



PROCENA KVALITETA POVRŠINSKIH VODA SA MIKROBIOLOŠKOG ASPEKTA

UVOD

Obezbeđivanje dobrog kvaliteta voda je jedna od najznačajnijih stavki očuvanja ovog neprocenjivog resursa. Kada govorimo o površinskim vodama, njihovoj raznovrsnoj primeni, moramo staviti poseban značaj na mikrobiološku ispravnost. Za razliku od drugih polutanata, mikroorganizmi imaju sposobnost povećanja svoje brojnosti, adaptacije na promenu uslova u vodenim ekosistima i predstavljaju potencijalni rizik po zdravlje ljudi i degradaciju ekosistema. Za razliku od podzemnih voda, površinske vode imaju veći nivo izloženosti antropogenom uticaju što može dovesti do njihove kontaminacije patogenim mikroorganizmima fekalnog porekla. U urbanim sredinama, ovaj rizik je veći zbog povećane koncentracije ljudi po prostornoj jedinici. Takođe rizik se ne svodi samo na vodu, već postoji mogućnost kontaminacije okolnih ekosistema kao i prenos patogenih mikroorganizama do čoveka, životinja i biljaka. Ukoliko se voda koristi u svrhe navodnjavanja, postoji opravdan rizik od kontaminacije navodnjavanih useva patogenim mikroorganizmima i u tom slučaju, konvencionalne mere prevencije pranjem biljaka nisu efikasne iz razloga jer mikroorganizmi mogu dospeti u unutrašnjosti biljaka (Kljujev 2013). S toga, neophodno je obezbediti dobar mikrobiološki kvalitet vode putem monitoringa površinskih voda i obezbeđivanjem poštovanja standarda naročito u urbanim oblastima (EU ODV 2000).

Za procenu kvaliteta površinske vode sa mikrobiološkog aspekata, izabrana su dva kanala koja se nalaze u opštini Surčin, grad Beograd. Ova dva kanala su odabrana iz razloga jer svojom dužinom prolaze kroz oblasti gde se gaje usevi za ishranu ljudi ali takođe i protiču kroz urbano područje opštine. U okviru mikrobiološke analize, ispitivano je prisustvo koliformnih bakterija, *Escherichia coli* i *Enterococcus*

faecalis u vodi. Ove bakterije su primarni pokazatelji fekalnog zagađenja i mogu uzrokovati veoma ozbiljne posledice po ljudsko zdravlje kao i zdravlje ekosistema ukoliko se detektuje njihovo prisustvo u velikoj količini.

