

Monitoring zdravstvene ispravnosti vode za piće u Mladenovcu u periodu 2021-2023. godine

Monitoring of drinking water quality in Mladenovac in the period 2021–2023

Snežana Pakić¹, Dušan Avramović^{1,2}, Vesna Slepčević^{1,2}, Kristina Vojvodić¹, Janko Pejović¹, Ana Mršulja^{1,3}

Snezana Pakic¹, Dusan Avramovic^{1,2}, Vesna Slepcevic^{1,2}, Kristina Vojvodic¹, Janko Pejovic¹, Ana Mrsulja^{1,3}

1-Visoka zdravstveno sanitarna škola strukovnih studija „Visan“, Beograd
2-Gradski zavod za javno zdravlje, Beograd
3-JKP Beogradski vodovod i kanalizacija, Beograd

1-VISAN College of Applied Health and Sanitary Studies, Belgrade, Serbia
2-City Institute for Public Health, Belgrade, Serbia
3-PUC Belgrade Waterworks and Sewerage, Belgrade, Serbia

PRIMLJEN: 27.10.2025.

PRIHVACEN: 22.01.2026.

RECEIVED: 27.10.2025.

ACCEPTED: 22.01.2026.

APSTRAKT

Cilj. Cilj rada je analiza fizičko-hemijskih i mikrobioloških ispitivanja vode za piće na teritoriji Mladenovca u trogodišnjem periodu (2021-2023. godina).

Metode. Metod rada je analitičko-deskriptivni. Za analizu kvaliteta vode u Mladenovcu korišćeni su podaci iz Godišnjih izveštaja o kontroli zdravstvene ispravnosti vode za piće iz vodovoda u Mladenovcu za 2021, 2022. i 2023. godinu. U Gradskom zavodu za javno zdravlje iz Beograda, u Laboratorijama, vrše se fizičko-hemijska i mikrobiološka ispitivanja uzoraka vode za piće.

Rezultati. Rezultati laboratorijskih ispitivanja vode sprovedenih u toku 2021. godine su pokazali da je od ukupno 362 ispitana uzorka, 292 (80,66%) uzorka fizičko-hemijski bilo neispravno, dok je mikrobiološki neispravnih uzoraka bilo 51 (14,09%). Godine 2022. ispitano je ukupno 368 uzoraka. U fizičko-hemijskom pogledu bilo je zdravstveno neispravno (nebezbedno) 311 (84,51%) uzoraka, mikrobiološki neispravnih uzoraka bilo je 50 (13,59%). Od ukupno ispitanih 385 uzoraka vode u 2023. godini, fizičko-hemijski bilo je neispravno 273 (70,91%) uzoraka, a mikrobiološki neispravnih uzoraka bilo je 43 (11,14%). Uzroci neispravnosti su fizičko-hemijski parametri: mutnoća, gvožđe, mangan, amonijak i nitriti ($\chi^2=37,0$, $df=8$, $p<0,001$). U pogledu mikrobioloških kvaliteta vode za piće zapaža se povećan ukupan broj aerobnih mezofilnih bak-

ABSTRACT

Objective. The aim of the work is the analysis of physico-chemical and microbiological tests of drinking water in the territory of Mladenovac in a three-year period (2021-2023).

Methods. The method of work is analytical-descriptive. For the analysis of the water quality in Mladenovac, data from the Annual Reports on the health control of drinking water from the water supply in Mladenovac for the years 2021, 2022 and 2023 were used. Physical, chemical and microbiological tests of drinking water samples are carried out in the City Institute for Public Health from Belgrade, in the Laboratories.

Results. The results of laboratory tests of water conducted in 2021 showed that out of a total of 362 tested samples, 292 (80.66%) were physically and chemically defective, while 51 (14.09%) were microbiologically defective. In 2022, a total of 368 samples were tested. From a physico-chemical point of view, 311 (84.51%) samples were health-improper (unsafe), 50 (13.59%) were microbiologically defective. Out of a total of 385 water samples tested in 2023, 273 (70.91%) were physico-chemically defective, and 43 (11.14%) were microbiologically defective. The causes of failure are physico-chemical parameters: turbidity, iron, manganese, ammonia and nitrites ($\chi^2=37.0$, $df=8$, $p<0.001$). Regarding the microbiological quality of drinking water, an increased total number of aerobic mesophilic bacteria in 1 ml is observed. Total coliform bacteria, *Pseudomonas*

KORESPONDENCIJA / CORRESPONDENCE

Dr. med. spec. Snežana Pakić, Visoka zdravstveno sanitarna škola strukovnih studija „Visan“, Tošin bunar 7a, 11000 Beograd, Tel. 069 22 33 270, I-mejl: pakiclavica1@mts.rs
Snezana Pakic, MD, Spec., VISAN College of Applied Health and Sanitary Studies, Belgrade, Tosin bunar 7a, 11000 Belgrade, Serbia, Phone: +381 69 22 33 270, E-mail: pakiclavica1@mts.rs

terija u 1 ml. Prisutne su ukupne koliformne bakterije, *Pseudomonas aeruginosa*, fekalne streptokoke ($\chi^2=33.1691$, $df=22$, $p=0.0595$).

