



Marina Pešić¹, Tanja Petrović²

Stručni rad
DOI: 10.5937/VIK25355P

MONITORING KVALITETA VODE ZA PIĆE U JAVNOM KOMUNALNOM PREDUZEĆU „VODOVOD“ BOR

Rezime: Monitoring kvaliteta vode za piće od izvorišta do krajnjih korisnika u distributivnom sistemu je od izuzetne važnosti za bezbedno vodosnabdevanje. Javno vodosnabdevanje u gradu Boru oslanja se na kraške podzemne vode, koje su podložne замуćenju tokom perioda naglog topljenja snega i intenzivnih padavina. Obzirom da JKP „Vodovod“ Bor nema postrojenje za otklanjanje mutnoće iz vode, sprovodi se kontinualni monitoring fizičko - hemijskih parametara sirove vode na svim izvorištima, kao i tretirane vode u distributivnoj mreži. Podaci dobijeni monitoringom su osnova za pravilno i sigurno upravljanje vodovodnim sistemom.

Ključne reči: monitoring, kvalitet, kraške podzemne vode, mutnoća, javno vodosnabdevanje

MONITORING DRINKING WATER IN THE PUBLIC UTILITY COMPANY „VODOVOD“ BOR

Abstract: Monitoring the quality of drinking water from the source to the end consumers in the distribution system is extremely important for a safe water supply. Public water supply in the city of Bor relies on karst groundwater are subject to turbidity during periods of sudden snow melt and intense rainfall. Considering that JKP "Vodovod" Bor does not have a facility for removing turbidity from water, continuous monitoring of the physical and chemical parameters of raw water is carried out at all sources as well as treated water in the distribution system. Data obtained through monitoring are the basis for rightly and safe management of the water system.

Key words: Monitoring, quality, karst groundwater, turbidity, public water supply

1. Uvod

Zdravstveno ispravna voda za piće spada u najznačajnije uslove dobrog zdravlja i jedan je od osnovnih pokazatelja zdravstvenog stanja stanovnika jedne zemlje. Takođe, pravo na vodu za piće jedno je od osnovnih ljudskih prava. Najsigurniji način obezbeđenja higijenski ispravne vode za piće je putem javnog vodosnabdevanja. Obezbeđivanje zdravstveno ispravne vode za piće je u Republici Srbiji regulisano različitim zakonima i podzakonskim aktima, koji između ostalog propisuju i monitoring zdravstvene ispravnosti vode za piće [1].

Voda za piće ima veliki higijensko-epidemiološki značaj, jer se putem vode mogu izazvati i preneti mnoga bakteriološka, virusna i parazitarina oboljenja, kao i oboljenja pove-

¹ JKP „Vodovod“, Bor, marinabor030@gmail.com

² JKP „Vodovod“, Bor, tanjapetrovic991@gmail.com



zana sa hemijskom neispravnošću. Obzirom da su vodovodni sistemi zatvoreni sistemi, ne mogu se i ne smeju dešavati promene u kvalitetu vode. To se postiže sistemskom kontrolom zdravstvene ispravnosti vode za piće koja obuhvata praćenje fizičko-hemijskih i mikrobioloških parametara.

Takođe, sistem monitoringa je neophodan radi obezbeđenja efikasnog upravljanja vodnim resursima, odnosno izvoristima vodosnabdevanja, kao i samim distributivnim sistemom. Pravilno uspostavljen, organizovan i kontinualan monitoring omogućava adekvatno i pravovremeno reagovanje u slučaju pojave zdravstvene neispravnosti vode za piće.

