



**VAŽNOST UZORKOVANJA PRILIKOM USPOSTAVE PLANA SIGURNOSTI VODE ZA
LJUDSKU POTROŠNJU U SLOŽENOM VODOOPSKRBNOM SUSTAVU**

**THE ROLE OF WATER SAMPLING IN CREATING WATER SAFETY PLANS IN
COMPLEXE WATER SUPPLY SYSTEM**

Darko Kordovan, dipl. ing., Srebrenka Vidović, dipl.ing.kem.

SAŽETAK

Tema ovog rada je izrada Plana sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te uloga uzorkovanja u analizi rizika i identifikaciji opasnosti na primjeru složenog vodoopskrbnog sustava.

Složeni vodoopskrbni sustavi koje se sastoje od nekoliko kombiniranih izvora sirove vode i kompleksne distribucijske mreže su zbog svoje prirode izazov pri uspostavi i validaciji takvih Planova.

Metodologija za uspostavu Plana razvijena je prema smjernicama danim u „*Water safety plan manual: step by step risk management for drinking water suppliers.*“, World Health Organization, Geneva 2009.“, a postupak za analizu rizika izrađen prema normi HRN EN 15975-2:2013.

Prepoznavanjem opasnih događaja ili okolnosti koji mogu dovesti do pojave opasnosti, utvrđeni su rizici i identificirane su sve opasnosti za ljudsko zdravlje koje se mogu očekivati u složenom sustavu te su definirane mjere za upravljanje rizicima.

Uloga uzorkovanja, te posljedično, laboratorijski pronalasci pokazali su se ključnim čimbenikom pri odluci o odabiru i primjeni mjera za upravljanje rizicima u vodi za ljudsku potrošnju.

Validacijom odabranih mjera te primjenom utvrđenih mjera nadzora, Plan sigurnosti je implementiran i nadziran. Naknadnim verifikacijama praćena njegova učinkovitost.

Ključne riječi: uzorkovanje, voda za ljudsku potrošnju, plan sigurnosti, vodoopskrba, rizik.

ABSTRACT

The theme of this paper is development of the Water Safety Plan and the role of sampling in risk analysis and hazard identification of a complex water supply system.

Complex water supply systems consisting of several combined sources of raw water and a complex distribution network are due to their nature a challenge in setting up and validating such Plans.

The methodology for establishing the Plan has been developed according to the guidelines " *Water safety plan manual: step by step risk management for drinking water suppliers.*“, World Health Organization, Geneva 2009.", and a risk analysis procedure developed according to HRN EN 15975-2: 2013.

By identification of hazard events or circumstances that can lead to the introduction of hazards all the key risks in such a complex water supply system and hazards for human health that can be expected are recognized and risk mitigated measure were defined.

The role of sampling and, consequently, laboratory findings have proved to be a key factor in deciding on the selection and implementation of water management risk measures for human consumption.

By the validation of the selected measures and implementation of controls Plan has been implemented and supervised. Subsequent verifications followed its effectiveness.

Keywords: sampling, water for human consumption, water safety plan, water supply, risk



1. UVOD

Svi sustavi opskrbe vodom za ljudsku potrošnju suočeni su s rizicima koji se moraju adekvatno kontrolirati. U ovom radu, upravljanje rizicima u vodi za ljudsku potrošnju prikazano je na primjeru složenog vodoopskrbnog sustava u Zagorskom vodovodu od zahvaćanja i distribucije u vodoopskrbnom sustavu do krajnjeg potrošača.

Sustavno upravljanje rizicima omogućuje da se analiziraju i uspoređuju rizici koji se mogu pojaviti u lancu opskrbe vodom (npr. rizici uzrokovani tehničkim kvarovima, prirodnim katastrofama te rizici u nepredviđenim (izvanrednim) okolnostima, itd.). Analizom tih rizika kroz identifikaciju opasnosti ili opasnih događaja koji mogu dovesti do introdukcije opasnosti u vodoopskrbni sustav moguće definirati mjere za ublažavanje rizika te sustavnom i dosljednom primjenom utvrđenih mjera ukloniti/reducirati opasnosti na prihvatljivu razinu.

Kao posljedica provedbe mjera moguće je poboljšati infrastrukturu vodoopskrbnih objekata i osigurati zdravstveno ispravnu i sigurnu vodu za ljudsku potrošnju te na taj način ispuniti očekivanja i potrebe svih zainteresiranih strana, kako javnosti, tako uprave, vlasnika i zaposlenika.

Važnu ulogu prilikom identifikacije opasnosti kao posljedice pojave opasnih događaja/okolnosti treba dati uzorkovanju. Uzorkovanje je postupak uzimanja uzorka vode za laboratorijsku analizu s izvorišta, vodoopskrbnih objekata i drugih mjesta u određenim vremenskim razmacima, odnosno uzorkovanje je postupak kojim se dobiva reprezentativni uzorak vode koju želimo ispitati.

