

MORE IS MORE

UTJECAJ OTPADNIH VODA NA BAKTERIJSKE ZAJEDNICE U VODENOM STUPCU

T. Šilović, P. Paliaga, K. Matošević

Centar za istraživanje mora Rovinj, Laboratorij za morsku mikrobnu ekologiju



UVOD

Ispuštanje kanalizacije u more (Slika 1) značajno utječe na kvalitetu voda u širem priobalnom pojasu. Neobrađene ili primarno obrađene otpadne vode, kakva je većina na našoj obali, obiluju visokim udjelima alohtonih bakterija među kojima prevladavaju patogeni koji predstavljaju opasnost za ljudsko zdravlje. Stoga je jako važno odrediti distribuciju patogena kako bi se procijenio rizik za ljudsko zdravlje.

Otpadne vode bogate su organskim i anorganskim tvarima te mogu sadržavati i toksične tvari poput teških metala, aromatskih spojeva i deterdženata. Promjene u sastavu morske vode mogu uzrokovati promjene u veličini, strukturi, proizvodnji i funkciji mikrobne zajednice.

Autohtona mikrobna zajednica daje brzi odgovor na promjene u okolišu. Stoga će nam utvrđivanje i praćenje sezonske dinamike mikrobne zajednice, te njihovo povezivanje s fizičkim i kemijskim parametrima okoliša, omogućiti bolje razumijevanje utjecaja antropogenog zagađenja na morski okoliš.



Slika 2 Područje istraživanja - uvala Kuvina

Područje istraživanja

Priobalno područje grada Rovinja je vrlo atraktivna turistička lokacija koja u ljetnim mjesecima ugosti i do 35 tisuća turista čime se znatno povećava količina otpadnih voda.

Većina otpadnih voda grada Rovinja prolazi prvi stupanj obrade kojim se odvajaju krutine, pijesak i masnoće, a pročišćeni ostatak se oslobađa u južnom dijelu gradskog akvatorija (uvala Kuvina, Slika 2).

