

# Analiza kakvoće vode površinskih izvora na području Požege

---

**Bićanić, Rebeka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Tourism and Rural Development in Požega / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet turizma i ruralnog razvoja u Požegi**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:277:267365>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-08**



*Repository / Repozitorij:*

[FTRR Repository - Repository of Faculty Tourism and Rural Development Požega](#)



**FAKULTET TURIZMA I RURALNOG  
RAZVOJA U POŽEGI**



**REBEKA BIĆANIĆ, 0253053298**

**ANALIZA KAKVOĆE VODE POVRŠINSKIH IZVORA  
NA PODRUČJU POŽEGE**

***ZAVRŠNI RAD***

Požega, 2023. godine

FAKULTET TURIZMA I RURALNOG  
RAZVOJA U POŽEGI

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

**ANALIZA KAKVOĆE VODE POVRŠINSKIH IZVORA  
NA PODRUČJU POŽEGE**

***ZAVRŠNI RAD***

IZ KOLEGIJA TEHNOLOGIJA VODE I OBRADA OTPADNIH VODA

MENTOR: Ana Mrgan, dipl.ing.pred.

STUDENT: Rebeka Bićanić

JMBAG studenta: 0253053298

Požega, 2023. godine

## SAŽETAK

Voda predstavlja veliku važnost za čovjeka, te za biljni i životinjski svijet. Današnjim velikim iskorištavanjem i zagađenjem prirodnih resursa narušena je kvaliteta i raspoložive količine pitke vode. Rastuća industrijska proizvodnja i eksponencijalni rast svjetske populacije dovodi do ozbiljnog poremećaja u ekonomskom razvoju pa čak i egzistenciji stanovništva određenih regija ili zemalja zbog ograničenih količina pitke vode.

U ovom završnom radu prikazani su rezultati mikrobioloških, kemijskih i fizikalnih analiza kakvoće vode iz tri površinska izvora sa područja grada Požege, iz kojih se od davnina voda koristi za piće, a to su izvori: Štitnjak, Tekija i Fratrovica. Analize su odrađene u Zavodu za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije. Rezultati mikrobiološke analize uzorkovane vode iz izvora Štitnjak i izvora Fratrovica ne odgovaraju maksimalno dozvoljenim koncentracijama, utvrđena je prisutnost Enterokoka. U sva tri uzorka utvrđena je prisutnost bakterije *Pseudomonas aeruginosa*. Prisutnost aerobnih mezofilnih bakterija pri 22 °C i 36 °C zadovoljavaju maksimalno dozvoljene koncentracije.

Rezultati kemijske i fizikalne analize uzorkovane vode ukazuju da su svi parametri u skladu sa maksimalno dozvoljenom koncentracijom.

**Ključne riječi:** kakvoća vode, površinski izvori, analiza vode

## SUMMARY

Water is of great importance for humans, and for plant and animal life. Today's large-scale exploitation and pollution of natural resources has damaged the quality and available quantity of drinking water. The growing industrial production and the exponential growth of the world's population leads to a serious disruption in the economic development and even the existence of the population of certain regions or countries due to limited amounts of drinking water.

This final paper presents the results of microbiological, chemical and physical analyzes of water quality from three surface sources in the area of the city of Požega, from which water has been used for drinking since ancient times, namely the sources: Štitnjak, Tekija and Fratrovica. The analyzes were performed at the Institute for Public Health of Požega-Slavonia County. The results of the microbiological analysis of the sampled water from Štitnjak and Fratrovica springs do not correspond to the maximum allowed concentrations. The presence of

Enterococcus was determined. The presence of *Pseudomonas aeruginosa* bacteria was found in all three springs, one colony was found at the Fratrovica spring, while a significant increase in colonies was found at the other two springs. All three samples determined with the presence of aerobic mesophilic bacteria at 22 °C and 36 °C satisfy the maximum allowed concentrations.

The results of the chemical and physical analysis of the sampled water indicate that all parameters are in accordance with the maximum allowed concentration.

