

Mikrobiološke determinante kvaliteta vode rijeke Radobolje

Lejla Riđanović, Sanel Riđanović

SAŽETAK: Kvalitet vode neophodne za ljudske potrebe varira, kao i kriteriji koji se koriste za procjenu kvaliteta. Otpadne vode koje služe kao inertni nosioci infektivnih agensa potencijalno mogu sadržavati široki niz patogenih mikroorganizama. Većina ovih patogena je enteričkog porijekla što znači da se nalaze u fekalijama, kontaminiraju okoliš, i dospijevaju u nove organizme fekalno-oralnim putem. Prisustvo patogena u prirodnim vodama predstavlja značajan rizik za ljudsko zdravlje. Hidrična oboljenja mogu rezultirati u teškim bolestima pa čak i smrti. U ocjenjivanju mikrobiološke kvalitete vode, programom uzorkovanja treba da se prikupe tipični reprezentativni uzorci testiranog staništa, i uzorci vode treba da se rutinski sakupljaju tokom okolišnih i sanitetskih inspekcija. Cilj rada je utvrditi mikrobiološki kvalitet rijeke Radobolje, te odrediti da li je vodotok ugrožen ulivom otpadnih voda. Radobolja je pritoka Neretve, koja se dužinom cijelog svog toka od 5 km nalazi na području Grada Mostara. Voda s Vrela Radobolje se koristi u vodoopskrbi. Istraživanje je sprovedeno u proljetnom i jesenjem periodu 2013. godine, na pet odabranih lokaliteta. Na osnovu vrijednosti bakterioloških indikatora: ukupni broj bakterija, ukupni koliformi, fekalni koliformi, fekalni eneterokoki (streptokoki) i Clostridium spp. Evidentno je opterećenje vodotoka Radobolje fekalnim otpadnim vodama. Najviše zabilježene vrijednosti su 3500 cfu/100 ml koliformnih bakterija.

Ključne riječi: Radobolja, kvalitet vode, mikrobiološki parametri, zagađenje površinskih voda

Microbiological Determinants of the Radobolja River Water Quality

ABSTRACT: The quality of water required for human needs varies, as well as the criteria used to assess it. Wastewaters which serve as inert carriers of infectious agents, potentially, can contain a wide range of pathogenic microorganisms. Most of these pathogens are of enteric origin, meaning, that they are found in feces, contaminating the environment and infecting other organisms by a fecal-oral route. The presence of pathogens in natural waters presents a significant risk to human health. Waterborne diseases can result in severe illness and even death. In assessing the microbiological quality of water, a sampling program should obtain typical representative samples of tested habitats. The water samples should be routinely collected during the environmental and sanitary inspections. The aim of the paper was to determine the microbiological quality of the river Radobolja, and determine whether the aquifer is threatened by wastewater inflows. The river Radobolja is a tributary of the Neretva River. The entire length of 5 km of the waterway is exclusively located within the area of the City of Mostar. The water from the spring of Radobolja is used in water supply. The research was conducted during the spring and autumn of 2013, on the five selected locations. The obtained values of the chosen bacteriological indicators: total number of bacteria, total coliforms, faecal coliforms, faecal enterococci (*Streptococcus*), and *Clostridium* spp., indicate that the water-course is loaded with faecal wastewaters. The highest recorded values were 3,500 CFU / 100 mL of total coliforms.

Keywords: Radobolja, water quality, microbiological parameters, pollution of surface water

UVOD

Površinske vode kao poseban dio prirodnih voda koje su u stalnom hidrološkom ciklusu kruženja, zbog svoje osnovne namjene moraju zadovoljiti stroge kriterije kvaliteta. Ekosistem rijeke može se zamisliti kao kontinuirani protočni reaktor, u kojem biomasa svih hidrobionata učestvuje u ciklusima kruženja materije i energije, osiguravajući prirodnu ravnotežu. Rijeke su postojani dinamički ekosistemi u kojem kompleksni mehanizmi povratne sprege kontrolišu aktivnost i brojnost mikroba i drugih hidrobionata. Osnovne uvjete života u ekosistemima površinskih voda određuje kompleks ekoloških faktora (Trožić-Borovac, Macanović i Škrijelj, 2011). Karakteristike kvaliteta i koncentracije hranjivih supstanci u tekućicama su promjenjivi i

nestalni faktori, a posebno su ovisni od antropogenog utjecaja, kada se rijeke koriste kao recipijenti otpadnih voda naselja i industrija.