Zaključak. Analize ukazuju na potrebu hitnog unapređenja stanja vodosnabdevanja. Treba preduzeti mere u pogledu smanjenja mikrobiološke neispravnosti i smanjenja koncentracije gvožđa i mangana i mutnoće vode.

Ključne reči: voda za piće; snabdevanje vodom; zdravlje.

UVOD

Voda ima izuzetan značaj za čoveka. Voda za piće mora da bude higijenski ispravna.¹ Platon je rekao da je voda skupa i da kao najvažnija stvar na svetu, nema cenu.² Odrasli muškarac ima vode u količini od 60% telesne mase, kod žena je manje vode. Voda spada u grupu nutrijenata koji održava oblik ćelije, učestvuje u regulaciji telesne temperature. Ona je neophodna za rast i razvoj organizma, ima gradivnu ulogu.¹

Dnevne potrebe za vodom za piće su 1,5-3l vode, a na osnovu energetskeg unosa, 1 ml/kcal. Navike u ishrani, fizička aktivnost, klima, telesni sastav organizma su faktori od kojih zavise dnevne potrebe u vodi.³ Voda, jedna od najvažnijih jedinjenja na ovoj planeti, je jedan od najboljih rastvarača u prirodi. Organizam bez hrane može da izdrži 21 dan, a bez vode samo 3 dana.⁴ Kao značajan faktor za druge potrebe čoveka, za održavanje lične higijene, za pripremanje hrane, ona je značajna i pri održavanju higijene stambenih i radnih prostorija.³ Voda je neophodna i nezamenljiva u pripremi hrane, za pranje sirovine, ambalaže, zatim uređaja, koristi se za hlađenje.⁵ Ona je značajan faktor i za druge potrebe čoveka i ljudske zajednice. Higijenski nivo naselja, standard naselja, zavisi od kvaliteta i količine raspoložive vode.³ Iako neophodna za život, svojim fizičkim, hemijskim i biološkim osobinama voda može oštetiti zdravlje. Osobiti značaj ima voda kao put kojim se prenose i šire uzročnici zaraznih oboljenja.⁶ Kao neophodna za zdravlje ljudi, voda je bitna i za očuvanje životne sredine, smanjenje siromaštva i gladi i obezbeđivanje kvalitetnijih uslova života. Svetski dan voda, 22. mart, odredila je Generalna skupština Ujedinjenih nacija. Vodosnabdevanje i kvalitet vode za piće Svetska zdravstvena organizacija smatra kao jedan od osnovnih pokazatelja zdravstvenog stanja stanovništva jedne zemlje. Iz navedenog razloga, voda za piće mora odgovarati standardima i biti pod permanentnom zdravstvenom kontrolom.²

Snabdevanje Mladenovca vodom za piće obavlja JKP (Javno komunalno preduzeće) „Mladenovac“ u Mladenovcu. Ovo preduzeće obavlja proizvodnju i distribuciju vode za piće. Voda iz vodovodnog sistema u Mladenovcu se zahvata iz 37 od ukupno 42 duboko (>100 m) bušena bunara. Navedeni bunari se nalaze na većem broju međusobno udaljenih lokacija, bez zbirne prerade vode, te se voda direktno sprovodi u distributivni sistem, bez tehnološkog tretmana vode, izuzev dez-

aeruginosa, faecal streptococci are present ($\chi^2=33.1691$, $df=22$, $p=0.0595$).

Conclusion. Analyzes indicate the need for urgent improvement of the water supply situation. Measures should be taken to reduce microbiological contamination and to reduce iron and manganese concentrations and water turbidity.

Key words: drinking water; water supply; health.

infekcije. Dezinfekcija vode za piće u sistemu kojim upravlja JKP „Mladenovac“ se vrši gasnim i tečnim hlorom. Tečnim hlorom se hlorigu dva bunara samca (napajaju mrežu direktno ka potrošačima bez mešanja vode iz drugih bunara ili delova sistema). Gasnim hlorom se dezinfikuje voda na izvoristima i ostalim bunarima samcima, kao i na rezervoarima.

Cilj rada je: a) analiza rezultata fizičko-hemijskih ispitivanja vode za piće na teritoriji Mladenovca u trogodišnjem periodu (2021-2023. godina); b) analiza rezultata mikrobioloških ispitivanja vode za piće na teritoriji Mladenovca u istom periodu.

MATERIJAL I METODE

Metod rada je analitičko-deskriptivni. Kontrola higijenske ispravnosti vode za piće u Mladenovcu obuhvata: uzorkovanje vode za piće, fizičko-hemijska ispitivanja i mikrobiološka ispitivanja. Redovnu kontrolu zdravstvene ispravnosti vode za piće vodovoda u Mladenovcu sprovodi Gradski zavod za javno zdravlje iz Beograda. Uzimanje uzoraka vode za laboratorijska ispitivanja vrši stručna ekipa Gradskog zavoda za javno zdravlje iz Beograda. Mesečno prosečno se ispita oko 35 uzoraka vode u obimu osnovne analize, a dva puta godišnje se uzorci vode ispituju u obimu Periodične analize (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće).⁷ Na godišnjem nivou ispita se nešto više od 350 uzoraka vode za piće.

