

KOMPARATIVNA ANALIZA KVALITETA SIROVE VODE IZ JEZERA ČELIJE U IZABRANIM MESECIMA 2019. I 2020. GODINE

Marijana Vasić*, Katarina Ivić**, Biljana Šmit***,
Goran Gavrilović****, Ivan Bogdanović****,
Slavica Ćirić*****, Ivana Radojević**

* *Akademija vaspitačko medicinskih strukovnih studija Kruševac, odsek tehničko tehnoloških studija, Kosančićeva 36, 37000 Kruševac, Srbija, vasicmarijana72@gmail.com*

** *Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Srbija*

*** *Institut za informacione tehnologije Kragujevac, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Srbija*

**** *Javno komunalno preduzeće "Vodovod I kanalizacija" Kralja Aleksandra I Karađorđevića 48, 34000 Kragujevac, Srbija*

***** *Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Poljoprivredni fakultet, Lešak, Srbija*

REZIME

Komparativna analiza kvaliteta sirovih voda je neophodna naročito u vodosnabdevanju jer osim direktnog delovanja na zdravlje ljudi posredno utiče na sve sektore: poljoprivredu, industriju, turizam i druge. Na osnovu rezultata uporedne analize mogu se doneti odluke i strateški nacionalni i lokalni dokumenti o potrebi definisanja i implementacije mera zaštite vodnih resursa ili poboljšanja kvaliteta vode. U ovom radu predstavljeni su rezultati izabranih parametara mikrobiološkog i fizičko-hemijskog monitoringa kvaliteta sirove vode u februaru i martu 2020. i upoređeni sa 2019. godinom, koja sa vodozahvata akumulacionog jezera Čelije dospeva do fabrike vode u Majdevu, JKP Vodovod Kruševac na dalju obradu. Uporednom analizom rezultata nisu utvrđena značajna odstupanja u kvalitetu vode.

KLJUČNE REČI: monitoring, sirova voda, mikrobiološki, fizičko-hemijski parametri

COMPARATIVE ANALYSIS OF RAW WATER QUALITY FROM LAKE ČELIJE IN SELECTED MONTHS OF 2019 AND 2020

ABSTRACT

A comparative analysis of the quality of raw water is necessary, especially in water supply, because in addition to direct effects on human health, it indirectly affects all sectors: agriculture, industry, tourism and others. Based on the results of the comparative analysis, decisions and strategic national and local documents can be made on the need to define and

implement measures to protect water resources or improve water quality. This paper presents the results of selected parameters of microbiological and physical-chemical raw water quality monitoring in February and March 2020 and compared with 2019., which from water intake of the Čelije reservoir reaches the water factory in Majdevo, PUC Vodovod Kruševac for further processing. A comparative analysis of the results did not reveal significant deviations in water quality.

KEY WORDS: monitoring, raw water, microbiological, physical-chemical parameters

UVOD

Upravljanje kvalitetom vode iz vodnih tela koja se koriste za dobijanje pijaće vode, je u nadležnosti državnih organa Republike Srbije, u prvom redu Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede (Republička direkcija za vode, JVP „Srbijavode“) i Ministarstva zaštite životne sredine. Praćenje kvaliteta vode za piće je regulisano Zakonom o vodama (Službeni glasnik RS, 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018) i Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Službeni glasnik SRJ 42/98, 44/99, 28/2019), kao i nizom drugih propisa koji se odnose na zaštitu vodnih resursa i kvaliteta voda, uključujući Zakon o zaštiti životne sredine.

Na nivou opštine Kruševac sprovođenje monitoringa kvaliteta vode za piće, kojim je obuhvaćena i sirova voda sa vodozahvata jezera Čelije, je sastavni deo dokumenta „Lokalni program zaštite životne sredine 2015-2024“. Na ovaj način kreirana je i sveobuhvatna politika zaštite životne sredine lokalne samouprave, koja je usklađena sa drugim sektorskim politikama na lokalnom i nacionalnom nivou, pre svega sa Nacionalnim programom zaštite životne sredine („Službeni glasnik RS“, broj 12/10), i Nacionalnom strategijom održivog razvoja Republike Srbije („Službeni glasnik RS“, broj 57/08).

