

VIJEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA

PREDMET: Izvještaj Komisije o podobnosti teme za izradu magistarskog rada, pod nazivom **“Mikrobiološki kvalitet morske vode za kupanje i rekreaciju, kao pokazatelj antropogenog uticaja na morski ekosistem”** kandidata Nemanje Malovrazića, dipl.biologa.

Na osnovu člana 40 Statuta Univerziteta Crne Gore, a u vezi sa članom 11 Pravilnika o studiranju na postdiplomskim studijama, na sjednici Vijeća Prirodno-matematičkog fakulteta imenovali smo članove komisije za ocjenu teme magistarskog rada, pod nazivom **“Mikrobiološki kvalitet morske vode za kupanje i rekreaciju, kao pokazatelj antropogenog uticaja na morski ekosistem”** kandidata Nemanje Malovrazića, dipl. biologa.

Na osnovu uvida u dostavljenu dokumentaciju podnosimo sledeći

IZVJEŠTAJ

Podaci o kandidatu

Nemanja Malovrazić rođen je 19.11.1981. godine u Podgorici, Crna Gora. Osnovnu školu je završio u Podgorici, a srednju školu u Budvi. Prirodno-matematički fakultet, studijski program Biologija upisao je 2000. godine i isti završio 2007. godine. Magistarske studije je upisao 2007. godine.

Obrazloženje teme

Naučna oblast

Predložena tema istraživanja obuhvata oblast marinske biologije.

Predmet rada

Predmet ovog istraživanja je ispitivanje brojnosti glavnih indikatora fekalnog zagađenja (crijevne enterokoke i *E.coli* (glavni predstavnik fekalnih koliforma)) u 100ml morske vode. Istraživanje se realizovalo na crnogorskom primorju, na lokacijama namijenjenim za kupanje i rekreaciju, i to tokom ljetnje turističke sezone (od maja do oktobra mjeseca), kada je broj posjetilaca na kupalištima i u primorskim gradovima značajno povećan. Istraživanje se sprovело u periodu od 2015. do 2020. godine.

Pored različitog vremena uzorkovanja (turistička predsezona, glavni pik turističke sezone i

turistička postsezona), za pripremu ovog rada odabrane su lokacije na kojima postoji veći rizik od potencijalnog antropogenog uticaja i one na kojima je taj rizik manji.

Ovako dobijeni podaci, pored toga što su značajni sa aspekta zdravlja kupaca, posebno se obrađuju i sa aspekta prepoznavanja antropogenog uticaja na morski ekosistem i povećanog rizika od zagađenja mora.

Imajući u vidu da period preživljavanja ovih indikatorskih vrsta u mnogome zavisi od fizičko hemijskih parametara mora, u ovom radu napravljena je korelacija njihove brojnosti u uzorku sa temperaturom i salinitetom morske vode.

Naučni cilj rada

- Ispitati prisustvo alohtonih mikroorganizama (crijevne enterokoke i *E.coli*) u morskoj vodi.
- Izvršiti kategorizaciju voda za kupanje na odabranim lokacijama na osnovu mikrobioloških parametara u skladu sa važećom zakonskom regulativom.
- Uporediti vrijednosti mikrobioloških parametara na lokacijama na kojima postoji veći rizik od potencijalnog antropogenog uticaja i one na kojima je taj rizik manji.
- Uporediti vrijednosti mikrobioloških parametara na ispitivanim lokacijama u periodu turističke predsezona, glavne turističke sezone i turističke postsezone.
- Ispitati da li postoji statistički značajna korelacija vrijednosti saliniteta i temperature sa brojnošću odabranih fekalnih indikatora.

Očekivani rezultati i naučni doprinos

Očekivani rezultati ovog rada su sljedeći:

- Nakon obrade uzoraka dobićemo informacije o prisustvu alohtonih mikroorganizama u morskoj vodi na odabranim lokacijama duž crnogorskog primorja.
- Takođe, obradom podataka dobićemo informaciju o brojnosti indikatorskih vrsta u različitim periodima sezone kupanja.
- Imajući u vidu da su analizirani uzorci uzimani na lokacijama sa različitim potencijalnim antropogenim pritiscima, tokom ljetnje turističke sezone, u proteklih 5 godina, očekuje se da ćemo dobiti jasniju sliku o pravcima budućeg djelovanja zaštite zdravlja kupaca i morskog ekosistema.

- Budući da je istraživanje realizovano na javnim kupalištima (definisanim nacionalnim Planovima i Programima), statističkom obradom rezultata će se dobiti informacija o kvalitetu morske vode za kupanje i rekreaciju na ovim lokacijama, o trendovima tokom ispitivanog perioda koji mogu poslužiti za buduće planiranje i organizaciju javnih kupališta na crnogorskoj obali.
- Obradom podataka ispitaće se povezanost saliniteta i temperature mora sa brojnošću mikrobioloških indikatora na ispitivanim lokacijama.