Pročišćavanje vode i sanitacija su bili poznati čak i 3000 godina p.n.e, sa sanitetskim metodama koje je koristila Minoanska civilizacija. Moderno znanje o potrebama za sanitacijom i prečišćavanjem zagađenih voda počelo je sa često citiranim slučajem, dr. John-a Snow-a (1855) u kojem je dokazao da je izbijanje kolere u Londonu posljedica korištenja vode iz rijeke Temze koja je bila zagađena kanalizacionim otpadom (Riđanović i Riđanović, 2016). U drugoj polovini prošlog vijeka dolazi do ulaganja zajedničkih napora mnogih zemalja da se očuva kvalitet vode i da se osigura čista voda za ljudsku upotrebu. Bez obzira na

te napore, zagađenje vode i dalje ostaje važan problem u mnogim dijelovima svijeta.

Većina mikroba koji nastanjuju vodena staništa su u potpunosti bezopasni za ljude i imaju važnu ulogu u funkcionisanju staništa. Međutim, mikroba kontaminacija površinskih i podzemnih voda patogenim organizmima je zasigurno najvažnije pitanje kvaliteta vode pogotovo u nerazvijenim zemljama, gdje je pristup bezbjednoj, čistoj vodi za piće, kupanje i navodnjavanje često nedostupan. Svjetska zdravstvena organizacija ističe da je najveći rizik za ljude koji proizlazi iz mikrobne kontaminacije vode konzumacija vode kontaminirane ljudskim ili animalnim fecesom (WHO, 2004). Kako je većina mikrobnih patogena prisutnih u prirodnim i otpadnim vodama fekalnog porijekla, otkrivanje fekalne kontaminacije vode je glavni cilj testiranja vode. Kao bakterijski indikatori fekalne kontaminacije odabrane su one vrste koje se kao normalna mikroflora nalaze gotovo isključivo ili pretežno u ljudskim fekalijama, a ima ih toliko da se lahko mogu dokazati i u velikim razrjeđenjima. Među takve ubrajamo: koliformne bakterije, fekalne streptokoke, sulfid-reducirajuće klostridije, vrste iz roda *Salmonella* i vrste iz roda *Proteus*. One mogu dugo preživjeti u okolišu, te daju pouzdanu indicaciju fekalne kontaminacije još dugo nakon što su izbačene iz probavnog trakta (Morrison, Fatoki, Persson i Ekberg, 2001). Broj fekalnih streptokoka visoko korelira s prisutnošću patogenih bakterija (npr. *Campylobacter*, *Listeria*, *Salmonella*, *Yersinia*), fekalnih i ukupnih koliformnih bakterija i enterovirusa. Ukoliko su prirodne vode opterećene fekalijama, patogene bakterije, virusi i paraziti također mogu biti prisutni, predstavljajući opasnost za zdravlje ljudi koji dolaze u kontakt s kontaminiranom vodom (Rusin, Enriquez, Johnson i Gerba, 2000).

Radobolja izvire ispod brda Mikuljača u Iličima, na rubu mostarske kotline. Protiče kroz Mostar i ulijeva se u Neretvu kod Starog mosta. Vrelo se napaja iz krškoga područja jugoistočnog dijela planine Čabulje. Vode protiču vapnenačkim vodonosnicima duž dva dijagonalna rasjeda dinarskog pravca pružanja (Štambuk–Giljanović, 1998). Duga je 5 km. Radobolja je rijeka s kratkim i sporim tokom, malim padom i malom mehaničkom snagom. Dubina vode se kreće 50–80 cm, a u vrijeme intenzivnijih padavina na pojedinim mjestima dostiže maksimalnu dubinu do 1 m.

