

MIKROBIOLOŠKI I FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI KAO POKAZATELJI EKOLOŠKOG STATUSA I KVALITETA POVRŠINSKE VODE LAĐEVAČKE REKE

Vesna Đurović¹, Desimir Knežević², Milica Zelenika¹, Leka Mandić¹, Dragutin Đukić¹, Pavle Mašković¹

Izvod: Procena kvaliteta i ekološkog statusa vode Lađevačke reke vršena je na osnovu mikrobioloških i fizičko-hemijskih parametara analiziranih uzoraka, prikupljenih u aprilu i junu 2016. godine. Mikrobiološka i fizičko-hemijska analiza vode vršena je prema opšteprihvaćenim metodama, koje su date pravilnicima. Tokom ovako kratkog vremenskog perioda došlo je do pogoršanja mikrobioloških i fizičko-hemijskih parametara kvaliteta vode ove reke koja je od reke III klase sa umerenim ekološkim statusom prešla u reku IV klase sa slabim ekološkim statusom.

Ključne reči: mikrobiološki, fizičko-hemijski parametri, kvalitet voda

Uvod

Budućnost pripada onima koji budu shvatili na vreme da su pitka voda, hrana i blagovremena informacija strateški prioriteta 21. veka. Zdrava hrana dobija status luksuzne robe a pitka voda je uslov opstanka. Voda je izvor života i resurs koji će obeležiti XXI vek, kao što je to bio slučaj sa naftom u XX veku. Stalni porast broja stanovništva na Zemlji uslovljava sve veću potrebu za vodom, nagoveštavajući da se Zemlja približava vodnom deficitu (Todd, 1970.). Da je voda ključni uslov opstanka civilizacije prepoznali su još stari Egipćani i stanovnici Mesopotamije. Najstariji poznati bunari potiču iz Mesopotamije (oko 4000 godine p.n.e) a prva vodovodna mreža izgrađena je u Jerusalimu za vreme Solomona, 1000 god. p.n.e. (Anonymous 1, 2011.).

Za vodosnabdevanje se koriste površinske i podzemne vode (Marjanović, 2010.). Hemijska i naftna industrija, metalurgija i energetika predstavljaju velike potrošače vode (Djukić i Ristanović, 2005.), ali je poljoprivreda, ipak, najveći porošac vode, jer se za potrebe navodnjavanja koristi oko 70% ukupne količine vode koja se crpi iz prirodnih resursa.

Intenziviranje industrijalizacije, urbanizacije, transporta i hemizacije poljoprivrede znatno je doprinelo povećanju kvaliteta ljudskog života ali i dovelo do zagađenja vode, vazduha, zemljišta, uništavanja biocenoza i ozonskog omotača (Gavrilović i Lješević, 1999.). Neprečišćene otpadne vode hemijske, naftne i prehrambene industrije, kao i komunalne otpadne vode, najčešće se ispuštaju u prirodne recipijente, zbog čega su vodozahvati uglavnom zagađeni. Voda je odličan put za prenošenje infekcija (hidrične epidemije), ali ima fiziološki, higijenski, eko-biološki, toksikološki i epidemiološki

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija (vesna.djurovic@kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kosovskoj Mitrovici, Poljoprivredni fakultet u Lešku, Kosovo i Metohija, Srbija

značaj za čoveka (Panić, 2009; Rajković, 2010.). Dobijanje higijenski ispravne vode postaje sve veći izazov.

Mikrobiološki i fizičko-hemijski parametri Lađevačke reke su analizirani da bi se procenila njena potencijalna primena u rekreacione i poljoprivredne svrhe.

Materijal i metode rada

Radi utvrđivanja stanja kvaliteta površinskih voda i ocene ekološkog statusa Lađevačke reke analizirani su mikrobiološki parametri (broj ukupnih koliformnih bakterija, broj fekalnih koliformnih bakterija - *E. coli* i broj fekalnih enterokoka) i fizičko-hemijski parametri (T, pH vrednost, rastoreni kiseonik, biohemijska potrošnja kiseonika, ukupni organski kiseonik, amonijum jon, nitrati, ortofosfati, ukupni fosfor i hloridi). Uzorci su prikupljeni u aprilu (L1) i junu (L2) 2016. godine. Ispitivani parametri su određivani standardnim metodama. Analizu je vršio Zavod za javno zdravlje u Čačku.

Ocena kvaliteta površinskih voda vršena je na osnovu važećih propisa: Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS 74/11); Uredbi o granicnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 50/12); Pravilnika o opasnim materijama u vodama (Sl. glasnik SR Srbije 31/82); Pravilnika o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine (Sl. glasnik RS 37/11).