**Keywords:** water quality, surface sources, water analysis

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
2.1. Voda.....	2
2.1.1. Kruženje vode u prirodi .....	3
2.1.2. Ljekovitost voda.....	4
2.1.3. Potrebe za vodom.....	4
2.2. Ugroženost zaliha vode .....	5
2.3. Očuvanje voda.....	5
3. MATERIJALI I METODE.....	7
3.1. Materijali i zadatak rada.....	7
3.2. Mikrobiološka analiza vode .....	9
3.2.1. Metoda membranske filtracije .....	10
3.2.2. Određivanje prisutnosti <i>Escherichie coli</i> i koliformnih bakterija .....	11
3.2.3. Određivanje Enterokoka .....	11
3.2.4. Određivanje broja kolonija naciepljivanjem na hranjivi agar na 36 °C i 22 °C.....	12
3.2.5. Određivanje <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	13
3.2.6. Oxidaza test.....	14
3.2.7. Acetamid bujon .....	14
3.3. Fizikalno - kemijske analize vode.....	14
3.3.1. Određivanje boje .....	15
3.3.2. Određivanje mutnoće .....	16
3.3.3. Određivanje električne vodljivosti .....	16
3.3.4. Određivanje nitrita i nitrata .....	17
3.3.5. Određivanje kalijevog permanganata $KMnO_4$ .....	18
3.3.6. Određivanje pH vrijednosti .....	19
3.3.7. Određivanje amonijaka .....	19
3.3.8. Određivanje mangana .....	20
3.3.9. Određivanje željeza.....	20
3.3.10. Određivanje klorida.....	21
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	22
5. ZAKLJUČAK .....	25
6. LITERATURA .....	26

## 1. UVOD

U ovom završnom radu prikazani su rezultati analiza kvalitete vode uzorkovane iz površinskih izvora s područja grada Požege, koji se od davnina koriste kao izvori pitke vode. Voda predstavlja sve važniji resurs, kako lokalno i regionalno, tako i na svjetskoj razini. Kako bi se omogućio normalan život stanovništva na nekom području potrebno je održati određenu razinu količine i kvalitete potrebne vode. Nekada, a i sada se vode ratovi za izvore vode jer je predstavljala osnovni resurs za održavanje života na određenom području.

Danas je voda strateški resurs i svaka država ju nastoji zaštititi. Posljednjih godina su sve veća onečišćenja prirodnih voda, a i rastuća je potreba za vodom zbog rastućeg broja stanovnika na Zemlji, industrijskog razvoja i kontinuiranog gospodarskog rasta i razvoja. Republika Hrvatska bogata je obnovljivim izvorima vode. Upravlja s više od 32.000 kilometara prirodnih vodotoka. U Hrvatskoj trenutno mogućnost priključenja na sustav javne vodoopskrbe ima 94 % stanovništva. Može se pohvaliti kako podzemne vode predstavljaju veliko prirodno bogatstvo čak 13 % ukupno obnovljivih vlastitih resursa (Hrvatske vode,2015, url).

Svjetska zdravstvena organizacija propisala je određene mjere odnosno koncentracije hranjivih tvari i razine iona koje su dozvoljene u površinskim vodama. Mikrobiološka ispravnost vode je jedan od najznačajnijih pokazatelja kvalitete vode za piće. Potrebno je zaštititi prirodne izvore vode za piće, pročišćavati vodu i redovito ispitivati njenu kvalitetu.

Cilj ovog završnog rada je analizirati kakvoću površinske vode na području grada Požege iz tri površinska izvora, a to su: Štitnjak, Fratrovica i Tekija. U radu se ocjenjivala kakvoća vode iz navedenih površinskih izvora te napravila usporedba dobivenih rezultata analiza s MDK vrijednostima odnosno parametrima koji su određeni zakonskim propisima za pitku vodu.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Voda

Voda je izvor života. Jedina je anorganska tekućina bez boje, mirisa i okusa. Kemijski sastav vode ( $H_2O$ ) čine dva atoma vodika i jedan atom kisika povezanih kovalentnom vezom. Glavno svojstvo vode je da se ona u prirodi neprekidno obnavlja. Glavni je sastojak svih živih organizama. Voda je dobro otapalo i opskrbljuje biljke mineralnim tvarima. Kad bi voda izgubila svoju sposobnost otapanja, biljni svijet bi nestao. Kvaliteta vode ovisi o njezinim fizikalnim, biološkim, radiološkim i kemijskim svojstvima. Naše tijelo sastoji se od 70 % vode bez koje ne bi moglo obavljati normalne funkcije. Vodu koristimo od prvih trenutaka života do našega kraja, odnosno smrti (Mayer, 2004: 13).

