

MIKROBIOLOŠKI I HEMIJSKI KVALITET VODE ZA PIĆE U FILTERSKOJ STANICI „MOJDEŽ“ I U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI HERCEG NOVOG

*Dragutin Đukić¹, Tanja Stamenković, Leka Mandić¹, Pavle
Mašković¹, Slavica Vesković², Vesna Đurović¹, Milica
Zelenika¹*

Izvod: Ispitivanje je vršeno radi provere uticaja tehnološkog tretmana vode na njen mikrobiološki i hemijski kvalitet u samoj filterskoj stanici i distributivnoj mreži. Mikrobiološki i hemijski parametri kvaliteta vode određivani su standardnim metodama propisanim Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. List SRJ br. 42/98 i 44/99). Vrednosti ispitivanih fizičkih, fizičko-hemijskih i hemijskih parametara pre i nakon tretmana u filterskoj stanici "Mojdež", kao i u distributivnoj mreži H. Novog, nisu izlazile izvan okvira predviđenih navedenim Pravilnikom. Utvrđeno je odstupanje samo u pogledu mikrobiološke ispravnosti vode za piće u lokalitetu kod filterske stanice "Mojdež" iz kojeg su izolovane koliformne bakterije.

Ključne reči: voda, kvalitet, mikroorganizmi

Uvod

Povećanje životnog standarda i zadovoljavanje životnih potreba nezamislivo je bez snabdevanja dovoljnim količinama vode odgovarajućeg kvaliteta (vodom za piće, za industriju, rudarstvo, poljoprivredu itd.) Kumar i sar. (2005.). Potrebe za takvim vodama se mere milionima litara kubnih, a njihove raspoložive količine u prirodi ($1,5 \cdot 10^9 \text{ cm}^3$) se, zbog zagađenja (industrijalizacijom, urbanizacijom, transportom, hemizacijom poljoprivrede itd.), značajno smanjuju, pa u svetu sve više prevladava mišljenje da voda nije neograničen resurs i da se mora planski i racionalno koristiti.

Podizanje prvih vodovodnih sistema radi planskog i racionalnog korišćenja voda za piće i druge potrebe, pominje se 3000 godina p.n.e, a zatim slede podaci o izgradnji takvih sistema u drevnom Egiptu, Kini, Vavilonu. U periodu procvata drevne Grčke i Rima postojali su veći centralizovani sistemi za snabdevanje vodom. Na teritoriji bivšeg SSSR-a prvi gravitacioni vodovodi počinju se graditi od kraja XI do početka XIII veka, u Francuskoj (Pariz) krajem XII veka, u Engleskoj (London) u XIII, u Nemačkoj početkom XV veka, a u našoj zemlji u XIX veku (Abramov, 1974; Bošković i Bulatović, 1996; Đukić i Ristanović, 2005).

Javni vodovodni sistemi, koji koriste izvore površinskih i podzemnih voda za snabdevanje stanovništva, pristupaju tretmanu vode radi smanjenja rizika od pojave kontaminirajućih materija, estetske prihvatljivosti vode za upotrebu i svođenja rizika od zagađenja na minimum.

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

² Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, Beograd

Stoga je cilj ovog rada bio da se izvrši mikrobiološka i hemijska kontrola kvaliteta sirove i tehnološki obrađene vode u samoj filterskoj stanici i distributivnoj mreži Herceg Novog.

Materijal i metode rada

Uzorci vode za mikrobiološku i hemijsku analizu uzimani su pre i nakon njenog tretmana u Filterskoj stanici "Mojdež", kao i sa 9 lokaliteta duž distributivne mreže Herceg Novog (od Igala do Kamenara). Analiza mikrobioloških (ukupne koliformne bakterije - MNP, koliformne bakterije fekalnog porekla, fekalne streptokoke, *Proteus* sp., *Pseudomonas aeruginosa* sulfitoredujuće klostridije) i fizičko-hemijskih parametara (miris, ukus, temperatura, rezidualni hlor, mutnoća, elektrolitička provodljivost, pH, hloridi, amonijak, nitrati, utrošak KMnO_4 , alkalitet, magnezijum, kiseonik) vršena je po metodici propisanoj Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. List SRJ br. 42/98 i 44/99).

Rezultati istraživanja i diskusija

Radi praćenja i ocene kvaliteta vode za piće pre i nakon tretmana na filterskoj stanici "Mojdež" kao i u distributivnoj mreži Herceg Novog, vršene su fizičke, fizičko-hemijske, hemijske i mikrobiološke analize.

