

Mikrobiološka analiza mora u uvali Ribnjak i u luci Pomer

Knežević, Tamara

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:565642>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-24**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Preddiplomski studij Znanost o moru
Pula

Tamara Knežević

**MIKROBIOLOŠKA ANALIZA MORA U UVALI RIBNJAK I U
LUCI POMER**

Pula,2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Preddiplomski studij Znanost o moru
Pula

Tamara Knežević

MIKROBIOLOŠKA ANALIZA MORA U UVALI RIBNJAK I U LUCI POMER

JMBAG: 0303068417, redovita studentica

Studijski smjer: Znanost o moru

Kolegiji: Sanitarna kontrola mora

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Interdisciplinarno

Znanstvena grana: Znanost o moru

Mentor: doc.dr.sc Paolo Paliaga

Komentor: doc.dr.sc. Gioconda Millotti

Pula, 2021.



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana TAMARA KNEŽEVIĆ, kandidatkinja za prvostupnicu ZNANOSTI O MORU ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Studentica: Tamara Knežević

U Puli, 23.6.2021. godine



Izjava o korištenju autorskog dijela

Ja, TAMARA KNEŽEVIĆ dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom MIKROBIOLOŠKA ANALIZA MORA U UVALI RIBNJAK I U LUCI POMER koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

Pula, 23.6.2021. godina

Studentica: Tamara Knežević

POSVETA

Ovaj rad posvećujem mojoj majci koja me sada gleda i čuva s nekog drugog mjesta.

Hvala ti majko za sve što si mi pružila, bila uz mene, odgojila i savjete koje si mi dala, zbog tebe sam osoba koja sam sada.

Stoga ovaj rad posvećujem tebi.

Volim te mama <3

ZAHVALA

Želim se od srca zahvaliti svom mentoru i profesoru doc.dr.sc.Paolu Paliagi na prenesenom znanju tokom izrade ovog rada i za vrijeme studiranja,te na ukazanom povjerenju i uloženom vremenu prilikom istraživanja.

Hvala i komentorici doc.dr.sc. Giocondi Millotti na prenesenom znanju.

Hvala i članovima komisije što su mi dodijelili konstruktivne savjete za poboljšanje rada.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. LITERATURNI PREGLED	2
2.1. SANITARNA KAKVOĆA MORA	2
2.2. POKAZATELJI SANITARNE KAKVOĆE MORA	3
2.2.1. Fekalni streptokoki	3
2.2.2. <i>Escherichia coli</i>	4
2.2.3. Heterotrofni nanoflagelati (HNF)	4
2.2.4. Cijanobakterije	5
2.2.5. Heterotrofne bakterije	5
3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	6
4. MATERIJALI I METODE	7
4.1. OPIS LOKACIJE	7,8,9
4.1.1. <i>PODRUČJE ISTRAŽIVANJA</i>	10
4.1.2. <i>POSTAJE UZORKOVANJA</i>	11,12,13,14
4.2. UZORKOVANJE	15
4.2.1. <i>Analiza mikrobne zajednice</i>	16
4.2.2. <i>Analiza sanitarne kakvoće mora</i>	17,18
5. REZULTATI	19
5.1. LJETO 2019.	19
5.1.1. <i>Temperatura</i>	19
5.1.2. <i>Salinitet</i>	20
5.1.3. <i>Koncentracija E.coli</i>	21
5.1.4. <i>Koncentracija fekalnih streptokoka</i>	22
5.1.5. <i>Koncentracija cijanobakterija</i>	23
5.1.6. <i>Koncentracija heterotrofnih bakterija</i>	24
5.1.7. <i>Koncentracija heterotrofnih nanoflagelata</i>	25
5.2. ZIMA 2019.	26
5.2.1. <i>Temperatura</i>	26
5.2.2. <i>Salinitet</i>	27
5.2.3. <i>Koncentracija E.coli</i>	28
5.2.4. <i>Koncentracija fekalnih streptokoka</i>	29
5.2.5. <i>Koncentracija cijanobakterija</i>	30
5.2.6. <i>Koncentracija heterotrofnih bakterija</i>	31
5.2.7. <i>Koncentracija heterotrofnih nanoflagelata</i>	32
6. DISKUSIJA	33,34,35
7. ZAKLJUČAK	34
8. SAŽETAK	34
9. LITERATURA	38
9.1. KNJIGE, ZNANSTVENI I STRUČNI RADOVI	38,39,40
9.2. INTERNET IZVORI	41
9.3. POPIS SLIKA	41

1. UVOD

U današnjem svijetu, antropogeno onečišćenje mora i priobalnih voda je postala uobičajena pojava. Pri tome, najviše nastradaju priobalna mora i luke zbog unesenih tvari poput plastike, teških metala, naftnih derivata, deterdženata i patogenih mikroorganizama. Jedan od glavnih izvora lokalnog onečišćenja koji može ugroziti ekološku i gospodarsku vrijednost priobalnih morskih staništa je unos otpadnih voda.

Kanalizacijske otpadne vode generalno sadrže visoke koncentracije potencijalno patogenih bakterija, virusa, protista i gljivica koje mogu prouzročiti bolesti i infekcije kod ljudi i životinja prilikom korištenja mora za kupanje i rekreaciju ili konzumacijom morske hrane iz takvih onečišćenih područja. Kanalizacijske otpadne vode sadrže i visoki udjel organskih tvari i hranjivih soli, zbog čega normalno funkcioniranje priobalne hranidbene mreže može biti poremećeno. U takvim se uvjetima pojačanog unosa hranjivih tvari u morskom ekosustavu može uspostaviti eutrofikacija, koja često vodi do značajnih promjena u okolišu poput prekomjernog rasta fitoplanktona i bentičkih algi, hipoksije i anoksije i do pojave toksičnih cvatnji.

Morska mikrobna zajednica je najbrojnija komponenta životnog svijeta u moru i ona najbrže reagira na poremećaje u okolišu. Stoga, ona nam može poslužiti kao vrijedan indikator općeg stanja i zdravlja mora. Uz autohtonu mikrobnu zajednicu, praćenje prisutnosti alohtonih bakterija porijeklom iz ljudskih crijeva (fekalne bakterije) služi kao dobar pokazatelj prisutnosti izvora kanalizacijskog onečišćenja u određenom području. Bakterije fekalnog porijekla poput *Escherichia coli* i crijevnih enterokoka koriste se već desetljećima svugdje u svijetu kao indikatori fekalnog onečišćenja a određivanje njihove prisutnosti i brojnosti neophodni su za očuvanje ljudskog zdravlja. Istarska županija je najvažnija hrvatska turistička regija, pogotovo njeno priobalno područje. Stoga procjena stanja priobalnog mora koje se koristi za kupanje i rekreaciju od velike je važnosti kako bi se osiguralo svim korisnicima mora što veću sanitarnu sigurnost i kako bi se uočilo da li postoje situacije koje predstavljaju problem za morski okoliš i ljudsko zdravlje.

2. LITERATURNI PREGLED

2.1. Sanitarna kakvoća mora

U more dospijevaju različite skupine mikroorganizama od kojih neki su patogeni, dakle uzročnici različitih bolesti i infekcija kod ljudi i životinja. Prisustvo takvih organizama u moru predstavlja mikrobiološko onečišćenje, a na temelju stupnja onečišćenja definira se mikrobiološka ili sanitarna kakvoća mora (Krstulović i Šolić, 2006). Otkad je poznata ovisnost između mikrobiološkog onečišćenja vode i ugroženosti zdravlja ljudi, postoji težnja da se rizik po ljudsko zdravlje smanji na najmanju moguću mjeru putem praćenja mikrobioloških pokazatelja. U vremenu masovnog turizma, u kojem velik broj ljudi privremeno boravi na morskim kupalištima i plažama, izuzetno je važno poznavanje i održavanje dobre kvalitete vode za kupanje, obzirom na mikrobiološke pokazatelje (Diković i Stipić, 2008). Sanitarna kakvoća mora je zapravo postupak koji omogućava procjenu stupnja rizika za ljudsko zdravlje pri korištenju mora za kupanje i rekreaciju (Krstulović, Šolić, 2006.). Procjena sanitarne kvalitete bazira se na praćenje indikatorskih mikroorganizama koji su dospjeli u more zajedno s patogenim mikroorganizmima putem otpadnih voda i rijeka (Krstulović, Šolić, 2006.). Način praćenja kakvoće mora za kupanje i rekreaciju na morskim plažama reguliran je Uredbom o kakvoći mora za kupanje (NN 73/08) i EU direktivom o upravljanju kakvoće vode za kupanje (br. 2006/7/EZ) (<https://baltazar.izor.hr/plazepub/kakvoća>).

2.2. Pokazatelji sanitarne kakvoće mora

Indikatori služe kao pokazatelji potencijalnog rizika od infekcija ljudi uzrokovanih patogenim mikroorganizmima prilikom korištenja mora (kupanje ili konzumacija hrane)(Krstulović, Šolić, 2006.. Kako bi se neki mikroorganizam mogao koristiti kao indikator, treba zadovoljavati određene kriterije: mora biti prisutan u koncentracijama koje su proporcionalne koncentracijama patogenih mikroorganizama, može se brzo i jeftino kvantificirati, ne smije biti patogen za ljude; mora biti prisutan i mjerljiv u svim tipovima medija (vodeni stupac, sediment, organizmi) (Carignan, Villard, 2001; Krstulović, Šolić, 2006.). Idealan indikator ne postoji, stoga se indikator bira ovisno o aspektu onečišćenja kojeg se želi mjeriti i pratiti. Najčešći indikatori su: fekalni streptokoki, *Escherichia coli*, heterotrofni nanoflagelati, cijanobakterije i heterotrofne bakterije.

2.2.1. Fekalni streptokoki

Fekalni streptokoki pripadaju u Gram-pozitivne koke koji su po obliku najoliki raspoređeni u parove i kratke lance (Knudtson i Hartman, 1992.) Ove bakterije žive u crijevima toplokrvnih životinja i ljudi te uz fekalne koliforme se koriste kao pokazatelji fekalnog onečišćenja (Sinton i sur., 1993.). Najčešća vrsta fekalnih streptokoka je *Streptococcus faecalis* koji se nalazi i u životinjama i u ljudima, dok vrste kao *Streptococcus equinus* i *Streptococcus bovis* su primjeri specifičnih indikatora fekalnog onečišćenja konja i goveda. Fekalni streptokoki su izdržljivije bakterije od fekalnih koliforma, te ukazuju na starije fekalno onečišćenje ili da se ispuštanje otpadnih voda odvijalo na lokaciji koja je relativno udaljena od mjesta uzorkovanja.

2.2.2. *Escherichia coli*

Escherichia coli bakterija je štapičastog oblika porodice *Enterobacteriaceae*. Nalazi se u crijevima čovjeka i životinja. U većini slučajeva, bakterija je bezopasna (Cleveland Clinic, 2020). Također, *E. coli* ubraja se u skupinu tzv. koliformnih bakterija koje pri sanitarnim pregledima vode služe kao indikatori fekalne kontaminacije.

(<https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/16638-e-coli-infection>)

2.2.3. Heterotrofni nanoflagelati (HNF)

Heterotrofni nanoflagelati su jednostanični eukariotski organizmi veličine od 2 do 20 μm koji su najznačajniji predatori bakterija, cijanobakterija i pikoplanktonskih algi (Krstulović i Šolić, 2006). Među bakterijskim predatorima, heterotrofni nanoflagelati su klasificirani kao glavni izvor smrtnosti kod bakterija u morskom ekosustavu, ali je identificirano da utjecaj predatora varira ovisno o trofičkom stanju istraživanog područja (Šolić, Krstulović i sur. 2015).