2. Vodosnabdevanje na teritoriji grada Bora

Vodosnabdevanje na teritoriji grada Bora bazira se na korišćenju kaptiranih podzemnih voda karstnih područja, koje u svetu, pa i kod nas, predstavljaju jedne od najčistijih i najkvalitetnijih voda. Obzirom da se karstni izvori nalaze u planinskim, nepristupačnim predelima, gde za sada nema antropogenog uticaja, kvalitet sirove vode odstupa od propisanog samo po pitanju mutnoće, u periodima dugotrajnih intenzivnih padavina ili naglog otapanja snežnog pokrivača i mikrobioloških parametara, jedini tretman koji se primenjuje je proces dezinfekcije, odnosno, hlorisanje vode. JKP „Vodovod“ Bor nema postrojenje za otklanjanje mutnoće iz vode.

Snabdevanje vodom se vrši iz četiri različita pravca (tabela 1), odnosno iz tri izvorišta, kojima upravlja JKP „Vodovod“ Bor i izvorišta „Mrljiš“ koje je u nadležnosti JP „Bogovine“, od kog Borski vodovod kupuje sirovu vodu. Distribucija vode sa izvorišta „Mrljiš“ se vrši tokom sušnih perioda, ali i tokom perioda kada se izvorišta u JKP „Vodovod“ Bor zamute. Borski vodovod tada nema dovoljne količine vode da bi se obezbedilo sigurno i kvalitetno vodosnabdevanje na teritoriji grada Bora. Prednost izvorišta „Mrljiš“ je ta, što je ovo izvorište u pogledu količina i kvaliteta vode stabilnije u odnosu na Borska izvorišta, a što se tiče mutnoće, zamućenja su zabeležena samo u periodima izuzetno jakih kiša, a i tada ne prelaze vrednosti od 2,0 NTU [2].

Tabela 1. Izvorišta, lokacije, izdašnost i nadmorska visina izvorišta koja se koriste za potrebe vodosnabdevanja Bora i okolnih naselja

Table 1. Names, locations, capacities and altitudes of sources that provide water supply to Bor and surrounding settlements

Izvorište	Lokacija	Izdašnost (l/sec)	Visinski (mnm)	položaj
Zlot (4 kaptaze i 3 bunara)	Sliv Beljevske reke, 11 km jugozapadno od Bora	110 - 2.400	315 - 360	
Krivelj	6 km, severno od Bora	0-100	386	
Surdup	8 km, istočno od Bora	60 -120	310	
Mrljiš	Priobalje Crnog Timoka, 25 km jugozapadno od Bora	150 - 240	230	



2.1. Monitoring kvaliteta vode za piće

U JKP „Vodovod“ Bor, kontrola kvaliteta vode za piće sprovodi se u okviru zakonom propisanog monitoringa od izvorišta do krajnjih konzumenata putem ovlašćene institucije i u hemijskoj laboratoriji vodovoda gde se vrši kontrola sledećih fizičko-hemijskih parametara vode iz distributivne mreže: miris, boja, temperatura, pH, rezidualni hlor, mutnoća, potrošnja KMnO_4 , elektroprovodljivost, alkalitet i hloridi. Monitoring kvaliteta vode za piće koji sprovodi JKP „Vodovod“ Bor od izvorišta do krajnjih korisnika u distributivnom sistemu uspostavljen je 2006. godine.

Na svakom izvorištu se nalazi turbidimetar kojim se na dva sata u redovnim uslovima meri mutnoća sirove vode, a u periodima nepovoljnih klimatskih prilika češće. Jedini tretman sirove vode koji se primenjuje je proces dezinfekcije, odnosno, hlorisanje vode, kojim se postiže mikrobiološka ispravnost vode. Na objektima vodosnabdevanja gde se vrši hlorisanje vode, na sat vremena se komparatorom proverava rezidualni hlor u vodi. Takođe, u upravnoj zgradi JKP „Vodovod“ Bor, kao krajnjoj tački distributivnog sistema, u Odeljenju za manipulaciju vode, koje radi 24 sata dnevno, rezidualni hlor se proverava na sat vremena. Uzorkovanje vode iz distributivne mreže vrši se jednom dnevno, radnim danima, na šest tačaka, koje se po određenoj dinamici ponavljaju i nalaze u gradu i selima na teritoriji grada Bora. Mesta uzorkovanja su lokacije gde najveći broj ljudi u toku dana konzumira vodu (škole, obdaništa, Dom zdravlja, hoteli) (tabela 2). Analize prikupljenih uzoraka se vrše u hemijskoj laboratoriji Vodovoda.

