



**KVALITET VODOSNABDEVANJA GRADA KRAGUJEVCA*
- ALTERNATIVNI IZVORI VODOSNABDEVANJA -**

**QUALITY OF WATER SUPPLY OF KRAGUJEVAC
-ALTERNATIVE WATER SOURCES -**

dr Ljiljana Čomić¹⁾ dr Jelka Ranković,²⁾ dr Aleksandar Ostojić³⁾, dr Svetlana Ćurčić⁴⁾

Rezime: Stanovništvo Kragujevca se snabdeva vodom za piće iz sledećih izvorišta: vodovodni sistem Gruža, vodovodni sistem Grošnica, Moravski vodovodni sistem i alternativni izvori za vodosnabdevanje. Alternativne izvore vodosnabdevanja, koje koristi 16,46% stanovništva, čine: 301 lokalni vodovod, 3100 bunara, 230 izvora i 44 javne česme. Utvrđeno je da se većina alternativnih izvorišta nalazi van sistema kontrole kvaliteta vode, a veliki deo onih izvorišta čija se voda kontroliše ne ispunjava potrebne kriterijume higijenske ispravnosti. U cilju unapredjenja kvaliteta vodosnabdevanja neophodno je kreirati i realizovati monitoring sistem za alternativna izvorišta, definisati i realizovati program zaštite i revitalizacije objekata, razviti program edukacije i savetodavni servis za rad sa lokalnim stanovništvom.

Glavne reči: vodosnabdevanje, alternativni izvori, kvalitet vode

Abstract: The population of Kragujevac is supplied with drinking water from the following sources: water supply sistem Gruža, water supply sistem Grošnica, water supply sistem Morava and from alternative water sources. Alternative water supply sources, which are used by 16.46% of the population, include: 301 local water supplies systems, 3100 wells, 230 springs and 44 public. Most alternative water supply sources are not included into monitoring of water quality, and most of those included have low hygienic state. In order to improve the quality of water supply it is necessary to create and realize monitoring system for alternative sources, to define and realize programme for protection and revitalization of these objects, to develop education programme and advice service for local inhabitants.

Key words: water supply, alternative water sources, Water Quality

1. UVOD

Voda za piće je jedan od osnovnih uslova života i kao takva ključni faktor razvoja savremenog društva i kompetitivni faktor regionalnog razvoja. Intenzivni razvoj privrednih delatnosti i povećanje broja stanovnika nameću ne samo problem obezbeđivanja dovoljnih količina vode već i zadovoljavanja kriterijuma njenog kvaliteta. "Procenjuje se da u različitim zemljama preko dve milijarde ljudi nema potpuno sigurnu vodu za piće i adekvatnu zaštitu" [1]. Sa zdravstvenog aspekta posebno mesto imaju fizičko-hemijska i mikrobiološka svojstva vode koja mogu da imaju brojne negativne implikacije na stanovništvo. Istraživanja, proizvodnja i snabdevanje kvalitetnom vodom za piće zahtevaju

angažovanje finansijskih i ljudskih resursa u dužem vremenskom periodu da bi se ovaj resurs iskoristio kao jedan od ključnih oslonaca strategije regionalnog razvoja.

Osnovu vodosnabdevanja Kragujevca čine vodovodni sistem Gruža [1,2,4], akumulacija Grošnica [3,6] i sistem reni bunara na Velikoj Moravi. Međutim, veliki deo stanovništva na teritoriji grada Kragujevca (16,44%) nije obuhvaćen gradskim vodosistemima već se vodom snabdeva iz lokalnih seoskih vodovoda, iz individualnih bunara ili sa javnih česmi. Prethodna istraživanja ukazuju na postojanje brojnih problema u vodosnabdevanju ovih naselja sa potencijalnim negativnim posledicama. Nedostatak kontrole kvaliteta izvorišta, nezadovoljavajući

1) dr Ljiljana Čomić, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, mail: ljilja@kg.ac.yu

2) dr Jelka Ranković, Institut za zaštitu zdravlja Kragujevac

3) dr Aleksandar Ostojić, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, mail: ostojic@kg.ac.yu

4) dr Svetlana Ćurčić, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, mail: curcics@kg.ac.yu

*) Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru Studije Unapredjenje kvaliteta u vodosnabdevanju naseljenih mesta na teritoriji grada Kragujevca koju finansira grad Kragujevac.

kvalitet vode, zagađenje izvorišta, odsustvo mera zaštite samo su neki od problema

Cilj ovog rada je:

- Prikupljanje i obrada postojećih podataka o vodosnabdevanju naselja na teritoriji grada Kragujevca koja nisu obuhvaćena gradskim vodovodnim sistemima;
- Identifikacija i karakterizacija lokalnih vodovoda, bunara i javnih česama na teritoriji Kragujevca i to prikupljanjem podataka na terenu, anketiranjem lokalnih organa uprave i lokalnog stanovništva;
- Analiza utvrđenog stanja i identifikacija slabosti.

