

PROCENA I UPRAVLJANJE RIZICIMA U VODOVODNIM SISTEMIMA I INDIKATORI RIZIKA KVALITETA VODE ZA PIĆE U SRBIJI ²

UVOD

Obuhvaćenost stanovnika javnim vodosnabdevanjem i kvalitet vode za piće ima direktni uticaj na zdravlje stanovništva i predstavlja osnovni pokazatelj sanitarno-higijenskih uslova života u jednoj sredini. U Srbiji je 77% stanova opremljeno vodovodnim instalacijama koji su priključeni na javni vodovod i 15% stanova na individualne sisteme za vodosnabdevanje. [4] Prema zvaničnim statističkim pokazateljima u odnosu na ukupan broj domaćinstava, u Srbiji je oko 80% domaćinstava priključeno na vodovod. [5] Prema dokumentu Nacionalna strategija održivog razvoja Srbije, priključak na javni sistem vodosnabdevanja ima 63% stanovništva, dok je lokalnim vodovodima obuhvaćeno još 14% stanovništva (Vlada republike Srbije, 2008).

U svakom sistemu za snabdevanje vodom koji ima uređeno i zaštićeno izvoriste, rezervoar vode, vodovodnu mrežu i razvod do točecih mesta, mora se osigurati snabdevanje potrošača higijenski ispravnom vodom za piće. U vodi se može naći širok spektar merljivih karakteristika, jedinjenja ili sastojaka koji mogu uticati na njen kvalitet. Postoje šest kategorija pokazatelja koji mogu kontaminirati vodu za piće, to su: (1) mikroorganizmi, (2) dezinficijensi, (3) nusproizvodi dezinficijensa, (4) anorganske hemikalije, (5) organske hemikalije, i (6) radioaktivni elementi. Kontrola kvaliteta na ove pokazatelje daje ocenu ukupnog učinka sistema i konačnog kvaliteta vode za piće koja se isporučuje potrošačima.

Najvažniji deo procene rizika u vodovodnom sistemu je identifikovanje opasnosti (hazarda), a to su patogene bakterije i hemijske supstance koji imaju potencijal da prouzrokuju opasni događaj. Opasni događaj je akcident ili situacija koja može dovesti do prisustva opasnosti po zdravlje. Rizik je verovatnoća da identifikovane opasnosti utiču na zdravlje. Važan deo upravljanja rizicima u oblasti javnog snabdevanja stanovništva vodom za piće su poslovi sanitarnog nadzora koji obavljaju sanitarni inspektori na osnovu ovlašćenja utvrđenih zakonom. [6] U praksi se sanitarni nadzor vrši samo u javnim vodovodima kojima upravljaju javna komunalna preduzeća čiji su osnivači lokalne samouprave i u retkim slučajevima privatna preduzeća u ovoj delatnosti. Ovo znači da se sanitarni nadzor danas u Srbiji ne obavlja nad lokalnim vodosnabdevanjem kojim je obuhvaćeno oko 1,050.000 stanovnika, što sa brojem stanovnika koji su priključeni na individualne sisteme ukupno iznosi oko 2,700.000 stanovnika koji koriste vodu o kojoj nadležne službe nemaju podatke o kvalitetu.

¹ Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja Republike Srbije/
Agencija za zaštitu životne sredine

² Kvalitet vode za piće, unapređenje energetske efikasnosti i uštede u preduzećima vodovoda i kanalizacije, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Međunarodno stručno savetovanje – Soko banja, 2011, str. 36-45.

Principi procene i upravljanja rizicima u vodovodnom sistemu i praćenje i izveštavanje o indikatorima rizika kvaliteta vode za piće, izneti u ovom radu, daju okvir za dobro upravljanje i kao preduslov mogu osigurati higijenski ispravnu vodu na mestu korišćenja, zaštitu zdravlja korisnika i očuvanje životne sredine.

