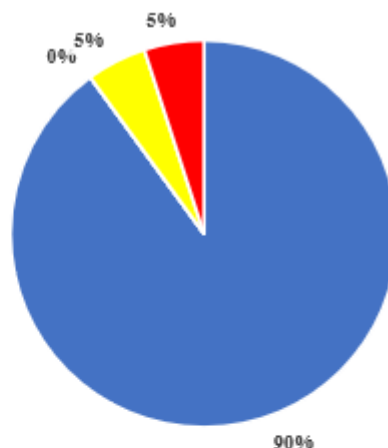
	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	40	40	40	40	40
Minimum	15.0	16.9	23.4	0	0
Maksimum	38.0	29.1	37.9	300	>2000
Median	27.0	23.2	35.1	9	4
75% percentil	29.3	25.0	36.1	27	8
25% percentil	24.0	22.0	34.0	7	1
Sr. vrijednost	26.6	23.5	34.6	26	103
St. devijacija	4.8	2.7	2.7	50	360

Srednja vrijednost temperature zraka iznosila je 26.6°C, a temperature mora 23.5°C. Salinitet se kretao u rasponu od 23.4 do 37.9‰, a srednja vrijednost iznosila je 34.6‰. Analizom koncentracije crijevnih enterokoka dobiven je medijan od 9 CFU/100mL i vrijednosti donjeg i gornjeg kvartila od 7 CFU/100mL do 27 CFU/100mL. Kvartili za *E. coli* iznose 1 (25% percentil) i 8 (75% percentil), medijan iznosi 4 CFU/100mL.

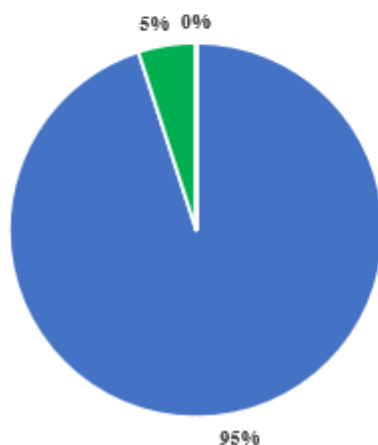
A) Crijevni enterokoki - 2021.



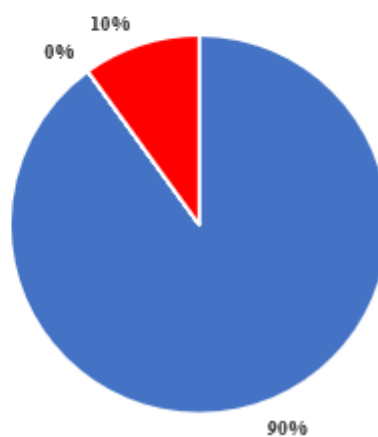
B) *Escherichia coli* - 2021.



C) Crijevni enterokoki - 2022.



D) *Escherichia coli* - 2022.



Slika 13. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Nogometno igralište profilna u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrstan, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Temeljem rezultata koncentracije crijevnih enterokoka, lokacija Nogometno igralište profilna je u 2021. godini ocjenjena ocjenom izvrstan u 85% slučajeva, a nezadovoljavajuća ocjena je bila dodijeljena u 5% slučajeva. Dobiveni rezultati koncentracije *E. coli* ukazuju da u 2021. godini lokacija Nogometno igralište niti jednom nije dobila ocjenu dobar, ali je u 5% slučajeva dobila ocjenu nezadovoljavajuću i u 90% izvrstanu ocjenu. U 2022. godini more na lokaciji Nogometno igralište profilna dobilo je ocjenu izvrstan u 95% slučajeva temeljem koncentracije crijevnih enterokoka, i u 90% temeljem koncentracije *E. coli*. Sa druge strane, temeljem koncentracije

crijevnih enterokoka u 2022. godini kakvoća mora nije bila ocijenjena ocjenom nezadovoljavajuće i zadovoljavajuće, dok je izmjerenom koncentracijom *E. coli* u 10% slučajeva dobila ocjenu nezadovoljavajuće.

4.1.9 Lokacija Ploče – istok

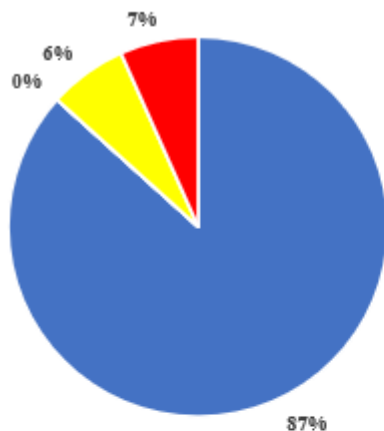
Na lokaciji Ploče – istok prekupilo se 60 uzoraka morske vode, te su bilježeni isti fizikalni i okolišni čimbenici kao i na ostalim lokacijama. Tablica 13. sadrži istu deskriptivnu statistiku kao i prethodne opisane lokacije.

Tablica 13. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Ploče – istok za razdoblje istraživanja

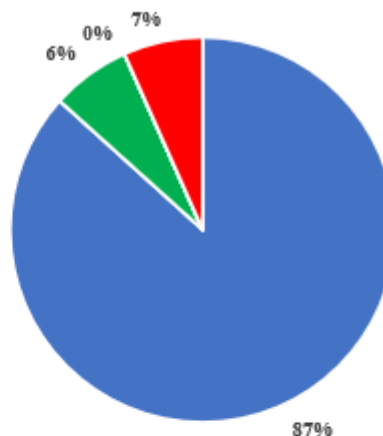
	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	60	60	60	60	60
Minimum	15.0	14.9	14.5	0	0
Maksimum	38.0	28.7	38.0	780	900
Median	26.5	23.4	35.2	12	10
75% percentil	29.0	24.9	35.9	36	36
25% percentil	23.0	22.0	33.4	5	2
Sr. vrijednost	26.1	23.2	34.2	43	61
St. devijacija	4.7	3.0	3.7	108	146

Na lokaciji Ploče– istok temperatura zraka se za vrijeme razdoblja istraživanja kretala od 15°C do 38°C, sa srednjom vrijednosti od 26.1°C. Temperatura mora bila je u rasponu od 14.9 do 28.7°C. Srednja vrijednost temperature mora bila je 23.2°C, a saliniteta 34.2‰. Mikrobiološkom analizom koncentracije crijevnih enterokoka utvrđen je raspon donjeg i gornjeg kvartila od 5 do 36 CFU/mL s medijanom od 12 CFU/100mL. Medijan za *E. coli* iznosio je 10 CFU/100mL, a kvartili su 2 (donji) i 36 (gornji) CFU/100mL.

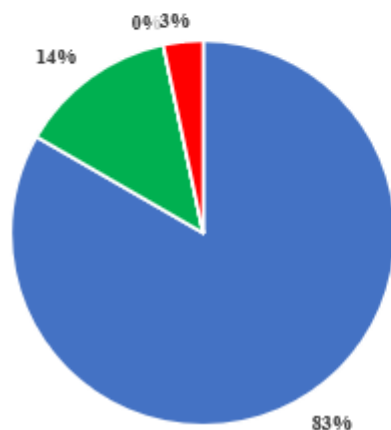
A) Crijevni enterokoki - 2021.



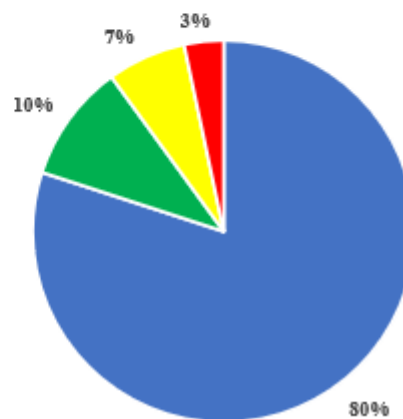
B) *Escherichia coli* - 2021.



C) Crijevni enterokoki - 2022.



D) *Escherichia coli* - 2022.



Slika 14. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Ploče – istok u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

U 2021. godini temeljem koncentracije crijevnih enterokoka i *E. coli* more je u oba slučaja dobilo nezadovoljavajuću ocjenu u 7% i izvrsnu ocjenu 87% slučajeva. U 2022. godini na lokaciji Ploče – istok na temelju crijevnih enterokoka dodijeljena je izvrsna ocjena u 83% slučajeva, a u 80% na temelju koncentracije *E. coli*. U oba slučaja iste godine dodijeljena je nezadovoljavajuća ocjena u 3% slučajeva.