Zaštita voda od zagađenja uređena je Zakonom o vodama i Zakonom o zaštiti životne sredine. Upravljanje kvalitetom voda pretpostavlja monitoring površinskih voda, kao recipijenta, ispitivanje fizičko-hemijskih, mikrobioloških i bioloških parametara. Ispitivanje kvaliteta voda obavlja se u skladu sa važećom metodologijom i zakonskom regulativom iz ove oblasti, nacionalnim standardima i Direktivama EU koje se odnose na kvalitet površinskih voda.

Rezultati istraživanja i diskusija

Mikrobiološke karakteristike vode su značajan pokazatelj njenog kvaliteta. Mikrobiološka analiza (broj ukupnih koliformnih bakterija, broj fekalnih koliformnih bakterija - *E. coli* i broj fekalnih enterokoka) ukazuje na vrstu i intenzitet zagađenja, kao i na efekat (trajni ili privremeni) određenih zagađivača (Petrović i sar, 1998; Fries i sar., 2006.). Ukupan broj koliformnih bakterija i broj koliformnih bakterija fekalnog porekla su pokazatelji fekalne kontaminacije (Coca i sar., 1996.). Većina mikroorganizama, posebno određene bakterijske vrste i protozoe su neophodne za biološku obradu. Međutim, prisustvo patogenih bakterija, nekih protozoa i virusa predstavlja rizik po zdravlje (Mašala, 2009; Nikolić, 2011.).

Na osnovu mikrobiološke analize (Tabela 1) može se zaključiti da je znatno veći broj ukupnih koliformnih bakterija, broja fekalnih koliformnih bakterija i fekalnih enterokoka utvrđen u uzorcima ispitivane površinske vode u junu (L2) u odnosu na ispitivanja u aprilu (L1), odnosno, da su sva tri parametra imala tendenciju rasta. Na osnovu vrednosti ukupnih koliformnih bakterija u aprilu, voda je bila umerenog

ekološkog statusa i pripadala je III klasi. Vrednosti za ukupne koliformne bakterije i fekalne enterokoke u uzorcima iz juna meseca svrstale su ovu reku u IV ekološku klasu. Do sličnih rezultata došli su i drugi autori (Jurišić i sar. 1994.), analizirajući uticaj temperature i drugih faktora na kvalitet voda pritoka Zapadne Morave.

Tabela 1. Mikrobiološka analiza vode Lađevačke reke

Table 1. Results of microbiological analysis

Mikrobiološki parametri ocene ekološkog statusa <i>Microbiological parameters for assessment of ecological status</i>	Jedinica mere <i>Unit of measure</i>	Dobijena vrednost <i>Obtained value</i>		Granice između klasa ekološkog statusa <i>Limit between the ecological status classes</i>			
		L1	L2	I-II	II-III	III-IV	IV-V
Broj ukupnih koliformnih bakterija <i>Number of total coliform bacteria</i>	MPN/100 ml	12800	385050	50	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
Broj fekalnih koliformnih bakterija- <i>E.coli</i> <i>Number of fecal coliform bacteria-E.coli</i>	MPN/100 ml	500	8400	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵
Broj fekalnih enterokoka <i>Number of fecal enterococci</i>	MPN/100 ml	40	15492	40	400	4000	40000

MPN-najverovatniji broj

L1- april; L2 - jun

Ekološki status i kvalitet vode Lađevačke reke utvrđivan je i na osnovu praćenja nekih osnovnih hemijskih parametara (rastvoreni O₂, BPK₅, ukupni organski ugljenik, jon amonijaka, nitrati, ortofosfati, ukupni fosfor, hloridi) - tabela 2. Vrednosti većine ispitivanih parametara ukazuju da je tokom vremena došlo do pogoršanja ekološkog statusa i kvaliteta vode ove reke.

Na osnovu nivoa biološke potrošnje kiseonika za 5 dana (BPK₅) u ispitivanom periodu (april - 2, jun - 4 mgO₂ dm⁻³) može se zaključiti da ispitivana voda pripada II klasi ekološkog statusa (Anonymous 2), što je u skladu sa sličnim istraživanjima kvaliteta vode Z. Morave (Pajović i sar., 1995.).