Voda prekriva oko 71 % Zemljine površine. Od ukupne količine vode na Zemlji 96,5 % čini slana voda, a samo 3,5 % čini pitka voda, od kojih tek oko 1 % je dostupno čovjeku za korištenje. Najpogodnija temperatura pitke vode je između  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  i  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . U prirodi je nalazimo u tri agregatna stanja, a to su: kruto, tekuće i plinovito. Promjena agregatnog stanja događa se zagrijavanjem, hlađenjem ili promjenom tlaka. Na nula stupnjeva Celzijusa voda prelazi u led, a pri topljenju leda odnosno prijelazu u tekuće agregatno stanje trodimenzionalni tetraedarski raspored raspada se zbog učestalog prekidanje vodikovih veza. Voda je najgušća na temperaturi od  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  i iznosi  $1,000\text{ g/cm}^3$ . Pri hlađenju vode do  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  smanjuje se njezin obujam, a pri hlađenju ispod  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  obujam se povećava. Led je lakši od vode jer ima manju gustoću i zato pliva na vodi. Kad bi led bio teži od vode, smrzavajući se na površini, tonuo bi i sva bi se voda zaledila, tako ne bi bio moguć život u vodi. Voda ključa na temperaturi od 100 stupnjeva Celzijusa. Jedinstveno svojstvo vode je i u njezinom kapilarnom djelovanju što joj omogućuje velika površinska napetost. Osim žive (Hg), voda ima najveći površinski napon (Beraković, 2015: 24).

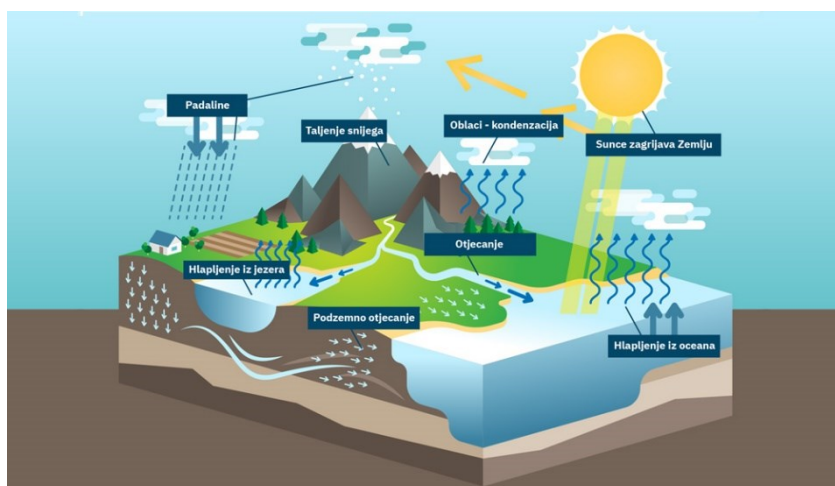




Slika 1. Voda kao izvor života (Izvor: autor)

### 2.1.1. Kruženje vode u prirodi

Hidrološki ciklus je proces stalnog kruženja vode na Zemlji. Ciklus pokreće energija sunca. Sunčeva toplina uzrok je stalnog isparavanja vode iz mora, rijeka i jezera. Vodena se para u višim slojevima atmosfere hladi odnosno kondenzira pa nastaju oblaci-ondosno sitne kišne kapi dok kristalizacijom nastaju sitni kristalići leda. Voda se na zemlju vraća u obliku oborina koje padnu na tlo ili kroz tlo prodiru do podzemnih voda. Biljke ispuštaju ostatak vode transpiracijom. Voda neprestano kruži tj.isparava i ponovno se kondenzira u tekuće ili kristalizira u kruto agregatno stanje (Mayer, 2004: 31).



