

## ANALIZA EFIKASNOSTI STANICE ZA PRIPREMU VODE ZA PIĆE “KARAŠNICA” U ILIJAŠU

Nedžad MEKIĆ<sup>1</sup>, Suvada ŠVALIJA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kanton Sarajevo, Ministarstvo privrede, Sektor za vodoprivrednu, nedzadmekic@gmail.com

<sup>2</sup>Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Odsjek za hidrotehniku i okolišno inženjerstvo, suvada\_jusic@gf.unsa.ba

### REZIME

U radu se razmatra efikasnost stanice za pripremu vode za piće u opštini Ilijaš, Kanton Sarajevo, Bosna i Hercegovina. Prvo su date osnovne informacije o vodovodnom sistemu Ilijaša i detaljnije je pojašnjena primjenjena tehnologija pripreme vode na stanicu „Karašnica“ u Ilijašu. S ciljem analize efikasnosti pripreme vode napravljena su laboratorijska mjerenja parametara vode na ulazu u stanicu i nakon svih pojedinačnih operacija. Zatim je izvršena analiza dobijenih laboratorijskih rezultata i analiza rada stanice. Na osnovu provedenih analiza i diskusije doneseni su odgovarajući zaključci i preporuke bitne za daljnje efikasan rad i održivost rada stanice.

**Ključne riječi:** priprema vode za piće, stanica, taloženje, filtracija

### 1. UVOD

Voda u prirodi (tzv. sirova voda) nikad nije apsolutno čista, a vrsta i količina primjesa u njoj zavisi od prirodnih i antropogenih faktora. Sirova voda na vodozahvatu uglavnom u sebi sadrži pojedine fizičko-hemiske i mikro-bioološke parametre u većim koncentracijama od dozvoljenih Pravilnikom [1], tako da uglavnom nije zadovoljavajućeg kvaliteta da bi se mogla koristiti za piće bez odgovarajuće pripreme (kondicioniranja) koja se provodi na stanicu. Od efikasnosti rada stanice zavisi efikasnost rada sistema vodosabdijevanja. Stanica je sa zdravstvenog aspekta najvažniji dio sistema vodosabdijevanja.

Sistem vodosabdijevanja centralnog dijela opštine Ilijaš, oslonjen je dugoročno na zahvatnje vode iz površinskog toka bujične rijeke Misoče, putem tirolskog vodozahvata. Posljedica bujičnog tečenja je pojava velike mutnoće u kratkom vremenu, posebno nakon

padavina, što izaziva pogoršanje kvaliteta vode na vodozahvatu i otežava preradu vode na stanicu, i time postizanje kvaliteta vode propisane Pravilnikom [1].

Tehnologija prerade vode na ovoj staniči je konvencionalna, sa dvije linije koje koriste različite tipove objekata za taloženje i filtraciju.

U okviru analize efikasnosti pripreme vode za piće ove stanice, izvršena je najprije analiza postojećeg stanja uvidom u raspoloživu dokumentaciju, te obilaskom objekata stanice i razgovorom sa uposlenim operaterima o iskustvima u dosadašnjem radu stanice. U cilju detaljnije analize efikasnosti i funkcionsanja sistema za preradu vode uzeti su uzorci vode prije ulaska vode u stanicu, kao i nakon svake pojedinačne operacije prerade vode u sklopu same stанице. Izvršene su fizičko-hemiske i mikrobiološke analize uzetih uzoraka vode putem referentne/certificirane laboratorije JU “Instituta za zdravlje i sigurnost hrane” Zenica.

### 2. TEHNOLOGIJA PRIPREME VODE ZA PIĆE NA STANICI “KARAŠNICA”

#### 2.1 Osnovno o objektima i opremi vodovodnog sistema opštine Ilijaš

Vodosabdijevanje centralnog dijela opštine Ilijaš vrši se preko vodovodnog sistema, kojim upravlja JKP ”Vodostan” d.o.o Ilijaš. Vodovodni sistem centralnog dijela opštine Ilijaš se sastoji od slijedećih objekata i opreme:

- objekata izgrađenih za potrebe zahvatanja i predtretmana vode na rijeci Misoci,
- transportnih cjevovoda (gravitacionih i potisnih),
- stanice za pripremu vode za piće “Karašnica”,
- rezervora i
- distributivne mreže.

Uz sam vodozahvat, izgrađeni su slijedeći objekti:

*Drenažni-filtracioni kanal* je izgrađen neposredno uz desnu obalu rijeke Misoče uzvodno od pregrade s ciljem da se voda iz rijeke Misoče djelimično filtrira, prije nego što se zahvati i dođe u pjeskolov.

*Pregrada sa malom akumulacijom* na rijeci Misoči je prvo mjesto gdje započinje uklanjanje mutnoće, jer je izgradnjom male betonske pregrade na rijeci Misoči napravljena mala zahvatna akumulacija, koja ima ulogu povećanja dubine na zahvatu, umirenje toka i taloženje riječnog nanosa.

*Tirolski vodozahvat* se sastoji od betonskog pravougaonog kanala postavljenog okomito na riječni tok u koji se preko pregrade preliva voda, a na kanalu je postavljena gruba rešetka pomoću koje se odstranjuje lišće i krupnije plivajuće tvari. Voda iz betonskog pravougaonog kanala doprema se u pjeskolov koji se nalazi neposredno uz vodozahvat.

*Pjeskolov* je urađen kao betonska građevina i ima ulogu da akumulira određenu količinu vode dovedenu iz tirološkog vodozahavata i drenažnog-filtracionog kanala i u njemu se vrši proces taloženja dijela suspendovanih čestica. Objekat pjeskolova omogućuje nesmetano priključenje transportnog gravitacionog cjevovoda profila DN 400 mm.

*Transportni gravitacioni cjevovod* profila DN 400 mm ukupne dužine L= 4,3 km, transportuje sirovu vodu sa vodozahvata, odnosno pjeskolova, do pumpne stanice u naselju Misoča.

*Pumpna stanica* prihvata vodu iz transportnog gravitacionog cjevovoda i sa dvije pumpe izbacuje vodu potisnim cjevovodom do stanice za preradu vode na brdu Karašnica. Zadatak pumpi je da dopunjavaju taložnike (prve i druge linije) i održavaju konstantan nivo vode u njima bez obzira na brzinu rada filtera.

*Stanica za pripremu vode za piće "Karašnica"* jeste najsloženiji element sistema vodosnabdijevanja. U ovom radu akcenat je dat na funkcioniranje i efikasnost same stanice za pripremu vode za piće "Karašnica" i sama tehnologija i objekti, te analiza efekata rada objekata stanice koja je detaljnije razmatrana u narednim poglavljima.

U pogonskoj/centralnoj zgradi stanice, odnosno centralnom objektu, smještena je kontrolna soba. U kontrolnoj sobi koristi se *SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)* sistem. To je je sistem za

praćenje kvaliteta i kontrolu rada objekata i opreme cijelog vodovodnog sistema, pa i stanice. Ovaj sistem ima za cilj mjerjenje, nadzor i kontrolu rada, te daljinsko upravljanje radom pumpi, filtracijom i nivoima vode u rezervoarima i drugim elementima, odnosno bitnim parametrima za efikasan rad sistema. Upravitelj vodovodnog sistema je u segmentu kvaliteta vode uveo i implementirao "HACCP Codex Alimentarius Standard", kao standard o dobroj proizvođačkoj i dobroj higijenskoj praksi, a sve s ciljem isporučivanja korisnicima zdravstveno ispravne vode.