Oscilacije vodostaja zabilježene su u žarkim toplim ljetnim mjesecima. Voda iz Radobolje se koristi za navodnjavanje, ali i za piće jer se voda s vrela koristi u vodoopskrbi većeg dijela Mostara. Dolina Radobolje zvala se od davnina zabavnim vrtom Mostara i bila je poznato kupalište Mostaraca.

Cilj rada je na osnovu odabranih bakterioloških parametara utvrditi mikrobiološki kvalitet rijeke Radobolje, te odrediti da li je vodotok ugrožen ulivom otpadnih odvoda u rijeku.

MATERIJALI I METODE

Terenska istraživanja su obuhvatila uzorkovanje vode za mikrobiološke analize prema metodama ISO 19458:2006 i ISO 5667–1:2006. Uzorkovanje je izvršeno u replikatu, u proljetnom (maj) i jesenjem (novembar) periodu 2013. godine, na pet odabranih lokaliteta (tabela 1). Uzorci su analizirani u Zavodu za javno zdravstvo HNK u Mostaru, na Odjelu za higijenu i medicinsku ekologiju. Laboratorijska istraživanja su obuhvatila određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, ukupnog broja koliformnih bakterija, fekalnih koliforma, fekalnih enterokoka (streptokoka) i *Clostridium* spp. (tabela 2). Za membransku filtraciju korišten je membranski filter (Sartorius) veličine pora 0,45µm. Prema standardizovanoj metodologiji vršena su decimalna razblaženja u zavisnosti od stepena zagađenja vode.

Tabela 1. Mjerna mjesta na rijeci Radobolji

| Oznaka lokaliteta | Naziv lokaliteta |
|-------------------|------------------|
| R-1 | Vrelo Radobolje |
| R-2 | Plaža Luka |
| R-3 | Trim staza |
| R-4 | Hotel „Ruža“ |
| R-5 | Ušće Radobolje |

Ocjena kvalitete vode rijeke Radobolje na odabranim lokalitetima izvršena je prema Uredbi o kategorizaciji vodotoka, Službeni list SR BiH, broj 42/67 (1999), Zakonu o vodama FBiH, Službene novine FBiH, 70/06 (2006) i Uredbi o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka (tabele 3 i 4).

Tabela 2. Testirani parametri i metode

| PARAMETAR | JEDINICA | METODA | INKUBACIJA | POZITIVAN NALAZ | POZITIVNA KONTROLA |
|----------------------------------|------------|------------------|----------------------|---|----------------------------------|
| Ukupan broj aerobnih heterotrofa | cfu/1ml | Nutrijentni agar | 22°C, 36°C 44±4 h | rast kolonija | N/A |
| Ukupni koliformi | cfu/100 ml | MF Endo agar | 37°C 24 h | ružičaste do tamnocrvene kolonije s metalnim sjajem | Escherichia coli BCR®–594 |
| Fekalni koliformi | cfu/100 ml | MF mFC agar | 44°C 24 h | plave kolonije, okružene plavom zonom | Escherichia coli BCR®–594 |
| Fekalni enterokoki | cfu/100 ml | MF Azide agar | 37°C 24-48 h | crvene do crveno-smeđe kolonije | Enterococcus faecium BCR® 506 |
| <i>Clostridium</i> spp. | cfu/20 ml | SPS agar | 35°C, 24-48 h | Crne kolonije | N/A |