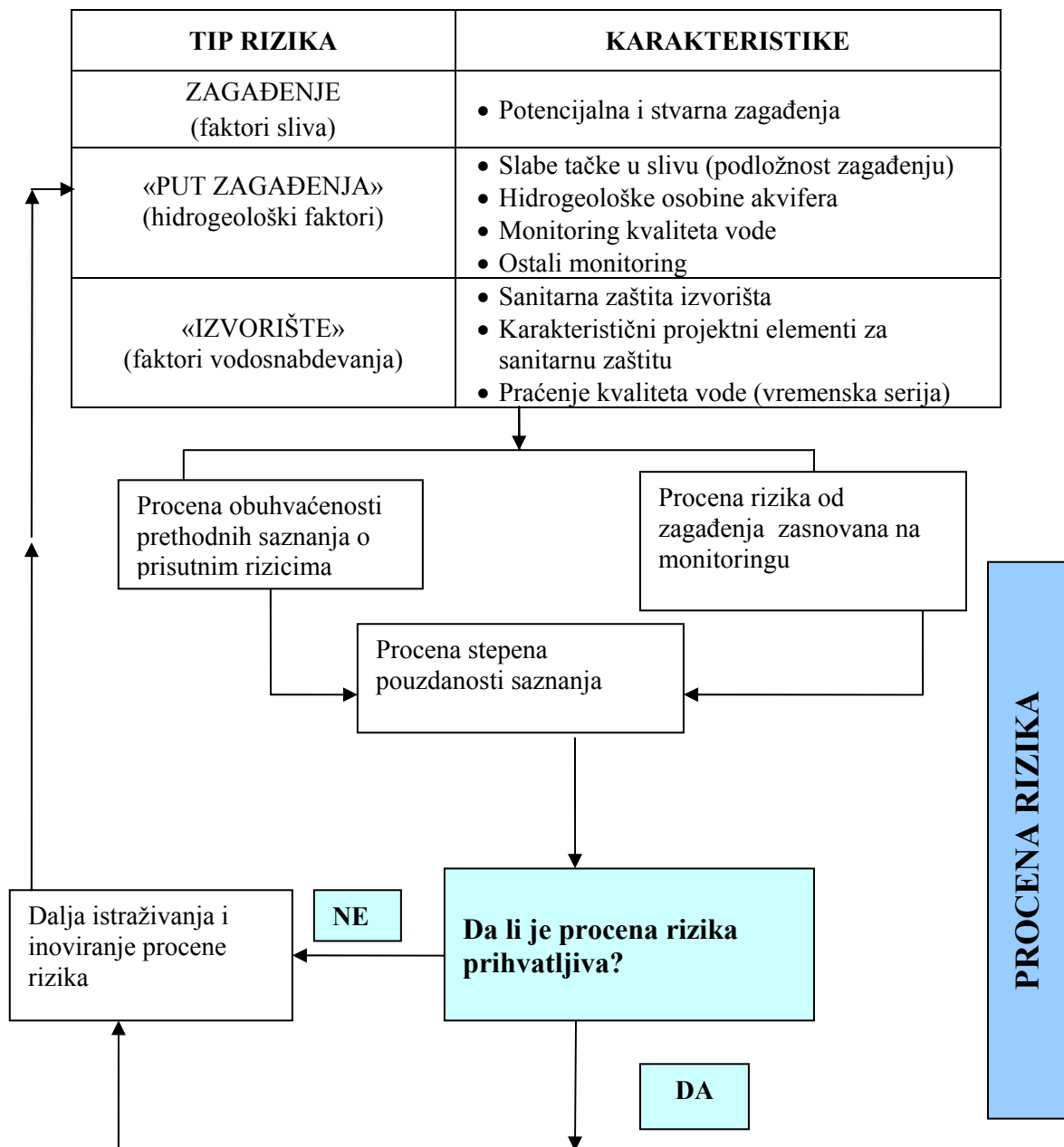
PRINCIPI PROCENE I UPRAVLJANJA RIZICIMA

Najefikasnije sredstvo za osiguranje kvaliteta vode za piće i zaštitu zdravlja građana, u svim vodovodima bez obzira veličinu, je usvajanje preventivnog pristupa upravljanja koji obuhvata sve korake od izvorišta, rezervoara, distributivnog sistema do potrošača. Preventivni pristup upravljanja rizicima je detaljno objašnjen u ranijem radu u obliku „opšte matrice“, koja obuhvata elemente HACCP i ISO 9001 i može se primeniti na sve vodovodne sisteme bez obzira na veličinu. [1], [2], [3] Ova „opšta matrica upravljanja“ sadrži i obrađuje četiri opšte oblasti:

- **Obaveza upravljanja kvalitetom vode za piće.** Ovo obuhvata razvoj obaveze upravljanja kvalitetom vode za piće u okviru odgovornih u vodovodu, lokalnoj samoupravi ili samih korisnika. Uspešna primena zahteva aktivno učešće lokalne službe za javno zdravlje i inspekcije u skladu sa zakonskim ovlašćenjem.
- **Analiza sistema i upravljanja.** Ovo obuhvata razumevanje celokupnog vodovodnog sistema, opasnosti i događaje koji mogu ugroziti kvalitet vode za piće i preventivne mere i operativnu kontrolu neophodnu da se osigura higijenski ispravna voda za piće.
- **Preduslovi za zahtevani kvalitet vode za piće.** Ovo obuhvataja osnovne elemente dobre prakse, kao što su obuka upošljenika ili izabраниh korisnika na održavanju, uključnje lokalne samouprave kroz periodičnu ocenu funkcionisnja sistema uspostavljanjem dokumentacije i izveštavanja.
- **Nadzor.** Ovo obuhvata kontrolu vodovoda od strane nadležnih inspeksijskih službi i lokalnog sanitarno-higijenskog nadzora zdravstvene službe. Ove komponente obezbeđuju osnovu za kontinuirano poboljšavanje uslova vodosnabdevanja.

S obzirom da se u praksi ove četiri oblasti „opšte matrice“ međusobno prepliću i prožimaju, u ovom radu su elementi matrice predstavljeni u obliku blok dijagrama: (1) *blok dijagram – procena rizika*, i (2) *blok dijagram – upravljanje rizicima*. (Slika 1 i 2)

Prevenција je suštinska karakteristika delotvorne procene i upravljanja rizicima u vodovodnom sistemu. Preventivne mere su one akcije, aktivnosti i procesi koji se koriste da se spreče opasnosti od dešavanja ili da se one smanje na prihvatljivi nivo. Opasnosti (hazardi) se mogu desiti bilo gde u vodovodnom sistemu i zato preventivne mere treba da budu sveobuhvatne od izvorišta do potrošača. Mnoge preventivne mere mogu da kontrolišu više od jedne opasnosti, dok je za neke opasnosti potrebno da se primene više od jedne preventivne mere da bi bile uspešne. Identifikacija i primena preventivnih mera zahteva razmatranje važnog principa pristupa višestrukih barijera. Princip procene rizika višestrukih barijera je predstavljen na blok dijagramu – procena rizika. Snaga ovog pristupa je u tome što se ispad jedne barijere može nadoknaditi delotvornim radom preostalih barijera i time minimizirati verovatnoća da zagađivači prođu kroz celokupni sistem prečišćavanja i da oni budu u dovoljnoj meri prisutni da prouzrokuju opasnost. Tradicionalne preventivne mere ugrađene su u određeni broj barijera, uključujući tu: (1) Upravljanje izvorištem i zaštita izvora vode; (2) Fizička i sanitarno-higijenska zaštita rezervoara vode; (3) Prečišćavanje; (4) Dezinfekcija; (5) Zaštita i održavanje distributivnog sistema.



