



Zoran Pendić¹, Lara Polak²

Marina Strizak³, Bojana Jakovljević⁴

Ana Milijić⁵, Željko Marković⁶, Dragana Jovanović⁷

Pregledni stručni rad

DOI: 10.5937/VIK25043P

OD REZOLUCIJE DO REALNOSTI: KAKO OBEZBEDITI DOVOLJNE KOLIČINE BEZBEDNE VODE ZA PIĆE ZA STANOVNIŠTVO SRBIJE

Rezime: Rezolucijom Generalne skupštine UN 64/292 iz 2010. godine pravo na vodu i sanitaciju je priznato kao osnovno ljudsko pravo. Drugim rečima, svi stanovnici vasseljene imaju pravo na bezbednu, kvalitetnu, dostupnu i pristupačnu vodu za piće i osnovnu sanitaciju. Doista, voda je temelj za zdravlje, ishranu, higijenu i dostojanstven život. Ali realnost je drugačija: Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije (WHO), blizu milijardu ljudi nema pristup bezbednoj vodi za piće (BVP), a preko 2,5 milijarde – nema osnovne sanitarne uslove, dok svaka četvrta osnovna škola u svetu nema pristup BVP, što ima dramatičan uticaj na zdravlje dece. A kakvo je stanje u Srbiji? Prema istraživanju organizacije „Pravo na vodu“, preko milion stanovnika Srbije povremeno ili stalno nema pristup BVP. U Srbiji gotovo polovina gradskih vodovoda proizvodi neispravnu vodu, a u Vojvodini preko 600.000 stanovnika koristi vodu zagađenu arsenom. Zrenjanin je eklatantan primer nebrige o BVP u Srbiji. Davne 20.01.2004. godine u Zrenjaninu je „privremeno“ proglašeno da je voda za piće nebezbedna zbog nedozvoljenog nivoa arsena. Evidentno, i pre toga voda nije bila za piće, samo je to tada zvanično saopšteno. Ovo „privremeno“ traje već preko 20 godina. Generalno, u Srbiji od deset stanovnika četiri ne piju potpuno bezbednu vodu za piće, što je pogubno za zdravlje. BVP je ključna za ljudsko zdravlje, jer: održava ravnotežu telesnih tečnosti; podstiče detoksikaciju; podmazuje zglobove i tkiva; reguliše telesnu temperaturu; pomaže varenje i sprečava zatvor. Preporučeni dnevni unos tečnosti, prema Klinici Mayo, je: oko 3.7 litara (muškarci), oko 2.7 litara (žene). Ove vrednosti uključuju ukupan unos tečnosti, što znači ne samo vodu koju pijemo, već i tečnost iz drugih pića (npr. čaj, kafa, sokovi) i iz hrane bogate vodom (npr. voće, povrće). S obzirom na iznete činjenice, dostupnost dovoljne količine BVP je od ključne važnosti za zdravlje stanovništva i ekonomiju Srbije. Zbog toga će osnovne teme rada biti: Kako modernizovati postojeće vodovodne sisteme i unaprediti upravljanje u vodovodnim organizacijama u Srbiji, i obezbediti dovoljne količine BVP u svim vremenskim uslovima.

Ključne reči: vodovodni sistemi, vodovodne organizacije, modernizacija, upravljanje, nove tehnologije

¹ RC SITS, Beograd, razvojni.centar@sits.rs, ORCID: 0000-0002-8320-9154

² IE University (Business & Management), Madrid, larapolak400@gmail.com, ORCID: 0009-0005-0139-267X

³ JKP „Beogradski vodovod i kanalizacija“, Beograd, marina.strizak@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1414-1494

⁴ Telekom Srbija, Beograd, bojanaja@telekom.rs, ORCID: 0009-0009-5663-2676

⁵ Ministarstvo zdravlja RS, Beograd, ana.milijic@zdravlje.gov.rs, ORCID: 0009-0005-1188-7879

⁶ Ekoenergetika, Beograd, zeljko.m.markovic@gmail.com, ORCID: 0009-0000-2925-159X

⁷ Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, Beograd, ORCID: 0000-0001-6799-970X



FROM RESOLUTION TO REALITY: HOW TO ENSURE SUFFICIENT QUANTITIES OF SAFE DRINKING WATER FOR THE POPULATION OF SERBIA

Abstract: The UN General Assembly Resolution 64/292 from 2010 recognized the right to water and sanitation as a basic human right. In other words, all inhabitants of the planet have the right to safe, high-quality, available and affordable drinking water and basic sanitation. Indeed, water is the foundation for health, nutrition, hygiene and a dignified life. But the reality is different: According to the World Health Organization (WHO), close to a billion people do not have access to safe drinking water (SDW), and over 2.5 billion do not have access to basic sanitation, while every fourth primary school in the world does not have access to SDW, which has a dramatic impact on children's health. And what is the situation in Serbia? According to research by the „Right to Water“ organization, more than a million inhabitants of Serbia occasionally or permanently do not have access to SDW. In Serbia, almost half of the city's water supply systems produce defective water, and in Vojvodina, over 600,000 inhabitants use water contaminated with arsenic. Zrenjanin is a glaring example of the lack of SDW in Serbia. Long ago on January 20, 2004. in Zrenjanin, it was „temporarily“ declared that the drinking water is unsafe due to the illegal level of arsenic. Evidently, even before that, the water was not drinkable, only that was officially announced then. This „temporary“ has been going on for over 20 years. In general, in Serbia, four out of ten inhabitants do not drink completely safe drinking water, which is disastrous for health. SDW is crucial for human health, because it: maintains the balance of body fluids; promotes detoxification; lubricates joints and tissues; regulates body temperature; helps digestion and prevents constipation. Recommended daily fluid intake, according to the Mayo Clinic, is: about 3.7 liters (men), about 2.7 liters (women). These values include total fluid intake, which means not only the water we drink, but also fluid from other drinks (eg tea, coffee, juices) and from foods rich in water (eg fruit, vegetables). Considering the above facts, the availability of a sufficient amount of SDW is of key importance for the health of the population and the economy of Serbia. Therefore, the main topics of this paper will be: How to modernize existing water supply systems and improve management in water supply organizations in Serbia, and ensure sufficient amounts of SDW in all weather conditions.