*Sistem procesne opreme* čine: pumpna stanica za filtriranu vodu za visinska područja opštine, trafostanica, agregat, oprema za obezbjeđenje rada sistema za doziranje hemikalija (za dezinfekciju, koagulaciju i flokulaciju), mješalice za kogulant/flokulant i druga oprema.

*Sistem rezervoara*-za kontinuirano i sigurno vodosnabdijevanje (preko distributivne mreže) stanovništva i privrede opštine Ilijas, te pouzdan rad stanice u sklopu vodovodnog sistema obezbijeđena je rezerva vode preko sljedećih rezervoara:

- rezervoar "Brdo Karašnica I" ( $V= 600 \text{ m}^3$ ),
- rezervoar "Brdo Karašnica II" ( $V= 3000 \text{ m}^3$  ( $2 \times 1500 \text{ m}^3$ )),
- rezervoar "Hamzin gaj III" ( $V= 1000 \text{ m}^3$ ),
- rezervoar za pranje filtera ( $V= 100 \text{ m}^3$ ).

*Distribuciona mreža* se sastoji od distributivnih cjevovoda različitih profila raspoređenih u dvije visinske zone sa većim brojem pumpnih stanica za obezbjeđenje pritiska u mreži. Ovako koncipiran vodovodni sistem stvara gubitke vode u distributivnoj mreži, koji prema Izvještaju, javnog operatera iznose i do 40% [2]. Takav vodovodni sistem, gdje se pritisak ostvaruje sistemom pumpi ima veliku potrošnju energije i učestalije kvarove. U cilju smanjenja gubitaka u mreži u 2015. godini instaliran je softver kojim se vrši kontrola očitanja potrošnje, kontrola protoka u pojedinim zonama, kao i kontrola regulacije pritisaka. Na osnovu stvorene baze podataka dobijene mjerjenjima i njihovom obradom utvrđuju se lokaliteti sa većim gubicima u mreži i na taj način se lociraju dionice u vodovodnoj mreži na kojima se treba vršiti rekonstrukcija cjevovoda i sanacija gubitaka. Takav pristup smanjenja gubitaka u mreži treba biti primjer i drugim upraviteljima vodovodnih sistema da prihvate ovaku učinkovitu metodologiju smanjenja gubitaka i praćenja funkcionisanja vodovodnih sistema.

## 2.2 Tehnologija pripreme vode za piće na stanicu „Karašnica“

Kvalitet sirove vode koja dolazi na stanicu „Karašnica“, ukupnog kapaciteta 150 l/s, u pojedinim periodima godine ne zadovoljava neke parametre koje propisuje Pravilnik [1], pa JKP „Vodostan“ Ilijaš, kao upravitelj stanice vrši preradu vode za piće. Prerada vode započinje već na samom površinskom vodozahvatu na rijeci Misodi, na kojem su izgrađeni objekti čija je funkcija efikasno zahvatavanje vode i odgovarajući predtretman u cilju rastrećenja same stanice. Ti objekti vodozahvata i predtretmana, prethodno su već opisani (Poglavlje 2.1). Blok šema prerade vode uz sam vodozahvat i na samoj stanci „Karašnica“ prikazana je na Slici 1.

*Stanica za pripremu vode za piće „Karašnica“* je glavni element sistema vodosнabдijevanja opštine Ilijaš, a čini je niz izgrađenih objekata u kojima se odvija konvencionalna tehnologija pripreme vode putem koagulacije, flokulacije, taloženja, filtracije i dezinfekcije. Također, specifičnost ove stanice je u tome da su uspostavljene dvije linije prerade vode, koje rade uporedo i kod kojih se razlika ogleda najviše u različitim načinima filtriranja vode. Naime, druga linija je dograđena naknadno uslijed povećanih potreba (Slika 1). Prerada vode u ovoj stanci obavlja se preko dvije linije i to:

I-prva linija (kapaciteta 50 l/s) - koju čini koagulacija/flokulacija u komori, koja je smještena uz

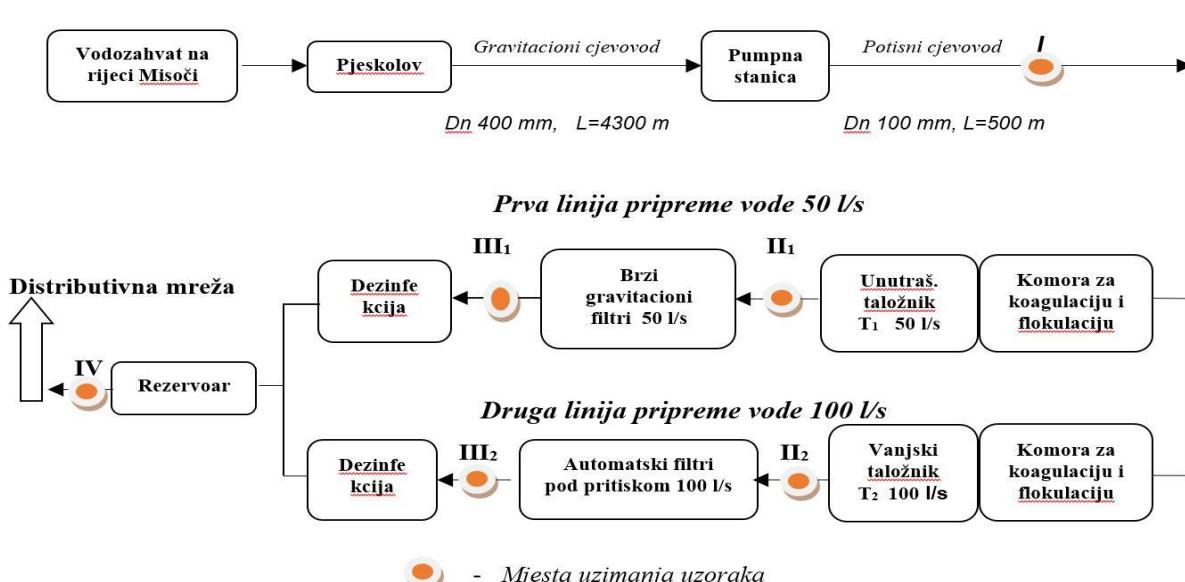
unutrašnji kružni taložnik, gdje se vrši operacija taloženja, zatim filtracija na brzim pješčanim gravitacionim filtrima i dezinfekcija vode, i

II-druga linija (kapaciteta 100 l/s) - koju čini koagulacija/flokulacija u komori koja je smještena uz vanjski kružni taložnik gdje se vrši operacija taloženja, te filtracija u vertikalnim cilindričnim posudama pod pritiskom i dezinfekcija vode.

Osnovno o ovim operacijama i objektima stanice „Karašnica“ navedeno je u nastavku.

