



L. Zadrović*

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Trg Marka Marulića 19
10 000 Zagreb

Zdravstvena ispravnost vode za ljudsku potrošnju u razdoblju od 2019. do 2023. godine u Republici Hrvatskoj

1. Uvod

Ljudska potreba za vodom, a pogotovo za onom pitkom, u svakodnevnom je porastu. Ta se potreba iskazuje ponajprije radi činjenice da je broj stanovnika na Zemlji u svakodnevnom porastu, zatim zbog ubrzanje urbanizacije, industrijskog razvoja te neracionalne potrošnje.¹

Čista voda osigurava zdravlje, prehranu, energiju i rekreaciju te je neizostavni dio svakodnevnog života. Nažalost, u posljednja dva stoljeća kvaliteta vode se sustavno narušava. Onečišćenje i ekstremni vremenski uvjeti, poput suša, obilnih kiša, poplava i oluja, svake godine utječu na milijune ljudi i uzrokuju velike ekonomske gubitke. Predviđa se da će u narednim desetljećima rast populacije, kao i ubrzani ekonomski razvoj te intenzivne klimatske promjene, dodatno povećati pritisak na vodne resurse, a s time u vidu i povećati rizik od nestašica, poplava i onečišćenja.²

Jedan od ključnih preduvjeta za dobrobit društva jest zdravstveno ispravna voda. Bitno je napomenuti da se vodom mogu prenijeti mnogi uzročnici zaraznih bolesti koji posljedično mogu dovesti do crijevnih infekcija. Takve bolesti uzrokuju mikroorganizmi koji potječu iz ljudskih ili životinjskih fekalija, a u vodu dospijevaju kad se onečišćenje fekalnim materijalom infiltrira u sustav vodoopskrbe. U slučaju javnih vodovoda, takvo onečišćenje može uzrokovati masovne epidemije. Opasnost od prijenosa bolesti putem vode ovisi o vrsti patogena, broju ljudi koji su upotrebljavali onečišćenu vodu te njihovoj osjetljivosti na infekcije. Također, među glavnim uzrocima onečišćenja nalaze se loša sanitarna infrastruktura, ispuštanje otpadnih voda u rijeke i jezera, nedostatak sustavne opskrbe pitkom vodom te primjena nepropisnih metoda gnojenja poljoprivrednih površina. Ti problemi i dalje predstavljaju ozbiljan izazov za javno zdravstvo, osobito u siromašnijim regijama.³

Kad se govori o uzročnicima zaraznih bolesti važno je istaknuti bakteriju *Escherichia coli* (*E. coli*). Naime, *E. coli* je bakterija iz porodice enterobakterija i prirodno je prisutna u ljudskim crijevima kao dio normalne mikroflore. Međutim, u određenim okolnostima može se prekomjerno razmnožiti i izazvati infekciju. Takve infekcije mogu zahvatiti različite organe i tkiva, a *E. coli* je ujedno i najčešći uzročnik bakterijskih infekcija kod ljudi među svim enterobakterijama.⁴ Nadalje, *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) jest bakterija koja je česti uzročnik brojnih infekcija poput infekcije mokraćnog i respiratornog sustava, krvi i kože. Vrlo je rasprostranjena u tlu, vodi te organskim tvarima prilikom raspada. Prilagodljiva je uvjetima s malom dostupnosti hranjivih tvari te se vrlo lako razmnožava u vodi s niskom koncentracijom otopljenih spojeva.⁵ Također, jedan od pokazatelja mogućeg fekalnog onečišćenja vode je i bakterija *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*).

