

Monitoring kakvoće vode za ljudsku potrošnju Požeško-slavonske županije

Kovačević, Ena

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:837875>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

Ena Kovačević

**MONITORING KAKVOĆE VODE ZA LJUDSKU POTROŠNJU
POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, lipanj 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za primijenjenu kemiju i ekologiju
Katedra za ekologiju i toksikologiju
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij Procesno inženjerstvo

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Nastavni predmet: Upravljanje kakvoćom vode i procesi obradbe vode

Tema rada je prihvaćena na XI. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2021./2022. održanoj 23. rujna 2022.

Mentor: prof. dr. sc. Mirna Habuda-Stanić

Pomoć pri izradi: Ariana Penava, mag. nutr.

Monitoring kakvoće vode za ljudsku potrošnju Požeško-slavonske županije

Ena Kovačević, 0113141725

Sažetak: Cilj diplomskog rada je utvrđivanje sukladnosti fizikalno-kemijskih i mikrobioloških pokazatelja kakvoće vode za ljudsku potrošnju u javnim vodoopskrbnim sustavima Požeško-slavonske županije s odredbama Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 127/17, 39/20). Kvaliteta vode za ljudsku potrošnju određena je utvrđivanjem vrijednosti sljedećih parametara: boja, okus, miris, mutnoća, pH-vrijednost, vodljivost, temperatura, utrošak KMnO_4 te koncentracije slobodnog klora, klorida, amonijevih iona, nitrata, nitrita, ukupne tvrdoće, aluminijska, željeza i mangana. Iz skupine mikrobioloških pokazatelja kvaliteta vode praćena je određivanjem broja ukupnih koliforma, *Escherichia coli*, enterokoka, broja kolonija te *Pseudomonas aeruginosa*.

Ključne riječi: javna vodoopskrba, voda za ljudsku potrošnju, Požeško-slavonska županija, fizikalno-kemijski pokazatelji, mikrobiološki pokazatelji

Rad sadrži: 48 stranica
23 slika
3 tablice
13 literaturnih referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | |
|--|---------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. <i>Dajana Gašo-Sokač</i> | Predsjednik |
| 2. prof. dr. sc. <i>Mirna Habuda-Stanić</i> | član-mentor |
| 3. doc. dr. sc. <i>Valentina Bušić</i> | član |
| 4. doc. dr. sc. <i>Tihomir Kovač</i> | zamjena člana |

Datum obrane: 19. lipnja 2023.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

Josip Juraj Strossmayer University in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Applied Chemistry and Ecology
Subdepartment of Ecology and Toxicology
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Process Engineering

Scientific area: Biotechnical sciences

Scientific field: Food technology

Course title: Water Quality Management And Water Treatment Processes

Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. XI held on September 23, 2022.

Mentor: *Mirna Habuda-Stanić*, PhD, full professor

Technical assistance: *Ariana Penava*, mag. nutr.

Monitoring of Water Quality for Human Consumption in Požega-Slavonia County

Ena Kovačević, 0113141725

Summary:

The aim of this study was to determine the conformity of the physical and chemical and microbiological indicators of the quality of water for human consumption in the public water supply system of Požega-Slavonia County with the provisions of the Ordinance on compliance parameters, methods of analysis, monitoring and water safety plans for human consumption and the manner of keeping the register of legal entities performing the activity of public water supply. The quality of water for human consumption will be determined by determining the values of the following parameters: color, taste, odor, turbidity, pH- value, conductivity, temperature, KMnO₄ consumption, chlorine residual, chloride, ammonium ion, nitrate, nitrite, total hardness, aluminium, iron and manganese. From group of microbiological indicators will be determined: total coliforms, *Escherichia coli*, Enterococci, the number of colonies and *Pseudomonas aeruginosa*.

Key words: public water supply, Požega-Slavonia County, physical and chemical indicators, microbiological indicators

Thesis contains: 48 pages
23 figures
3 tables
13 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | |
|--|--------------|
| 1. <i>Dajana Gašo-Sokač</i> , PhD, associate prof. | chair person |
| 2. <i>Mirna Habuda-Stanić</i> , PhD, full prof. | Supervisor |
| 3. <i>Valentina Bušić</i> , PhD, assistant prof. | Member |
| 4. <i>Tihomir Kovač</i> , PhD, assistant prof. | stand-in |

Defense date: June 19, 2023.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Mirni Habuda-Stanić na stručnoj pomoći, strpljenju, utrošenom vremenu i trudu prilikom pisanja ovog rada.

Također zahvaljujem Ariani Penava, mag. nutr. sa Zavoda za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije na stručnoj pomoći i suradnji pri izradi diplomskog rada.

Veliko hvala mojim prijateljima koji su bila velika podrška i pomoć tijekom cijelog studiranja.

Posebna zahvala ide mojoj obitelji koja mi je bila podrška prilikom svih godina studiranja.

Popis oznaka, kratica i simbola

EDTA	Etilendiamintetraoctena kiselina
HZJZ	Hrvatski zavod za javno zdravstvo
ISO	Međunarodna organizacija za standardizaciju
MDK	Maksimalno dopuštena koncentracija
NN	Narodne novine

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. VODA	4
Voda za piće.....	5
2.1.2. VODA ZA LJUDSKU POTROŠNJU	5
2.2. MONITORING VODE ZA LJUDSKU POTROŠNJU	6
2.3. MONITORING VODOOPSKRBNOG SUSTAVA POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	7
2.3.1. Požeško- slavonska županija.....	7
2.3.2. Vodoopskrba Požeško-slavonske županije	8
2.3.3. Plan monitoringa vode uzorkovane na mjestu potrošnje vode Požeško-slavonske županije	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO	12
3.1. ZADATAK	13
3.2. MATERIJALI I METODA.....	13
3.2.1. Određivanje boje	14
3.2.2. Određivanje mutnoće.....	15
3.2.3. Određivanja mirisa i okusa	15
3.2.4. Određivanje koncentracije vodikovih iona	16
3.2.5. Određivanje vodljivosti.....	16
3.2.6. Određivanje utroška kalijevo permanganata (KMnO ₄).....	17
3.2.7. Određivanje koncentracije slobodnog klora.....	17
3.2.8. Određivanje temperature.....	18
3.2.9. Određivanje koncentracije klorida	18
3.2.10. Određivanje koncentracije amonijevih iona.....	18
3.2.11. Određivanje koncentracije nitrata i nitrita	19
3.2.12. Određivanje koncentracije aluminija.....	19
3.2.13. Određivanje ukupne tvrdoće.....	20
3.2.14. Određivanje koncentracije željeza.....	21
3.2.15. Određivanje koncentracije mangana.....	21
3.2.16. Određivanje prisutnosti ukupnih koliforma	22
3.2.17. Određivanje prisutnosti <i>Escherichie coli</i>	22
3.2.18. Određivanje broja kolonija na 36 °C i 22 °C.....	23
3.2.19. Određivanje prisutnosti <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	25
4.1. BOJA UZORAKA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	26
4.2. MUTNOĆA UZORAKA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	27
4.3. MIRIS I OKUS UZORAKA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	28
4.4. KONCENTRACIJA VODIKOVIH IONA U UZORCIMA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE.....	29
4.5. VODLJIVOST UZORAKA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	30
4.6. UTROŠAK KALIJEVOG PERMANGANATA ZA UZORKE VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	31

4.7. KONCENTRACIJE SLOBODNOG KLORA U UZORCIMA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	32
4.8. TEMPERATURA UZORAKA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE.....	33
4.9. KONCENTRACIJE KLORIDA U UZORCIMA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	34
4.10. KONCENTRACIJE AMONIJEVIH IONA U UZORCIMA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE.....	35
4.11. KONCENTRACIJE NITRITA I NITRATA U UZORCIMA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	36
4.12. KONCENTRACIJE ALUMINIJA U UZORCIMA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	37
4.13. UKUPNA TVRDOĆA UZORAKA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE.....	38
4.14. KONCENTRACIJE UKUPNOG ŽELJEZA U UZORCIMA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	39
4.15. KONCENTRACIJE MANGANA U UZORCIMA VODE IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE	40
4.16. VRIJEDNOSTI MIKROBIOLOŠKIH POKAZATELJA U UZORCIMA IZ JAVNE VODOOPSKRBE POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE.....	41
5. ZAKLJUČCI	44
6. LITERATURA	47

1. UVOD

Voda je najkorišteniji i najnužniji prirodni resurs čovjeka. Oko 75 % čovjekovog tijela čini voda, ona je glavni pokretač svih stanica u organizmu. Osim što je glavni pokretač organizma, potrebna je za otapanje soli, nositelj hranjivih tvari u organizmu, za izlučivanje štetnih tvari iz organizma zbog čega je neophodna njena svakodnevna upotreba kako ne bi došlo do dehidracije tijela. Na planeti Zemlji dostupno je manje od 3 % slatke vode, od čega je 2 % vode u obliku ledenjaka, no svakim danom taj postotak se ugrožava zbog neracionalnog korištenja, zagađenjem okoliša tako i vode, globalnim zagrijavanjem Zemlje, porasta broja stanovnika.

Republika Hrvatska je na svjetskoj i europskoj ljestvici visoko rangirana prema dostupnosti vode i vodnog bogatstva. Među rijetkim smo državama koje imaju dovoljne zalihe vode, no upravo navedena dostupnost dovoljne količine vode potencijalno bi mogla predstavljati problem u budućnosti jer ne pobuđuje dovoljnu svijest o nužnosti štednje vode i potiče na neracionalno korištenja vode pri svim ljudskim aktivnostima. U Republici Hrvatskoj procjenjuje se da osoba dnevno potroši od 100 do 150 litara vode (EC, 2022). Voda za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj visoke je kvalitete i zdravstvene ispravnosti. Da bi se osigurala zdravstvena ispravnost vode za ljudsku potrošnju, redovito se prati kvaliteta vode i to putem monitoringa koji redovito određuju kvalitetu vode na izvoru, nakon obrade, u distribucijskoj mreži te na mjestu potrošnje. Opseg i vrstu monitoringa propisuje zakonska regulativa.

Cilj ovoga rada je utvrđivanje sukladnosti fizikalno-kemijskih i mikrobioloških pokazatelja kvalitete vode za ljudsku potrošnju u javnim vodoopskrbnim sustavima Požeško-slavonske županije s odredbama Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20). Cilj provođenja monitoringa je utvrđivanje zdravstvena ispravnosti uzorka vode, odnosno utvrđivanje sukladnosti uzoraka vode s fizikalno-kemijskim i mikrobiološkim pokazateljima i njihovim maksimalno dopuštenim koncentracijama (MDK) koje su propisane navedenim Pravilnikom. U slučaju prelaska maksimalno dopuštenih koncentracija, voda se smatra zdravstveno neispravna, a potrošači se o nesukladnosti moraju obavijestiti putem javnih glasila. U isto vrijeme, nužno je potrošačima osigurati dostupnost zdravstveno ispravne vode putem cisterni ili slično. Zbog toga je Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13, 64/15, 104/17, 115/18, 16/20) propisana kontrola zdravstvene ispravnosti i kvalitete vode, dane su mjere o zaštiti izvorišta i kontroli te postupcima obrade vode.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Voda

Osnova života na zemlji je voda. Zemlja je prekrivena s 29 % kopna i 71 % vodom, samo 3 % vode je slatka voda ostatak 97 % je slana voda. Od 3 % slatke vode samo je 1 % dostupno za korištenje, ostatak je voda u ledenjacima. Tijelo odraslog čovjeka izgrađeno je 60 % od vode dok je kod djece i veći postotak, čak 85 % krvi je voda. Klimatske promjene, neracionalno korištenje vode, zagađenja svakim danom dovodi do sve većih nestašica vode. Voda neprestano kruži u prirodi. Kada u obliku padalina padne na tlo, dio se vraća ponovno u atmosferu evaporacijom i čini atmosfersku vodu. Ostatak vode odlazi u površinske vode (rijeke, jezera, mora) te kroz tlo do vodonosnika podzemnih voda. Površinska voda isparava te se ponovno vraća u atmosferu gdje se kondenzira čime se nastavlja ciklus kruženja vode u prirodi. U prirodi se voda nalazi u obliku atmosferske, površinske i podzemne vode (Mayer, 2004).