Slika 2. Kruženje vode u prirodi (Voda u prirodi, url)

### 2.1.2. Ljekovitost voda

Ljekovita moć voda otkrivena je još od pradavnih vremena. U starim zapisima pojavljivali su se „ljekoviti“ izvori, vode i jezera. Oko 400 god. pr.n.e. grčki povjesničar Herodot je pisao o čarobnom izvoru u Etiopiji čija voda može pomladiti svakog tko je pije. Razvojem kulture hidroterapije danas mnogo ljudi koristi termalna lječilišta, toplice i slično. U prvo vrijeme termalne vode koristile su se u svrhu zaštite od hladnoće, a tek kasnije su ljudi shvatili da se mogu koristiti za liječenje (Čupić, Vlašić, Larva, 2019: 525).

Voda je vrlo korisna za zdravlje, duševno stanje, a i ljepotu. Jača otpornost organizma. Zvuk vode opušta- oslobađa nas stresa. Voda ima jedinstvenu ulogu, nosi energiju i informacije. Osim obične, pitke vode postoje vode koje djeluju na naše zdravlje, ljekovita vrela, prirodni izvori mineralne i termalne vode. U Hrvatskoj imamo mnogo lječilišta s prirodnom termalnom vodom kao što su Bizovačke toplice, Daruvarske toplice, terme Tuhelj, Krapinske toplice, Varaždinske toplice i druge (Beraković, 2015: 42).

### 2.1.3. Potrebe za vodom

Potrebe za vodom su jako velike jer bez nje ne bi bilo života. Vode ima dovoljno, ali je čovjek svjesno zagađuje (Beraković, 2015: 156). Danas većina stanovništva koristi vodu iz kontroliranog javnog vodoopskrbnog sustava tek nešto manji broj iz bunara ili zdenaca. Voda se koristi i za uzgoj slatkovodne ribe, proizvodnju električne energije, voda daje život biljnom i životinjskom svijetu, za navodnjavanje zemljišta i slično. Zadnjih desetak godina potreba za vodom povećala se gotovo sedam puta. Sve više se iscrpljuju podzemne i površinske vode. U nekim zemljama koje nemaju dovoljno pitke vode koristi se obrađena morska voda. Radi se desalinizacija, ali to mogu samo bogate zemlje. Kod nas se desalinizacija provodi na otocima Lastovo i Mljet jer je kapacitet vode manji od deset litara u sekundi (Mayer, 2004: 125).

Voda mora biti čista i zdrava da bi ju koristili za piće. Danas je sve veća nestašica čiste i pitke vode. Prema zalihama vode Hrvatska zauzima visoko 5. mjesto u Europi. Ministarstvo poljoprivrede objavljuje na temelju članka 80. stavka 1. podstavka 2. Zakona o poljoprivredi NN 118/18, 42/20, 127/20 popis prirodnih mineralnih voda i izvorskih voda priznatih u Republici Hrvatskoj. Podzemna voda je glavni izvor pitke vode. Monitoring podzemne vode prema smjernicama propisan je u odrednicama Okvirne direktive o vodama (2000/60/EC). Monitoring je programirani proces uzorkovanja, mjerenja i naknadnog bilježenja za različita

obilježja vode s ciljem procjene postizanja specifičnih okolišnih ciljeva (Loborec, Dogančić i Kapelj, 2019: 505).

## 2.2. Ugroženost zaliha vode

Danas se sve češće susrećemo s vodom koja nije pogodna za piće. Velik razvoj industrijske i poljoprivredne proizvodnje, prometa i porasta životnog standarda ljudi dovodi do onečišćenja voda. Zbog suvremenih poljoprivrednih metoda danas prijete sve veća opasnost od prodora štetnih tvari nagomilanih u tlu, u površinske i podzemne vode (Beraković, 2015: 114). Najveća onečišćenja vode su tamo gdje su potrebe za pitkom vodom najveće. Postoji fizikalno, kemijsko, radiološko i biološko onečišćenje vode. Fizikalno onečišćenje manifestira se povećanjem temperature vode, dolazi do pojave mutnoće vode, mirisa i okusa. Onečišćenje površinskih voda pratila je urbanizacija i industrijalizacija, posebno krajem devetnaestog i dvadesetog stoljeća. Najveći uzročnik onečišćenja površinskih voda je namjerno i planirano upuštanje otpadnih voda. Kod biološkog onečišćenja dolazi do pojave patogenih bakterija, virusa i drugih mikroorganizama. Oni dospijevaju u površinske vode najčešće ispuštanjem otpadnih voda iz naselja i zato prilikom korištenja površinskih voda potrebni su prethodni postupci obrade vode ovisno o njejoj zagađenosti i namjeni (Mayer, 2004: 170).