Naučni doprinos ovog rada je sljedeći:

- Dobićemo rezultate koji pokazuju prisustvo alohtonih mikroorganizama u morskoj vodi na lokacijama u svih šest primorskih opština.
- Obradom dobijenih podataka dobićemo informaciju o sanitarnoj ispravnosti morske vode na ispitivanim lokacijama i u kojoj mjeri to može uticati na zdravlje kupaca.
- Rezultati ovog rada mogu dati doprinos budućim istraživanjima koja se budu bavila fekalnim zagađenjima obale i mora, i njihov uticaj na cijeli ekosistem, te u konačnom i uticaj na ljudsko zdravlje.
- Rezultati ovog rada mogu poslužiti nadležnim državnim institucijama kao pokazatelji budućih pravaca djelovanja kada je u pitanju problem prisustva (ispuštanja) otpadnih voda u prirodne recipijente.
- Takođe, ovi rezultati mogu poslužiti u svrhu podizanja svijesti lokalnog stanovništva kroz servise javnog informisanja u saradnji sa nadležnim institucijama.

Naučne metode

U skladu sa propisanom zakonskom regulativom, uzorak morske vode uziman je sa dubine od 30 cm ispod površine vode i to na dubini od najmanje 1m, shodno proceduri opisanoj u MEST EN ISO 19458:2013. Lokacije na kojima se uzimaju uzorci su mjesta gdje se očekuje najveći broj kupaca ili mjesta gdje postoji najveća opasnost od zagađenja.

Za analizu kvaliteta morske vode za kupanje korišćene su referentne metode zasnovane na membranskoj filtraciji i to za Crijevne enterokoke (cfu/100ml) MEST EN ISO 7899-2:2016, odnosno za *Escherichia coli* (cfu/100ml) MEST EN ISO 93081:2015/A1:2018.

Temperatura i salinitet određivani su multiparametarskom sondom (Oxygen meter).

Aktuelnost problematike

Alohtoni mikoorganizmi su organizmi koji u more dospijevaju iz drugih izvora (zemlja, vazduh, otpadne vode itd.). U more ovim putem dospijevaju različite grupe mikoorganizama od kojih su neki patogeni, dakle uzročnici različitih infekcija i bolesti kod ljudi i životinja. Prisustvo takvih organizama u moru predstavlja mikrobiološko zagađenje, a na osnovu stepena zagađenja definiše se mikrobiološki ili sanitarni kvalitet morske vode (Krstulović i Šolić, 2006). Patogeni i drugi alohtoni mikoorganizmi ulaze u morski ekosistem u prvom redu kroz ispuste komunalnih otpadnih voda, pa je u većini slučajeva mikrobiološko zagađenje mora direktan rezultat ispuštanja neprečišćenih ili djelimično prečišćenih otpadnih voda. Istraživanja u Mediteranu, u periodu od 1976. do 1977., pokazala su da se u gradovima ove regije preko 80% tečnog otpada ispuštalo u more bez prethodne obrade (UNEP/ECE/UNIDO/FAO/UNESCO/WHO/IAEA, 1984).

Mikrobiološki kvalitet morske vode za kupanje za priobalne i prelazne vode određuje se na osnovu dva parametra: *Escherichia coli* i *Crijeвне enterokoke* (Direktiva 2006/7/EZ Europskog Parlamenta i Vijeća, 2006; Pravilnik o načinu i rokovima za sprovođenje mjera obezbjeđivanja očuvanja, zaštite i poboljšanja kvaliteta vode za kupanje, 2019).

Escherichia coli se smatra tipičnom fekalnom indikatorskom bakterijom i njeno prisustvo u prirodnim vodama se uzima kao indikator mogućeg postojanja patogena u vodi. Ipak, njeno odsustvo ne garantuje dobar kvalitet vode (Dutka, 1973). Mogućnost razmnožavanja fekalnih koliforma (kojima pripada *Escherichia coli*) u vodi je vrlo mala, te su iz tog razloga oni indikatori svježeg zagađenja mora sa fekalnim materijalom. Crijeвне enterokoke – (*Intestinal enterococci*) najčešće vode porijeklo iz crijeva toplokrvnih organizama, te njihovo prisustvo takođe ukazuje na zagađenje fekalnim materijalom. One su otpornije na morsku vodu tako da u ovoj sredini preživljavaju duže od fekalnih koliforma, stoga su pokazatelji nešto starijeg zagađenja u poređenju sa drugim indikatorima (Krstulović i Šolić, 2006). Taksonomija enterokoka se u proteklih 10 godina znatno promijenila, te rod *Enterococcus* danas broji više od četrdeset različitih vrsta koje naseljavaju različita staništa poput životinja, biljaka, zemljišta, voda, fermentisane hrane i mliječnih proizvoda (Leberton i sar., 2014).