Tabela 3. Granične vrijednosti parametara za ocjenu mikrobiološkog kvaliteta površinskih voda (Sl. list RBiH br. 2/92)

| Sanitarno-mikrobiološki parametri | Jedinica mjere | Klase kvaliteta površinskih voda | | | |
|--|----------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | I | II | III | IV |
| Broj kolonija aerobnih organotrofa na 22°C | N/100mL | <10 ³ | 10 ³ –10 ⁴ | 10 ⁴ –10 ⁵ | 10 ⁵ –7.5·10 ⁵ |
| Ukupni koliformi | N/100 mL | <50 | 50–5000 | 5·10 ³ –5·10 ⁴ | 5·10 ⁴ –1·10 ⁵ |
| Fekalni koliformi | N/100mL | <20 | 20–2000 | 2·10 ³ –5·10 ⁴ | 2·10 ⁴ –5·10 ⁴ |
| Fekalne streptokoke | N/100 mL | <20 | 20–2000 | 2·10 ³ –1·10 ⁴ | 1·10 ⁴ –3·10 ⁴ |

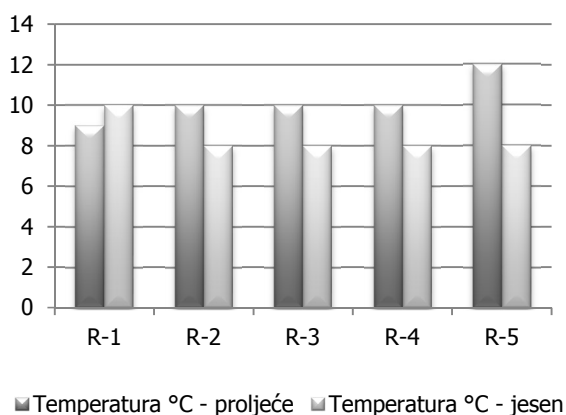
Tabela 4. MDK vrijednosti bakterioloških parametara u površinskim vodama (Sl. list RBiH br. 2/92)

| RB | Vrsta analize | Vrsta vode | Dopuštene koncentracije |
|----|---|-------------------------|-------------------------|
| 1. | Broj koliformnih bakterija u 100 ml vode | Priroda zatvorenog tipa | 5 |
| 2. | Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u 1 ml vode | Priroda zatvorenog tipa | 100 |
| 3. | Enterococcus faecalis | Za sve pijuće vode | 0 |
| 4. | Koliformne bakterije fekalnog porijekla u 100 ml vode | Za sve pijuće vode | 0 |

REZULTATI I DISKUSIJA

Temperatura vode

Temperatura prirodnih voda je povezana s temperaturom atmosfere i ciklično se mijenja sa smjenom dana i noći i klimatskim sezonama. Maksimalna dnevna temperatura se obično postiže nekoliko sati nakon podneva, dok je minimalna u svitanje. Temperatura vode ovisi o klimatskim prilikama, geološkoj građi terena, vezi podzemnih voda s površinskim vodama i pokretljivosti vode. Temperatura vode je veoma važan abiotički faktor za kontrolu aktivnosti svih mikroorganizama. Za svaku vrstu organizama karakteristične su različite temperature, a temperaturna izdržljivost je oznaka vrste (Maletin i sar., 2000). Mikroorganizmi nemaju sposobnost termoregulacije i zbog toga temperatura ćelije odgovara temperaturi spoljašnje sredine (Đukić, Gajin, Matavulj i Mandić, 2000).

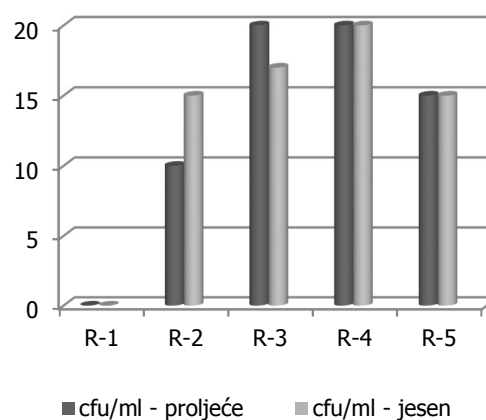
**Grafikon 1.** Vrijednosti temperature (°C) vode

Izmjerene vrijednosti temperature vode na ispitivanim lokalitetima Radobolje u periodu istraživanja predstavljene su na grafikonu 1. Podaci ukazuju da se temperatura vode rijeke Radobolje povećava od izvora prema ušću u proljetnom periodu (na jesen je obrnuto), a kolebanja su najmanja na izvoru, što je

rezultat veće stabilnosti temperatura podzemnih voda kojima ovo područje obiluje.

