



Darko Vuksanović¹, Jelena Šćepanović²
Dragan Radonjić³

Stručni rad
DOI: 10.5937/VIK25277V

ANALIZA UTICAJA OTPADNIH VODA NA POVRŠINSKE VODE RIJEKA ZETA I MORAČA

Rezime: Ekstremni i enormni razvoj čovječanstva na svim područjima, a naročito na polju tehnologije, za posljedicu ima razvoj naselja i povećanje broja stanovnika, što uslovljava zagađenje čovjekove okoline, a među najteže oblike spada i zagađenje voda. Svakako da se povećanjem broja stanovnika povećava potrošnja vode, a samim tim se povećava i količina otpadnih voda [1]. Glavni izvori zagađenja rijeka Zeta i Morača su svakako sanitarne i fekalne otpadne vode, koje se ispuštaju u ove površinske tokove bez prethodnog adekvatnog tretmana. Ovo je posebno izraženo u opštini Danilovgrad i glavnom gradu Podgorica. Naime, opština Danilovgrad nema izgrađeno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda, dok je postojeće postrojenje u Podgorici neodgovarajućeg kapaciteta. Opština Nikšić posjeduje PPOV kapaciteta 110.000 ES, na kojim se primjenjuju tri vrste obrade: primarni, sekundarni i tercijarni tretman kojim se vrši uklanjanje N, S i P. Na ovom PPOV-u se vrši i dezinfekcija efluenta. Postojeće PPOV u Podgorici je kapaciteta 55.000 ES i ima dvije vrste obrade: primarni i sekundarni tretman. Na ovom postrojenju se ne vrši dezinfekcija efluenta. Svrha analize pritisaka i uticaja je da se identifikuju značajni pritisci koji utiču na tijela površinskih voda rijeka Zeta i Morača.

Ključne reči: otpadne vode, postrojenje za prečišćavanje otpadne vode, životna sredina, rijeke Zeta i Morača

ANALYSIS OF THE EFFECT OF WASTEWATER ON THE SURFACE WATERS OF THE RIVERS ZETA AND MORAČA

Abstract: Due to the extreme and enormous development of mankind in all areas, especially in the field of technology, the result is the development of settlements and an increase in the number of inhabitants, which conditions the pollution of the human environment, and water pollution is among the most severe forms. Of course, the increase in the number of inhabitants increases the consumption of water, and thus the amount of waste water also increases [1]. The main sources of pollution of the Zeta and Morača rivers are certainly sanitary and fecal waste water, which is discharged into these sur-

¹ Univerzitet Crne Gore, Metalurško-tehnološki fakultet, darkov@ucg.ac.me, ORCID: 0000-0003-0868-4649

² Univerzitet Crne Gore, Metalurško-tehnološki fakultet, jelenapj@ucg.ac.me, ORCID: 0000-0001-5841-4335

³ Univerzitet Crne Gore, Metalurško-tehnološki fakultet, draganra@ucg.ac.me, ORCID: 0000-0002-2577-8244



face streams without prior adequate treatment. This is especially pronounced in the Municipality of Danilovgrad and the Capital City of Podgorica. Namely, the Municipality of Danilovgrad does not have a wastewater treatment plant built, while the existing plant in Podgorica is of inadequate capacity. The municipality of Nikšić has a WWTP with a capacity of 110,000 EP, on which three types of treatment are applied: primary, secondary and tertiary treatment, which removes N, S and P. Disinfection of the effluent is also carried out at this WWTP. The existing WWTP in Podgorica has a capacity of 55,000 EP and has two types of treatment: primary and secondary treatment. Effluent disinfection is not carried out at this facility. The purpose of the analysis of pressures and impacts is to identify significant pressures affecting the surface water bodies of the Zeta and Morača rivers.

Key Words: wastewater, wastewater treatment plant, environment, rivers Zeta and Morača

1. Uvod

Rijeke Zeta i Morača pripadaju Jadranskom slivu. Tokom svog toka izložene su raznim uticajima i pritiscima, na osnovu kojih je i pripremljena ova analiza.