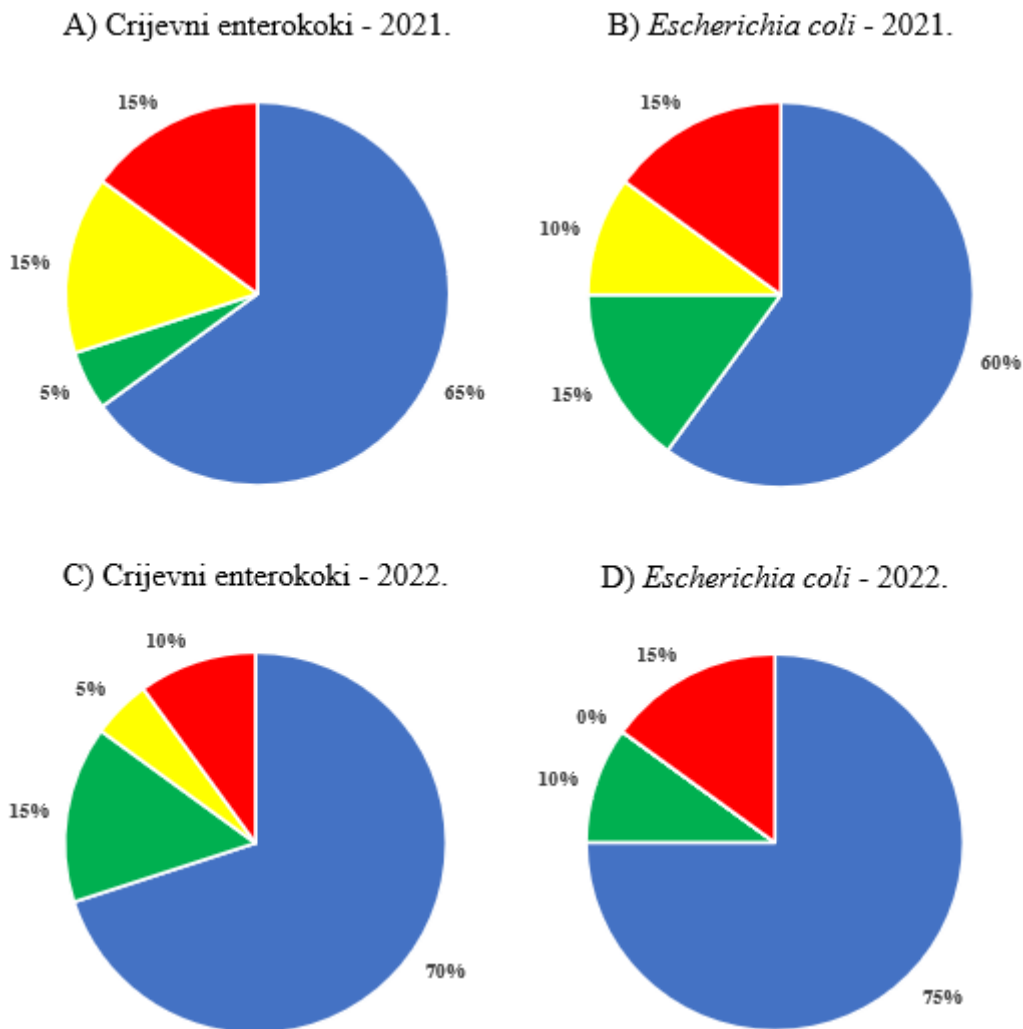
4.1.10 Lokacija Ploče – istok profilna

Na lokaciji Ploče– istok profilna sakupljen je isti broj uzoraka kao i na ostalim profilnim lokacijama. U tablici 14. prikazana je deskriptivna statistika fizičkih, kemijskih i mikrobioloških parametara za lokaciju Ploče– istok profilna. Također, na slici 15. prikazane su ocjene kakvoće mora koju je lokacija dobila u 2021. i 2022. godini.

Tablica 14. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Ploče – istok profilna za razdoblje istraživanja

	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	40	40	40	40	40
Minimum	15.0	13.2	1.1	0	0
Maksimum	38.0	29.3	37.7	1300	>2000
Median	27.0	23.2	34.7	13	17
75% percentil	30.0	24.8	35.9	94	165
25% percentil	24.8	21.9	33.2	3	5
Sr. vrijednost	26.8	22.8	32.3	106	223
St. devijacija	4.7	3.6	7.9	241	487

Na lokaciji Ploče – istok profilna srednja vrijednost temperature zraka iznosila je 26.8°C, a temperature mora 22.8°C. Srednja vrijednost saliniteta iznosi 32.3‰ (zabilježeni minimum od 1.1‰ i maksimum od 37.7‰). Mikrobiološkom analizom izmjerene su koncentracije crijevnih enterokoka od 3 (25% percentil) do 94 (75% percentil) CFU/100 mL, s medijanom 13 CFU/100 mL. Kvartili za *E. coli*. su 5 (donji kvartil) do 165 (gornji kvartil) CFU/100 mL, a medijan iznosi 17 CFU/100 mL.



Slika 15. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Ploče – istok profilna u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

U 2021. godini na lokaciji Ploče – istok profilna na temelju koncentracije crijevnih enterokoka more je dobilo izvrsnu ocjenu u 65% slučajeva, a na temelju koncentracije *E. coli* istu je ocjenu dobilo u 60% slučajeva. U istoj godini, na temelju koncentracije crijevnih enterokoka i *E. coli* u oba slučaja more je dobilo nezadovoljavajuću ocjenu u 15% slučajeva. U 2022. godini na temelju koncentracije crijevnih enterokoka, nezadovoljavajuća ocjena je dodijeljena u 10% slučajeva, a izvrsna u njih 70%. Temeljem koncentracije *E. coli* izvrsna ocjena dodijeljena je u 75% slučajeva, a u njih 15% nezadovoljavajuća.

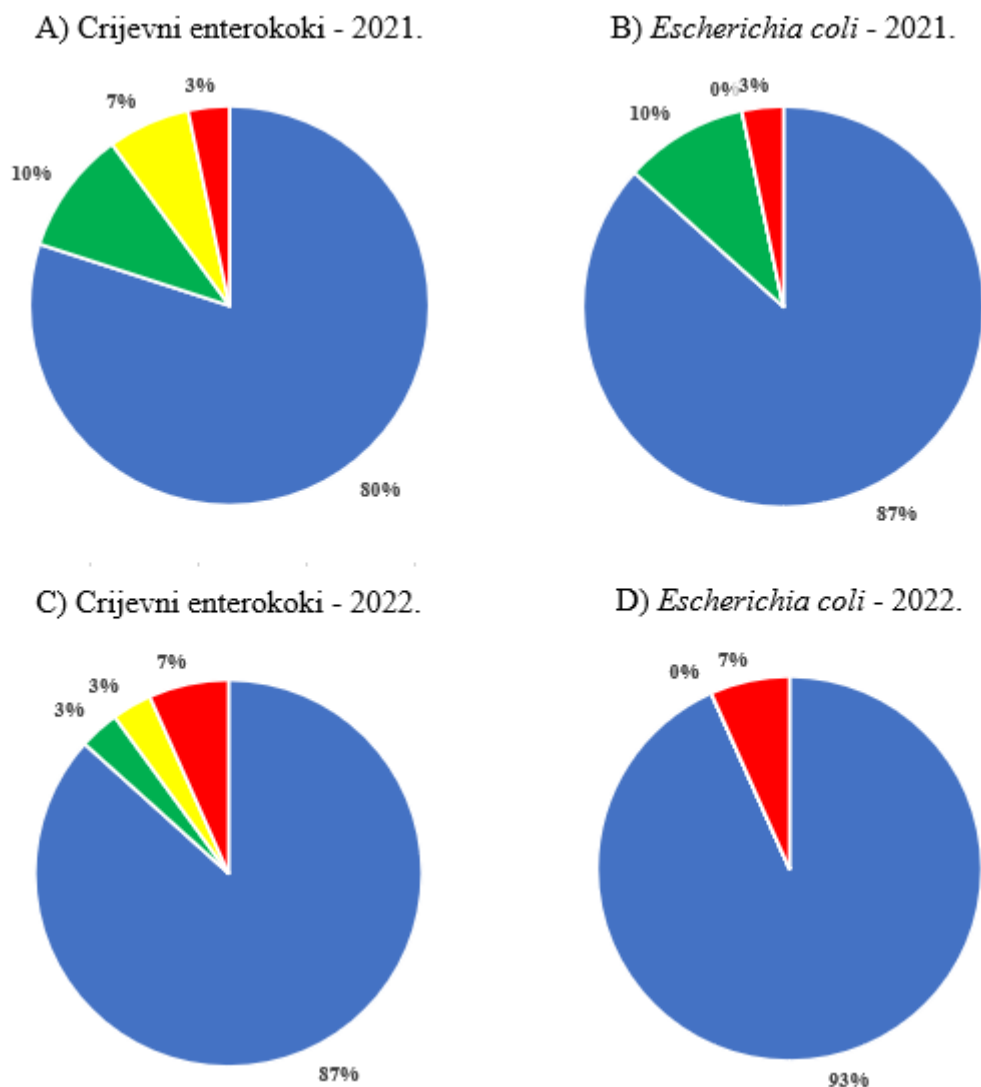
4.1.11 Lokacija Ploče - zapad

Na ovoj lokaciji sakupljeno je 60 uzoraka morske vode tokom dvogodišnjeg perioda. Za ovu lokaciju u tablici 15. prikazana je deskriptivna statistika koja uključuje minimum, maksimum, medijan, gornji i donji kvartil, srednju vrijednost i standardnu devijaciju fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametra.

Tablica 15. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Ploče – zapad za razdoblje istraživanja

	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	60	60	60	60	60
Minimum	15.0	13.0	0.8	0	0
Maksimum	38.0	29.0	37.9	350	1000
Median	26.5	23.2	35.2	14	5
75% percentil	29.0	25.2	36.4	40	21
25% percentil	23.0	22.0	33.6	6	1
Sr. vrijednost	26.1	23.0	33.4	39	54
St. devijacija	4.7	3.3	7.3	65	178

Na lokaciji Ploče –zapad srednja vrijednost temperature zraka bila je 26.1°C, a temperature mora 23°C. Salinitet se kretao od 0.8 do 37.9‰, dok mu je srednja vrijednost iznosila 33.4‰. Medijan za crijevne enterokoke iznosi 14 CFU/100mL, a dobivene vrijednosti između 25% percentila i 75% percentila kreću se od 6 do 40 CFU/100mL. Analizom koncentracije *E. coli* raspon između donjeg i gornjeg kvartila bio je od 1 do 21 CFU/100 mL. Medijan iznosi 5 CFU/100 mL.



Slika 16. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Ploče –zapad u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

U 2021. godini temeljem koncentracije crijevnih enterokoka i *E. coli* more je u oba slučaja dobilo nezadovoljavajuću ocjenu u 3%. Izvrsnu ocjenu je dobilo u 80% temeljem koncentracije crijevnih enterokoka, a na temelju *E. coli* u 87% slučajeva je ocijenjeno izvrsno. U 2022. godini na lokaciji Ploče – zapad na temelju crijevnih enterokoka dodijeljena je izvrsna ocjena u 87% slučajeva, a u 93% na temelju *E. coli*. U oba slučaja iste godine dodijeljena je nezadovoljavajuća ocjena u 7% slučajeva.