*Koagulacija i flokulacija* su operacije koje se odvijaju u integriranim koagulacionim i flokulacionim komorama koje su izgrađene uz kružne taložnike (Slika 2). U upotrebi je umjesto prethodno korištenog aluminijum-sulfata novi koagulant/flokulant Aquaflok 39 (polualuminijum hlorid), koji se prema tvrdnjama operatera na ovoj stanci, pokazao kao veoma efikasan.

*Taloženje.* Pri pripremi vode za piće, a u cilju izdvajanja iz vode flokula stvorenih koagulacijom i flokulacijom, koriste se dva kružna taložnika s vertikalnim tokom vode ukupnog kapaciteta 150 l/s (Slika 2). Unutrašnji taložnik (T1) I linije prerade, je kapaciteta 50 l/s i smješten je u centralnom objektu, a drugi je vanjski otvoreni taložnik (T2) II linije, kapaciteta 100 l/s. Nakon obavljenog procesa koagulacije / flokulacije i taloženja, to jest bistrenja, voda se doprema sistemom pumpi na proces filtriranja.



Slika 1. Blok šema tehnologije prerade vode vodovodnog sistema Ilijaš



(I) unutrašnji taložnik (T1) kapaciteta 50 l/s



(II) vanjski taložnik (T2) kapaciteta 100 l/s

Slika 2. Taložnici u sklopu stanice „Karašnica“

*Filtriranje vode* na stanci „Karašnica“ vrši se preko dva filterska sistema. Ovi filterski sistemi prikazani su na Slici 3. a u tabeli 1 dat je prikaz osnovnih karakteristika ovih filtera.

U sklopu I linije prerade (Slika 1), radi se o sistemu filtriranja na brzim gravitacionim filterima, ukupnog kapaciteta 50 l/s. Ovi filteri su smješteni u zatvorenom centralnom objektu, a na njih dolazi voda sa unutrašnjeg taložnika (T1). Gravitacioni filteri imaju ispunu od kvarcnog pijeska prečnika zrna od 0,5-1,2 mm i debljine sloja 100 cm. Izgrađena su tri filterska polja, a površina jednog polja je 20,0 m<sup>2</sup>, pa je ukupna površina gravitacionih filtera 60 m<sup>2</sup>.

Filtracija vode u filtrima pod pritiskom je novo uvedeni način filtracije koji se tek počeo primjenjivati na stanci „Karašnica“. Istaložena voda s vanjskog taložnika T2 (Slika 1 (II linija)), dovodi se na šest vertikalnih filterskih posuda-modula, radnog kapaciteta od po 7 l/s do 20 l/s, što se reguliše ventilom kojim se može upravljati ručno ili automatski. Prilikom pranja

filterskih posuda ventil se sam zatvara kako ne bi došlo do kontaminacije vode u rezervoaru. Filteri su izrađeni od čelika namijenjenog za posude pod pritiskom, sa odgovarajućom obostranom antikorozionom zaštitom. Filterska ispuna, koju čini zeolit i kristalna forma klinoptiolita, je ukupne debljine 120 cm, s granulacijom od 0,5 do 2,5 mm (Tabela 1).

*Sistem za dezinfekciju vode.* Dezinfekcija vode se vrši gasnim hlorom, a sistem se sastoji od hlorne stanice sa pratećom opremom, dozatorom hlora i magacinom hlornih boca koji se nalazi u sklopu centralnog objekta s kapacitetom da može hlorisati 150 l/sec prečišćene vode. Gasno hlorisanje vode vrši se kroz sistem projektovan tako da hlorna instalacija bude pod vakuumom. Prisustvo vakuma u instalaciji onemogućava da uslijed eventualnog oštećenja instalacije, dotrajlosti uređaja, lošeg dihtovanja ili zbog drugih razloga dođe do ispuštanja hlora i nastajanja neželjenih posljedica. Injektor je konstruisan sa nepovratnim ventilom, kako bi se spriječio ulazak vode u vakum instalaciju.

Tabela 1. Karakteristike filtera pod pritiskom i gravitacionih filtera stanice „Karašnica“

Karakteristike filtera	Jedinica mjere	Filtri pod pritiskom	Gravitacioni filtri
Kapacitet filtera	l/s	100	50
Stvarna brzina filtracije	m/h	12,22	9,0
Utrošak vode za pranje filtera	m <sup>3</sup> /god	10.950	9.700
Broj pranja filtera	mjesečno	5	4
Visina ispune	cm	120	100
Površina jednog filtera	m <sup>2</sup>	4,91	20
Ukupna površina filtera	m <sup>2</sup>	(6x4,91) = 29,46	3 x 20=60

*a) gravitacioni filter**b) filteri pod pritiskom i objekat za njihov smještaj*

Slika 3. Filteri u sklopu stanice „Karašnica“

### 3. LABORATORIJSKA ISPITIVANJA UZORAKA VODE

#### 3.1 Kvalitet sirove vode na površinskom vodozahvatu rijeke Misoče

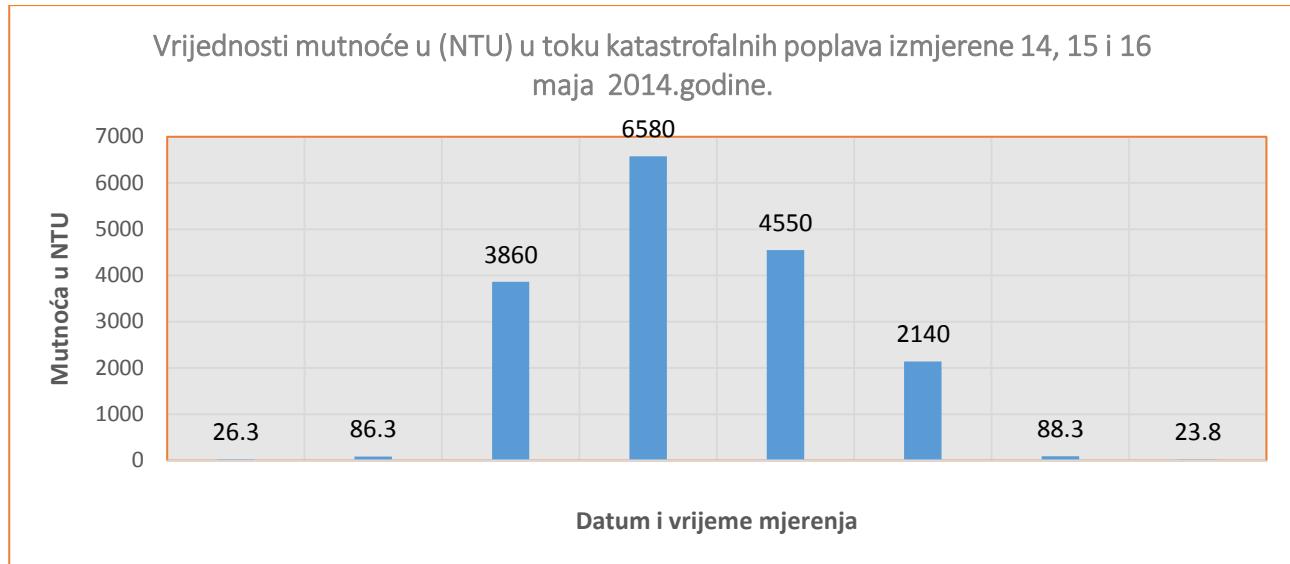
Monitoring kvaliteta vode izvorišta je neophodan i obavezan kako bi se korisnicima kontinuirano isporučivala voda, kvaliteta u skladu sa Pravilnikom [1]. Kao što je prethodno i napomenuto, na zahvatu rijeke Misoče se često javlja povećana mutnoća, s obzirom na njen bujični karakter. Naime, prema prikupljenim podacima upravitelja vodovodnog sistema, JKP "Vodostan" d.o.o Ilijaš, najveća do sada izmjerena mutnoća iznosila je  $8290^{\circ}\text{NTU}$ . U tabeli 2 date su neke najveće izmjerene vrijednosti mutnoće nakon lokalnih intenzivnih pljuskova, koji su se javili u slivu rijeke Misoče (padavine iz maja 2014.g. i različita