U ovom radu predstavljeni su izabrani parametri mikrobiološkog i fizičko-hemijskog monitoringa kvaliteta sirove vode u februaru i martu 2020. godine i upoređeni sa rezultatima iz 2019. (Vasić i sar., 2022).

MATERIJAL I METODE

Opis ispitivanog lokaliteta - Akumulacija Čelije se nalazi na udaljenosti od oko 20 km od grada Kruševca. Ima zapreminu od $41 \times 10^8 \text{ m}^3$ i maksimalnu dubinu oko 41 m. Koristi se za vodosnabdevanje stanovništva grada Kruševca (Sl. Glasnik RS 27/77). Akumulacija je i zvanično uvrštena u izvorište vode za piće za komunalne potrebe i privredu Zakonom o korišćenju i zaštiti izvorišta vodosnabdevanja (Službeni glasnik br.24/85; br.29/88; br.49/89; br.46/91; br.27/77).

Fizičko-hemijsko i mikrobiološko ispitivanje vršeno je na sirovoj vodi koja se sa vodozahvata akumulacije Čelije doprema do fabrike vode u Majdevo, a koja je u sklopu Javnog komunalno preduzeća Vodovod Kruševac. Uzorci vode su uzimani iz rezervoara sirove ili iz rezervoara vode za piće i iz vodovodne mreže (Sl. gl. SRJ 42/98, 44/99, 28/2019). Uzeto je 9 uzoraka u februaru i 14 u martu 2020. godine. Praćeni parametri su: broj ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija, ukupne koliformne bakterije, pH vrednost, utrošak kalijum-permanganata, sadržaj NO_3^- , NO_2^- , Cl^- , Mn^{2+} i Fe^{2+} . Uzorci sirove vode su uzimani na način

koji je opisan u literaturi (Govedarica i Jarak, 1995).

Mikrobiološka ispitivanja - Po standardnim metodama za ispitivanje kvaliteta sirove vode sa mikrobiološkog aspekta, urađene su analize koje daju broj ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija. Najverovatniji broj ukupnih koliformnih bakterija određen je MPN metodom (eng. Most probably number). Iz tabela se preračunava konačan broj (MPN) koliformnih bakterija u ispitivanom uzorku vode prema kojima je i zasejana voda u odgovarajućim posudama (Standardne metode, 1990). Za identifikaciju bakterijskih izolata (*Bacillus spp*, *Klebsiella pneumonia*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*) korišćene su standardne morfološke i biohemijske metode (Reddy, 2007).

Fizičko-hemijska ispitivanja - pH vrednost je određivana metodom koja se zasniva na potenciometrijskom određivanju (SRPS EN ISO 10523:2016). Mutnoća je određivana turbidimetrijski (SRPS EN ISO 7027-1:2016). Oksidabilnost je određivana kao utrošak kalijum-permanganata pri titraciji uzorka sirove vode i u standardizovanim uslovima izvođenja analize. Određivanje nitrata se izvodilo na spektrofotometru na talasnoj dužini od 520 nm, ili vizuelno upoređivanjem sa standardima pomoću komparatora. Brzo određivanje nitrata je bilo zasnovano na merenju apsorbance uzorka na 220 nm, ali kako neke rastvorene organske supstance mogu dati isti ili sličan rezultat na 220 nm, a nitrati mogu da se dokazuju i na 275 nm, drugo merenje je izvedeno na ovoj talasnoj dužini, da bi se korigovala vrednost za nitrata (Standardne metode, 1990). Određivanje sadržaja hlorida je sprovedeno po postupku datom u priručniku (Standardne metode, 1961). Sadržaj mangana je takođe određivan spektrofotometrijski, na talasnoj dužini od 525 nm po standardnom postupku (Standardne metode, 1990), kao i sadržaj gvožđa u postupku koji se zasniva na merenju apsorbance na 510 nm (Standardne metode, 1990).

Statistička obrada podataka - Dobijeni rezultati prikazani su grafički korišćenjem Excel-a, Microsoft office paketa. Određeni rezultati su izraženi kao prosečna srednja vrednost sa standardnom devijacijom.