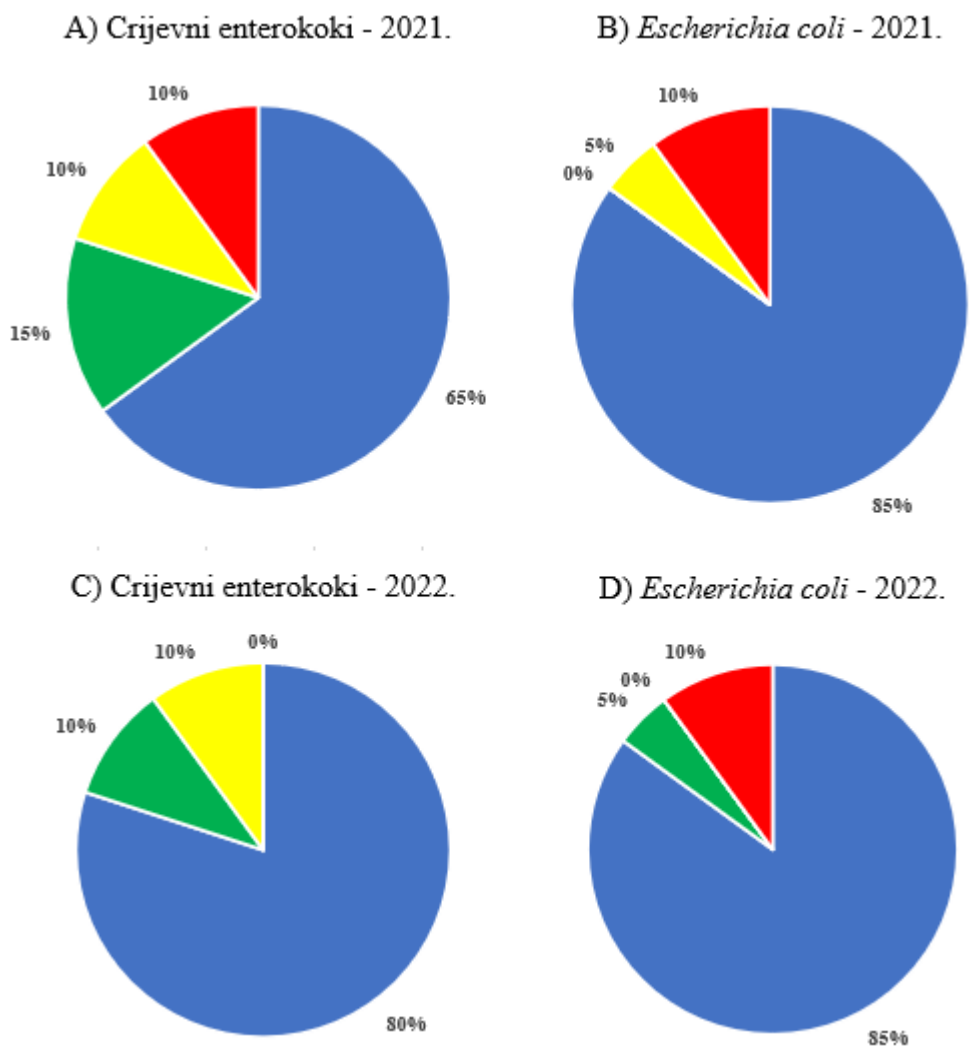
4.1.12 Lokacija Ploče zapad profilna

Sakupljeno je sveukupno 60 uzoraka morske vode, te su provedena mjerenja temperature zraka, temperature vode, saliniteta i određivanja koncentracija crijevnih enterokoka i *Escherichia coli*. Tablica 16. prikazuje deskriptivnu statistiku prethodno navedenih fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametra

Tablica 16. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Ploče – zapad profilna za razdoblje istraživanja

	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	40	40	40	40	40
Minimum	15.0	12.5	0.5	1	0
Maksimum	38.0	28.7	37.8	650	1300
Median	27.0	23.3	34.9	17	7
75% percentil	30.0	25.6	36.2	76	30
25% percentil	24.5	22.2	33.6	7	1
Sr. vrijednost	26.8	23.3	33.8	64	102
St. devijacija	4.7	3.3	6.2	119	274

Srednja vrijednost temperature zraka na lokaciji Ploče – zapad profilna iznosi 26.8°C, a temperature mora 23.3°C. Vrijednost saliniteta se kreće od 0.5 do 37.8‰, sa srednjom vrijednosti od 33.8‰. Provedenom mikrobiološkom analizom koncentracije crijevnih enterokoka dobiven je raspon između donjeg i gornjeg kvartila od 7 do 76 CFU/100 mL i medijanom od 17 CFU/100mL. Analizom koncentracije *E. coli* vrijednosti unutar 25% percentila i 75% percentila bile su od 1 do 30 CFU/100 mL. Medijan iznosi 7 CFU/100 mL.



Slika 17. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Ploče –zapad profilna u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Temeljem rezultata koncentracije crijevnih enterokoka, lokacija Ploče –zapad profilna je u 2021. godini ocjenjena ocjenom izvrsan u 65% slučajeva, a nezadovoljavajuća ocjena je bila dodijeljena u 10% slučajeva. Dobiveni rezultati koncentracije *E. coli* ukazuju da u 2021. godini lokacija Ploče – zapad profilna niti jednom nije dobila ocjenu dobar, ali je u 10% slučajeva dobila ocjenu nezadovoljavajuće i u 85% izvrsnu ocjenu. U 2022. godini more na lokaciji Ploče – zapad profilna dobilo je ocjenu izvrsan u 80% slučajeva temeljem koncentracije crijevnih enterokoka, i u 85% temeljem koncentracije *E. coli*. Sa druge strane, temeljem koncentracije crijevnih enterokoka u

2022. godini kakvoća mora nije bila ocijenjena ocjenom nezadovoljavajuće, dok je izmjerenom koncentracijom *E. coli* u 10% slučajeva dobila ocjenu nezadovoljavajuće.

4.1.13 Lokacija Preluk – istok

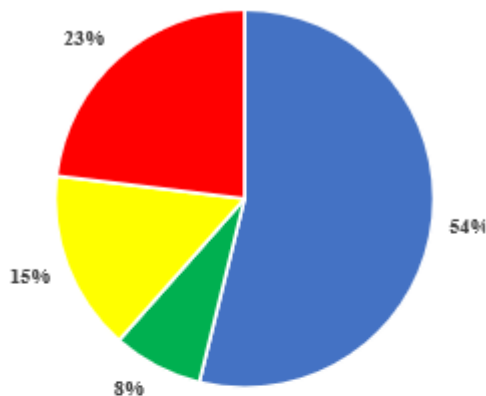
Na lokaciji Preluk – istok prikupilo se 43 uzorka morske vode, te su bilježeni isti fizikalni i okolišni čimbenici kao i na ostalim lokacijama. Tablica 17. sadrži istu deskriptivnu statistiku kao i prethodne opisane lokacije.

Tablica 17. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Preluk - istok za razdoblje istraživanja

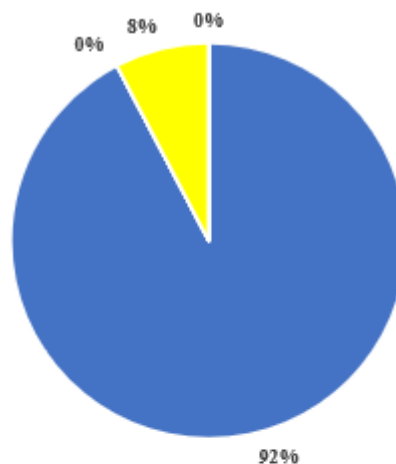
	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	43	43	43	43	43
Minimum	18.0	16.0	26.5	0	0
Maksimum	36.0	32.0	37.8	390	390
Median	27.0	23.0	35.0	12	3
75% percentil	29.4	25.2	36.0	53	14
25% percentil	23.5	21.6	34.0	4	0
Sr. vrijednost	26.4	23.3	34.8	54	31
St. devijacija	4.3	2.8	2.1	90	78

Na lokaciji Preluk - istok srednja vrijednost temperature zraka bila je 26.4°C, a temperature mora 23.3°C. Salinitet se kretao od 26.5 do 37.8‰, dok mu je srednja vrijednost iznosila 34.8‰. Medijan za crijevne enterokoke iznosi 12 CFU/100mL, a dobivene vrijednosti između 25% percentila i 75% percentila kreću se od 4 do 53 CFU/100mL. Analizom koncentracije *E. coli* raspon između donjeg i gornjeg kvartila bio je od 0 do 14 CFU/100 mL. Medijan iznosi 3 CFU/100mL.

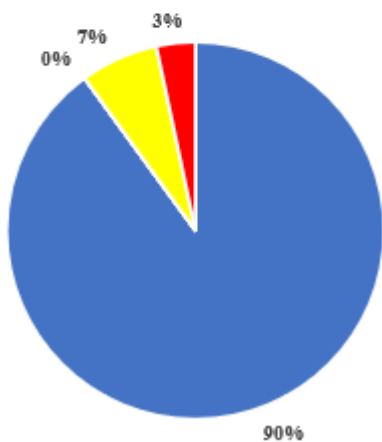
A) Crijevni enterokoki - 2021.