Tabela 2. Mesta uzorkovanja vode iz distributivne mreže grada Bora
Table 2. Water sampling points from the distribution network of the city of Bor

Ponedeljak	Utorak	Sreda	Četvrtak	Petak
Direkcija TIR-a	Servisno okno	Direkcija TIR-a	Selo V.Krivelj OŠ „Đura Jakšić“	Direkcija TIR-a
Naselje Brezonik prodavnica	Staro Selište prodavnica	Naselje Brezonik prodavnica	Staro Selište prodavnica	Servisno okno
OŠ „Vuk Karadžić“	OŠ „Dušan Radović“	Bolničko naselje prodavnica	OŠ „Dušan Radović“	Bolničko naselje prodavnica
OŠ „3. oktobar“	Naselje „Sunca“ prodavnica	OŠ „3. oktobar“	Naselje „Sunca“ prodavnica	OŠ „Vuk Karadžić“
Banjsko polje Klub ZiJIn	Dom zdravlja	Naeselje NGC Hotel „Albo“	Dom zdravlja	OŠ „3. oktobar“
Naselje NGC Hotel „Albo“	JKP „Vodovod“ Laboratorija	SOŠ „Vidovdan“	JKP „Vodovod“ Laboratorija	Ekonomska škola

2.2. Upravljanje vodosnabdevanjem na osnovu podataka monitoringa

Kontrolisanjem mutnoće na izvorištima sprečava se ulazak mutne vode u distributivni sistem. Ukoliko izmerena mutnoća prelazi zakonom propisane vrednosti takvo izvorište se



isključuje iz sistema vodosnabdevanja. Zakonom propisana vrednost mutnoće za sirovu vodu je 5 NTU, međutim obzirom da nema postrojenja za otklanjanje mutnoće JKP „Vodovod“ Bor i na sirovu vodu primenjuje zakonom propisanu vrednost za pijaću vodu koja je 1 NTU. Manipulacija vodom je moguća na ovakav način, obzirom da se vodosnabdevanje vrši iz četiri izvorišta, koja se nalaze na različitim lokacijama i ne mute se u isto vreme, tako da se uvek raspolaze dovoljnom količinom ispravne vode.

Ovo je od izuzetne važnosti jer svako prisustvo zamućenosti vode veće od 1 NTU može dovesti do smanjenja efikasnosti procesa dezinfekcije. Dokazano je da vrednosti 3,0 NTU „ne smeju nikada da se prekorače“, jer se efikasnost dezinfekcionog sredstva značajno smanjuje, a osobine vode se naglo pogoršavaju i mikrobiološki i hemijski [3]. Takođe, zagađivači, kao što su virusi i bakterije, mogu se prilepiti za čestice koje čine mutnoću, koje ih na taj način štite i smanjuju efekte dezinfekcije, odnosno povećavaju njihovu otpornost na sredstvo za dezinfekciju. I neorganski i organski izvori mutnoće mogu zaštititi mikroorganizme od dezinfekcije, pri čemu organski izvori mutnoće smanjuju efikasnost hlora kao sredstva za dezinfekciju. Mutnoća izazvana neorganskim česticama utiče na pH vode, alkalitet, povećanje koncentracije metala i aktivnost pojedinih dezinfekcionih sredstava. Mutnoća izazvana organskim česticama takođe utiče na hemiju, pH vode i njen alkalitet. Najveći uticaj na kvalitet vode imaju prirodne organske materije (POM), čija se količina povećava sa povećanjem mutnoće. Prirodne organske materije su u stanju da vežu znatne količine metala i oksida i da zajedno formiraju komplekse. Ono što je najvažnije, je da POM sa hlorom stvaraju kancerogene dezinfekcione nusprodukte (DBPs) [4].