To je gram-pozitivna bakterija koja može preživjeti u nepovoljnim uvjetima zahvaljujući sposobnosti stvaranja spora, a ne treba kisik za život, što je čini posebno otpornom. Iako se prirodno nalazi u crijevima ljudi i toplokrvnih životinja (u 13 – 35 % slučajeva), u usporedbi s *E. coli* i enterokokima, izlučuje se u znatno manjem broju. Zbog toga njezina prisutnost u vodi, osobito ako nema *E. coli* ili enterokoka, može ukazivati na starije ili povremeno onečišćenje fekalijama. Spore *C. perfringens* iznimno su otporne i mogu preživjeti u nepovoljnim uvjetima poput visokih temperatura, promjena pH, UV zračenja i sredstava za dezinfekciju. Zbog te otpornosti često se upotrebljavaju za provjeru učinkovitosti obrade vode za piće.⁶

Osnovni cilj vodoopskrbe je prerada vode da bi bila zdravstveno ispravna i u skladu s važećim propisima. Ključni dio toga je dezinfekcija, kojom se uklanja ili smanjuje broj štetnih mikroorganizama na sigurnu razinu. Može se reći da danas postoji više metoda dezinfekcije, a najčešće se upotrebljavaju klorini preparati, UV zrake i ozon. Pri izboru metode važno je uzeti u obzir tehničke mogućnosti, troškove i sposobnost sredstva da i nakon prerade zadrži zaštitno djelovanje dok voda ne stigne do potrošača.⁷

Zakonski okvir koji uređuje zdravstvenu ispravnost vode namijenjene ljudskoj potrošnji u Republici Hrvatskoj definiran je Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju (NN 30/2023).⁸ Na temelju navedenog Zakona donijet je Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namijenjene za ljudsku potrošnju (NN 64/2023, 88/2023).⁹ kojim se uređuje opseg ispitivanja, učestalost provođenja analiza te broj uzoraka, a sve u skladu s količinom isporučene vode. Drugim riječima voda koja se isporučuje krajnjim potrošačima, s obzirom na kvalitetu, mora udovoljavati odredbama spomenutog Pravilnika.

Radi zaštite zdravlja stanovništva, kvaliteta vode u javnom vodoopskrbnom sustavu redovito se nadzire kroz više razina kontrola. Prvu razinu čini samokontrola, koju provode javni isporučitelji vodnih usluga (JIVU) da bi osigurali sukladnost s propisanim standardima. Državni monitoring, kojim upravlja Hrvatski zavod za javno zdravstvo, dodatno osigurava sustavno praćenje kvalitete vode, a provode ga županijski zavodi za javno zdravstvo i Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Stampar. Uz to, službene kontrole provode sanitarni inspektori Ministarstva zdravstva, čime se osigurava usklađenost s važećim zakonskim propisima i jamči sigurnost vode za ljudsku potrošnju.¹⁰

U ovom radu su prikazani podatci o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj (RH) u razdoblju od 2019. do 2023. godine, koji su preuzeti iz izvještaja o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u RH od strane Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo.¹¹ Podatci o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju prikazani su s obzirom na parametre zdravstvene ispravnosti (mikrobiološke i fizikalno-kemijske), koji su proizašli iz monitoringa vode za ljudsku potrošnju iz distribucijske mreže – javne vodoopskrbe.

* Lovro Zadrović
e-pošta: zadrovic@gmail.com

2. Voda za ljudsku potrošnju

Prema važećem Zakonu zdravstveno ispravna voda za ljudsku potrošnju mora biti mikrobiološki i kemijski sigurna, što znači da ne smije sadržavati štetne mikroorganizme, parazite ili tvari u koncentracijama koje bi mogle ugroziti zdravlje ljudi. Također, mora ispunjavati propisane parametre kvalitete i biti podložna sustavnom nadzoru i kontroli.

2.1 Mikrobiološki parametri zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju

Jedan od najvažnijih zahtjeva, kad se govori o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju, jest osigurati da je ista mikrobiološki ispravna. Prilikom nadzora kvalitete mikrobiološke ispravnosti vode važno je obratiti pozornost na osnovne parametre koji se upotrebljavaju za procjenu kvalitete vode namijenjene za ljudsku potrošnju.⁹ Spomenuti parametri odnose se na određivanje ukupnih koliformnih bakterija i bakterije *E. coli*. S obzirom na navedene mikroorganizme može se utvrditi razina fekalnog onečišćenja te prisustvo drugih bakterija u vodi. Također se prati prisutnost bakterije *Pseudomonas aeruginosa*, čestog uzročnika infekcija, koja se lako prilagođava i razmnožava u vodi siromašnoj hranjivim tvarima.^{5,12}

2.2 Fizikalno-kemijski parametri zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju

Da bi se, prema Pravilniku⁹, osigurala ispravnost vode za ljudsku potrošnju, bez obzira na njezino podrijetlo, potrebno je provesti analize koje potvrđuju usklađenost s fizikalno-kemijskim standardima.