Ukupan broj bakterija na 36°C

Utvrđene vrijednosti cfu/ml za aerobne mezofilne bakterije na 36°C prikazane su na grafikonu 2. Ovaj parametar je bitan indikator povećanog prisustva bakterija u prirodnim vodama.

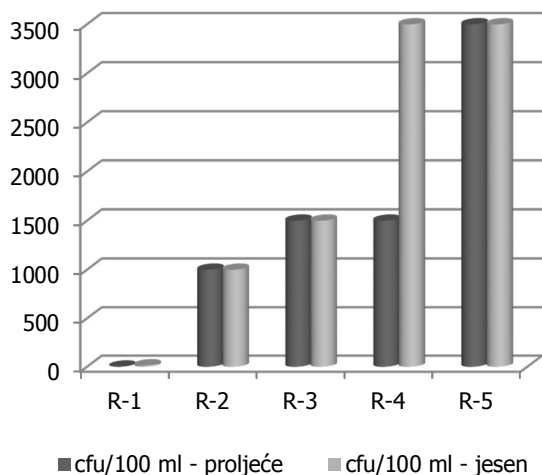
**Grafikon 2.** Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (cfu/ml)

Rezultati pokazuju da se ukupan broj aerobnih bakterija povećava na potezu od izvora do ušća, a na samom ušću u rijeku Neretvu se neznatno smanjuje zbog miješanja s vodom iz korita Neretve. Miješanje vode pogoduje procesu samopročišćavanja vode pri čemu se odvija odumiranje nekih mikroorganizama, naročito onih koji nisu stalni stanovnici vode (Đukić i sar., 2000). Takvo stanje potvrđuje i bakteriološka pretraga i pokazuje sposobnost prirodnog samoočišćenja što je karakteristično za tokove ove rijeke bez znakova ekološke presije.

Ukupni koliformi

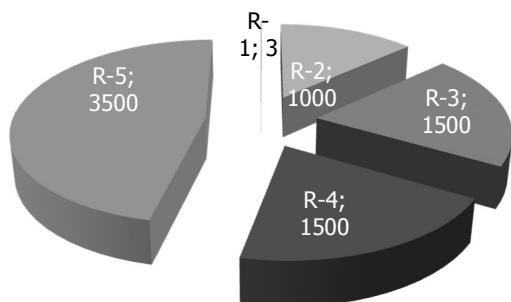
S higijenskog aspekta, za procjenu kvaliteta površinskih voda posebno mjesto ima prisustvo

koliformnih bakterija kao potencijalno patogenih vrsta i indikatora zagađenja. Za ocjenu kvaliteta vode veoma je korisno raspolagati podacima o ukupnom broju koliformnih bakterija, jer oni ukazuju da li je, i u kojoj mjeri ispitivani akvatični ekosistem u kontaktu s fekalnim materijama, te da li se radi o privremenom ili permanentnom izvoru zagađenja. Koliformne bakterije su aerobne i fakultativno anaerobne, Gram negativne nesporogene bakterije koje na Endo agaru obrazuju crvene kolonije s metalnim sjajem. Tipične koliformne bakterije su *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.* (Barth i sar., 2007).