Rijeka Zeta izvire na Vidrovanu i u svom toku prolazi kroz tri opštine: Nikšić, Danilovgrad i Podgoricu. Takođe, rijeka Morača u svom toku protiče kroz teritoriju opština Kolašin, Podgorica i Zeta. Obzirom da opština Nikšić ima izgrađeno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda, to je uticaj sanitarnih i fekalnih otpadnih voda smanjen na najmanju moguću mjeru, kada je rijeka Zeta u pitanju. Međutim, u daljem svom toku, rijeka Zeta prolaskom kroz opštinu Danilovgrad biva maksimalno opterećena otpadnim vodama, bilo da se radi o sanitarnim i fekalnim ili drugim otpadnim vodama koje se javljaju tokom rada privrednih subjekata na ovom prostor.

Jedan dio zagađenja rijeke Zete u opštini Danilovgrad potiče od privrednih subjekata, od kojih svi nemaju adekvatno riješeno pitanje tretmana otpadnih voda („Mermer“ a.d, Klanica „Primato“, Farma svinja „Voli“, Mljekara „Lazine“, D.O.O. „Šimšić Montmilk“, D.O.O. „Šišković“). Navedene kompanije ispuštaju otpadne vode direktno u rijeku Zetu sa djelimičnim tretmanom ili bez tretmana i na taj način narušavaju ekosistem rijeke i okolnog pojasa, a dovodi se i u pitanje stanje ihtiofaune.

Sa ovakvim stanjem uticaja na kvalitet vode rijeke Zete, ista se uliva u Moraču. Jedan od najvećih uticaja na površinsku vodu rijeke Morače je postojeće postrojenje u Podgorici, koje je nekada bilo odgovarajućeg kapaciteta, a u današnje vrijeme je postalo veoma malog kapaciteta, jer je projektovano za kapacitet od 55.000 ES i vrši biološko sekundarno prečišćavanje sa primarnom sedimentacijom i procesom aktivnog mulja. Ugušćivanje i odvodnjavanje mulja se vrši pomoću centrifuga i skladišti se na lokaciji PPOV-a. Prvobitna digestija mulja nikada nije stavljena u funkciju.

Zbog ograničenog kapaciteta postrojenja, približno 50% sakupljenih otpadnih voda se ispušta u rijeku Moraču, uzvodno od postrojenja, bez bilo kakvog prečišćavanja, a od preostale količine se jedna frakcija ispušta nakon samo primarnog mehaničkog prečišćavanja. Ispuštanje neprečišćenih i samo djelimično prečišćenih efluenata značajno utiče na kvalitet rijeke Morače.

Kada je rijeka Zeta u pitanju, važno je znati da dio njenog toka prolazi kroz područje koje je proglašeno parkom prirode, što još više obavezuje sve potencijalne zagađivače da vrše adekvatan tretman otpadnih voda koje stvaraju, prije njihovog ispuštanja u istu. Neki



autori [2] su definisali pojam otpadne vode na sledeći način: „Voda koja je zagađena i onečišćena na bilo koji način jeste otpadna voda“. Autori rada [3] su između ostalog obrađivali kako zagađujuće materije dospijevaju do vode direktnim i indirektnim putevima, kao i postupke prečišćavanja otpadnih voda.

Postoji značajan broj tehnoloških postupaka prečišćavanja komunalnih otpadnih voda. Tehnologije prečišćavanja komunalnih otpadnih voda obrađivali su i autori rada [4].

Tehnologije za proizvodnju čiste vode i čiste energije dobile su globalnu pažnju zbog nedostatka vode, iscrpljivanja resursa i globalnog zagrijavanja [5]. Izlučeni efluent iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda može postati sirovina za proizvodnju obnovljive energije, pretvarajući hemijski sadržaj energije u organskim zagađivačima sirovih komunalnih otpadnih voda u korisnu osnovu za energiju [6].

Komunalne otpadne vode su najrasprostanjenija vrsta otpadnih voda koja spada u kategoriju otpadnih tokova male čvrstoće, koje karakterišu niska organska čvrstoća i visok sadržaj čestica organske materije [7].

Tipični konvencionalni anaerobno-aerobni sistemi tretmana koji se komercijalno koriste su: bazeni za stabilizaciju, lagune, kao i prirodni i vještački močvarni sistemi. Aerobni tretman se dešava u donjem kraju. Tipično organsko opterećenje je 0,01 kg BPK (biološka potreba za kiseonikom)/m³ dnevno, a vrijeme zadržavanja varira od nekoliko dana do 100 dana [8, 9].