Slika 1: Procena rizika

Vrsta potrebnih barijera i opseg primenjenih preventivnih mera razlikuju se za svaki vodovodni sistem i na njih obično utiču karakteristike sirove vode i tip izvorišta. Na izbor odgovarajućih barijera i preventivnih mera uticaće identifikacija opasnosti i ocena rizika. Rezultati monitoringa kvaliteta vode su konačna provera da barijere i preventivne mere koje su primenjene uspešno funkcionišu. Obimom kontrole parametara kvaliteta vode za piće treba obuhvatiti ključne parametre kvaliteta: (a) Indikatore mikrobioloških osobina vode; (b) Zaostala dezinfekciona sredstva i bilo koje sporedne proizvode dezinfekcije; (c) Sve ključne parametre kvaliteta za koje se racionalno može očekivati da će premašiti propisanu vrednost, čak i ako se to dešava povremeno, a značajni su za zdravlje; (d) Potencijalne zagađujuće materije identifikovane u analizi vode za piće.

Mikrobiološka ispravnost vode za piće

Najčešći i najrašireniji rizik po zdravlje je zagađenje vode za piće uzrokovano direktno ili indirektno izlučivanjem mikroorganizama koji se nalaze u fecesu ljudi ili životinja. Ukoliko je kontaminacija sveža a osobe koje su joj doprinele i nosioci zaraznih enteričnih oboljenja, neki od mikroorganizama koji uzrokuju ova (stomačna) oboljenja mogu da budu prisutni u vodi. Konzumiranje kontaminirane vode ili njena upotreba u pripremi hrane može da izazove nove slučajeve infekcije. Pod najvišim rizikom od infekcije su bebe i deca, osobe s oštećenim imunim sistemom, bolesnici i stara lica. Patogeni organizmi koji predstavljaju posebnu pretnju su bakterije, virusi i protozoe koji izazivaju različita oboljenja, od blagog gastroenteritisa to ozbiljnih dijareja, dizenterije, hepatitisa, kolere ili tifusne groznice.

Tipična oboljenja koja se prenose vodom izazivaju mikroorganizmi koji vode poreklo iz gastrointestinalnog trakta (želudac, tanko crevo i debelo crevo) ljudi, ali i domaćih životinja u uslovima kad otpadne materije prodiru u podzemne vode izvorišta vode za piće. U bakterije koje se prenose na ovaj način spadaju *Salmonella* spp., *Shigella* spp., enterovirulentne *Escherichia coli*, *Vibrio cholera*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* i *C. coli*. Pošto se iz tela domaćina izluče u feces ove patogene bakterije postepeno gube sposobnost da se razmnožavaju i rastu i sposobnost da izazivaju infekcije. Stopa propadanja varira od soja do soja i obično je eksponencijalna, a posle izvesnog vremena, patogeni mikroorganizam postaje je nemoguće izolovati. Najčešće bakterije koje se prenose vodom su visoko infektivni sojevi ili sojevi visoko rezistentni na propadanje izvan ljudskog organizma. Patogeni niske perzistencije, odnosno, oni koji ne mogu da opstanu dugo izvan tela domaćina, moraju brzo da nađu novog domaćina i verovatnije će se preneti kontaktom obolele i zdrave osobe. Ovo su okolnosti koje se dešavaju zbog loše lične higijene ili higijenski neispravne hrane, a ne putem vode za piće. Ako je voda za piće kontaminirana fekalijama, patogene bakterije će se verovatno široko i brzo disperzovati, odnosno, proširiti. Zato su epidemije oboljenja koja se prenose vodom često infekcije u celoj zajednici koja koristi vodu za piće iz istog vodovodnog sistema.

Postoje različite vrste bakterija koje se normalno javljaju u životnoj sredini i mogu da izazovu infekcije kod ljudi. Tu spadaju tzv. oportunistički patogeni, odnosno mikroorganizmi koji izazivaju bolest samo ukoliko je izostala normalna otpornost organizma. Najviše su pod rizikom one osobe koje imaju oštećene lokalne ili opšte mehanizme odbrane: stari, veoma mladi, osobe s opekotinama, osobe koje su bile podvrgnute hirurškoj intervenciji ili one koje su teško povređene, kao i osobe sa ozbiljnim oštećenjem imuniteta organizma. Ukoliko ovakve osobe koriste vodu za piće ili kupanje koja je bakteriološki neispravna (odnosno, sadrži veliki broj oportunističkih patogena) kod njih se mogu javiti infekcije kože, sluzokože oka, uha, grla i nosa. Primeri ovakvih oportunističkih bakterija su *Pseudomonas aeruginosa* i *Klebsiella* sp.