Atmosferska voda nastaje kondenzacijom vodene pare u atmosferi, a na tlo precipitira u obliku snijega, kiše, leda i drugih oborina te se zbog toga naziva oborinska ili padalinska voda. Sastav atmosferske vode ovisi o plinovima koji se nalaze u atmosferi, prašini te mikroorganizmima. Ne sadrže mineralne tvari zbog čega je bez okusa.

Površinska voda obuhvaća vode tekućice i stajaćice kao što su potoci, rijeke, jezera, mora, oceani. Njih čini atmosferska voda i vode koje se slijevaju s površine. Sadrže manje udjele mineralnih tvari.

Podzemne vode su vode ispod površine zemlje, a potječu od padalina, vode iz vodenih tokova te kondenzirane vode u zemlji. Dva su tipa s obzirom na kretanje podzemnih voda vode temeljnice i pukotinske kraške vode.

- Vode temeljnice su vode koje miruju ili se sporo kreću te se nalaze na velikim dubinama. One se nalaze na vodonosnim slojevima u koje ulazi atmosferska voda, površinske vode te prolaze do nepropusnog sloja koje je izgrađen od gline, ilovače i njihovih smjesa. Tri su vrste arteške, mineralne i ljekovite. To su zdravstveno najpouzdanije i najbolje za konzumaciju te ih se treba koristiti u vodovodnim sustavima.
- Pukotinske kraške vode su vode koje teku kroz šupljine i korita, one ulaze kroz pukotine kamenja te su brže od voda temeljnica. One su neispravne za piće jer ne dolazi do biološkog pročišćavanja vode zbog njenog brzog kretanja kroz šupljine i korita (Štrkalj, 2014).

Voda za piće

Voda za piće najvažniji je ljudski resurs za život. Iako je samo 3 % slatke vode, svega 1 % je dostupno za potrošnju. Hrvatska u odnosu na druge zemlje Europe ima velike zalihe vode za piće oko 16 700 m³/stanovniku (EC, 2022).

Voda za piće dijeli se na:

- voda za piće iz javnih vodoopskrbnih sustava
- prirodna mineralna voda
- prirodna izvorska voda
- stolna voda

Voda za piće najčešće potiče iz površinskih i podzemnih vodotokova te je zbog promjenjivih fizikalno-kemijskih svojstava obavezna dezinfekcija prije puštanja u javne vodoopskrbne sustave. Prirodna mineralna voda potiče iz zaštićenih podzemnih ležišta te ju se ne smije dezinficirati ili koristiti kemijska sredstva. Dozvoljeno je uklanjanje nestabilnih elemenata filtracijom. Prirodna izvorska voda dobiva se iz podzemnih ležišta te također nije dopuštena obrada niti dezinfekcija. Prirodna izvorska voda se razlikuje od prirodno mineralne vode po tome što nije nužno da ima blagotvoran učinak na ljudski organizam. Stolna voda je voda koja je proizvedena od vode za piće te su joj poboljšana organoleptička svojstva dodatkom dopuštenih tvari te se kemijski i mehanički obrađuje i dezinficira (Štrkalj, 2014).

2.1.2. Voda za ljudsku potrošnju

Voda za ljudsku potrošnju je sva voda koja se u izvornom obliku ili nakon prerade koristi za piće, kuhanje i druge potrebe kućanstva, proizvodnju i pripremu hrane neovisno o njenom podrijetlu iz sustava javne vodoopskrbe, posuda za vodu ili cisterni. Prema Zakonu o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13, 64/15, 104/17, 115/18, 16/20) zdravstveno ispravna voda je voda koja ne sadrži mikroorganizme, parazite i druge razvojne oblike u broju koji je opasan za zdravlje ljudi, ne sadrži štetne tvari u koncentraciji koja je opasna za zdravlje ljude te vrijednosti parametara ne smiju prelaziti vrijednosti propisane pravilnikom. Voda za ljudsku potrošnju može biti iz javne vodoopskrbe ili lokalne vodoopskrbe. Javna vodoopskrba obuhvaća vode namijenjene za ljudsku potrošnju iz podzemnih i površinskih voda te obrada i isporuka do korisnika kojima upravlja pravna osoba registrirana za obavljanje djelatnosti javne

vodoopskrbe. Lokalna vodoopskrba obuhvaća vodu namijenjenu za ljudsku potrošnju iz podzemnih i površinskih voda te isporuku do korisnika putem vodnih građevina kojima ne upravlja pravna osoba registrirana za obavljanje djelatnosti javne vodoopskrbe nego pojedinac ili mjesna zajednica. Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13, 64/15, 104/17, 115/18, 16/20) uređuje se zdravstvena ispravnost vode za ljudsku potrošnju, nadležna tijela za provedbu Zakona i način izvještavanja Europske komisije o provedbi Zakona te obveze pravnih osoba koje obavljaju opskrbu vodom za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj, način postupanja i izvještavane u slučaju odstupanja od parametara za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju te financiranje. Zakonom je uređen monitoring i druge službene metode za kontrolu zdravstveno ispravne vode za ljudsku potrošnju u svrhu zaštite ljudskog zdravlja od bilo koje vrste onečišćenja vode za ljudsku potrošnju također i osiguranje zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj. Monitoring vode za ljudsku potrošnju obuhvaća monitoring parametara A skupine i B skupine kako bi se potvrdila sukladnost s propisanim vrijednostima u svrhu zdravstvene ispravnosti vode (HZJZ, 2022).

2.2. Monitoring vode za ljudsku potrošnju

Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13, 64/15, 104/17, 115/18, 16/20) uz primjenu Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju javne djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) temeljni je zakonodavni dokument za provedbu Plana monitoringa vode za ljudsku potrošnju. Monitoring vode za ljudsku potrošnju provodi se monitoringom vodoopskrbne mreže i vodocrpilišta te voda za ljudsku potrošnju mora zadovoljavati parametre za provjeru sukladnosti u skladu s Pravilnikom (NN 125/17, 39/20). Provedbu monitoringa na razini Republike Hrvatske provode zavodi za javno zdravstvo županija koje koordinira Hrvatski zavod za javno zdravstvo na temelju Plana monitoringa. Pravne osobe su dužne odrediti mjesta i učestalost uzorkovanja vode za ljudsku potrošnju te kontrolirati vodu na vodocrpilištima. Isporučena voda za ljudsku potrošnju mora zadovoljavati propisane parametre, maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) koje su propisane Pravilnikom (NN 125/17, 39/20). Službeni laboratoriji za provođenje monitoringa i drugih službenih kontrola vode za ljudsku potrošnju su laboratoriji Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo i Zavoda za javno zdravstvo županija koji su akreditirani prema normi HRN EN ISO/IEC 17025. Popis službenih laboratorija za provođenje analiza vode za ljudsku potrošnju donosi

Ministarstvo zdravstva. Planom monitoringa dani je broj potrebnih uzoraka za monitoring javnih i lokalnih vodovoda parametara skupine A i skupine B izraženim po javnim isporučiteljima, zonama opskrbe i županijama te opseg analiza za monitoring parametara skupine A i skupine B (HZJZ, 2022).

2.3. Monitoring vodoopskrbnog sustava Požeško-slavonske županije

2.3.1. Požeško- slavonska županija

Požeško-slavonska županija smještena je u sjeveroistočnom dijelu Republike Hrvatske te je podijeljena na dvije prostorne cjeline Požešku kotlinu i Pakračko-lipički kraj. Površina županije iznosi 1815,23 km² te prema popisu stanovništva iz 2021. godina broj stanovnika županije je 64 420. Prosječna gustoća 35,34 stanovnika/m². Županija pripada vodnom području sliva rijeke Save te su dva slivna područja, sliv rijeke Orljave i sliv Ilova-Pakra. Zbog položaja županije koja je okružena Papukom, Krndijom, Dilj gorom, Požeškom gorom i Psunjem povećana vlažnost utjecala je na razvoj guste mreže površinskih vodotoka. Sliv rijeke Orljave površine 1,249 km² pogodan je za izgradnju višenamjenskih akumulacija i mikroakumulacija zbog zaliha podzemnih voda. Sliv Ilova - Pakra površine 488 km² smješten je na zapadu županije.



Slika 1 Administrativna podjela Požeško-slavonske županije (Izvor: pszupanija.hr)

2.3.2. Vodoopskrba Požeško-slavonske županije

Stanovnici Požeško-slavonske županije opskrbljuju se vodom iz dva javna vodoopskrbna sustava (Požega i Pakrac) te jedanaest manjih lokalnih vodovoda. Prema Planu monitoringa iz 2021. godine, od ukupnog broja stanovnika (64 420), na javnu vodoopskrbu priključeno je 59 779 stanovnika što iznosi oko 92,8 %, dok je količina isporučene vode u 2021. godini iznosi 5 541 m³/dan u šest zona opskrbe od strane 2 isporučitelja vodnih usluga. Broj stanovnika priključen na lokalnu vodoopskrbu je 682 stanovnika 1,1 % te je isporučeno 63 m³/dan (HZJZ, 2022). Na području županije djeluju dva isporučitelja vodnih usluga za vodoopskrbni sustav Požega distributer je komunalno poduzeće Tekija d.o.o. Požega, dok je distributer za vodoopskrbni sustav Pakrac-Lipik je komunalno poduzeće Vode Lipik d.o.o. Pakrac. Vodoopskrbni sustav Požega obuhvaća tri grada Požega, Pleternica i Kutjevo te pet općina Brestovac, Čaglin, Jakšić, Kaptol i Veliku. Sustav čini vodovod grada Požega s dva crpilišta Luka i Zapadno polje, četiri izvorišta i zahvata Stražemanka, Veličanka, Kutjevačka rika i Bistre te tri vodospremnika Sveti Vis, Glavica i Kutjevo. Navedeni vodoopskrbni sustavi često nemaju dovoljno kvalitetne vode da se zadovolje rastuće potrebe stanovništva i nedostatak vodoopskrbne mreže koja bi povezala izvorišta/crpilišta s najvećim centrima potrošnje (Tekija d.o.o., 2022). Vodoopskrbni sustav Pakrac- Lipik obuhvaća gradove Pakrac i Lipik s pripadajućih 15 naselja. Okosnica je vodocrpilište Gornja Šumetlica i vodospremnik Pakrac, za vrijeme rata izgrađena su tri vodocrpilišta Vrtić, Zmajevac koji su danas pričuvni u slučaju nestašice vode ili kvarova u sustavu dok vodocrpilište Dobrovac koriste industrijski pogon Podravka- Studenac. Problemi vodoopskrbnog sustava Pakrac-Lipik su nedovoljna kvaliteta vode u sušnim mjesecima, gubici u vodoopskrbnom sustavu te zdravstveno neprihvatljivi cjevovodi od azbest-cementnih cijevi (Vode Lipik d.o.o., 2022). Također na području županije nalazi se 11 lokalnih vodovoda koji nisu u sustavu javne vodoopskrbe i o njima skrbe lokalne zajednice ili grupe građana (HZJZ, 2022).