REZULTATI I DISKUSIJA

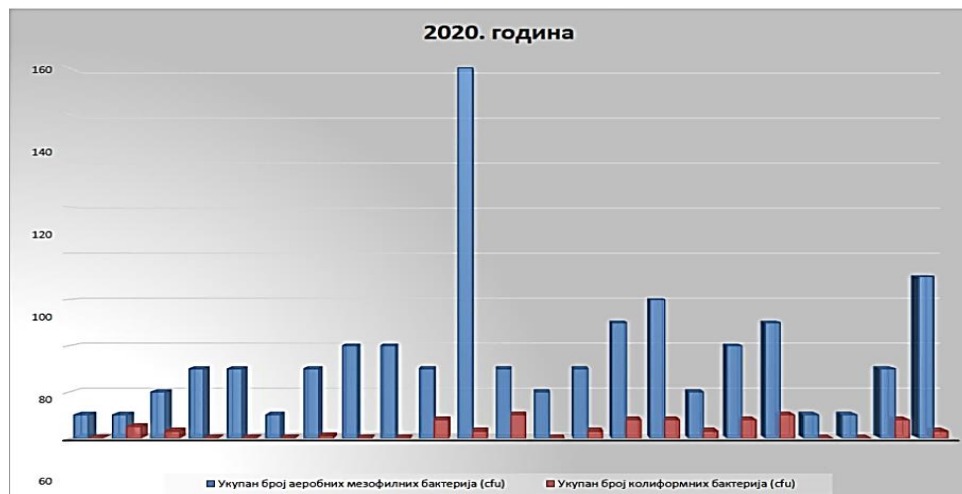
Ispitivanja mikrobiološkog i fizičko-hemijskog kvaliteta sirove vode, koja dospeva iz akumulacije Čelije u fabriku za dobijanje pijaće vode u Majdevu, su vršena u februaru i martu 2020. godine (Grafici 1-5). Dobijeni rezultati odabranih parametara su potom upoređivani sa rezultatima iz 2019. godine (Vasić i sar., 2022).

Mikrobiološka ispitivanja - Iz ispitivanih uzoraka sirove vode identifikovani su sledeći mikroorganizmi: *Bacillus spp*, *Klebsiella pneumonia*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*. Od identifikovanih mikroorganizama, najzastupljeniji su bile vrste iz roda *Bacillus* i vrsta *Escherichia coli*. Rezultati su takođe pokazali povišenu učestalost pojavljivanja *Bacillus spp.*, a najbrojniji izolat je *Enterobacter aerogenes*, dok je najmanju učestalost imala *Klebsiella pneumonia*.

Ispitivane koliformne bakterije su štapičaste, pokretne ili nepokretne Gram-negativne i imaju mogućnost rasta u prisustvu relativno visokih koncentracija žučnih soli, koje fermentišu laktozu sa produkcijom gasa i kiseline u toku 24 h na 35 °C do 37 °C kao što su *Escherichia coli* i pripadnici rodova *Klebsiella*, *Enterobacter* i dr. (WHO, 2004). Termotolerantne koliformne bakterije sposobne su da fermentišu laktozu na 44 °C do 45 °C, i tu spadaju *E. coli*, *Klebsiella* spp, *Citrobacter* i *Enterobacter* (WHO, 2011). Od ovih bakterija samo je *E. coli* fekalnog porekla i nalazi se u fecesu ljudi i toplokrvnih životinja, a retko se nalazi u vodi ili zemljištu koje nije zagađeno fekalijama. Ostale identifikovane vrste i rodovi termotolerantnih koliformnih bakterija mogu poticati iz vode obogaćene organskim materijama poreklom iz industrijskih efluenata, degradiranog biljnog materijala ili zemljišta. Sve navedeno ukazuje da njihovo prisustvo u sirovoj vodi označava i opterećenje ove vode, kako organskim materijalom, tako i prisustvom fekalnog zagađenja.

Dozvoljen broj aerobnih mezofilnih bakterija na agaru posle inkubacije od 48 časova na 37°C u 1 mL, kada su u pitanju otvorena izvorišta prirodnih voda iznosi do 300 cfu (eng. colony forming unit) prema pravilniku (Sl. gl. SRJ 42/98, 44/99, 28/2019). Uočeni broj ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija u najvećem broju slučajeva u okvirima dozvoljenih propisanih standarda. Povećan broj bakterija je uočen 4., 18. i 30.03.2020. godine (Grafik 1). Srednja vrednost za februar je bila značajno manja u odnosu na mart (24,44±12,36; 43,57±37,8). Kada je brojnost ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija u 2019. godini u pitanju (februar 94,44±43,90; mart 95,38±64,37), primećuje se znatno veće odstupanje od rezultata dobijenih u 2020. godini.