Treća velika grupa mikroorganizama su protozoe koje se mogu javiti u vodi za piće i izazvati različite neželjene posledice po zdravlje. Protozoe se dele u dve funkcionalne grupe, na enterične protozoe koje se najčešće javljaju kao paraziti u organima za varenje ljudi i drugih sisara i organizme koji žive slobodno i predstavljaju oportunističke patogene kod ljudi. Ovih mikroorganizama je veoma malo i odgovorni su za ozbiljna cerebralna i očna oboljenja. Velika većina protozoa u svežoj vodi su prirodni vodeni organizmi, koji ne utiču na zdravlje. Oni se, uopšteno rečeno, hrane drugim mikroorganizmima kao što su bakterije, cijanobakterije ili alge. Najveća raznovrsnost protozoa se može naći u površinskim vodama, uključujući i izvorišta snabdevanja vodom. Postoji, međutim, nekih vrsta protozoa koje se razmnožavaju u vodovodnim cevima, a stepen njihovog prisustva zavisi od zastupljenosti drugih mikroorganizama kojima se one hrane.

Posebnu grupu predstavljaju modrozelenne bakterije, cijanobakterije ili modrozelenne alge, koje se javljaju kao pojedinačne ćelije, vlakna ograničene dužine ili kolonije, a njihova brojnost im omogućava da migriraju ka površini vode, što je posledica njihove reakcije na svetlost. Cijanobakterije nastanjuju sve prirodne vode, a problem predstavljaju jedino onda kada ih ima u velikom broju (cvetovima). U uslovima eutrofikacije povećava se i cvetanje cijanobakterija. Prisustvo cijanobakterija u vodi za piće značajno je prvenstveno zbog intracelularnih toksina koje one proizvode. Ovi toksini pripadaju trima vrstama: *hepatotoksini*, koji oštećuju ćelije jetre; *neurotoksini*, koji oštećuju nervne ćelije, i *cilindrospermopsin*, koji može da izazove oštećenja jetre, bubrega, gastrointestinalnog trakta i krvnih sudova. Unošenjem toksina koje luče cijanobakterije nije smrtno opasno, ali konzumiranje vode koja sadrži ove toksine može da izazove gastroenteritis. Neprijatan ukus i miris vode može da nastane usled jedinjenja koja stvaraju određene vrste algi, cijanobakterije (modrozelenne alge), bakterije i ponekad protozoe. Aktinomicete i cijanobakterije, na primer, proizvode Geosmin i 2-Methylisoborneol (MIB), koji imaju „miris zemlje“, a prag ukusa i mirisa je oko 0, 00001 mg/ l.

Značaj određenog patogenog organizma u vodi može poprilično da varira. Na primer, neki potencijalno patogeni organizam neće uvek izazvati simptomatsko oboljenje kod svih osoba sa kojima dođe u dodir. Šanse da dođe do infekcija koje se prenose vodom u nekoj sredini koja se snabdeva iz istog vodovodnog sistema zavisi od više faktora, i to: koncentracije patogenih organizama u vodi; virulentnosti tog soja; unosu kontaminirane vode *per capita*; infektivne doze određenog patogenog mikroorganizma; podložnosti pojedinaca; incidenca infekcije u određenoj zajednici (što određuje broj patogenih organizama koji su prodrli u izvorište ili direktno u vodovodnu mrežu). Zato idealna bakterija - indikator za određivanje prisustva patogenih mikroorganizama u vodi za piće bi trebalo da ima sledeće karakteristike: da uvek bude prisutan kada su prisutni i patogeni sličnog porekla; da bude prisutan u relativno velikom broju, kako bi se mogao detektovati i posle znatnog razblaženja; da ne bude prisutan u odsustvu kontaminacije; da se može brzo i lako izolovati i identifikovati; da može da preživi u vodi onoliko dugo koliko i patogeni mikroorganizmi koji se prenose vodom; i da bude slične osetljivosti na sredstva za dezinfekciju kao i patogeni mikroorganizmi. Ne postoji ni jedan mikroorganizam koji potpuno ispunjava nabrojane karakteristike.

Ukupan broj koliformnih bakterija određen kao najverovatniji broj (MPN/100ml, 37⁰C) i ukupan broj koliformnih bakterija fekalnog porekla određen kao MPN/100ml na 44⁰C se dugo koristi kao indikator patogenih mikroorganizama u vodi za piće, ali se danas on više ne preporučuje u ovu svrhu. Ukupan broj koliformnih bakterija se smatra slabim parametrom stepena fekalne kontaminacije u vodi, jer su ove bakterije uobičajeni stanovnici zemljišta i vode. U sistemima distribucije vode za piće, rezervoarima i vodovodnoj mreži ovi mikroorganizmi mogu da se razmnožavaju i u odsustvu fekalne kontaminacije. Ova metoda za određivanje prisustva koliformnih bakterija je jednostavna u laboratorijskim uslovima. Novija regulativa ističe bakteriju *Escherichia coli* kao najpogodniji indikator za eventualno prisustvo patogenih mikroorganizama koji se javljaju usled fekalne kontaminacije. U okviru pristupa upravljanja rizicima, praćenje prisustva *E.coli* u vodi kao najspecifičnijeg indikatora sveže fekalne kontaminacije direktno ukazuje na rizik po zdravlje ljudi. Druga grupa bakterija koje se nalaze u fecesu ljudi i životinja su *Enterococcus* (fekalni streptokok). Iako su u poređenju po brojnosti u fecesu ljudi malobrojnije od *E.coli*, *Enterococcus* u vodi preživljavaju duže i smatraju se boljim indikatorom prisustva fekalne kontaminacije vode i namirnica. *Enterococcus* je rod sa više vrsta ali samo dve uzrokuju infekciju kod čoveka, to su *E. faecalis* i *E. faecium*.