Prilikom uzimanja uzoraka moguće su pogreške koje uključuju uređaje, metode ili ljudski faktor. Pogreške pri uzorkovanju mogu biti sustavne ili slučajne. Sustavne pogreške moguće je izbjeći pažljivim radom, umjeravanjem ili verifikacijom mjerne točnosti uređaja, pravilnom primjenom standarda, slijepih proba i referentnih materijala.

Analizom uzoraka u ovlaštenim i akreditiranim laboratorijima ili internim laboratoriji javnih isporučitelja, ukoliko ih imaju dobivaju se ispravni dokazi temeljem kojih je moguće nedvojbeno utvrditi opasnosti u sirovoj, neprerađenoj vodi kako i potvrditi uspješnost provođenja i mjera za ublažavanje rizika.

Pravilno uzorkovanje je s toga temelj za identifikaciju opasnosti kao i temelj za validaciju apliciranih mjera za uklanjanje opasnosti i/ili redukciju istih na prihvatljivu razinu.

Svaki identificirani rizik je određeni stupanj nesigurnosti za krajnjeg potrošača. Utvrđivanjem opasnih događaja ili okolnosti koje dovode do introdukcije opasnosti u vodu za ljudsku potrošnju glavni je zadatak analize rizika.

Pri tome je važno uzeti u obzir sve specifičnosti vodoopskrbnog sustava od vrsta izvorišta, okolnosti koje mogu utjecati na kvalitetu vode, aktivnostima tijekom obrade i distribucije, infrastrukturu, materijale i opremu u kontaktu s vodom, krajnje potrošače, upotrebu vode, zaposlenike i njihovo iskustvo i izobrazbu.

U ovoj fazi ključnu ulogu na sebe preuzima tim osposobljenih stručnjaka čija se znanja i iskustva baziraju na poznavanju sustava, tehnologije, metodama za upravljanje rizicima te opasnostima povezanih s vodom za ljudsku potrošnju.

Izvori nastanka rizika, te uzroci koji mogu dovesti do pojave opasnosti biti će od neprocjenjive važnosti za određivanje vjerojatnost od pojave opasnosti i mogućih posljedica za potrošače.

Reduciranjem vjerojatnosti pojave opasnosti, smanjujemo i rizike za potrošače što predstavlja glavni cilj uspostave planova sigurnosti vode za ljudsku potrošnju.

Odgovornosti za ostvarenje tog cilja, u lancu opskrbe vodom za ljudsku potrošnju počivaju na svim zainteresiranim stranama te je potrebna njihova suradnja.



2. MATERIJALI I METODE

Metodologija za uspostavu plana razvijena je prema smjernicama „Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking water suppliers“, World Health Organization. Geneva, 2009., a postupak za analizu rizika izrađen prema normi HRN EN 15975-2:2013.

Izvorište „Lobor“, jedno od šest izvorišta Zagorskog vodovoda, je uzeto za ogledno na kojemu je uspostavljen plan sigurnosti prema navedenim smjernicama.

2.1 Opis vodoopskrbnog sustava

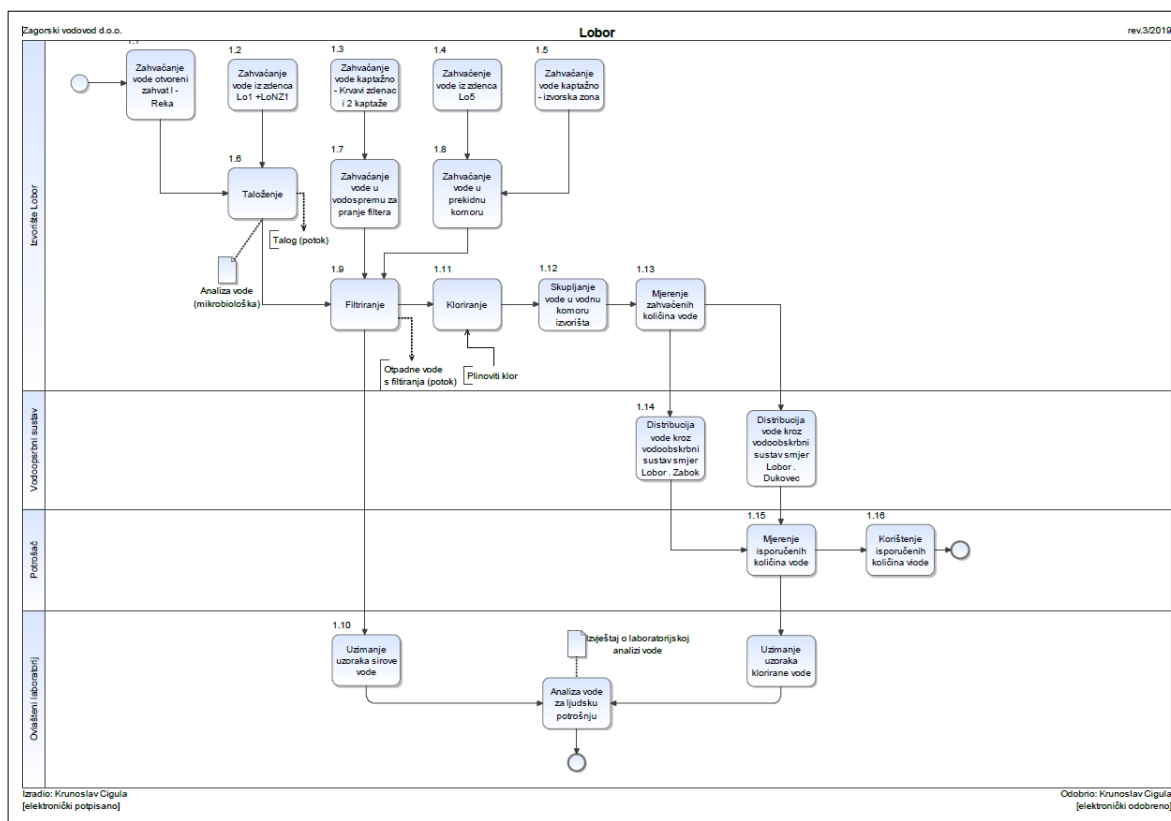
Izvorište Lobor je složeno izvorište. Sastoji se od nekoliko kombiniranih izvora sirove vode i kompleksne distribucijske mreže te je zbog svoje prirode izazov pri uspostavi i validaciji plana sigurnosti vode za ljudsku potrošnju.