Ukupne koliformne bakterije u otvorenim izvorima prirodnih voda određene MPN metodom, dozvoljene su u vrednostima do 100 cfu u 100 mL vode (Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, Sl. gl. SRJ 42/98, 44/99, 28/2019). Rezultati istraživanju (Grafik 1) su pokazali prisustvo ukupnih koliformnih bakterija u dozvoljenim graničnim vrednostima. Uočeno je da su u 33% uzoraka u februaru detektovane ukupne koliformne bakterije, a u martu 78%. Ukupne koliformne bakterije (Grafik 1) nisu bile detektovane kod manje od polovine testiranih uzoraka. Srednja vrednost za ukupne koliformne bakterije u 2019. godini u februaru je iznosila 53,77±57,23 a u martu 52,8±2,55. Razlozi za razliku u rezultatima po danima, u analiziranom periodu za obe godine su mnogobrojni, poput povećane temperature u okolini do priliva vodenih nanosa koji u sebi donose fekalno zagađenje (Scott, 2017). Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija je bio između 0-200 i ukupnih koliformnih bakterija 3-161, što ukazuje na ne tako visok nivo zagađenja vode usled aktivnosti ljudi i životinja u mesecima ispitivanja (Grafik 1). Navedeni rezultati su bez značajnih odstupanja od graničnih vrednosti. Ukupan broj bakterija veći je u martu 2019. godine kod tri uzorka, a u martu sledeće godine u uzorcima uzetim 12. i 24. što može biti pokazatelj prisustva visokog sadržaja organskih materija u vodi.



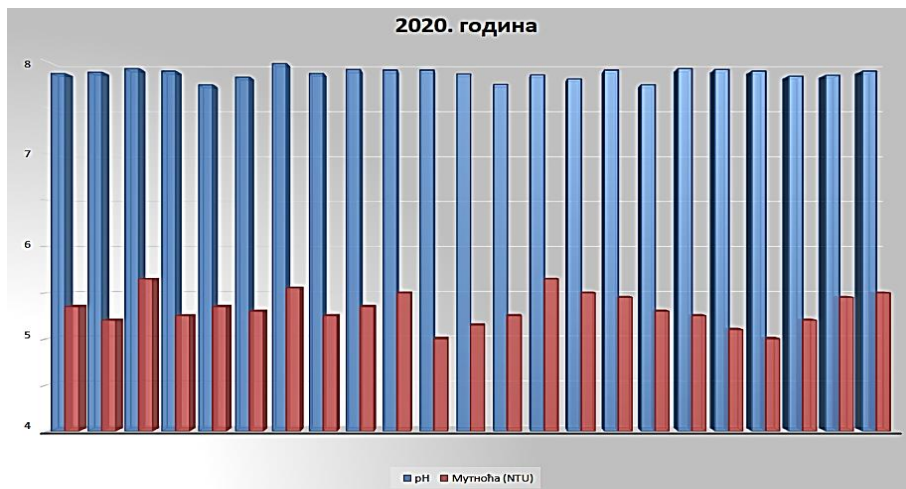
Grafik 1. Grafički prikaz prisustva ukupnih aerobnih mezofilnih i ukupnih koliformnih bakterija u sirovoj vodi

Graph 1. Test results of total aerobic mesophilic bacteria and total coliform bacteria in raw water

Tradicionalno, koliformne bakterije su smatrane pripadnicima rodova *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* i *Klebsiella*. Međutim, danas je utvrđeno da su pripadnici te grupe heterogeni, što je definisano savremenim taksonomskim metodama. Iako koliformni organizmi ne moraju uvek biti direktno povezani sa prisustvom fekalne kontaminacije ili patogena u vodi za piće, koliformni test je i dalje neophodan za praćenje mikrobiološkog kvaliteta prečišćene zalihe vode (WHO, 2022). Ljudske aktivnosti poput nepropisnog odlaganja otpada, mogući su načini uvođenja dodatnog organskog opterećenja vode, čime mikroorganizmima postaje dostupnije više hranljivih sastojaka i tako pospešuje njihov rast (Umeaku, 2019).