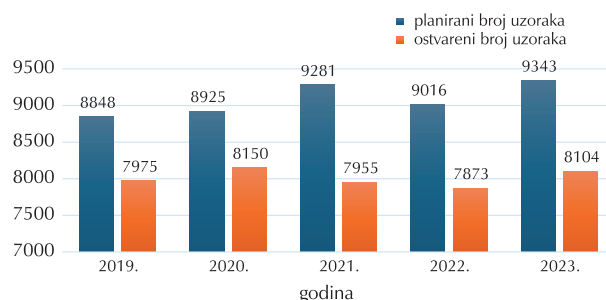
Fizikalni parametri uključuju okus, miris, boju, temperaturu, mutnoću, alkalnost, vodljivost i tvrdoću vode. S druge strane, kemijski parametri obuhvaćaju slobodni rezidualni klor, pH vrijednost, utrošak kalijeva permanganata (KMnO_4), kloride, amonij, organske spojeve, fluoridi, ukupne otopljene čvrste tvari, metale i nutrijent. Te analize ključne su za procjenu kvalitete vode i njezinu sigurnost za ljudsku potrošnju.

3. Rezultati i rasprava

3.1. Monitoring vode za ljudsku potrošnju iz distribucijske mreže u razdoblju od 2019. do 2023. godine u RH

Prema izvještajima o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u RH, u razdoblju od 2019. do 2023. godine, razvidni su podatci koji se odnose na planirani broj uzoraka monitoringa vode za ljudsku potrošnju iz svih javnih vodovoda te ukupan broj ostvarenih uzoraka za promatrano razdoblje. Naime, plan monitoringa vode za ljudsku potrošnju radi se svake godine. On se temelji na zakonski propisanim smjernicama izračuna broja uzoraka za provedbu monitoringa, koji se odnose na parametre skupine A i B iz priloga II. Pravilnika. Na slici 1 prikazani su podatci o monitoringu vode za ljudsku potrošnju iz javne distribucijske mreže, koji se odnose na planirani i ostvareni broj uzoraka za pojedinu godinu unutar promatranog razdoblja.

Kao što se može primijetiti, na temelju podataka iz izvještaja o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2019. do 2023. godine, uočava se kontinuiran nesrazmjer između planiranog i ostvarenog broja uzoraka unutar nacionalnog monitoringa. Iako je broj planiranih uzoraka iz godine u godinu rastao s 8848 u 2019. na 9343 u 2023. godini, ostvareni broj ostao je niži svake godine. Prema podacima iz izvještaja takav trend jasno upućuje na sustavan problem u provedbi monitoringa, a jedan od ključnih razloga može se povezati s nedostatnim financiranjem od strane nadležnih žu-



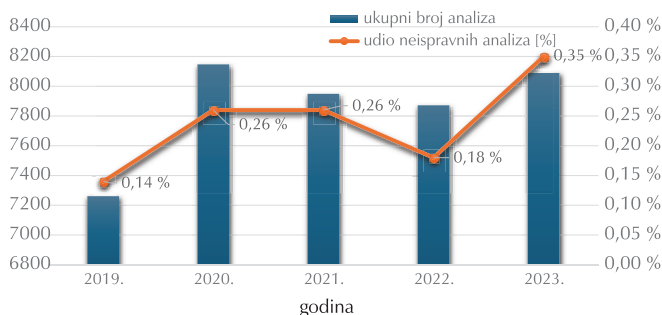
Slika 1 – Planirani i ostvareni broj uzoraka u razdoblju 2019. – 2023. godine^{10,11,15-17}

panijskih tijela, koja su odgovorna za osiguravanje sredstava za uzorkovanje i analize. S obzirom na navedeno može se reći da manji broj uzoraka može dovesti do otežanog uočavanja problema u kvaliteti vode.