Zone vodoopskrbe na području Požeško- slavonske županije :

- Zona opskrbe Požega
- Zona opskrbe Veličanka- Stražemanka
- Zona opskrbe Kutjevačka rika
- Zona opskrbe Radaškovac- Sovski dol- Paka
- Zona opskrbe Pleternički Brđani- Djedina Rijeka
- Zona opskrbe Šumetlica.

Zona vodoopskrbe Požega

Zona vodoopskrbe Požega najveća je zona po količini isporučene vode u danu i broju stanovnika. Vodom za ljudsku potrošnju snabdijeva stanovnike grada Požege i Pleternice te općine Brestovac i Jakšić.

Zona vodoopskrbe Veličanka- Stražeman

Zona vodoopskrbe Veličanka- Stražeman obuhvaća isporuku vode potrošačima općini Kaptol i općini Velika. Izvorište Veličanka preljevnog je tipa stoga tijekom zime i proljeća dolazi do povećanja količina vode koju cjevovodi ne mogu prihvatiti, a tijekom ljetnih i jesenskih mjeseci nedostatka vode zbog suše. Vodu izvorišta Stražemanke često karakterizira povećana količina suspendiranim česticama i pijeska (Tekija d.o.o., 2022).

Zona vodoopskrbe Kutjevačka rika

Zonom vodoopskrbe Kutjevačka rika vodom se opskrbljuju potrošači grada Kutjeva. Kutjevačka rika je površinski zahvat ukupnog kapaciteta 10 l/s, a kvaliteta vode se mijenja ovisno o količini padalina pri čemu se često bilježe povećane vrijednosti mutnoće vode pri čemu se obustavlja isporuka vode. Povećane vrijednost mutnoće bilježe se i kod veći šumarskih aktivnosti, odnosno intenzivnije sječe stabala (HZJZ, 2022).

Zona vodoopskrbe Radiškovac-Sovski Dol-Paka

Zona vodoopskrbe Radiškovac-Sovski dol-Paka obuhvaća vodoopskrbu općine Čaglin te se smatra dijelom regionalnog sustava. Izvorište Radiškovac veći dio godine vodom opskrbljuje podsustav Ruševo-Migalovci-Čaglin. Sovski Dol i Paka bili su dio samostalnog vodoopskrbnog sustava, no zbog osiguranja kontinuirane zdravstvene ispravnosti vode, spojeni su na regionalni sustav vodoopskrbe čime je riješena problematika povremenog zamućenja vode i osigurana primjerena tehnologija prerade vode (osigurana dezinfekcija vode i praćenje količine zahvaćene vode) (Tekija d.o.o., 2022).

Zona vodoopskrbe Pleternički Brđani i Djedina Rijeka

Zona vodoopskrbe Pleternički Brđani i Djedina Rijeka opskrbljuje vodom naselja Pleternički Brđani i Djedina Rijeka (HZJZ, 2022).

Zona vodoopskrbe Šumetlica

Zona vodoopskrbe Šumetlica vodom snabdijeva vodom grad Pakrac i grad Lipik. Vodocrpilište Gornja Šumetlica ima kapacitet 36 l/s, no u sustav su uključena i tri crpilišta Dobrovac 6 l/s, Vrtić (Pakrac) 3 l/s i Zmajevac (Donji Čaglić) 5 l/s koji služe kao pričuvna crpilišta u slučaju nestašice vode zbog kvarova i suše (Vode Lipik d.o.o., 2022).

2.3.3. Plan monitoringa vode uzorkovane na mjestu potrošnje vode Požeško-slavonske županije

Prema Planu monitoringa za zdravstvenu ispravnost vode za ljudsku potrošnju u 2021. godini broj uzoraka monitoringa parametara skupine A iznosi 76, a parametara skupine B iznosi 15 za javnu vodoopskrbu. Za lokalne vodovode broj uzoraka monitoringa parametara skupine A iznosi 12, a parametara skupine B iznosi 6. Broj stanovnika priključen na javnu vodoopskrbu u 2021. godini iznosio je 59 779 stanovnika što čini 92,8 % stanovnika županije, dok je na lokalnu vodoopskrbu priključeno 682 stanovnika što je 1,1 % stanovnika Požeško-slavonske županije (HZJZ, 2022).

Monitoring vode za ljudsku potrošnju iz distribucijske mreže podrazumijeva praćenje parametara skupine A koji obuhvaćaju fizikalno-kemijske i kemijske pokazatelje te

mikrobiološki pokazatelji, analizira se 23 parametra. 2021. godine u Požeško slavonskoj županiji uzorkovano je 76 uzoraka iz javne vodoopskrbe na 14 lokacija i 12 iz lokalne vodoopskrbe na 6 lokacija, uzorkovanje se provodi iz 6 vodoopskrbnih zona. Ispitivani su fizikalno-kemijski pokazatelji: boja, okus, miris, mutnoća, koncentracija vodikovih iona, vodljivost, utrošak KMnO_4 , slobodni klor, temperatura, koncentracija klorida, koncentracija amonijevih ioni, koncentracija nitrati, koncentracija nitriti, koncentracija aluminij, ukupna tvrdoća, koncentracija željeza i mangana. Od mikrobioloških pokazatelja ispitivani su ukupni koliformi, *Escherichia coli*, enterokoki te broj kolonija na 36 °C i 22 °C te *Pseudomonas aeruginosa*.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Voda koja se putem vodoopskrbnih sustava distribuira potrošačima mora biti u skladu s zakonskom legislativom i sigurna za potrošače, odnosno vrijednosti fizikalnih, fizikalno-kemijskih, kemijskih i mikrobioloških parametara moraju biti manje od propisanih MDK vrijednosti.

Cilj ovoga rada je utvrđivanje sukladnosti fizikalno-kemijskih i mikrobioloških pokazatelja kakvoće vode za ljudsku potrošnju u javnim vodoopskrbnim sustavima Požeško-slavonske županije s odredbama Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20).

Kakvoća vode biti će određena slijedećim fizikalno-kemijskim parametrima: boja, okus, miris, mutnoća, pH vrijednost, vodljivost, temperatura, utrošak KMnO_4 te koncentracije slobodnog klorina, klorida, amonijevih iona, nitrata, nitrita, ukupne tvrdoće, aluminijskih, željeza i mangana. Bit će analizirani i sljedeći mikrobiološki pokazatelji: broj ukupnih koliforma, *Escherichia coli*, enterokoka, broj kolonija na 22 °C i 36 °C te *Pseudomonas aeruginosa*.

3.2. MATERIJALI I METODA

Uzorci vode analizirani su u svrhu određivanja vrijednosti parametra skupine A, fizikalno-kemijskih i mikrobioloških pokazatelja. Uzorci vode uzorkovani su na mjestu potrošnje vode iz javne vodoopskrbe. U 2021. godini voda je uzorkovana s 14 mjesta iz šest navedenih zona vodoopskrbe (Požega, Veličanka- Stražemanka, Kutjevačka rika, Radaškovac- Sovski dol- Paka, Pleternički Brđani- Djedina Rijeka i Šumetlica).

Tablica 1 Lokacije uzorkovanja vode za ljudsku potrošnju iz javne vodoopskrbe na području Požeško-slavonske županije

Redni broj	Lokacija
1.	Požega
2.	Brestovac
3.	Pleternica
4.	Jakšić
5.	Velika
6.	Kaptol
7.	Kutjevo
8.	Čaglin
9.	Sovski dol
10.	Paka
11.	Pleternički Brđani
12.	Djedina Rijeka
13.	Pakrac
14.	Lipik

3.2.1. Određivanje boje

Pojava boje vode najčešće je uzrokovana raspadanjem organske tvari (biljnih i životinjskih ostataka) ili prisutnosti drugih vrsta onečišćujućih tvari kao što su čestice zemlje, pijeska ili šljunka kamenje. Boja je optičko svojstvo vode koja nastaje kao posljedica refleksije i apsorpcije svjetlosti određene valne duljine. Određuje se digitalnim fotometrom te se izražava mg/PtCo skale. Određivanje boje vode moguće je i spektrofotometrijski prema metodi SM 2120 C(2017) (Summers, 2020).

3.2.2. Određivanje mutnoće

Turbidometrija je optičko analitička metoda za određivanje mutnoće vode, određuje se koncentracija suspendiranih tvari u vodi (tekućini). Određivanje mutnoće provodi se turbidometrom prema metodi HRN EN ISO 7027:2016, mjerenjem intenziteta propuštene svjetlosti. Mjerna jedinica mutnoće vode je NTU, nefelometrijska jedinica zamućenja vrijednosti veće od 5 NTU vidljive su golim okom dok vrijednosti manje od 5 NTU nisu vidljive osim optičkim uređajem. Mutnoću vode najčešće uzrokuju suspendirane i organske čestice, no može biti rezultat neodržavanja distribucijske mreže i oštećenja cjevovoda. Ona je estetski neprihvatljiva za vodu za piće te povećava troškove obrade vode za ljudsku potrošnju (Summers, 2022).



Slika 2 Turbidometar (Izvor: Autor)

3.2.3. Određivanja mirisa i okusa

Kako bi bila prihvatljiva za konzumaciju, voda za ljudsku potrošnju mora biti bez mirisa i okusa. Miris i okus se određuju organoleptički prema normi HRN EN 1622:2008 te osjetilima (senzorski) pri sobnoj temperaturi. Miris se određuje i pri povišenim temperaturama (40 °C) jer intenzitet mirisa se pojačava povišenjem temperature. Promjene u okusu i mirisu najčešće su uzrokovane raspadanjem organskih tvari, prisutnošću pojedinih anorganskih tvari (željeza i mangana), korozije ili onečišćenja u distribucijskoj mreži, a može biti i rezultat rezidua nakon obrade vode klorom (WHO, 2017).

3.2.4. Određivanje koncentracije vodikovih iona

Koncentracija vodikovih iona ili pH vrijednost vode određuje se pH metrom prema metodi HRN EN ISO 10523:2012. pH vrijednost je bezdimenzionalni broj koji pokazuje lužnatost ili kiselost vode. Vrijednost pH vode treba biti u rasponu od 6,5 do 8,5. Vrijednost pH ispod 6,5 pokazatelj su kiselosti vode te uzrokuje nagrzanje i otapanje metala i drugih tvari jer smanjenjem pH vrijednosti smanjuje se količina kisika u vodi, dok su vrijednosti iznad 8,5 pokazatelj lužnatosti vode što rezultira gorkim okusom vode i smanjuje učinkovitost dezinfekcije vode (WHO, 2017).



Slika 3 pH metar (Izvor: Autor)

3.2.5. Određivanje vodljivosti

Električna vodljivost vode ovisi o koncentraciji otopljenih tvari, temperaturi i vrsti otopljenih minerala te predstavlja sposobnost vode da provodi električnu struju. Električna vodljivost određuje se konduktometrom prema normi HRN EN 27888:2008. Mjerna jedinica električne vodljivosti je mikrosimens po centimetru pri temperaturi 20 °C ($\mu\text{S}/\text{cm}/20\text{ °C}$). Na temelju izmjerene vrijednosti električne vodljivosti može se procijeniti količina otopljene tvari u vodi, veća količina otopljenih tvari u vodi povećava električnu vodljivost (Summers, 2020).