Po završenom uzorkovanju uzeti materijal se transportuje do Gradskog zavoda za javno zdravlje u Beogradu, odnosno odlazi u hemijsku i mikrobiološku Laboratoriju Gradskog zavoda, akreditovanu Laboratoriju (SRPS ISO/TEC 17025:2006). Ispitivanja vode za piće obuhvataju: fizičko-hemijska i mikrobiološka ispitivanja.

Za analizu korišćeni su podaci iz Godišnjih izveštaja Gradskog zavoda za javno zdravlje iz Beograda o kontroli zdravstvene ispravnosti vode za piće iz vodovoda u Mladenovcu za 2021, 2022. i 2023. godinu (Interna dokumentacija; Baza podataka Gradskog zavoda za javno zdravlje Beograd, 2025).

Statistička analiza je obuhvatala deskriptivnu metodu i testiranje razlika učestalost, hi-kvadrat testom, za verovatnoću nulte hipoteze, $p \leq 0.05$.

REZULTATI

Kontrola higijenske ispravnosti vode za piće iz vodovoda u Mladenovcu obuhvata: rezultate fizičko-hemijskog monitorin- ga, i rezultate mikrobiološkog monitoringa. Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja vode za 2021. godinu, 2022. i 2023. go- dinu vodovoda u Mladenovcu prikazani su u tabelama 1-4.

Tabela 1. Rezultati fizičko-hemijskih ispitivanja vode u Mladenovcu za 2021, 2022. i 2023. godinu.

Godina	Fizičko-hemijska ispravnost			
	Broj uzetih uzoraka	Neispravni uzorci		Uzroci neispravnosti
		Broj	%	
2021.	362	292	80,66	Mutnoća, amonijak, nitriti, gvožđe, mangan
2022.	368	311	84,51	Mutnoća, amonijak, nitriti, gvožđe, mangan
2023.	385	273	70,91	Mutnoća, amonijak, nitriti, gvožđe, mangan

U tabeli 2. su prikazane vrednosti parametara koje odstu- paju od MDK prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće („Službeni list SRJ“ br. 42/98 i 44/99 i „Službeni glasnik RS“ br. 28/2019).

Tabela 2. Fizičko-hemijska ispitivanja uzoraka vode u Mladenovcu u 2021. godini.

Mesec ispitivanja	Varijabla	Mutnoća	Amonijak	Nitriti	Gvožđe	Mangan
I	Broj neispravnih uzoraka	4	6	2	14	5
	Vrednost parametara	2,2-2,5	0,54-1,46	0,04-0,07	0,37-1,6	0,11-0,2
II	Broj neispravnih uzoraka	6	6	5	19	8
	Vrednost parametara	1,6-3,4	0,57-3,26	0,036-0,168	0,39-2,3	0,06-0,67
III	Broj neispravnih uzoraka	3	5	3	16	13
	Vrednost parametara	1,7-3,3	0,29-1,59	0,03-0,25	0,35-1,04	0,07-0,34
IV	Broj neispravnih uzoraka	/	3	3	14	4
	Vrednost parametara	/	1,06-1,31	0,05-0,33	0,52-0,95	0,1-0,16
V	Broj neispravnih uzoraka	2	10	5	13	10
	Vrednost parametara	1,6-1,9	0,59-1,31	0,04-0,11	0,36-0,83	0,1-0,22
VI	Broj neispravnih uzoraka	7	4	9	13	11
	Vrednost parametara	1,6-6,4	0,59-1,38	0,05-0,09	0,36-0,83	0,07-0,19
VII	Broj neispravnih uzoraka	4	6	11	10	9
	Vrednost parametara	3-9,1	0,57-1,43	0,03-2,66	0,37-2,55	0,07-0,1
VIII	Broj neispravnih uzoraka	6	7	7	15	19
	Vrednost parametara	1,5-3,8	0,03-0,23	0,03-0,23	0,38-0,87	0,06-1,09
IX	Broj neispravnih uzoraka	2	11	7	11	15
	Vrednost parametara	1,8-2,6	0,58-1,35	0,03-0,3	0,38-1,07	0,07-0,20
X	Broj neispravnih uzoraka	13	10	8	17	19
	Vrednost parametara	1,6-3,3	0,58-1,3	0,04-0,15	0,33-3	0,06-0,61
XI	Broj neispravnih uzoraka	6	6	8	15	14
	Vrednost parametara	1,6-2,6	0,59-1,24	0-0,17	0,4-1,14	0,06-0,2
XII	Broj neispravnih uzoraka	13	6	8	15	13
	Vrednost parametara	1,7-8,8	0,56-1,11	0,04-0,14	0,36-3,21	0,06-0,2
Ukupan broj neispravnih uzoraka		66	80	76	170	140

U tabeli 3. su prikazane vrednosti parametara koje odstupaju od MDK prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće („Službeni list SRJ“ br. 42/98 i 44/99 i „Službeni glasnik RS“ br. 28/2019).

Tabela 3. Fizičko-hemijska ispitivanja uzoraka vode u Mladenovcu u 2022. godini.