2.2.4. Cijanobakterije

Cijanobakterije su najstariji fotosintetski organizmi na Zemlji koji postoje preko 3 milijarde godina i čine najveću, najrazličitiju i najrašireniju skupinu fotosintetskih prokariota (Stanier, Cohen-Bazire 1977.). Ubrajaju se u pikoplankton (0.2-2 μ m) i vrlo su brojne u moru (Kraus,2010). Imaju i važnu ulogu u ciklusu dušika budući da su glavni fiksatori ovog elementa i pretvaraju ga u kemijske oblike koji su iskoristivi od strane drugih mikroorganizama. Od fotosintetskih pigmenta sadrže klorofil *a* i fikobiline. Fikobilini su u pravilu njihov glavni fotosintetski pigment. Sadrže plinske vakuole čija je funkcija osiguravati cijanobakterijama sposobnost „lebdenja“ u vodenom stupcu. Postoje pokretne i nepokretne cijanobakterije, no ako su pokretne nikada se ne pokreću bičevima već klize po površini na kojoj se nalaze do maksimalnih brzina od 10 μ m/s te mogu ispustiti toksine tijekom svojih cvatnji.(McBride, 2001.)

2.2.5. Heterotrofne bakterije

Heterotrofne bakterije su najbrojnija skupina morskog planktona. One koriste oksidaciju organskih spojeva koji se nalaze u okoliš kao izvor energije (Krstulović i Šolić, 2006). Otopljena organska tvar – DOM (eng. Dissolved organic matter) predstavlja glavnu hranu za heterotrofne bakterije no one mogu koristiti i POM (eng. Particulated organic matter) ukoliko ga najprije razgrade pomoću ekstracelularnih enzima (Krstulović i Šolić, 2006). Brojnost heterotrofnih bakterija ovisi o dostupnosti i kvaliteti otopljene organske tvari, temperaturi, proizvodnji i biomasi fitoplanktona te raspoloživosti hranjivih soli dušika i fosfora. Na njihovu brojnost utječe i interakcija s ostalim mikroorganizmima poput predacije od strane heterotrofnih nanoflagelata (TophØj i sur.2018.) i parazitizam od strane morskih virusa. Sastav i brojnost heterotrofnih bakterija u površinskim vodama sjevernog Jadrana se mijenja sezonski, a najveći udio (između 52-100%) imaju Gram-negativne bakterije (Zaccone, Caruso, Cali, 2002.).

3.CILJEVI ISTRAŽIVANJA

1. Analizirati brojnost mikrobne zajednice na području marine Pomer i Uvale Ribnjak tijekom ljeta i zime 2019.
2. Na temelju analiza autohtone i alohtone mikrobne zajednice procijeniti stanje priobalnog mora na području marine Pomer i Uvale Ribnjak.
3. Usporedbom s propisima utvrditi sanitarnu kvalitetu mora na području marine Pomer i Uvale Ribnjak tijekom ljeta i zime 2019.

4. MATERIJALI I METODE

4.1. OPIS LOKACIJE

Pomer (Slika 1.) je malo naselje u južnom dijelu Istre (Adrialin.hr), 8 km jugoistočno od Pule koji pripada općini Medulin. Nalazi se uz obalu u najdublje uvučenom dijelu Medulinskog zaljeva. Područje pomerske uvale je pogodno za uzgoj kamenica i dagnji ali i za turističke aktivnosti kao što su kampiranja, mogućnost zabave raznim sportovima poput surfanja na vodi, kajakarenjem (medulinriviera.info), odbojkom, biciklizmom i mnogim drugim (histrica.com). Osim prirodnih ljepota okolica Pomera je bogata kulturnim i arheološkim antičkim i srednjovjekovnim ostacima.



Slika 1. Pomer

(izvor: <https://www.arenaglamping.com/hr/u-blizini/otkrijte-pomer>)

Prva lokacija monitoringa je bila ACI marina (Slika 2.), smještena u pomer-skoj vali koja je dovršena 2016. i raspolaže sa 294 veza u moru i 30 mjesta za smještaj plovila na kopnu. Takav objekt nautičkog turizma zasigurno ima određeni utjecaj na okoliš u obliku oslobađanja raznih kemikalija, bojila, protu-obraštajnih sredstava, maziva i goriva sa plovila kao i kruti otpad te ispuštanje kanalizacijskih otpadnih voda svojih korisnika.



Slika 2. Luka Pomer, izrazito uvučena u kopno i karakterizirana slabom hidrodinamikom.

(izvor: <https://dobarzivot.net/vise/nautika/aci-pomer-ljetna-marina-postala-moderna-nauticka-luka/>)

Druga lokacija monitoringa je bila uvala Ribnjak (Slika 3.) koja se nalazi zapadno od Pomerana. Uvala Ribnjak, (poznata i kao uvala Šćuza) ima nisku obalu i prostrane šljunčane plaže bogate turističkim sadržajima koji su aktivni u ljetnim mjesecima. Posebnost ove uvale je njena uvučenost u kopno i slaba povezanost s otvorenim morem budući da je djelomično zatvorena umjetnom branom koja tvori ribogojilište i omogućava pješačku povezanost između sjeverne i južne strane uvale. Zbog svoje zatvorenosti, velikog broja kupaca i važnosti područja za uzgajališta važno je odrediti mikrobiološke i sanitarne uvjete mora kako bi se zaštitilo ljudsko zdravlje pri kupanju i konzumaciji morske hrane porijeklom iz tog područja.

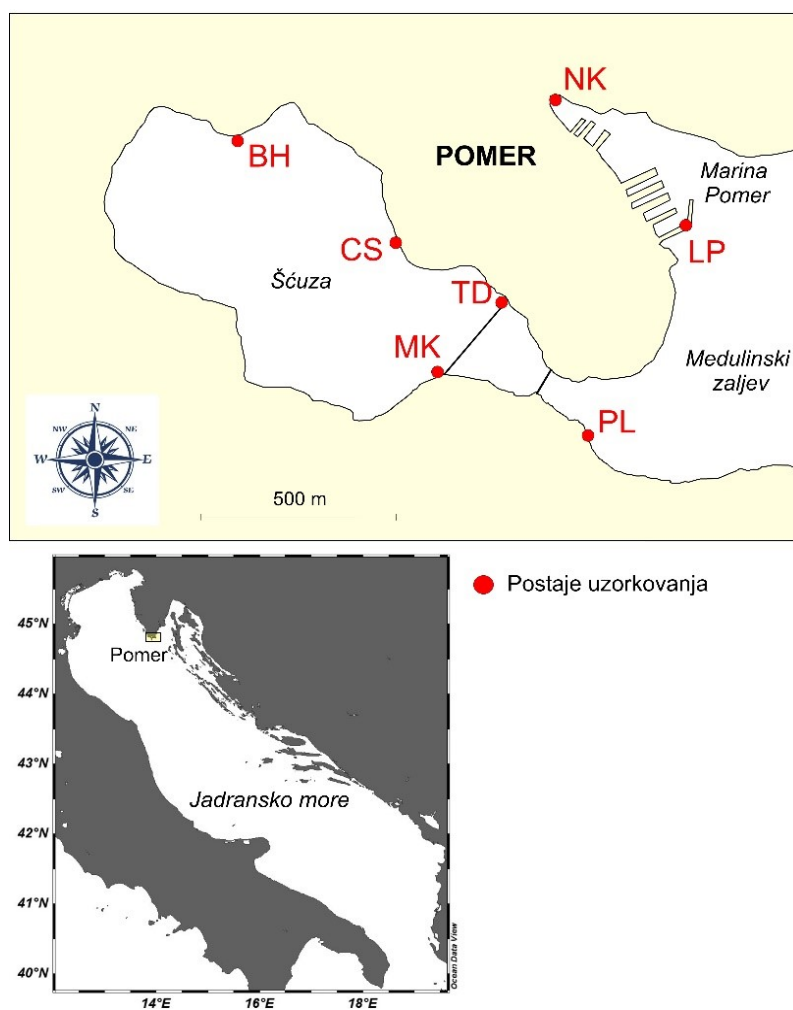


Slika 3. Uvala Ribnjak, s umjetnom branom koja regulira izmjenu voda s ostatkom Medulinskog zaljeva.

(izvor: <https://www.flickr.com/photos/72791245@N05/abums/72157668022193624/>)

4.1.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

U ovom istraživanju zadane su dvije lokacije monitoringa, koje smo podijelili na sedam postaja uzorkovanja. Postaje su raspoređene duž uvale Ribnjak (ušća Šćuza) i marine Pomer (Slika 4.).



Slika 4. Karta Pomera-luke Pomer i uvale Ribnjak (Šćuza) sa označenim postajama uzorkovanja

4.1.2.POSTAJE UZORKOVANJA



**Slika 5. Prikaz lokacije uzorkovanja na istočnoj strani
uvale Ribnjak (postaja 1.)**



**Slika 6. Prikaz lokacije uzorkovanja na južnoj strani uvale Ribnjak
(postaja 2.)**



Slika 7. Prikaz lokacije uzorkovanja na ulazu u Šćuzu-Pomer (postaja 3.)



**Slika 8. Prikaz lokacije uzorkovanja na istočnoj strani plaže Šćuze
(postaja 4.)**



Slika 9. Prikaz lokacije uzorkovanja na istočnoj strani luke Pomer (postaja 5.)



**Slika 10. Prikaz lokacije uzorkovanja na zapadnoj strani luke Pomer
(postaja 6.)**



Slika 11. Prikaz lokacije uzorkovanja na ulazu u Pomer (postaja 7.)

4.2. UZORKOVANJE

Prije samog uzorkovanja pripremljene su selektivne podloge za indikatore fekalnog onečišćenja (*E. coli* i Crijevni enterokoki), označene i sterilizirane su sve boce za uzorkovanja. Uzorkovanje je provedeno u ljetnim i zimskim uvjetima 2019. godine. Sakupljeni su uzorci vode sa 7 postaja u staklene dezinficirane boce. Na svakoj lokaciji izmjereni su temperatura i salinitet pomoću prijenosne sonde (pIONneer 65 probe-Radiometer analytical, Copenhagen). Uzorci vode za analizu morske mikrobne zajednice sakupljeni su u polietilenskim bočicama od 20 ml i fiksirani na licu mjesta dodavanjem formaldehida (36%) do završne koncentracije od 2%. Uzorci vode za sanitarnu analizu pospremljeni su u prijenosnim frižiderima radi prijenosa do laboratorija u Centru za Istraživanje Mora u Rovinju (CIM) (Institut Ruđer Bošković). Na CIM-u je obavljena obrada uzoraka za sanitarnu analizu (filtracija, inkubacija i brojanje), priprema uzoraka za mikroskopiranje i brojanje mikroorganizama na epifluorescentnom mikroskopu.

4.2.1. Analiza mikrobne zajednice

Brojnost heterotrofnih bakterija određena dodavanjem 100 μ l DAPI (4',6-diamidino-2-phenylindole) boje koja se veže za staničnu DNA u 2 ml prethodno fiksiranih uzoraka. Nakon 15 minuta uzorci su filtrirani kroz polikarbonatne filtere promjera 25 mm s porama širine 0,2 μ m. Filteri su postavljeni na predmetno stakalce, te je dodano imerzijsko ulje i pokrovno stakalce. Nakon toga uzorci su pregledani pod epifluorescentnim mikroskopom koristeći UV svjetlost za osvjetljivanje površine filtera. Heterotrofne bakterije su bile vidljive na okularu i na monitoru spojenom s mikroskopom kao sitne svijetle točkice plavo-bjelkaste boje. Za svaki uzorak izbrojano je najmanje 500 bakterija.

Kako bi se odredila brojnost heterotrofnih nanoflagelata (HNF) pipetom je odvojeno 2 ml uzorka te potom dodano 100 μ l DAPI boje. Nakon 15 minuta uzorci su filtrirani kroz polikarbonatne filtere promjera 25 mm s porama širine 0,4 μ m. Filteri su postavljeni na predmetno stakalce, te je dodano imerzijsko ulje i pokrovno stakalce. Kao za bakterije HNF su bili vidljivi koristeći UV svjetlost i izgledali su veći od bakterija, njihova svjetlost je bila više plavkaste boje i veliki dio njih imao je karakteristične bičeve. Za svaki uzorak izbrojano je barem 200 HNF.