## 2.3. Očuvanje voda

Vode ima dok se ne poremeti njezin hidrološki ciklus. Crpljenje vode u većim količinama od one koja se prirodnim procesima može obnoviti dovodi do smanjenja vodnih zaliha. Voda se ne može tolikom brzinom obnoviti koliko se brzinom koristi. Danas se to često dešava sa podzemnim vodama, ali i s površinskim. Treba voditi brigu da voda ostane što čistija i što prirodnija. Jako je važno zaštititi izvorište vode, posebno od kemijskog onečišćenja. Primjer, mineralna gnojiva u poljoprivredi jedan su od najčešćih uzroka onečišćenja vode dušikom i njegovim spojevima. Pritisak nutrienata na vode u RH dokazuje da je Hrvatska na vrhu u Europi po ukupnom pritisku nutrijenata na vode ili da je značajno iznad prosjeka svih članica EU. Države moraju zaštititi vodna bogatstva, ali bogatstvo i čistoća voda ovisi o svakom pojedincu (Beraković, 2015: 152).

Znanstvenici prate onečišćenje i kvalitetu voda. Podzemne vode dragocjeni „su prirodni resurs te bi ih kao takve trebalo zaštititi od pogoršanja stanja i kemijskog onečišćenja. To je posebno važno za ekosustave ovisne o podzemnim vodama te za korištenje podzemnih voda u

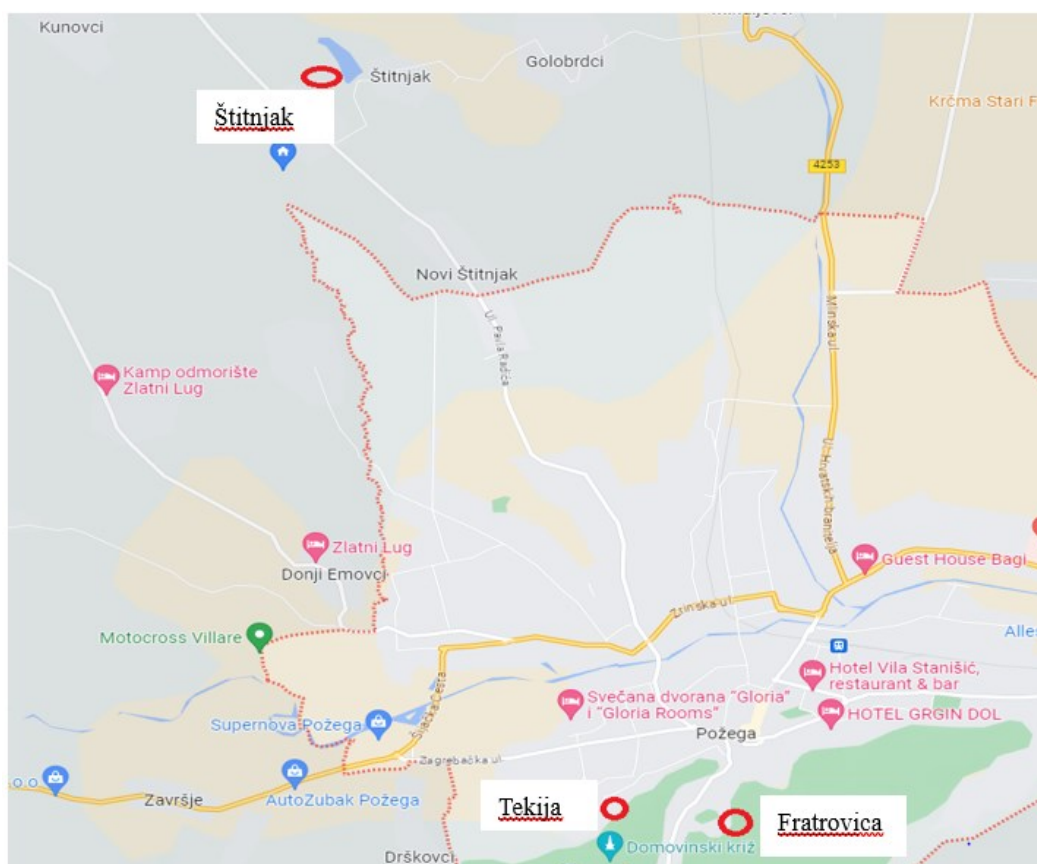
opskrbi vodom koja je namijenjena za prehranu ljudi. Podzemne vode najosjetljivije su i najveće vodno tijelo slatke vode u Europskoj uniji, a prije svega su i glavni izvor javne opskrbe vodom za piće u mnogim regijama. Podzemnu vodu u vodnim tijelima koja se koriste za crpljenje vode za piće ili koja su namijenjena za takvu uporabu u budućnosti bi trebalo zaštititi tako da se izbjegne pogoršanje kvalitete takvih vodnih tijela te se time smanji stupanj obrade potreban za proizvodnju vode za piće, u skladu s člankom 7. stavcima 2. i 3. Direktive 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2000. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike“ (Direktiva 2006/118/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja stanja, url).