2. SNABDEVANJE KRAGUJEVCA VODOM ZA PIĆE

Danas se stanovništvo Kragujevca snabdeva vodom za piće iz:

1. izvorišta u vodovodnom sistemu JKP Vodovod i kanalizacija koji uključuje
 - vodovodni sistem Gruža, (akumulaciono jezero Gruža sa pripadajućim objektima za tehnološku obradu vode),
 - vodovodni sistem Grošnica (akumulaciono jezero Grošnica sa objektima),
 - Moravski vodovodni sistem (sistem reni bunara "Brzan" u aluvionu Velike Morave)
2. alternativnih izvora za vodosnabdevanje koji obuhvataju
 - Lokalne vodovodne sisteme sa kojih se snabdeva više domaćinstava
 - Individualne bunari u okviru pojedinačnih domaćinstava
 - Javne česme i
 - Izvore.

Izvorišta koje se nalaze u vodovodnom sistemu JKP Vodovod i kanalizacija se izdvajaju po svom značaju, na njima se primenjuje program monitoringa higijenske i biološke ispravnosti i predmet su brojnih istraživanja [1,3,6] dok o broju i stanju alternativnih izvorišta za vodosnabdevanje nema podataka.

Alternativni izvori snabdevanja stanovništva vodom. Na osnovu prikupljenih podataka i podataka dobijenih anketiranjem predstavnika lokalne uprave i lokalnog stanovništva oko 26000 stanovnika, u 44 naselja Kragujevca, nisu pokriveni gradskom vodovodnom mrežom. Alternativne izvore snabdevanja vodom u ovim naseljima danas čini 7270 bunara, 562 lokalnih vodovoda, 87 izvora i 56 javnih česmi. Prostorni raspored alternativnih izvora za vodosnabdevanje prikazan je na sl. 1. Među identifikovanim objektima najveći deo se koristi za snabdevanjem

vodom za piće (256 lokalnih vodovoda; 3100 bunara, 230 izvora, 44 javne česme), deo obezbeđuje vodu za druge namene (76 lokalnih vodovoda; 2552 bunara, 81 izvora, 12 javnih česama) dok ostala izvorišta nisu u upotrebi. Indikativan podatak o stanju ovih izvorišta je činjenica da samo neznatan broj ima zone sanitarne zaštite kao i podatak da samo za nekoliko njih postoji tehnička dokumentacija.

3. DOSTIGNUTI NIVO KVALITETA U VODOSNABDEVANJU

3.1. Kvalitet vode u sistemu JKP Vodovod i kanalizacija

Kontrola higijenske ispravnosti vode za piće vrši se u skladu sa zakonskim odredbama Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Ovim pravilnikom je regulisana učestalost i obim mernih mesta. Dogovorom između predstavnika JKP "Vodovod i kanalizacija", Republičke sanitarne inspekcije i tadašnjeg Zavoda za zaštitu zdravlja, a u skladu sa zakonskim odredbama, odlučeno je da se kontrola vrši na 17 tačaka. Ovim mernim mestima pokriveni su svi rezervoari kao i mreža sva tri sistema (Gružanski, Grošnički i Moravski sistem).

Postoje dve vrste kontrole: interna i eksterna. Internu kontrolu vrši svakodnevno JKP "Vodovod i kanalizacija" u svojim laboratorijama. Eksterna kontrolu vrši ovlašćena ustanova Institut za zaštitu zdravlja i to tri puta nedeljno.

Prema podacima Instituta u toku 2006.god. uzeto je ukupno 2549 uzoraka na hemijsku i mikrobiološku analizu. Od toga mikrobiološki je bilo neispravno 12 uzorka ili u procentima 0,47%. Hemijski je bilo neispravno 846 uzoraka odnosno 33,28%.