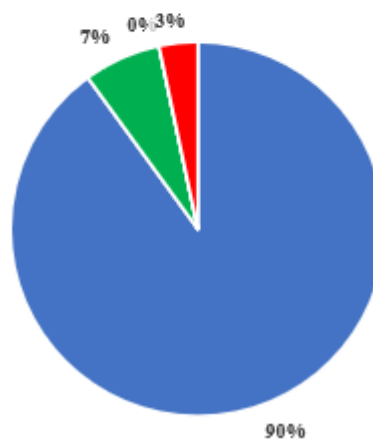
B) *Escherichia coli* - 2021.



C) Crijevni enterokoki - 2022.



D) *Escherichia coli* - 2022.



Slika 18. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Preluk - istok u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

U 2021. godini na temelju crijevnih enterokoka kakvoća mora je izvrsno ocijenjena u 54% slučajeva, a u 23% je ocijenjena nezadovoljavajuće. Iste godine, na temelju *E. coli* nije dodijeljena nezadovoljavajuća ocjena, dok je izvrsna dodijeljena u 92% slučajeva. U 2022. godini u oba slučaja dodijeljena je izvrsna ocjena sa istim udjelom od 90%, kao i nezadovoljavajuća sa udjelom od 3%.

4.1.14 Lokacija Preluk – sredina

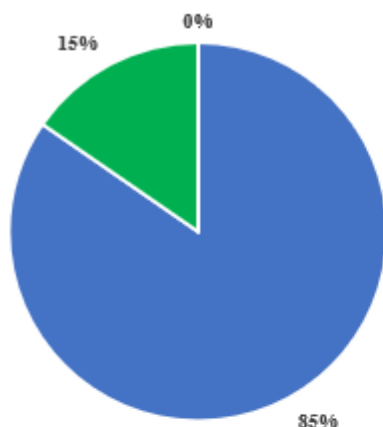
Na lokaciji Preluk - sredina prikupljeno je 43 uzorka morske vode i provedena su ista mjerenja kao i na prethodnim lokacijama. Tablica 18. sadrži istu deskriptivnu statistiku kao i prethodne opisane lokacije.

Tablica 18. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Preluk - sredina za razdoblje istraživanja

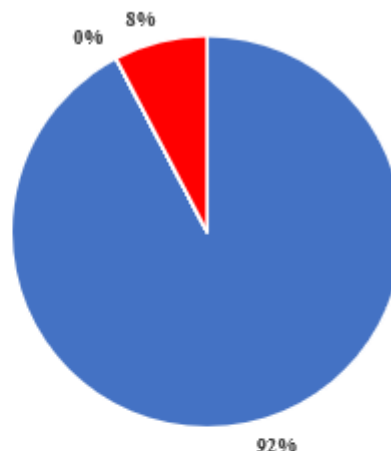
	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	43	43	43	43	43
Minimum	18.0	16.9	28.9	1	0
Maksimum	36.0	31.9	37.9	140	1300
Median	27.0	23.2	35.5	12	10
75% percentil	29.4	25.1	36.0	41	29
25% percentil	23.5	21.6	34.4	7	2
Sr. vrijednost	26.4	23.4	35.1	26	57
St. devijacija	4.2	2.8	1.8	30	202

Na lokaciji Preluk – sredina srednja vrijednost temperature zraka iznosila je 26.4°C, a temperature mora 23.4°C. Srednja vrijednost saliniteta iznosi 35.1‰ (zabilježeni minimum od 28.9‰ i maksimum od 37.9‰). Mikrobiološkom analizom izmjerene su koncentracije crijevnih enterokoka od 7 (25% percentil) do 41 (75% percentil) CFU/100 mL, s medijanom 12 CFU/100mL. Kvartili za *E. coli*. su 2 (donji kvartil) do 29 (gornji kvartil) CFU/100 mL, a medijan iznosi 10 CFU/100mL.

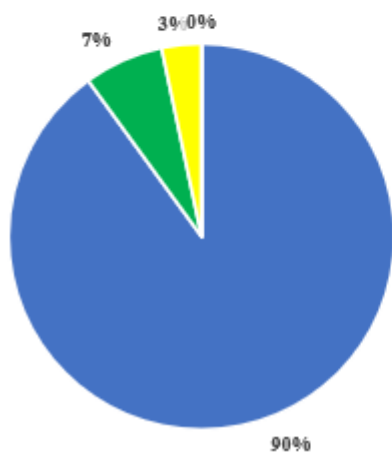
A) Crijevni enterokoki - 2021.



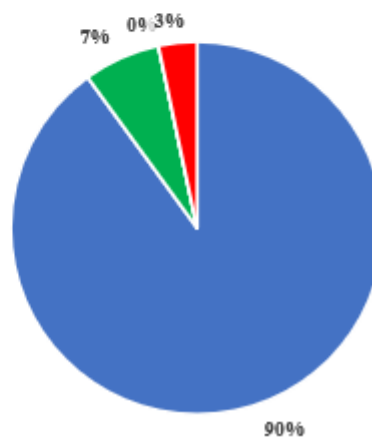
B) *Escherichia coli* - 2021.



C) Crijevni enterokoki - 2022.



D) *Escherichia coli* - 2022.



Slika 19. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Preluk – sredina u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Temeljem dobivene koncentracije za crijevne enterokoke more u 2021. i 2022. godini nije dobilo nezadovoljavajuću ocjenu, dok je izvrsnu dobilo u 85% (2021. godina) i 90% slučajeva (2022. godina). Na temelju *E. coli* u 2021. godini dodijeljena je izvrsna ocjena u 92% slučajeva, a u 2022. u njih 90%. Nezadovoljavajuća ocjena je dodijeljena u 8% (2021. godina) i 3% slučajeva (2022. godina).

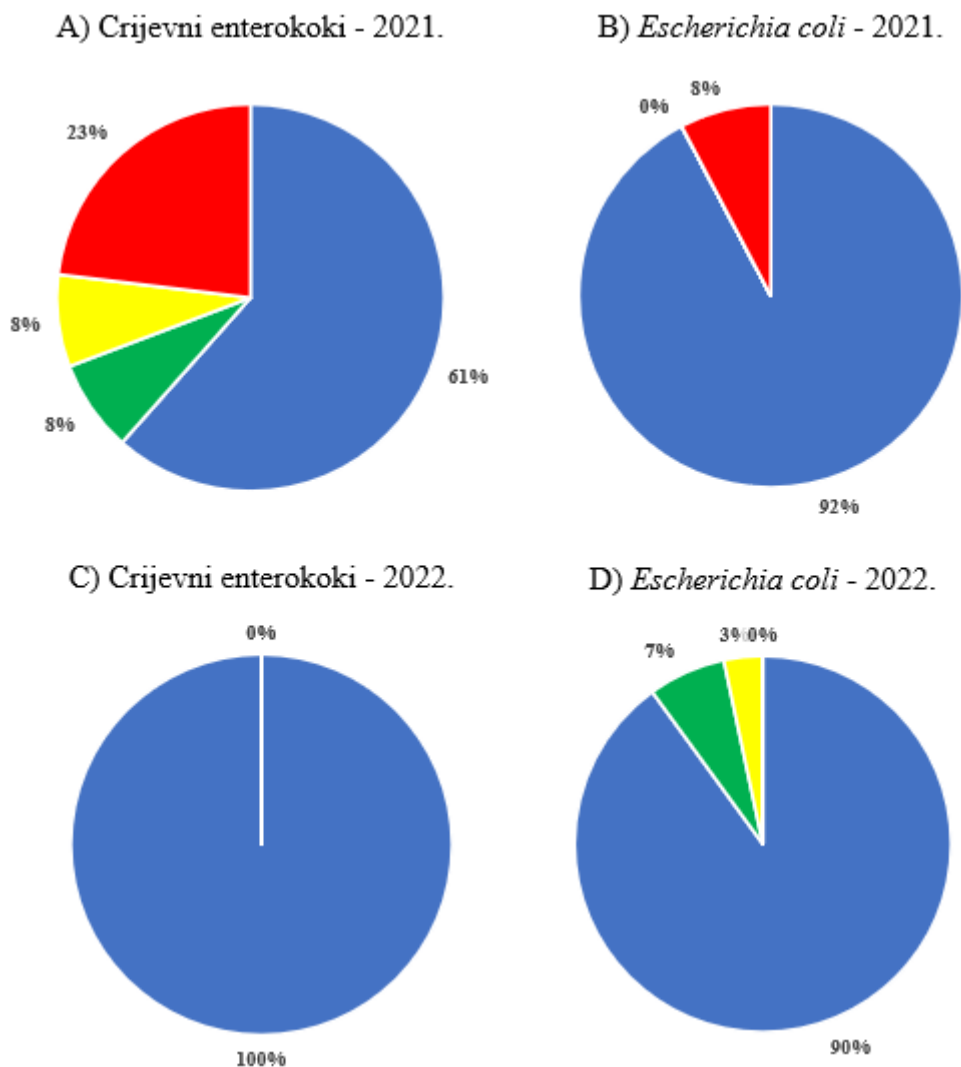
4.1.15 Lokacija Preluk – zapad

Prikupljeni broj uzoraka isti je kao i na prethodnim lokacijama na Preluku, te su bilježeni isti parametri kao i na ostalim lokacijama. Tablica 19. sadrži istu deskriptivnu statistiku kao i prethodne opisane lokacije.