Za određivanje brojnosti cijanobakterija (CB) nije bilo potrebno dodavati DAPI boju s obzirom da cijanobakterije sadržavaju fotosintetske pigmente koji prirodno fluoresciraju kad su izloženi zelenom fluorescentom svjetlu. 2 ml uzorka iz bočica je profiltrirano kroz polikarbonatne filtere promjera 25 mm s porama širine 0,4 μ m. Filteri su postavljeni na predmetno stakalce, te je dodano imerzijsko ulje i pokrovno stakalce. Pod zelenim svjetlom cijanobakterije su izgledale kao narančaste točkice, često u parovima. Za svaki uzorak izbrojano je barem 200 CB.

Nakon mikroskopiranja i brojanja svih glavnih komponenti mikrobne zajednice (HB, HNF i CB) rezultati su izraženi kao broj stanica/ml.

4.2.2. Analiza sanitarne kakvoće mora

Escherichia coli

Za određivanje *E.coli* profiltrirano je 100 ml, 10 ml i 1 ml uzoraka kroz membranske filtere s porama od 0,45 µm koji su postavljeni na hranjivoj podlozi Chromogenic coliform agar. Petrijeve zdjelice sa uzorcima su stavljene u inkubator kroz slijedeća 24 sata na temperaturi od 44.5 °C. Kolonije *E.coli* su poprimile plavu boju. Brojanje je izvedeno pod svjetlosnom lupom. Nakon brojanja svakog razrjeđenja izračunala se srednja vrijednost te se rezultat izrazio kao broj izraslih kolonija *E.coli* po 100 ml uzorka (CFU/100ml) (eng. CFU-colony forming units).

Crijevni enterokoki

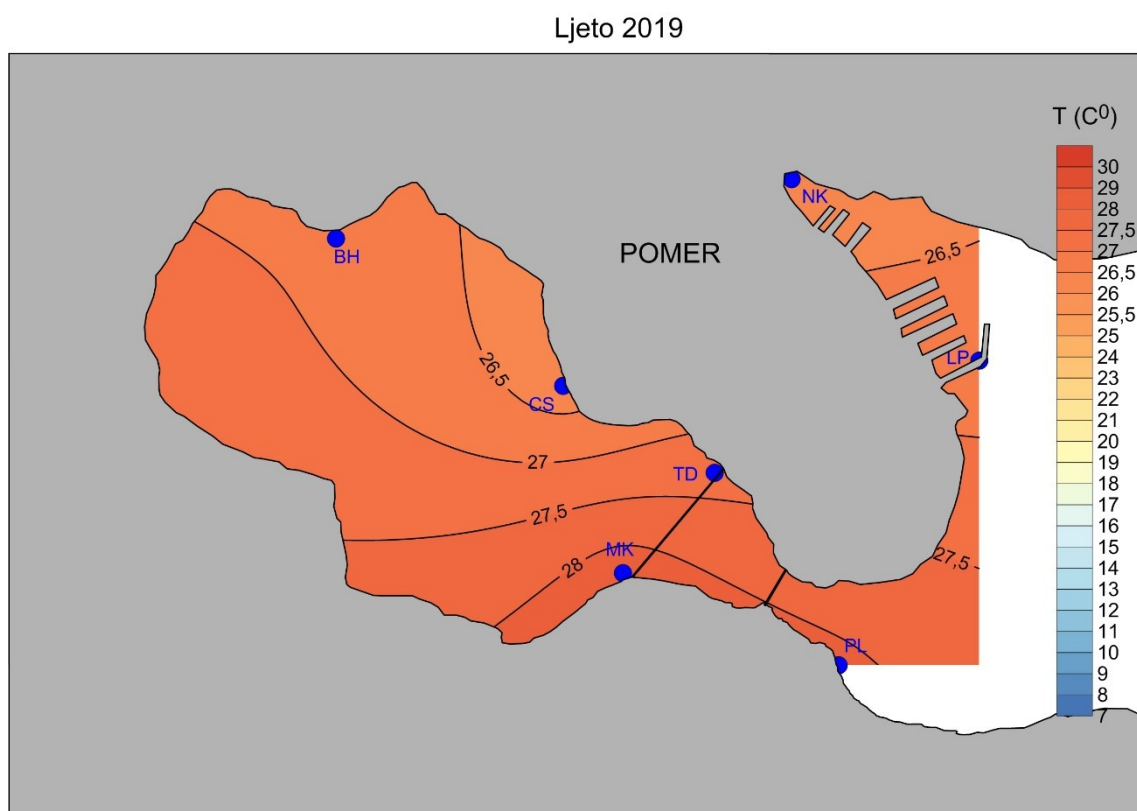
Kako bi se odredili crijevni enterokoki (CE) profiltrirano je 100 ml, 10ml i 1 ml uzoraka kroz membranske filtere s porama od 0,45 μm koji su postavljeni na hranjivoj podlozi Slanetz-Bartley agar. Petrijeve zdjelice su smještene u inkubator kroz 48 sati na temperaturi od 36 °C. Nakon inkubacije uzorci u kojima su vidljivo izrasle crvene kolonije premještene su u petrijeve zdjelice sa podlogom *bile aesculin agar*-om kako bi izvršio potvrdni test. Ove petrijevke su stavljene u inkubator dodatna 2 sata na temperaturi od 44.5 °C. Izrasle kolonije su poprimile tamno crvenu boju ili su oko sebe stvorile zatamnjeni krug. Kolonije su izbrojane pod svjetlosnom lupom. Nakon što su sva razrjeđenja izbrojana izračunata je srednja vrijednost, te su rezultati izraženi kao broj izraslih kolonija crijevnih enterokoka po 100 ml uzorka (CFU/100ml).

5. REZULTATI

5.1. Ljeto 2019.

5.1.1. Temperatura

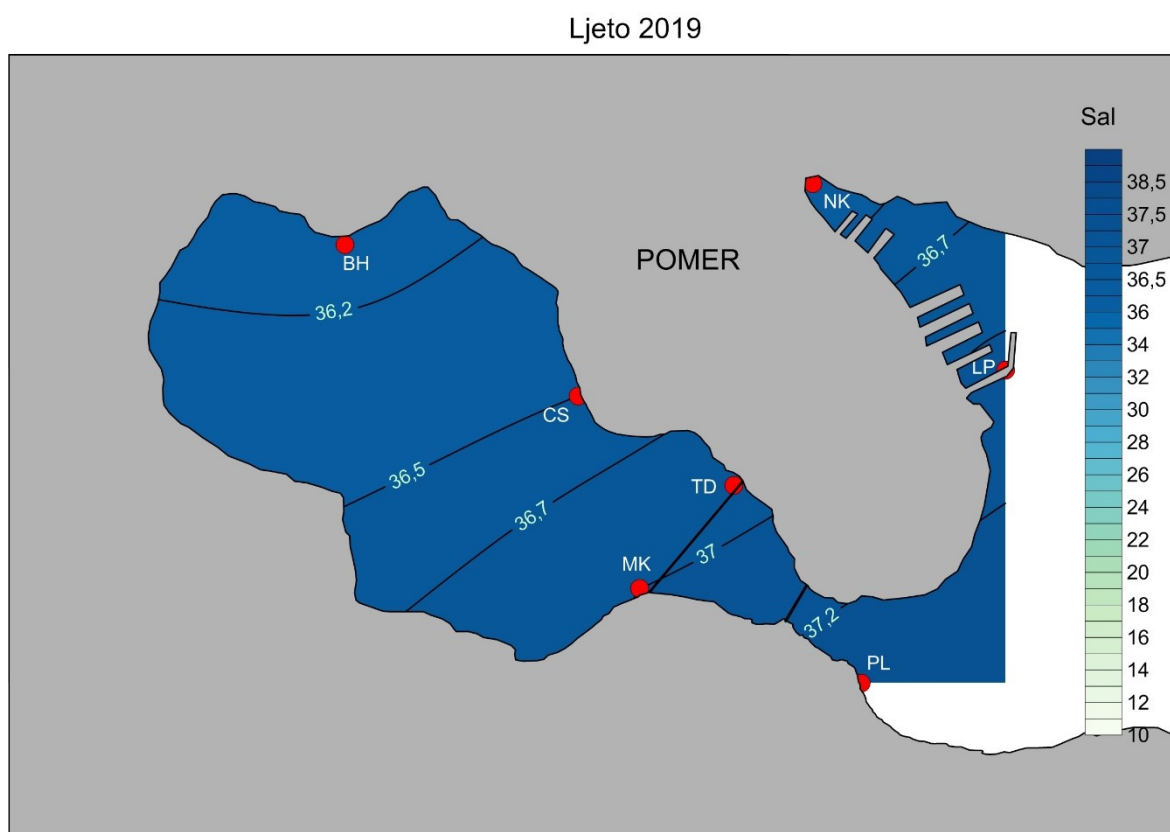
Tijekom ljetnog uzorkovanja, temperatura na području Pomera je dosegla najveću vrijednost od 28,5°C na postajama MK na južnoj strani Šćuze (uvale Ribnjak) kraj umjetne brane i na postaji PL uz plažu izvan Šćuze, dok su najniže temperature (26,5°C) zabilježene na postajama CS, uz sjevernu obalu Šćuze i NK na samom kraju pomerske uvale (Slika 11.). Na ostalim lokacijama temperature su varirale u relativnom uskom rasponu između 27°C i 27,5°C.



Slika 11. Raspodjela temperature (T) tokom ljeta 2019.

5.1.2.Salinitet

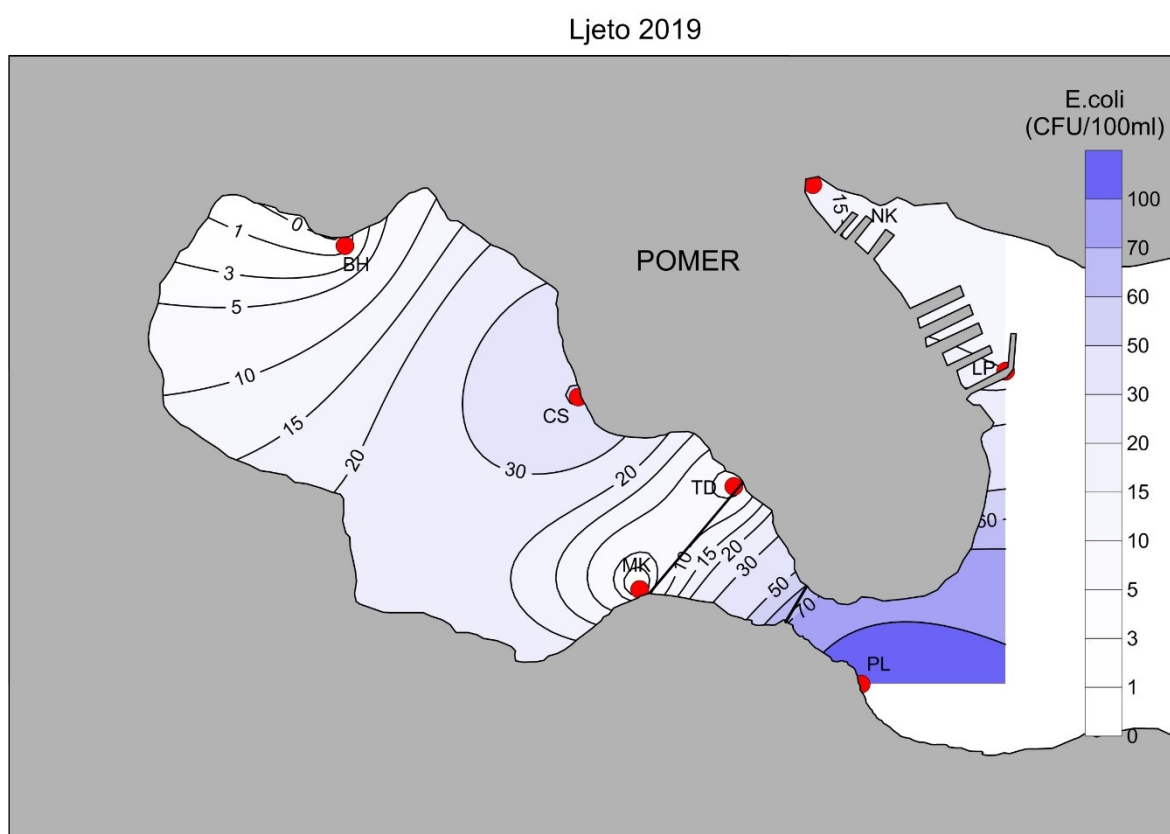
Salinitet je tijekom ljetnog uzorkovanja bio poprilično homogen povećavajući se blago od unutarnjeg djela Šćuze (36,2) prema vanjskim postajama, do najviše vrijednosti od 37,2 kod postaje PL na plaži izvan Šćuze (uvale Ribnjak). Na području marine salinitet je bio sličan kao u južnom djelu uvale Ribnjak s postepenim povećanjem prema jugo-zapadu (Slika 12).