Broj uzoraka	Mikrobiolo. neispravno	Hemijski neispravno
2549	12	846
	0,47%	33,28%

Tabla 1- Higijenska ispravnost vode za piće u sistemu JKP Vodovod i kanalizacija

Uzroci mikrobiološke neispravnosti su povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija i prisustvo koliformnih bakterija. Ovako nizak procenat mikrobiološke neispravnosti vode ukazuje na efikasnan proces dezinfekcije.

Hemijska neispravnost se odnosi samo na vode Gružanskog sistema dok su vode s Moravskog i Grošničkog sistema potpuno ispravne. Neispravnost Gružanskog sistema se odnosi samo na jedan parametar i to je utrošak KmnO_4 . Postojeći tehničko-tehniološki proces je takav da nije moguće potpuno prečistiti vodu i dovesti je do higijenski ispravne vode.



Slika 1 – Prostorni raspored alternativnih izvorišta za vodosnabdevanje na području Kragujevca

3.2. Kvalitet vode za piće sa javnih česmi i izvora

Iako je šire područje Kragujevca pokriveno vodovodnom mrežom jedan deo stanovništva redovno koristi vodu sa javnih česmi. Razlozi za to su mnogobrojni. Pre svega vode sa pojedinih javnih česmi su odličnog kvaliteta, te vode su vrlo pitke i osvežavajuće. Javne česme kao što su Divostin, Šumarice, Teferič i Bujanj nalaze se u lepom prirodnom okruženju tako da dolazak do tih javnih česmi predstavlja i vid rekreacije kako fizičke tako i mentalne. I na kraju treba spomenuti i glavni razlog, a to je da gradska voda (Gružanski sistem) u letnjim i jesenjim mesecima ima specifičan ukus i miris i ne ispunjava organoleptičke parametre kvaliteta. Zbog svih tih razloga skupšina grada finansira kontrolu higijenske ispravnosti vode za piće sa javni česmi.

Institut za zaštitu zdravlja vrši kontrolu higijenske ispravnosti vode sa 10 javnih česmi: Divostin, Šumarice, Grujina česma, Petrovac, Bujanj, Kapavac, Košutnjak, Teferič, Beloševac i Ždraljica. Od oktobra do kraja aprila kontrola se vrši dva puta mesečno, a u letnjem periodu jednom nedeljno. O kvalitetu vode odnosno o higijenskoj ispravnosti javnost se redovno obaveštava putem medija.

Vode sa javnih česmi su uglavnom izvorske vode i relativno su dobrog hemijskog sastava mada

ima voda koje nisu za piće. Najveći problem sa vodama sa javnih česmi je vrlo promenjiva mikrobiološka neispravnost zbog čega se one ne preporučuju za piće.

Kao što se iz tabele vidi javne česme Petrovac, Grujina česma i Beloševac su hemijski neispravni zbog povišene vrednosti nitrata i zato se one ne preporučuju za piće bez obzira na mikrobiološki ispravnost.

U toku 2006 godine ukupno je uzeto 323 uzorka za hemijsku i mikrobiološku analizu. od toga je mikrobiološki bilo neispravno 312 uzorka ili 96,59%. Uzroci neispravnosti si bili prisustvo koliformnih bakterija i *Streptococcus faecalis*.

Iz ovih podataka jasno može da se vidi da je hemijski sastav voda zadovoljavajući ali konstantno prisustvo bakterija fekalnog porekla govori o visokom riziku korišćenja vode sa javnih česmi za piće.

3.3. Kvalitet vode za piće iz lokalnih vodovodnih sistema

Podaci o higijenskoj ispravnosti vode za piće iz lokalnih vodovoda potiču iz arhive Instituta za zaštitu zdravlja iz Kragujevca.

Javna česma	Hemijska ispravnost	Uzrok neispravnosti
Divostin	ispravna	-
Šumarice	ispravna	-
Grujina česma	neispravna	nitriti, Ep
Petrovac	neispravna	nitriti, Ep
Bubanj	ispravna	-
Kapavac	ispravna	-
Košutnjak	ispravna	-
Teferič	ispravna	-
Beloševac	neispravna	nitriti, Ep
Ždraljica	ispravna	-