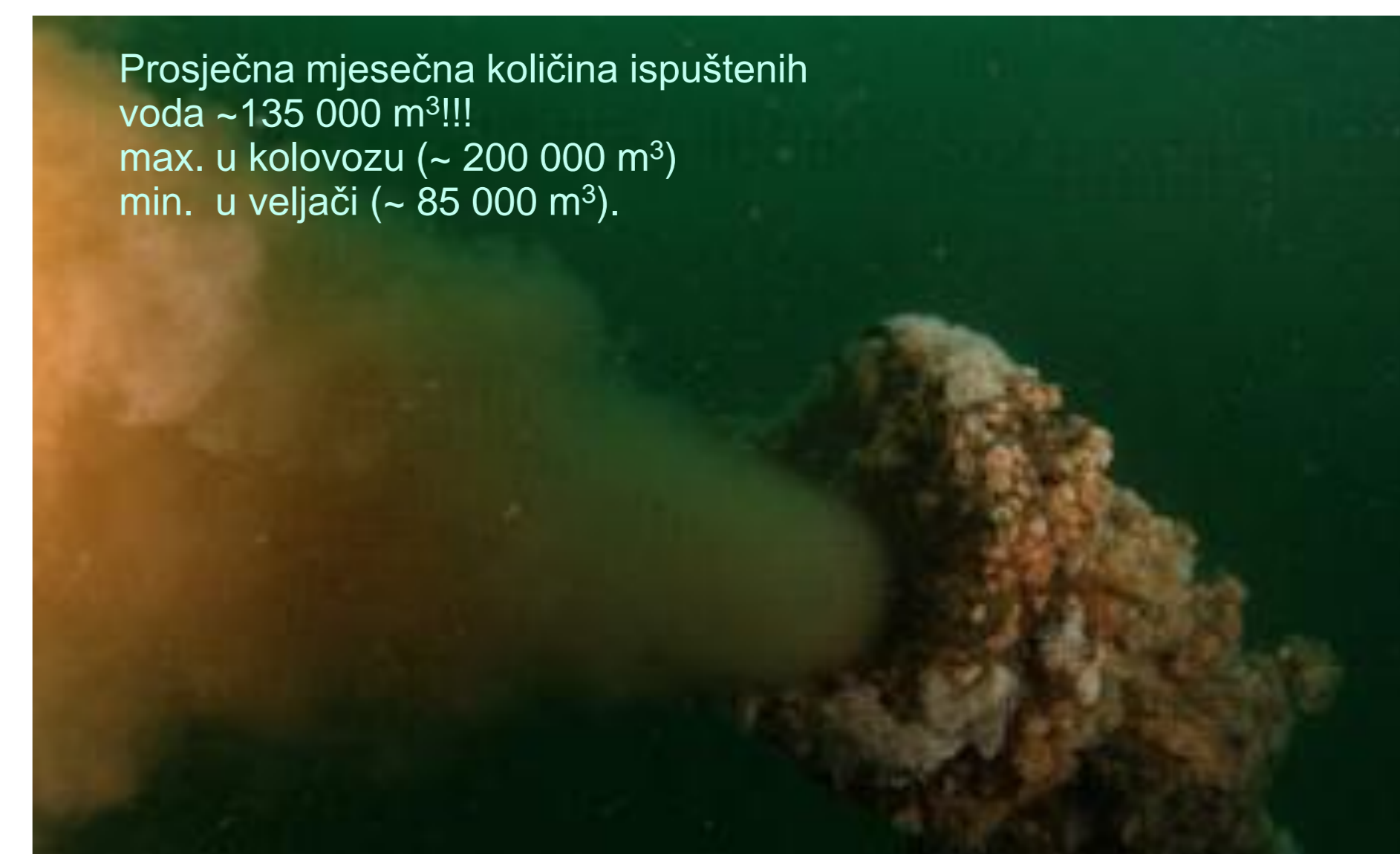
Hidro dinamika tog područja karakterizirana je velikim utjecajem plimnih struja i sezonskim geostrofičkim gibanjima.

Vodeni stupac je tijekom toplijeg dijela godine stratificiran i stabilan s minimalnim vertikalnim miješanjem dok je u zimskom i rano-proljetnom razdoblju karakteriziran izotermijom koja omogućava vertikalno miješanje vodenog stupca.

CILJEVI

Izradom ove studije želi se odgovoriti na pitanje kako otpadne vode podmorskog ispusta Kuvina utječu na:

- sanitarnu kakvoću priobalnog područja Rovinja
- autohtonu mikrobnu zajednicu u okolici Kuvina koju čine pikoeukarioti, cijanobakterije i heterotrofne bakterije



Slika 1 Podmorski kanalizacijski ispušt

Prosječna mjesečna količina ispuštenih voda ~135 000 m³!!!
max. u kolovozu (~ 200 000 m³)
min. u veljači (~ 85 000 m³).