Fizičko – hemijska ispitivanja - U uzorcima sirove vode rađena su ispitivanja pH, mutnoće, utroška kalijum permanganata, određivanje količine hlorida, nitrata, nitrita, gvožđa i mangana.

pH vrednost svih uzoraka vode bio je u skladu sa vrednostima koji je EPA dodelio kao standardnu vrednost pH vode od 6,8 - 8,5 (EPA, 2002). Srednja vrednost u februaru 2020. je bila neznatno viša u odnosu na mart ($7,77 \pm 0,14$; $7,72 \pm 0,11$) (Grafik 2). Ako rezultate uporedimo sa predhodnom godinom uočavamo sličnu situaciju ($7,69 \pm 0,19$; $7,67 \pm 0,18$).

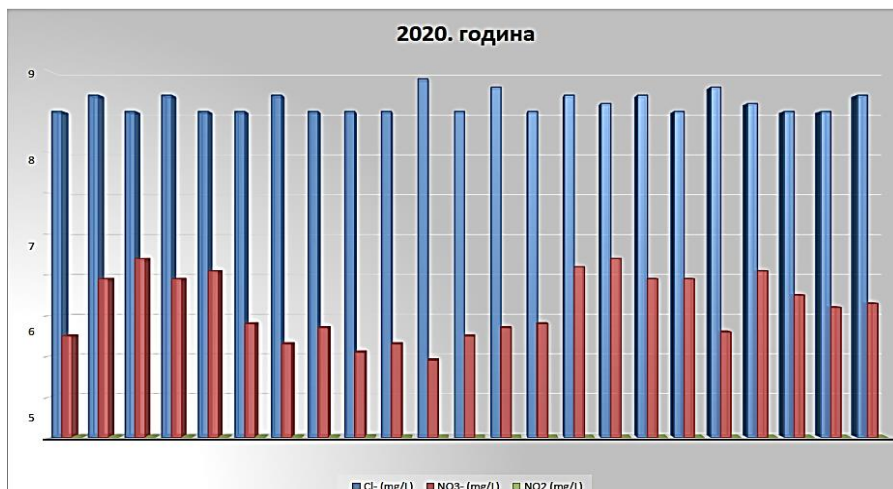


Grafik 2. Grafički prikaz pH i mutnoće
Graph 2. Test results of pH and turbidity

Sve vrednosti analiziranih uzoraka za mutnoću (Grafik 2), kada je u pitanju 2020. godina, su bile iznad optimalne (do 1 NTU), prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. gl. SRJ 42/98, 44/99, 28/2019). Najveća zabeležena vrednost 3,3 NTU je kod uzoraka uzetih 12.2. i 11.03., a najmanja u uzorcima uzetim 04.3. i 25.03. (2 NTU). Kod srednjih vrednosti za februar i mart gotovo da nema odstupanja ($2,67 \pm 0,32$ NTU; $2,67 \pm 0,40$ NTU). Srednja vrednost mutnoće je bila značajno veća u 2019. godini ($4,94 \pm 2,93$ NTU; $4,51 \pm 1,58$ NTU). Mutnoća je posledica prisustva organskih i neorganskih materija, gline, mulja, rastvorenih obojenih organskih materija, prisustva vodenih organizama i planktona, nerastvorenih mehurića vazduha i predstavlja optičko svojstvo vode.