Tabla 2- Higijenska ispravnost vode za piće sa javnih česmi i izvora

Red. broj	Mesna zajednica	Vrsta izvorišta	Hemijska ispravnost	Mikrobiološka ispravnost
1	Desimirovac	bunar	-	-
2	Divostin	izvor	+	+
3	Dobrača	izvor	+	-
4	Donja Sabanta	nema podataka		
5	Donje Grbice	izvor	+	-
6	Donje Komarice	izvor	+	-
7	Drača	nema podataka		
8	Drenovac	nema podataka		
9	Dulene	nema podataka		
10	Kamenice	izvor	+	-
11	Kutlovo	izvor	+	+
12	Lužnice	bunari	-	+
13	Mala Vrbica	izvor	+	-
14	Masloševo	izvor	+	-
15	Opornica	bunar	-	-
16	Pajazitovo	izvor	+	-
17	Prekopeča	nema podataka		
18	Stargari	izvor	+	-
19	Čumić	izvor	+	-
20	Adžine livade	izvor	+	-
21	Botunje	bunari	-	-
22	Bukorovac	nema podataka		
23	Vlakča	izvor	-	-
25	Velike Pčelice	nema podataka		
25	Veliki Šenj	izvor	+	-
26	Vinjište	nema podataka		
27	Gornja Sabanta	nema podataka		
28	Gornje Jarušice	bunar	-	-
29	Gornje Grbice	izvor	+	-
30	Gornje Komarice	izvor	+	+
31	Ramaća	izvor	+	+
32	Rogojevac	izvor	+	-
33	Resnik	izvor	+	-
34	Ugljarevac	izvor	+	+
35	Cerovac	izvor	+	-
36	Šljivovac	izvor	+	-

+ voda je higijevski ispravna

- voda je higijevski neispravna

Tabla 3- Kvalitet vode za piće iz lokalnih vodovodnih sistema

Uvidom u dokumentaciju može da se konstatuje sledeće:

- ne postoje precizni podaci o broju lokalnih vodovoda kao ni broju njihovih korisnika;
- ne postoje zone sanitarne zaštite oko izvorišta lokalnih vodovoda;
- ne postoje sistemi za prečišćavanje vode za piće na lokalnim vodovodima
- dezinfekcija se vrši samo na jednom vodovodu
- stalna kontrola higijenske ispravnosti vode za piće vrši se samo na tri vodovoda dok za ostale postoje sporadični podaci

U sistemu kontrole kvaliteta nalaze se samo dva lokalna vodovoda sa teritorije grada i to Stragari (mesečna kontrola) i Divostin, jednom u dva meseca. Ovo su i najveći lokalni vodovodi odnosno imaju najveći broj korisnika. Jedino se u Barama postoji uređaj za dezinfekciju vode. Vodovod u Stragarima ima uređaj za dezinfekciju koji nije u funkciji a postupak za ugradnju novog uređaja je u toku.

Podaci o kvalitetu vode iz ostalih vodovoda uglavnom su dobijeni na indirektni način. Seoske škole i zdravstvene ambulante su korisnici lokalnih vodovoda. Kako su ti objekti pod higijensko-sanitarnim nadzorom (obavezno se vrši kontrola higijenske ispravnosti vode za piće) postoje podaci o kvalitetu vode. To su uglavnom veći lokalni vodovodi. Podaci su dobijeni uvidom u arhivu 2005 i 2006 godine i prikazani u Tab.3. Najveći broj lokalnih vodovoda koristi izvorsku vodu za piće. Kao što je napred izneto izvorske vode su hemijskom pogledu dobre, ali pošto se ne radi dezinfekcija te vode su mikrobiološki nepravne. Manji broj vodovoda koristi bunarsku vodu za piće i ona je vrlo često i hemijski i mikrobiološki nepravna. Za jedan broj mesnih zajednica nema podatka jer u poslednje dve godine nisu rađene analize.

Takođe mora da se iznese i podatak da veliki broj malih lokalnih vodovoda (bunari) uopšte nisu pod kontrolom i nema nikavih podataka o ispravnosti vode.

Prema podacima Instituta u toku 2006 godine ukupno je uzeto 100 uzoraka na mikrobiološku analizu i 92 na hemijsku. Od toga je 82% bilo mikrobiološki nepravno dok je hemijski nepravnih bilo 26 uzoraka ili 28,26%.

Uzroci mikrobiološke nepravnosti su povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija, kao i prisustvo koliformnih bakterija i streptokoka fekalnog porekla (u dva uzorka). Visok procenat mikrobiološke nepravnosti je posledica toga da izvorišta vodovoda nisu zaštićena i da ne postoji dezinfekcija. Takođe ne treba ni zaboraviti ni kućnu mrežu krajnjih korisnika koja takođe može

biti problematična. Uprkos visokom procentu mikrobiološke neisparvnosti može se smatrati da je zagađenje slabijeg intenziteta jer osim koliformnih bakterija nije izolovana *Escherichia coli*. U samo tri uzorka od ukupnih 100 izolovan je *Streptococcus faecalis* koji je indikator fekalnog zagađenje visokog stepena.