Prosečne vrednosti ispitivanih fizičkih, fizičko-hemijskih i hemijskih parametara u sirovoj (prirodnom izvoru) i prerađenoj (hlorisanoj) vodi u periodu jun-avgust 2010. godine (Tabela 1) odgovarale su traženim uslovima iz Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. List SRJ br 42/98 i 44/99). U tom smislu registrovan je, na primer, značajan pad mutnoće (0,81 na 0,31 NTU) i potrošnje KMnO_4 (3,52 na 2,88 mg dm^{-3}) nakon tretmana, što je očekivano i u skladu je sa rezultatima istraživanja brojnih autora (Brković-Popović i Popović, 1977; Asano, 2007; Kurup i sar. 2010).

U pogledu mikrobiološke ispravnosti, zbog prisustva koliformnih bakterija, uzorci sirove vode nisu odgovarali zahtevanim uslovima iz već pomenutog Pravilnika, dok su uzorci hlorisane vode bili mikrobiološki ispravni, što se moglo i očekivati, jer je rezidualni hlor u koncentraciji od 0,5mg dm^{-3} ispoljio jako dezinfekciono dejstvo (Tabela 2).

Tabela 1. Prosečna vrednost fizičkih, fizičko-hemijskih i hemijskih parametara sirove i hlorisane vode u periodu jun-avgust 2010. godine u Filtrerskoj stanici "Mojdež"
 Table 1. The average value of the physical, chemical and physico-chemical parameters of raw and chlorinated water in the period June-August 2010 in filtration station "Mojdež"

Ispitivani parametar, jedinica mere <i>The test parameter, unit of measure</i>	Utvrđena vrednost u sirovoj vodi <i>The actual value of the raw water</i>	Utvrđena vrednost u hlorisanoj vodi <i>The actual value of the water chlorinated</i>
Miris (<i>Smell</i>) -	bez	bez
Ukus (<i>Taste</i>) -	bez	bez
Temperatura (<i>Temperature</i>), °C	16.8	17.2
Rezidualni hlor (<i>Residual chlorine</i>), mg dm ⁻³	nehlorisana	0.5
Mutnoća (<i>Turbidit</i>), NTU	0.81	0.31
Elektrolitička provodljivost (<i>Electrolytic conductivity</i>), μS cm ⁻¹	311	309
pH -	7.61	7.65
Hloridi (<i>Chlorides</i>), mg dm ⁻³	6.0	7.0
Amonijak (<i>Chlorides</i>), mg dm ⁻³	Bez obojenja (kolorimetrijski)	Bez obojenja
Nitriti (<i>Nitrites</i>), mg dm ⁻³	Bez obojenja (kolorimetrijski)	Bez obojenja
Utrošak KMnO ₄ (<i>Consumption of KMnO₄</i>), mg dm ⁻³	3.52	2.88
Alkalitet (<i>Alkalinity</i>) cm ³ 0.1 M HCl	38	39
Bikarbonati HCO ₃ ⁻ (<i>Bicarbonate HCO₃⁻</i>), mg dm ⁻³	10.64	10.92
Karbonatna tvrdoća (<i>Hardness</i>), °Kdh	231.8	237.9
Ukupna tvrdoća (<i>Bicarbonate HCO₃⁻</i>), °Kdh	9.41	
Kalcijum (<i>Calcium</i>), mg dm ⁻³	56.80	
Magnezijum (<i>Magnesium</i>), mg dm ⁻³	6.32	
Kiseonik (<i>Oxygen</i>), mg dm ⁻³ , %	9.26; 105.7	

Tabela 2. Mikrobiološki kvalitet sirove i hlorsane vode u Filterskoj stanici "Mojdež" u periodu jun-avgust 2010. godine.
 Table 2. *Microbiological quality of raw and chlorinated water in filter station "Mojdež" in the period June-August 2010*

Ispitivani parametar, jedinica mere (cm ²) Tested parameter, unit of measure (cm ²)	Sirova voda <i>Raw water</i>		Hlorisana voda <i>Chlorinated water</i>	
	Period ispitivanja, 2010 godina <i>Period of testing</i>		Period ispitivanja, 2010 godina <i>Period of testing</i>	
	28.06	16.07	28.06	16.07
Ukupne koliformne bakterije (MNP), 100 <i>Total coliform bacteria (MNP), 100</i>	2.2	16	0	0
Koliformne bakterije fekalnog porekla, 100 <i>Coliform bacteria of fecal origin, 100</i>	nisu nađene	nađene su	nisu nađene	nisu nađene
Streptokoke fekalnog porekla, 100 <i>Streptococci of fecal origin, 100</i>	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene
Proteus spp., 100 <i>Proteus spp., 100</i>	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene
Pseudomonas aeruginosa, 100 <i>Pseudomonas aeruginosa, 100</i>	nije nađen	nije nađen	nije nađen	nije nađen
Sulfitorredukujuće klostridije <i>Sulphate-reducing clostridia</i>	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene

Tabela 3. Mikrobiološki kvalitet vode u distributivnoj mreži 26.09.2010. godine
 Table 3. *Microbiological quality of the water in the distributive network on 26.09.2010.*

Ispitivani parametar, jedinica mere (Tested paramete, unit of measure)	Mojdež (nehlorisana)	Česma ispred Kanli kule	Samoposlastičarnica Đenovići	Hotel Tamaris	Dečiji dom Bijela	Kafić Kamenari
Koliformne bakterije fekalnog porekla, 100 cm ³ (<i>Coliform bacteria of fecal origin</i>)	nađene su (MPN 16)	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene
Ukupne koliformne bakterije MNP, 100 cm ³ (<i>Total coliform bacteria</i>) MNP, 100 cm ³	>18	0	0	0	0	0
Streptokoke fekalnog porekla, 100 cm ³ (<i>Streptococci of fecal origin</i>), 100 cm ³	nađene su	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene
Proteus spp., 100 cm ³ (<i>Proteus spp.</i>), 100 cm ³	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene
Sulfitoredujuće klostridije (<i>Sulphate-reducing clostridia</i>)	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene	nisu nađene
Pseudomonas aeruginosa, 100 cm ³ (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	nije nađen	nije nađen	nije nađen	nije nađen	nije nađen	nije nađen
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u 1 mL (<i>The total number of aerobic mesophilic bacteria in 1 mL</i>)	150	0	0	0	0	0

Tabela 4. Prosečne vrednosti fizičkih, fizičko-hemijskih i hemijskih parametara vode u distributivnoj mreži u periodu jun-avgust 2010. godine

Table 4. Average values of physical, physico-chemical and chemical parameters of water in distributive network during the period Jun-August 2010

Ispitivani parameter Tested parameter	Igallo	Herceg Novi	Mejine	Zelenika	Kumbor	Đenovići	Biošći	Bijela	Kamenari
Miris (-) Scent (-)	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Ukus(-) Flavor (-)	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Temperatura °C Temperature °C	14.5	15	17	17.2	16.9	19.1	18.5	18.7	17.9
Rezidualni hlor mg dm ⁻³ Residual chlorine mg dm ⁻³	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.3
Mutnoća (NTU) Fuzziness (NTU)	0.21	0.23	0.33	0.19	0.25	0.21	0.23	0.25	0.22
Elektrolitička provodljivost (µS cm ⁻¹) Electrolytic conductivity µS cm ⁻¹	311	309	315	321	317	315	314	318	317
pH	7.59	7.51	7.71	7.48	7.55	7.61	7.56	7.50	7.47
Hloridi, Chlorides	7.0	8.0	8.0	9.0	8.00	7.0	7.0	8.0	8.0
Amonijak (kolorimetrijski) Ammonium (colorimetric)	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje
Nitriti (kolorimetrijski) Nitrites (colorimetric)	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje	bez boje
Utrošak KMnO ₄ (mg dm ⁻³) Consumption of KMnO ₄ (mg dm ⁻³)	2.24	2.24	2.88	2.56	2.88	2.56	2.88	2.24	2.88
Alkalitet (cm3 0.1 M HCL) Alcality (cm3 0.1 M HCL)	37	37	38	38	38	37	38	37	38
HCO ₃ ⁻ (mg dm ⁻³) HCO ₃ ⁻ (mg dm ⁻³)	219.60	219.60	231.80	231.80	231.80	219.60	231.8	219.60	231.80
°Kdth	10.36	10.36	10.64	10.64	10.64	10.36	10.64	10.36	10.64

Vrednosti ispitivanih fizičkih, fizičko-hemijskih i hemijskih parametara vode u distributivnoj mreži koji su određivani na 9 lokaliteta (od Igala do Kamenara), nisu izlazili iz okvira predviđenih Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. List SRJ, br. 42/98 i 44/99). Međutim, sa mikrobiološkog aspekta, voda u distributivnoj mreži lokaliteta "Mojdež" nije odgovarala zahtevanim uslovima iz navedenog pravilnika (Tabela 3.) zbog prisustva koliformnih bakterija o čemu se komentariše i u radovima drugih istraživača (Okpokwasili i Akujobi, 1996; Kumar i Bahaduk, 2009; Agrawal i Rajwar, 2010; Delević i sar., 2012; Singh i sar, 2014.).