2. Karakteristike postojećih postrojenja u Nikšiću i Podgorici

2.1. PPOV Nikšić

PPOV Nikšić dnevno prečisti sve količine otpadnih voda koje dolaze na postrojenje. Kao rješenje za tehnološki proces prečišćavanja otpadne vode uzet je: intenzivan proces sa niskoopterećenim aktivnim muljem i višestrukum recirkulacijom aktivnog mulja – anaerobno-anoksično-oksikni (Aerobni) proces.

Zbog visokih ekoloških standarda, odnosno zahtjeva za kvalitetom prečišćene vode, predviđen je kompletan tretman sirove otpadne vode, koji uključuje sisteme za preliminarni, primarni, sekundarni (biološki) i tercijarni tretman. Osim oksidacije ugljenikovih jedinjenja, vrši se i denitrifikacija – uklanjanje azota, kao i uklanjanje fosfora (biološko i hemijsko). Na liniji završnog tretmana predviđena je primjena mikrosita i dezinfekcija efluenta UV zracima.

Što se tiče tretmana otpadnog mulja, predviđeno je zgušnjavanje primarnog i aktivnog mulja, anaerobna stabilizacija mulja, kondicioniranje polimerom i mehanička dehidratacija mulja. Prilikom stabilizacije mulja, u procesu anaerobne digestije proizvodi se biogas, koji se može koristiti kao izvor toplotne i električne energije. Predviđeno je odlaganje dehidratiranog mulja na deponiju i/ili trajna destrukcija dehidratiranog mulja sagorijevanjem u specijalnim pećima.

Kolektor kojim se otpadna voda transportuje do PPOV je profila DN=800 mm.

Na slici 1 prikazano je postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda u Nikšiću.



Slika 1. Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda u Nikšiću

Figure 1. Wastewater treatment plant in Nikšić

2.2. PPOV Podgorica

Obzirom na to da postrojenje trenutno ne može obraditi cjelokupnu količinu otpadnih voda i teret zagađenja koji se sakuplja u kanalizacionoj mreži, dio ulazne sirove otpadne vode se kontinuirano ispušta u rijeku Moraču, uzvodno od PPOV-a (slika 2). Drugi dio otpadnih voda se ispušta nakon mehaničkog predtretmana i prečišćavanja (primarna sedimentacija) unutar postrojenja. Preostali dio se prečišćava u postrojenju u cilju uklanjanja zagađenja ugljenikom. PPOV nije projektovano za uklanjanje nutrijenata (N i P).



Slika 2. Obilazni kanal i ispuštanje sirovih otpadnih voda u rijeku Moraču, uzvodno od PPOV-a

Figure 2. Bypass canal and discharge of raw wastewater into the Morača River, upstream of the WWTP



Na slici 3 prikazan je ulaz u PPOV sa grubom rešetkom i pužnim pumpama, a na slici 4 prečišćivač, primarni taložnik i bazen za aeraciju.



Slika 3. Ulaz u PPOV sa grubom rešetkom i pužnim pumpama
Figure 3. Entrance to the WWTP with coarse grating and screw pumps



Slika 4. Prečišćivač, primarni taložnik i bazen za aeraciju
Figure 4. A clarifier, a primary settling tank and an aeration basin

3. Rezultati ispitivanja

Stalna kontrola kvaliteta površinskih voda u Crnoj Gori obavlja se radi procjene kvaliteta vode vodotoka, praćenja trenda zagađenja i očuvanja kvaliteta vodnih resursa. Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih voda rijeka Zeta i Morača preuzeti su iz Informacije o stanju životne sredine za 2023. godinu koju je uradila Agencija za zaštitu životne sredine Crne Gore [10].