Izvorište Lobor se sastoji se od sljedećih izvora sirove vode:

- kaptaže: Šumeci, Škrabotnik i Koprivnjak i Krvavi zdenac
- bunari: Lo1, LoNZ1, Lo4 i Lo5
- površinski vodotok Reka

Tehničko-tehnološki uvjeti za korištenje voda iz izvorišta Lobor, za potrebe javne vodoopskrbe, elaborirani su u Vodopravnoj dozvoli.

Nakon zahvaćanja voda se taloži, filtrira, dezinficira i distribuira u vodoopskrbni sustav. S izvorišta Lobor se voda distribuira do potrošača sustavom vodosprema (51 vodosprema), hidroformnih, precrpnih i crpnih stanica (81 stanica).



Slika 1 | Dijagram tijeka za izvorište Lobor

2.2 Identifikacija opasnosti i opasnih događaja koji mogu dovesti do pojave opasnosti

Prilikom identifikacije opasnosti te događaja koji mogu dovesti do pojave opasnosti, koristila su se postojeća saznanja o opasnostima koja se javljaju uz proces vodoopskrbe tj. opasnosti koje su vezane uz sirovu vodu i distribuciju prerađene vode.

Tim sigurnosti vode za ljudsku potrošnju je pri identifikaciji opasnosti imao uvid u važeću zakonsku regulativu Republike Hrvatske (vidi: „Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe, Narodne novine 125/2017“).

U prepoznavanju događaja koji mogu dovesti do pojave opasnosti od ključne važnosti bila su iskustva članova Tima, iskustvo konzultanata te povijest pojave opasnih događaja u vodoopskrbnom sustavu Zagorskog vodovoda.