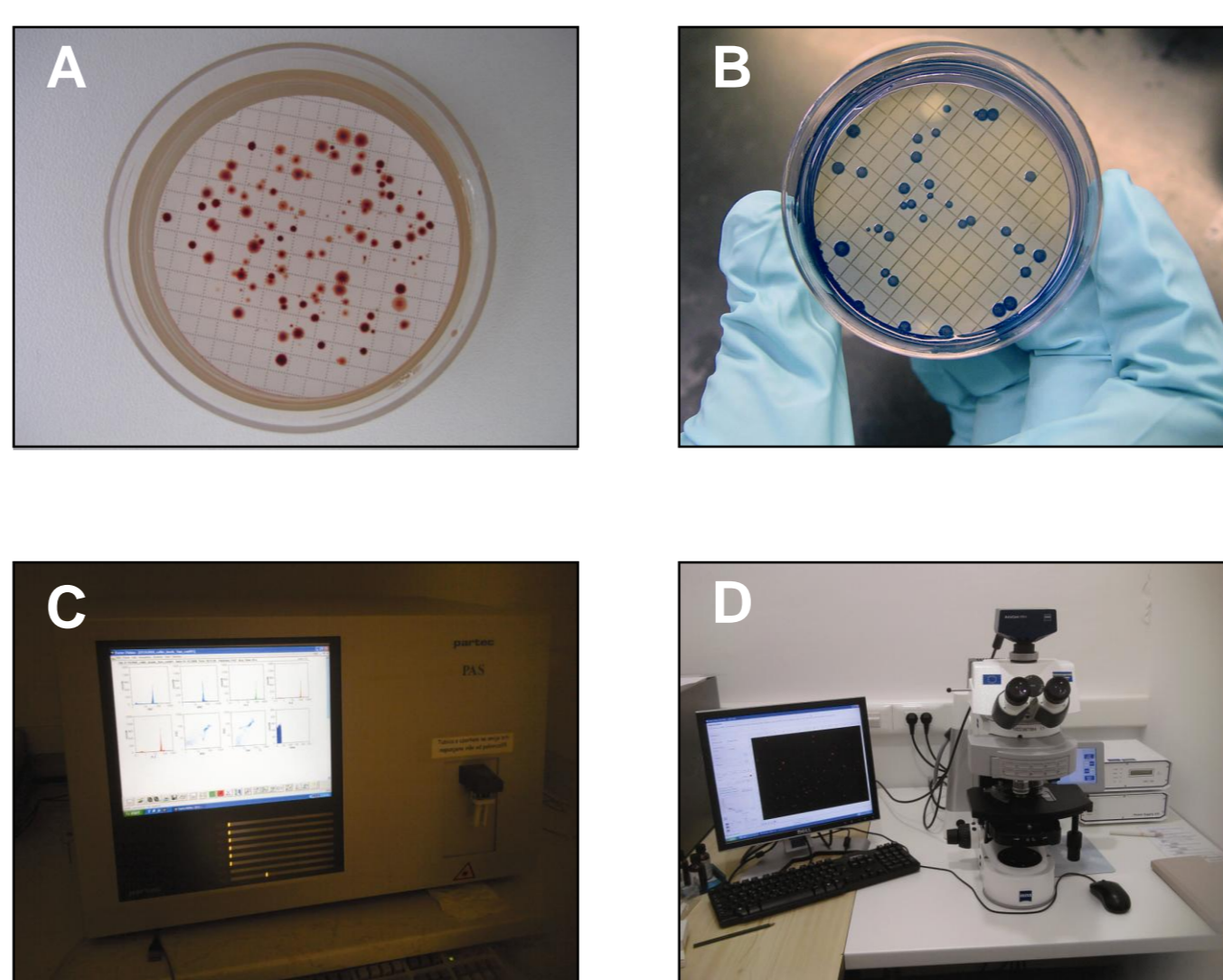
METODOLOGIJA

Uzorkovanje za sanitarnu kakvoću mora obavljeno je 6 puta kroz godinu dana na 15 postaja postavljenih oko ispusta na dubinama od 5, 10 i 20 m. Na 6 postaja u pravcu jugoistoka (SE) prikupljeni su uzorci za analizu morske mikrobne zajednice.

Brojnost heterotrofnih bakterija određena je epifluorescentnim mikroskopom (pod povećanjem 1000 x), nakon bojanja DAPI fluorescentnom bojom koja se veže za DNA.

Brojnost pikoeukariota i cijanobakterija tipa *Synechococcus* određena je metodom protočne citometrije na osnovu razlika u veličini (FSC) i fluorescenciji (FL3, FL2).

Za određivanje koncentracija fekalnih koliforma i streptokoka korištena je metoda membranske filtracije koja se zasniva na filtraciji 100 mL morske vode kroz filtre promjera pora 0,45 µm, te njihovim polaganjem na čvrstu hranjivu podlogu. Nakon inkubacije pri određenoj temperaturi broje se tipične kolonije koje su izrasle na filtru.