3.2. Uzroci neispravnosti vode u razvodnoj mreži u javnoj vodoopskrbi u RH u razdoblju od 2019. do 2023. godine

U tablici 1 prikazani su uzroci neispravnosti vode u razvodnoj mreži u javnoj vodoopskrbi u RH u razdoblju od 2019. do 2023. godine s obzirom na mikrobiološke parametre. Vrijednosti u tablicama prikazane su u postotku neispravnih uzoraka u odnosu na ukupno analizirane. Također, u zagradi se nalazi broj neispravnih analiza u odnosu na ukupan broj analiza radi transparentnosti. Kao što se može primijetiti, tijekom promatranog razdoblja od 2019. do 2023. godine, uočene su određene fluktuacije u udjelu mikrobiološki neispravnih uzoraka vode za ljudsku potrošnju u distribucijskoj mreži u Republici Hrvatskoj, unatoč tome što svi promatrani mikrobiološki parametri prema važećem Pravilniku imaju maksimalno dopuštenu koncentraciju (MDK) od 0 u 100 ml.

Jedan od mikrobioloških uzroka neispravnosti vode u razvodnoj mreži u javnoj vodoopskrbi u promatranom razdoblju jest *E. coli*. *E. coli* je gram-negativna štapičasta bakterija veličine od 0,5 do 2,5 μm , koja pripada skupini koliformnih bakterija. Prirodno nastanjuje probavni sustav ljudi i toplokrvnih životinja, ali istodobno spada među najčešće uzročnike infekcija. U fekalijama čini 90 – 99 % ukupnih koliformnih bakterija,¹³ što je čini ključnim indikatorom fekalnog onečišćenja. Razlikuje se nekoliko patogenih vrsta *E. coli* poput enteropatogene *E. coli* (EPEC), enterotoksigene *E. coli* (ETEC), enteroinvazivne *E. coli* (EIEC), enteroagregativne *E. coli* (EAggEC), enterohemoragične *E. coli* (EHEC) i enteroadherentne *E. coli* (EAEC). No kad se govori o najčešćem uzročniku povezanim s bolestima koje se prenose vodom, najčešće se misli na enterohemoragičnu *E. coli*, poznatu i pod nazivom *Escherichia coli* O157.¹⁴ Iz tablice 1 razvidno je kako udio neispravnih analiza za *E. coli* pokazuje oscilacije tijekom promatranog razdoblja. No, ukupni trend ukazuje na porast, slika 2.



Slika 2 – Udio neispravnih uzoraka vode zbog prisutnosti *E. coli* u razdoblju 2019. – 2023. godine^{10,11,15-17}

Tablica 1 – Uzroci neispravnosti vode u razvodnoj mreži u javnoj vodoopskrbi u RH u razdoblju od 2019. do 2023. godine – Mikrobiološki parametri^{10,11,15-17}

Parametar	Mjerna jedinica	MDK	Godina				
			2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
<i>Escherichia coli</i>	broj/100 ml	0	0,14 % (10/7261)	0,26 % (21/8147)	0,26 % (5/7949)	0,18 % (14/7872)	0,35 % (28/8089)
Enterokoki	broj/100 ml	0	0,24 % (19/7975)	0,28 % (23/8147)	0,28 % (7/7949)	0,17 % (17/7872)	0,36 % (29/8089)
<i>Clostridium perfringens</i>	broj/100 ml	0	0,12 % (7/5822)	0,05 % (3/6492)	0,05 % (3/7949)	0,06 % (3/5226)	0,25 % (14/5664)

Tablica 2 – Uzroci neispravnosti vode u razvodnoj mreži u javnoj vodoopskrbi u RH u razdoblju od 2019. do 2023. godine – Kemijski parametri^{10,11,15-17}