Salinitet morske vode varira između 33 i 38‰, dok je za alohtone mikroorganizme u moru najpovoljniji salinitet oko 9‰. Značajna razlika u ovim vrijednostima je jedan od uzroka inaktivacije mikroorganizama u morskoj vodi. Ta se inaktivacija može odvijati kroz osmotski šok ili kroz specifičnu toksičnost jona (Anderson i sar, 1979; Dutka, 1984). Utvrđeno je da je veće preživljavanje indikatorskih bakterija kod saliniteta između 5 i 15‰, a drastičan porast uginuća kod saliniteta iznad 25‰ (Ayres, 1977). Veća tolerancija na promjenu saliniteta doprinosi dužem preživljavanju i opstanku enterokoka u morskom medijumu u odnosu na fekalne koliforme (Byappanahalli i sar., 2012).

Whitman i sar. (2003) su pokazali da su nakupine *Cladophora*, zelena alga koja se nalazi i u slatkim i u slanim vodama, bile značajni akumulatori *E. coli* i *I. enterococci*. Enterokoke takođe mogu opstati i preživjeti i na potpoljenoj vegetaciji (Badgley i sar., 2010) ili osušenim algama (Byappanahalli i sar., 2003). One su takođe izolovane iz plankona i makro invertebrata (Maugeri i sar., 2004; Signoretto i sar., 2004).

Dio alohtonih mikroorganizama, koji otpadnim vodama dopijevaju u more, akumuliraju se u nekim morskim organizmima, naročito u sesilnim tj. organizmima koji žive pričvršćeni za morsko dno i ne mogu aktivnim pokretima izbjeći stresne situacije. Posebno to važi za organizme koji se hrane tako što iz morske vode filtriraju hranjive čestice (UNEP/WHO/IAEA, 1988). Kada fekalni koliformi dopiju u organizam ribe ili školjke, njihovo je ponašanje drugačije nego što je bilo u moru, pa postoji naznaka da su alohtoni mikroorganizmi sposobni duže preživjeti, pa čak se i razmnožavati u organizmima u odnosu na slobodnu vodu (WHO, 1991). Nivo koncentracije djelova hrane u školjkama zavisi od nivoa filtracije morske vode. Jedan od faktora koji kontrolišu nivo filtracije kod školjki je temperatura (Šolić i sar., 1999.).

Mikroorganizmi naseljavaju i sediment, no kako oni naseljavaju uglavnom površinske slojeve sedimenta, to je po nekim procjenama manje od 1% ukupnog sedimenta okeana naseljeno mikroorganizmima (Yamamoto, Lopez, 1985). Kada su u pitanju fekalne bakterije, Harel i sar. (2005) su pokazali da iako se generalno broj fekalnih enterokoka sa dužinom isušivanja smanjuje, mnoge fekalne enterokoke preživljavaju isušivanje i ponovno rastu u ponovo navlaženom sedimentu, osporavajući tako pretpostavku da fekalne bakterije ne opstaju i ne razmnožavaju se u životnoj sredini. Pored toga Hartz i sar. (2008) su dokazali da su *E.coli* i *I. enterococci* sposobni da prežive i razmnožavaju se na pijesku plaže, te su prepoznali da pijesak može biti rezervoar fekalnih bakterija koje, tokom nevremena ili oscilacija plime i oseke, mogu dospjeti u more.

Kako su javna kupalištima duž Crnorske obale pod sve većim antropogenim uticajem od značaja je porediti odabrane mikrobiološke parametre u periodu od pet godina u cilju donošenja zaključaka koji mogu biti primjenjeni u pravcu zaštite zdravlja kupaca i morskog ekosistema.

Zaključak

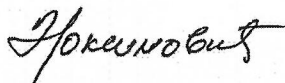
Uvidom u dostavljeni materijal, Komisija je utvrdila da predložena tema kandidata **Nemanje Malovrazića** ima jasno definisane ciljeve, metode istraživanja i očekivane rezultate. Stoga sugerišemo Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta, da odobri izradu magistarskog rada **“Mikrobiološki kvalitet morske vode za kupanje i rekreaciju, kao pokazatelj antropogenog uticaja na morski ekosistem”**.

U Podgorici, 28. 06. 2021.

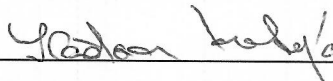
KOMISIJA



dr Svetlana Perović, red. prof., PMF, UCG



dr Danijela Joksimović, viši naučni saradnik, IBM, UCG



dr Sladana Krivokapić, van. prof., PMF, UCG -mentor