Key Words: Water supply systems, water supply organizations, modernization, management, new technologies

Uvod

Autori ovog rada se već duži period vremena bave problemima bezbedne vode za piće (BVP) u Srbiji [1-22] i raspolazu obiljem validnog materijala koji se odnosi na problem vodosnabdevanja u Srbiji.

BVP predstavlja osnovni uslov za dostojanstven i zdrav život ljudi. U svakoj državi, pa i u Srbiji, dostupnost BVP za svakog stanovnika mora da bude zakonima/ustavom zagaran-tovano pravo, a ne privilegija.

Ali realnost je drugačija, milioni ljudi širom sveta suočavaju se sa nedostatkom, često katastrofalnim, bezbedne vode za piće. Ni Srbija nije izuzetak. Problem nedostatka dovoljne količine BVP u Srbiji prisutan je decenijama, što se posebno ispoljava danas kada klimatske promene, bez obzira na različite teorije o njihovom nastanku, drastično utiču na dostupnost dovoljnih količina BVP posebno u letnjim mesecima. A uticaj klimatskih promena ne ide na bolje, naprotiv.



U Ref. [19] je istaknuto da je „Generalna skupština UN priznala pravo svakog čoveka da ima pristup dovoljnoj količini vode za ličnu i kućnu upotrebu (između 50 i 100 litara dnevno), koja mora da bude bezbedna, prihvatljivog kvaliteta, pristupačna po ceni (troškovi vode ne bi smeli da premaše 3% prihoda domaćinstva) i fizički dostupna (izvor vode ne sme biti udaljen više od 1.000 metara od kuće, a vreme zahvatanja vode ne bi trebalo da prelazi 30 minuta)“.

Fama da je Srbija bogata vodom za piće je samo delimično tačna. Srbija raspolaže značajnim rezervama podzemnih voda, posebno u Vojvodini. Ima i veliki broj prirodnih i veštačkih jezera. Ima i veliki broj vodotokova (preko 1.600), ali mnogi nisu pogodni za direktnu preradu u vodu za piće bez ozbiljnije prerade. Iako su mnoge reke u Srbiji zagađene, postoje vodotokovi koji se ističu po dobrom ili čak visokom kvalitetu vode. Da pomenemo neke: Studenica (planinski izvor), Vlasina (visok kvalitet), Veliki i Mali Rzav (izuzetno čist), Moravica (gornji tok), Toplica (gornji tok), Lim (gornji tok), Jablanica (gornji tok), Kozaračka reka (jedna od najčistijih reka)... Njihova zajednička karakteristika je da se nalaze u planinskim ili šumskim predelima.

Da bi se Srbija opravdano smatrala „bogatom vodom pogodnom za piće“ neophodne su: značajne investicije u infrastrukturu vodovodnih sistema, zatim: adekvatna i stroga zaštita izvorišta vode, primena modernih tehnologija Industrije 4.0 i veštačke inteligencije u upravljanju vodovodnim sistemima, i, ono što je, pored značajnih investicija, najvažnije, postojanje adekvatnog menadžmenta u javnim komunalnim preduzećima koja snabdevaju stanovništvo pijaćom vodom, kada se adekvatnost posmatra kroz prizmu znanja, upravljačkih kapaciteta i primene savremenih tehnologija.

A menadžment u većini vodovodnih organizacija u Srbiji nije na zavidnoj visini. A zašto je to tako? Osnovni razlog je nepostojanje odgovarajuće neprekidne obuke za sve zaposlene i validnog testiranja znanja, uključujući i top menadžment. Većina vodovodnih organizacija koristi zastarale metode upravljanja (zasnovane na neefikasnoj vertikalnoj umesto na efikasnoj horizontalnoj strukturi), bez integrisanih softverskih rešenja za monitoring, analitiku i prediktivno održavanje. Integrisani menadžment sistemi (IMS) i HACCP su retkost. Iako pojedine vodovodne organizacije imaju sertifikate za IMS i HACCP sistem, ti sertifikati si često samo formalnost, jer veliki broj zaposlenih i ne zna za njihovo postojanje, a kamoli da se ponaša u skladu sa zahtevima ovih sistema. Takođe, nedovoljna je saradnja sa fakultetima, institutima i međunarodnim organizacijama koje bi mogle da pomognu u transferu znanja i tehnologija. Pored toga, zaposlenima je često onemogućeno da prisustvuju raznim naučnim i stručnim konferencijama, čak i ako imaju prihvaćene radove, jer nisu u milosti menadžmenta zbog „dugačkog jezika“ i, zamislite, prilježnosti u sticanju novih znanja. Rešenje za ovo je depolitizacija upravljanja i profesionalizacija kadra. I: jačanje saradnje sa akademskom zajednicom i merodavnim državnim institucijama, sistematsko uvođenje novih tehnologija u cilju digitalizacije organizacije, primena savremenih menadžment alata, primena postulata organizacije koja uči...

Grad Zrenjanin, u kome voda zvanično nije za piće već više od dve decenije, postao je simbol sistemske nebrige i neadekvatnog reagovanja merodavnih institucija. U maju ove godine Zavod za javno zdravlje Zrenjanina saopštio je „da su rezultati analiza vode za piće na izlazu iz postrojenja za prečišćavanje vode u Zrenjaninu u okviru maksimalno dopuštenih



vrednosti ili koncentracija, ali voda je i dalje zabranjena za piće i pripremu hrane“. Proverili smo kod naših kolega u Zrenjaninu da li je u međuvremenu dozvoljena upotreba vode za piće. Samo su se gorko nasmejali.

Slični problemi prisutni su i u drugim delovima zemlje, posebno u Vojvodini, gde hiljade građana koriste vodu zagađenu arsenom.