METODOLOGIJA

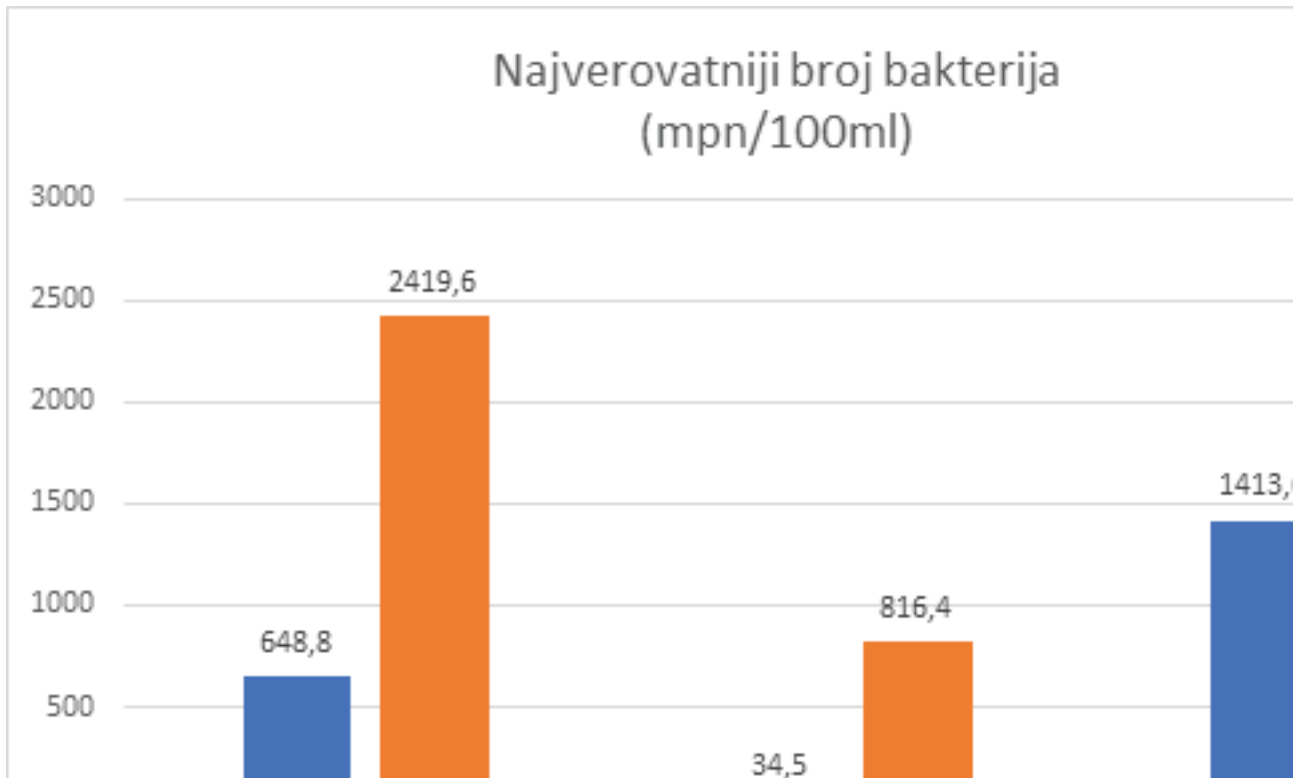
Uzorkovanje se odvijalo sredinom meseca maja 2019. godine. Uzorkovana je voda iz kanala koji su zavedeni pod oznakama C1 i C2 i u okviru istraživanja urađena je mikrobiološka analiza vode kao i hemijska analiza vode zarad dobijanja potpunijeg pregleda stanja vodenog ekosistema.

Mikrobiološka analiza je vršena metodom Kvantitrej (IDEXX Quanti-tray 2000) sa reagensima Kolilert (IDEXX Colilert® -18) i Enterolert (IDEXX Enterolert®-E). Ova metoda je izabrana zbog izuzetne tačnosti detektovanja bakterija u vodi kao i kratkog vremenskog perioda koji je potreban za dobijanje rezultata.

Metodom Kvantitrej se utvrđuje najverovatniji broj bakterija u 100 ml uzorka (mpn/100ml) i ova metoda ima blizu 95% tačnosti (U.S. EPA 2003). Za detekciju prisustva koliformnih bakterija i *E.coli* se uz ovu metodu koristio reagens Kolilert dok je za detekciju *E.faecalis* korišćen Enterolert.

REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni rezultati ukazuju na visoko detektovano prisustvo bakterija fekalnog zagađenja gde se u slučajevima kanala C2 za koliformne bakterije i *E.faecalis* detektuje najveća merljiva jedinica korišćene metode, tj >2419.6 mpn/100ml. U kanalu C1 je takođe detektovano značajno prisustvo ispitivanih bakterija.



Grafikon 1. Prikaz rezultata mikrobiološke analize vode,

Rezultati hemijske analize vode su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati hidrohemijske analize

Uzorak	pH	KMnO ₄	Suv.o. 100 °C	Cl ⁻	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Fe	Mn	Na
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
C1	7.8	44	756	64.4	0.55	0.007	0.5	0.4	0.32	62.8
C2	7.9	34.5	836	70.1	0.72	0.195	<0.5	0.18	0.06	132.5

Komparacijom rezultata dobijenih izvršenim analizama u okviru istraživanja, može se ustanoviti da ne postoji korelacija između prisustva ispitivanih bakterija i hemijskih karakteristika vode, odnosno dospeće bakterija u vodu nije nastalo usled prirodnih uslova.