Slika 3 A) Fekalni streptokoki; B) fekalni koliformi; C) protočni citometar; D) heterotrofne bakterije pod UV svjetlom na epifluorescentnom mikroskopu

REZULTATI

Sanitarna kakvoća mora

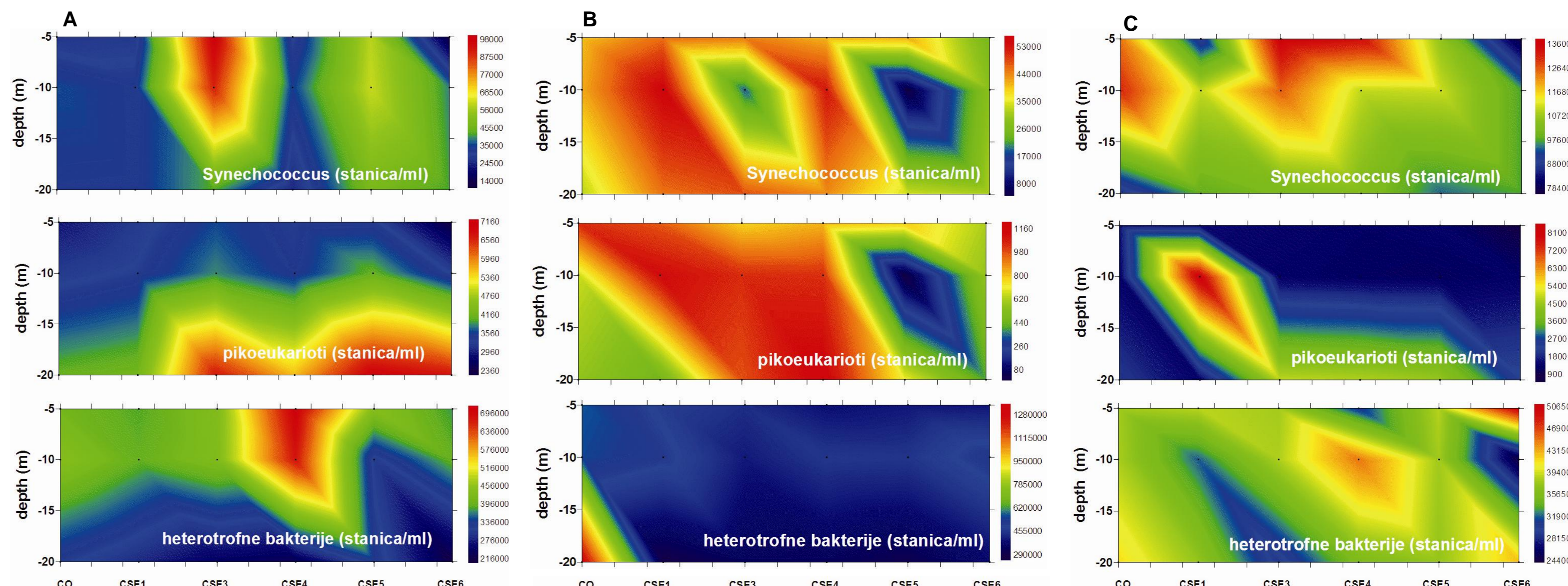
Izmjerene koncentracije fekalnih koliforma i streptokoka pokazale su da je razina i distribucija fekalnog zagađenja jako različita u zimskom i ljetnom razdoblju.

Tijekom ljeta zbog stabilnog stratificiranog vodenog stupca onečišćenje ostaje potisnuto u pridnom sloju, te se samo tamo širi. Područje jačeg onečišćenja se proteže do 300 m od ispusta, ali već na 500 m more je nezagađeno.