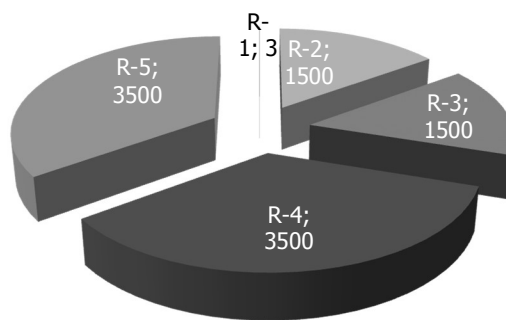
Grafikon 3. Broj koliformnih bakterija (cfu/100 ml)

Na grafikonu 3. može se jasno uočiti porast koliformnih bakterija u dvije sezone istraživanja krećući se od vrela do ušća rijeke Radobolje. Na vrelu Radobolje prisutnost koliformnih bakterija je veoma niska što ukazuje na prirodno onečišćenje.



Grafikon 4. Broj koliformnih bakterija (cfu/100 ml) na istraživanim lokalitetima u sezoni proljeće 2013.

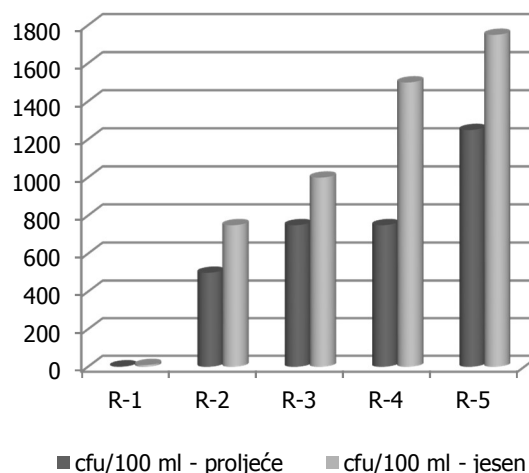
Na potezu od lokaliteta Plaža „Luka“ do lokaliteta Ušće Radobolje zapaža se nagli skok broja koliformnih bakterija 1000 - 3500 u 100 ml vode, što je jasna indikacija fekalnog onečišćenja i ulijevanja kanalizacionih ispusta u rijeku Radobolju, čime voda postaje neprikladna za rekreacionu upotrebu. Najveća koncentracija koliformnih bakterija je prisutna na samom ušću Radobolje, te se može povezati s velikim brojem domaćinstava i ugostiteljskih objekata koji su koncentrisani u tom dijelu kao najposjećenijoj gradskoj zoni koja se nalazi u srcu Starog grada.



Grafikon 5. Broj koliformnih bakterija (cfu/100 ml) na istraživanim lokalitetima u sezoni jesen 2013.

Fekalni koliformi

Koncentracije fekalnih koliforma prevazilaze propisane normative na svim lokalitetima osim na samom vrelu Radobolje. U odnosu na proljeće, zabilježene su više vrijednosti u Rezultati pokazuju da niže temperature ne utječu bitno na smanjenje broja fekalnih i koliformnih bakterija. Ovo stanje se može pripisati konzerviranju, odnosno preživljavanju broja bakterijskih populacija pri niskim temperaturama.



Grafikon 3. Broj fekalnih koliforma (cfu/100 ml)

Fekalni enterokoki

Fekalni enterokoki su normalni stanovnici gastrointestinalnog trakta ljudi i životinja. Njihov nalaz u vodi indicira fekalno zagađenje. Mnogo duže se zadržavaju u vodi i sedimentu od koliformnih bakterija (WHO, 1999). Ukupne vrijednosti fekalnih enteroka tokom perioda istraživanja prikazane su u tabeli 5.

Tabela 5. Broj *Enterococcus faecalis* (cfu/100 ml) u vodotoku rijeke Radobolje

| Naziv lokaliteta | Norma prema pravilniku | Rezultati u ispitivanom uzorku | |
|------------------|------------------------|--------------------------------|-------|
| | | proljeće | jesen |
| Plaža Luka | 0 | + | + |
| Trim staza | 0 | + | + |
| Hotel „Ruža“ | 0 | + | + |
| Ušće Radobolje | 0 | + | + |

Samo prisustvo *Enterococcus faecalis* zajedno s ranije potvrđenim vrstama iz skupine koliformnih bakterija sugeriraju prisutnost onečišćenja, uprkos maloj brojnosti.