Istraživanjima je dokazano da je porast broja patogenih mikroorganizama u vodi srazmeran povećanju mutnoće vode. Osim povećanja broja mikroorganizama, povećana mutnoća iznad 1,0 NTU može dovesti do značajnog povećanja taloga u distributivnom sistemu, a za mutnoće veće od 5,0 NTU, voda često ima boju, ukus i miris [5]. Sagledavajući sve napred navedeno, neophodno je redukovati mutnoću u dozvoljene granice i tako minimizirati mogući štetan uticaj na zdravlje ljudi.

Proces dezinfekcije se sastoji iz dve faze: primarne dezinfekcije koja podrazumeva uništavanje mikroorganizama u sirovoj vodi i sekundarne dezinfekcije koja omogućava održavanje rezidualnog dezinfekcionog sredstva u vodi distributivnog sistema, kako ne bi došlo do ponovnog razvoja mikroorganizama i kontaminacije vode (duže stajanje vode u cevovodu zbog malog protoka odnosno potrošnje i drugo).

JKP „Vodovod“ Bor dezinfekciju vode vrši gasnim hlorom i rastvorom natrijum hipohlorita. Rezidualni hlor u distributivnoj mreži se održava u granicama 0,2-0,3 mg/l, a svako odstupanje od ovih vrednosti reguliše se korigovanjem u doziranju hlora na objektima gde se vrši hlorisanje. Svakodnevnom analizom uzoraka iz distributivne mreže, koja se obavlja u hemijskoj laboratoriji, proverava se da li se tehnološki proces prerade vode za piće dobro obavlja, a sva odstupanja, ako do njih dođe, odmah se signaliziraju i regulišu.

3. Zaključak

Monitoring kvaliteta vode za piće se sprovodi kako bi dobijeni podaci pomogli u upravljanju vodosnabdevanjem. Kontrolisanjem parametara, koji mogu uticati na neisprav-



nost vode za piće od izvorišta do krajnjih korisnika, postignut je visok stepen sigurnosti upravljanja vodosnabdevanjem, sa aspekta kvaliteta vode za piće.

Mutnoća sirove vode na izvoristima i rezidualni hlor u distributivnoj mreži su parametri koji se kontrolišu u kontinuitetu i na osnovu izmerenih vrednosti reaguje se blagovremeno, ako je potrebno.

U proteklom periodu u JKP „Vodovod“ Bor nije bilo prekida u vodosnabdevanju zbog zamućenja ili mikrobiološke neispravnosti vode u distributivnom sistemu, što je ranije bio slučaj.

4. Literatura

- [1] Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, *Sl. list SRJ*, br. 42/98 i 44/99 i *Sl. gl. RS*, br. 28/2019.
- [2] Pešić M, Ristić Vakanjac V, Vakanjac B, Antonijević M, Marković N, Good monitoring as a precondition for high drinking water quality: Case study of Zlot water supply sources (Bor, Serbia). *XXIII International Conference Ecological Truth*, Technical Faculty Bor, 583-589, 2015.
- [3] Bonacci O, *Hidrološka analiza pojave mutnoće na izvorima u kršu: interpretacija podataka merenih na merenih na izvoru Omble*. Hrvatske vode, 24, 47-57, 2016.
- [4] Durmishi B. A, Reka A. A, Jashari A, Ismaili M, Shabani A, Durmishi A, Disinfection of Drinking Water and Technology: A Review. *International journal of advanced research in Chemical science*, 2, 45-56, 2015.
- [5] Schock M. R., Lytle, D. A, *Internal corrosion and deposition control*. In: *Water quality and treatment : a handbook of community water supplies*, 6th edition. McGraw-Hill, 2011.