Slika 12. Raspodjela saliniteta (Sal) tokom ljeta 2019.

5.1.3. Koncentracija *E.coli*

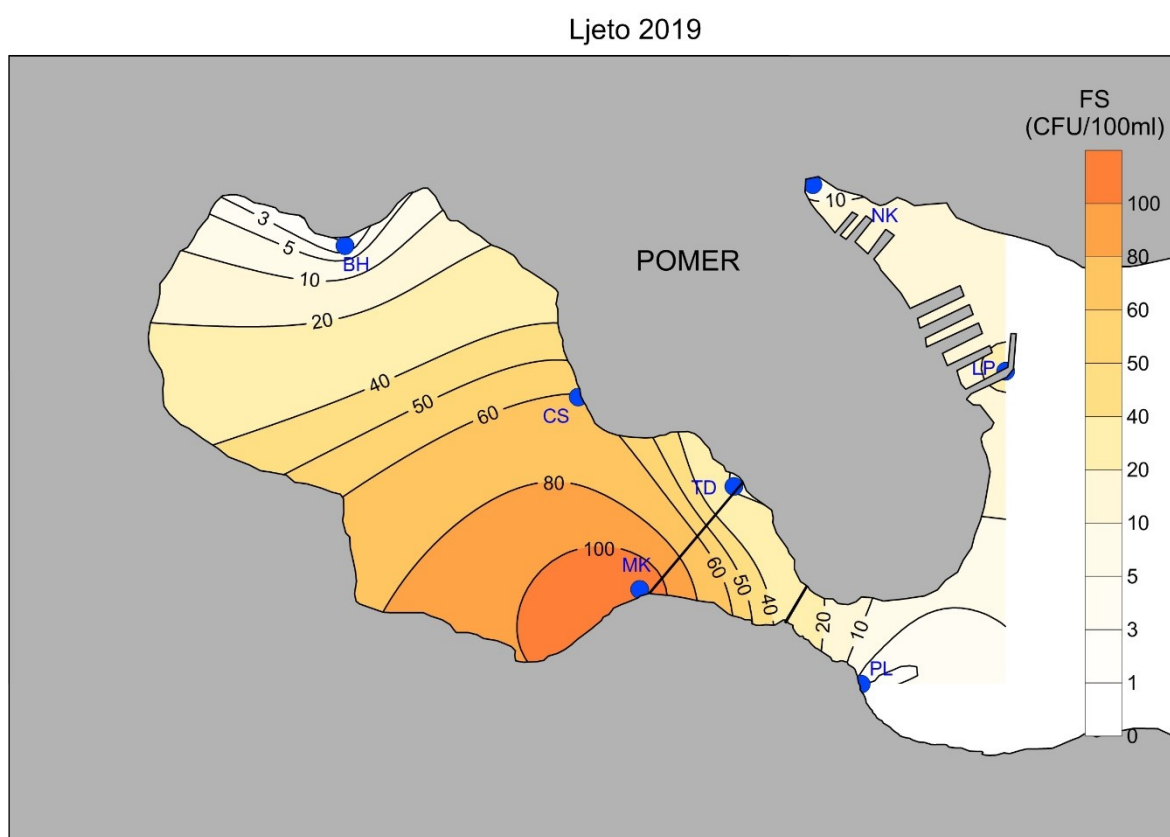
Koncentracija *E. coli* unutar Šćuze bila je relativno niska s blagim povećanjem kod postaje CS (30 CFU/100 ml), gdje se nalazi crpna stanica za otpadne vode (Slika 13). Na ostalim postajama Šćuze koncentracija *E. coli* bila je izrazito niska označavajući da su vode bile izvrsne kakvoće (≤ 10 CFU/100ml). Uzorci prikupljeni kod postaja u Pomerskoj uvali (NK i LP) su također bili karakterizirani niskim koncentracijama *E. coli*, dok je uzorak kod postaje PL pokazao vidljivo povećanje koncentracije bakterijskog indikatora. Bez obzira što je razina bila ispod graničnih vrijednosti postavljenih za more koje se koristi za kupanje i rekreaciju koncentracija *E. coli* ipak upućuje na postojanje nekog manjeg ili privremenog izvora fekalnog onečišćenja kojeg bi svakako trebalo pratiti, pogotovo jer se nalazi na plaži s velikim brojem kupaca.



Slika 13. Raspodjela koncentracije *E.coli* tokom ljeta 2019.

5.1.4. Koncentracija fekalnih streptokoka

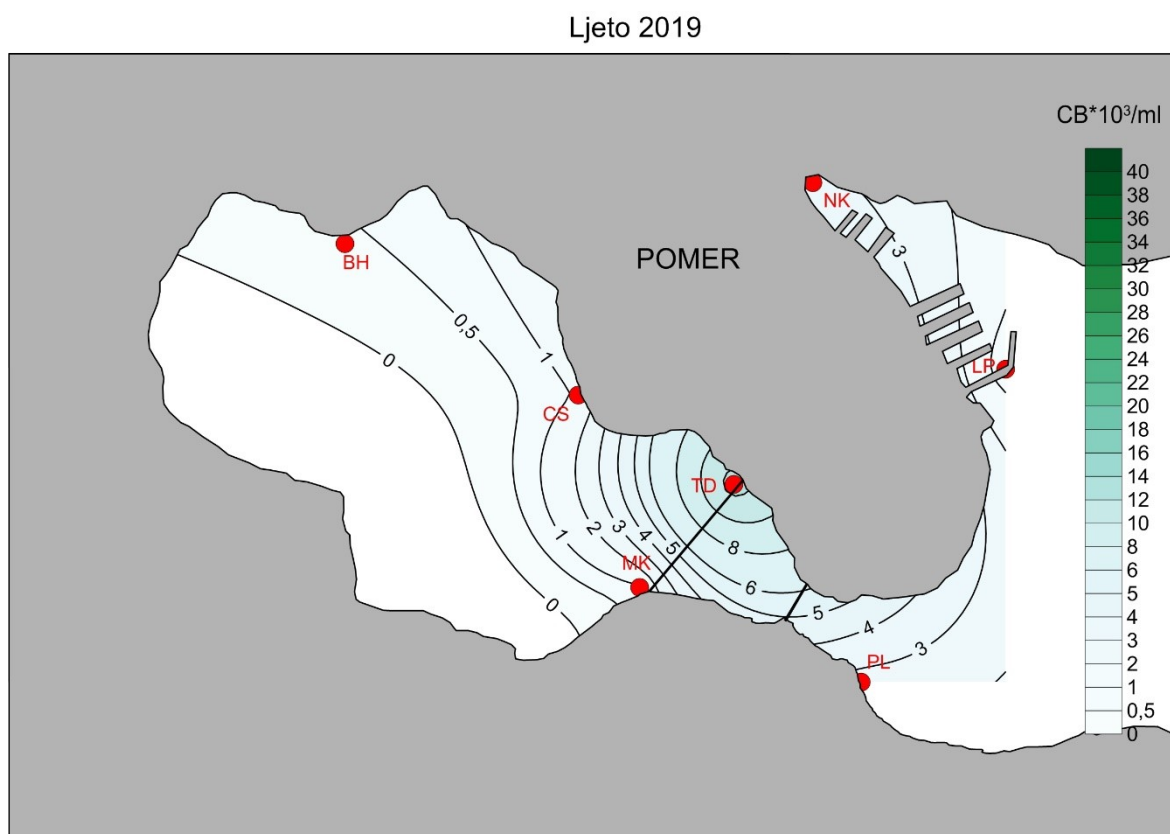
Tijekom ljetnog uzorkovanja, koncentracija fekalnih streptokoka varirala je između 10 CFU/100 ml i 100 CFU/100 ml. Najveće koncentracije su izmjerene na postajama MK (100 CFU/100 ml) i CS (60 CFU/100 ml), dok su na ostalim lokacijama bile jako niske i svugdje niže od 20 CFU/100 ml (Slika 14.). Prosječna vrijednost koncentracije fekalnih streptokoka za cijelo područje istraživanja iznosila je 33,54 CFU/100 ml.



Slika 14. Raspodjela koncentracije fekalnih streptokoka (FS) tokom ljeta 2019.

5.1.5. Koncentracija cijanobakterija

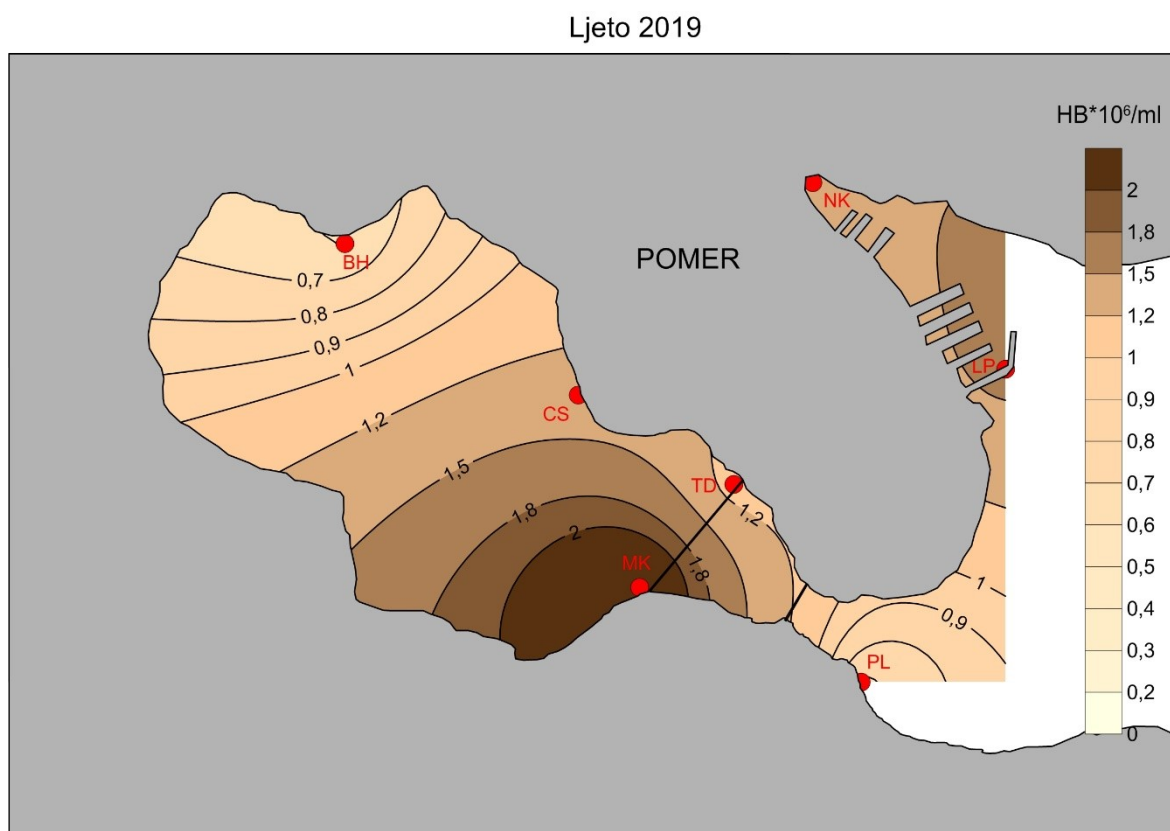
Tijekom ljetnog uzorkovanja brojnost cijanobakterija je varirala između $0,4 \cdot 10^3$ i $10 \cdot 10^3$ stanica/ml (Slika 15.). Najniža koncentracija izmjerena je na postaji BH dok je najviša zabilježena na postaji TD. Generalno, primijećen je blagi porast koncentracije cijanobakterija u uvali Šćuzi (Ribnjak) u smjeru istok-zapad, dok u Pomerskoj luci broj je bio blago povećan u unutrašnjem dijelu uvale. Prosječna koncentracija cijanobakterija za ljetni period uzorkovanja je iznosila $3,95 \cdot 10^3$ ml.