Slika 4 Konduktometar (Izvor: Autor)

3.2.6. Određivanje utroška kalijevog permanganata (KMnO_4)

Utrošak kalijevog permanganata pokazatelj je količine organske tvari u vodi koje nije moguće odrediti izravno. Određuje se titracijom kalijevog permanganata prema normi HRN EN ISO 8467:2001 te se iskazuje u $\text{O}_2\text{mg/L}$ (HZJZ, 2021). Kalijev permanganat oksidira prisutne organske tvari (biljne, životinjske, ljudske) u vodi, KMnO_4 razgradnjom oslobađa kisik koji zatim oksidira organske tvari (WHO, 2017).

3.2.7. Određivanje koncentracije slobodnog klora

Prisutnost slobodnog, odnosno rezidualnog klora u vodi pokazatelj je uspješnog procesa dezinfekcije vode za ljudsku potrošnju. Određivanje koncentracije klora zaostalog u vodi nakon reakcije klora s tvarima koje mogu oksidirati, provodi se prema normi HRN EN ISO 7393-2:2018. Doziranje klora tijekom postupka obrade vode, uzrokuje i nastanak trihalometana koji mogu imati toksično djelovanje na ljudski organizam. Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija slobodnog klora u vodi za ljudsku potrošnju je 0,5 mg/L. Osim spektrofotometrom, koncentracija slobodnog klora određuje se brzom metodom pomoću DPD indikator testa, usporedbom boja (WHO, 2017).

3.2.8. Određivanje temperature

Temperatura je bitan fizikalni pokazatelj kakvoće vode za ljudsku potrošnju. Određuje se termometrom prema metodi SM 2550 B te se iskazuje stupnjevima Celzijevim (°C). Maksimalno dopuštena temperatura vode za ljudsku potrošnju je 25 °C, dok je najpogodnija temperatura između 10 - 15 °C. Temperatura ovisi o više okolišnih čimbenika: porijeklo vode, klimatske prilike, godišnje doba, način distribucije i slično. Voda ne smije biti visoke temperature jer dolazi do rasta mikroorganizama što utječe na organoleptička svojstva vode za ljudsku potrošnju (Summers, 2020).

3.2.9. Određivanje koncentracije klorida

Kloridi se prirodno nalaze u podzemnim vodama, jezerima, potocima, ali povećana koncentracija klorida može ukazivati na kemijska onečišćenja ili zaslanjenje vode morskom vodom te daje vodi slan okus. Ne djeluju štetno na organizam, ali daju neugodan okus. Kloridi u vodi najčešće potječu od NaCl, CaCl₂ i MgCl₂ (Summers, 2020). Određuju se titracijom uzorka vode srebrovim nitratom uz kalijev kromat kao indikator prema metodi HRN ISO 9297:1998 te se iskazuju u mg/L (WHO, 2017). Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija klorida iznosi 250 mg/L.

3.2.10. Određivanje koncentracije amonijevih iona

Amonijev ion (NH₄⁺) je ionizirani oblik amonijaka (NH₃), određuje se spektrofotometrijski prema metodi HRN ISO 7150-1:1998 te iskazuje u mg/L. Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20), maksimalno dopuštena koncentracija amonijevih iona u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 0,5 mg/L. Prisutnost povećane koncentracije amonijevih iona u vodi može uzrokovati nastanak nitrata, koji dalje metabolizmom prelaze u toksične nitrite (WHO, 2017).

3.2.11. Određivanje koncentracije nitrata i nitrita

Dušik se u vodi, uz amonijev ion, može naći i u obliku nitrata (NO_2^-) i nitrita (NO_3^-). Pojava nitrata u vodama može biti rezultat prirodnog kruženja dušika u prirodi ili može biti posljedica pojedinih ljudskih aktivnosti (upotreba pesticida, ispuštanje otpadnih voda i fekalija životinja). Povećana koncentracija NO_2^- uzrokuje rast algi u distribucijskog mreži te utječu na kakvoću vode za ljudsku potrošnju (WHO, 2017). Nitriti se nalaze u malim koncentracijama jer nisu stabilni kao nitrati. Određuju se spektrofotometrijom pri valnoj duljini 220 nm za nitrata i 540 nm za nitrite te se iskazuju u mg/L. Nitrati se određuju prema metodi SM 4500- NO_3^- B dok nitriti prema metodi HRN EN 26777:1998.

Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20), maksimalno dopuštena koncentracija nitrata iznosi 50 mg/L, a nitrita 0,5 mg/L

3.2.12. Određivanje koncentracije aluminija

Aluminij je jedan od najzastupljenijih metala u prirodi. Nalazi se u obliku oksida, hidroksida, silikata, a može se pojaviti i kompleksan s organskim tvarima ili u kombinaciji s natrijem i fluorom (WHO, 2003). Određuje se spektrofotometrijski te se iskazuje u $\mu\text{g/L}$. Povećane koncentracije aluminija moguće je zabilježiti i nakon obrade vode s aluminijevim solima (WHO, 2017).



Slika 5 Kolorimetar (Autor: izvor)

Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju

djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20), maksimalno dopuštena koncentracija aluminija u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 200 $\mu\text{m/L}$.

3.2.13. Određivanje ukupne tvrdoće

Tvrdoća predstavlja u vodi otopljene minerale te je mjerilo kapaciteta vode za reagiranje sa sapunom. Najveći udio tvrdoće u prirodnim vodama čine ioni kalcija i magnezija zbog kontakta vode s tlom, stijenama i vapnencem. Sve otopljene kalcijeve i magnezijeve soli u vodi zajedno sa svim vezanim kalcijevim i magnezijevim ionima na hidrogenkarbonate, karbonate, sulfate, kloride i nitratre čine ukupnu tvrdoću vode.

Ukupna tvrdoća određuje se titriranjem s EDTA prema normi HRN ISO 6059:1998 te se iskazuje u mg CaCO_3/L . No često se ukupna tvrdoća iskazuje u njemačkim stupnjevima °nj, gdje je 1°nj ekvivalent 10 mg CaO/L . Visoke vrijednosti ukupne tvrdoće vode mogu uzrokovati probleme u distribucijskim mrežama zbog intenzivnog nastanka naslaga kamenca. Tvrdoća vode Pravilnikom o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) nema određene maksimalno dopuštene koncentracije već se za tumačenje tvrdoće vode koriste preporuke Svjetske zdravstvene organizacije. Visoka ukupna tvrdoća vode uzrokuje nakupljanje kamenca u distribucijskoj mreži, a okusom je često odbojna potrošačima. Meka voda također nije preporučljiva zbog ravnoteže minerala u tijelu. Voda se prema tvrdoći dijeli na meku, lagano tvrdu, umjereno tvrdu, tvrdu i jako tvrdu (WHO, 2017).

Tablica 2 Kategorizacija vode prema ukupnoj tvrdoći

Vrsta vode	Njemački stupnjevi (°nj)
Meka	<4
Lagano tvrda	4-8
Umjereno tvrda	8-18
Tvrda	18-30
Jako tvrda	>30

3.2.14. Određivanje koncentracije željeza

Željezo je jedan od najzastupljenijih metala Zemljine kore. U podzemnim vodama ne zamućuje i ne boja vodu sve dok ne dođe u kontakt sa zrakom kada oksidira u feri željezo pri čemu nastaje žućkasto obojenje i zamućenje. Željezo se može pojaviti i u vodi kao posljedica korozije cjevovoda te doziranja željeznih koagulanata prilikom prerade vode (Summers, 2022).

Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20), maksimalno dopuštena koncentracija željeza u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 200 µg/L.

3.2.15. Određivanje koncentracije mangana

Mangan se u vodama najčešće pojavljuje uz željezo, a jedan je od najzastupljenijih elemenata u Zemljinoj kori. U prirodi se ne nalazi u čistom obliku, već kao sastojak oko 100 minerala. Osim što se nalazi prirodno u podzemnim i površinskim vodama, mangan može biti antropogenog podrijetla. Mangan se određuje kolorimetrom PAN metodom te se iskazuje u µg/L. Povećana koncentracija mangana uzrokuje promjenu organoleptičkih svojstava vode te ima štetan učinak na zdravlje ljudi. Pri oksidaciji spojevi mangan (II) prelaze u mangan (IV) pri čemu nastaje netopljivi talog koji se nakupljanja u distribucijskom sustavu (WHO, 2004).

Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20), maksimalno dopuštena koncentracija mangana u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 50 µg/L,



Slika 6 Spektrofotometar (Izvor: Autor)

3.2.16. Određivanje prisutnosti ukupnih koliforma

Ukupni koliformi ili fekalni koliformi pokazatelj su fekalnog zagađenja vode, a određuju se membranskom filtracijom prema metodama HRN EN ISO 9308-1: 2014 i HRN EN ISO 9308-1:20114/A1:2017. Uzorak vode se filtrira membranskom filtracijom te se filter papir inkubira 24 sata na temperaturi 36 °C. Osim što mogu potjecati iz površinskih voda, koliformne bakterije mogu potjecati i iz biofilma koji nastaje unutar distribucijskog sustava uslijed puknuća ili kontaminacije distribucijskih sustava ili nedovoljno učinkovite dezinfekcija (Summers, 2020). Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) zdravstveno ispravna voda za ljudsku potrošnju ne smije imati prisutne ukupne koliforme.

3.2.17. Određivanje prisutnosti *Escherichia coli*

Escherichia coli se ubraja u skupinu ukupnih koliforma, odnosno fekalnih bakterija. Vrlo je otporna bakterija i lako preživljava u nepovoljnim uvjetima. Određuje se membranskom filtracijom prema metodama HRN EN ISO 9308-1: 2014 i HRN EN ISO 9308-1:20114/A1:2017, a iskazuje se kao broj kolonija/100 ml. Provedbom oksidaza testa nakon inkubacije utvrđuje se radi li se o koliformnoj bakteriji ili *Escherichia coli* jer su koliformne bakterije oksidaza negativne (Summers, 2020).

Pravilnikom o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju

djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) u vodi za ljudsku potrošnju *Escherichia coli* ne smije biti prisutna.

3.2.18. Određivanje broja kolonija na 36 °C i 22 °C

Parametar broj kolonija u vodi za ljudsku potrošnju predstavlja širok spektar bakterija koji koriste ugljik kao izvor hrane. Povećan broj kolonija u vodi može biti posljedica neadekvatnog provođenja mjera distribucijskog sustava, promjena kvalitete na izvoru ili primjene neodgovarajuće tehnologije prerade vode (WHO, 2017). Broj kolonija određuje se inkubacijom na temperaturi 36 °C/48 h i 22 °C/72 h prema normi HRN EN ISO 6222:2000 te se iskazuje u broj kolonija/1mL. Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopušten broj kolonija na 36 °C je 100/1mL te maksimalno dopušten broj kolonija na 22 °C iznosi 100/1mL.