Značajno variranje vrednosti za rastvoreni kiseonik u periodu ispitivanja (10.7, odnosno, 8.4 mgO₂ dm⁻³) posledica je, najverovatnije, promenjene temperature, disanja, aeracije, fotosinteze i prisustva sedimenta (Budget and Verma, 2006.). Na osnovu vrednosti amonijačnog jona u istom periodu (0.2 i 0.5 mgN L⁻¹) voda Lađevačke reke je svrstana u vode umerenog ekološkog statusa – III klasa (Anonimus 2). Inače, rastvoreni kiseonik i amonijačni azot se mogu smatrati hemijskim indikatorima fekalne kontaminacije (Coca i sar., 1996.). U odnosu na ostale hemijske parametre (ukupni

organski ugljenik, nitrati, ortofosfati, ukupni fosfor, hloridi) ekološki status voda ove reke u ispitivanom periodu kretao se od I-IV klase (Anonymous 3.).

Tabela 2. Fizičko-hemijski kvalitet vode Lađevačke reke
 Table 2. Physico-chemical quality of water of the Lađevačka river

Parametri ispitivanja <i>Parameters of analysis</i>	Jedinica mere <i>Unit of measure</i>	Dobijena vrednost <i>Obtained value</i>		Klasa ekološkog statusa <i>Class of ecological status</i>				
		L1	L2	I	II	III	IV	V
Temperatura <i>Temperature</i>	°C	14,1	18,1					
pH vrednost 20,8 °C <i>pH value 20,8 °C</i>	/	8,4	8,2	6,5-8,5	6,5-8,5			<6,5; <8,5
Rastvoreni kiseonik <i>Dissolved oxygen</i>	mg O ₂ L ⁻¹	10,7	8,4	8,5	7,0	5	4	<4
Biohemijska potrošnja kiseonika (posle 5 dana) <i>Biochemical oxygen demand (after 5 days)</i>	mgO ₂ L ⁻¹	2	4	1,8	4,5	7	25	>25
Ukupni organski ugljenik <i>Total organic carbon</i>	mg L ⁻¹	8,5	<1	2,0	5,0	15	50	>50
Amonijum jon <i>Ammonium ion</i>	mg N L ⁻¹	0,2	0,5	0,05	0,1	0,6	1,5	>1,5
Nitrati <i>Nitrates</i>	mg N L ⁻¹	1,5	2	1,5	3,0	6	15	>15
Ortofosfati <i>Orthophosphates</i>	mg P L ⁻¹	0,15	0,5	0,02	0,1	0,2	0,5	>0,5
Ukupni fosfor <i>Total phosphorus</i>	mg L ⁻¹	0,2	0,6	0,05	0,20	0,4	1	>1
Hloridi <i>Chlorides</i>	mg L ⁻¹	12,4	15,2	50	100	150	250	>250

Odluka Evropske unije da se izgradi koherentna i usklađena strategija zaštite voda, umesto samostalnog donošenja odluka od strane država članica neophodna je i opravdana (Radulović, 2005.) i temelji se na činjenici da su u periodu od 1992 – 2010. godine vrednosti za ukupnu biohemijsku potrošnju kiseonika (BPK₅) smanjene za 55 %, sa 4,9 mg L⁻¹ na 2,2 mg L⁻¹, a ukupan amonijum jon za 73 %, od 587 do 159 µg N L⁻¹ (Anonymous 4).

Zaključak

Na osnovu vrednosti nekih ispitivanih parametara u aprilu 2016. godine (amonijum jon, ukupni organski ugljenik i ukupne koliformne bakterije) ekološki status reke bio je umeren (III klasa), dok je na osnovu vrednosti ostalih parametara (ortofosfati, ukupni fosfor, broj fekalnih koliformnih bakterija i crevnih enterokoka) u junu 2016. godine voda ove reke svrstana u vodu slabijeg ekološkog statusa (IV klasa).

Dobijeni rezultati upućuju na mogućnost korišćenja voda ove reke u poljoprivredne i rekreacione svrhe.

Napomena

Rad je finansiran od strane Ministarstva Prosvete, Nauke i Tehnološkog razvoja, Republike Srbije, Projekat TR 31092.