Tablica 19. Deskriptivna statistika fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških parametara na lokaciji Preluk - zapad za razdoblje istraživanja

	Temperatura zraka (°C)	Temperatura mora (°C)	Salinitet (‰)	Crijevni enterokoki (CFU/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/100 mL)
Broj uzoraka	43	43	43	43	43
Minimum	18.0	15.6	30.1	1	0
Maksimum	36.0	31.8	37.9	1200	430
Median	27.0	23.0	34.8	15	5
75% percentil	29.4	25.1	36.3	29	22
25% percentil	23.5	21.8	33.7	6	1
Sr. vrijednost	26.3	23.3	34.8	86	32
St. devijacija	4.3	2.9	2.0	248	80

Na lokaciji Preluk – zapad temperatura zraka se za vrijeme razdoblja istraživanja kretala od 18°C do 36°C, sa srednjom vrijednosti od 26.3°C. Temperatura mora bila je u rasponu od 15.6 do 31.8°C. Srednja vrijednost temperature mora bila je 23.3°C, a saliniteta 34.8‰. Mikrobiološkom analizom koncentracije crijevnih enterokoka utvrđen je raspon donjeg i gornjeg kvartila od 6 do 29 CFU/mL s medijanom od 15 CFU/100mL. Medijan za *E. coli* iznosio je 5 CFU/100mL, a kvartili su 1 (donji) i 22 (gornji) CFU/100mL.

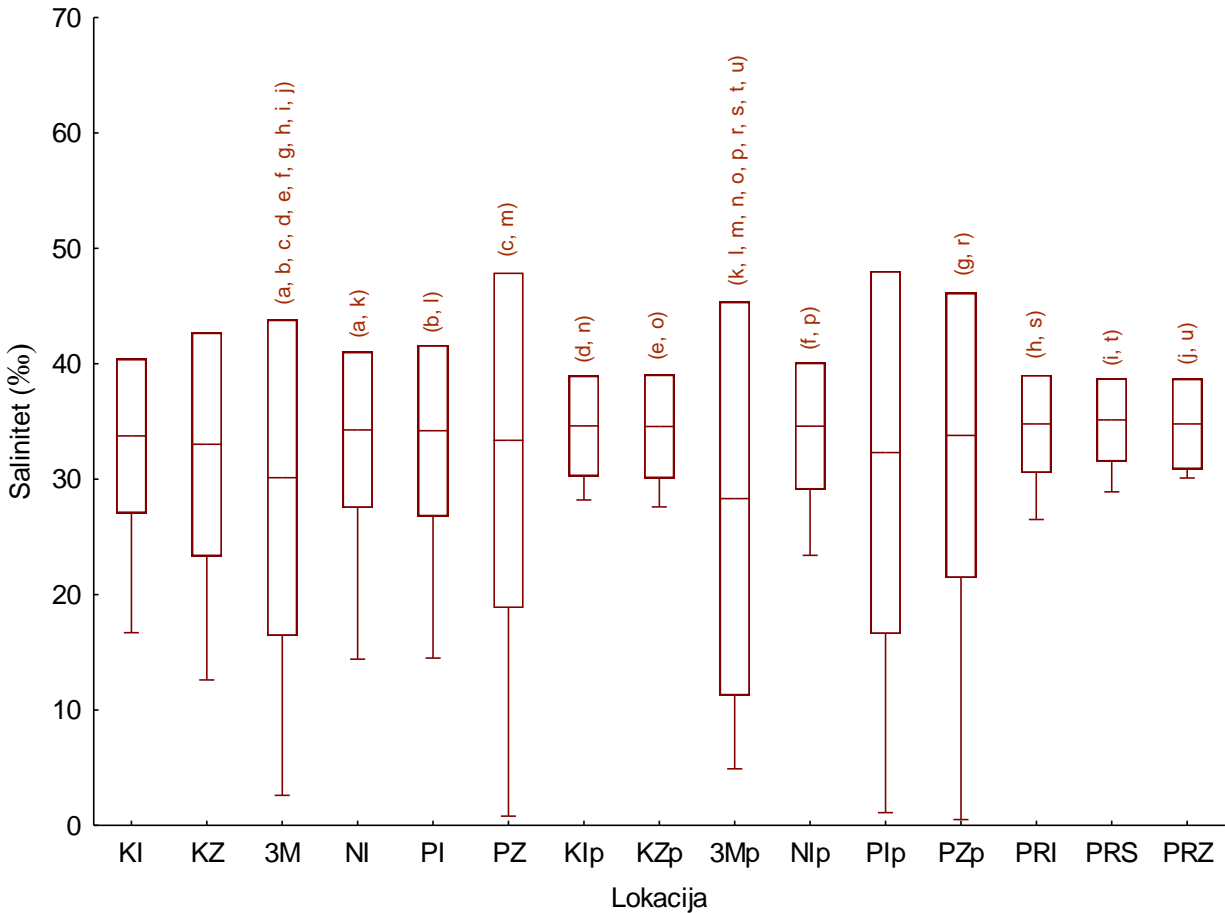


Slika 20. Udio ocjene kakvoće mora na lokaciji Preluk – zapad u 2021. (A i B) i 2022. (C i D) godini ovisno o koncentraciji crijevnih enterokoka (A i C) i *Escherichia coli* (B i D). Ocjene su dane u bojama (plavo – izvrsna, zeleno – dobra, žuta – zadovoljavajuća i crveno – nezadovoljavajuća).

Na lokaciji Preluk – zapad u 2021. godini temeljem analize koncentracije crijevnih enterokoka more je u 23% slučajeva dobilo nezadovoljavajuću ocjenu, a u 61% izvrsnu. 2022. godine je na temelju crijevnih enterokoka more u 100% slučajeva bilo izvrsno ocijenjeno. Na temelju koncentracije *E. coli* u 2021. godini u 92% slučajeva je dodijeljena izvrsna ocjena, dok je u njih 8% dodijeljena nezadovoljavajuća. U 2022. godini nije bila dodijeljena nezadovoljavajuća ocijena, a u 90% slučajeva je dodijeljena izvrsna ocjena.

4.2 Usporedba lokacija

4.2.1 Salinitet

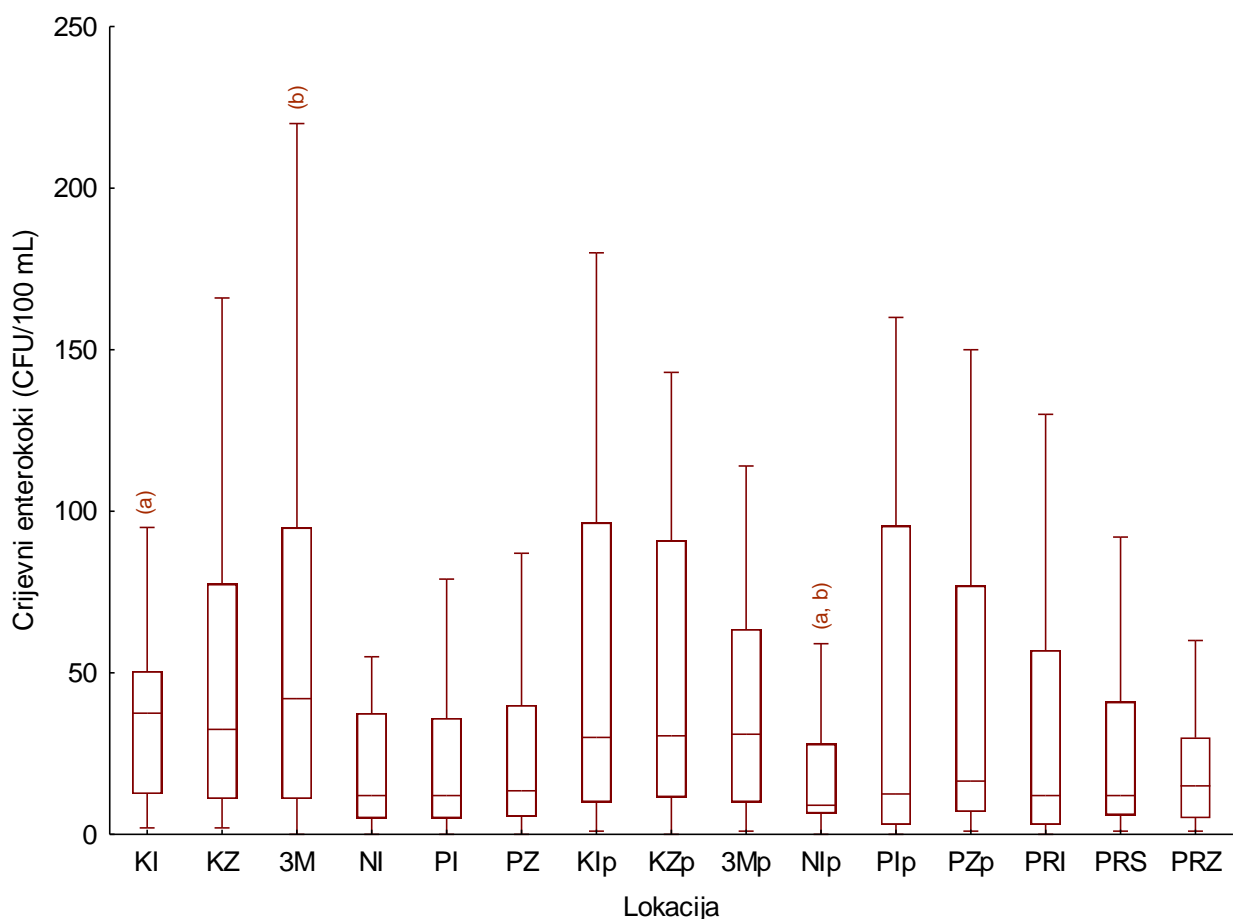


Slika 21. Salinitet morske vode prema lokacijama s prikazom srednje vrijednosti (–), standardne devijacije (□) i raspona rezultata (⌈). Lokacije označene istim slovima statistički se značajno razlikuju ($p < 0,05$).