Parametar	Mjerna jedinica	MDK	Godina				
			2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
klorati	µg l ⁻¹	400	0	0	0	0,05 % (2/4332)	0
kloriti	µg l ⁻¹	400	0,1 % (6/5752)	0,08 % (4/4729)	0,08 % (3/4441)	0,12 % (5/4330)	0
arsen	µg l ⁻¹	10	6,3 % (336/5263)	0,36 % (20/5489)	0,36 % (3/5179)	0,06 % (3/4738)	0,08 % (4/4800)
bor	mg l ⁻¹	1	0,28 % (2/711)	0,29 % (2/687)	0,29 % (2/699)	0,19 % (1/682)	0
nikal	mg l ⁻¹	20	0	0,14 % (1/696)	0,14 % (1/699)	0	0
trihalometani (ukupni)	µg l ⁻¹	100	0	0	0,14 % (1/667)	0	0
olovo	µg l ⁻¹	10	0,14 % (1/711)	0,29 % (2/696)	0,29 % (2/669)	0,43 % (3/682)	0,75 % (4/689)

U 2019. godini udio pozitivnih uzoraka iznosio je 0,14 %, da bi se u 2020. udvostručio na 0,29 %. Ista razina zadržana je i 2021. godine. U 2022. zabilježen je pad na 0,18 %, no već 2023. godine udio raste na najvišu vrijednost u razdoblju i to na 0,35 %. Taj porast može ukazivati na potencijalne probleme u sustavu vodoopskrbe, poput onečišćenja fekalnim materijalom.

Trend prisutnosti enterokoka također varira kroz godine, tablica 1. Početna vrijednost iz 2019. iznosila je 0,24 %, a zatim dolazi do blagog porasta u 2020. (0,28 %), koji se zadržava i 2021. godine. U 2022. slijedi pad na 0,17 %, no kao i kod *E. coli*, 2023. dolazi do naglog porasta na 0,36 %, što je najviša zabilježena vrijednost u analiziranom razdoblju.

Za razliku od prethodna dva pokazatelja, *Clostridium perfringens* pokazuje znatnije oscilacije, tablica 1. Nakon početne vrijednosti od 0,12 % u 2019., slijedi pad u 2020. i 2021. godini (0,05 %) te blagi porast 2022. (0,06 %). Međutim, 2023. dolazi do značajnog porasta pozitivnih uzoraka na 0,25 %, što predstavlja više nego četverostruko povećanje u odnosu na prethodnu godinu.

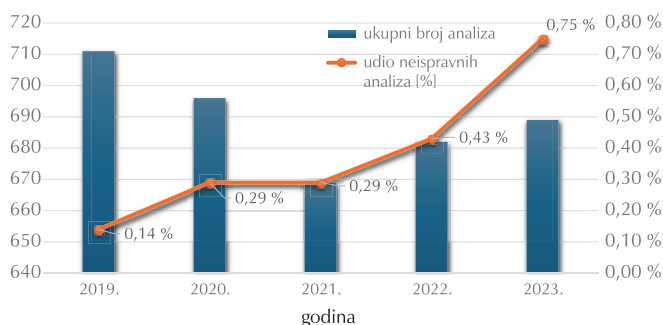
Prema važećem Pravilniku⁹ kemijski parametri kvalitete vode obuhvaćaju analizu različitih kemijskih tvari i spojeva koji mogu utjecati na zdravstvenu ispravnost vode za ljudsku potrošnju. Praćenje kemijskih parametara u vodi vrlo je važno da bi se pravodobno moglo odrediti potencijalno kemijsko onečišćenje, koje može dovesti do negativnih zdravstvenih posljedica. U tablici 2 prikazani su uzroci neispravnosti vode u razvodnoj mreži u javnoj vodoopskrbi u RH u razdoblju od 2019. do 2023. godine s obzirom na kemijske parametre. Kako se može primijetiti, tijekom promatranog razdoblja mogu se uvidjeti promjene u vrijednostima kemijskih parametara vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj, pri čemu se mogu uočiti različiti trendovi ovisno o po-