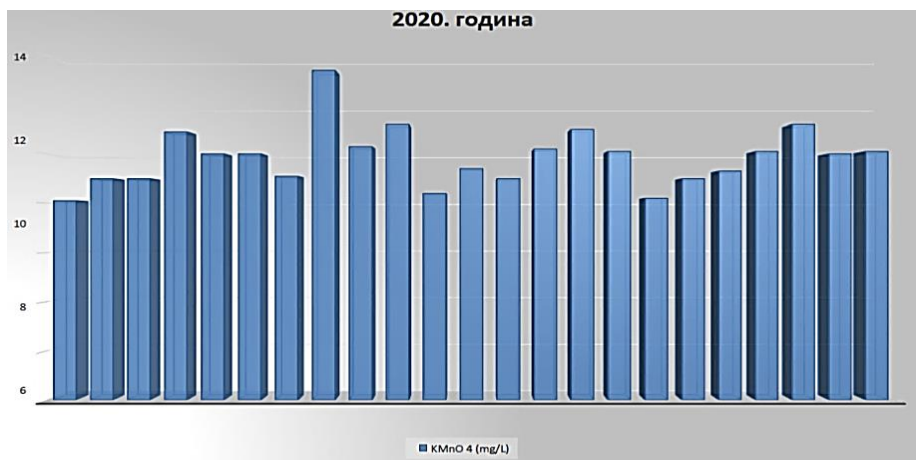
Rezultati dobijenih vrednosti za hloride, nitrata i nitrite u 2020. godini, prikazani su na Grafiku 3. U 2020. godini sadržaj nitrata se kretao u opsegu od 5,7 mg/L do 6,7 mg/L. Srednja vrednost za nitrata za mesec februar iznosi $6,1 \pm 0,87$, a za mart je $6,2 \pm 0,79$ mg/L. Rezultati iz 2019. nisu značajno različiti, u februaru $5,6 \pm 0,98$ mg/L, a u maru $6,37 \pm 0,33$ mg/L. Vrednosti nitrata za obe godine bile ispod MDK (50 mg/L). Prisustvo nitrata je u 2020. godini u propisanim graničnim vrednostima do 0,005 mg/L, kao i u 2019. godini. Nitrati i nitriti su proizvod oksidacije azota u bakterijama i neophodni su živim sistemima za proizvodnju složenih organskih molekula kao što su proteini i enzimi. (WHO, 2016).

Rezultati količine hlorida u uzorcima sirove vode za 2020. (Grafik 3), pokazuju da srednje vrednosti u februaru i martu ($8,6 \pm 0,2$ mg/L i $8,55 \pm 0,27$ mg/L) nisu znatno odstupale od prošlogodišnjih (u februaru $8,31 \pm 0,68$ mg/L, u martu $7,62 \pm 2,09$ mg/L). Sve vrednosti za hloride u sirovoj vodi su daleko ispod MDK od 250 mg/L. Hloridi su prisutni i u slatkoj i u slanoj vodi i neophodan su element života, dok su visoke koncentracije hlorida štetne za vodeni svet (Madhulekha, 2018).



Grafik 3. Grafički prikaz prisustva hlorida, nitrata i nitrita u sirovoj vodi
Graph 3. Test results of chloride, nitrate and nitrite in raw water

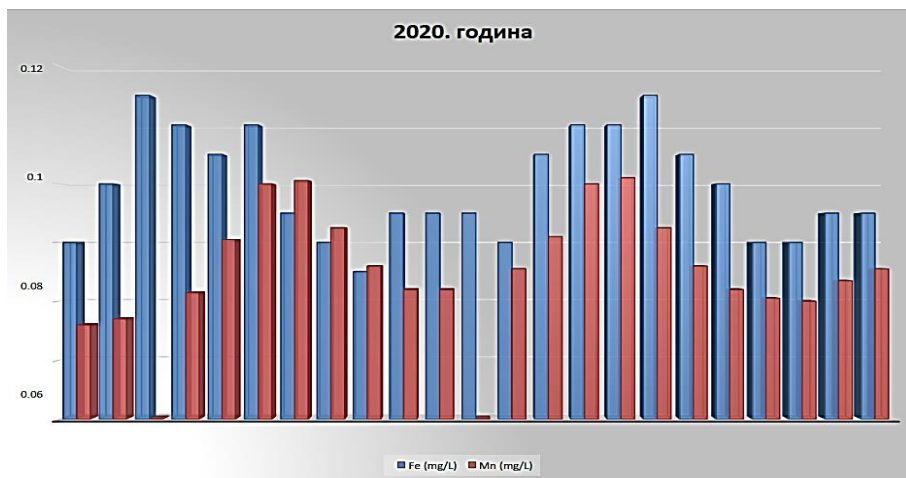
Oksidabilnost se koristi za procenu stepena zagađenja vode organskim materijama. Kvalitet sirove vode se određuje i na osnovu vrednosti za hemijsku potrošnju kiseonika, koji se izračunava na osnovu utroška kalijum-permanganata. Rezultati za 2020. godinu prikazani su na grafiku 4. Kod pet uzoraka uočeni su rezultati iznad MDK vrednosti (12 mg/L). Srednja vrednost u februaru 2020. godine iznosila je $10,9 \pm 0,77$ mg/L, a u martu $10,8 \pm 0,96$ mg/L, nešto viša u odnosu na 2019. godinu (u februaru je bila $9,46 \pm 1,53$ mg/L, a u martu $10,66 \pm 2,44$ mg/L).