Mesec ispitivanja	Varijabla	Mutnoća	Amonijak	Nitriti	Gvožđe	Mangan
I	Broj neispravnih uzoraka	13	9	7	15	14
	Vrednost parametara	1,5-5,6	0,54-1,29	0,03-2,21	0,38-2,36	0,06-0,53
II	Broj neispravnih uzoraka	11	10	10	12	11
	Vrednost parametara	1,6-5,6	0,05-0,44	0,05-0,44	0,36-2,27	0,06-0,19
III	Broj neispravnih uzoraka	14	10	13	19	27
	Vrednost parametara	1,6-2,5	0,05-0,55	0,04-0,40	0,34-1,22	0,06-0,63
IV	Broj neispravnih uzoraka	20	5	12	17	10
	Vrednost parametara	1,5-12,3	0,63-0,84	0,03-0,2	0,35-1,1	0,06-0,83
V	Broj neispravnih uzoraka	15	8	7	17	11
	Vrednost parametara	1,8-7,4	0,6-1,3	0,05-0,25	0,41-1,8	0,06-0,22
VI	Broj neispravnih uzoraka	16	5	11	19	12
	Vrednost parametara	1,5-5,4	0,61-1,1	0,04-0,39	0,38-0,86	0,03-0,28
VII	Broj neispravnih uzoraka	11	4	15	8	13
	Vrednost parametara	1,5-8,3	0,1-1,11	0,03-0,24	0,31-0,61	0,07-0,11
VIII	Broj neispravnih uzoraka	15	5	13	12	14
	Vrednost parametara	1,5-7,3	0,6-1,35	0,05-0,78	0,36-1,58	0,06-0,17
IX	Broj neispravnih uzoraka	7	5	9	11	12
	Vrednost parametara	1,6-3,7	0,58-1,16	0,03-0,50	0,41-0,58	0,07-0,27
X	Broj neispravnih uzoraka	8	3	8	13	14
	Vrednost parametara	1,5-6,7	0,82-1,18	0,10-0,20	0,35-1,3	0,06-0,38
XI	Broj neispravnih uzoraka	9	8	10	19	12
	Vrednost parametara	1,7-4,3	0,56-1,53	0,08-0,42	0,35-1,76	0,06-0,26
XII	Broj neispravnih uzoraka	4	6	7	10	8
	Vrednost parametara	1,8-2,1	0,62-1,3	0,13-0,47	0,37-0,64	0,06-0,22
Ukupan broj neispravnih uzoraka		143	78	122	172	158

U tabeli 4. su prikazane vrednosti parametara koje odstupaju od MDK prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće („Službeni list SRJ“ br. 42/98 i 44/99 i „Službeni glasnik RS“ br. 28/2019).

Tabela 4. Fizičko-hemijska ispitivanja uzoraka vode u Mladenovcu u 2023. godini.

Mesec ispitivanja	Varijabla	Mutnoća	Amonijak	Nitriti	Gvožđe	Mangan
I	Broj neispravnih uzoraka	5	4	7	9	10
	Vrednost parametara	1,5-1,7	0,51-1,19	0,04-0,19	0,38-0,64	0,07-0,2
II	Broj neispravnih uzoraka	5	7	6	10	12
	Vrednost parametara	1,5-1,7	0,54-1,43	0,07-0,32	0,43-0,88	0,06-0,25
III	Broj neispravnih uzoraka	6	7	9	15	12
	Vrednost parametara	1,5-2,5	0,55-2,3	0,07-0,43	0,4-1,04	0,06-0,7
IV	Broj neispravnih uzoraka	9	9	9	12	10
	Vrednost parametara	1,5-2,9	0,56-1,37	0,04-0,33	0,39-1,47	0,06-0,25
V	Broj neispravnih uzoraka	5	10	13	15	15
	Vrednost parametara	1,7-3,7	0,55-1,42	0,04-0,83	0,37-0,65	0,05-0,15
VI	Broj neispravnih uzoraka	6	7	10	10	8
	Vrednost parametara	1,6-4,5	0,6-1,42	0,04-0,31	0,32-0,92	0,07-0,17
VII	Broj neispravnih uzoraka	7	7	9	12	11
	Vrednost parametara	1,5-6,8	0,56-1,48	0,08-0,44	0,44-1,03	0,08-0,24
VIII	Broj neispravnih uzoraka	6	11	10	14	13
	Vrednost parametara	1,4-5	0,6-1,29	0,04-0,21	0,31-0,79	0,06-0,26
IX	Broj neispravnih uzoraka	5	6	7	11	13
	Vrednost parametara	1,2-2,9	0,51-1,22	0,04-0,17	0,3-0,55	0,06-0,37
X	Broj neispravnih uzoraka	3	11	8	6	5
	Vrednost parametara	1,5-8,6	0,57-1,37	0,29-0,35	0,35-1,68	0,11-0,21
XI	Broj neispravnih uzoraka	1	6	6	4	8
	Vrednost parametara	1,7	0,58-1,4	0,04-0,37	0,37-0,48	0,06-0,23
XII	Broj neispravnih uzoraka	11	6	8	12	14
	Vrednost parametara	1,5-2,3	0,58-1,32	0,05-0,23	0,36-4,5	0,06-0,21
Ukupan broj neispravnih uzoraka		69	91	102	130	131