Uzroci hemijske neisparvnosti su boja, mutnoća, povišene koncentracije nitrata, gvožđa i mangana. Oko trećine uzoraka je hemijski neispravno što je sasvim očekivano obzirom da je reč o neprečišćenim vodama. Prisustvo boje i mutnoće (ukoliko ona nije baš izražena) može da se iztoleriše. Koncentracije gvožđa mogu da utiču na ukus vode i nemaju zdravstveni značaj. Za razliku od gvožđa povišeno prisustvo nitrata u vodi je apsolutno nepoželjno u u zavisnosti od koncentracije takva vode se preporučuje za piće.

Na osnovu iznetih podataka može da se zaključi da je hemijski sastav vode uglavnom zadovoljavajućeg kvaliteta ali je neophodna dezinfekcija zbog prisustva bakterija.

3.4. Kvalitet vode za piće iz individualnih bunara

Podaci o higijenskoj ispravnosti vode za piće poreklom iz individualnih bunara dobijeni su iz arhive Instituta za zaštitu zdravlja i iz istraživačkih arhiva PMF-a. Na osnovu uvida u dokumentaciju utvrđeno je da ne postoji sistematska kontrola već vlasnici ili korisnici bunara samoinicijativno donose vodu na pregled. U 2006 godini ukupno je pregledano 423 uzorka na bakteriološku analizu i 396 na hemijsku analizu. Mikrobiološki bilo neispravno čak 391 uzorka što u procentima iznosi 92,43%. Najčešći uzroci neispravnosti su povećan broj aerobnih mezofilnih bakterija i prisustvo koliformnih bakterija. Prisustvo *Escherichia coli* ili *Streptococcus faecalis* porekla su se javljali samo sporadično i to u manje od 10% neispravnih uzoraka.

Uzroci hemijske neispravnosti su povećane koncentracije nitrata, gvožđa, mangana, nitrita, kao i povećane boje i mutnoće.

Snabdevanje vodom za piće iz individualnih bunara nosi sa sobom najveći rizik bez obzira na ograničeni broj korisnika. Visok procenat kako hemijske a još više mikrobiološke neispravnosti ukazuje na visoko rizično vodosnabdevanje.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikupljenih podataka i uvida u postojeću dokumentaciju utvrđeno je da se većina alternativnih izvorišta nalazi van sistema kontrole kvaliteta vode, a veliki deo onih izvorišta čija se voda kontroliše ne ispunjava potrebne kriterijume higijenske ispravnosti. Zbog toga je neophodno

definisati i sprovesti monitoring sistem za kvalitet alternativnih izvora vodosnabdevanja na teritoriji grada Kragujevca i skladu sa aktuelnom pravnom regulativom i FWD, izraditi i definisati postupak dezinfekcije i postupak čišćenja kaptaža i rezervoara, razviti program edukacije i savetodavni servis za rad sa lokalnim stanovništvom.

LITERATURA

- [1] Čomić Lj., Ostojic A.: 2005. *Akumulaciono jezero Gruža*. PMF. Univ. Kragujevac. 261.
- [2] Ostojic A., Curcic S., Comic Lj., Topuzovic M. 2005. Estimate of the eutrophication process in the Gruza Reservoir (Serbia and Montenegro). *Acta hydrochimica et Hydrobiologica*. 33, 6. 605-613.
- [3] Čomić Lj., Radojevic I., Čurčić S., Ostojic A. 2004. Data Base for Monitoring, Protection and Management of Reservoirs in Serbia. BALWOIS / *Conference on Water Observation and Information System for Decision Support*. Ohrid. Proceedings. 1-8.
- [4] Čurčić S., Čomić Lj. 2002. A microbiological index in estimation of surface water quality. *Hydrobiologia*. 489. 219-224.
- [5] Čurčić S., Čomić Lj. 2002. Microbiological index of water quality (mWQI) tested on the Gruža Reservoir. *Arch. Biol. Sci.* 54 (3-4), 785-78.
- [6] Čomić Lj., Čurčić S., Milošević S. 2002. Survey of Hydrobiological research on Reservoirs in Serbia. 4th International Conference of Reservoir Limnology and Water Quality. Extended abstracts. 236-239.