3.2.19. Određivanje prisutnosti *Pseudomonas aeruginosa*

Patogena *Pseudomonas aeruginosa* široko je rasprostranjena aerobna bakterija u vodenim sredinama te vrlo otporna na pojedine nepovoljne uvjete kao što je visoka ili niska temperatura, mala količina nutrijenata i sl. Otporna je na dezinfekciju te je glavni uzročnik mikrobiološkog onečišćenja bazena, te lako stvara biofilm u distribucijskim sustavima. Određuje se membranskom filtracijom prema metodi HRN EN ISO 16266:2008 te se iskazuje u broj/100 mL. Prema Pravilniku NN 125/17, 39/20 u vodi za ljudsku potrošnju ne smije biti prisutna. Inkubira se na agarnim površinama 48 sati pri temperaturi 37±2 °C nakon čega se pregledavaju pod UV lampom pri čemu kolonije *Pseudomonas aeruginosa* fluoresciraju (Summers, 2020).

Prema Pravilniku o parametrima sukladnostima, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) bakterija *Pseudomonas aeruginosa* ne smije biti prisutna u uzorcima vode za ljudsku potrošnju.



Slika 7 Uređaj za membransku filtraciju vode (Izvor: Autor)

4. REZULTATI I RASPRAVA

Uzorkovanje vode iz javne vodoopskrbe na mjestu potrošnje tijekom lipnja 2021. godini u Požeško-slavonskoj županiji provedeno je na 14 lokacija kako bi se odredila kakvoća vode za ljudsku potrošnju javne vodoopskrbe. Sukladnost fizikalno-kemijskih i mikrobioloških parametar s odredbama Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20). Dobiveni rezultati prikazani su **Slikama 8 - 23.**

4.1. Boja uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Boja vode uzoraka uzorkovanih iz javne vodoopskrbe na mjestu potrošnje Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godini na 14 lokacija manja je od 5 mg/PtCo skale.

Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) propisuje maksimalno dopuštenu vrijednost boje od 20 mg/PtCo skale.

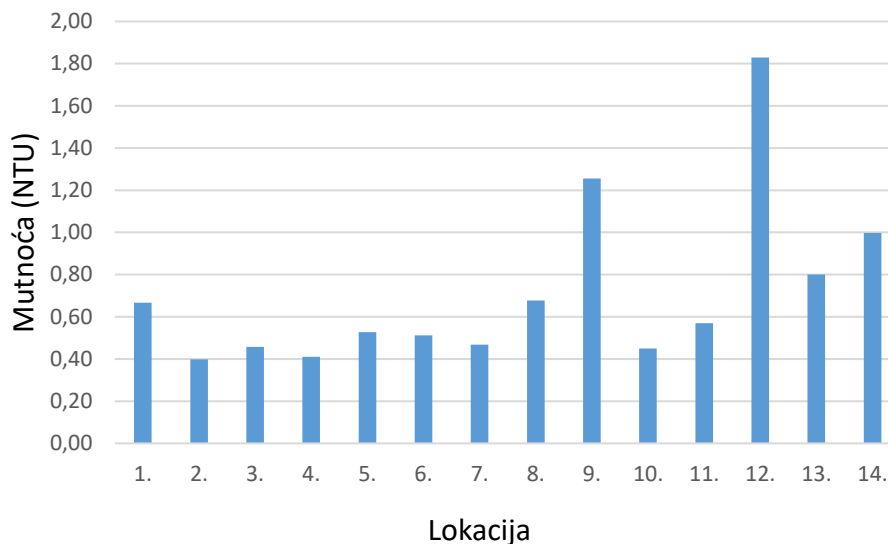
Svih 14 analiziranih uzoraka uzorkovani na mjestu potrošnje iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije imala su vrijednost boje u skladu je s odredbama Pravilnika NN 125/17, 39/20.

Tablica 3 Boja uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije uzorkovanih tijekom lipnja 2021. godine

Lokacija	Mg/PtCo skale
1.	<5
2.	<5
3.	<5
4.	<5
5.	<5
6.	<5
7.	<5
8.	<5
9.	<5
10.	<5
11.	<5
12.	<5
13.	<5
14.	<5

4.2. Mutnoća uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Mutnoća vode 14 uzoraka uzorkovanih iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine prikazana je na **Slici 8.**



Slika 8 Mutnoća uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije uzorkovanih tijekom lipnja 2021. godine

Vrijednost mutnoće vode na analiziranim uzorcima s mjesta potrošnje javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije bile su u intervalu od 0,40 NTU kao najniža vrijednost na lokaciji br.2 do 1,83 NTU izmjerena najviša vrijednost mutnoće na lokaciji br. 12. Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija mutnoće iznosi 4 NTU.

Svih 14 analiziranih uzoraka uzorkovanih na mjestu potrošnje iz javne vodoopskrbe u Požeško-slavonskoj županiji tijekom lipnja 2021. godine imali su vrijednost mutnoće u skladu s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

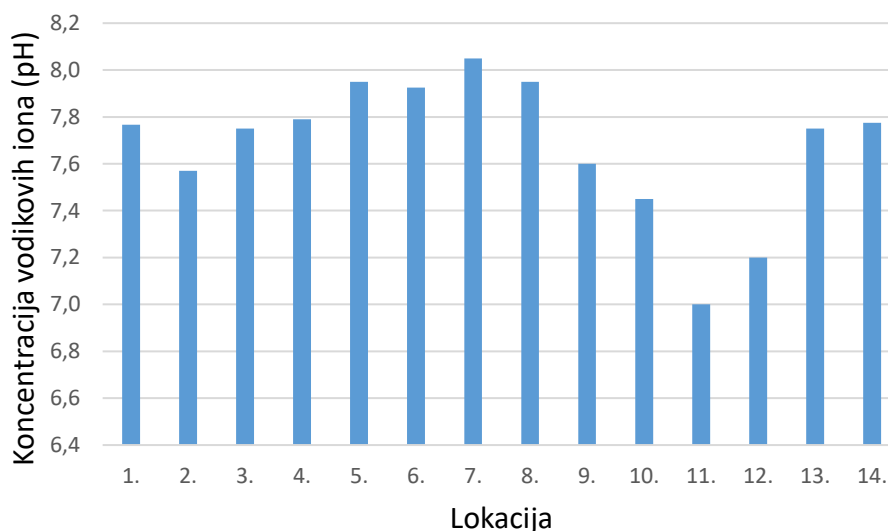
4.3. Miris i okus uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Miris i okus vode analiziranih uzoraka uzorkovanih na mjestu potrošnje iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine bili su u skladu s 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 (NN 125/17, 39/20) prema kojemu uzorci ne smiju imati miris i okus.

Senzorskom analizom analizirani uzorci vode uzorkovani na mjestu potrošnje s 14 lokacija bili su u skladu s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.4. Koncentracija vodikovih iona u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

pH vrijednost uzoraka vode uzorkovane na mjestu potrošnje iz javne vodoopskrbe na 14 lokacija u Požeško-slavonskoj županiji tijekom lipnja 2021. godine prikazane su na **Slici 9**.



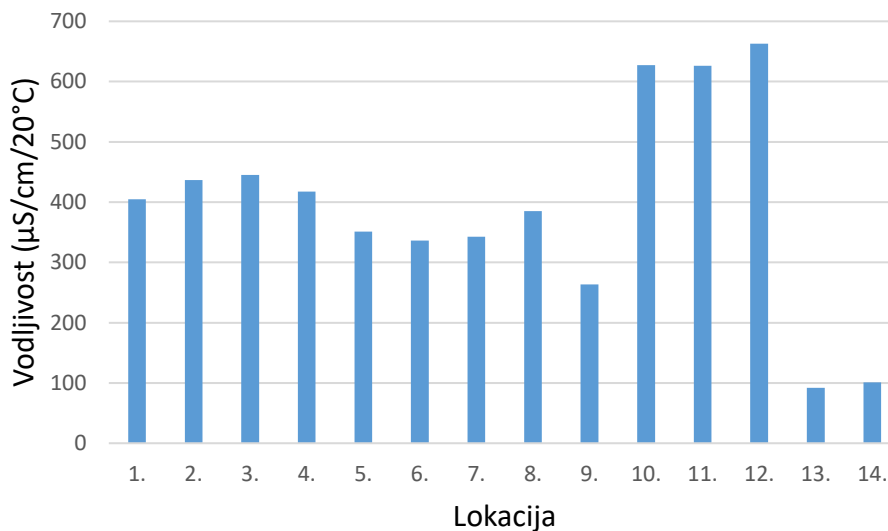
Slika 9 Koncentracija vodikovih iona u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Izmjerene pH vrijednosti analiziranih uzoraka vode bile su u rasponu od 7,0 (najniža izmjerena pH vrijednost na lokaciji br.11) do 8,1 najviša izmjerena pH vrijednost (na lokaciji br.7). Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) pH vrijednosti treba biti u intervalu od 6,5 do 9,5.

Svi analizirani uzorci vode uzorkovani na mjestu potrošnje iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021.godine imali su pH vrijednost u skladu su navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.5. Vodljivost uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Vodljivost vode u uzorcima uzorkovanim na mjestu potrošnje javne vodoopskrbe s 14 lokacija u Požeško-slavonskoj županiji tijekom lipnja 2021. prikazane su na **Slici 10**.



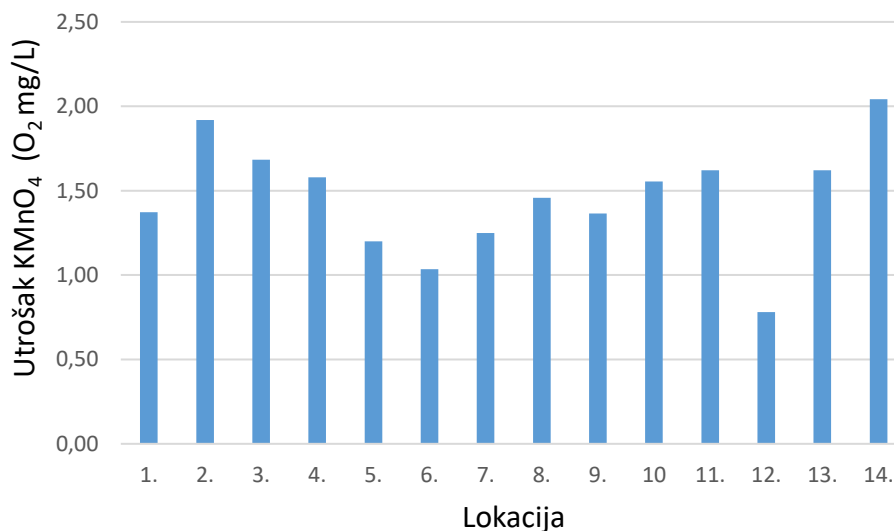
Slika 10 Vrijednosti vodljivosti uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Vrijednosti vodljivost vode analiziranih uzoraka vode uzorkovane na mjestu potrošnje javne vodoopskrbe kreću se u intervalu od 92 $\mu\text{S}/\text{cm}/20^\circ\text{C}$ (najniže izmjerena vrijednost na lokaciji br.13) do najviše izmjerene vrijednost na lokaciji br. 12 od 663 $\mu\text{S}/\text{cm}/20^\circ\text{C}$. Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalna dopuštena koncentracija vodljivosti iznosi 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}/20^\circ\text{C}$.

Svi analizirani uzorci uzorkovani na mjestu potrošnje javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godini imali su vrijednost vodljivosti u skladu s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.6. Utrošak kalijevog permanganata za uzorke vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Vrijednosti utroška kalijevog permanganata za analizirane uzorke vode uzorkovane na mjestu potrošnje javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije s 14 lokacija prikazane su na **Slici 11**.