Literatura

- Anonymous 1: Voda-izvor održivog razvoja, inženjeri zaštite životne sredine 2011- Novi Sad ISBN: 978-86-87145-07-8
- Anonymous 2: Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 50/12)
- Anonymous 3: Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2013. godinu: Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 408 str. 2014 god.
- Anonymous 4: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/oxygen-consuming-substances-in-rivers/oxygen-consuming-substances-in-rivers-5>
- Attachment of Fecal Indicator Bacteria to Particles in the Neuse River Estuary, N. C. *Envir. Engrg.* Vol. 132, 10: 1338-1345.
- Budget U. S. and Verma A. K. (2006). Limnological Studies on J. N. U. Lake, New Delhi, India. Bulletin of Botanical Society. 32: 16-23.
- Coca C., Moreno O., Espigares M., Fernández-Crehuet M., Gálvez R. (1996). Chemical and microbiologic indicators of faecal contamination in the Guadalquivir (Spain); European Water Pollution Control, 1996, 6, 3, 7-13 ISSN: 0925-5060
- Đukić A. D., Ristanović M. V. (2005). Hemija i mikrobiologija voda, Stylos, Novi Sad, 447 str. ISBN-13: 978-86-7473-205-2, ISBN: 86-7473-205-4
- Đukić A. D., Veljović P., Jevtić S. (1987). Mikroorganizmi kao indikatori opterećenja reke Bjelice. Poljoprivreda i šumarstvo, XXXIII, 2-3, 115-119, 1987, Titograd
- Fries J. S., Gregory W., Characklis G. W., Rachel T., Noble R. T. (2006): Attachment of Fecal Indicator Bacteria to Particles in the Neuse River Estuary, N.C. *Envir. Engrg.* Vol. 132, 10: 1338-1345.
- Gavrilović Lj., Lješević M. (1999). Voda kao uslov života i prirodni resurs, Zbornik radova sa Konferencije „Voda za XXI vek”, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd
- Jurišić I., Đukić A. D., Marković G., Mandić L., Pajović V., Simović S. (1994). Kvalitet i primarna produkcija reke Zapadne Morave. Saopšten na Megunarodnoj konferenciji

- "Kvalitet voda `1994" Čačak, 5-7. oktobar 1994. Štampan u zborniku radova, str. 407-413.
- Marjanović T. (2010). Karakteristike vode za piće sa aspekta zdravstvenog rizika objekta za centralno vodosnabdevanje u Požarevcu za period 2005-2009., Medicinski fakultet, Beograd
- Mašala A. (2009). Bakteriološke osobine vode jezera na području Tuzlanskog kantona Veterinaria 58 (3-4), 219-228, Sarajevo
- Nikolić S., Mojović Lj., Nikolić B., Sekulić Lj., Milovanović D. (2011). Zagađivači i kvalitet vode reka Veliki lug i Kubršnica na teritoriji opštine Smederevska palanka, Vodoprivreda 0350-0519, 43 252-254 p. 259-265 UDK: 551.482.213/214
- Pajović V., Đukić D., Mandić L., Đurić S. (1995). Kvalitet vode reke Zapadne Morave kod SRC " Mladost" (kupalište). Rad saopšten na konferenciji o aktuelnim problemima zaštite voda. "Zaštita vode `95", Tara, 07-09. Jun 1995. Štampan u zborniku radova, str. 145-150.
- Panić I. (2009). Ispitivanje opštih fizičko-hemijskih i radiohemijskih osobina voda Mataruške, Selters i Vrnjačke banje, diplomski rad, Fakultet za fizičku hemiju, Beograd.
- Petrović O., Gajin S., Matavulj M., Radnović D., Svirčev Z. (1998): Mikrobiološko ispitivanje kvaliteta površinskih voda. Institut za biologiju, PMF, Novi Sad.
- Pravilnik o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine (Sl. glasnik RS 37/11),
Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Sl. glasnik SR Srbije 31/82).
- Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, (Sl. glasnik RS 74/11),
- Radulović S. (2005). Specijalni rezervat prirode Stari Begej – Carska Bara. U: Stevanović, V. Ed. (2005): Botanički značajna područja u Srbiji (IPA - *Important Plant Areas in Serbia*).
- Rajković M. B. (2010). Hemijske metode analize, autorizovana skripta, samostalno izdanje (M. B. Rajković), Zemun.
- Todd D. K. (1970). The Water Encyclopedia, Water Information Center, Port Washington, New York. 597 page.

MICROBIOLOGICAL AND PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL STATUS AND QUALITY OF SURFACE WATER LAĐEVAČKA RIVER

Vesna Durović¹, Desimir Knežević², Milica Zelenika¹, Leka Mandić¹, Dragutin Đukić¹, Pavle Mašković¹

Abstract

Assessing the quality and ecological status of water Lađevačka River was carried out on the basis of microbiological and physico-chemical parameters. Analyzed samples was collected in April and June 2016. Microbiological and physical-chemical water analysis was conducted according to generally accepted methods, according to Regulations. During such a short period of time there has been a deterioration in the microbiological and physicochemical parameters of the water quality of the river, which is the river of class III with moderate ecological status in the river crossed IV class with poor ecological status.

Key words: microbiological, physical and chemical parameters, water quality

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia (name.lastname@kg.ac.rs)

²Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica-Lešak, Kopaonička bb, Kosovo i Metohija, Srbija