Najčešći uzroci neispravnosti u fizičko-hemijskom pogledu su parametri: mutnoća, gvožđe, mangan, amonijak i nitriti, a njihove zabeležene minimalne i maksimalne vrednosti prikazane su u tabelama 2-4. Statistički, postoji značajna razlika u učestalosti neispravnih uzoraka u tim kategorijama (parametrima) između godina ($\chi^2=37.0$, $df=8$, $p<0.001$), što sugerise da je kvalitet u fizičko-hemijskom pogledu, značajno varirao iz godine u godinu. Najniža zabeležena vrednost mutnoće je 1,2 NTU u septembru mesecu 2023. godine (tabela 4), a najviša vrednost mutnoće bila je 12,3 NTU u aprilu mesecu 2022. godine (tabela 3). Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) za mutnoću je 1 NTU. Neispravni uzorci sa najniže zabeleženom vrednošću za amonijak (0,51 mg/l) izolovani su u januaru i septembru 2023. godine (tabela 4). Najviša vrednost amonijaka, 3,26 mg/l zabeležena je u februaru 2021. godine (tabela 2). MDK za amonijak je 0,5 mg/l. Koncentracije nitrita kretale su se od najniže zabeležene vrednosti nitrita, 0,04 mg/l u junu mesecu 2023. (tabela 4) do najviše zabeležene vrednosti za nitrite 2,66 mg/l u julu mesecu 2021. godine (tabela 2). MDK za nitrite je 0,03mg/l. Trogodišnji period (2021-2023. godina) analize vode u Mladenovcu pokazuje da je najniža zabeležena vrednost gvožđa 0,37 mg/l u maju 2023. (tabela 4). Najviša zabeležena vrednost gvožđa je 4,5mg/l u decembru 2023. (tabela 4). MDK za gvožđe je 0,33 mg/l. Povećane koncentracije mangana kreću se od 0,66 mg/l u avgustu 2021. (tabela 2) i u nekoliko meseci 2023. godine (tabela 4). Najviša zabeležena

vrednost mangana bila je 1,09 mg/l u avgustu mesecu 2021. godine (tabela 2). MDK za mangan je 0,05 mg/l.

Rezultati mikrobiološkog ispitivanja vode za piće vodo- voda u Mladenovcu u 2021, 2022. i 2023. godini prikazani su u tabelama 5-7, uključujući i vrednosti parametara koje odstupaju od maksimalno dozvoljene koncentracije prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće („Službeni list SRJ“ br. 42/98 i 44/99 i „Službeni glasnik RS“ br. 28/2019). Statistički, nije bilo značajne razlike u učestalosti neispravnih bakterioloških uzoraka u posmatranim godinama ($\chi^2=33.1691$, $df=22$, $p=0.0595$).

Ukupne aerobne mezofilne bakterije u 1 ml javljaju se u povećanom broju, najviše u 36 uzoraka u 2021. godini (tabela 5).

Tabela 5. Mikrobiološka ispitivanja vode za piće u Mladenovcu za 2021. godinu.

Mesec ispitivanja	Broj uzoraka			Parametar uzročnik neispravnosti							
	Ispitano	Neispravno	%	AMB	KBFP	UKB	StD	Pro	Skl	Pse	Ostalo
I	30	5	16,67	4	0	0	0	0	1	0	0
II	29	5	17,24	3	0	0	0	0	2	0	0
III	33	5	15,15	1	0	1	0	0	4	0	0
IV	31	1	3,23	1	0	1	0	0	0	0	0
V	32	7	21,88	5	1	4	0	0	0	0	0
VI	24	4	16,67	3	0	2	0	0	0	0	0
VII	27	8	29,63	8	0	1	0	0	1	0	0
VIII	34	5	14,71	4	1	1	1	0	1	0	0
IX	35	3	8,57	3	0	0	0	0	0	0	0
X	30	4	13,33	2	0	1	0	0	2	0	0
XI	29	4	13,79	2	0	1	0	0	2	0	0
XII	28	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno	362	51	14,09	36	2	12	1	0	13	0	0

Ukupne koliformne bakterije, u najvećem broju, bile su prisutne u 21 uzorku 2022. godine (tabela 6).

Tabela 6. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja vode za piće u Mladenovcu za 2022. godinu.

Mesec ispitivanja	Broj uzoraka			Parametar uzročnik neispravnosti							
	Ispitano	Neispravno	%	AMB	KBFP	UKB	StD	Pro	Skl	Pse	Ostalo
I	25	3	12	3	0	1	0	0	0	0	0
II	26	1	3,84	0	0	0	0	0	1	0	0
III	35	3	8,57	3	0	1	0	0	0	0	0
IV	29	7	24,14	4	0	3	0	0	0	0	0
V	31	3	9,68	3	0	0	0	0	0	0	0
VI	33	4	12,12	3	0	2	0	0	0	0	0
VII	29	8	27,59	3	0	4	0	0	1	0	0
VIII	31	5	16,13	3	0	3	1	0	0	1	0
IX	32	7	21,88	2	2	5	0	0	0	0	0
X	29	1	3,45	0	0	1	0	0	0	0	0
XI	39	4	10,26	2	0	0	0	0	2	0	0
XII	29	4	13,79	3	0	1	0	0	0	0	0
Ukupno	368	50	13,59	29	2	21	1	0	4	1	0

Koliformne bakterije fekalnog porekla u najvećem broju uzoraka (4), bile su prisutne u julu mesecu 2023. godine (tabela 7).