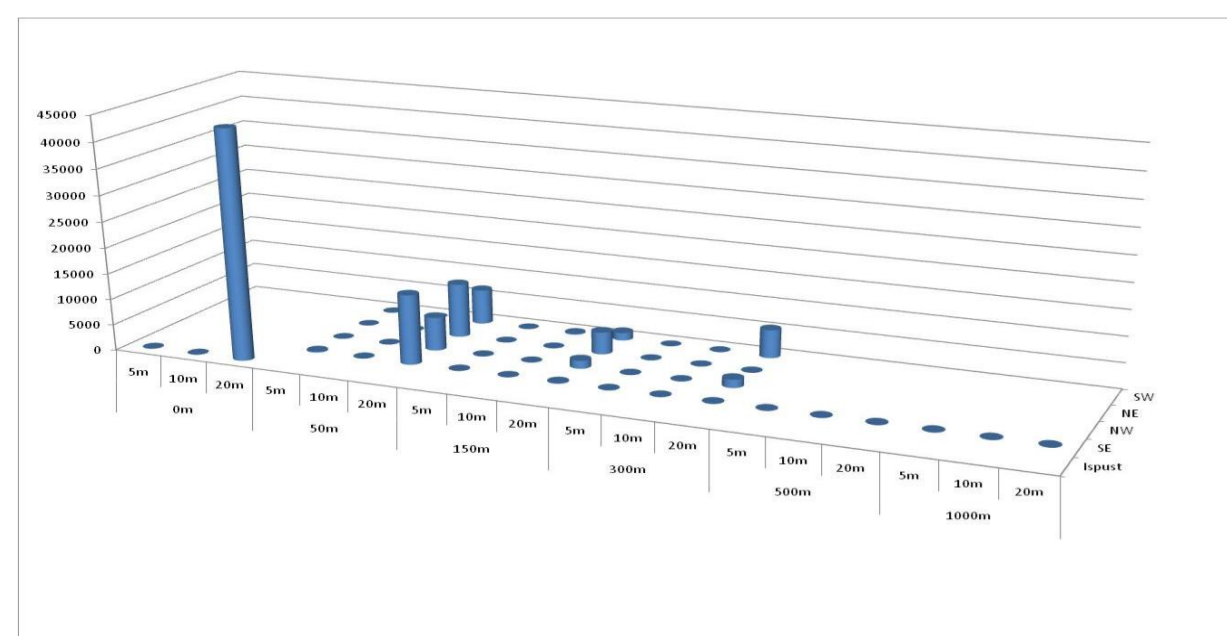
U zimskom razdoblju vodeni stupac je vertikalno izmiješan te omogućuje širenje fekalnog zagađenja prema površini. Zimi je zagađenje koncentrirano na površini, a pri dnu je minimalno. Jače onečišćenje se proteže do 150 m od ispusta.

Maksimalne koncentracije koliforma i streptokoka koje su zabilježene u ljetnim mjesecima (Graf 1 i Graf 2) su oko 10 puta veće od koncentracija u zimskom razdoblju (Graf 3 i Graf 4).