Slika 15. Raspodjela koncentracije cijanobakterija (CB) tijekom ljeta 2019.

5.1.6. Koncentracija heterotrofnih bakterija

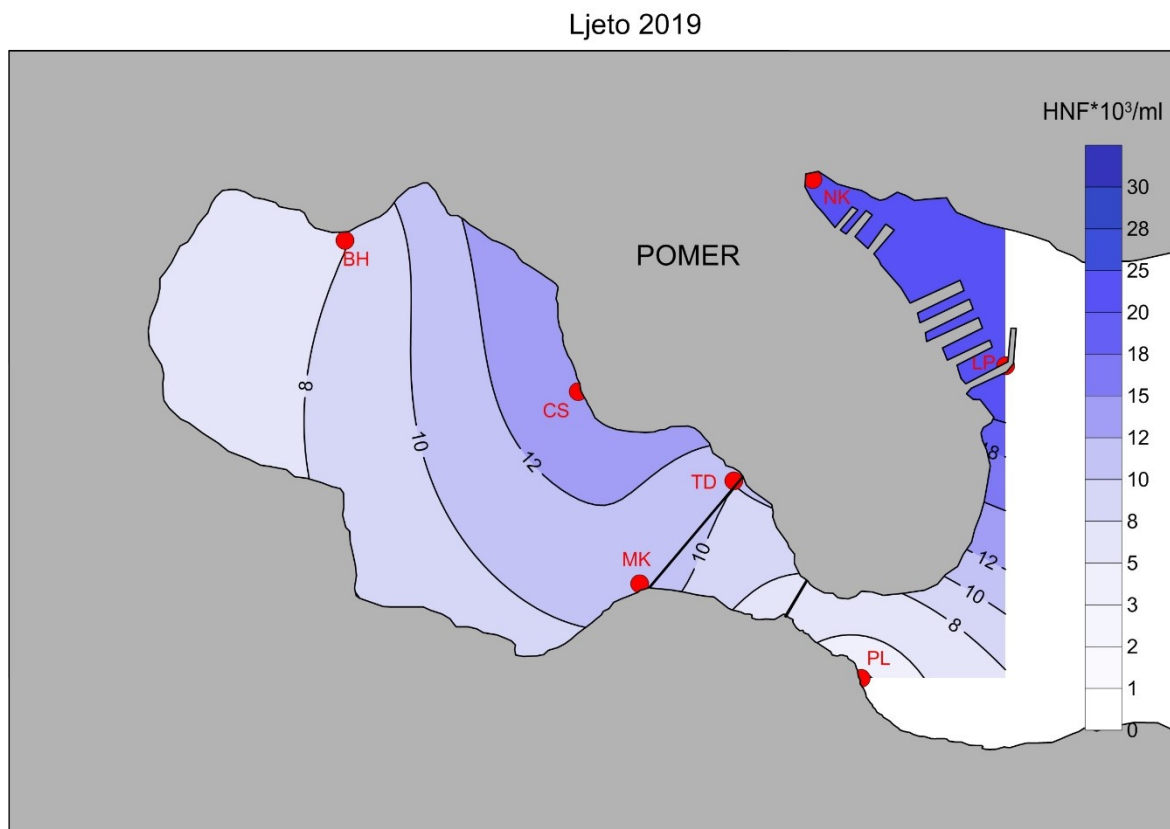
Brojnost heterotrofnih bakterija je varirala između $0,6 \cdot 10^6$ – $2 \cdot 10^6$ stanica/ml (Slika 16.). Najveća koncentracija je izmjerena na postaji MK, dok je najmanja koncentracija heterotrofnih bakterija izmjerena na postaji BH, ukazujući na značajan prostorni gradijent porasta brojnosti bakterija u Šćuzi (uvala Ribnjak) u smjeru sjeverozapad-jugoistok. Prosječna koncentracija heterotrofnih bakterija je iznosila $0,85 \cdot 10^6$ stanica/ml. Na postaji PL izvan uvale Šćuza brojnost je bila poprilično niska i slična najnižim koncentracijama unutar Šćuze. U pomerskoj luci koncentracije heterotrofnih bakterija bile su bliske najvećim koncentracijama u uvali Šćuzi s trendom blagog porasta od unutrašnjosti uvale kod postaje NK ($1,2 \cdot 10^6$ stanica/ml) prema vanjskom dijelu pomerske luke kod postaje LP ($1,5 \cdot 10^6$ stanica/ml).



Slika 16. Raspodjela koncentracije heterotrofnih bakterija (HB) tokom ljeta 2019.

5.1.7. Koncentracija heterotrofnih nanoflagelata

U ljetnom uzorkovanju, koncentracija heterotrofnih nanoflagelata je varirala između $8 \cdot 10^3$ - $25 \cdot 10^3$ stanica/ml (Slika 17.). Najmanja brojnost je izmjerena na postaji BH unutar Šćuze a najveća na postaji NK u unutrašnjem dijelu pomerske luke. Prosječna koncentracija heterotrofnih bakterija je iznosila $12,64 \cdot 10^3$ stanica/ml.

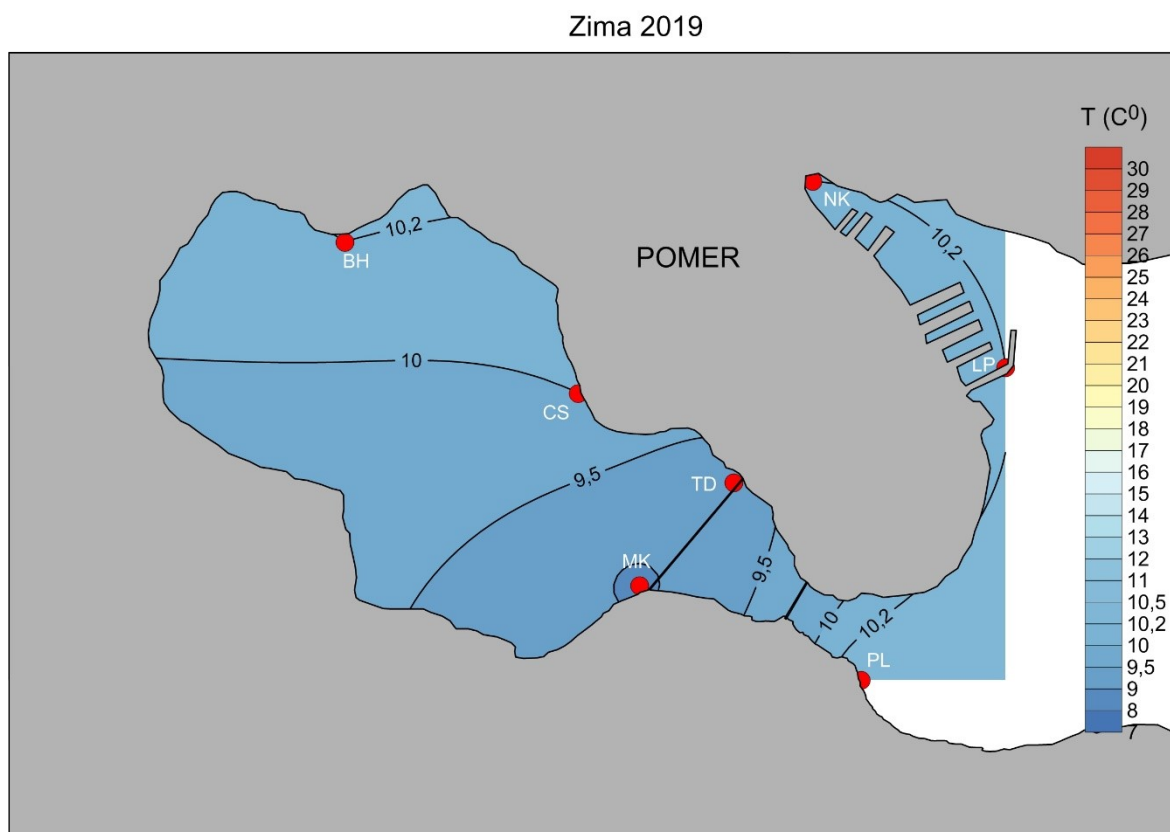


Slika 17. Raspodjela koncentracije heterotrofnih nanoflagelata (HNF) tokom ljeta 2019.

5.2. Zima 2019.

5.2.1. Temperatura

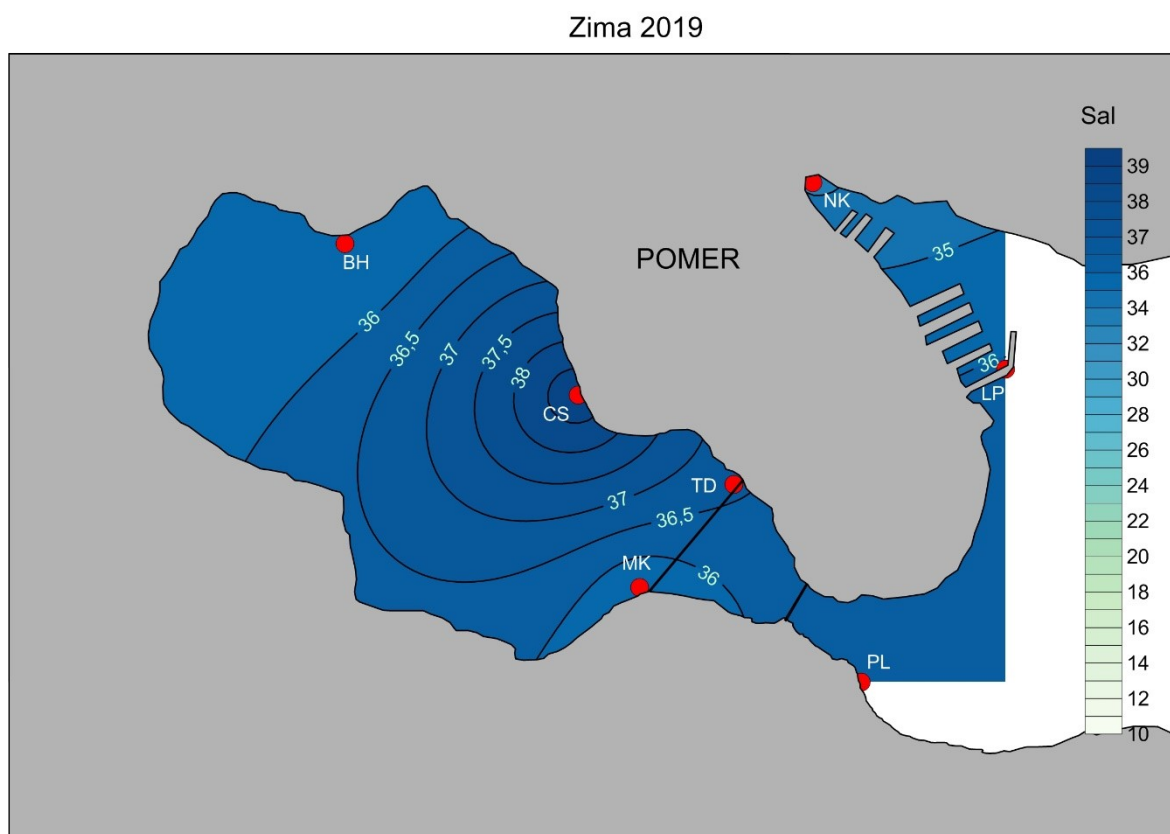
Tijekom zimskog uzorkovanja, temperatura površine mora je varirala u uskom rasponu između 9°C i 10,5°C. Najviše temperature izmjerene su na postajama BH,NK,LP, dok su najniže temperature izmjerene na postajama MK i TD. Prosječna temperatura bila je relativno niska te iznosila je 9,9°C (Slika 18.).