Clostridia spp.

U proljetnom periodu zabilježeno je prisustvo roda Clostridium, te se prema važećim pravilnicima za pitke vode, rijeka Radobolja smatra neodgovarajućom. Samo prisustvo bakterija iz ovog roda upućuje da se radi o zagađenju prirodne vode potencijalnim ljudskim i životinjskim patogenima jer se *Clostridium perfringens* smatra efikasnim indikatorom fekalne kontaminacije (tabela 6). *C. perfringens* proizvodi niz egzotoksina, a zagađena voda je neprikladna i za irigaciju jer su spore veoma otporne i dugo mogu opstati u okolišu.

Tabela 6. Broj *Clostridium spp.* (cfu/20 ml) u vodotoku rijeke Radobolje

| Naziv lokaliteta | Norma prema pravilniku | Rezultati | |
|------------------|------------------------|-----------|-------|
| | | proljeće | jesen |
| Vrelo Radobolje | 0 | 1 | 0 |
| Plaža Luka | 0 | 1 | 0 |
| Trim staza | 0 | 1 | 0 |
| Hotel "Ruža" | 0 | 1 | 0 |
| Ušće Radobolje | 0 | 1 | 0 |

Na vrelo Radobolje izolovane bakterije su identifikovane kao: *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* i *Enterococcus faecalis*. Na Plaži "Luka" iz Radobolje identifikovane su *Klebsiella oxytoca* i *Enterococcus faecalis*. Na lokalitetu Trim staze izolovane su *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii* i *Enterococcus faecalis*. Na mjestu Hotel "Ruža" na vodotoku Radobolje izolovane su vrste *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii* i *Enterococcus faecalis*. Ovi nalazi, potkrijepljeni izuzetno visokim brojem ukupnih koliforma i ukupnim brojem aerobnih mezofilnih bakterija ukazuju na prisustvo fekalnog onečišćenja i ulijevanju kanalizacionih voda u rijeku Radobolju. Prema rezultatima, rijeka Radobolja se može svrstati u II klasu voda, s tim da je na njenom vrelo broj bakterija znatno manji u odnosu na ostale lokalitete. Važno je istaći da je najzagađeniji dio rijeke ušće Radobolje u Neretvu, jer dužinom toka u Radobolju se ulijevaju komunalne otpadne vode bogate fekalijama i sva količina otpadnih materija se koncentriše upravo na ušću, gdje je i zabilježen veliki broj bakterija. Ispuštanje kanalizacija i otpadnih komunalnih voda u rijeku Radobolju utječe i na ukupnu biotu ove rijeke, jer organizmi ne mogu živjeti u zagađenoj sredini, posebno organizmi koji naseljavaju isključivo čiste rijeke kakva je Radobolja bila nekad. Neophodno je provesti dalja istraživanja i opisati utjecaj komunalnih otpadnih voda na floru i faunu rijeke Radobolje.

ZAKLJUČAK

Na temelju postavljenog cilja rada, utvrđenih zadataka, te analizom dobijenih rezultata u radu s naznačeni sljedeći zaključci: Već na samom izvoru zabilježene su bakterije iz skupine koliformnih bakterija i fekalnih enterokoka koje ukazuju na prisustvo