jedinom spoju. Kod većine parametara može se uočiti stabilnost ili blago poboljšanje u kakvoći vode. Klorati, primjerice, nisu zabilježeni kao uzrok neispravnosti tijekom većeg dijela promatranog razdoblja, osim manjeg odstupanja u 2022. godini s udjelom od 0,05 % od ukupnog broja analiza. Slično se može primijetiti i za klorite, čije su vrijednosti bile niske, s blagim oscilacijama između 0,08 % (2020.) i 0,12 % (2022.), dok 2023. nije zabilježena nijedna neispravnost vezana uz ovaj spoj. Arsen je 2019. godine imao najviši udio neispravnih uzoraka (6,3 %), no već iduće godine dolazi do značajnog pada, a od 2021. nadalje zadržava se na vrlo niskim razinama ispod 0,1 %. Bor bilježi stabilnost udjela od 2019. do 2021. godine (0,28 – 0,29 %), dok se u 2022. godini bilježi smanjenje s udjelom od 0,19 %, a 2023. godine nije zabilježena nijedna neispravnost, što ukazuje na smanjenje prisutnosti tog elementa u vodoopskrbnim sustavima. Nikal je bio prisutan iznad dopuštenih vrijednosti samo tijekom 2020. (0,14 %) i 2021. godine (0,14 %), dok je u preostalim godinama bio u potpunosti u skladu s propisanim normama. Trihalometani su se pojavili samo 2021. godine s udjelom od 0,14 %.

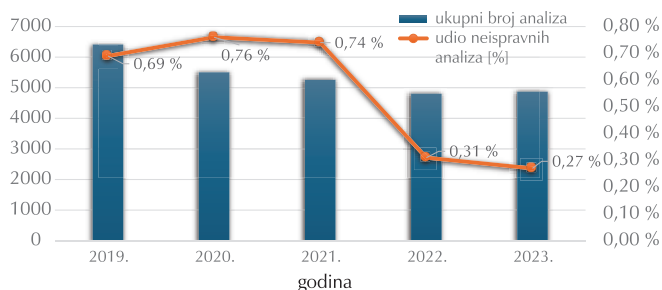
Iako se kod većine kemijskih parametara vidi pozitivna stabilizacija ili pad neispravnosti, kod olova to nije slučaj, slika 3. Kao što se može primijetiti, prisutnost olova je u javnoj vodoopskrbi kroz promatrano razdoblje rasla. U 2019. godini zabilježen je najmanji udio neispravnih uzoraka, i to 0,14 %. Već 2020. dolazi do naglog porasta na 0,29 %, koji se zadržava i u 2021. godini. U 2022. slijedi novi porast na 0,43 %, dok je 2023. zabilježena najviša vrijednost u promatranom razdoblju, odnosno 0,75 % neispravnih uzoraka. Općenito se može reći da su svi promatrani kemijski pokazatelji zabilježili najviše vrijednosti upravo u 2023. godini. U tablici 3 navedeni su indikatorski parametri u promatranom razdoblju.

Jedan od čestih uzroka neispravnosti vode za piće bila je prisutnost željeza koje je u gotovo svim godinama promatranja bilo iznad maksimalne dopuštene koncentracije, slika 4. Najveći udio neispravnih uzoraka vode zabilježen je 2020. godine

(0,76 %), dok su u ostalim godinama vrijednosti varirale između 0,31 % (2022.) i 0,74 % (2021.). Godine 2023. dolazi do smanjenja udjela prisutnosti željeza i iznosi 0,27 % od ukupnog broja uzoraka.