Slika 18. Raspodjela temperature (T) tokom zime 2019.

5.2.2. Salinitet

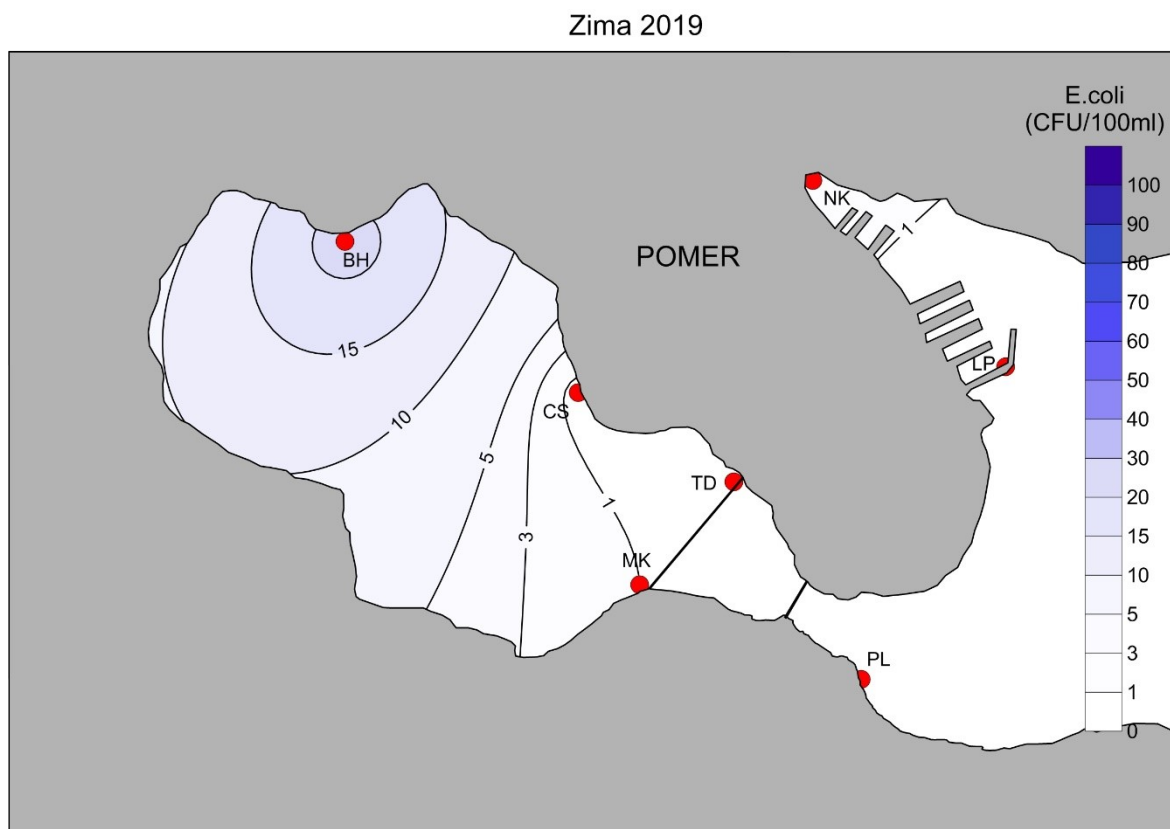
Salinitet se kretao između 33 i 39 psu. Minimalna vrijednost je zabilježena na postaji NK dok je maksimalna vrijednost zabilježena na postaji CS. Prosječan salinitet iznosio je 36 psu. Unutar Šćuze salinitet je na dvije lokacije bio smanjen, ukazujući najvjerojatnije na prisutnost određenih izvora slatke vode (Slika 19.). U pomerskoj luci salinitet je bio niži u unutrašnjem djelu najvjerojatnije zbog unosa površinskih oborinskih voda.



Slika 19. Raspodjela saliniteta (Sal) tokom zime 2019.

5.2.3. Koncentracija *E. coli*

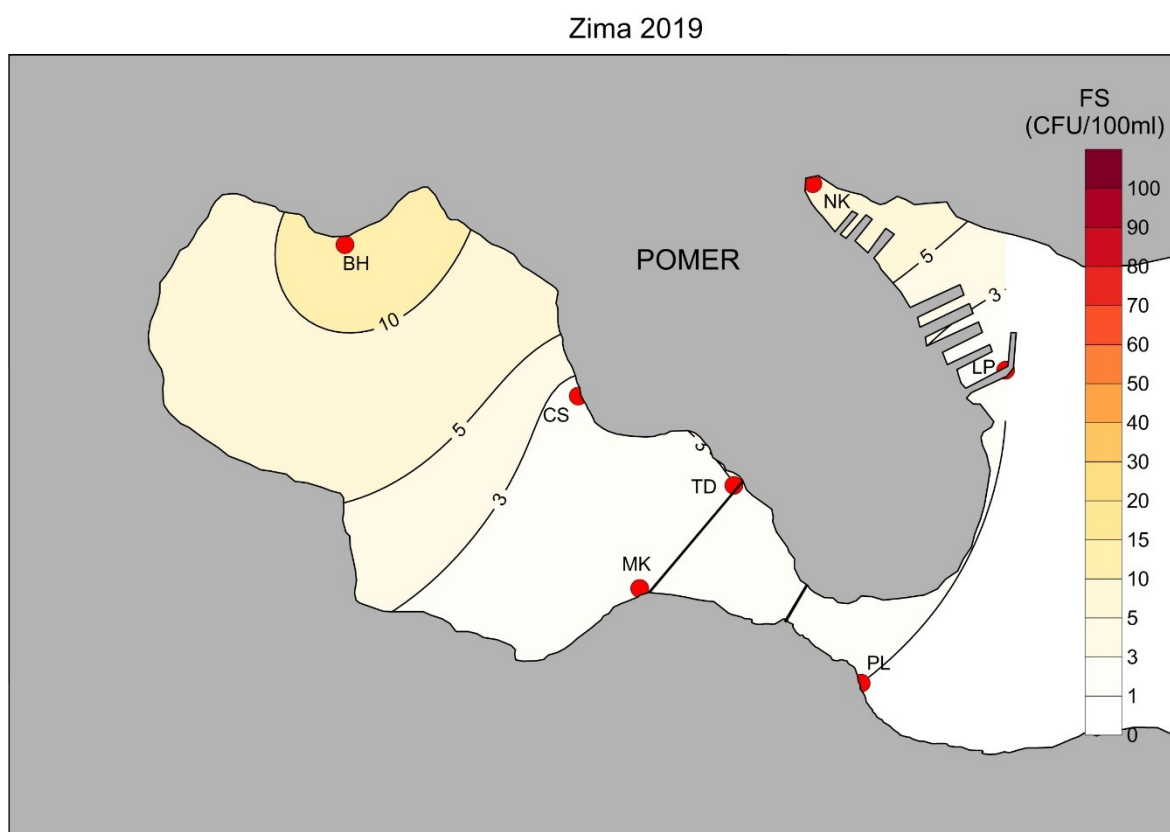
Koncentracija *E. coli* je varirala između 0 i 20 CFU/100 ml. Sve su vrijednosti bile jako niske i ispod 10 CFU/100 ml s izuzetkom postaje BH gdje je postignuta i najviša koncentracija bakterijskih indikatora (Slika 20.).



Slika 20. Raspodjela koncentracije *E. coli* tokom zime 2019.

5.2.4. Koncentracija fekalnih streptokoka

Tijekom zimskog uzorkovanja, kao u slučaju *E. coli*, koncentracije fekalnih streptokoka bile su izrazito niske (≤ 10 CFU/100 ml) u većem dijelu Šćuze (uvale Ribnjak) osim kod postaje BH (Slika 21.). U pomerskoj luci zabilježeno je blago povećanje koncentracije fekalnih streptokoka u unutarnjem dijelu, ali uvijek s generalno jako niskim koncentracijama.

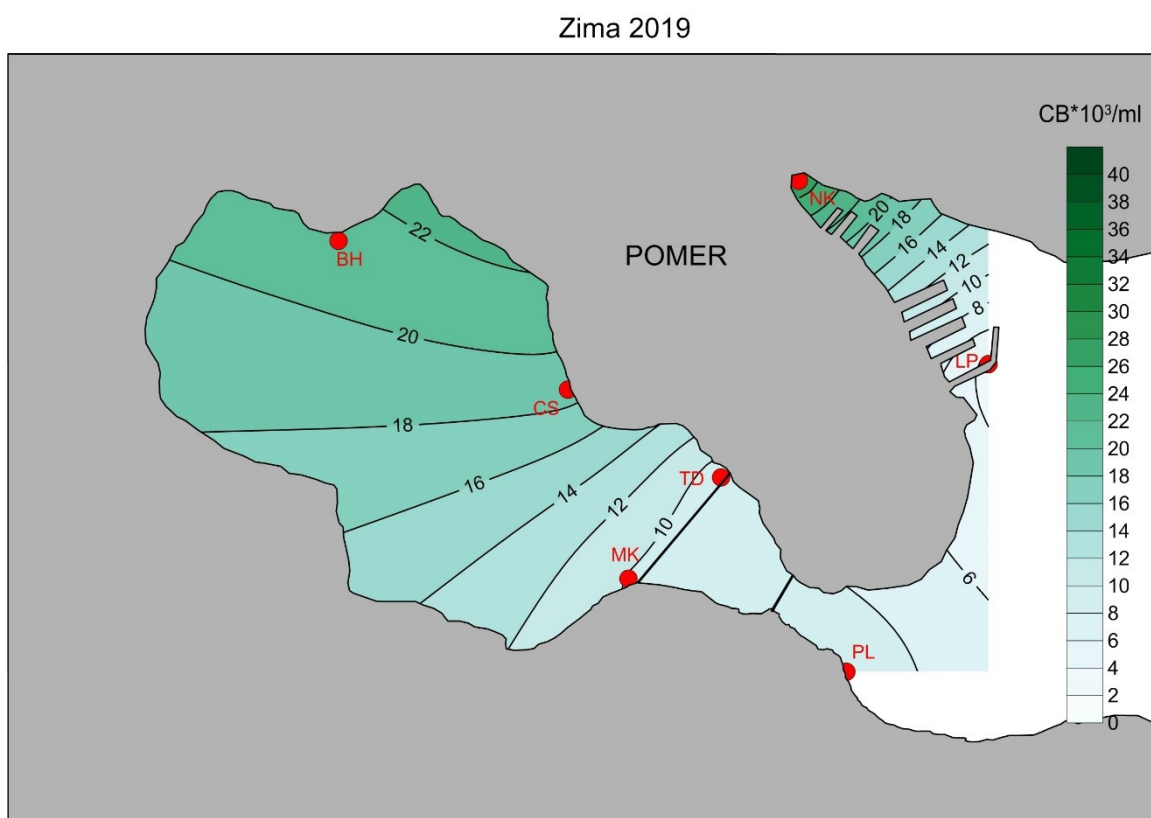


Slika 21. Raspodjela koncentracije fekalnih streptokoka (FS) tokom zime 2019.

5.2.5. Koncentracija cijanobakterija

Koncentracija cijanobakterija je varirala u relativno širokom rasponu, između $6 \cdot 10^3$ i $23 \cdot 10^3$ stanica/ml. Kod Šćuze i kod Pomerske luke uočeno je znatno povećanje brojnosti cijanobakterija u unutrašnjim dijelovima uvala, dok su najniže vrijednosti zabilježene kod postaje PL (Slika 22.).