Što pre država Srbija ovo shvati i podrži i bude posmatrala obezbeđivanje dovoljnih količina BVP za svoje stanovništvo kao prioritet broj jedan - ne samo deklarativno, već kroz konkretne sistemske poteze, strateške investicije i institucionalnu podršku - lakše ćemo se uhvatiti u koštac sa rešavanjem problema evidentnog nedostatka BVP u Srbiji. Vreme za reakciju države nije sutra, već danas.

Ovaj rad ima za cilj da analizira stanje vodovodnih sistema u Srbiji, identifikuje ključne izazove u obezbeđivanju dovoljne količine bezbedne vode za piće, i predloži konkretne mere za unapređenje infrastrukture, upravljanja i zakonodavnog okvira. Poseban fokus biće stavljen na održivost rešenja, otpornost sistema na klimatske promene, i uključivanje lokalnih zajednica u procese donošenja odluka.

2. Upravljanje vodama u regionu

Pregled upravljanja vodama u regionu dat je u tabeli 1. Napominjemo da smo ovu tabelu sačinili u saradnji sa veštačkom inteligencijom (Microsoft COPILOT, DeepSeek, ChatGPT). Mi smo definisali zemlje u regionu i zaglavlje tabele. Tabela je sačinjena u nekoliko koraka, pošto su početne vrednosti u tabeli bile suviše optimistične. Posle naše intervencije (dali smo neke validne podatke sa kojima smo raspolagali), došlo smo do sadašnjih vrednosti. Može da se posumnja i u njihovu validnost, jer izveštaji merodavnih institucija koje se bave vodama bilo koje države uvek pomalo ulepšavaju realnu sliku.

Tabela 1. Upravljanje vodama u regionu
Table 1. Water management in the region

Zemlja	Pristup pijaćoj vodi (%)	Kanalizacija (%)	Postrojenja za prerađu otpadnih voda (PPOV)	Glavni izazovi	Usaglašenost sa EU direktivama
Srbija	85–88%	65–70%	~50 aktivnih, mnoga neefikasna	Zagađenje izvora, gubici u mreži, nedostatak ruralne pokrivenosti	Delimična – harmonizacija u toku
Hrvatska	98–99%	93–95%	Više od 150 PPOV	Održavanje EU standarda, pokrivenost ostrva i ruralnih zona	Potpuno usaglašena – članica EU
Mađarska	99–100%	92–94%	Više od 700 PPOV	Zaštita podzemnih voda, nitrati, troškovi održavanja	Potpuno usaglašena – članica EU
Bugarska	97–98%	75–78%	~90 PPOV	Neravnomerna pokrivenost, zagađenje reka, ruralna infrastruktura	Potpuno usaglašena – članica EU



Zemlja	Pristup pijaćoj vodi (%)	Kanalizacija (%)	Postrojenja za prerađu otpadnih voda (PPOV)	Glavni izazovi	Usaglašenost sa EU direktivama
BiH	85–90%	45–55%	~30 PPOV, većinom u urbanim zonama	Fragmentisana uprava, nedostatak sredstava, niska pokrivenost ruralnih zona	Delimična – uz podršku IPA fondova
Crna Gora	90–92%	55–60%	~20 PPOV	Sezonski pritisak, mali kapaciteti, nedovoljna pokrivenost	Delimična – u procesu harmonizacije
Slovenija	99–100%	95%	Više od 200 PPOV	Upravljanje muljem, klimatska otpornost, visoki standardi	Potpuno usaglašena – članica EU
Severna Makedonija	90–93%	60–65%	~25 PPOV	Stari sistemi, nedovoljna ruralna pokrivenost, potreba za investicijama	Delimična – u procesu usklađivanja
Albanija	85–88%	50–55%	~40 PPOV	Zagađenje obalnih voda, loša ruralna pokrivenost, nedostatak kapaciteta	Delimična – uz podršku EU fondova

Usaglašenost sa EU direktivama daje stepen primene Okvirne direktive o vodama [30], koja zahteva: planove upravljanja slivovima; neprekidno praćenje kvaliteta voda; zaštitu zaštićenih područja; povraćaj troškova za vodne usluge; učešće javnosti u planiranju.

Navedene vrednosti za Srbiju su upozoravajuće, jer stanje BVP u Srbiji karakteriše izražena nejednakoost u dostupnosti i kvalitetu [28, 29]. Dok pojedini gradovi (npr. Beograd) imaju relativno stabilan sistem vodosnabdevanja, mnoge lokalne zajednice, naročito u Vojvodini i ruralnim područjima, suočavaju se sa ozbiljnim problemima.

Posebno ističemo da škole u pojedinim oblastima Srbije, posebno ruralnim, nemaju stabilan pristup BVP, što direktno ugrožava zdravlje dece. A što se tiče ukupne obnovljive količine slatke vode, ona u Srbiji iznosi 162,2 km³ (procene za 2011. godinu).

Neke nama susedene države imaju sledeće količine slatke vode: Severna Makedonija (6,4 km³), Bugarska (21,3 km³), Mađarska (104 km³), Hrvatska (105,5 km³), Bosna i Hercegovina (37,5 km³), Albanija (41,7 km³) [19].

Međutim, analiza vodosnabdevanja [28, 29] pokazuje da Srbija ima ozbiljne probleme u vodosnabdevanju (zastarelu infrastrukturu, neredovnu i neobuhvatnu kontrolu kvaliteta voda, nedefinisanu koordinaciju između nadležnih institucija...), a posledice su evidentne: ugroženo zdravlje stanovništva i narušeno poverenje u merodavne institucije.



Srbija mora iz faze konstatacije problema nedostatka u odnosu na BVP da pređe u fazu rešavanja ovog problema, jer svaki dan bez BVP u bilo kom delu Srbije je dan izgubljen za zdravlje i dostojanstvo njenih stanovnika.