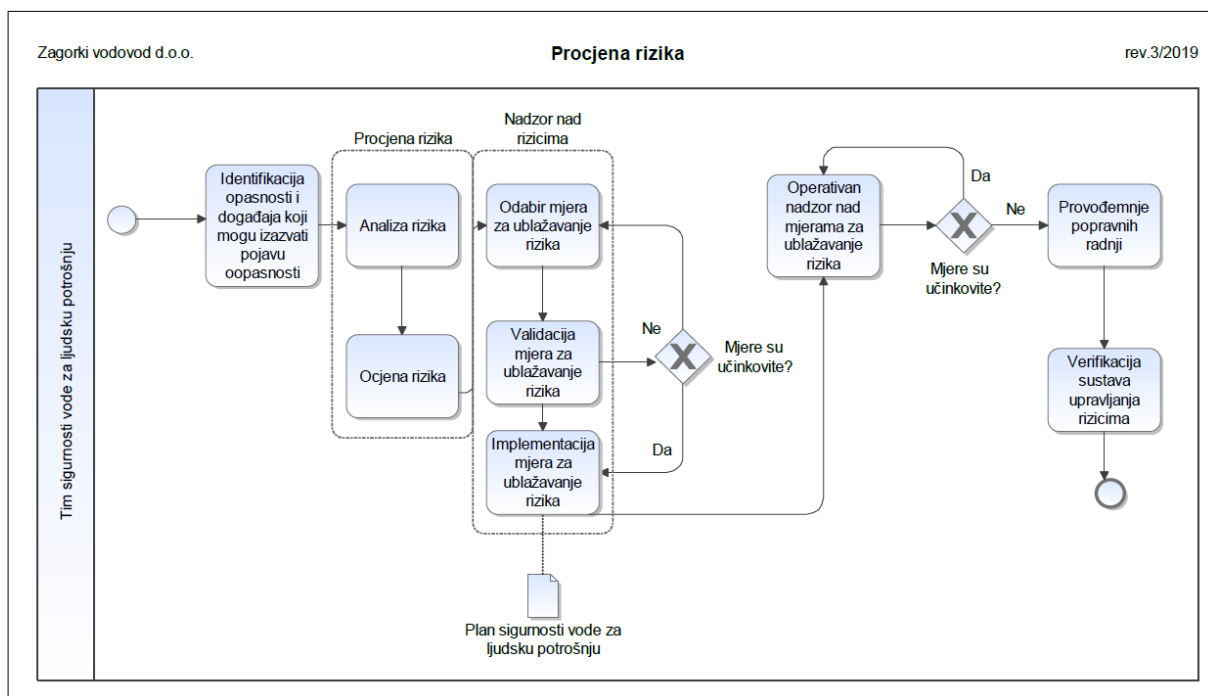
Uzimanjem uzoraka sirove vode od strane ovlaštenog i akreditiranog laboratorija Zavoda za javno zdravstvo na točno određenim mjestima gdje se očekuje pojava opasnosti i iščitavanjem dobivenih analitičkih rezultata potvrđuje se ili negira njihovo prisustvo. Od ključne je važnosti uzeti uzorak sirove vode nakon opasnih događaja koje mogu dovesti do introdukcije opasnosti u vodoopskrbni sustav (meteorološke promjene, kvar na opremi, itd.).

Temeljem prikupljenih analitičkih podataka te podataka iz specifikacija dobavljača plinovitog klora i natrijevog hipoklorita identificirane su mikrobiološke, kemijske i fizičke opasnosti za svaku aktivnost (korak procesa) iz dijagrama tijeka posebno.

2.3 Procjena rizika

Procjena rizika utvrđuje prioritete kontrole nad opasnostima za sigurnost vode. Za procjenu rizika važno je jasno definirati kriterije procjene kako bi se osigurao jasan i jednostavan pristup procjeni.

Postupak za procjenu rizika prikazan je sljedećim dijagramom:



Slika 2 Postupak za procjenu rizika

Za vodoopskrbnu mrežu izvorišta Lobar procijenjeni su svi rizici od zahvaćanja, kloriranja i distribucije vode kroz vodoopskrbni sustav na svim objektima vodoopskrbne mreže.



2.3.1 Analiza rizika

Analiza rizika provodi se za svaku aktivnost (vidi dijagram tijeka) i svaki identificirani događaj ili okolnost koji može dovesti do pojave opasnosti. Alat za analizu rizika je dvodimenzionalna matrica koja se temelji na umnošku vjerojatnosti pojave opasnosti uslijed utvrđenih događaja ili okolnosti i težine posljedica koje može imati pojava opasnosti na zdravlje potrošača. Pri tome se kriteriji za vjerojatnost pojave opasnosti odabiru prema Tablici 1, a kriteriji za posljedice od pojave opasnosti za zdravlje korisnika prema Tablici 2.

Tablica 1 Vjerojatnost pojave događaja (opasnosti)

	Vjerojatnost	Definicija
1	Neznatno	Događaj se može pojaviti, ali samo u iznimnim okolnostima Nema povijesti događanja.
2	Malo vjerojatno	Događaj se može pojaviti pod određenim okolnostima. Nema povijesti događanja.
3	Vjerojatno	Događaj se može povremeno pojaviti. U povijesti postoje znakovi upozorenja ili postoji povijest događaja.
4	Vrlo vjerojatno	Događaj će se vjerojatno dogoditi. Neki događaji se ponavljaju, prisutni su povijesni podaci.
5	Gotovo sigurno	Događaj dešava redovito pod gotovo svim okolnostima. Redovito su prisutni povijesni podaci

Tablica 2 Posljedice pojave događaja (opasnosti)

	Posljedica	Definicija
1	Neznatna	Nema posljedica po zdravlje ljudi
2	Mala posljedica	Manje posljedice po zdravlje ljudi, bez medicinskog tretmana
3	Umjerena posljedica	Posljedice po zdravlje ljudi koji mogu završiti jednostavnim medicinskim tretmanom, bez hospitalizacije
4	Velika posljedica	Posljedice po zdravlje ljudi s ozbiljnim medicinskim tretmanom, hospitalizacija
5	Kritične posljedice	Katastrofične posljedice po zdravlje ljudi, smrt