Zaključak

Na osnovu rezultata istraživanja kvaliteta vode u Filterskoj stanici "Mojdež" i distributivnoj mreži Herceg Novog i okolnih naselja i korišćene literature mogu se izvesti sledeći zaključci i preporuke:

- nakon tehničkog tretmana vode došlo je do smanjenja mutnoće i potrošnje $KMnO_4$;
- prisustvo rezidualnog hlora direktno je uticalo na mikrobiološku ispravnost vode;
- fizički, fizičko-hemijski, hemijski i mikrobiološki parametri kvaliteta sirove i tehnološki obrađene vode bili su u okviru standarda predviđenih odgovarajućim pravilnikom;
- zbog prisustva koliformnih bakterija, mikrobiološki kvalitet sirove vode nije, a tehnološki obrađene je odgovarao propisanim uslovima Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode;
- samo na jednom lokalitetu distributivne mreže mikrobiološki kvalitet vode za piće nije odgovarao uslovima pomenutog Pravilnika;
- oprema za tretman vode mora se redovno održavati, kako bi se eventualni nedostaci procesa sveli na minimum;
- stalni monitoring omogućava blagovremeno reagovanje na eventualne akcidentne situacije;
- sprovođenje opštih higijensko-sanitarnih mera zaštite je preduslov za očuvanje izvorišta, jer se time presudno utiče na kvalitet vode prirodnog vodozahvata, olakšava njena tehnološka priprema i poboljšava kvalitet života ljudi.

Napomena

Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva Prosvete, Nauke i Tehnološkog razvoja Republike Srbije, Projekat TR 31057.

Literatura

- Abramov N. N. (1974). Snabdevanje vodom. Građevinska knjiga, Beograd. 520 str.
- Agrawal A, Rajwar G. (2010). Physicochemical and Microbiological Study of Tehri dam Reservoir, Garhwal, India. *Journal of American Science*; 2010:65-71.
- Asano T. (2007). Water reuse: Issues, technologies, and applications. New York: McGraw-Hill; 2007.
- Bošković P., Bulatović M. (1996). Bijelo Polje-vodeni resursi i vodosnabdijevanje. Unireks, Podgorica, 240 str.

- Brković-Popović I., Popović M. (1977): Zavisnost broja bakterija od količine organske materije pri ispitivanju kvaliteta površinskih voda. Mikrobiologija, Vol.14, 2: 117-129.
- Delević O., Đukić D., Radulović S., Mandić L. (2012). Microorganisms as water quality indicators for the Lim river. Acta Agriculturae Serbica, Vol. XVII, 34 (2012) 135-141
UDC: 502.51:504.5(497.16); 579.8.088 ID: 195762956 Original research paper
- Đukić A. D., Ristanović, V. (2005). Hemija i mikrobiologija voda. Stylos, Novi Sad, 447 str.
- Kumar A, Bahadur Y. (2009). Physico-chemical Studies on the Pollution Potential of River Kosi at Rampur (India). World Journal of Agricultural Sciences; 2009:5(1):1-4.
- Kumar R., Singh R. D. i Sharma K. D. (2005). Water resources of India, Current. Science. 2005; 89:794 – 811.
- Kurup R., Persaud R., Caesar J., Raja V. (2010). Microbiological and physiochemical analysis of drinking water in Georgetown, Guyana. Nature and Science; 2010;261-265
- Okpokwasili G. C., Akujobi T. C. (1996). Bacteriological indicators of tropical water quality. Environ. Tox. Water Qual.;1996;11:77–81.
- Singh M., et al (2014). Correlative study of physico-chemical and microbiological parameters of radha and shyam kund govardhan, mathura (u. p) The Experiment, 2014, Vol.25 (3) 1726-1735 ISSN-2319-2119 research article

MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL QUALITY OF DRINKING WATER IN FILTER STATION "MOJDEŽ" AND DISTRIBUTION NETWORK OF HERCEG NOVI

Dragutin Đukić¹, Tanja Stamenković, Leka Mandić¹, Pavle Mašković¹, Slavica Vesković², Vesna Đurović¹, Milica Zelenika¹

Abstract

Testing was performed in order to verify the impact of technological water treatment to its microbiological and chemical quality of the filter station and distribution network. Microbiological and chemical water quality parameters were determined by standard methods prescribed by the Regulation on the hygienic quality of drinking water (Sl. List SRJ No. 42/98 and 44/99). The values of the tested physical, physico-chemical and chemical parameters before and after treatment in the filter station "Mojdež", as well as in the distribution network of H. Novi, were not outside the framework defined in the Regulation. It has been found deviation only in terms of microbiological quality of drinking water in the locality near the filtering station "Mojdež" from which were isolated coliform bacteria.

Key words: water, quality, microorganisms

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

²Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, Beograd