Tabela 7. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja vode za piće u Mladenovcu za 2023. godinu.

Mesec ispitivanja	Broj uzoraka			Parametar uzročnik neispravnosti							
	Ispitano	Neispravno	%	AMB	KBFP	UKB	StD	Pro	Skl	Pse	Ostalo
I	30	2	6,67	2	0	0	0	0	0	0	0
II	29	3	10,34	1	0	0	0	0	2	0	0
III	35	1	2,86	1	0	0	0	0	0	0	0
IV	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	34	4	11,76	1	0	3	0	0	0	0	0
VI	28	9	32,14	7	0	4	0	0	1	0	0
VII	33	7	21,21	6	0	4	2	0	1	1	0
VIII	37	8	21,62	5	4	4	0	0	1	0	0
IX	29	5	17,24	5	0	1	0	0	0	0	0
X	34	2	5,88	0	0	1	0	0	1	0	0
XI	35	1	2,86	0	0	0	0	0	1	0	0
XII	30	1	3,33	0	0	1	0	0	0	0	0
Ukupno	385	43	11,17	28	4	18	2	0	7	1	0

Streptokoke grupe „D“ su prisutne u po 1 uzorku u avgustu 2021. (tabela 5) i u avgustu 2022. godine (tabela 6), a pojavile su se i u 2 uzorka u julu 2023. godine (tabela 7). Najviše neispravnih uzoraka (13) sa prisustvom bakterija sulfitoredujuće klostridije izolovano je 2021. godine (tabela 5). Bakterija *Pseudomonas aeruginosa* bila je prisutna u 1 uzorku u julu 2022. (tabela 6) i u 1 uzorku u julu 2023. godine (tabela 7). Godine 2021. bakterija *Pseudomonas aeruginosa* nije izolovana ni u jednom uzorku vode (tabela 5). Bakterija *Proteus* nije izolovana ni u jednom uzorku vode za piće. Prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće za prečišćene i dezinfikovane vode dozvoljeno je 10 aerobnih mezofilnih bakterija. Koliformne bakterije, streptokoke grupe „D“, sulfitoredujuće klostridije, *Proteus* i bakteriju *Pseudomonas aeruginosa* voda za piće ne sme da sadrži prema prethodno pomenutom Pravilniku.

DISKUSIJA

Ako se pravilno ne upravlja zonama sanitarne zaštite izvorišta, ukoliko se ne vrši pravilno prečišćavanje vode i ne održava se distributivni sistem, može doći do bakteriološke kontaminacije vode na izvorištima.⁸ Osnovno pravo čoveka je pravo na vodu i sanitaciju, a svaka zemlja bi trebalo da obezbedi stanovništvu njegovo osnovno ljudsko pravo, pravo na vodu, u čemu smo saglasni sa autorima rada „Ljudsko pravo na vodu i sanitaciju“.⁹ Voda za piće treba da je zdravstveno bezbedna, jer higijenski neispravna voda može da dovede do prenošenja zaraznih bolesti. Najčešće se javljaju tegobe gastrointestinalnog trakta. U gradskim sredinama (i u seoskim sredinama) neophodno je obezbediti higijenski ispravnu vodu za piće.¹⁰ U datom radu naglašava se da je potreban stalni nadzor u vodosnabdevanju i sanitaciji, ističe se značaj higijene, posebno lične higijene i higijene ruku. Mladenovac treba da u kontinuitetu obezbedi zdravstveno ispravnu vodu za piće svojim građanima, jer je osnovno ljudsko pravo, pravo na zdravstveno

ispravnu vodu za piće. Konačno, treba da čuvamo vodu kao najvažniji resurs.¹¹

Najčešći uzroci fizičko-hemijske neispravnosti vode za piće u Mladenovcu u periodu 2021-2023. godine su sledeći parametri: mutnoća, amonijak, nitriti, gvožđe i mangan. Povećane koncentracije, odnosno vrednosti fizičko-hemijskih parametara su u vezi sa prirodnim sastavom vode koja se zahvata preko duboko bušenih bunara i nisu posledica naknadno nastale kontaminacije. U nekim uzorcima vode mutnoća ima veću vrednost od 1 NTU.

U slojevima koji su bogati gvožđem ili huminskim kiselinama mogu se očekivati visoke koncentracije amonijaknog azota.⁷ Amonijak je pouzdan znak svežeg fekalnog zagađenja vode. MDK za amonijak je 0,5mg/l prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Nitriti predstavljaju intermedijaran produkt u fazi razlaganja organskih materija prema nitratima. Ukazuje na sveže fekalno zagađenje vode.¹ MDK za nitrite je 0,03 mg/l.

Nalaz gvožđa u vodi naših područja je veoma visok, naročito ako se radi o vodi bušenih i Reni bunara. Najčešća forma javljanja je ferohidrokarbonat. U kontaktu sa vazduhom prelazi u nerastvoren ferihidroksid. Između pahulja hidroksida mogu da se razviju feruginozne bakterije. Vode menjaju organoleptičke osobine: postaju rdastožute boje, metalnog ukusa, a oprano rublje u takvoj vodi postaje žutomrko.² MDK za gvožđe je 0,3 mg/l. Povećana koncentracija gvožđa i mutnoća može izazvati primedbe potrošača zbog promene organoleptičkih svojstava vode (promena mirisa i ukusa vode, mrkožuti talog u instalacijama, žuta prebojenost vode), ali nemaju štetne posledice po zdravlje u koncentracijama u kojima se registruju.