Najveća srednja vrijednost saliniteta izmjerena je na lokaciji Preluk – sredina i iznosi 35.1‰, sa druge strane, na lokaciji 3. maj profilna izmjerena je najmanja srednja vrijednost saliniteta koja iznosi 28.3‰. Najveći raspon između minimuma i maksimuma izmjenog saliniteta zabilježen je na lokaciji Ploče – zapad profilna, gdje se salinitet kretao od 0.5‰ (minimum) do 37.8‰ (maksimum). Suprotno, lokacija Preluk – zapad imala je najmanji raspon u salinitetu, gdje je maksimalni izmjereni salinitet iznosio 37.9‰, a minimalni 30.1‰.

Prema udjelu saliniteta u uzorku lokacije 3. maj i 3. maj profilna se statistički značajno razlikuju sa najviše lokacija. Jedine lokacije sa kojima ne pokazuju značajnu razliku su: Kantrida – istok, Kantrida – zapad, Ploče – istok profilna i međusobno jedna prema drugoj. Lokacije Kantrida – istok profilna, Kantrida – zapad profilna, Ploče – istok, Ploče – zapad, Nogometno igralište i Nogometno igralište profilna statistički se značajno razlikuju samo od lokacija 3. maj i 3. maj profilna. Također, sve tri lokacije na Preluku (Preluk – istok, Preluk – sredina i Preluk – zapad) pokazuju značajnu razliku prema lokacijama 3. maj i 3. maj profilna. Lokacije Kantrida – istok, Kantrida – zapad i Ploče – istok profilna ne pokazuju značajnu razliku u usporedbi sa drugim lokacijama.

4.2.2 Crijevni enterokoki

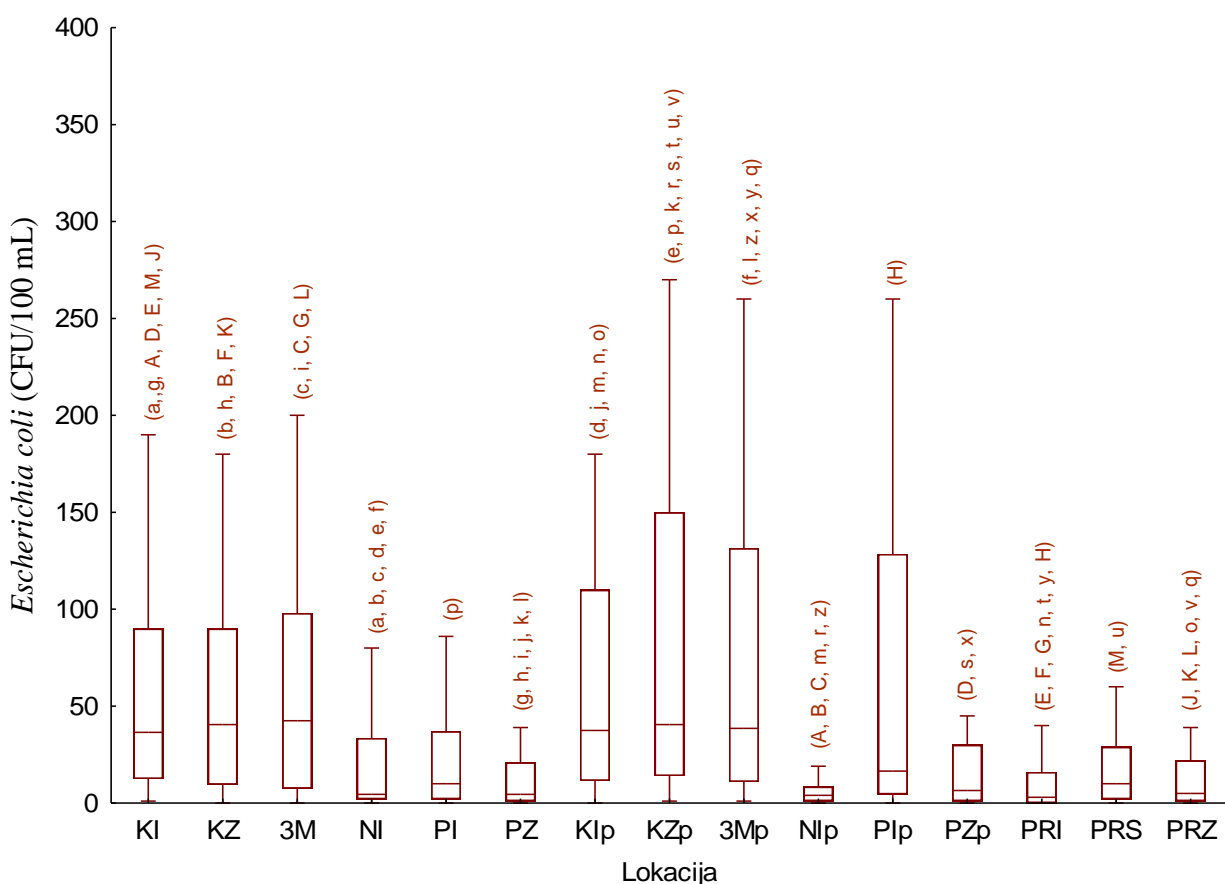


Slika 22: Koncentracija crijevnih enterokoka prema lokacijama s prikazom medijana (—), 25% - 75% percentila (□) i raspona rezultata bez ekstrema (⊢). Lokacije označene istim slovima statistički se značajno razlikuju ($p < 0,05$).

Najveći medijan izmjeren je sa uzorka sakupljenog na lokaciji 3. maj i iznosi 42 CFU/100mL. Najmanja vrijednost medijana iznosi 9 CFU/100mL i izmjerena je na lokaciji Nogometno igralište profilna. Najveći raspon između kvartila pokazuje lokacija Ploče – istok profilna sa donjim kvartilom od 3 CFU/100mL i gornjim od 94 CFU/100mL. Najmanji raspon između 25% i 75% percentila ima lokacija Nogometno igralište profilna kojoj 25% percentil iznosi 7 a gornji 27 CFU/100mL.

Prema koncentraciji crijevnih enterokoka jedina lokacija koja pokazuje značajnu razliku sa ostalim lokacijama je Nogometno igralište profilna. Ova lokacija ima značajno niže koncentracije crijevnih enterokoka od lokacija Kantida – istok i 3. maj. Sve ostale lokacije međusobno ne pokazuju da se statistički značajno razlikuju prema prisutnosti crijevnih enterokoka.

4.2.3 *Escherichia coli*



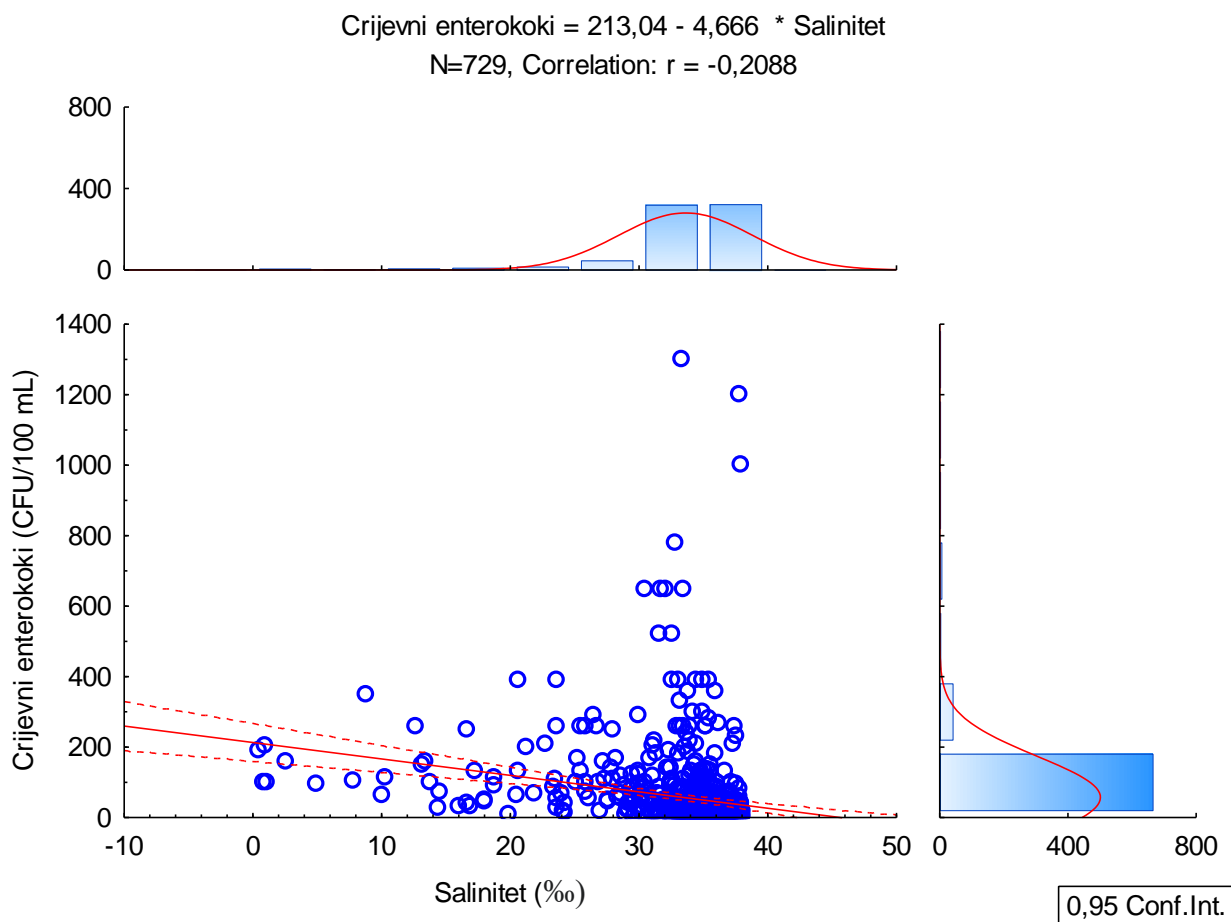
Slika 23. Koncentracija *Escherichia coli* prema lokacijama s prikazom medijana (—), 25% - 75% percentila (□) i raspona rezultata bez ekstrema (⊔). Lokacije označene istim slovima statistički se značajno razlikuju ($p < 0,05$).