2.3.2 Ocjena rizika (evaluacija rizika)

Tablica 3 Matrica razine rizika

		Vjerojatnost pojave događaja (V)				
		Neznatno [1]	Malo vjerojatno [2]	Vjerojatno [3]	Vrlo vjerojatno [4]	Gotovo sigurno [5]
Posljedica (P)	Neznatna	1	2	3	4	5
	Mala posljedica	2	4	6	8	10
	Umjerena posljedica	3	6	9	12	15
	Velika posljedica	4	8	12	16	20
	Kritične posljedice	5	10	15	20	25

Razina inicijalnog rizika je funkcija vjerojatnosti pojave događaja i posljedica za zdravlje ljudi. Pri tome se rizik klasificira kao:

Slika 3 Kategorizacija rizika

Razina rizika	< 6 Mali (nizak)	7- 9 Srednji (umjeren)	10-15 Visok	>15 Vrlo Visok
---------------	------------------------	------------------------------	----------------	----------------------

Kroz dvostruku analizu rizika (inicijalni i rezidualni rizik) moguće je odrediti stupanj nesigurnosti i izloženost riziku prije i nakon primjene kontrolnih mjera.

2.4 Nadzor nad rizicima

2.4.1 Identifikacija mjera za ublažavanje rizika

Za sve početne rizike utvrđuju se postojeće kontrolne mjere. Nakon utvrđivanja postojećih kontrolnih mjera ocjenjuje se njihova učinkovitost te pristupa se ponovnoj procjeni rizika. Ukoliko postojeće kontrolne mjere nisu sposobne same ublažiti rizike na prihvatljivu razinu određuje se kombinacija dodatnih kontrolnih mjera koje će u sinergiji s postojećim mjerama potpuno ukloniti opasnosti ili ih smanjiti na prihvatljivu razinu.

2.4.2 Validacija mjera za ublažavanje rizika

Prije implementacije kontrolnih mjera provodi se validacija kontrolnih mjera. Ukoliko je kontrolna mjera učinkovita uvrštava se u operativni plan nadzora, u suprotnom slučaju potrebno je ponovno odabrati i procijeniti kontrolne mjere. Validacija se provodi uzimanjem uzoraka prerađene vode nakon primjene kontrolnih mjera. Uzorci za analizu se šalju ovlaštenim i akreditiranim laboratorijima ili se analiziraju u internom laboratoriju javnog isporučitelja. Analitička izvješća se uzimaju kao relevantni dokazi.

2.5 Operativni nadzor nad mjerama za ublažavanje rizika

Kontrolne mjere se kategoriziraju prema prioritetima (vidi Sliku 3.) Za svaku opasnost koja je kategorizirana kao značajna (srednji, visok i vrlo visok rizik) definiraju se metode operativnog nadzora. Kao kriterij za odabir metoda operativnog nadzora važan je zahtjev za brzim odazivom, tj. koriste se one metode nadzora koje daju brze rezultate. U Zagorskom vodovodu, operativni nadzor nad kontrolnim mjerama moguće je preko pratiti preko Nadzornog upravljačkog sustava (NUS-koji nam pruža podatke o razinama rezidualnog klora za svaki pojedini objekt u distribucijskom sustavu).

2.6 Popravne radnje

Definiraju se popravne radnje koje će se provoditi kad rezultati praćenja ukazuju na gubitak kontrole nad kontrolnim mjerama i osoba odgovorna za provođenje popravnih radnji.

2.7 Verifikacija

Svrha verifikacije je provjera učinkovitosti operativnog plana nadzora te potvrda da su kontrolne mjere provedene. Verifikacija sustava se provodi prema periodičkim planovima.

2.8 Dokumentacija

Dokumentacija sustava uključuje detaljne opise vodoopskrbnog sustava, procjenu rizika, validacijske i nadzorne postupke, analitičke izvještaje, verifikacijske planove, postupke u slučaju incidentnih situacija te zapise o provedenim nadzorima.



3. REZULTATI I RASPRAVA

Na izvorištu Lobor voda se zahvaća iz površinskog vodotoka Reka, kaptaza Šumeci, Škrabotnik, Koprivnjak, te bunara Lo-1, LoNZ-1 i Lo-5. Voda iz površinskog vodotoka – potok Reka zajedno sa vodom iz bunara Lo-1 i LoNZ1 odvodi se na taložnice gdje se odstranjuju grubi dijelovi prisutni u vodi (lišće, granje, pijesak) te zatim cjevovodom odlazi na filtriranje. Voda iz kaptaza se sakuplja u prekidnu komoru odakle se cjevovodom dovodi također na filtarska polja.

Uzorci sirove vode na izvorištu Lobor uzeti su iz svih kaptaza, bunara i površinskog vodotoka od strane ovlaštenog i akreditiranog laboratorija.