3. Stanje BVP u Srbiji – uzroci problema

Izveštaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće javnih vodovoda i vodnih objekata u Republici Srbiji jednom godišnje objavljuje Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“.

Poslednji javno dostupan izveštaj objavljen je za 2022. godinu [34], u kojem se navodi da: „u oko 10% vodovodnih sistema voda nije bila fizičko-hemijski ispravna, što u najvećem broju slučajeva, prema analizi Instituta „Batut“, znači da je povećana mutnoća i boja vode, ili su povišene koncentracije gvožđa, mangana, amonijaka i slično; u oko 9% gradskih vodovodnih sistema u Srbiji zabeležena je mikrobiološka neispravnost, odnosno prisustvo određenih bakterija u vodi; oko 20% vodovodnih sistema ima neispravnu vodu i u fizičko-hemijskom pogledu i mikrobiološki“.

Problem dostupnosti vode za piće postaje udarna vest tokom sušnih perioda bez padavina kada vladaju velike vrućine, dok problem bezbednosti vode za piće (zdravstvene ispravnosti vode za piće) postoji tokom čitave godine. U ovom radu ćemo za zdravstveno ispravnu vodu za piće uglavnom da koristimo pojam „bezbedna voda za piće - BZP“, a ne „kvalitetna voda za piće“.

Stanje BVP u Srbiji karakteriše izražena nejednačenost u dostupnost i u odnosu na to gde se pije, jer postoje velike razlike između gradskih i ruralnih područja. Generalno, može se reći [28, 29, 31-34] da oko 60% stanovnika u Srbiji pije bezbednu vodu za piće, a oko 40% – nebezbednu, mada ove procene ne treba uzeti „zdravo za gotovo“. Gradski vodovodi u mnogim opštinama u Srbiji povremeno isporučuju mikrobiološki i/ili hemijski neispravnu vodu, a kontrola zdravstvene ispravnosti je često neredovna.

Uzroci problema sa obezbeđivanjem BVP u Srbiji su [28-34]:

- Zastarela infrastruktura vodovodnih sistema (većina je izgrađena tokom 20. veka; potrebne su značajne investicije za modernizaciju, koje prelaze iznos od milijardu evra);
- Zagađenje izvorišta vode (industrijski otpad, hemikalije koje se koriste u poljoprivredi i neadekvatna prerada otpadnih voda značajno doprinose zagađenju površinskih i podzemnih izvora vode; procena je da se manje od 10% otpadnih voda u Srbiji prerađuje; Beograd je jedina prestonica Evrope koja nema izgrađeno postrojenje za preradu kanizacionih voda; ulivanje neprečišćenih kanizacionih voda u velike reke poput Save i Dunava nije veliki problem, ali kada su u pitanju manje reke poput Borske reke i Velikog bačkog kanala, to je onda stravično zagađenje; prisustvo arsena u vodi u Vojvodini je direktna posledica geoloških karakteristika zemljišta, ali i neadekvatne prerade sirove vode);
- Nedostatak investicija (vodovodne organizacije najčešće nemaju dovoljno sredstava za adekvatno održavanje i modernizaciju vodovodnih sistema; merodavne državne institucije ne uključuju investicije u vodosnabdevanje u strateške prioritete);



- Neadekvatna institucionalna koordinacija (između merodavnih institucija, a to su odgovarajuća ministarstva, lokalne samouprave i javna komunalna preduzeća, ne postoji efikasna koordinacija, transparentnost i odgovornost zasnovana na jasno definisanim pravilima; kontrola zdravstvene ispravnosti vode za piće je često sporadična i nedovoljno transparentna);
- Nedovoljno uključivanje stanovništva u rešavanju problema vodosnabdevanja (stanovnici Srbije najčešće nisu informisani o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće koju koriste, kao i o svojim pravima da budu snabdeveni zdravstveno ispravnom vodom za piće; nedostatak javnog pritiska od strane stanovnika dodatno usporava neophodne reforme u vodosnabdevanju).

Ovde moramo da ukažemo na još jedan problem vezan za BVP, koji smo često isticali u nekim od naših radova [1-22], posebno u radovima [20-22]. U srcu svake komercijalne ili stambene zgrade (ili mešovite komercijalno-stambene zgrade) bilo koje veličine nalazi se sofisticirana vodovodna i kanalizaciona instalacija projektovana i izvedena tako da obezbeđuje nesmetano snabdevanje kvalitetnom i bezbednom vodom za piće, odvođenje otpadnih voda i zaštitu zdravlja zaposlenih/posetilaca/stanara. Izbor cevi koje se ugrađuju u vodovodne instalacije ovih zgrada je izuzetno važan proces, jer od kvaliteta izabranih cevi zavisi bezbednost vode za piće koja se koristi u ovim zgradama. Izbor cevi od neadekvatnog materijala je jedan od glavnih izvora potencijalne kontaminacije vode za piće u komercijalnim i stambenim zgradama. Posebno je u Srbiji teška situacija sa vodovodnim instalacijama koje se ugrađuju u komercijalne/stambene objekte, jer o njima odlučuje samo investitor, koji najčešće teži da prođe što jeftinije. Odgovornost vodovodne organizacije važi samo do priključnog mesta na vodovodnu instalaciju komercijalnog/stambenog objekta.

Ovo nas dovodi do isticanja značaja posedovanje validnog znaka kvaliteta za ugrađeni cevni materijal. Kod nas je situacija na tržištu proizvoda koji se koriste u vodovodnim sistemima komercijalnih/stambenih zgrada haotična. Često se nabavljaju proizvodi koji ne zadovoljavaju ni osnovne kriterijume kvaliteta [23]. Zbog toga je od izuzetne važnosti da se u Srbiji donesu obavezujući propisi da investitori mogu da nabavljaju proizvode koji se koriste u vodovodnim sistemima u komercijalnim/stambenim zgradama sa verifikovanim znakom kvaliteta, kao što se to radi u npr. u Austiji, Finskoj, Nemačkoj, Holandiji, Hrvatskoj... [23, 24]. Normalno, cevni proizvodi moraju da zadovoljavaju i odgovarajuće standarde [25, 26].