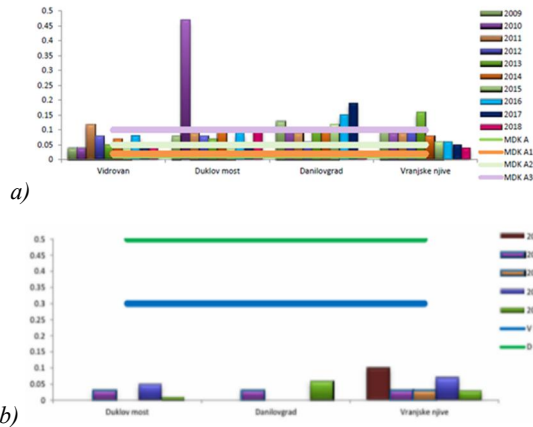
Mjerni parametri: Biološka potrošnja kiseonika (BPK), Fostafti, Nitrati

Biološka potrošnja kiseonika (BPK) je količina kiseonika koja je potrebna da se izvrši biološka oksidacija prisutnih, biološki razgradljivih, sastojaka vode. Stepem zagađenosti vode organskim jedinjenjima definisan je, pored ostalih, i ovim parametrom (BPK) i osnovni je parametar za ocjenu zagađenosti površinskih voda organskim materijama.

Najznačajniji izvor zagađenja ortofosfata potiče iz komunalnih i industrijskih otpadnih voda i poljoprivrede. Fosfati mogu oštetiti vodenu okolinu i narušiti ekološku ravnotežu u vodama, te njihov povećan sadržaj može izazvati eutrofikaciju, što ima za posledicu ubrzano

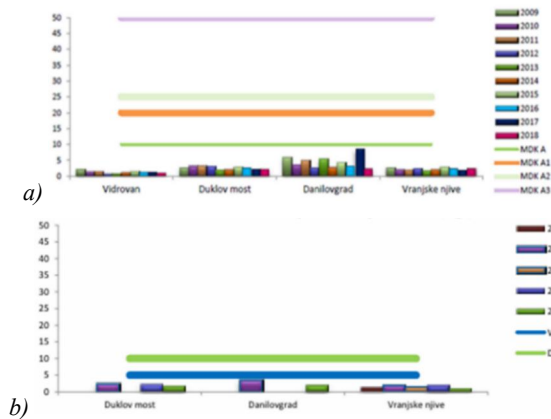


razmnožavanje algi i viših biljaka i stvaranje nepoželjne promjene ravnoteže organizama prisutnih u vodi, kao i samog kvaliteta vode. Jedinjenja koja sadrže azot, u vodi se ponašaju kao nutrijenti i izazivaju nedostatak kiseonika, a time utiču na izumiranje živog svijeta. Glavni izvori zagađenja azotnim jedinjenjima su komunalne i industrijske otpadne vode, septičke jame, upotreba azotnih vještačkih đubriva u poljoprivredi i životinjski otpad. Na slici 5 dat je histogramski prikaz sadržaja fosfata u rijeci Zeti, a na slikama 6 i 7 sadržaj nitrata i BPK₅.



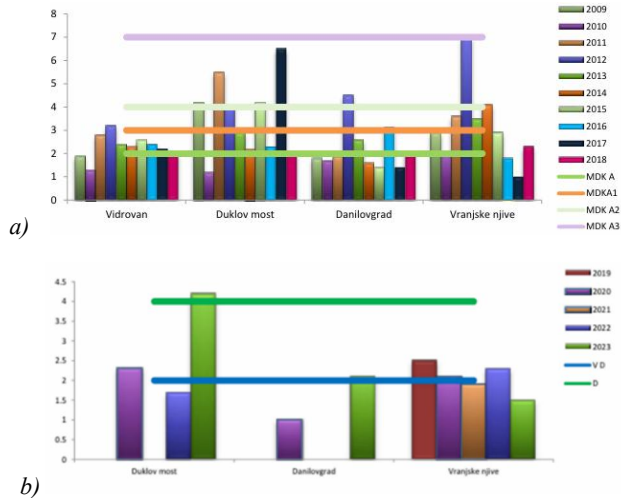
Slika 5. Sadržaj ortofosfata(fosfata) u rijeci Zeti (mg/l) (period od 2009.-2018. (a) i od 2019.-2023. godine (b))

Figure 5. Content of orthophosphate (phosphate) in the Zeta River (mg/l) (period from 2009-2018. (a) and from 2019-2023. (b))



Slika 6. Sadržaj nitrata u rijeci Zeti (mg/l) (period od 2009.-2018. (a) i od 2019.-2023. godine (b))