Uzeti su uzorci analizirani su na parametre za koje se smatralo da nisu sukladni sa zakonskom regulativom: na bunaru LoNZ1, potoku Reka – površinski vodotok, na zvjezdastom kanalu izlaza iz taložnice, kaptazi Koprivnjak, kaptazi Krvavi Zdenac i bunaru Lo5.

Uzorci sirove vode na bunarima LoNZ1 i Lo5 su bili sukladni zakonskoj regulativi, kaptaze Koprivnjak i Krvavi Zdenac su bili nesukladni na mikrobiološke opasnosti, a Krvavi Zdenac i na kemijske opasnosti zbog povećane koncentracije željeza.

Nakon dobivenih rezultata moglo se je pristupiti detaljnoj identifikaciji opasnosti te posljedično utvrđivanjem događaja koji mogu dovesti do pojave opasnosti. Neki od identificiranih mogućih opasnih događaja koji će dovesti do pojave opasnosti su: vremenski uvjeti (topljenje snijega, kiša), prolazak traktora te gospodarskih i drugih vozila preko potoka, lešine od životinja, truljenje lišća, biljaka ili drva, različita zagađenja vode uslijed djelovanja ljudi (izlijevanje boja), fekalije životinja, itd..

Mikrobiološke opasnosti koje se mogu pri tome mogu očekivati su prisutnost bakterije Clostridium perfringens, Enterokoka, Escherichie coli, paraziti i virusi, pojava plijesni i kvasaca, moguća indikacija na pojavu ukupnih koliformnih bakterija i porast ukupnog broja kolonija aerobnih mezofilnih bakterija (22°C i 36°C). Također je moguće očekivati prisutnost ugljikovodika (mazivih ulja, nafte), radi gospodarskih aktivnosti. Očekivane fizičke opasnosti su fine i krute čestice, mulj, prašina, staklo kamenje, pijesak itd..

Isti postupak je primijenjen i na ostale dijelove distribucijske mreže vodoopskrbnog sustava Lobor. Nakon kloriranja i distribucije prerađene vode kroz vodoopskrbnu mrežu pažnju u identifikaciji opasnosti je potrebno posvetiti infrastrukturi i vodoopskrbnim objektima te njihovom utjecaju na pojavu opasnosti.

Uzorci vode za analizu uzeti su na različitim spremnicima i vodoopskrbnoj mreži iz razvodnog sustava kako bi se identificirale moguće opasnosti ili potvrdila da je njihova prisutnost na prihvatljivim razinama.

Značaj uzorkovanja prerađene vode u ovoj fazi je važna, jer je zbog kompleksnosti distribucijske mreže i mnogobrojnih infrastrukturnih vodoopskrbnih objekata moguća kontaminacija različitim opasnostima tijekom distribucije.

Tijekom distribucije pažnju treba posvetiti nekima od slijedećih mogućih događaja i povezanim opasnostima: kontaminacija prerađene vode opasnostima sa stjenki (Pseudomonas aeruginosa) i stropova vodoopskrbnih objekata, razina rezidualnog klora nakon kloriranja u vodoopskrbnim objektima i distribucijskoj mreži, lomovima kontrolnih svjetiljki (staklo), ostacima sredstava za pranje komora, migracijama azbesta sa starih azbestno-cementnih cijevi (silikati), migracije PVC polimera iz PVC, PEHD cijevi (ugljikovodici), itd.

Kontrolne mjere koje mogu pridonijeti redukciji opasnosti na prihvatljivu razinu su redovito provođenje osnovnih, higijensko tehničkih mjera (preduvjetnih programa), kao i održavanje dobrog stanja infrastrukture. Stariji, neodržavani objekti podložni su učestalijim pojavama opasnih događaja te posljedično introdukcijama opasnosti.



Nakon uzorkovanja te ištčitanja analitičkih izvještaja pristupa se procjeni rizika.

Procjena inicijalnih rizika je ukazala je na očekivano visok stupanj nesigurnosti, jer se bez primjene kontrolnih mjera može očekivati ugroza po zdravlje ljudi.

Slika 4 Procjena rizika za izvorište Lobar

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
1.1	Zahvatnice vode izvorima u Lobaru	Izvorima u Lobaru	voda iz izvorišta	K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica					
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica			
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica
				K	Kritična opasnost	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica	Kritična granica

Razina inicijalnog rizika prije primjene kontrolnih mjera kretala su se u rasponu od srednjeg rizika (6-9) do vrlo visokog rizika (> 15).

Razina rezidualnog rizika je nakon primjene postojećih i dodatnih kontrolnih mjera je značajno smanjenja i kreće se u rasponu od malog rizika (3) do niskog srednjeg rizika (8).