fekalnog zagađenja. Obzirom na relativno niske vrijednosti, moguće je da je kontaminacija u tom dijelu rijeke uzrokovana animalnim otpadom. Ispuštanje otpadnih komunalnih voda u rijeku Radobolju utječe na cjelokupni živi svijet ove rijeke. Sve veća zamućenost vode zbog intenzivne erozije zemljišta i uništavanje obalne vegetacije pojačavaju intenzitet problema s kojima se suočava rijeka Radobolja u Mostaru. Promjena pravca i brzine protoka kao i promjene u strukturi dna zbog eksploatacije šljunka i pijeska, devastacije riječnog korita utječu na već evidentirani nestanak rijetkih i ugroženih biljnih i životinjskih vrsta u Radobolji. Konverzija prirodnih staništa u priobalnom pojasu zbog neplanske izgradnje objekata uz vodene tokove, uz deponiranje ogromnih količina najrazličitijeg otpada u priobalnom pojasu rijeke Radobolje utječe na njeno onečišćenje i kvalitet vode. Rijeka Radobolja je, prema analiziranim parametrima, izmijenjena tekućica umjerenog ekološkog statusa.

LITERATURA

- Barth, J. A., Steidle, D., Kuntz, D., Gocht, T., Mouvet, C., von Tümpling, W., Lobe I., Langenhoff, A., Albrechtsen, H. J., Janniche, G. S., Morasch, B., Hunkeler, D., Grathwohl, P. (2007). Deposition, persistence and turnover of pollutants: First results from the EU project AquaTerra for selected river basins and aquifers. *Science of the Total Environment*, 376(1-3):40-50.
- Đukić, A. D., Gajin, S. K., Matavulj, M. N. i Mandić, L. G. (2000). *Mikrobiologija voda*. Beograd: IP Prosveta.
- Maletin, S., Bećiraj, A., Ćirković, M., Šahinović, R., Alibačić, V., Jurakić, Ž. i Makić, H. (2002). Sastav i struktura ribljeg fonda kao ocena kvaliteta tekućih i stajaćih voda. U: N. N. (ur.), *Zbornik radova IV Međunarodne ekokonferencije* (str. 159 – 164). Novi Sad: Ekološki pokret grada Novog Sada.
- Morrison, G., Fatoki, O. S., Persson, K. i Ekberg, A. (2001). Assessment of the impact of point source pollution from the Keiskammahoek Sewage Treatment Plant on the Keiskamma River – pH, electrical conductivity, oxygen – demanding substance (COD) and nutrients. *Water SA*, 27: 475-579.
- Riđanović, L. i Riđanović, S. (2016). *Ekološke i mikrobiološke karakteristike rijeke Neretve*. Mostar: Univerzitet "Džemal Bijedić" u Mostaru.
- Rusin, P., Enriquez, C. E., Johnson, D. i Gerba, C. P. (2000). Environmentally transmitted pathogens. U: R. M. Maier, I. L. Pepper i C.P. Gerba (ur.), *Environmental Microbiology* (str. 447-489). New York: Academic Press.
- Štambuk-Giljanović, N. (1998). *Vode Neretve i njezina područja*. Split: Zavod za javno zdravstvo Županije splitsko-dalmatinske, Hrvatske vode, Zagreb.
- Trožić-Borovac, S., Macanović, A. i Škrijelj, R. (2011). *Morfometrijske karakteristike i kondicioni indeks Austropotamobius pallipes iz sliva rijeke Neretve*. Sarajevo: Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- Uredba o klasifikaciji voda i voda obalnog mora Jugoslavije u granicama Socijalističke Republike Bosne i Hercegovine. Službeni list SR BiH, broj 19/80.
- World Health Organization (2000). *United Nations Children's Fund, and Water Supply and Sanitation Collaborative Council, 2000. Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*. Geneva: WHO.
- WHO (2004). *Guidelines for Drinking Water Quality, Third Edition*. Volume 1: Recommendations. Geneva: WHO.

INFORMACIJE O AUTORIMA

Lejla Riđanović

Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru
Nastavnički fakultet
Univerzitetski kampus bb, 88104 Mostar
e-mail: lejla.ridjanovic@unmo.ba

Sanel Riđanović

Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru
Nastavnički fakultet
Univerzitetski kampus bb, 88104 Mostar
e-mail: sanel.ridjanovic@unmo.ba