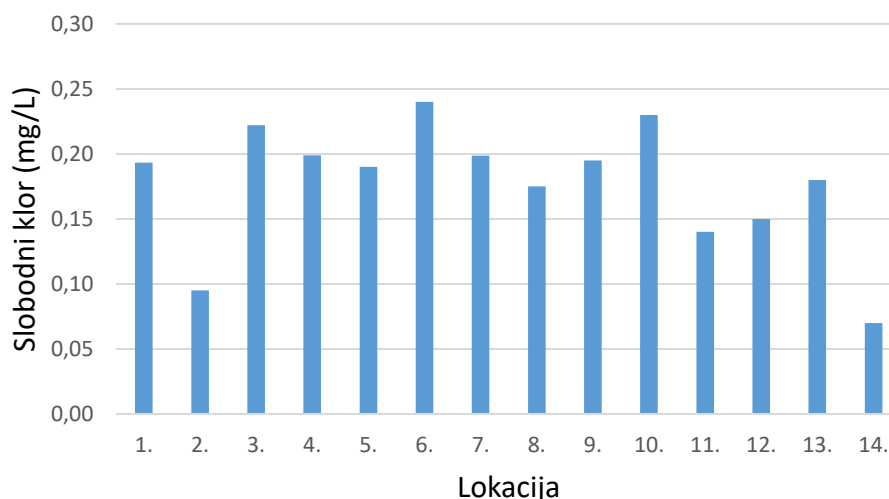
Slika 11 Vrijednosti utroška kalijevog permanganata (KMnO₄) za uzorke vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Vrijednosti utroška kalijevog permanganata (KMnO₄) za analizirane uzorke vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije uzorkovane tijekom lipnja 2021. godine na 14 lokacija bile su u rasponu od 0,78 O₂ mg/L (najniža vrijednost na lokaciji br. 12) do 2,04 O₂ mg/L (najviša vrijednost na lokaciji br. 14). Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija utroška KMnO₄ iznosi 5,0 O₂mg/L.

Svi analizirani uzorci vode uzorkovani iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godini imali su vrijednost utroška KMnO₄ u skladu su s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.7. Koncentracije slobodnog klora u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Koncentracije slobodnog klora u uzorcima vode uzorkovanim na 14 lokacija u sustavima javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije prikazane su na **Slici 12**.



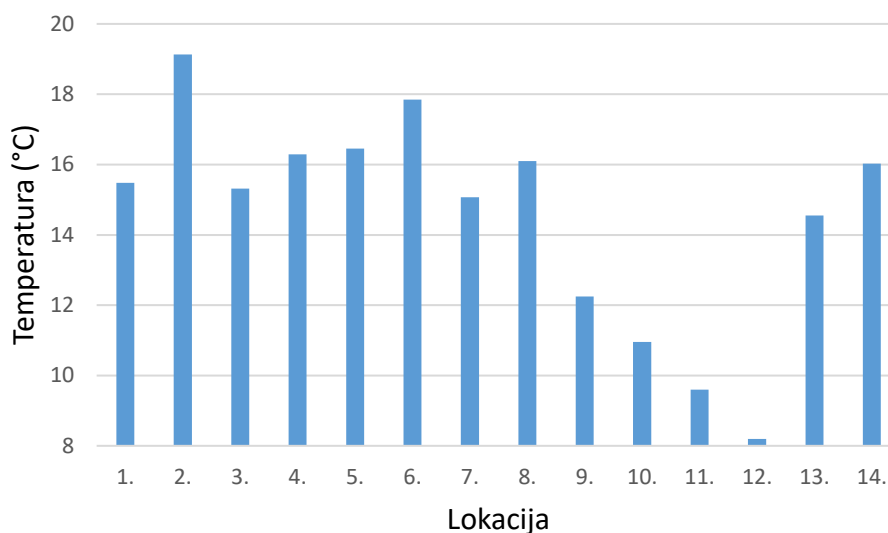
Slika 12 Koncentracije slobodnog klora u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Analizom uzorkovanih uzoraka s 14 lokacija u Požeško-slavonskoj županiji tijekom lipnja 2021. godine, utvrđene vrijednosti koncentracije slobodnog klora bile su u rasponu od 0,07 mg/L (najniža izmjerena koncentracija na lokaciji br. 14) do 0,24 mg/L (najviša koncentracija slobodnog klora na lokaciji br. 6). Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija slobodnog klora u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 0,5 mg/L.

Svi uzorci vode uzorkovani tijekom lipnja 2021. godine iz javnih vodoopskrbnih sustava u Požeško-slavonskoj županiji imali su vrijednost koncentracije slobodnog klora u skladu s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.8. Temperatura uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Izmjerene temperature uzoraka vode uzorkovane na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine prikazane su na **Slici 13**.



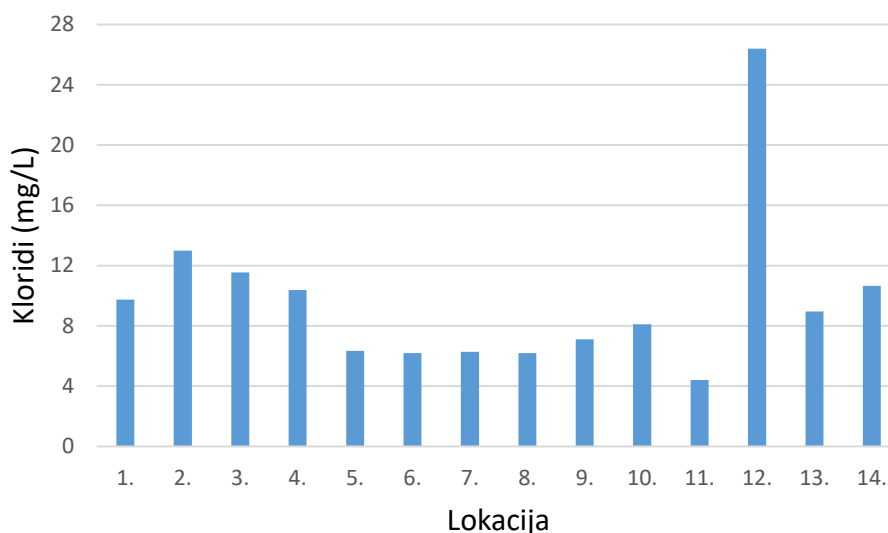
Slika 13 Temperature uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Vrijednosti temperature uzoraka vode uzorkovanim na 14 mjesta u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine bile su u intervalu od 8,2 °C (najniža izmjerena temperatura na lokaciji br. 12) do 19,1 °C (najviša izmjerena temperatura na lokaciji br. 2). Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena temperatura iznosi 25 °C.

Sve izmjerene temperature uzoraka vode uzorkovanih na mjestu potrošnje u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine bile su u skladu s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.9. Koncentracije klorida u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Vrijednosti koncentracije klorida u uzorcima vode uzorkovanim na mjestu potrošnje javne vodoopskrbe na 14 lokacija u Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine prikazane su na **Slici 14**.



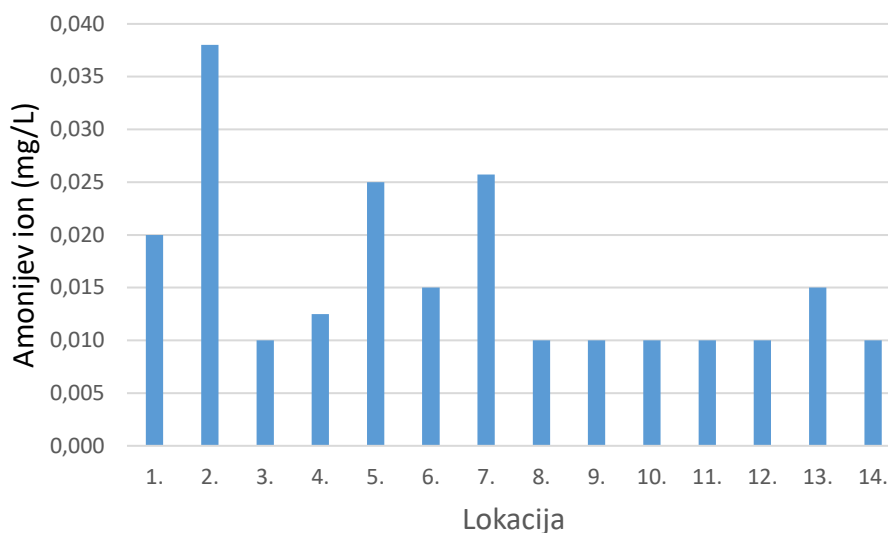
Slika 14 Koncentracije klorida u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Koncentracija klorida u uzorcima vode uzorkovanim na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine bile su u rasponu od 4,4 mg/L (najniža koncentracija klorida u uzorku s lokacije br. 11) do 26,4 mg/L (najviša koncentracija slobodnog klora na lokaciji br. 12). Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija klorida u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 250 mg/L.

U svim analiziranim uzorcima vode uzorkovanim u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine zabilježene koncentracije klorida bile su u skladu sa s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.10. Koncentracije amonijevih iona u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Koncentracije amonijevih iona u uzorcima vode uzorkovane na 14 mjesta u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine prikazane su na **Slici 15**.



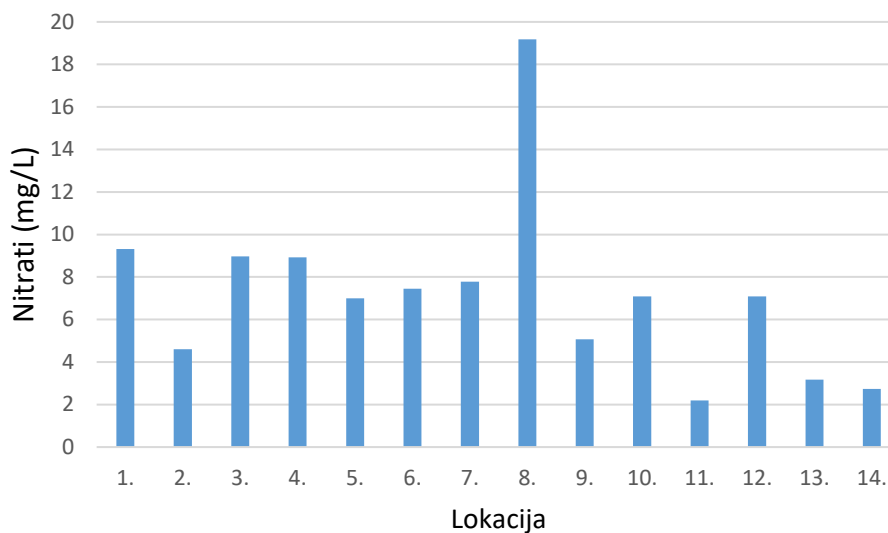
Slika 15 Koncentracije amonijevih iona u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Vrijednosti koncentracije amonijevih iona u uzorcima vode uzorkovanim na 14 lokacija javne vodoopskrbe u Požeško-slavonskoj županiji nalaze su u rasponu od 0,01 mg/L (izmjerene koncentracije amonijevih iona na sedam lokacija br. 3, 8, 9, 10, 11, 12, 14) do 0,038 mg/L (izmjerena na lokaciji br. 2). Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija amonijevih iona u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 0,5 mg/L.