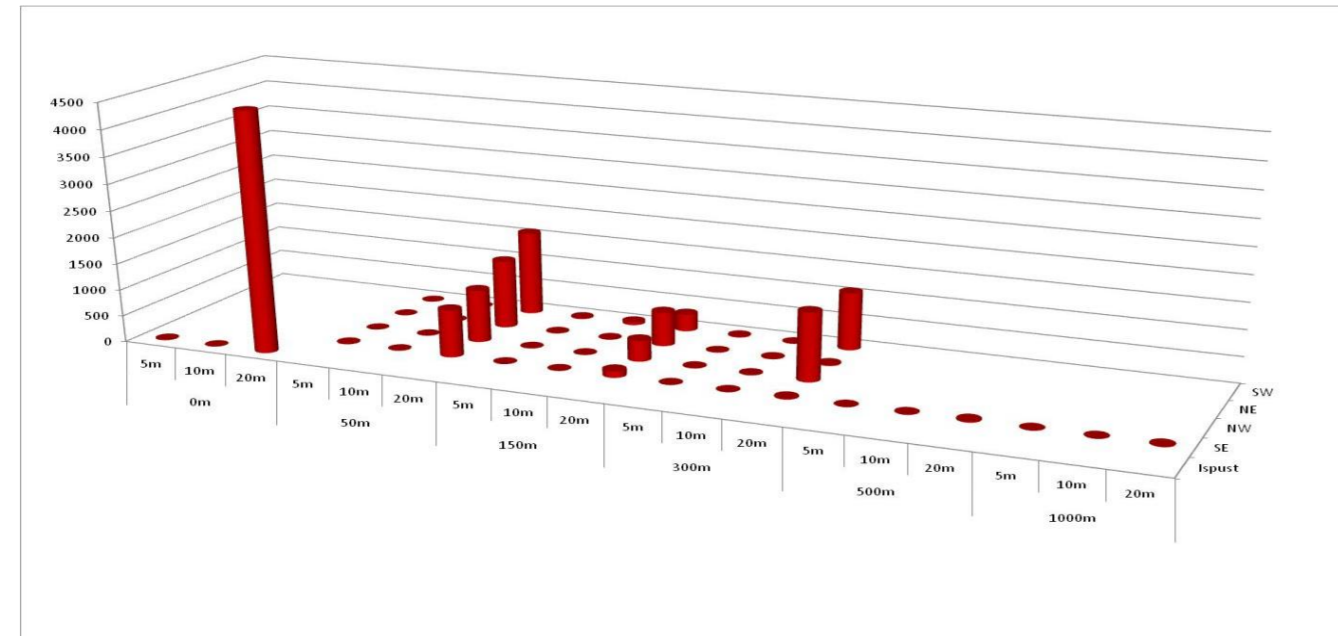
Valja istaknuti da je broj fekalnih koliforma izmjeren na svim postajama znatno veći od broja fekalnih streptokoka tijekom cijele godine što ukazuje na recentno zagađenje. Pritom, oba indikatora pokazuju isti trend zagađenja.



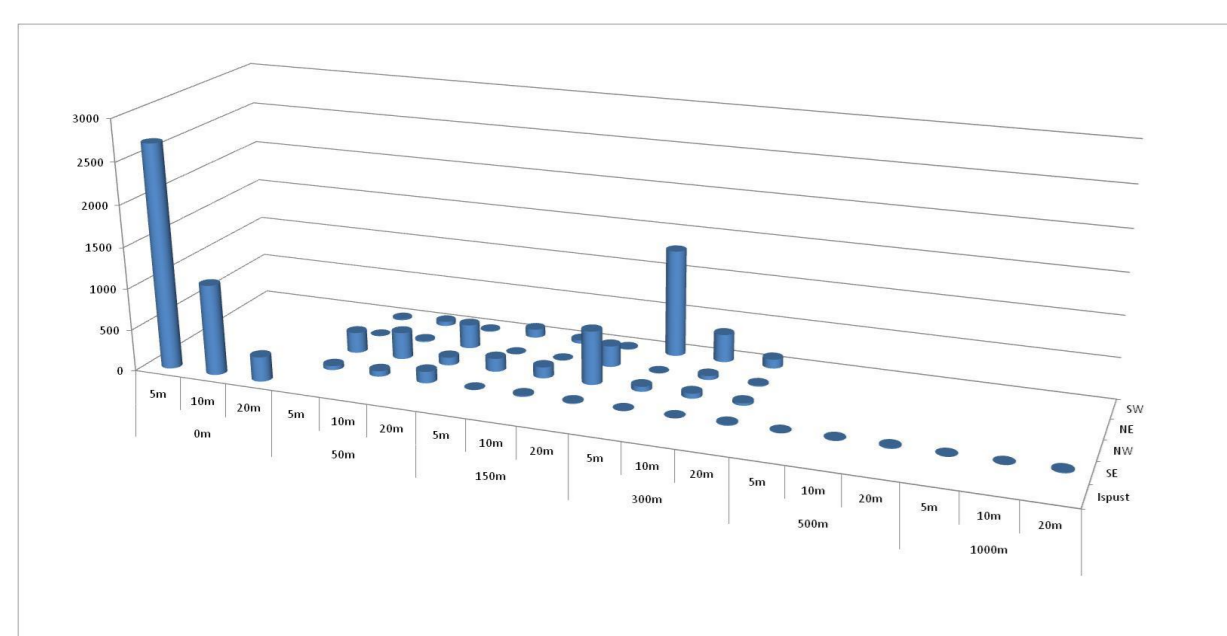
Slika 4 Distribucija heterotrofnih bakterija, cijanobakterija roda *Synechococcus*, te pikoeukariota na Kuvima u A) ljetnom ; B) jesenskom i C) proljetnom razdoblju