U sanitarnoj mikrobiologiji virusi su od najvećeg značaja, i tu spadaju: enterovirusi, enterični adenovirusi, rotavirusi i hepatitis A i E virusi. Karakteriše ih dugo preživljavanje u vodi, umerena rezistencija na hlor i visoka relativna infektivnost. Dugo vreme inkubacije (3-

12 dana) i opšta kompleksnost metoda onemogućavaju rutinsko praćenje njihovog prisustva u vodi. Enterovirus u vodi može da se nađe usled fekalne kontaminacije prodorom iz kanalizacije i izazove gastroenteritis i druga oboljenja, često bez simptoma. Verovatno može da se širi preko vode za piće. Adenovirus izaziva faringitis, konjunktivitis, gastroenteritis. Širi se udisanjem unošenjem u organizam ili direktnim kontaktom. Vodu kontaminira prodiranjem iz kanalizacije. Rotavirusi su široko rasprostranjeni u životnoj sredini i mogu da izazovu težak gastroenteritis kod dece, starijih i bolničkih pacijenata, a u vodi za piće prodire putem fekalnog efluenta iz kanalizacije. Virus Hepatitisa A i E se mogu širiti preko vode za piće koja je kontaminirana fekalnim sadržajem iz kanalizacije.

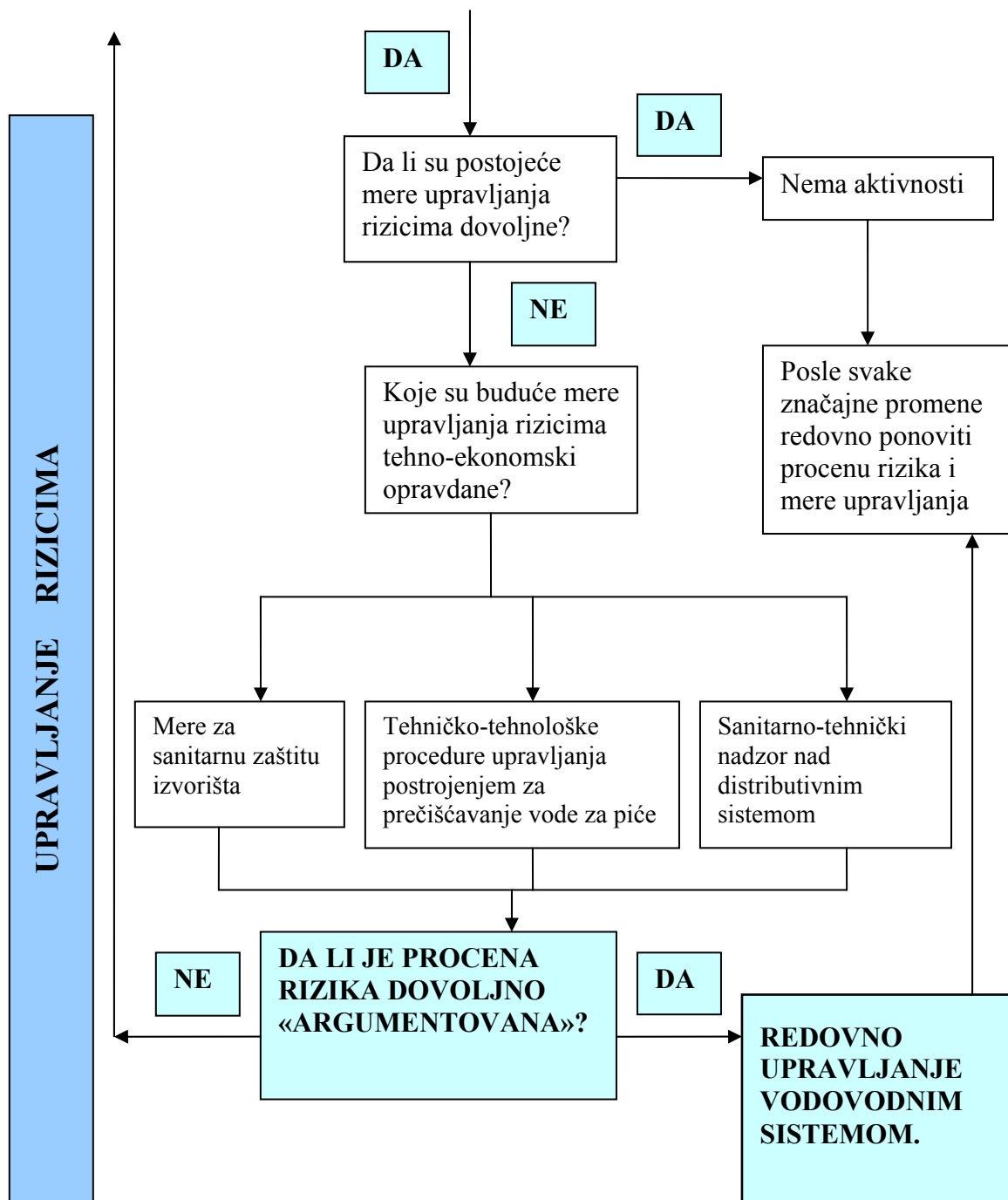
Fizičko-hemijska ispravnost vode za piće