A šta kaže Evropska komisija? Evropska komisija je usvojila nove minimalne higijenske standarde za vodu za piće [27]. Do kraja 2026. godine, standardi će se primenjivati na materijale i proizvode namenjene za upotrebu u novim instalacijama – ili renoviranjima ili popravkama starijih instalacija – za zahvatanje, prečišćavanje, skladištenje ili distribuciju vode. Standard se takođe primenjuje na dovodne cevi, ventile, pumpe, vodomere, fittinge i slavine.

4. Zdravstvene posledice nebezbedne vode za piće

Srbija je 2012. pristupila Protokolu o vodi i zdravlju [9, 14], a u sklopu Poglavlja 27 u procesu pregovora o članstvu u Evropskoj uniji obavezala se da se usaglasi sa standardima evropske Direktive o kvalitetu vode za piće [6]. Međutim, prema poslednjem izveštaju



Evropske unije o pristupanju iz 2023, Srbija se umereno uskladila sa standardima EU kada je u pitanju bezbednost i kvalitet vode za piće. U izveštaju se posebno ističe zabrinutost zbog neusklađivanja sa standardima Evropske unije, naročito u područjima u kojima je u vodi prisutan arsen.

Metodologija kontrole bezbednosti i kvaliteta vode za piće u Srbiji je u principu dobra, ali suština monitoringa bezbednosti i kvaliteta vode za piće ne treba da bude da se samo saopšti procenat uzoraka vode za piće koji su kontaminirani, već i koliki je to rizik po zdravlje ukoliko stanovnici piju tu vodu i kako taj rizik može da se smanji.

Profesor hemijske tehnologije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu Božo Dalmacija smatra da zdravstveno neispravna voda za piće značajno utiče na zdravlje ljudi, posebno dece i starijih osoba slabijeg imuniteta [28]. „Ako u vodi imate gvožđe, stvara se gvožđe hidroksid, tu se mogu sakriti mikroorganizmi, hlor ne može to da uništi i dobijete mutnu vodu koju ljudi neće da piju“, kaže on. On smatra da bi Institut „Batut“ trebalo da analizira i kako takva voda utiče dugoročno na zdravlje. On dalje navodi, da kada se u uzorku vode pronađu teški metali (arsen, cijanidi...) mora da se obavesti javnost da voda nije za piće i da „vlast tada mora da obezbedi alternativne izvore vode za piće“.

Generalno, nebezbedna voda za piće ima direktne i dugoročne posledice po zdravlje stanovništva. Npr. hronična izloženost arsenu povezana je sa povećanim rizikom od karcinoma kože, pluća i mokraćne bešike, dok prisustvo nitrata u vodi može izazvati methemoglobinemiju (to je bolest kod koje je hemoglobin u oksidisanom obliku i ne može da vezuje kiseonik) kod beba (sindrom „plava beba“).

Mikrobiološka kontaminacija vode za piće (npr. sa E. coli) dovodi do akutnih infekcija, dijareje, povraćanja i dehidracije. Ne treba zaboraviti ni psihološke efekte na ljude koji žive bez pouzdanog izvora bezbedne i kvalitetne vode za piće (stres, osećaj manje vrednosti, značajno smanjeno poverenje u merodavne institucije...). Takođe, što je vrlo važno, zbog povećanog broja obolelih usled konzumiranja nebezbedne i nekvalitetne vode za piće u pojedinim rizičnim oblastima (kao što je npr. Vojvodina), zdravstveni sistem može biti značajno preopterećen.

5. Kako unaprediti vodosnabdevanje – tehnička i institucionalna rešenja

Rešavanje problema sa obezbeđivanjem BVP u dovoljnim količinama za stanovništvo Srbije zahteva kombinaciju tehničkih inovacija i institucionalnih reformi. Ključne mere uključuju [12, 17, 19, 20, 35-58]:

Tehničku modernizaciju vodovodnih sistema, što obuhvata:

- Modernizaciju infrastrukture (zamena dotrajalih cevi, rekonstrukcija rezervoara, uvođenje automatizovanih sistema za praćenje kvaliteta vode);
- Uvođenje savremenih tehnologija za preradu vode; digitalizaciju vodovodnih sistema i vodovodnih organizacija (uvođenje senzora, automatizacije i softverskih rešenja zasnovanih na tehnologijama Industrije 4.0 i veštačkoj inteligenciji omogućava praćenje protoka, detekciju curenja i optimizaciju potrošnje);
- Primena GIS sistema (korišćenje geografskih informacionih sistema za mapiranje mreže, planiranje intervencija i upravljanje resursima);



- Korišćenje obnovljivih izvora energije (integracija solarnih pumpi i energetske efikasne tehnologije u postrojenja za prečišćavanje vode).

Unapređenje menadžmenta vodovodnim organizacijama, što obuhvata: obuku kadrova i profesionalizaciju (ulaganje u obrazovanje i stalna obuka zaposlenih u vodovodnim organizacijama, posebno u oblasti digitalnih tehnologija i upravljanja rizicima); transparentnost i javnu odgovornost (uvođenje sistema za praćenje performansi vodovodnih sistema i javno izveštavanje o kvalitetu vode, gubicima i investicijama); regionalizacija i saradnja (manje vodovodne organizacije mogu se udruživati radi efikasnijeg upravljanja i zajedničkog korišćenja resursa); privatno-javno partnerstvo (uključivanje privatnog sektora u finansiranje projekata modernizacije vodovodnih organizacija, uz strogo definisana pravila saradnje).

Edukaciju i uključivanje građana, što obuhvata: kampanje o važnosti bezbedne vode; obuka za korišćenje filtera i testiranje vode u domaćinstvima; uključivanje građana u save-todavna tela i javne rasprave.