godišnja doba iz 2016.g.). Trajanje i vrijednosti mutnoće u periodu katastrofalnih padavina u BiH iz maja 2014. g. date su na Slici 4.

JKP "Vodostan" Ilijaš, kao javno komunalno preduzeće nadležno za snabdijevanje vodom Općine Ilijaš nema akreditiranu laboratoriju koja može vršiti sve propisane analize vode prema Pravilniku [3], pa se kontrola kvaliteta vode koja se nakon prerade distribuira potrošačima vrši preko certificirane laboratorije uspostavljene pri JU "Institut za zdravlje i sigurnost hrane" Zenica. JKP "Vodostan" Ilijaš je uspostavilo priručnu/pogonsku laboratoriju i vrši samo neke kontrole koje su bitne za funkcionisanje stanice, kao što je npr. mutnoća vode. U Izvještaju o mjerjenju mutnoće [3] navedene su karakteristične vrijednosti mutnoće prikazane u Tabeli 2.

Tabela 2. Izvještaj mjerjenja mutnoće na mjernom mjestu ispred stanice (2014. i 2016. g.)

Godina	Maj 2014.godine - proljeće									
Datumi mjerjenja	14.5. 2014			15.5. 2014			16.5. 2014			
Vrijeme mjerjenja (h)	7:00	14:40	22:00	02:00	7:00	9:40	8:00	18:00		
Mutnoća ( $^{\circ}\text{NTU}$ )	26,30	86,30	3860	6580	4550	2140	88,30	23,80		
Godina	Januar 2016. godine - zima									
Datumi mjerjenja	03.1.2016			10.1.2016			29.1.2016			
Vrijeme mjerjenja-h	9:00			12:45			14:30			
Mutnoća ( $^{\circ}\text{NTU}$ )	2,02			2,37			1,96			
Godina	Avgust 2016.godine - ljeto									
Datumi mjerjenja	17.8. 2016				18.8. 2016					
Vrijeme mjerjenja-h	7:30	8:00	9:00	10:10	7:30	9:45	13:00	21:30		
Mutnoća (0NTU)	8290	4290	2490	1990	1370	1220	1120	660		
Godina	Novembar 2016.godine - jesen									
Datumi mjerjenja	3.11. 2016				10.11. 2016					
Vrijeme mjerjenja	7:30		14:00		7:30		13:00			
Mutnoća ( $^{\circ}\text{NTU}$ )	2,440		2,560		23,90		18,30			



Slika 4: Dijagram rasta i opadanja mutnoće sirove vode na mjernom mjestu ispred stanice Karašnica, maj 2014.g

### 3.2 Rezultati fizičko-hemijske i mikrobiološke analize uzoraka vode

U cilju analize efekata rada stanice i njenih objekata potrebno je provoditi monitoring i u sklopu same stanice, a ne samo na ulazu (vode izvorišta – sirove vode) i izlazu (u distribucionom rezervoaru), što je nažalost uobičajena praksa. S ovim u vezi, ovim istraživanjima, osim na ulazu i izlazu iz stanice, uzeti su uzorci i nakon operacija taloženja i filtriranja i I i II linije prerade vode u sklopu stanice. Na blok šemci (Slika 1 i Tabeli 3) naznačena su mesta uzimanja uzoraka za potrebe analiziranja efikasnosti pojedinačnih operacija prerade vode (I, II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub>, III<sub>1</sub>, III<sub>2</sub>, IV). Uzorci su uzeti u dva različita vremenska intervala i to u zimskom periodu, februar mjesec 2019. godine i u periodu proljeća-maj mjesec 2019. godine, te je napravljena usporedba dobijenih rezultata i na osnovu toga doneseni određeni zaključci u 4.poglavlju. Rezultati o fizičko-hemijskoj analizi vode prikazani su u Izveštaju [4] i dati su u Tabeli 3.

U cilju utvrđivanja kvaliteta vode, sa aspekta prisutnosti mikroorganizama u vodi, za drugo ispitivanje 21.05.2019. godine, pored fizičko-hemijske analize izvršena su i mikrobiološka ispitivanja, a rezultati su dati u Izveštaju o mikrobiološkoj analizi vode [5], a prikazani su Tabeli 4.

U narednom poglavljiju data je diskusija rezultata dobijenih fizičko-hemijskom i mikrobiološkom analizom uzetih uzoraka (Tabela 1), posebno s aspekta efikasnosti pojedinih linija u sklopu stanice. Također, dat je osvrt na vrijednosti izmjerenih karakterističnih parametara kvaliteta bitnih za analizu efikasnosti operacija taloženja i filtriranja, te dezinfekcije.

### 4. ANALIZA LABORATORIJSKIH REZULTATA I RADA STANICE „KARAŠNICA“

#### 4.1 Analiza laboratorijskih rezultata

Rezultati laboratorijskih analiza uzoraka vode (Tabala 1, 2 i 3) uzetih na mjestu prije ulaska u stanicu, kao i analiza uzetih uzoraka na mjestima poslije pojedinačnih operacija obje linije u sklopu stanice, pokazatelj su učinkovitosti uspostavljenog sistema pripreme vode za piće na stanicu „Karašnica“. Na osnovu rezultata analize date u Tabeli 3 i 4, može se konstatovati da stanica radi efikasno, jer su svi parametri kvaliteta vode na izlazu iz stanice (u rezervoaru čiste vode – mjerno mjesto IV) u granicama referentnih vrijednosti propisanih Pravilnikom [1]. U nastavku je data analiza laboratorijskih rezultata nekih parametara bitnih za praćenje efikasnosti rada same stanice i njenih objekata, a koji se znatnije menjaju zahvaljujući procesima prerade.