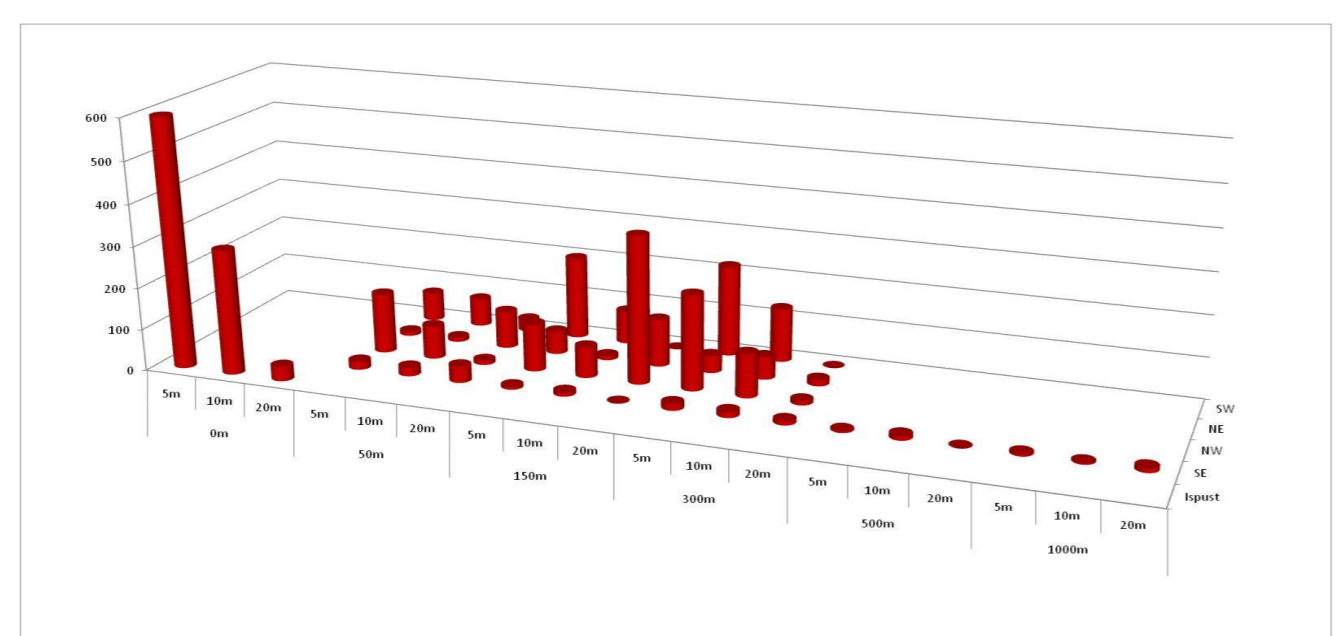
Graf 1 Fekalni koliformi/100mL – ljetno razdoblje



Graf 2 Fekalni streptokoki/100mL – ljetno razdoblje



Graf 3 Fekalni koliformi/100mL – zimsko razdoblje



Graf 4 Fekalni streptokoki/100mL – zimsko razdoblje

Autohtona mikrobna zajednica

Brojnost heterotrofnih bakterija na istraživanim postajama se kreće oko 10⁶ stanica/mL što jasno pokazuje umjereni stupanj trofije. Njihova sezonska raspodjela ukazuje na porast brojnosti u toplijem dijelu godine (ljetno i jesen) (Slika 4A i 4B), te pad brojnosti u hladnijem dijelu godine (zima i proljeće).