Ekološke i strateške aspekte, što obuhvata: zaštitu izvorišta i podzemnih voda (podzemne vode su strateški resurs za Srbiju, pa je potrebno unaprediti monitoring i zaštitu od zagađenja); pristup EU fondovima i međunarodnim projektima (Srbija može koristiti sredstva iz IPA fondova i sarađivati sa organizacijama poput RCDN+ (Regional Capacity Development Network) na projektima bezbednosti vode za piće.

6. Održivost i otpornost sistema vodosnabdevanja u Srbiji

Dugoročno obezbeđivanje BVP zahteva sistem vodosnabdevanja koji je održiv i otporan na različite spoljne uticaje, što obuhvata: otpornost na klimatske promene (suše, poplave i ekstremni vremenski uslovi ugrožavaju izvorišta i utiču na količinu i kvalitet vodnih resursa); zaštitu izvorišta (to je prioritet, koji uključuje zone sanitarne zaštite, monitoring i zabranu aktivnosti koje mogu dovesti do kontaminacije izvorišta); održivo upravljanje vodom (podrazumeva racionalnu potrošnju, reciklažu i korišćenje alternativnih izvora, kao što su kišnica ili prečišćena otpadna voda); uključivanje lokalnih zajednica u donošenje odluka (građani kao partneri, a ne samo korisnici, što povećava odgovornost i efikasnost); primere dobre prakse iz sveta (decentralizovani sistemi, participativno upravljanje, zelene tehnologije).

7. Zaključak

Bezbedna voda za piće nije samo tehnički izazov – ona je ogledalo društvene odgovornosti, političke volje i institucionalne efikasnosti. Analiza pokazuje da Srbija ima ozbiljne strukturne probleme u sektoru vodosnabdevanja, uključujući zastarelu infrastrukturu, nedovoljnu kontrolu kvaliteta, i slabu koordinaciju između nadležnih institucija. Posledice su direktne i merljive: ugroženo zdravlje građana, narušeno poverenje u javne institucije, i optežan lokalni razvoj.

Rešenja postoje i dostupna su: modernizacija (digitalizacija) vodovodnih sistema, uvođenje savremenih tehnologija za prečišćavanje vode, jačanje kapaciteta lokalnih vodovodnih organizacija, da se obezbeđivanje dovoljne količine BVP za snabdevanje stanovništva u Srbiji postavi kao prioritet broj jedan javne politike, profesionalizacija top menadžmenta



vodovodnih organizacija, jasno definisanje saradnje između države, lokalnih samouprava, naučnih institucija i građana u skladu sa zahtevima ISO menadžment standarda.

Ako želi prosperitet i zadovoljstvo stanovništva stanjem u vodosnabdevanju, Srbija mora pod hitno da počne da rešava postojeće probleme u vodosnabdevanju. A to pre svega zahteva znanje i poštenje onih koji donose odluke. I, normalno, obezbeđivanje potrebnih investicija.

8. Literatura

- [1] Pendić Z, Tašin Biljana, Jovanović Ljiljana, Lačnjevac Č, Pendić R, Milivojević Z. Primena Codex Alimentarius HACCP sistema u vodovodnim organizacijama radi snabdevanja stanovništva bezbednom pijaćom vodom, *Tehnika*, No.5, pp.1-6, 2011.
- [2] Pendić Z, Tašin Biljana, Jovanović Ljiljana, Pendić R. *Primena Codex Alimentarius HACCP sistema u vodovodnim organizacijama – lak ili težak zadatak?*, Zbornik radova 32. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa "Vodovod i kanalizacija '13"*, Kladovo, 04-07. oktobar 2011, str. 9-18, 2011.
- [3] Pendić Z i dr. Primena codex alimentarius HACCP sistema u vodovodnim organizacijama. in: Zbornik radova *XII Međunarodne konferencije „Vodovodni i kanalizacioni sistemi“*, Jahorina, Pale, 23-25. maja, str. 293-300, 2012.
- [4] Pendić Z, Lačnjevac Č, Tašin B, Polak S, Milivojević Z, Pendić R, Reljić-Čurić V, Jovanović Lj. Primena generalisanog HACCP sistema u vodovodnim organizacijama – predlog metodologije, Zbornik radova 33. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa "Vodovod i kanalizacija '12"*, Vršac, str. 171-180, 09-12. oktobar 2012.
- [5] Pendić Z, Lačnjevac Č, Marković Ž, Jovanović Lj, Makuc Z, Pendić R, Čosović O, Zašto je potrebno uspostaviti generalizovani HACCP sistem u vodovodnim organizacijama?, Zbornik radova 34. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa "Vodovod i kanalizacija '13"*, Tara, str. 124-132, 15-18. oktobar 2013.
- [6] Pendić Z. i dr, Obaveze i zadaci u postupku prijema Srbije u EU koji se odnose na kvalitet i bezbednost vode za piće i upravljanje otpadnim vodama, Zbornik radova 35. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa „Vodovod i kanalizacija '14“*, Kladovo, str. 238-246, 07-10.10.2014.
- [7] Pendić Z, Lačnjevac Č, Jovanović D, Jovanović Lj, Makuc Z, Mijljević V, Beriša H, Zlatanović Tomašević V. Održivi razvoj i voda – kako sačuvati resurse i povišiti bezbednost i kvalitet vode za piće, u Zbornik radova 36. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '15*, Vršac, Srbija, pp. 262-275, 13-16. oktobar 2015.
- [8] Pendić Z, Strizak M, Jakovljević B, Polak S, i dr. *Zaštita vodovodnih sistema – bezbednosni aspekt*, u Zbornik radova *VIII Naučno-stručne konferencije Zakoni i propisi u svetu i kod nas u oblasti planiranja, uređenja, izgradnje i zaštite prostora*, Beograd, Srbija, pp. 168-181, 27. maj 2016.
- [9] Jovanović Lj, Pendić Z, Jovanović D, Veljković N. Protokol o vodi i zdravlju - mogućnosti primene i unapređenja u oblasti procesa životne sredine i zdravlja i ograničavajući faktori u njegovom sprovođenju, u Zbornik radova 37. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '16*, Vrdnik, Srbija, pp. 330-347, 11-14. oktobar 2016.