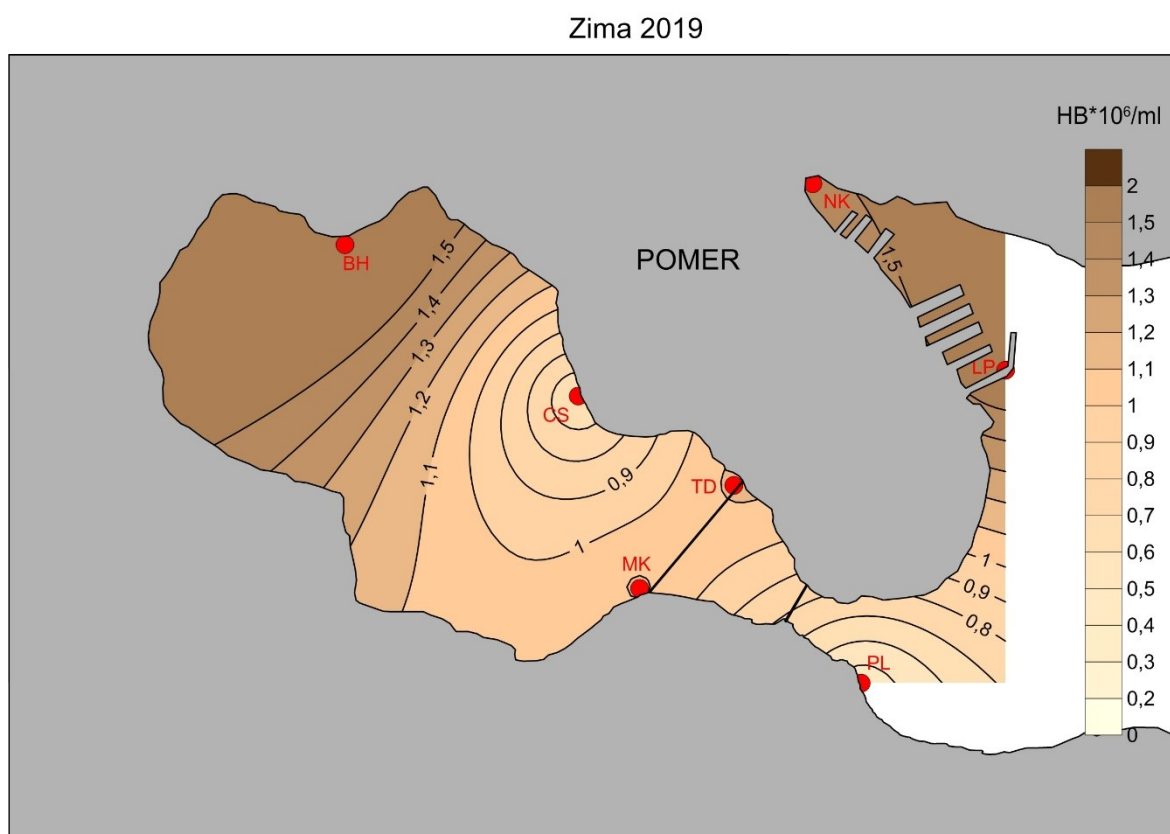
Prosječna brojnost cijanobakterija tijekom monitoringa iznosila je $20 \cdot 10^3$ ml.



Slika 22. Raspodjela koncentracije cijanobakterija (CB) tokom zime 2019.

5.2.6. Koncentracija heterotrofnih bakterija

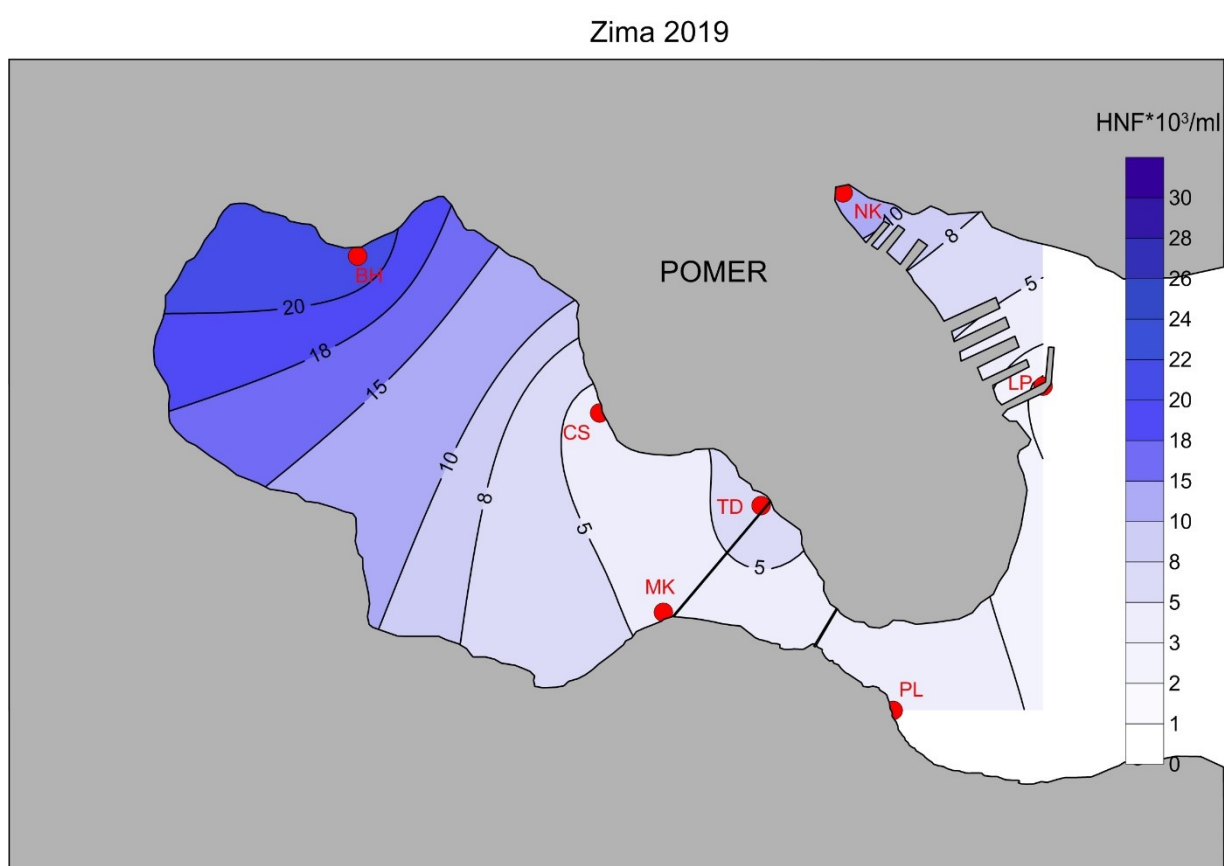
Koncentracija heterotrofnih bakterija je varirala između $0,5 \cdot 10^6$ - $1,8 \cdot 10^6$ stanica/ml. Najmanja vrijednost koncentracije je izmjerena na postaji PL, dok je na postajama NK i BH izmjerena najveća vrijednost koncentracije. Heterotrofne bakterije bile su vidljivo brojnije u sjeverozapadnom dijelu Šćuze sa znatnim smanjenjem kod postaja CS i MK (Slika 23.). Postaja kraj plaže PL, bila je karakterizirana znatno nižim koncentracijama heterotrofnih bakterija u odnosu na visoke razine unutar Šćuze. Na području pomerske luke koncentracije su bile visoke i usporedive sa najvišim vrijednostima unutar Šćuze. Na toj lokaciji brojnosti bakterija se nisu jako razlikovale u unutrašnjem i vanjskom dijelu uvale. Prosječna brojnost heterotrofnih bakterija u istraživanom području iznosila je $0,86 \cdot 10^6$ stanica/ml.



Slika 23. Raspodjela koncentracije heterotrofnih bakterija (HB) tokom zime 2019.

5.2.7. Koncentracija heterotrofnih nanoflagelata

Koncentracija heterotrofnih nanoflagelata je varirala između $3 \cdot 10^3$ i $21 \cdot 10^3$ stanica/ml. Najveću koncentraciju HNF imala je postaja BH dok su postaje PL i MK imale najmanju (Slika 24.). Unutar Šćuze, HNF su dobro pratili raspodjelu heterotrofnih bakterija i cijanobakterija koji su njihov plijen, pa je njihova brojnost bila znatno veća gdje su spomenute komponente mikrobne zajednice bile brojnije. U pomerskoj luci porast koncentracije HNF bio je blaži iako se i u ovom slučaju može povezati s većim brojem svog plijena. Prosječna vrijednost HNF je iznosila $14,1 \cdot 10^3$ stanica/ml.



Slika 24. Raspodjela koncentracije heterotrofnih nanoflagelata (HNF) tokom zime 2019.

6. DISKUSIJA

Područje Pomera obuhvaća relativno rijetko naseljeno mjesto koje pripada općini Medulin, u kojem se manji dio posjeda koristi za turističke djelatnosti. Pored toga na ovom je području smještena i marina. Analiza hidrografskih uvjeta pokazala je da su površinske vode u uvalama Ribnjak i Pomer imale temperaturu i salinitet u skladu sa tipičnim vrijednostima u sjevernom Jadranu. Oba parametra su bila dosta ujednačena u svakoj sezoni s blagim horizontalnim prostornim promjenama. Zimi su prosječna temperatura i salinitet iznosili 9,9 °C i 36 psu dok je tijekom ljeta prosječna temperatura bila 27,5°C, a salinitet 36,7 psu. Generalno unutarnji dio uvale Ribnjak i Pomera imao je malo niži salinitet u odnosu na okolna područja. Ljeti je voda bila malo hladnija na mjestima gdje je i salinitet bio niži, ukazujući na prisutnost priobalnih izvora slatke vode. Tijekom zime je salinitet površinskih voda pokazao veće oscilacije (od 33 do 39) u odnosu na ljeto (36,2-37,2), najvjerojatnije zbog veće količine oborinske vode koja se ulijevala u hladnijem dijelu godine putem kanala za oborinske vode. Na istraženim lokacijama nisu uočeni vidljivi znakovi značajnog unosa otpadnih voda poput kanalizacijskih tokova, plutajućih materijala ili neugodnih mirisa što je bilo i potvrđeno rezultatima indikatora fekalnog onečišćenja, čije su koncentracije uvijek bile unutar graničnih vrijednosti propisanih za vode koje se koriste za kupanje i rekreaciju. Tijekom zime koncentracije fekalnih indikatora bile su iznimno niske na svim postajama sa blagim porastom isključivo u naj unutarnjem dijelu uvale Ribnjak. Ljeti koncentracije *E. coli* i crijevnih enterokoka bile su više u odnosu na zimu no imale su različitu prostornu distribuciju. *E. coli* je bila prisutna najvećom koncentracijom kraj plaže izvan uvale Ribnjak, najvjerojatnije zbog unosa kupačima i sezonskih ugostiteljskih objekata koji su tamo koncentrirani. Uočeno je da u obalnim rekreacijskim područjima, posebice plaže i turistički ugostiteljski objekti koja nisu pod utjecajem otpadnih voda mogu biti onečišćena bakterijama i gljivicama. Stoga se može naslutiti, da kupanje na prenapučenim plažama može biti efikasan način prijenosa virusnih, bakterijskih i gljivičnih infekcija. Time se može pretpostaviti da kupači mogu biti izvor mikroorganizama, posebice koliforma i fekalnih streptokoka (Krstulović i Šolić 2006; Sović 2017). S druge strane FS su pokazali vidljivi porast

unutar uvale Ribnjak, uglavnom oko ispusta oborinskih voda na južnom dijelu zaljeva. Znatno veći udio FS u odnosu na *E. coli* u uvali Ribnjak ukazuje da se radilo ili o starijem fekalnom onečišćenju ili da je fekalni materijal u oborinskim vodama uglavnom životinjskog porijekla ili produkt ispiranja tla. Sukladno rezultatima ovog rada, može se utvrditi da se radi o plitkom zaljevu u kojem i umjereni unos FS može utjecati na cijelo južno područje uvale. Na području marine Pomer, tijekom sezona nisu zabilježeni znakovi fekalnog onečišćenja što bi se moglo opravdati odsutnošću kupača na tom području, te propisnom zbrinjavanju fekalnih i oborinskih voda.