Fizičke karakteristike vode, boja, mutnoća, ukus, miris, pH i temperatura, određuju ono sa čime se ljudi prvi put suoče kada popiju vodu i ocenjuju njen kvalitet. Druge fizičko-hemijske karakteristike, sadržaj sulfata, soli kalcijuma i magnezijuma i rastvorenog kiseonika, utiču da korozija ili enkrustacija predstavljaju značajan problem u cevima ili postrojenjima. Uopšteno rečeno, ove fizičko-hemijske karakteristike vode nisu značajne za zdravlje potrošača, ali opredeljuju ljude da piju određenu vodu. Ako voda nije prijatnog ukusa ili izgleda kao da je lošeg kvaliteta iako je potpuno higijenski ispravna, potrošač će možda, pogotovu kod lokalnog i individualnog vodosnabdevanja, tražiti druge izvore vode čiji kvalitet može da ima veći zdravstveni rizik.

Sa zdravstvene tačke gledišta kod kvaliteta vode za piće mnogo značajnije je prekoračenje koncentracija hemikalija organskih i neorganskih, uključujući i pesticide. Razlog tome je što su te hemikalije toksične, za neke je dokazano da izazvaju rak kod ljudi, dok neke od njih utiču na pojavu raka kod životinja. Neorganske materije u vodi za piće se obično javljaju kao rastvorene soli (kao karbonati i hloridi vezani za suspendovane čestice ili kao kompleksi sa organskim jedinjenjima koja se prirodno javljaju u vodi). Njihovo prisustvo može da bude posledica: prirodnog proceđivanja iz mineralnih slojeva u izvorišta vode, eksploatacije i obrade mineralnih sirovina, tehnoloških procesa metalurgije i termo-energetike, hemijske industrije, poljoprivrede, saobraćaja i deponija komunalnog i industrijskog otpada. Organske supstance su obično prisutne u vodi za piće u veoma malim koncentracijama i javljaju, najčešće, kao posledica antropogenih aktivnosti. Mogu se podeliti u dve grupe: nusproizvodi dezinfekcije i ostala organska jedinjenja. Nusproizvodi dezinfekcije nastaju u reakcijama dezinfekcionih sredstava, a posebno hlora i organskih materija koje su prisutne u vodi. To su huminske i fulvinske kiseline koje nastaju raspadanjem biljnih i životinjskih ostataka u zemljištu. Od svih nusproizvoda dezinfekcije u najvećoj koncentraciji se stvaraju trihalometani (THM). Takođe, povišene koncentracije koagulacionih i flokulacionih sredstava u vodi za piće, a tu spadaju kao koagulantni soli aluminijuma i gvožđa i organski polimeri kao flokulanti, imaju značajan zdravstveni rizik.

Upravljanje rizicima

Najvažniji rizici su akcidenti ili vanredne okolnosti koji mogu ugroziti kvalitet vode za piće i imaju suštinski značaj za zaštitu zdravlja ljudi. Potrebno je utvrditi scenario za vanredne okolnosti i isplanirati i dokumentovati protokole za akcidente i vanredne okolnosti, uključujući tu i postupke za komunikaciju na relaciji korisnici - lokalna samouprava - sanitarna inspekcija. Vodovod i lokalna samouprava treba što više da nauče iz akcidenta da bi poboljšali svoju spremnost i planiranje za buduće moguće događaje. Preispitivanje akcidenta može da ukaže na neophodne izmene postojećih protokola kod redovnog upravljanja vodovodnim sistemom, a sama procedura upravljanja rizicima na zaključak da li je sprovedena procena rizika dovoljno „argumentovana“, ili je potrebno ponoviti. (Slika 2)



Slika 2: Upravljanje rizicima

Razvoj odgovarajućih protokola podrazumeva kontrolu opasnosti i događaja koji mogu dovesti do vanrednih situacija kao što su: (1) Prekoračenje koncentracija opasnih i štetnih materija u vodi od propisanih vrednosti i drugih zahteva; (2) Događaji koji povećavaju nivo zagađenja (npr. zagađenje u zoni sanitarne zaštite izvorišta); (3) Havarija na hidro-mašinskoj opremi ili prskanje distributivnih cevovoda; (4) Duži nestanak struje; (5) Ekstremne vremenske promene (tj. poplave); (6) Prirodne katastrofe (tj. požari, zemljotresi, oštećenja električnih vodova od groma); (7) Ljudske greške (npr. ozbiljni propusti u upravljanju tehnološkim postupkom na postrojenju za prečišćavanje vode za piće).

Potrebno je unapred ustanoviti jasno definisane protokole za unutrašnje i spoljne komunikacije, uz uključenje lokalne samouprave, uključujući i republičke inspekcije za vodoprivredu, zdravlje i zaštitu životne sredine. Ovi protokoli treba da sadrže listu kontakata ključnih ljudi, organa i preduzeća, detaljne formulare za obaveštavanje, postupke za unutrašnje i spoljne izveštavanje i definisane odgovornosti i ovlašćenja. Procedure za komunikaciju sa javnošću i medijima treba razraditi pre nego što se uopšte desi neki akcident ili vanredna situacija. Odrediti i odgovarajuće obučeno autoritativno lice koje će voditi sve komunikacije u slučaju incidenta ili vanredne situacije. Potrošačima je potrebno saopštiti kada se završio neki akcident i obavestiti ih o uzroku i merama koje su preduzete da se dešavanje takvih stvari u budućnosti svede na minimum. Ovakva vrsta komunikacija pomoći će da se povrati poverenje u kvalitet vode za piće.