Slika 3 – Udio neispravnih uzoraka vode zbog prisutnosti olova u razdoblju 2019. – 2023.^{10,11,15-17}



Slika 4 – Udio neispravnih uzoraka vode zbog prisutnosti željeza u razdoblju 2019. – 2023.^{10,11,15-17}

Tablica 3 – Uzroci neispravnosti vode u razvodnoj mreži u javnoj vodoopskrbi u RH u razdoblju od 2019. do 2023. godine – indikatorski parametri^{10,11,15-17}

Parametar	Mjerna jedinica	MDK	Godina				
			2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
boja	mg/PtCo skale	20	0,09 % (7/7975)	0,09 % (7/8147)	0,03 % (2/7955)	0,01 % (1/7389)	0,04 % (3/7434)
mutnoća	NTU	4	0,36 % (29/7975)	0,43 % (35/8147)	0,48 % (38/7955)	0,18 % (14/7868)	0,28 % (23/8089)
temperatura vode	°C	25	0,09 % (7/7975)	0,07 % (6/8150)	0,09 % (7/7955)	0,11 % (9/7873)	0,17 % (14/8086)
električna vodljivost pri 20 °C	µS cm ⁻¹	2500	0	0,01 % (1/8147)	0,01 % (1/7954)	0	0
amonij	mgNH ₄ ⁺ /l	0,5	0,01 % (1/7261)	0,11 % (8/7557)	0,07 % (5/7195)	0,01 % (1/6784)	0
kloridi	mg l ⁻¹	250	0,43 % (31/7261)	0,44 % (36/8147)	0,40 % (32/7955)	0,42 % (33/7864)	0,37 % (30/8076)
koncentracija vodikovih iona	pH jedinica	6,5-8,5	0,08 % (6/7975)	0,12 % (10/8147)	0,11 % (9/7955)	0,11 % (9/7868)	0,14 % (11/8000)
aluminij	µg l ⁻¹	200	0,16 % (10/6303)	0,11 % (6/5506)	0,50 % (25/4954)	0,13 % (6/4742)	0,08 % (4/5264)
mangan	µg l ⁻¹	50	0,51 % (27/5266)	0,38 % (21/5504)	0,29 % (15/5258)	0,08 % (4/4804)	0
natrij	mg l ⁻¹	200	0,42 % (3/711)	0,43 % (3/696)	0,29 % (2/699)	0,59 % (4/682)	0,14 % (1/649)
željezo	µg l ⁻¹	200	0,69 % (44/6414)	0,76 % (42/5504)	0,74 % (39/5256)	0,31 % (15/4804)	0,27 % (13/4871)
cink	µg l ⁻¹	3000	0	0,14 % (1/696)	0	0,15 % (1/682)	0
ugljikovodici	µg l ⁻¹	50	0	0,15 % (1/684)	0	0,15 % (1/682)	0
broj kolonija na 22 °C	broj/1 ml	100	0,6 % (48/7975)	0,63 % (51/8147)	0,36 % (29/7949)	0,37 % (29/7872)	0,51 % (41/8089)
broj kolonija na 36 °C	broj/1 ml	100	0,4 % (32/7975)	0,50 % (41/8146)	0	0,42 % (33/7872)	0,42 % (34/8089)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	broj/100 ml	0	0,84 % (56/6681)	0,48 % (28/5795)	0	0,12 % (6/4869)	0,20 % (10/5065)
slobodni rezidualni klor	mg l ⁻¹	0,5	0,03 % (2/7973)	0,05 % (4/8134)	0,01 % (1/7926)	0,06 % (5/7848)	0,01 % (1/7668)
ukupni koliformi	broj/100 ml	0	0,49 % (39/7972)	0,50 % (44/8780)	0,23 % (18/7896)	0,55 % (43/7806)	0,70 % (57/8089)

Mutnoća se također javlja kao jedan od češćih problema u vodopskrbi. Najviši udio neispravnih uzoraka zabilježen je 2021. godine (0,48 %), a iako je došlo do poboljšanja 2023. (0,28 %), vrijednosti i dalje prelaze MDK. Aluminij, natrij i kloridi također se redovito pojavljuju kao parametri s povremenim prekoračenjima, osobito u 2020. godini.

Ostali parametri, poput boje, temperature vode, električne vodljivosti, pH vrijednosti, kao i razina metala (aluminij, mangan, cink), u većini su godina imali manji broj prekoračenja.