- [10] Pendić Z, Strižak M, Milovanović V, Jakovljević B, i dr. Ranjivosti vodovodnih sistema za javno snabdevanje stanovništva – bezbednosni aspekt, u Zbornik radova 37. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '16*, Vrdnik, Srbija, pp. 338-337, 11-14. oktobar 2016.
- [11] Strižak M, Kolarović D, Pendić Z, Jakovljević B, Makuc Z, Lačnjevac Č, Urošević S, Jovanović Lj, Jovanović D. Terorističke pretnje vodovodnim sistemima i pristupi njihovoj zaštiti, u Zbornik radova 37. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '16*, Vrdnik, Srbija, pp. 348-357, 11-14. oktobar 2016.
- [12] Pendić Z, i dr. Pristupi za dobijanje bezbedne vode za piće bazirani na upravljanju rizikom (Risk management-based approaches to providing safe drinking water), Zbornik radova IX *Naučno-stručne konferencije sa međunarodnim učešćem Saobraćajni i infra-strukturni sistemi, prirodni resursi i ekološki aspekt zaštite životne sredine*, Beograd, str. 102-121, 2017.
- [13] Pendić Z, Pendić-Polak Sanja, Jakovljević Bojana, Strižak Marina i dr. Analiza primene različitih pristupa za obezbeđenje bezbedne vode za piće, *Tehnika*, Vol. 72, No.1, pp.147-155, 2017.
- [14] Jovanović Lj, Pendić Z, i dr. Sprovođenje Protokola o vodi i zdravlju – dokle smo stigli?, Zbornik radova 38. *Međunarodnog stručno-naučnog skupa Vodovod i kanalizacija '17*, Kragujevac, str. 363-370, 10-13. oktobar 2017.
- [15] Pendić Z, i dr. O nacrtu Zakona o vodi za ljudsku upotrebu, Zbornik radova 39. *Međunarodnog stručno naučnog skupa "Vodovod i kanalizacija '18*, Valjevo, str. 307-318, 09-12. oktobar 2018.
- [16] Strižak M, Pendić Z, Janjušević Z. Prevencija rizika i ušteda vode za piće preko održivog upravljanja otpadnim produktima iz procesa prerade sirove vode, isto, str. 262-263.
- [17] Pendić Z, Polak Sanja, Jakovljević Bojana, Polak M, Marković Ž, Aleksandar Žjak, Jovanović Ljiljana, Vujotić Ljiljana, Petruševska Sonja. Šta nagoveštavaju atributi 4.0/5.0 u nekim terminima? U Zbornik radova XII *naučno – stručna konferencija sa međunarodnim učešćem "Upravljanje urbanim razvojem, prilagodljiv grad i zaštita prostora i životne sredine"*, BEOGRAD, septembar 2020.
- [18] Pendić Z, Polak S, Jovanović D, Jakovljević B, Lačnjevac Č, Strižak M, Jovanović Lj. *Vodovod i kanalizacija u okruženju virusa SARS-CoV-2*, u Zbornik radova 41. *Međunarodna konferencija „Vodovod i kanalizacija `20“*, str. 15-24, Kraljevo, oktobar 2020.
- [19] Pendić Z, Polak S, Jakovljević B, Polak M, Dimitrijević Z, Jovanović D, Strižak M, Jovanović Lj, Marković Ž. Šta pojam voda 4.0 znači za javna komunalna preduzeća koja se bave vodovodom? u Zbornik radova 42. *Međunarodna konferencija „Vodovod i kanalizacija `21“*, Vrnjačka Banja, str. 124-137, oktobar 2021.
- [20] Pendić Z i dr. Pametna (digitalna) voda za piće za pametni (digitalni) grad, U Zborniku radova XIV *Naučno-stručne konferencije sa međunarodnim učešćem "Pametni gradovi i integracija tehnologija Četvrte industrijske revolucije 4.0"*, Beograd, str. 132-144, 27. maj 2022.
- [21] Pendić Z, Polak L, Jakovljević B, Marković Ž, Polak M, Jovanović D, Milijić A, Ivošević S, Marković Ž, Reljić Čurić V, Jovanović D, Strižak M, Vukčević Z. O kvalitetu i bezbednosti vodovodnih sistema sa posebnim osvrtom na kvalitet cevi, u Zborniku radova 44. *Međunarodna konferencija „Vodovod i kanalizacija `23“*, str. 113-125, Zlatibor, oktobar 2023.
- [22] Pendić Z, Polak L, Jakovljević B, Milijić A, Marković Ž, Pendić R, Dimitrijević Z, Marković Ž, Jovanović D, Strižak M. O posebnostima i kvalitetu vodovodnih instalacija u stambenim i