Zarad celovitog razmatranja situacije moramo uzeti u obzir i fizičke karakteristike ispitivanih kanala kako bi predpostavili razlike u prisustvu bakterija. Uočljive razlike se javljaju u samoj širini i dubini korita kanala kao i u prisustvu vodene vegetacije. Kanal C1 ima uže korito i prisutnu vegetaciju što se može povezati sa manjim prisustvom bakterija. Najzastupljenija biljka u ovom kanalu je obična trska (*Phragmites*), i ona ima široku primenu u procesu remedijacije u sistemima veštačkih močvara gde se pokazala kao dobra mera za uklanjanje koliformnih bakterija (Elfansi et al 2018, Abed et al 2019, Zhang et al 2010). Ova predpostavka pruža mogućnosti za fitoremedijaciju jednim od dva razmatrana rešenja; konstrukcijom veštačkih močvara ili postavljanjem plutajućih ostrva. Remedijacija u slučaju plutajućih, foliantnih, ostrva se vrši kada se makrofite sade u

suspendovanu podlogu ili u obliku mosta prilikom čega biljke stvaraju gust i bujan pojas na mestima gde dubina vode to dozvoljava (Rudic et al 2018).

ZAKLJUČAK

Ispitivana vodna predstavljaju značajan resurs za sredinu u kojoj se nalaze. Rezultati dobijeni u istraživanju ukazuju da mikrobiološki kvalitet vode nije zadovoljavajući i da postoji opravdana opasnost za direktno ili indirektno ugrožavanje zdravlja ljudi i ekosistema. Na osnovu razmatranja svih prikupljenih informacija predložene su mere za rešavanje mikrobiološke kontaminacije procesom fitoremedijacije uz pomoć sistema konstruisanih močvara ili plutajućih ostrva. Predpostavlja se da primenom navedenih mera može doći do poboljšanja mikrobiološkog kvaliteta vode i umanjenja rizika po zdravlje ljudi i ekosistema.

REFERENCE

1. B.Y. Zhanga *, J.S. Zhenga , and R.G. Sharpb: Phytoremediation in Engineered Wetlands: Mechanisms and Applications, *Procedia Environmental Sciences* 2 (2010) 1315–1325
2. Elfanssi S, Ouazzani N, Latrach L, Hejjaj A1, Mandi L: Phytoremediation of domestic wastewater using a hy-

- brid constructed wetland in mountainous rural area. *Int J Phytoremediation*. 2018 Jan 2;20(1):75-87. doi: 10.1080/15226514.2017.1337067.
3. European Union, The European Parliament Council, Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy, Luxembourg, 23 October 2000, 1997/0067(COD), C5-0347/2000, LEX 224, PE-CONS 3639/1/00, REV 1, ENV 221, CODEC 513 Ferguson, C.M.; Coote, B.G.; Ashbolt, N.J.; Stevenson, I.M. Relationships Between Indicators, Pathogens and Water Quality in an Estuary System. *Water Res.* 1996, 30, 2045–2054.
 4. Kljujev I, *Kontaminacija biljaka patogenim bakterijama iz vode za navodnjavanje [doktorska disertacija]*, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu; 2013.
 5. Suhail N. Abed, Suhad A. Almutkar, Miklas Scholz (2019) Phytoremediation performance of floating treatment wetlands with pelletized mine water sludge for synthetic greywater treatment, *Journal of Environmental Health Science and Engineering* <https://doi.org/10.1007/s40201-019-00372-z>
 6. U.S. EPA Approval of Colilert, Colilert-18, Enterolert, Quanti-Tray, Quanti-Tray/2000: Ambient Water Federal Register / Vol. 68, No. 139 / Monday, July 21, 2003 / Rules and Regulations
 7. Zeljka Rudic, Bojana Vujovic, Ljubinko Jovanovic, Dragan Kiković, Igor Kljujev, Mile Bozic and Vera Raicevic (April 4th 2018). Potential and Constraints of Macrophyte Manipulation for Shallow Lake Management, *Advances in Bioremediation and Phytoremediation*, Naofumi Shiomi, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.74046.