Temeljem koncentracije *E. coli*, najveći medijan (43 CFU/100mL) izračunat je iz uzoraka morske vode sakupljenim na lokaciji 3. maj, a najmanji sa lokacije Preluk – istok (3 CFU/100mL). Najveći raspon između donjeg i gornjeg percentila iznosi od 5 do 165 CFU/100mL i dobiven je iz uzorka sa lokacije Ploče - istok profilna. Suprotno, na lokaciji Nogometno igralište profilna zabilježen je najmanji raspon u kvartilima od 1 do 8 CFU/100mL.

Prema koncentraciji *E. coli* u uzorcima, lokacija Kantrida – zapad profilna pokazuje statistički značajnu razliku sa najviše lokacija, njih 8. Te lokacije su: Nogometno igralište, Nogometno igralište profilna, Ploče – istok, Ploče – zapad, Ploče – zapad profilna, te Preluk istok, sredina i zapad. Kantrida – istok i 3. maj profilna značajno se razlikuju od lokacija: Nogometno igralište, Nogometno igralište profilna, Ploče – zapad, Ploče – zapad profilna, Preluk - istok i Preluk -zapad. Lokacija Kantrida – istok se još značajno razlikuje i od lokacije Preluk – sredina, dok 3. maj profilna ne. Kantrida – zapad, Kantrida – istok profilna i 3. maj se značajno razlikuju sa 5 lokacija. Te lokacije su: Nogometno igralište, Nogometno igralište profilna, Ploče – zapad, Preluk istok i Preluk -zapad. Lokacije: Nogometno igralište, Nogometno igralište profilna, Ploče – zapad, Preluk istok i Preluk – zapad značajno se razlikuju od lokacija Kantrida – istok, Kantrida – zapad, 3. maj i njihovih profilnih lokacija (Kantrida – istok profilna, Kantrida – zapad profilna, 3. maj profilna). Preluk – istok se još razlikuje i od lokacije Ploče – istok profilna. Ploče – zapad profilna i Preluk – sredina značajno se razlikuju od Kantride – istok i Kantride – zapad profilna, te se Ploče zapad – profilna još razlikuje od lokacije 3. maj profilna. Ploče – istok se značajno razlikuje samo od lokacije Kantrida – zapad profilna, a Ploče – istok profilna se razlikuje samo od lokacije Preluk – istok.

4.3 Odnos koncentracija mikrobioloških pokazatelja i saliniteta

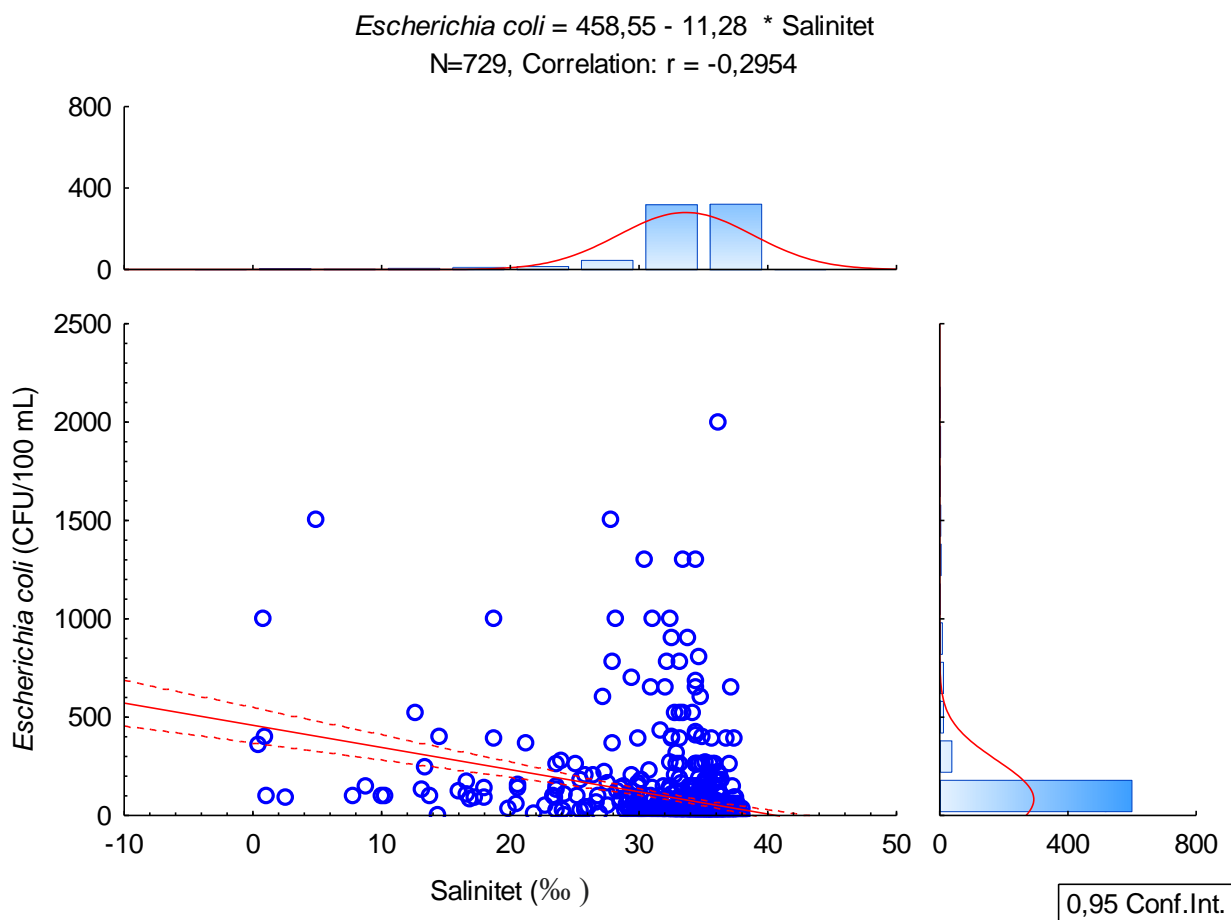
4.3.1 Crijevni enterokoki



Slika 24. Odnos saliniteta i koncentracije crijevnih enterokoka (n=729)

Slika 24. prikazuje odnos između saliniteta i koncentracije crijevnih enterokoka (N=729). Vidljiv je linearni odnos s negativnom korelacijom između saliniteta i koncentracije crijevnih enterokoka ($r=-0.2088$) sve na razini statističke značajnosti od $p<0,05$.

4.3.2 *Escherichia coli*



Slika 25. Odnos saliniteta i koncentracije *Escherichia coli* (n=729)

Slika 25. prikazuje odnos između saliniteta i koncentracije *E. coli* u uzorcima. Vidljiva je statistički značajna ($p < 0,05$) negativna korelacija ($r = -0,2954$) između povećanja saliniteta i smanjenja koncentracije *E. coli*.

5. Rasprava

Republika Hrvatska spada među prve zemlje Sredozemlja koja je započela sustavno i kontinuirano praćenje kakvoće mora 1989. godine.

Praćenje kakvoće mora uključuje ispitivanje fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških osobina morske vode. U ovom radu naglasak se stavio na praćenje mikrobioloških parametara, koji se smatraju najboljim pokazateljem onečišćenja mora fekalnim otpadnim vodama. Prisustvo indikatora fekalnog onečišćenja ukazuje na vjerojatnost kontaminacije vode fekalnim materijalom i na potencijalni rizik od prijenosa zaraznih bolesti prilikom kupanja u moru.

Ovo istraživanje provedeno je kroz dvije godine tijekom sezone kupanja. Lokacije s kojih su se uzimali uzorci za analizu su: 3. maj, 3. maj profilna, Kantrida – istok, Kantrida – istok profilna, Kantrida – zapad, Kantrida – zapad profilna, Nogometno igralište, Nogometno igralište profilna, Ploče – istok, Ploče – istok profilna, Ploče – zapad, Ploče – zapad profilna, Preluk – istok, Preluk – sredina i Preluk – zapad. Mikrobiološki pokazatelji koji su se koristili za procjenu kakvoće mora su crijevni enterokoki i *Escherichia coli*. Temperatura zraka i mora bili su fizikalni parametri koji su se promatrali, a salinitet kemijski pokazatelj.

Statističkom analizom mikrobioloških, fizikalnih i kemijskih parametara utvrđene su razlike u vrijednostima između lokacija. Rezultat istraživanja pokazuje da je mikrobiološki najopterećenija plaža 3. maj, što je u skladu sa prijašnjim istraživanjima (1,13,14,15) Uzorci na toj lokaciji imali su najveću koncentraciju crijevnih enterokoka i *E. coli*. Mogući razlog tome je posljedica nepriključenosti objekata na sustav javne odvodnje ali i neriješen sustav odvodnje oborinskih voda. Točke koje su najmanje opterećene fekalnim indikatorima su Nogometno igralište profilna na temelju crijevnih enterokoka i Preluk – istok na temelju *E. coli*. Usporedbom lokacija na temelju koncentracija crijevnih enterokoka vidljivo je da se lokacija Nogometno igralište profilna (najmanje opterećena crijevnim enterokokima) značajno razlikuje od lokacija Kantrida – istok i 3. maj, koje su se u ovom i u prijašnjim istraživanjima (1, 13, 14) pokazale kao lokacije koje su najviše opterećene fekalnim indikatorima.