Grafik 4: Grafički prikaz utroška kalijum-permanganata u sirovoj vodi za 2020. godinu
Graph 4. Test results of consumption of potassium permanganate

Rezultati koncentracija gvožđa i mangana u ispitivanim uzorcima sirove vode u 2020. godinu prikazani su na grafiku 5. Vrednosti gvožđa nisu prelazile pravilnikom (Sl. list SRJ, br. 42/98 i 44/99) dozvoljenu vrednost (0,3 mg/L). U 2020. godini vrednosti gvožđa su znatno manje u odnosu na prethodnu. Srednja vrednost prisustva gvožđa u februaru i martu je bila približno ista ($0,09 \pm 0,02$ mg/L; $0,09 \pm 0,01$ mg/L), dok su u 2019. godine ove vrednosti znatno veće ($0,25 \pm 0,17$ mg/L; $0,22 \pm 0,13$ mg/L). Gvožđe je važan element u ishrani ljudi. Povećane količine gvožđa u pijaćoj vodi dovode do fatalnih zdravstvenih poremećaja kod ljudi (WHO, 1996). Količina mangana u ispitivanim uzorcima u 2020. godini prikazana je na Grafiku 5. U uzorcima 12.02. i 05.03. mangan nije detektovan. Najveća detektovana vrednost je iznosila 0,102 mg/L, što u velikoj meri prelazi pravilnikom (Sl. list SRJ, br. 42/98 i 44/99) dozvoljenu vrednost (0,05 mg/L). Srednja vrednost za prisustvo mangana u februaru i martu 2020. godine je približna i iznad MDK ($0,069 \pm 0,025$ mg/L; $0,069 \pm 0,019$ mg/L), dok su u 2019. godini primećena velika odstupanja (u februaru je bila $0,06 \pm 0,05$ mg/L, a u martu $0,017 \pm 0,02$ mg/L).

Dokumentovani su brojni negativni efekti mangana na zdravlje ljudi uzrokovani prekomerenom izloženošću, poput neurološkog poremećaja poznatog kao „manganizam“, koga karakteriše „Parkinsonov sindrom“. Neke motoričke funkcije mogu biti pogođene nakon hronične izloženosti malim povišenim koncentracijama mangana (WHO, 2004).



Grafik 5. Grafički prikaz prisustva gvožđa i mangana u sirovoj vodi
Graph 5. Test results of iron and manganese in raw water

Istraživanja rađena jednom nedeljno u periodu od godinu dana u 2009. godini ukazuju da su vrednosti fizičko-hemijskih i mikrobioloških parametara vode na vodozahvatu akumulacije Čelije bili sa značajnim varijacijama (mutnoća 1,58- 27,50 NTU; nitriti 0,315 - 1,490 mg/L; kalijum-permanganat 8,43 - 11,33 mg/L; nitriti 0,003 – 0,025 mg/L; ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija 21 - 628 cfu; ukupan broj koliformnih bakterija 8 – 185 cfu) (Čirić i sar., 2009). Ako se uporede rezultati za mesec istraživanja uočava se da nitriti koji su u dozvoljenim granicama kao i u 2020. godini. Utrošak kalijum-permanganata u 2009.

godini se takodje ne razlikuje mnogo od vrednosti dobijenih u 2020. i 2019. godini. Mutnoća je 2009. godine je bila značajno van granica dozvoljenih u martu, aprilu i maju, što autori pripisuju velikim padavinama i slivanjem materija iz okolnih sela (Ćirić i sar., 2009).