Neke od kontrolnih mjera koje se primjenjuju su: zatvaranje ventila nakon što je izmjerena mutnoća na otvorenom zahvatu, dezinfekcija klorom, kontrola razine klora tijekom doziranja, redovito čišćenje i pranje komora te provođenje preduvjetnih programa prema periodičkim planovima, kontrola prisutnosti teških metala, filtriranje i odstranjivanje krutih čestica korištenjem usisne košare s rešetkama, ispiranje nakon primjene sredstava za pranje komore, kontrola prisutnosti koncentracije silikata u prerađenoj vodi, kontrola prisutnosti ugljikovodika kao indikatora organskih kontaminanata, zamjena cjevovoda i ispiranje nakon izvedenih radova, itd.

Validacijom (prihvaćanjem) ovih kontrolnih mjera te njihovom implementacijom i uvrštavanjem u operativni plan nadzora osiguravamo kontinuiranu kontrolu rizika u vodi za ljudsku potrošnju. Validacija uključuje provjeru učinkovitosti kontrolnih mjera te se nikako ne smije miješati s operativnim monitoringom kojim se dokazuje učinkoviti rad validirane mjere za kontrolu rizika

Uspostava plana sigurnosti vode za ljudsku potrošnju posljedica je odabira validiranih kontrolnih mjera.

Slika 5 Plan sigurnosti vode za ljudsku potrošnju Lobar

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Lobar	Wsk nisk	Zahvatnice vode izvorima u Lobaru	Prijem, Sponak, Muzon	Preporučena vremenitih voda (dnevni unos, litra)	Zatvaranje ventila nakon što je izmjerena mutnoća na otvorenom zahvatu > 30 NTU	20 NTU	Turbidimetrija	Automatski turbidimetar	Učestalost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Zatvaranje uzlaza vode iz otvorenoh zahvata, obnavljanje radnog režima u Gradskom	Kontrola mjerenja mutnoće	OB-13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	Radnici na izvorištu, Poslovnice izvorišta						
	Wsk nisk	Zahvatnice vode izvorima u Lobaru	Nulti dotaz	Zatvaranje od otvaranja vjela iz izvora	Zatvaranje ventila, ispiranje vodopropisne mreže i odjekata	Preporučena vremenitih voda (dnevni unos, litra)	ANALIZA TOC	Analizator TOC-a	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Zatvaranje ventila, ispiranje vodopropisne mreže i odjekata	Kontrola mjerenja	OB-13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	Radnici na izvorištu, Poslovnice izvorišta							
	Wsk nisk	Zahvatnice vode izvorima u Lobaru	Zajec	Obilježavanje i praćenje dolazne vode (PZOZ)	Samnja vanja koncentracija željeza (preporučena u sadržaj u odjeljku izvora vodopropisna)	4 mg/l	Analiza svinne vode iz isplave baze stana	Dražalni laboratorij	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Zatvaranje uzlaza vode iz vodne komore, obnavljanje radnog režima u Gradskom	Kontrola mjerenja	OB-13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	Radnici na izvorištu, Poslovnice izvorišta							
	Wsk nisk	Talicanje	Prijem, Sponak, Muzon	Prijem kopirnih materijala kao posljedica talicanja (mrtvi)	Zatvaranje ventila, kontinuirano praćenje i mjerenje mutnoće	4 NTU	Turbidimetrija	Automatski turbidimetar	Učestalost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Zatvaranje uzlaza vode iz vodne komore, obnavljanje radnog režima u Gradskom	Kontrola mjerenja mutnoće	OB-13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	Radnici na izvorištu, Poslovnice izvorišta						
	Wsk nisk	Filtriranje	Prijem, Sponak, Muzon	Prilivak i bušnje koji dolaze, bušnje koje su isprazne, prijem, Sponak i Muzon	Zatvaranje prijemne opasnosti, ispiranje i odobavljanje kopirnih čestica	4 NTU	Turbidimetrija	Automatski turbidimetar	Učestalost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Zatvaranje uzlaza vode iz vodne komore, obnavljanje radnog režima u Gradskom	Kontrola mjerenja mutnoće	OB-13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	Radnici na izvorištu, Poslovnice izvorišta						
	Wsk nisk	Dezinfekcija klorom, distribucija vode kroz vodopropisnu mrežu	M. S. Edukativna centar, Edukativni centar, Edukativni centar, Edukativni centar, Edukativni centar, Edukativni centar	Kontaminacija svinne vode (preporučena u sadržaj u odjeljku izvora vodopropisna)	Dezinfekcija svinne vode (preporučena u sadržaj u odjeljku izvora vodopropisna)	0,5 mg/l + 0,5 mg/l	Dezinfekcija klorom Cl ₂	Automatski doziranje	Učestalost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Ispravnost	Dezinfekcija uzlaza vode iz vodne komore, obnavljanje radnog režima u Gradskom	Kontrola prisutnosti klorina	OB-13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100	Radnici na izvorištu, Poslovnice izvorišta						

Planom sigurnosti vode za ljudsku potrošnju utvrđeno je što se prati (vrsta opasnosti), kako se prati (metoda nadzora), koliko često se prati (učestalost), gdje se prati (mjesto), tko će pratiti (odgovorna)



osoba), tko će analizirati (verifikacija učinkovitosti kontrolnih mjera od ovlaštenog i akreditiranog laboratorija) te tko dobiva krajnji rezultat (odgovorna osoba za verifikaciju).