Tabela 3: Rezultati fizičko-hemijskih analiza uzetih uzoraka vode

Parametar ispitivanja	Jedinica mjere	Referentna vrijednost prema Pravilniku [1]	Mjerna mjesta uzoraka (označena na Slici 1)					
			I	II <sub>1</sub> (prva linija)	II <sub>2</sub> (druga linija)	III <sub>1</sub> (prva linija)	III <sub>2</sub> (druga linija)	IV
			Sirova voda – ulaz u stanicu	Iza unutrašnjeg taložnika T1	Iza vanjskog taložnika T2	gravitacionih filtera	Iza filtera pod pritiskom	Rezervoar – voda za piće
<b>Rezultati prvog ispitivanja na dan 05.02.2019.godine</b>								
Boja	Skala Pt-Co	bez	5 <sup>0</sup>	5 <sup>0</sup>	bez	bez	bez	bez
Miris	-	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Mutnoća	NTU	1	18	5,2	4,40	0,32	1,0	0,25
pH vrijed. na 25 <sup>0</sup> C	pH	6,5-9,5	7,81	7,67	7,18	7,29	7,78	7,66
Utrošak KMnO <sub>4</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	5,0	3,80	2,0	2,0	1,52	1,76	1,60
Rezidualni hlor	mg/l	0,5	0	0	0	0	0	0,2
Hloridi	mgCl/l	250	5,50	5,50	9,0	5,0	10,0	4,00
Amonijum	mgNH <sub>4</sub> /l	0,5	0,114	0,084	0,089	0,075	0,076	0,058
Nitriti	mgNO <sub>2</sub> /l	0,5	0	0	0	0	0	0
Nitrati	mgNO <sub>3</sub> /l	50	2,944	2,656	3,453	3,249	3,409	3,462
Elektrop.na 25 <sup>0</sup> C	µS/cm	2500	314,2	299,80	310,50	331,10	295,5	307,40
<b>Rezultati drugog ispitivanja na dan 21.05.2019.godine</b>								
Boja	Skala Pt-Co	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Miris	-	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Mutnoća	NTU	1	5,6	2,6	3,2	0,14	0,9	0,14
pH vrijed. na 25 <sup>0</sup> C	pH	6,5-9,5	8,13	8,03	8,01	8,04	8,08	8,01
Utrošak KMnO <sub>4</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	5,0	1,52	1,76	1,60	1,36	1,44	1,36
Rezidualni hlor	mg/l	0,5	0	0	0	0	0	0,2
Hloridi	mgCl/l	250	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Amonijum	mgNH <sub>4</sub> /l	0,5	0,112	0,057	0,084	0,079	0,064	0,050
Nitriti	mgNO <sub>2</sub> /l	0,5	0	0	0	0	0	0
Nitrati	mgNO <sub>3</sub> /l	50	1,244	1,355	1,687	1,483	1,394	1,572
Elektopr. na 25 <sup>0</sup> C	µS/cm	2500	343,8	350,20	352,20	351,6	365,6	355,90

Tabela 4: Rezultati mikrobioloških analiza uzetih uzoraka vode

Parametar ispitivanja	Jedinica mjere	Referentna vrijednost prema Pravilniku [1]	Mjerna mjeseta uzorka (označena na Slici 1)					
			I	II <sub>1</sub> (prva linija)	II <sub>2</sub> (druga linija)	III <sub>1</sub> (prva linija)	III <sub>2</sub> (druga linija)	IV
			Sirova voda – ulaz u stanicu	Iza unutrašnjeg taložnika T1	Iza vanjskog taložnika T2	Iza brzih gravitacionih filtera	Iza filtera pod pritiskom	Rezervoar – voda za piće
<b>Rezultati prvog ispitivanja na dan 21.05.2019.godine</b>								
Ukupan broj koliformnih bakterija ( $21 \pm 3$ h, $36 \pm 3$ °C(A))	Cfu/100 ml	bez	80	30	30	0	8	0
Broj escherichia coli ( $21 \pm 3$ h, $36 \pm 2$ °C(A))	Cfu/100 ml	bez	70	30	30	0	8	0
Ukupan broj fekalnih streptokoka (enterokoka) ( $44 \pm 4$ h, $36 \pm 2$ °C(A))	Cfu/100 ml	bez	30	10	25	0	0	0
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ( $68 \pm 4$ h, $22 \pm 2$ °C(A))	Cfu/ ml	100/ml	140	80	150	5	60	0
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ( $44 \pm 4$ h, $36 \pm 20$ C(A))	Cfu/ ml	20/ml	110	10	110	0	10	0

**Mutnoća vode.** Mutnoća sirove vode koja se pojavljuje u vrijeme intezivnih kiša i tokomtopljenja snijega na tirolskom vodozahvatu na rijeci Misoći pravi značajne probleme stanici za pripremu vode za piće „Karašnica“. Zbog pojave velike mutnoće stanica se često mora isključiti iz rada, pa zbog nepostojanja alternativnog izvořista i sistema vodosnabdijevanja centralni dio opštine Ilijas ostaje bez vode. Analizirajući rezultate izmjerene mutnoće koje je vršio upravitelj JKP "Vodostan" Ilijas u vremenskom periodu 2014. i 2016. godine (Tabela 1), utvrđeno je da se maksimalne mutnoće javljaju nakon padavina koje se javi nakon dužeg sušnog perioda. Tako prema podacima izmjerenih vrijednosti mutnoće na samom ulazu u stanicu Karašnica iz avgusta mjeseca 2016. godine, a koje su se javile nakon intezivnih padavina lokalnog karaktera, izmjerena mutnoća je iznosila  $8290$  °NTU i čini je maksimalnom izmjerrenom mutnoćom od početka mjerjenja na ovoj stanici.

Tokom katastrofalnih poplava u BiH, dana 15.5.2014. godine vrijednost mutnoće na ulazu u stanicu iznosila je

$6580$  °NTU, što je za  $1710$  °NTU manje nego prethodno navedena mutnoća u 2016. godini. Mjerenjima je pokazano da vrijednost mutnoće brže raste i brže opada u periodu padavina poslije dužih sušnih perioda, pa je u avgustu 2016. godine, kada je u vremenu od 7h i 30 min do 10h i 10 min za 2h i 40 min, mutnoća sa  $8290$  °NTU opala na  $1990$  °NTU tj. smanjena je za  $6300$  °NTU. Nasuprot tome, treba istaći da je za vrijeme dugotrajnog kišnog perioda iz maja mjeseca 2014. godine, mutnoća sporije rasla i sporije opadala i to u 2 sata sa izmjerenih  $6580$  °NTU opala na  $2140$  °NTU u 9h i 40 min, tj. smanjena je mutnoća za  $4440$  °NTU za period od 7h i 40 min. Ovo su ekstremne vrijednosti mutnoće i tada se stanica isključuje iz rada sve dok se mutnoća ne vrati u prihvatljive vrijednosti, a prema podacima upravitelja JKP "Vodostan" d.o.o Ilijas to je mutnoća manja od  $40$ °NTU.

Prosječna godišnja mutnoća sirove vode prije ulaska u stanicu Karašnica je uvijek iznad MDK-maksimalno dozvoljene koncentracije, koja iznosi  $1,0$  °NTU. Tako je tokom 2017.godine prosječna godišnja izmjerena

mutnoća sirove vode prije ulaska u stanicu Karašnica, iznosila je  $21,82^{\circ}\text{NTU}$  [2], dok je mjerljima u 2019. godini u oba slučaja kada su uzeti uzorci mutnoća bila izvan MDK i do 05.02.2019. godine iznosila je  $18^{\circ}\text{NTU}$ , a 21.05.2019. godine iznosila je  $5,6^{\circ}\text{NTU}$  (Tabela 3). Dobivena mutnoća u rezervoaru čiste vode je u granicama propisanim Pravilnikom [1] i iznosi  $0,25^{\circ}\text{NTU}$  (5.2.2020) i  $0,14^{\circ}\text{NTU}$  (21.05.2019). U sklopu analize rada same stanice, odnosno njenih objekata, u nastavku su detaljnije analizirani rezultati mjereni u sklopu same stanice, nakon taloženja i filtracije na obje linije prerade.