Mangan spada u grupu esencijalnih elemenata, ulazi u sastav nekoliko enzima i učestvuje u veoma bitnim fiziološkim

procesima. Pri veoma niskim koncentracijama mangan izaziva organoleptičke promene vode, a time i primedbe potrošača. Ako je koncentracija mangana veća od 0,1 mg/l dolazi do promene ukusa vode i prebojavanja veša i sanitarija. MDK za mangan je 0,05mg/l. U vodiču Svetske zdravstvene organizacije za mangan nije zadata granična vrednost.¹² Prema ovom dokumentu zdravstvena smernica za vrednost mangana u vodi za piće, koja predstavlja koncentraciju neke hemikalije u vodi koja ne predstavlja rizik po zdravlje ljudi pri unosu te koncentracije tokom celog života), iznosi 0,4 mg/l. Povećane vrednosti fizičko-hemijskih parametara se beleže u uzorcima vode koja se uzorkuje na samim bunarima, ili prvim tačkama na mreži nakon bunara, te se može smatrati da nisu posledica naknadno nastale kontaminacije.

Voda za piće kontaminirana u domaćinstvima je opasnost za zdravlje potrošača.¹³ U pogledu mikrobiološkog kvaliteta vode, najviše uzoraka je sa povećanim brojem aerobnih mezofilnih bakterija. Prisustvo ovih bakterija u vodi, posebno u navedenom broju, nema značaja sa aspekta zdravlja, i posledica je niskih koncentracija slobodnog rezidualnog hlora u distributivnoj mreži ili kratkog kontaktnog vremena potrebnog za efikasnu dezinfekciju hlorom, a što je u vezi sa tehničkim karakteristikama vodovoda (direktno potiskivanje vode u distributivnu mrežu nakon hlorisanja, velika dužina mreže, bez postrojenja stanica za dohlorisanje vode). Kao uzroci mikrobiološke neispravnosti javljaju se ukupne koliformne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, indikatori fekalnog zagađenja. Voda je tada zdravstveno neispravna, nije za piće, ali ove bakterije se javljaju u malom broju. Nalaz ukupnih koliformnih bakterija ukazuje na stanje distributivnog sistema i efikasnost dezinfekcije. Koliformne bakterije ne smeju biti prisutne u vodi za piće.

Streptokoke grupe „D“ nalaze se u malom broju uzoraka vode (najčešće 1 uzorak vode). One su indikatori fekalnog zagađenja, te njihov nalaz u vodi označava fekalno zagađenje. Njihova detekcija u rutinskoj kontroli pri postavljanju novih cevi ili prilikom reparacije sistema za distribuciju je velika. Ove bakterije ne smeju se naći u vodi za piće.

Sulfitoredujuće klostridije, indikatori fekalnog zagađenja, bile su prisutne u malom broju uzoraka. Njihovo prisustvo ukazuje na stanje vodozahvatnih objekata, ali i distributivnog sistema, posebno rezervoara, najupadljivije u letnjem periodu. U letnjem periodu evidentno je nesrazmerno povećanje potrošnje vode (zalivanje bašti i useva, punjenje bazena) u odnosu na kapacitete sistema u Mladenovcu, što dovodi do prekida u snabdevanju vodom za piće i skraćenja kontaktnog vremena potrebnog za efikasnu dezinfekciju. *Pseudomonas aeruginosa* se nalazi u malom broju uzoraka. Bakterija *Proteus* nije bila prisutna u vodi za piće u Mladenovcu u periodu 2021-2023. godine. *Pseudomonas aeruginosa* i *Proteus* ne smeju biti prisutne u vodi za piće.

Prikazani rezultati laboratorijskih ispitivanja vode za piće iz vodovoda kojim upravlja JKP Mladenovac pokazuju da se

beleže odstupanja fizičko-hemijskog i mikrobiološkog kvaliteta vode od domaćih i međunarodnih kriterijuma. Ovakvo stanje zahteva hitnu i delotvornu primenu kratkoročnih i dugoročnih mera, pre svega za smanjenje mikrobiološke neispravnosti, a zatim i za smanjenje koncentracija gvožđa i mangana, a time posledično i mutnoće vode. Potrebno je i razmotriti mogućnosti za primenu tehnoloških mera (prerada vode) za korekciju drugih hemijskih parametara koji su odstupali (amonijaka i nitrita). Takođe, imajući u vidu da utvrđene vrednosti svih ispitivanih parametara u najvećem broju analiziranih uzoraka vode za piće odgovaraju preporukama Svetske zdravstvene organizacije (WHO Guidelines for Drinking Water, 4th edition, 2022.)¹¹ može se dati ocena da je voda za piće u sistemu kojim upravlja JKP Mladenovac zdravstveno bezbedna shodno odredbama Zakona o javnom zdravlju („Sl. glasnik RS“, br. 15/2016), čl. 8, stav 2, Zakona o bezbednosti hrane („Sl. glasnik RS“, br. 41/09 i 17/19), čl. 26 i Pravilnika o bližim uslovima za sprovođenje javnog zdravlja u oblasti životne sredine i zdravlja stanovništva („Sl. glasnik RS“, br. 34/2019), čl. 5.