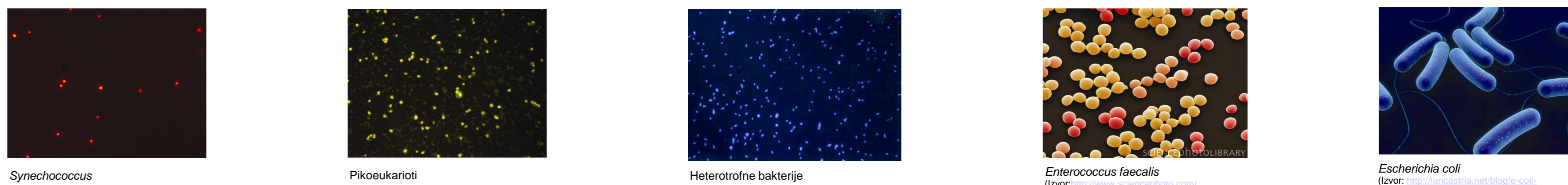
Autotrofni dio mikrobne zajednice (cijanobakterije roda *Synechococcus* i pikoeukarioti) pokazao je heterogenu raspodjelu bez vidljivog utjecaja ispusta. Najveće i najniže vrijednosti za pikoeukariote su zabilježene u proljeće i jesen, dok su za *Synechococcus* i najveće i najniže vrijednosti zabilježene u proljetnom razdoblju (Slika 4).

Obogaćivanje morskog okoliša nutrijentima u pravilu je dovelo do porasta abundancije svih komponenti mikrobne zajednice, međutim, odgovor svake pojedine skupine na promijenjene uvjete značajno se razlikovao. Da bi dobili potpuniju sliku nužna su daljnja mnogo detaljnija istraživanja, koja bi prije svega uključila i glavne kontrolne faktore ovih populacija, što su nutrijenti i predatori.

ZAKLJUČCI

Iz analize sanitarne kakvoće vode proizlazi da je u ljetnom razdoblju područje oko ispusta jako zagađeno. Zagađenje je ograničeno u pridnom sloju i ne može direktno ugroziti kupaće. Međutim, fekalno zagađenje je prisutno tijekom cijele godine (iako ne u istoj količini) te putem hranidbenog lanca može predstavljati indirektni rizik za ljudsko zdravlje.

Analize brojnosti autohtone mikrobne zajednice na istraživanim postajama ukazuju na umjereni trofički stupanj područja Kuvina. Povišene vrijednosti bakterijske abundancije koje upućuju na viši trofički stupanj, utvrđene su samo za postaju ispusta, i to u zimskom periodu. Praćenje kvantitativnih promjena bioloških parametara (broja bakterija, pikoeukariota i cijanobakterija) često nije dovoljno za sagledavanje ukupnih promjena u morskome ekosustavu. Međutim, praćenje strukturalnih i funkcionalnih značajki mikrobne hranidbene mreže ima veliki potencijal u prepoznavanju kompleksnih promjena koje se događaju na razini bioloških zajednica i ekosustava u cjelini. Stoga očekujemo da ćemo obradom svih podataka ovog istraživanja dobiti kompletniju sliku čitavog sustava.



ZAHVALA

Posebna zahvala mentoricama dr.sc. M. Najdek i dr.sc. D. Fuks, kolegi dr.sc. S. Orlić, stručnim suradnicima P. Krelja, M. Buterer, D. Devescovi, G. Nikolov i svim ljudima dobre volje koji su pridonijeli stvaranju ovog rada.