*Potrošnja kalijum-permanganata  $\text{KMnO}_4$ .* Potrošnja kalijum-permanganata  $\text{KMnO}_4$  je dijelom mjerilo sadržaja organskih materija u vodi, jer ukoliko se u sirovoj vodi nađu organske materije tada će one utrošiti određenu količinu  $\text{KMnO}_4$  za njihovu oksidaciju. Sadržaj organskih materija je posebno nepoželjan ukoliko se dezinfekcija vode namijenjene za piće, vrši gasovitim hlorom, zbog mogućnosti nastajanja kancerogenih nus produkata, na primjer trihalometana. Prema Pravilniku [1], voda može imati utrošak  $\text{KMnO}_4$  do  $5 \text{ mg/l O}_2$  (Tabela 3). Laboratorijskim analizama uzetih uzoraka od 5.2.2019 i 21.05.2019. godine, pokazano je da je potrošnja kalijum permanganata  $\text{KMnO}_4$  ispod dozvoljenih koncentracija. Najveća potrošnja  $\text{KMnO}_4$  javila se nakon taloženja (mjerna mjesta II<sub>1</sub> i II<sub>2</sub>) u iznosu T1=T2=2,0 ( $\text{mg/l O}_2$ ), što je vjerojatno rezultat izdvajanja organskih materija u talogu.

*Amonijum.* Amonijum u vodi je indikator bakterijske aktivnosti, zatim pokazatelj da je zagađenje vode svježe, a također je i pokazatelj mikrobne razgradnje organskih materija koje sadrže azot. Naglo povećanje amonija u vodi znak je da je ona zagađena industrijskim vodama koje su bogate raznim amonijevim solima i amonijevim hidroksidom. Iz izvršenih analiza može se zaključiti da su u uzetim uzorcima vode utvrđene niske koncentracije amonijuma i da je najveća izmjerena vrijednost u sirovoj vodi iznosila  $0,114 \text{ mgNH}_4/\text{l}$ , dok je u rezervoaru u koji se doprema prerade voda, vrijednost amonijuma iznosila  $0,058 \text{ mgNH}_4/\text{l}$ . Izmjerene koncentracije amonijuma su manje od maksimalno dozvoljene koncentracije od  $0,5 \text{ mgNH}_4/\text{l}$ , prema Pravilniku [1] (Tabela 3), što ukazuje da su zagađenja u kojima se pojavljuje amonijum u vrijeme mjerjenja bila veoma mala.

*Elektroprovodljivost.* Elektroprovodljivost je sposobnost posmatranog uzorka vode da provodi električnu struju. Rastvori anorganskih spojeva relativno su dobri provodnici, dok su molekule organskih spojeva koje se

ne razlažu u vodenom rastvoru vrlo slabi provodnici. U Tabeli 3. dati su podaci o elektroprovodljivosti na  $25^{\circ}\text{C}$  u pojedinim operacijama prerade vode na stanicu Karašnica. Iz rezultata dobijenih izvršenim laboratorijskim analizama na stanicu poslije svih provedenih operacija pripreme vode za piće, elektroprovodljivost je nekoliko puta manja od maksimalno dozvoljenih koncentracija koje iznose  $2500 \mu\text{S/cm}$ , prema Pravilniku [1]. Ipak izmjerena koncentracija od  $343,8 \mu\text{S/cm}$  na  $25^{\circ}\text{C}$  u sirovoj vodi prije ulaska u stanicu ukazuje na postojanje određene koncentracije jona nastalih otapanjem anorganskih spojeva, jer su rastvori anorganskih spojeva relativno dobri provodnici.

*Rezultati mikrobiološke analize.* Iz rezultata dobijenih mikrobiološkim analizama prikazanim u tabeli 4, može se zaključiti da u potisnom cjevovodu na samom ulazu u stanicu Karašnica tj. u dolaznoj sirovoj vodi ukupan broj koliformnih bakterija, broj escherichie coli, broj fekalnih streptokoka (enterokoka), broj aerobnih mezoofilnih bakterija, prelazi dozvoljene koncentracije propisane Pravilnikom [1].

Ipak nakon operacija taloženja, filtracije i dezinfekcije u rezervoaru za distribuciju njihov broj iznosi nula. Treba istaći da je preduslov dobrog rada stanice, dobar kvalitet vode izvorišta, kao i predtretmana uz samo izvorište. Pošto se u ovom slučaju radi o površinskoj vodi bujičnog karaktera, efikasnog samog predtretmana je od izuzetnog značaja. Objekti predtretmana vodovodnog sistema su drenažni filtracioni kanal, pregrada, rešetka i pjeskolov u sklopu vodozahvata (ukratko pojašnjeni u Poglavlju 2.2). Ovi objekti trebaju biti redovno održavani u smislu održanja njihovog kapaciteta (da ne dođe do začepljenja i kolmacije suspenzijama izvorišta), a kako bi se nizvodne operacije prerade na stanicu rasteretile, što bi značilo manju potrošnju hemikalija, te manju potrošnju vode za pranje filtera i održavanje svih objekata stanice.

Efikasnost stanice za pripremu vode za piće pokazuju kvalitativne karakteristike vode na izlazu iz stанице, ali i ekonomičnost same stанице (troškovi potrošnje energije, hemikalija, održavanja sistema). Prema Izvještaju o radu filter stanice i laboratorije za 2017. godinu [2] za potrebe centralnog dijela opštine Ilijaš (7.347 stanovnika i 474 privredna subjekta) zahvaćeno je  $1.899.808,0 \text{ m}^3$  vode, od čega je  $1.542.411 \text{ m}^3$  distribuirano u vodovodnu mrežu, dok je  $357.397 \text{ m}^3$ , od ukupno zahvaćene vode, utrošeno za potrebe održavanja i funkcionisanja stанице, i to za pranje filtera, taložnika, korita, komora za koagulaciju / flokulaciju, zatim za odluživanje potisa, kao i za potrebe osoblja

koje održava stanicu, što procentualno iznosi 18,81% i predstavlja znatnu količinu, a to je posljedica nekontrolisanog prelivanja vode iz rezervora čiste vode. Ovo je tzv. potrošnja za vlastite potrebe stanice, a njenu uobičajena vrijednost iznosi od 5 do 10% od ukupnog kapaciteta stanice.

*Rad taložnika.* Priprema vode za operaciju taloženja počinje doziranjem koagulanta/flokulant Aquafllok 39 u komori za miješanje koja se nalazi uz taložnik, a zatim se vrši operacija taloženja vode na dvije uspostavljenje linije prerade. U prethodnom izlaganju u dijelu analize mutnoće u sirovoj vodi vidljivo je da mutnoća prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju od  $1,0^{\circ}\text{NTU}$ . Kod prvog uzorka (uzetog za dan 5.2.2019.g) prije ulaska vode u stanicu mutnoća je iznosila  $18^{\circ}\text{NTU}$ , dok je kod drugog uzorka (uzetog dana 21.05.2019.g) iznosila  $5,6^{\circ}\text{NTU}$  (Tabela 3).