- komercijalnim zgradama, u Zborniku radova 45. *Međunarodna konferencija „Vodovod i kanalizacija `24“*, str. 55-70, Brzeće, 8-11. oktobar 2024.
- [23] Dimitrijević Z. Potreba za neprekidnim praćenjem kvaliteta proizvoda u vodosnabdevanju sa osvrtnom na iskustva iz Austrije, *Tehnika*, Vol. 72, No. 4, str. 617-620, 2017.
- [24] FI Mark Drinking Water Approval, Kiwa Inspecta Finland, [Internet], Dostupno na: <https://www.kiwa.com/en/service2/certification/fimarkdrinkingwaterapproval/>
- [25] 91.140.60 Water supply systems Including water meters in buildings, ISO, [Internet], Dostupno na: <https://www.iso.org/ics/91.140.60/x/>
- [26] NSF/ANSI 61 – 2016 International Standard/American National Standard for Drinking Water Additives: Drinking water system components — Health effects, NSF International
- [27] Kightlinger Diana. Hygiene Standards Make Drinking Water Safer in the European Union, *Currents*, Jul 23, 2024, [Internet], Dostupno na: <https://www.idexxcurrents.com/en/latest/hygiene-standards-make-drinking-water-safer-in-the-european-union/>
- [28] Gočanin Sonja, Kakav je kvalitet vode za piće u Srbiji? *Radio Slobodna Evropa*, 26. avgust/kolovoz, 2024.
- [29] Voda za piće u Srbiji – tokom leta mnogima nedostupna, a u ostatku godine i nekvalitetna, *INSAJDER*, 11.08.2024, [Internet], Dostupno na: <https://www.insajder.net teme/voda-za-pice-u-srbiji-tokom-leta-mnogima-nedostupna-a-u-ostatku-godine-i-nekvalitetna>
- [30] Directive 2000/60/ec of the european Parliament and of the Council of 23 October 2000, Official Journal of the European Communities, 22.12.2000.
- [31] Zdravstveno-statistički godišnjak Republike Srbije 2023, Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, Beograd, 2024.
- [32] Ilić Mirković M. Šokantan izveštaj Batuta o česmovaći: U ovim gradovima voda nije za piće, a u 15 mesta je čist otrov, *NOVA.RS*, 17. oktobar 2022.
- [33] M. R. Istraživanje Batuta: Trećina Srbije nema ispravnu vodu za piće, *Dnevni list Danas*, 18.10.2022.
- [34] *Izveštaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće javnih vodovoda i vodnih objekata u Republici Srbiji za 2022. godinu*, Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, Beograd, 2023.
- [35] Five key areas in which Artificial Intelligence is set to transform water management in 2025, *IDRICA*, March 21, 2025.
- [36] Team DigitalDefynd. 10 Ways AI Is Being Used in Water ResourceManagement [2025], *DigitalDefynd*, 2025.
- [37] The Role of AI in Plumbing: SmartDiagnostics and Predictive Maintenance, *PLUMB*, [Internet], Dostupno na: <https://plumbacademy.com/>
- [38] Smart Plumbing Systems: The Future of Leak Detection and Water Efficiency, May 15, 2025.
- [39] Maroju RG et al. Application of Artificial Intelligence in the Management of Drinking Water: A Narrative Review, *CUREUS*, 15(11):e49344, Nov 24, 2023.



- [40] Morain A et al. Artificial Intelligence for Water Consumption Assessment: State of the Art Review, *Water Resources Management*, 38, pp. 3113–3134, 25 April 2024.
- [41] Steven. 5 Best Methods to Detect Underground Pipe Leaks, Big Stuff 3 Plumbers, September 15, 2024.
- [42] Jenny H et al. Using Artificial Intelligence for Smart Water Management Systems, ADB BRIEFS No. 143, June 2020.
- [43] Kamyab H et al. *The latest innovative avenues for the utilization of artificial Intelligence and big data analytics in water resource management*, Results in Engineering, 20, 2023.
- [44] Infant SS et al. *Explainable artificial intelligence for sustainable urban water systems engineering Results in Engineering*, 25, 2025.
- [45] Caraan G. Using AI and IoT in Plumbing Systems, InvoiceASAP, November 26 2024.
- [46] Truong T. P. *Towards an IoT-Based System for Monitoring of Pipeline Leakage in Clean Water Distribution Networks*, EAI Endorsed Transactions on Smart Cities, 31 March 2022.
- [47] Rapaka R. The Role of Artificial Intelligence in Modern Water Leak Detection, LinkedIn, Nov 4 2024.
- [48] Yussof NAM. Review of Water Leak Detection Metho buildingsds in Smart Building Applications, *Buildings*, 26 September 2022.
- [49] How AI and Smart Sensors Are Changing Leak Detection in 2025, Magnificent Plumbing & Rooter, February 12, 2025.
- [50] Islam MR. An Intelligent IoT and ML-Based Water Leakage Detection System, IEEE Access, pp. 123625-123649, Vol. 11, 2023.
- [51] Fu G et al. The role of deep learning in urban water management: A critical review, *Water Research* 223, 11 August 2022.
- [52] Every drop counts: The case for Water 4.0, *Global water intelligence, Sponsored content: SIEMENS*, 1 April 2020, [Internet], Dostupno na: <https://www.globalwaterintel.com/-sponsored-content/every-drop-counts-the-case-for-water-4-0-siemens>
- [53] The digital water utility, White paper on the potential of smart metering, *KAMSTRUP A/S*, 15 p., [Internet], Dostupno na: https://www.kamstrup.com/en-en/-/media/files/pdf/white-papers/digital-water-utility/en_kamstrup_digitalwater_whitepaper_tryk.pdf
- [54] Wartinger H. *Smart Water and Wastewater Plants: How a Digitized Workforce Drives Higher OpEx Reductions*, White paper, Schneider Electric, [Internet], Dostupno na: https://-download.schneider-electric.com/-files?p_enDocType=White+Paper&p_File_Name=WWW+-digitized+workforce_998-20553562_GMA-US.pdf&p_Doc_Ref=998-20553562_GMA-US
- [55] *Profile of the german water sector 2020*, 68 p., Version: January 2021, ATT, BDEW, DBVW, DVGW, DWA, and VKU, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, [Internet], Dostupno na: https://www.bdew.de/-media/documents/-6000_Sector_profile_of_-the_German_water_sector_published_in_English.pdf
- [56] Müller-Czygan G. *Smart Water—How to Master the Future Challenges of Water Management*, IntechOpen, 16 p., Published: February 13th 2020, [Internet], Dostupno na: <https://www.intechopen.com/chapters/70825>



- [57] Olsson G. Urban water supply automation – today and tomorrow, *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 70 (4): 420–437, [Internet], Dostupno na: <https://iwapon-line.com/aqua/article/70/4/420/78365/Urban-water-supply-automation-today-and-tomorrow>, 2021.
- [58] Figueiredo I, Esteves P, Cabrit P. Water wise – a digital water solution for smart cities and water management entities, *Procedia Computer Science* 181, pp. 897–904, 2021.