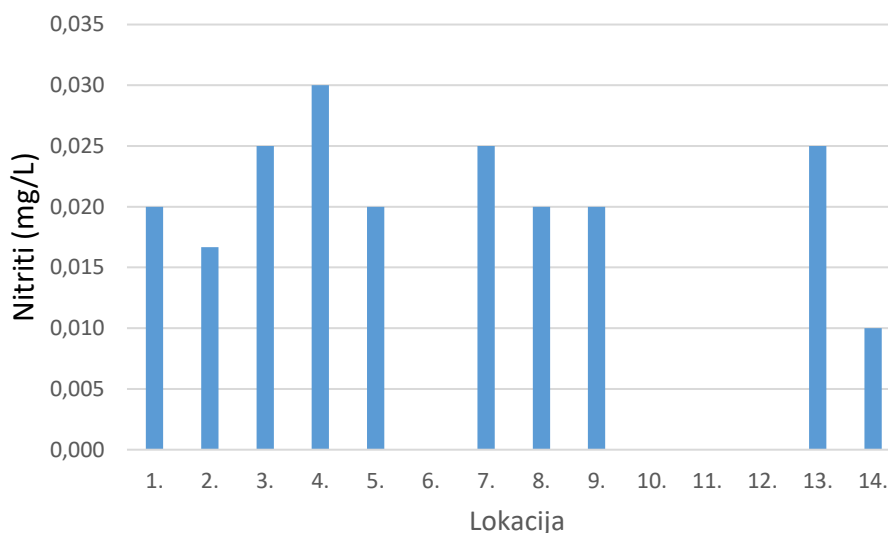
Svi analizirani uzroci vode uzorkovani u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine imali su koncentraciju amonijevih iona u skladu s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.11. Koncentracije nitrita i nitrata u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Vrijednosti koncentracija nitrata i nitrita u uzorcima vode uzorkovanim na 14 lokacija sustava javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije prikazane su na **Slika 16** i **Slika 17**.



Slika 16 Koncentracije nitrata u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine



Slika 17 Koncentracije nitrita u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Vrijednosti koncentracije nitrata u uzorcima vode uzorkovanim u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine bile su u intervalu od najmanjih 2,2 mg/L (lokacija br. 11) do najviših 19,2 mg/L (lokacija br. 8).

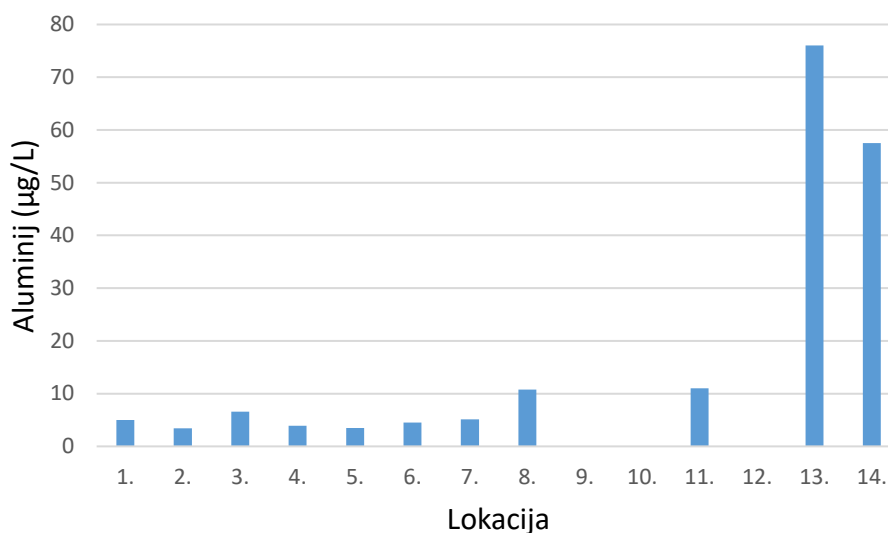
Vrijednosti koncentracije nitrita u uzorcima vode uzorkovanim u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine kretale su se do najviših 0,03 mg/L (lokacija br. 4). U četiri analizirana uzorka vode prisutnosti nitrita nije zabilježena (lokacije br. 6, 10, 11, 12).

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija nitrata iznosi 50 mg/L, dok je nitrita 0,5 mg/L.

Svi analizirani uzorci vode uzorkovani u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godini bili su u skladu su s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.12. Koncentracije aluminija u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Vrijednosti koncentracije aluminija u vodi za ljudsku potrošnju uzorkovanoj na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine prikazane su na **Slici 18**.



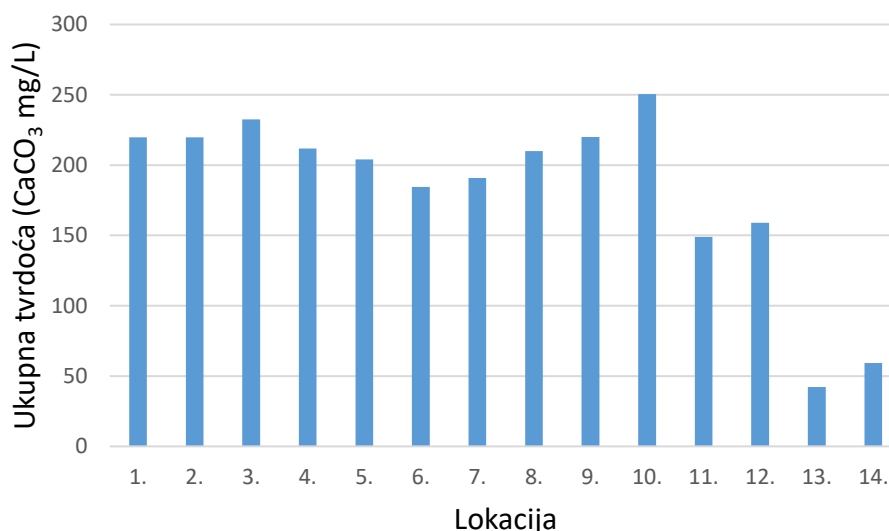
Slika 18 Koncentracije aluminija u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Koncentracije aluminija u uzorcima vode uzorkovanim na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine nalaze se u intervalu od 0 µg/L do 76 µg/L. Najviša izmjerena koncentracija aluminija zabilježena je kod uzorka s lokacije br. 13. Analizom uzoraka s tri lokacije (br. 9, 10 i 12) prisutnost aluminija u uzorcima nije zabilježena. Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija aluminija u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 200 µg/L.

Svi analizirani uzorci vode uzorkovani u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. imali su koncentraciju aluminija ispod MDK vrijednosti propisane navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

4.13. Ukupna tvrdoća uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Ukupna tvrdoća uzoraka vode za ljudsku potrošnju uzorkovanih na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine prikazana je na **Slici 19**.



Slika 19 Ukupna tvrdoća uzoraka vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

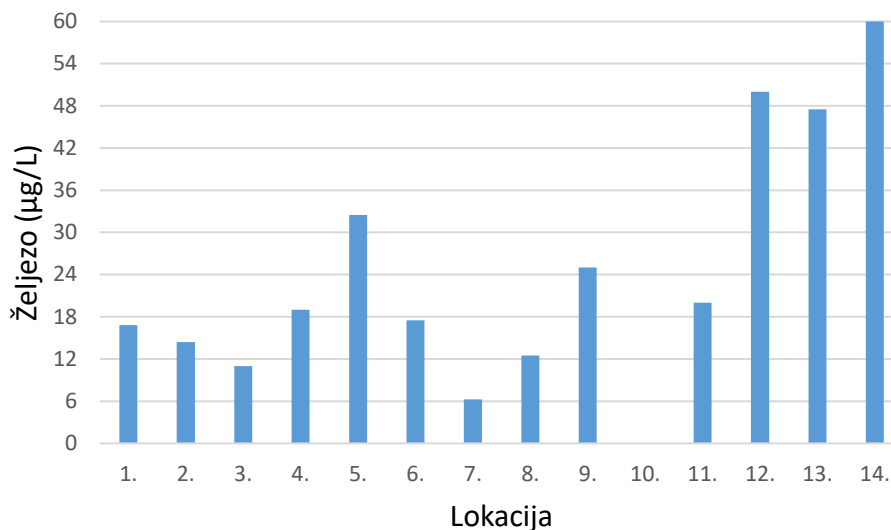
Vrijednosti ukupne tvrdoće vode analiziranih uzoraka bile su u rasponu od 42 CaCO₃mg/L (lokacija br. 13) do 251 CaCO₃mg/L (lokacije br. 10).

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 (NN 125/17, 39/20) ne propisuje najvišu dopuštenu vrijednost ukupne tvrdoće vode za ljudsku potrošnju.

Dvanaest uzoraka vode iz javne vodoopskrbne mreže Požeško-slavonske županije prema kategorizaciji tvrdoće ubraja se u kategoriju umjereno tvrdih voda jer su im zabilježene vrijednosti ukupne tvrdoće u intervalu od 8 °nj do 18 °nj. Dva uzorka vode s lokacije br. 13 i 14 prema kategorizacije tvrdoće vode pripadaju u meke vode jer su im izmjerene vrijednosti bile 2,4 °nj (lokacija br. 13), odnosno 3,3 °nj (lokacije br. 14).

4.14. Koncentracije ukupnog željeza u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Vrijednosti koncentracija ukupnog željeza u uzorcima vode uzorkovanih na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine prikazane su na **Slici 20.**



Slika 20 Koncentracije ukupnog željeza u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

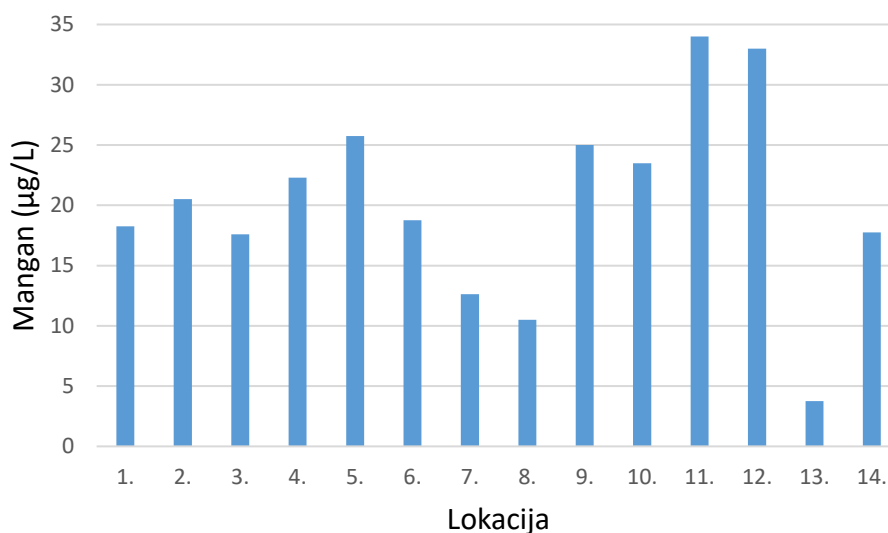
Vrijednosti koncentracija ukupnog željeza u analiziranim uzorcima vode s 14 lokacija bile su u rasponu od 0 µg/L do 60 µg/L, pri čemu je najviša koncentracija ukupnog željeza zabilježena pri analizi uzorka vode s lokacije br. 14, dok pri analizi uzorka s lokacije br. 10 nije potvrđena prisutnost ukupnog željeza.

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija ukupnog željeza iznosi 200 µg/L.

Svi analizirani uzorci vode za ljudsku potrošnju uzorkovani u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine imali su koncentraciju ukupnog željeza ispod MDK vrijednosti koju propisuje navedeni Pravilnik (NN 125/17, 39/20).