Na I-prvoj liniji taloženje se vrši preko unutrašnjeg taložnika T1. Taloženjem vode na unutrašnjem taložniku T1 (mjerno mjestu II<sub>1</sub> (Slika 1)) ulazna mutnoća iz uzorka uzetog 05.02.2019. godine je smanjena sa ulaznih  $18^{\circ}\text{NTU}$  na  $5,2^{\circ}\text{NTU}$ , pa je taložnik T1 uklonio  $12,8^{\circ}\text{NTU}$ . Mutnoća iz uzorka uzetog 21.05.2019. godine je smanjena sa ulaznih  $5,6^{\circ}\text{NTU}$  na  $2,6^{\circ}\text{NTU}$ , pa je taložnik T1 u ovom slučaju uklonio  $3,0^{\circ}\text{NTU}$ . Uočljiva je razlika efikasnosti taložnika T1 za različitu ulaznu mutnoću, jer je u prvom slučaju uklonio  $12,8^{\circ}\text{NTU}$ , a u drugom  $3,0^{\circ}\text{NTU}$ . Naravno, ovo je rezultat dodate količine koagulanta/flokulanta, koja se dodaje u skladu sa veličnom mutnoće influenta. Veća ulazna mutnoća traži i veću količinu hemikalije, pa je s tim u vezi i veće obaranje mutnoće pri mjerenu od 05.02.2019, kada je ulazna mutnoća iznosila  $18^{\circ}\text{NTU}$ .

Na II-drugoj liniji taloženje se vrši preko vanjskog taložnika T2. Taloženjem vode na vanjskom taložniku T2 ulazna mutnoća iz uzorka uzetog 05.02.2019. godine je smanjena sa ulaznih  $18^{\circ}\text{NTU}$  na  $4,4^{\circ}\text{NTU}$ , pa je taložnik T2 uklonio  $13,6^{\circ}\text{NTU}$ . Mutnoća iz uzorka uzetog 21.05.2019. godine je smanjena sa ulaznih  $5,6^{\circ}\text{NTU}$  na  $3,2^{\circ}\text{NTU}$ , pa je taložnik T2 u ovom slučaju uklonio  $2,4^{\circ}\text{NTU}$ . Veća efikasnost taložnika T2 u slučaju prvog uzorka (mutnoća  $18^{\circ}\text{NTU}$ ), analogno, kao i kod taložnika T1 posljedica je veće količine dodate hemikalije.

Projek obaranja mutnoće unutrašnjeg taložnika T1 ( $12,8$  i  $3,0^{\circ}\text{NTU}$ ) iznosi  $7,9^{\circ}\text{NTU}$ , a vanjskog T2 ( $13,6$  i  $2,4^{\circ}\text{NTU}$ ) iznosi  $8,0^{\circ}\text{NTU}$ . Prema tome, može se

zaključuti da su oba taložnika približno jedanako efikasna u obaranju mutnoće.

*Rad filtera.* U cilju dobivanja kvaliteta vode za piće, konvencionalna tehnologija podrazumijeva nakon taloženja, primjenu filtera. Efikasnost filtera uslovljena je efikasnošću taložnika. Proces upravljanja filterima vrši se na osnovu vrijednosti mutnoće izbistrene vode na izlazu iz taložnica i nivoom vode u distributivnom rezervoaru (R) zapremine  $3000\text{ m}^3$ , te se na taj način upravlja i količinom dodatog koagulanta/flokulanta, koji se održava u optimalnim vrijednostima.

Na I-prvoj liniji filtriranje se vrši preko gravitacionog filtera. Za uzorak od 05.02.2019.g. na mjernom mjestu III<sub>1</sub> (Slika 1) mutnoća se sa  $5,2^{\circ}\text{NTU}$  smanjila na  $0,32^{\circ}\text{NTU}$ . Ukupno smanjena mutnoća filtriranjem na gravitacionom filteru je  $4,88^{\circ}\text{NTU}$ . Za uzorak uzet 21.05.2019. g. mutnoća je sa  $2,6^{\circ}\text{NTU}$  smanjena na  $0,14^{\circ}\text{NTU}$ . Ukupno smanjena mutnoća filtriranjem na gravitacionom filteru je  $2,46^{\circ}\text{NTU}$ .

Na II-drugoj liniji filtriranje se vrši preko šest filtera pod pritiskom. Za uzorak od 05.02.2019. g. na mjernom mjestu III<sub>2</sub> (Slika 1) nakon filtriranja mutnoća je sa  $4,4^{\circ}\text{NTU}$  smanjena na  $1,0^{\circ}\text{NTU}$ . Ukupno smanjena mutnoća za prvi uzorak filtriranjem na filterima pod pritiskom iznosi  $3,4^{\circ}\text{NTU}$ .

Za uzorak uzet 21.05.2019. g. nakon filtriranja mutnoća sa  $3,2^{\circ}\text{NTU}$  smanjena je na  $0,9^{\circ}\text{NTU}$ . Ukupno smanjena mutnoća filtriranjem za drugi uzorak na filterima pod pritiskom iznosi  $2,3^{\circ}\text{NTU}$ .

Uporedbom vrijednosti uklonjenih mutnoća gravitacionim i filterima pod pritiskom, jasno je da je gravitacioni filter dosta efikasniji u obaranju mutnoće. Projek obaranja mutnoće gravitacionim filterima iznosi  $3,67^{\circ}\text{NTU}$ , a filterima pod pritiskom  $2,85^{\circ}\text{NTU}$ . Pored toga vrijednosti mutnoće nakon filtriranja na filterima pod pritiskom su blizu, odnosno iste kao MDK za mutnoću ( $0,9$  i  $1,0^{\circ}\text{NTU}$ ).

Na osnovu provedene analize i nekih iskustvenih podataka sa ove, ali i ostalih stanica, u primjeni gravitacionih i filtera pod pritiskom, može se rezimirati slijedeće:

Brzi gravitacioni filtri imaju prednost u odnosu na filtre pod pritiskom u sljedećem:

- bolji je kvalitet filtrirane vode,
- jeftiniji su za održavanje,
- dugotrajniji su,

- dobra kontrola rada i čišćenja filtera.
- zadovoljavajuće iskustvo u dosadašnjoj praksi,

Nedostaci gravitacionih filtera su sljedeći:

- zauzimaju veći prostorni obuhvat,
- potrebno je češće pranje filterske ispune,
- otežana regeneracija ispune, s obzirom na količinu,
- složenje i duže ispiranje filtera (voda i voda+zrak),
- veći su hidraulički gubici u filteru.

Filtri pod pritiskom imaju prednost u odnosu na brze gravitacione filtre u sljedećem:

- veća je brzina filtriranja što povećava količinu prerađene vode,
- prostorni obuhvat za gradnju je manji i imaju prednost kod nedostatka prostora,
- manja je potrošnja vode za pranje filtera,
- djelimično je proces rada automatiziran,
- manja je količina filterske ispune pa je jeftinija njena zamjena,
- jeftinija instalacija,
- lakša prilagođavanje različitim cijevnim mrežama.