INDIKATORI RIZIKA KVALITETA VODE ZA PIĆE

Monitoring kvaliteta vode za piće je samo onoliko dobar koliko i prikupljeni podaci, tako da je potrebno da se ulože maksimalni naponi da se osigura da podaci budu reprezentativni, pouzdani i potpuno validni. O ovome treba da brinu odgovorni u vodovodima i lokalna samouprava, javna zdravstvena služba i sanitarna inspekcija svojim nadzorom. Higijenska ispravnost vode za piće utvrđuje se sistematskim vršenjem pregleda čiji broj zavisi od prosečne dnevne količine proizvedene vode tokom jedne godine (m^3 /dan) prema važećem Pravilniku. Metodološki pristup procenjivanja kvalitativnog uticaja vode za piće na zdravlje korišćenjem opisnog *indikatora rizika kvaliteta vode za piće* i njegovog odgovarajućeg procenta neispravnosti prikazan je u tabelama 1 i 2. [7]

Kvalitativni indikatori uticaja na zdravlje iz izvora životne, *indikatora rizika kvaliteta vode za piće*, određuju se kao rizik od izloženosti mikrobiološkim agensima (*Escherichia coli*, *Enterococcus*) i fizičko-hemijskim agensima, tako da nikada ne premaše maksimalno dozvoljene koncentracije. Indikator prati udeo uzoraka vode za piće koji ne zadovoljavaju propisane vrednosti parametara za vodu za piće u ukupnom broju uzoraka vode za piće dobijenih iz javnih vodovoda i van javnih vodovoda. Kontrola obuhvata sisteme sa više od pet domaćinstava, odnosno više od 20 stanovnika, kao i snabdevanje iz sopstvenih objekata preduzeća i drugih pravnih lica i preduzetnika koji proizvode i/ili vrše promet životnih namirnica i snabdevanje javnih objekata (obrazovno-vaspitne organizacije), turističko-ugostiteljske, saobraćajne i dr.

Tabela 1. Indikator rizika kvaliteta vode za piće u pogledu mikrobiološke neispravnosti

Nivo	% neispravnosti	Opis
1	< 2	Neznatan
2	2,1 – 5	Mali
3	5,1 – 10	Umeren
4	10,1 – 25	Veliki
5	> 25,1	Ogroman

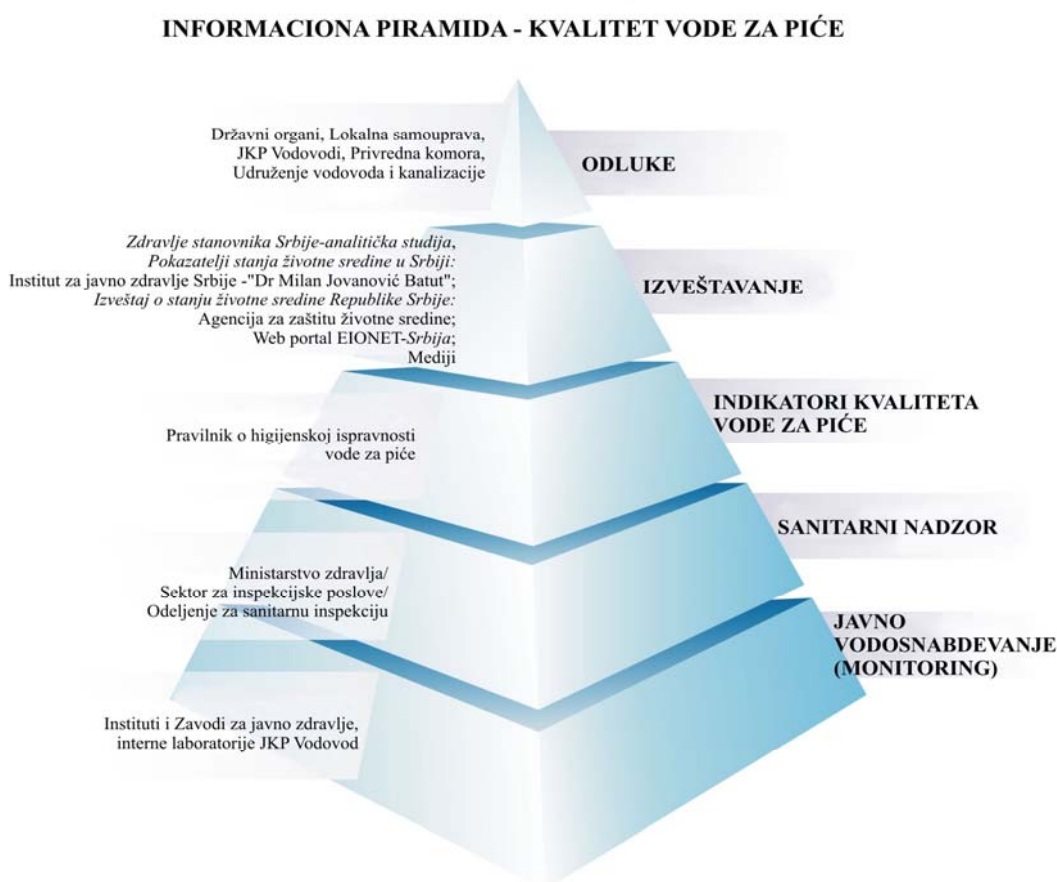
Indikator obezbeđuje informacije o rizicima od negativnih uticaja vode za piće na ljudsko zdravlje i pokazuje u kojoj meri je snabdevanje vodom za piće u skladu sa sanitarno-higijenskim uslovima i standardima. [7]