4. Zaključak

Prema izvještajima o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2019. do 2023. godine, moguće je zaključiti kako je prisutan konstantan nesrazmjer između planiranog i ostvarenog broja uzoraka.

Nadalje, unutar promatranog razdoblja sve mikrobiološke, kemijske i indikatorske neispravnosti bile prisutne u relativno niskim postocima, dok 2023. godina pokazuje porast kod većine ključnih parametara, posebice mikrobioloških (*Escherichia coli* i enterokoki) te kemijskih (olovo). Kod indikatorskih parametara može se uvidjeti relativna stabilnost, s povremenim oscilacijama. Kao jedan od čestih uzroka neispravnosti bila je prisutnost željeza, koje je u gotovo svim godinama promatranja bilo iznad maksimalno dopuštene koncentracije.

Literatura

1. D. Mayer, Voda od nastanka do upotrebe, Prosvjeta, Zagreb, 2004.
2. I. Gudelj, Ugroza vode – najprisutnija, najozbiljnija i najnevidljivija ekološka dimenzija, Hrvatske vode **28** (2020) 113.
3. D. Puntarić, M. Miškulin, J. Bošnjir i sur., Zdravstvena ekologija, knjiga, Medicinska naklada, Zagreb, 2012.
4. S. Valenić i sur., Medicinska mikrobiologija, Zagreb: Medicinska naklada, 2013.
5. L. Anversa, R. C. Arantes Stancari, M. Garbelotti, L. da Silva Ruiz, V. Bodelão Richini Pereira, G. A. Nogueira Nascentes, S. T. A. Dantas, V. L. M. Rall, *Pseudomonas aeruginosa* in public water supply, Water Pract. Technol. **14** (3) (2019) 732–737, doi: <https://doi.org/10.2166/wpt.2019.057>.
6. R. Matuszewska, Ł. Maka, Comparison of mCP and TSC Media to Enumerate *Clostridium perfringens* in Surface Water Samples, Polish J. Microbiol. **72** (4) (2023) 413–419, doi: <https://doi.org/10.33073/pjm-2023-039>.
7. M. Habuda-Stanić, L. Bujas, I. Jurković, B. Unić Klarin, Učinkovitost dezinfekcije i mikrobiološka ispravnost vode za ljudsku potrošnju vodoopskrbnog sustava grada Šibenika, 10th International Scientific and Professional Conference "With Food to Health" Osijek, Croatia, October 12th – 13th 2017.
8. Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (NN 30/2023).
9. Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namijenjene za ljudsku potrošnju (NN 64/2023, 88/2023.).
10. HZJZ, Hrvatski zavod za javno zdravstvo: Izvještaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za 2023. godinu, Zagreb, 2024.
11. HZJZ, Hrvatski zavod za javno zdravstvo: Izvještaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za 2022. godinu, Zagreb, 2023.
12. S. Völker, C. Schreiber, T. Kistemann, Drinking water quality in household supply infrastructure—A survey of the current situation in Germany, Int. J. Hyg. Environ. Health **213** (3) (2010) 204–209, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2010.04.005>.
13. X. Wen, F. Chen, Y. Lin, H. Zhu, F. Yuan, D. Kuang, Z. Jia, Z. Yuan, Microbial Indicators and Their Use for Monitoring Drinking Water Quality – A Review, Sustainability **12** (6) (2020) 2249, doi: <https://doi.org/10.3390/su12062249>.
14. J. Standridge, *E. coli* as a public health indicator of drinking water quality, J. Am. Water Works Assoc. **100** (2) (2008) 65–75, doi: <https://doi.org/10.1002/j.15518833.2008.tb08143.x>.
15. HZJZ, Hrvatski zavod za javno zdravstvo: Izvještaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za 2019. godinu, Zagreb, 2020.
16. HZJZ, Hrvatski zavod za javno zdravstvo: Izvještaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za 2020. godinu, Zagreb, 2021.
17. HZJZ, Hrvatski zavod za javno zdravstvo: Izvještaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za 2021. godinu, Zagreb, 2022.