Nedostaci filtera pod pritiskom su sljedeći:

- teško se kontroliše proces filtriranja zbog zatvorenih posuda, te je otežana i kontrola čišćenja filtra,
- prilikom pranja dolazi do remećenja slojeva ispune ukoliko pritisak vode bude veliki,
- nisu efikasni za filtraciju sirove vode veće zagađenosti.

## 5. ZAKLJUČCI

Efikasnost stanice za pripremu vode za piće "Karašnica", je ključni faktor kontinuiranog i zdravstveno bezbjednog vodosnabdijevanja opštine Ilijas, pa je ovim radom opisan rad stanice, a poseban osvrт dat je na uporedbu dvije uspostavljene linije prerade vode. U cilju uvida u efikasnost stanice i pojedinih operacija prerade, uzeti su uzorci vode, te izvršena fizičko-hemiska i mikrobiološka analiza u certificiranoj laboratoriji pri JU "Instituta za zdravlje i sigurnost hrane" Zenica.

Dobijeni rezultati istraživanja nedvosmisleno pokazuju da kvalitet pripremljene vode za piće zavisi, s jedne strane od kvaliteta sirove vode koja se zahvata i doprema na preradu nakon predtretmana, a s druge strane od efikasnosti pojedinih operacija u samoj stanici. Na stepen efikasnosti utiče i odabrana tehnologija i oprema, vrsta hemikalija koje služe u procesu prerade vode kao i ljudski faktor, odnosno adekvatna kontrola i upravljanje radom stanice.

Detaljnom analizom efikasnosti pojedinačnih operacija prerade vode za piće i sagledavanjem cjelokupnog rada stanice „Karašnica“ može se zaključiti da je neophodno povećati sadašnju učinkovitost rada. U cilju poboljšanja efikasnosti stanice i pojedinih operacija prerade vode preporučuje se upravitelju da provede sljedeće mjere:

- da u sливу rijeke Misoče identificira sve uzročnike koji izazivaju pojavu mutnoće, te definira kratkoročne i dugoročne mjere smanjenja mutnoće na vodozahvatu,
- da izvrši detaljnu analizu funkcionisanja tirolskog vodozahvata, pjeskolova i stepena kolmacije drenažnog sistema koji dovodi vodu do pjeskolova, a s ciljem rasterećenja i povećanja efikasnosti same stanice,
- da se u cilju smanjenja mutnoće u sirovom vodi koja nastaje kao rezultat erozionih procesa u sливу izvrše sljedeće mjere: da se u slivnom području vodozahvata zabrani sječa šuma, da se definiraju mjere smanjenja erozionih procesa, da se na bujičnom toku u zoni transporta nanosa izgrade bujične pregrade uzvodno od vodozahvata u cilju taloženja nanosa, da se doradi i rekonstruiše postojeći drenažni sistem na vodozahvatu, da se redovno uklanja nanos iznad pregrade tirolskog vodozahvata, da se poveća kapacitet i efikasnost taložnika,
- da razmotriti sadašnju koncentraciju kogaulanta/flokulantu i funkcionisanje cjelokupnog sistema doziranja u cilju poboljšanja efikasnosti procesa koagulacije i flokulacije,
- da se razmotri debljina slojeva, prečnik zrna i brzina filtracije u filtrima pod pritiskom,
- da automatizira isključenje stanice iz rada u vrijeme kada se pojavi kritična mutnoća na ulazu u stanicu;
- da se sinhronizira kapacitet taložnika, filtera i količine sirove vode koja se doprema iz pumpne stanice, jer to trenutno nije slučaj, već se preko prelivnih kanala taložnika višak vode evakuše u slučajevma da filteri tu vodu ne mogu trenutno da prime i tako se prave gubici vode,
- da se izgradi rezervoar za čistu vodu kapaciteta kojim bi se obezbijedila korisnicima dovoljna količina vode za vrijeme stavljanja stanice van funkcije,
- da se smanji potrošnja vode koja služi za odražavanje i funkcionisanje same stanice Karašnica,
- da nastavi sa češćim uzimanjem uzoraka u samoj stanici i vrši njihovu laboratorijsku analizu s ciljem dobijanja većeg broja podataka kako bi se donijeli bolji zaključci i mjere za unapređenje procesa prerade vode.

**LITERATURA**

- [1] Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (Sl.glasnik BiH br: 40/10, 30/12 i 62/17),
- [2] Izvještaj o radu filter stanice i laboratorije za 2017. godinu, JKP "Vodostan" d.o.o Ilijaš,
- [3] Izvještaj kontrole kvaliteta vode za grad Ilijaš broj: 2316/18 od 05.11.2018. godine, koju je sačinila Laboratorija JKP "Vodostan" d.o.o Ilijaš,
- [4] Izvještaji o fizičko-hemijskoj analizi vode koje je izvršila JU "Institut za zdravlje i sigurnost hrane" Zenica, ul.Fra Ivana Jukića br.2,

Izvještaji broj: 16.01.08.-15116/19, HM-147/19, 6.01.08., 15075/19, HM-115/19, 16.01.08.-15072/19, HM,12/19 ,16.01.08.-15022/19, HM-116/19, 16.01.08.- 15073/19, HM-113/19, 16.01.08.-15078/19, HM-117/19, 6.01.08.15074/19, HM-114/19, za uzorke vode uzete 05.02.2019. godine,

- [5] Izvještaj o mikrobiološkoj analizi vode, koju je izvršila JU "Institut za zdravlje i sigurnost hrane" Zenica, ul.Fra Ivana Jukića br.2, broj: 14.01.05.-32689/19,MV-1052/19 za uzorke uzete 21.05.2019. godine.

**ANALYSIS OF EFFICIENCE OF THE WATER TREATMENT PLANT “KARASNICA” IN ILIJAS**

by

Nedžad MEKIĆ<sup>1</sup>, Suvada ŠUVALIJA<sup>2</sup><sup>1</sup> Sarajevo Canton, Ministry of Economy, Department of Water Management, nedzadmekic@gmail.com<sup>2</sup> Faculty of Civil Engineering, University of Sarajevo, Department of Hydrotechnics  
and Environmental Engineering, suvada\_jusic@gf.unsa.ba**Summary**

The paper discusses the efficiency of the water treatment plant in the Ilijaš municipality, Sarajevo Canton, Bosnia and Herzegovina. First, basic information about the water supply system of Ilijaš is given and the applied technology of the water treatment plant "Karašnica" in Ilijaš is explained in more detail. In order to analyze the efficiency of the water teratment plant, laboratory measurements of water parameters were made at the entrance to the station and after all individual operations. Then, the analysis of the obtained

laboratory results and the analysis of the plant operation were performed. Based on the conducted analyzes and discussions, appropriate conclusions and recommendations were made that are important for further efficient operation and sustainability of the water tretament plant.

**Key words:** water treatment, water treatment plant, sedimentation, filtration.

Redigovano 5.11.2020.