Tabela 2. Indikator rizika kvaliteta vode za piće u pogledu fizičko-hemijske neispravnosti

Nivo	% neispravnosti	Opis
1	< 5	Prihvatljiv
2	5,1 – 10	Delimično prihvatljiv
3	10,1 – 20	Loš
4	20,1 – 50	Veoma loš
5	> 50,1	Alarmantan

Dugoročna ocena rezultata kvaliteta vode za piće zasnovana na monitoringu i *indikatorima rizika* uz stalni inspeksijski nadzor predstavlja deo *informacione piramide* za izveštavanje prema donosiocima odluka. (Slika 3) Ovakav metodološki pristup je sastavni deo procene i upravljanja rizicima i omogućava da se rizici kvantifikuju u odnosu na ciljeve i pomaže da se otkriju mogućnosti za poboljšanja. Sistematska kontrola rezultata higijenske ispravnosti vode za piće tokom dužeg perioda (minimum prethodnih 12 meseci ili duže) potrebna je da bi se:

- Ocenila kvalitativna odstupanja od propisanih vrednosti kvaliteta vode za piće;
- Utvrdili problemi i trendovi;
- Utvrdili prioritete za poboljšanje kvaliteta vode za piće.



Slika 3: Informaciona piramida – izveštavanje o kvalitetu vode za piće

ZAKLJUČAK

Veliki broj informacija zasnovanih na naučnim principima, dobre inženjerske prakse i zakonske regulative treba uzeti u obzir da bi se obezbedila higijenski ispravna voda za piće. Kao zaključni stavovi, sledeće osnovne principe procene i upravljanja rizicima treba uvek imati u vidu:

- 1. Najveću opasnost za potrošače vode za piće predstavljaju patogeni mikroorganizmi. Zaštita izvorišta, prečišćavanje i dezinfekcija vode imaju najveći značaj.** Patogene bakterije u vodi za piće mogu da izazovu epidemije bolesti koje ugrožavaju veliki deo zajednice i u ekstremnim slučajevima prouzrokuju smrt. Koji obim prečišćavanja je neophodan zavisi od nivoa zaštite izvorišta vode.
- 2. Svaka iznenadna ili ekstremna promena kvaliteta vode i proticaja ili hidroloških i meteoroloških uslova (npr. ekstremne padavine ili poplave) treba da ukažu na sumnju da je voda za piće verovatno zagađena.** Epidemije bolesti izazvane vodom za piće skoro uvek su povezane sa promenama merljivih parametara kvaliteta vode ili sa nemogućnošću da procesi prečišćavanja vode odgovore na ekstremne uslove kao što su velike padavine ili akcidentna zagađanja.
- 3. Odgovorni u vodovodnom sistemu i korisnici moraju biti sposobni da brzo i efikasno reaguju na upozoravajuće kontrolne signale.** Iznenadne promene u kvalitetu ili proticaju vode verovatno su znak predstojećih problema, što mora da rezultira odgovarajućom reakcijom.
- 4. Odgovorni u vodovodnim sistemima moraju da imaju lični osećaj odgovornosti i da su posvećeni obezbeđivanju higijenski ispravne vode za piće i nikada ne smeju da ignorišu žalbe potrošača na kvalitet vode.** Potrošači su krajnji ocenjivači kvaliteta vode za piće. Potrošači nisu u stanju da otkriju koncentracije pojedinih zagađujućih materija, ali ne sme se zanemariti njihova sposobnost da raspoznaju promene.
- 5. Osiguranje kvaliteta vode za piće zahteva primenu pristupa upravljanja racionalnim rizicima.** Upravljanje rizicima je proces održavanja vode za piće higijenski ispravnom. Ovo zahteva upravljanje osetljivim tokom između ekstrema, odnosno, preduzimanja mera samo kada je to potrebno.

LITERATURA

- [1] *AUSTRALIAN DRINKING WATER GUIDELINES*, Australian Government, National Health and Medical Research Council, 2004.
- [2] *MICROBIAL RISK ASSESSMENT (MRA) TOOL*, Urban Water, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Gothenburg, Sweden, 2005, Report 2005:7.
- [3] *UNAPREĐENJE KVALITETA VODE KOD LOKALNIH VODOVODA I KANALISANJE MANJIH MESTA U SRBIJI*, Publikacija, N. Veljković: Poglavlje – *Upravljanje rizicima u lokalnim vodovodnim sistemima*, str. 38-57, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd, 2010.
- [4] *Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara Republike Srbije*, Radna grupa za vodne resurse, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede/Republička direkcija za vode, 2007.
- [5] Republički zavod za statistiku, *Snabdevanje pitkom vodom, 2007-2009*, <http://webrzs.stat.gov.rs>
- [6] Zakon o sanitarnom nadzoru ("Službeni glasnik RS", broj 125/04)
- [7] *Pravilnik o nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine* („Službeni glasnik RS“ broj 37/2011)