ZAKLJUČAK

Od identifikovanih mikroorganizama, najzastupljeniji su bile vrste iz roda *Bacillus* i vrsta *Escherichia coli*. Broj ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija u 2020. godini je značajno manji nego u istom period za 2019. godinu i u najvećem broju slučajeva u okvirima propisanih standarda. Rezultati istraživanja su pokazali prisustvo ukupnih koliformnih bakterija u dozvoljenim graničnim vrednostima, dok kod manje od polovine testiranih uzoraka nisu bile detektovane. Srednja vrednost mangana je u 2020. godini bila iznad granično dozvoljene, kao i u februaru 2019. U 2020. godini vrednosti gvožđa su znatno manje u odnosu na prethodnu, dok su srednje vrednosti bile u skladu sa propisima. Mutnoća je u 2019. godini imala više vrednosti od izmerenih u 2020. i u obe godine je bila iznad MDK. Mereni parametri pH, nitrati, nitriti i hloridi su bili u okvirima dozvoljenih vrednosti, kao i srednje vrednosti utroška kalijum-permanganata.

LITERATURA:

- Govedarica, M., Jarak, M. (1995) Opšta mikrobiologija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo
 Grad Kruševac, Lokalni program zaštite života sredine 2015-2024, Kruševac mart 2015. godine.
 Dostupno na:
https://krusevac.ls.gov.rs/wpcontent/uploads/2020/10/lokalni_program_zastite_zivotne_sredine.pdf
- Ćirić, S., Stojanović, M., 2009. Upporedne analize kvaliteta vode na vodozahvatima izvorišta Čelije i Brestovac. 38 Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Srpsko društvo za zaštitu voda.. Zlatibor 8-10.06.2009. Zbornik radova str. 93-99
- Madhulekha, Sh., Sunita, A., Determination of chloride ion concentration in Ganga river water by Mohr metod at Kanpur, India, Green Chemistry & Technology Letters, 4 (2018) 6-8
- Reddy CA, Beveridge TJ, Breznak JA, Marzluf GA, Schmidt TM, Snyder LR (2007) Methods for general and molecular microbiology. Wiley Online Library. 3rd Edition, pp 1069.
<https://doi.org/10.1128/9781555817497>
- Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu, NIP, Privredni pregled: Voda za piće-Standardne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti (1990)
- Službeni glasnik SRJ, 42/98; 44/99; 28/2019. Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (na snazi od 25.04.2019), Izmene izvršene u odnosu na: Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće 33/1987. Dostupno na: <https://www.tehnologijahrane.com/pravilnik/pravilnik-o-higijenskoj-ispravnosti-vode-i>
- Službeni glasnik RS, 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018. Zakon o vodama. Dostupno na: <https://www.tehnologijahrane.com/pravilnik/zakon-o-vodama-14>
- Službeni glasnik RS“, broj 12/10. Nacionalni program zaštite životne sredine.
 Dostupno na: <https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/2021-01/nacionalni-program->

[zastite-zivotne-sredine-r.srbija.pdf](#)

- Službeni glasnik RS , broj 57/08. Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije. Dostupno na: <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/vlada/strategija/2008/57/1/reg>
- Službeni glasnik RS, 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon, Zakon o zaštiti životne sredine. Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_zivotne_sredine.html
- Scott, E. E., Leh, M. D. K., and Haggard, B. E. Spatiotemporal variation of bacterial water quality and the relationship with pasture land cover. *J. Water Health* 15 (2017) 839–848
- Umeaku, C. N., Chris-Umeaku, C. I., Emmyegbe, I. O., Opara, M. F., Okeke, U. C., Ezeofor, P. S., Uzor, C. U., Bacteriological and Physico-chemical analysis of drinking water Quality in Uli, *International journal of recent Innovations in academicresearch* 3 (2019) 77-88
- Vasić, M., Ivić, K., Ostojić A., Branković, S., Glišić, R., Šmit, B., Radojević, I., Presek mikrobiološkog i fizičko-hemijskog stanja sirove vode gradskog vodovoda Kruševac u 2019. godini, 51. Konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda, Srpsko društvo za zaštitu voda. Vrnjačka Banja 26.-28.10. 2022., Zbornik radova str. 247-256
- WHO, (2016): Nitrate and Nitrite in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality
- WHO, (1996): Iron in drinking water, 2nd. ed. vol 2 health criteria and other support information
- WHO, (2022): Guidelines for drinking water quality, Fourth edition incorporating the first and second addenda
- WHO, (2004): Guidelines for drinking water quality, Third edition volume 1 recommendations
- WHO, (2011): Guidelines for drinking water quality, Fourth edition