Usporedbom lokacija na temelju koncentracije *E. coli* dokazano je da se lokacija Preluk – istok, kao lokacija sa najmanjim zabilježenim koncentracijama *E. coli* značajno razlikuje od lokacija 3.

maj, Kantrida – istok, Kantrida – zapad i njihovim profilnim lokacijama (lokacije s najvećim koncentracijama *E. coli*). Sa svim ostalim lokacijama Preluk – istok ne pokazuje značajnu razliku navodeći na zaključak da su na ostalim lokacijama koncentracije *E. coli* niske.

Na temelju koncentracija crijevnih enterokoka i *E. coli* dobivenih iz uzoraka sa 15 lokacija na kojem se ovo istraživanje provodilo, vidljivo je da su sve lokacije u većinskom udjelu ocijenjene ocjenom izvrstan i u 2021. i u 2022. godini. Podatci sa svih analiziranih lokacija pokazuju da u dvogodišnjem monitoringu udio nezadovoljavajuće ocjene kakvoće mora po lokacijama nije prešao više od 25%. Nakon provedenog službenog monitoringa od strane djelatnika Nastavnog Zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije nastalo je Izvješće o kakvoći mora na plažama Primorsko-goranske županije u 2021. koje daje podatak da je more na tri lokacije ocijenjeno ocjenom zadovoljavajuće, a te su lokacije: 3. maj, Kantrida – istok i Kantrida – zapad (13). Prema Izvješću o kakvoći mora na plažama Primorsko-goranske županije u 2022. godini lokacije 3. maj, Kantrida- zapad i Nogometno igralište dobile su zadovoljavajuću, a Kantrida – istok jedina je lokacija koja je u 2022. godini dobila ocjenu nezadovoljavajuće. U izvješću se navodi da se na području Kantride, točnije oko nogometnog igrališta, rezultati kakvoće mora pogoršavaju nakon jačih oborina (1).

Prilikom usporedbe lokacija i njihove povezanosti sa salinitetom, najveća vrijednost saliniteta bila je izmjerena na lokaciji Preluk – istok (35.1‰), a najmanja na lokaciji 3. maj profilna (28.3‰). Lokacije 3. maj i 3. maj profilna (lokacije sa najmanjim vrijednostima saliniteta), značajno su se razlikovale sa najviše lokacija, iz čega je vidljivo da većina lokacija ima značajno više vrijednosti saliniteta od onih izmjerenih na 3. maju i 3. maju profilnoj. Obzirom da na vrijednosti saliniteta morske vode najviše utječe dotok slatke vode, za pretpostaviti je da je na lokacijama 3. maj i 3. maj profilna dotok slatke vode bio najintenzivniji u odnosu na ostale lokacije uzorkovanja. Točke na Preluku (lokacije sa najvišim vrijednostima saliniteta) značajno se razlikuju samo s lokacijama 3. maj i 3. maj profilna. Možemo zaključiti da su preostale lokacije bliže vrijednostima saliniteta sa lokacijom na Preluku.

Pri analizi koncentracija mikrobioloških pokazatelja i saliniteta, u oba slučaja utvrđena je negativna korelacija između indikatora fekalnog onečišćenja i saliniteta. Navedeno ukazuje da su na lokacijama s nižim salinitetom morske vode značajnije veće koncentracije fekalnih indikatora. Smanjeni salinitet ukazuje na dotok slatke vode najčešće podmorskim putem (vrulje) a nerijetko i

površinski (potoci i rijeke). Obzirom da se takve vode procjeđuju kroz tlo gotovo su uvijek opterećene indikatorima fekalnog onečišćenja. Upravo to je mogući razlog da se na lokacijama s manjim salinitetom detektira veća koncentracija fekalnih indikatora koji su u more dospjeli upravo dotokom slatke vode. Veći stupanj negativne korelacije za *E. coli* nego za crijevne enterokoke može se objasniti time što je i prisustvo *E. coli* u opterećenim slatkim vodama gotovo uvijek za red veličina veći nego crijevnih enterokoka.

6. Zaključci

1. Prema dobivenim rezultatima ovog istraživanja, sve lokacije ispitivanja većinski su ocijenjene kao izvrsne. Nadalje, kroz dvogodišnje sezonsko ispitivanje sve lokacije su barem jednom ocijenjene nezadovoljavajuće izuzev lokacije Preluk - istok u 2022. godini.
2. Utvrđena je statistički značajna razlika između lokacija na temelju saliniteta, koncentracije crijevnih enterokoka i *E. coli*. Najveća statistički značajna razlika na temelju saliniteta je između lokacija 3. maj profilna (najmanja izmjerena srednja vrijednost) i Preluk – istok (najveća izmjerena srednja vrijednost). Na temelju promatranja crijevnih enterokoka najveća značajna razlika je između lokacija 3. maj i Nogometno igralište profilna. Najveća razlika promatranjem koncentracije *E. coli* je između lokacija 3. maj i Preluk – istok.
3. Dokazna je povezanost između indikatora fekalnog onečišćenja i saliniteta. Indikatori fekalnog onečišćenja negativno koreliraju sa salinitetom.

7. Literatura

1. KAKVOĆA MORA NA MORSKIM PLAŽAMA U PRIMORSKO-GORANSKOJ ŽUPANIJI U 2022 [Internet]. [cited 2023 Aug 19]. Available from: <https://zzjzpgz.hr/wp-content/uploads/2021/11/izvjestaj-more-2021.pdf>
2. SLUŽBENE NOVINE PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE [Internet]. www.sn.pgz.hr. [cited 2023 Aug 19]. Available from: <http://www.sn.pgz.hr/default.asp?Link=odluke&id=46336>
3. Uredba o kakvoći mora za kupanje [Internet]. narodne-novine.nn.hr. [cited 2023 Aug 19]. Available from: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_06_73_2426.html
4. Dokument: POČETNA PROCJENA STANJA I OPTEREĆENJA MORSKOG OKOLIŠA HRVATSKOG DIJELA JADRANA Naručitelj dokumenta: MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I PRIRODE RH [Internet]. [cited 2023 Aug 20]. Available from: http://baltazar.izor.hr/portal/daj_dokument?p_ime=F2134498510/Pocetna%20procjena.pdf
5. Vukić Lušić, Darija ; Pešut, Denis ; Pružinec-Popović, Blanka Mikrobiološki indikatori kvalitete vode. // Međunarodni stručno-znanstveni simpozij "Sanitarno inženjerstvo Sanitary engineering"// Lušić D., Krulec A., Glad M., Bilajac M., Babić P., Pirizović N. (ur.) Rijeka 2006. str.127 - 132.
6. Jang J, Hur HG, Sadowsky MJ, Byappanahalli MN, Yan T, Ishii S. Environmental Escherichia coli: ecology and public health implications-a review. *J Appl Microbiol.* 2017;123(3):570-581. doi:10.1111/jam.13468
7. Whitman RL, Nevers MB, Korinek GC, Byappanahalli MN. Solar and temporal effects on Escherichia coli concentration at a Lake Michigan swimming beach. *Appl Environ Microbiol.* 2004;70(7):4276-4285. doi:10.1128/AEM.70.7.4276-4285.2004
8. Byappanahalli MN, Nevers MB, Korajkic A, Staley ZR, Harwood VJ. Enterococci in the environment. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2012;76(4):685-706. doi:10.1128/MMBR.00023-12
9. Ostrolenk M, Kramer N, Cleverdon RC. Comparative Studies of Enterococci and Escherichia coli as Indices of Pollution. *J Bacteriol.* 1947;53(2):197-203. doi:10.1128/jb.53.2.197-203.1947

10. Cabelli VJ, Dufour AP, Levin MA, McCabe LJ, Haberman PW. Relationship of microbial indicators to health effects at marine bathing beaches. *Am J Public Health*. 1979;69(7):690-696. doi:10.2105/ajph.69.7.690
11. Nacionalno izvješće o kakvoći mora za kupanje u Republici Hrvatskoj u 2022. godini; Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. [cited 2023 Aug 26]. Available from: https://mingor.gov.hr/UserDocsImages//Uprava_vodnoga_gospodarstva_i_zast_mora/More_za_kupanje//Nacionalno%20IZVJE%C5%A0%C4%86E%20o%20KAKVO%C4%86I%20MORA%20u%20RH%20u%202021.%20g._final.pdf
12. Krstulović N., Šolić M., Mikrobiologija mora, Split: Institut za oceanografiju i ribarstvo; 2006, str. 246.
13. KAKVOĆA MORA NA MORSKIM PLAŽAMA U PRIMORSKO-GORANSKOJ ŽUPANIJI U 2021 [Internet]. [cited 2023 Sep 2]. Available from: <https://zzjzpgz.hr/wp-content/uploads/2021/11/izvjestaj-more-2021.pdf>
14. KAKVOĆA MORA NA MORSKIM PLAŽAMA U PRIMORSKO-GORANSKOJ ŽUPANIJI U 2019 [Internet]. [cited 2023 Sep 2]. Available from: https://www2.pgz.hr/doc/graditeljstvo/objedinjeni/IZVJESTAJ_%20Monitoring-kakvoce-mora-na-plazama_PGZ_2019.pdf
15. REPUBLIKA HRVATSKA PRIMORSKO-GORANSKA ŽUPANIJA GRAD RIJEKA [Internet]. [cited 2023 Sep 2]. Available from: <https://www.rijeka.hr/wp-content/uploads/2021/05/Informacija-o-kakvo%C4%87i-mora-na-pla%C5%BEama-na-podru%C4%8Dju-grad-a-Rijeke-u-2020.-godini.pdf>

8. Životopis

Antea Marjanović rođena je u Rijeci 04.04.2001. godine. Pohađala je Osnovnu školu "Dr. Andrija Mohorovičić" Matulji do 2016. godine. Iste godine postala je učenica u Gimnaziji Andrija Mohorovičić Rijeka koju je pohađala do 2020. godine. 2020. godine je upisala Sveučilišni prijediplomski studij na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, smjer Sanitarno inženjerstvo.