4. ZAKLJUČAK

Uzorkovanje vode i laboratorijski pronalasci ključni su čimbenici pri odluci o odabiru i primjeni mjera za upravljanje rizicima u vodi za ljudsku potrošnju.

Uzorkovanje je nužno učiniti pravilno, uz prisustvo ovlaštenog i akreditiranog ispitnog laboratorija kako bi se osigurala vjerodostojnost postupka i točnost dobivenih analitičkih rezultata.

Uzorkovanje ograničuje točnost cijeloga analitičkog postupka a naročito je izraženo pri analizi velike količine vode. Sastav uzorka mora po sastavu sličiti cijeloj masi drugih uzoraka skupljenih zajedno. Uzorak vode je jednokratno uzeta količina vode, na jednom mjestu, na propisani način, u svrhu laboratorijske analize.

Prilikom uzimanja uzoraka moguće su pogreške. Pogreške pri uzorkovanju mogu biti sustavne ili slučajne. Sustavne pogreške mogu se izbjeći pažljivim radom, umjerenjem uređaja i pravilnom primjenom standarda, slijepih proba i referentnih materijala.

Pouzdanost rezultata analize ne može biti veća od pouzdanosti uzorkovanja, a analiza nereprezentativnih uzoraka gubitak je vremena i truda.

Uzorci sirove vode sadrže potencijalne opasnosti te je na osnovu toga moguće utvrditi opasne događaje koji mogu dovesti do njihove pojave.

Ako su u uzorcima prerađene vode utvrđene mikrobiološke, kemijske ili fizičke opasnosti, moguće je pretpostaviti ili utvrditi opasne događaje koji su doveli do njihove pojave te definirati dodatne mjere za njihovo uklanjanje ili redukciju na prihvatljivu razinu.

Ako uzorci prerađene vode sadrže opasnosti u prihvatljivim razinama, moguće validirati učinkovitost kontrolnih mjera za ublažavanje rizika.

Metoda za procjenu rizika treba biti jasna i imati definirane kriterije za analizu i ocjenu rizika.

Tim sigurnosti vode za ljudsku potrošnju mora poznavati metodologiju procjene rizika i sastojati se od iskusnih stručnjaka.

Osnova učinkovite procjene rizika je identifikacija opasnosti i opasnih događaja, pri tome uvijek treba imati na umu da su opasnosti mikrobiološke, kemijske ili fizičke tvari ili agensi koji mogu izazvati štetni učinak na zdravlje, a opasni događaj je aktivnost ili okolnost koja može dovesti do pojave opasnosti u vodi za ljudsku potrošnju.

Dvostrukom procjenom rizika upoznajemo se s razinom inicijalnog i rezidualnog rizika, što nam pomaže da shvatimo kakav je stvaran rizik za zdravlje potrošača ukoliko mjere za kontrolu rizika nisu implementirane i učinkovito nadzirane operativnim planom nadzora te koja je razina rizika preostala nakon provođenja kontrolnih mjera.

Svaku procjenu rizika treba redovito pregledavati i ažurirati obzirom na trenutno stanje vodoopskrbnog sustava.

Svaka incidentna situacija je rezultat neprovođenja operativnog plana nadzora ili pojave novih opasnosti uslijed događaja koji nisu bili identificirani.

Pojava incidentne situacije zahtjeva ponovnu procjenu rizika i validaciju kontrolnih mjera.



LITERATURA

Knjiga/Book:

- [1] J Terrence Thompson ...[et al.], *Chemical safety of drinking water: assessing priorities for risk management*, World Health Organization, Geneva 2007.
- [2] *Water safety plan manual: step by step risk management for drinking water suppliers.*, World Health Organization, Geneva 2009.
- [3] S.B. Somani, N.W. Ingole *Alternative approach to chlorination for disinfection of drinking water*, International Journal of Advanced Engineering Research and Studies, 2011
- [4] D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, *Osnove analitičke kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 1999
- [5] *Guidelines for drinking-water quality - 4th ed.*, World Health Organization, Geneva 2011.
- [6] *Sigurnost opskrbe vodom za piće – Smjernice za upravljanje rizikom i krizom – 2. dio: Upravljanje rizikom (HR EN 15975-2:2013)*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2013.
- [7] *Zakon o vodi za ljudsku potrošnju*, Narodne novine 56/13, 64/15, 104/17, 115/18.
- [8] *Pravilnik o parametrima sukladnost, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe*, Narodne novine 125/2017.