Figure 6. Nitrate content in the Zeta River (mg/l) (period from 2009-2018 (a) and from 2019-2023. (b))



Slika 7. BPK₅ u rijeci Zeti (mg O₂/l) (period od 2009.-2018. (a) i od 2019.-2023. godine (b))
Figure 7. BOD₅ in the Zeta River (mg O₂/l) (period from 2009-2018 (a) and from 2019-2023 (b))

Prikazani rezultati ispitivanja kvaliteta voda rijeka Zeta i Morača pokazuju da je u periodu od 2009-2018. godine korišćena metodologija gdje su rezultati upoređivani sa MDK, dok je za period 2019-2023. godina korišćena metodologija gdje su korišćene norme za kvalitet vodnog tijela (dobar i vrlo dobar). Na osnovu ispitivanih lokaliteta rijeka Zeta i Morača, ukupno stanje voda bilo je izvan zadovoljavajućeg statusa i to kao: loš status na lokalitetima Zeta-Duklov most; Zeta-Danilovgrad; Zeta-Vranjske njiva; Morača-Zlatica; Morača-ispod Vukovaca. Svi dobijeni rezultati pokazuju veoma značajan uticaj otpadnih voda koje se bez prethodnog odgovarajućeg tretmana ispuštaju u ove vodotoke.

4. Zaključak

Na osnovu prezentovanih rezultata ispitivanja kvaliteta površinskih voda rijeka Zeta i Morača mogu se isvesti sledeći zaključci:

1. Uticaj komunalnih i industrijskih otpadnih voda predstavlja jedan od glavnih kontaminata površinskih i podzemnih voda, jer se na pojedinim vodotocima direktno ulivaju u recipijente bez prečišćavanja.

2. Analiza pokazuje da je neophodno što prije riješiti pitanje prečišćavanja otpadnih voda iz Danilovgrada, Spuža i glavnog grada Podgorice u cilju zaštite obje rijeke, a samim tim i Skadarskog jezera kao konačnog recipijenta.

3. Sve ostale potencijalne zagađivače treba obavezati da vrše adekvatan tretman otpadnih voda koje stvaraju, prije njihovog ispuštanja u površinske tokove rijeka Zeta i Morača.

4. Zadatak svih u Crnoj Gori je da se sačuvaju vode rijeka Zeta i Morača, koje predstavljaju izuzetno značajan dio vodnih resursa.



5. Literatura

- [1] Jokanović M, Pajkić J, Proces prečišćavanja otpadnih voda, *3rd International scientific conference Conference on mechanical engineering technologies and applications COMETA 2016*, East Sarajevo, Jahorina 2016.
- [2] Jahić M, *Urbani vodovodni sistemi*, Udruženje za tehnologiju vode, Beograd, 1988.
- [3] Kitanović R, Šušteršič V, Tretman otpadnih voda, *Vojno-tehnički glasnik*, vol. LXI, No. 3, 2013.
- [4] Sikosana M, Sikhwivhilu K, Moutloali R, Madyira D, Municipal wastewater treatment technologies: A review, *2nd International Conference on Sustainable Materials Processing and Manufacturing (SMPM 2019)*, Procedia Manufacturing 35, 2019.
- [5] Chung T. S, Li X Ong R. C, Ge G, Wang Han H, Emerging Forward Osmosis (FO) Technologies and Challenges Ahead for Clean Water of Energy Application, *Current Opinion in Chem. Eng*, 1, 2012.
- [6] Shizas I, Bagley D. M, Experimental determination of energy content of unknown organics in municipal wastewater streams, *J. Energy Eng.* 130, 2004.
- [7] Lier J. B, High-rate anaerobic treatment: diversifying from end-of-the-treatment to resource-oriented conversion techniques, *Water Sci. Technol.* 5, 2008.
- [8] Chan Y. J., Chong M. F, Law C. L, Hassell D. G, A review on anaerobic-aerobic treatment of industrial and municipal wastewater, *Chem. Eng. J.* 155, 2009.
- [9] Wang L. K, *Waste Treatment in the Process Industries*, CRC Press, 2005.
- [10] Agencija za zaštitu životne sredine Crne Gore: Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori za 2023. godinu, 2024.