U zaključku, rezultati laboratorijskih ispitivanja vode za piće iz vodovoda u Mladenovcu u trogodišnjem periodu (2021-2023. godina) pokazuju sličnu učestalost odstupanja fizičko-hemijskog i mikrobiološkog kvaliteta vode za piće od domaćih i međunarodnih kriterijuma. Ovakvo stanje zahteva hitnu i delotvornu primenu mera u pogledu smanjenja mikrobiološke neispravnosti, a zatim i smanjenja koncentracija gvožđa i mangana, a time, posledično, i mutnoće vode. U fizičko-hemijskom pogledu, pored mutnoće vode, zapažaju se blaža povećanja vrednosti amonijaka i nitrita. Povećane koncentracije gvožđa i mangana nemaju štetne posledice po zdravlje u koncentracijama u kojima se registruju. Ispitivanje kvaliteta vode pokazalo je da su sporadično izolovane bakterije, indikatori fekalnog zagađenja, tada voda nije za piće. To su pojedinačni uzorci vode koji se retko javljaju. Imajući u vidu da utvrđene vrednosti svih ispitivanih parametara u najvećem broju analiziranih uzoraka vode za piće odgovaraju preporukama Svetske zdravstvene organizacije.¹⁴ može se dati ocena da je voda za piće u sistemu kojim upravlja JKP Mladenovac zdravstveno bezbedna shodno odredbama Zakona o javnom zdravlju („Sl. glasnik RS“, br. 15/2016), čl. 8, stav 2, Zakona o bezbednosti hrane („Sl. glasnik RS“, br. 41/09 i 17/19), čl. 26 i Pravilnika o bližim uslovima za sprovođenje javnog zdravlja u oblasti životne sredine i zdravlja stanovništva („Sl. glasnik RS“, br. 34/2019, čl. 5).

Kao dugoročno rešenje za snabdevanje higijenski ispravnim vodom za piće stanovnika opštine Mladenovac planirano je priključenje ovog vodovoda na Beogradski regionalni sistem vodosnabdevanja, za šta će se stvoriti uslovi dovršetkom izgradnje započetog Magistralnog voda „Beograd – Mladenovac“, koji će uskoro biti stavljen u punu funkciju. Usklađivanje legislative (Pravilnik sa Evropskom direktivom) je u toku. Dok je za održivo rešenje izazova u vodosnabdevanju potrebna intenzivna komunikacija nadležnih institucija i lokalne samouprave, kako bi se, u relativno kratkom roku, obezbedili uslovi za poboljšanje postojećeg sistema vodosnabdevanja.

SKRAĆENICE

AMB – Ukupne aerobne mezofilne bakterije

KBFP – Koliformne bakterije fekalnog porekla

UKB – Ukupne koliformne bakterije

StD – Streptococcus grupe „D“, Pro – Proteus

Skl – Sulfitoredukujuće klostridije

Pse – Pseudomonas aeruginosa

LITERATURA

1. Pakić S, Perić M, Stevanović M. Mikrobiološka analiza namirnica i voda. Beograd: Visoka zdravstveno sanitarna škola strukovnih studija „Visan“, Beograd, 2022.

2. Kristoforović-Ilić M. Higijena, medicinska ekologija i javno zdravlje. Ortomedics: Novi Sad, 2010.

3. Kocijančić RI. Higijena. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 2002.

4. Pakić S, Stevanović M, Nikolić M. Sanitarna hemija. Beograd: Visoka zdravstveno sanitarna škola strukovnih studija „Visan“, 2022.

5. Pakić S, Vojvodić K, Stevanović M. Osnovi tehnologije čuvanja namirnica. Beograd: Visoka zdravstveno sanitarna škola strukovnih studija „Visan“, 2022.

6. Savićević M, ur. Higijena. Beograd-Zagreb: Medicinska knjiga, 1991.

7. Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Službeni list Savezne Republike Jugoslavije, br. 42/98 i 44/99 i Službeni glasnik Republike Srbije br. 28/2019. Beograd: Službeni glasnik, 2019.

8. Chemuliti JK, Gathura PB, Kyule MM, Njeruh FM. Bacteriological qualities of indoor and out-door drinking water in Kibera sub-location of Nairobi, Kenya. East Afr Med J 2002; 79: 271-3.

9. Bogdanović S, Jovović A. Ljudsko pravo na vodu i sanitaciju. Pravo – teorija i praksa 2013; 30: 14-27.

10. Paunović K, Jovanović D. Challenges in water, sanitation, and hygiene within the 2030 agenda for sustainable development in the Republic of Serbia. Hrana i ishrana (Beograd) 2022; 63: 1-8.

11. Jovanović Lj. Poremećaji zdravlja nastali usled korišćenja kontaminirane vode za piće. Tehnika 2013; 68: 977-82.

12. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. 3rd ed. Geneva: World Health Organization, Geneva, 2004.

13. Agard L, Alexander C, Green S, Jackson M, Patel S, Adesiyun A. Microbial quality of water supply to urban community in Trinidad. J. Food Prot 2002; 65: 1297-303.

14. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. eBook. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 2022.