Usporedivši podatke o sanitarnoj kvaliteti mora na području Pomera i uvale Ribnjak može se primijetiti da su sanitarni uvjeti spomenutih uvala znatno bolji u odnosu na glavne luke zapadne Istre poput Pule i Rovinja gdje na pojedinim lokacijama (u okolici kanalizacijskih ispusta) koncentracije fekalnih indikatora su premašile i 1000 CFU/100 ml (Sović 2017 ; Venier 2016). Koncentracije fekalnih indikatora koje su bile slične onima izmjerenim u ovom istraživanju zabilježene su u luci Valbandon (Grahović, 2020) i u Lukama u Poreču i Medulinu (Sović 2017) u kojima je primijećen trend povećanja koncentracije fekalnih indikatora na lokacijama gdje su prisutni izvori slatkih voda ili značajnijeg ispiranja tla.

Mikrobna zajednica uvale Ribnjak i Pomerske vane pokazuje je velike prostorne razlike u brojnosti svih svojih komponenata. Tijekom zime HB, HNF i CB imale su sličnu distribuciju sa maksimalnim vrijednostima u unutrašnjim dijelovima obiju uvala koja je pratila i distribuciju fekalnih indikatora, smanjeni salinitet i blago povećanje temperatura. Iz navedenog je vidljivo da u zimskom razdoblju utjecaj unosa kopnenih voda pogodio je razvitku brojnije mikrobne zajednice u odnosu na ostale lokacije. Tijekom ljetnog uzorkovanja HB su postigle najviše abundancije na dvije različite lokacije: prva, na jugoistočnoj strani uvale Ribnjak gdje su izmjerene i najveće temperature i koncentracije FS a druga, u vanjskom dijelu Pomerske marine gdje su također temperature bile relativno više. Za pretpostaviti je kako se veliki porast HB unutar uvale Ribnjak može pripisati najvjerojatnije istom izvoru koji je doprinio povećanju koncentracije FS te ujedno unio i određenu količinu otopljenog organskog materijala putem brodskih otpadnih tvari koji su pogodovali bakterijskom rastu. Za

područje maksimalne HB abundancije kod Pomera čimbenik koji je prouzročio povećanje broja HB nije identificiran i valjda se nalazi izvan lokacije istraživanja. Najviše abundancije HNF tijekom ljeta su pratile brojnost svog glavnog plijena (HB) kod Pomerske marine, no unutar uvale Ribnjak imale su općenito nižu koncentraciju i distribuciju koja nije pratila HB. CB su tijekom ljeta bile malobrojne i uglavnom nepovezane s ostalim komponentama mikrobne zajednice i hidrografskim uvjetima. Generalno, sezonske razlike abundancije mikrobne zajednice bile su uočljive samo za CB koje su u prosjeku bile oko pet puta brojnije u zimskom razdoblju, dok su HB i HNF imali slične srednje vrijednosti i ukupni raspon vrijednosti. Valja naglasiti da su maksimalne vrijednosti mikrobne zajednice, pogotovo kod HB, bile poprilično visoke i bliske gornjima granicama za te organizme u sjevernom Jadranu. Naime njihove se vrijednosti uobičajeno kreću između $0,23 \times 10^6$ i $0,56 \times 10^6$ stanica/ml zimi, dok ljeti i u listopadu dostižu maksimalne vrijednosti preko 10^6 stanica/ml (Zaccone i sur., 2002.).

Takve brojnosti HB su prethodno zabilježene tijekom cvatnji fitoplanktona (1.24×10^6 stanica/mL) (Fuks i sur., 2012), kod pojave sluzavih nakupina ($\sim 1.1 \times 10^6$ stanica/mL) (Fuks i sur., 2005) ili kraj industrijskih (3.9×10^6 - 5.8×10^6 stanica/mL) (Paliaga i sur., 2017) i kanalizacijskih ispusta (1.4×10^6 stanica/mL) otpadnih voda (Paliaga i sur., 2015). Stoga proizlazi da je sustav uvale Ribnjak i Pomerske marine izrazito bogat organskim tvarima koje održavaju tako visoku bakterijsku brojnost i proizvodnju. Najvjerojatnije dva najvažnija izvora organske tvari u tim uvalama su intenzivno ispiranje šumskih i poljoprivrednih područja i autohtona proizvodnja organskog materijala od velikih livada morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* koja ima izrazito gusta i bogata naselja na tim lokacijama. Iz svih navedenih rezultata ispada da je istraženo područje, svojom dinamikom i prema osobinama hidrografskih uvjeta bilo najbližije Valbandonskoj luci, no najvjerojatnije zbog veće produktivnosti i zatvorenosti sustava njegova morska mikrobna zajednica je bila poprilično brojnija i zapravo postigla jako visoku brojnost bez prisutnosti nekog značajnog izvora kontaminacije.

7. ZAKLJUČAK

U ovom je radu zadatak bio proučiti i analizirati mikrobnu zajednicu mora u uvali Ribnjak i u luci Pomer, te na istim postajama utvrditi hidrografske uvjete i sanitarnu kakvoću mora.

Hidrografski uvjeti istraženog područja bili su uobičajeni za priobalno područje sjevernog Jadrana, no zbog pličine tog područja i kopnenih utjecaja raspon temperatura i saliniteta bili su širi u odnosu na otvoreno more.

Analiza sanitarne kvalitete mora je pokazala da uvale Ribnjak i Pomer imaju odličnu kvalitetu mora koja je tijekom svih uzorkovanja ocijenjena kao pogodna za ljudske aktivnosti kupanja i rekreacije. Samo na pojedinim lokacijama zabilježen je blagi rast koncentracije fekalnih indikatora, no njihove vrijednosti su bile umjerene, čime se zaključuje prema Uredbi za kakvoću mora za kupanje, da su standardi ukazali da je voda za kupanje izvrsne kakvoće. Glavni izvori onečišćenja su bili povezani sa ispiranjem tla, velikim brojem kupaća na pojedinim plažama i kanalima oborinskih voda.

Mikrobna zajednica je bila poprilično brojna, pogotovo heterotrofne bakterije i heterotrofni nanoflagelati dok su cijanobakterije ostale unutar uobičajenih raspona za sjeverni Jadran. Na pojedinim lokacijama brojnost heterotrofnih bakterija je postigla razine slične kao u izrazito produktivnim ili onečišćenim područjima što upućuje na visok stupanj produktivnosti, dijelom od strane morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*, ali i uslijed ispiranja okolnog tla.

Usporedbom istražene lokacije s drugim obalnim područjima Istarske županije može se zaključiti da su uvala Ribnjak i Pomerska vala najsličnije po dinamici i uvjetima valbandonske luke koja je međutim siromašnija mikroorganizmima.

Zbog posebnih uvjeta zabilježenih u istraženom području preporuča se kontinuirano praćenje hidrografskih, sanitarnih i mikrobioloških parametara uz analizu količine hranjivih soli, kisika i otopljene organske tvari kako bi se moglo što kvalitetnije razumjeti procese koji djeluju na ovo posebno stanište koje je zbog zatvorenosti i okruženosti ljudskim aktivnostima potencijalno ugroženo.

8.SAŽETAK

U ovom istraživanju analizirane su određene komponente morske mikrobne zajednice zimi i ljeti, dviju uvala smještenih na južnoj strani istarskog poluotoka (Uvala Ribnjak i Luka Pomer) koje se intenzivno koriste za turističke aktivnosti. Na taj se način želio dobiti preliminarni uvid generalnog stanja mikrobne zajednice i utvrditi postoje li neki značajni izvori fekalnog onečišćenja na tim lokacijama. Rezultati su pokazali da istraženo područje ima izvrsnu kvalitetu mora i da je mikrobna zajednica imala povećane brojnosti na pojedinim lokacijama što upućuje na visok stupanj produktivnosti, dijelom zbog prisutnosti morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*, ali i uslijed ispiranja okolnog tla.

9.LITERATURA

9.1. Knjige, znanstveni i stručni radovi

1. **Carignan V., Villard M.-A.**, 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review, *Environmental monitoring and assessment* 78: 45-61.
2. **Fuks, D.**, Ivančić, I., Najdek, M., Njire, J., Godrijan, J., Maric Pfannkuchen, D., Silovic, T., Paliaga, P., Blazina, M., Precali, R., Orlić, S., 2012. Changes in the planktonic community structure related to trophic conditions: The case study of the northern Adriatic Sea. *Journal of marine systems*, 96-97: 95-102
3. **Fuks, D.**, Radić J., Radić, T., Najdek, M., Blažina, M., Degobbis, D., Smodlaka, N., 2005. Relationships between heterotrophic bacteria and cyanobacteria in the northern Adriatic in relation to the mucilage phenomenon. *Science of the Total Environment*, 353: 178-188.
4. **Grahović,L.**, 2020. Sanitarno i mikrobiološko stanje mora u luci Valbandon, završni rad,Pula,pp 1-44.
5. **Knudtson LM i Hartman PA.**, 1992. Routine procedures for isolation and identification of enterococci and fecal streptococci. *Appl Environ Microbiol.* Sep;58(9):3027-31. doi: 10.1128/aem.58.9.3027-3031.1992. PMID: 1444416; PMCID: PMC183043.
6. **Krstulović N., Šolić M.**, 2006. Mikrobiologija mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split
7. **McBride M. J.**, 2001. Bacterial gliding motility: multiple mechanisms for cell movement over surfaces, *Annual Review of Microbiology* 55(1), 49-75

8. **Paliaga, P.**, 2015. Accumulation and persistence of fecal pollution in the coastal area of Rovinj, University of Zagreb, Faculty of Science, Doctoral Thesis, Zagreb, pp 1-54
9. **Paliaga, P.**, Korlević, M., Ivančić, I., Najdek, M., 2017. Limited influence of primary treated sewage waters on bacterial abundance, production and community composition in coastal seawaters. *Marine Environmental Research*, 131: 215-226.
10. **Sinton, L. W.**, Donnison, A. M. & Hastie, C. M. (1993) Faecal streptococci as faecal pollution indicators: A review. Part I: Taxonomy and enumeration, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 27:1, 101-115, DOI: 10.1080/00288330.1993.9516549.
11. **Sović T.**, 2017. Procjena mikrobiološkog stanja mora priobalja zapadne Istre, završni rad, Pula, pp 1-53.
12. **Stanier R. Y.**, **Cohen-Bazire G.**, Phototrophic prokaryotes: The Cyanobacteria, *Annual Review of Microbiology* 31(1), 225-274
13. **Tophøj J.**, **Dam Wollenberg R.**, **Sondergaard T. E.**, **Eriksen N. T.**, 2018. Feeding and growth of marine heterotrophic nanoflagellates, *Procyptobia sorokini* and *Paraphysomonas imperforata* on a bacterium, *Pseudoalteromonas* sp. with an inducible defence against grazing, *PLoS ONE* 13(4) p.e0195935.
14. **Venier R.**, 2016. Struktura mikrobne zajednice u uvali Valdibora, završni rad, Pula, pp 1-45.

15. **Zaccone R., Caruso G., Cali C.**, 2002. Heterotrophic bacteria in the northern Adriatic Sea: seasonal changes and ectoenzyme profile, *Marine Environmental Research* 54(1), 1-19
16. **Zaccone R., Caruso G., Cali C.**, 2002. Heterotrophic bacteria in the northern Adriatic Sea: seasonal changes and ectoenzyme profile, *Marine Environmental Research* 54(1), 1-19

9.2. Internet izvori

1. Kakvoća mora u Republici Hrvatskoj – Uredba o kakvoći mora za kupanje
<http://baltazar.izor.hr/plazepub/kakvoća> (7.8.2019.)
2. <http://istra.lzmk.hr/clanak.aspx?id=2147>
3. https://www.aci-marinas.com/aci_marina/aci-marina-pomer/
4. <http://istra.lzmk.hr/clanak.aspx?id=1712>
5. <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/16638-e-coli-infection>
6. <http://m.medulinriviera.info/hr/guide-medulin/beaches/pomer/>
7. <https://www.adrialin.hr/infohr/pomer/> (1.6.2021.)
8. <https://www.medulinriviera.info/hr/attraction/kajakarenje-medulinskim-arhi-pelagom/>

9.3. Popis slika

Slika 5.-11. autorske slike