4.15. Koncentracije mangana u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Vrijednosti koncentracija mangana zabilježene analizom uzoraka vode za ljudsku potrošnju uzorkovanim na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine prikazani su na **Slici 21**.



Slika 21 Koncentracije mangana u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Vrijednosti koncentracija mangana u uzorcima vode za ljudsku potrošnju uzorkovanim na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije bile su u rasponu od 4 µg/L (lokacija br. 13) do 34 µg/L (lokacija br. 11).

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopuštena koncentracija mangana iznosi 50 µg/L.

Svi analizirani uzorci vode za ljudsku potrošnju uzorkovani na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine imali su vrijednost koncentracije mangana ispod MDK vrijednosti definirane navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

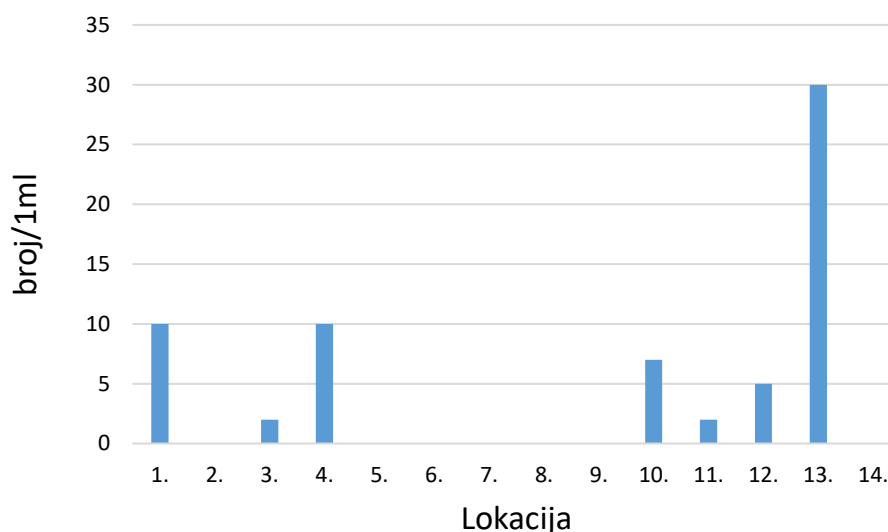
4.16. Vrijednosti mikrobioloških pokazatelja u uzorcima iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije

Tijekom izrade rada, u uzorcima vode za ljudsku potrošnju uzorkovanim na 14 lokacija u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije određene su vrijednosti šest mikrobioloških pokazatelja.

Analizom uzoraka vode u niti jednom uzorku nisu pronađene kolonije koliforma, *Escherichia coli*, enterokoka i *Pseudomonas aeruginosa*. Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) mikrobiološki pokazatelji ukupni koliformi, *Escherichia coli*, enterokoki i *Pseudomonas aeruginosa* ne smiju biti prisutni (0/100ml).

Analizom uzoraka vode za ljudsku potrošnju uzorkovanih iz sustava javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine potvrđen je rast broja kolonija na 36 °C prikazani su na **Slici 22**.

Na sedam uzoraka s lokacija broj 1, 3, 4, 10, 11, 12 i 13, uočen je rast mikroorganizama. Broj kolonija na 36 °C nalazi se u intervalu od 2/1 mL na uzorku s lokacija br. 3 i 11, do 30/1 mL uzorak s lokacije br. 13.

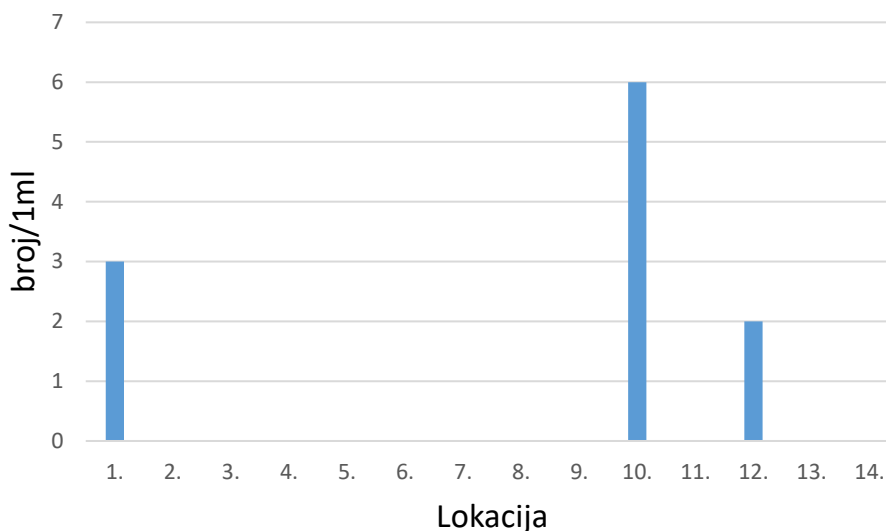


Slika 22 Broj kolonija na 36 °C u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopušten broj kolonija na 36 °C iznosi 100/1 mL.

Svi analizirani uzorci vode uzorkovani u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine, bili su u skladu s navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

Analizom uzoraka vode uzorkovanih u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije potvrđena je prisutnost porasta broja kolonija na 22 °C na tri lokacije (broj 1, 10 i 12) prikazani su na **Slici 23**. Najveći broj kolonija na 22 °C od 6/1 ml utvrđen je na lokaciji br. 10.



Slika 23 Broj kolonija na 22 °C u uzorcima vode iz javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20) maksimalno dopušten broj kolonija na 22 °C iznosi 100/1 mL.

Svi analizirani uzorci vode za ljudsku potrošnju uzorkovani u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije tijekom lipnja 2021. godine imali su vrijednost kolonija na 22 °C ispod MDK vrijednosti navedenim Pravilnikom (NN 125/17, 39/20).

5. ZAKLJUČCI

Stanovništvo Požeško- slavonska županije opskrbljuje se vodom za ljudsku potrošnju putem šest zona vodoopskrbe (Požega, Veličanka- Stražemanka, Kutjevačka rika, Radaškovac- Sovski dol- Paka, Pleternički Brđani- Djedina Rijeka i Šumetlica).

Cilj ovoga rada bio je utvrđivanje sukladnosti fizikalno-kemijskih i mikrobioloških pokazatelja kakvoće vode za ljudsku potrošnju u javnim vodoopskrbnim sustavima Požeško-slavonske županije s odredbama Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20).

Kakvoća vode određena je analizom sljedećih fizikalno-kemijskih parametara: boja, okus, miris, mutnoća, pH vrijednost, vodljivost, temperatura, utrošak KMnO_4 te koncentracija slobodnog klora, koncentracija klorida, koncentracija amonijevih iona, koncentracija nitrata i nitrita, ukupna tvrdoća, koncentracija aluminijskih i željeza i mangana. Također su analizirani mikrobiološki pokazatelji: broj ukupnih koliforma, *Escherichia coli*, enterokoka, broj kolonija na 22 °C i 36 °C te *Pseudomonas aeruginosa*.

Sve analize provedene su tijekom lipnja 2021. godine, a rezultati su:

- boja vode svih uzoraka vode manja je od 5 mg/PtCo skale
- mutnoća vode kretala se od 0,40 NTU do 1,83 NTU
- koncentracije vodikovih iona kretale su se od 7,0 do 8,1
- vrijednosti vodljivosti vode kretale su se od 92 $\mu\text{S}/\text{cm}/20\text{ }^\circ\text{C}$ do 663 $\mu\text{S}/\text{cm}/20\text{ }^\circ\text{C}$
- utrošak kalijevog permanganata kretao se od 0,78 O_2 mg/L do 2,04 O_2 mg/L
- koncentracije slobodnog klora kretale su se od 0,07 mg/L do 0,24 mg/L
- temperature uzoraka vode kretale su se od 8,2 °C do 19,1 °C
- koncentracije klorida kretale su se od 4,4 mg/L do 26,4 mg/L
- koncentracije amonijevih iona kretale su se od 0,01 mg/L do 0,038 mg/L
- koncentracije nitrata kretale su se od 2,2 mg/L do 19,2 mg/L
- koncentracije nitrita kretale su se od 0 mg/L do 0,03 mg/L
- koncentracije aluminijskih kretale su se od 0 $\mu\text{g}/\text{L}$ do 76 $\mu\text{g}/\text{L}$

- vrijednosti ukupne tvrdoće vode kretale su se od 42 CaCO₃mg/L do 251 CaCO₃mg/L
- koncentracije ukupnog željeza kretale su se od 0 µg/L do 60 µg/l
- koncentracije mangana kretale su se od 4 µg/L do 34 µg/L
- kolonije koliforma, *Escherichie coli*, enterokoka i *Pseudomonas aeruginosa* nisu bile prisutne u uzorcima vode
- broj kolonija na 36 °C kretao se od 2/1 mL do 30/1 mL
- broj kolonija na 22 °C kretao se od 0/1 mL do 6/1 mL

Dobiveni rezultati ukazuju da voda za ljudsku potrošnju iz šest zona vodoopskrbe (Požega, Veličanka- Stražemanka, Kutjevačka rika, Radaškovac- Sovski dol- Paka, Pleternički Brđani- Djedina Rijeka i Šumetlica) ima vrijednosti fizikalno-kemijskih i mikrobioloških pokazatelja u skladu odredbama Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju javne djelatnosti javne vodoopskrbe (NN 125/17, 39/20).

Na temelju rezultata ovog rada moguće je zaključiti da je voda za ljudsku potrošnju u sustavu javne vodoopskrbe Požeško-slavonske županije visoke kakvoće.

6. LITERATURA

- EC, European Commission, *Water statistics*. European Union, Bruxelles, 2022.
- HZJZ, Hrvatski zavod za javno zdravstvo: Izveštaj o zdravstveno ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za 2021. godinu. HZJZ, Zagreb, 2022.
- Mayer D: *Voda od nastanka do upotrebe*. Prosvjeta, Zagreb, 2004.
- NN, Narodne novine: Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnosti javne vodoopskrbe. Narodne vode 125/07, 39/20, Zagreb, 2007.
- NN, Narodne novine: *Zakon o vodi za ljudsku potrošnju*. Narodne novine 56/13, 64/15, 104/17, 115/18, 16/20, Zagreb, 2020.
- Panora, *Plan razvoja Požeško-slavonske županije za razdoblje 2021. – 2027. godine- Osnovna analiza*, Požega, 2021. <https://www.panora.hr/wp-content/uploads/2022/06/PRILOG-2.-Osnovna-analiza-PSZ-.pdf> [Pristupljeno 13.09.2022.]
- Summers K: *Water quality: Science, Assessment and Policy*. IntechOpen, 2020.
- Štrkalj A: *Onečišćenje i zaštita voda*. Metalurški fakultet, Sisak, 2014.
- Tekija d.o.o., Javna vodoopskrba, 2022. <https://www.tekija.hr/o-nama/vodne-usluge/javna-vodoopskrba> [Pristupljeno 28.08.2022.]
- Vode Lipik d.o.o., Javna vodoopskrba, 2022. <http://vode-lipik.hr/opci-podaci/> [Pristupljeno 28.08.2022.]
- WHO: *Aluminium in Drinking-water*. World Health Organization, 2003.
- WHO: *Guidelines for drinking-water quality*. World Health Organization, 2017.
- WHO: *Manganese in Drinking-water*. World Health Organization, 2004.