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Materijali i zadatak rada

Zadatak ovog završnog rada je napraviti analizu kvalitete vode iz površinskih izvora na području grada Požege. Uzorci su uzeti u srpnju 2023. godine, te su isti dan obavljene mikrobiološke i fizikalno-kemijske analize uzetih uzoraka u Zavodu za javno zdravstvo u Požegi. Uzorci vode uzimali su se iz tri prirodna izvora sa područja grada Požege:

1. Štitnjak
2. Tekija
3. Fratrovica



Slika 3. Pozicije izvora na karti grada Požege (Izvor: autor)

Izvor Štitnjak se nalazi u državnoj hrastovoj šumi u predgrađu grada Požege, između mjesta Marindvor i Štitnjak. Kod uzimanja uzorka na izvoru Štitnjak dnevna temperatura bila je oko 26 °C. Oko samog izvora prostiru se oranice i hrastova šuma. Izvor je udaljen od jezera

Sovinjak oko 100 metara. Nekad davno stanovnici mjesta Štitnjak i Marindvor koristili su vodu za piće iz tog izvora tada zvanog Vrčica. Danas je on uređen, ali se ne koristi za ljudsku potrošnju.



Slika 4. Izvor Štitnjak (Izvor: autor)

Izvor Tekija nalazi se u sjeveroistočnom podnožju brda Sokolovac. Legenda kaže onaj tko popije vode s Tekije, iz Požege nikada ne ode, a ako i ode, nikad ju ne zaboravlja. U vrijeme Osmanlija, u 16. stoljeću s toga izvora vodio je vodovod do glavnog gradskog trga, danas trga Svetog Trojstva. Kod uzimanja uzorka dnevna temperatura bila je oko 26 °C. Vremenu uzimanja uzoraka prethodio je period sunčanog vremena bez oborina. Oko izvora nalaze se kuće i dječje igralište.



Slika 5. Izvor Tekija (Izvor: autor)

Izvor vode Fratrovica dobio je ime po franjevcima. Nalazi se u podnožju Požeške gore nasuprot groblja Svete Elizabete u gradu Požegi. Istočno od izvora nalazi se šuma, a južno i jugozapadno nedaleko od izvora su kuće i dječje igralište. Izvor je betoniran i uređen. Prilikom uzimanja uzoraka vremenski uvjeti bili su sunčani.



Slika 6. Izvor Fratrovica (Izvor: autor)

### 3.2. Mikrobiološka analiza vode

Mikrobiološka analiza vode za ljudsku potrošnju određuje se na pet parametara, a to su: ukupne koliformne bakterije, *Escherichie coli*, broj kolonija na 36 °C, broj kolonija na 22 °C, Enterokoki i *Pseudomonas aeruginosa*. Membransku filtraciju koristimo za određivanje ukupnih koliformnih bakterija, *Escherichie coli* i *Pseudomonas aeruginosa* u vodi. Radi se na 100 mL uzorka.

U tablici 1 prikazani su mikrobiološki parametri zdravstvene ispravnosti vode sukladno 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, objavljenom u NN 125/2017.



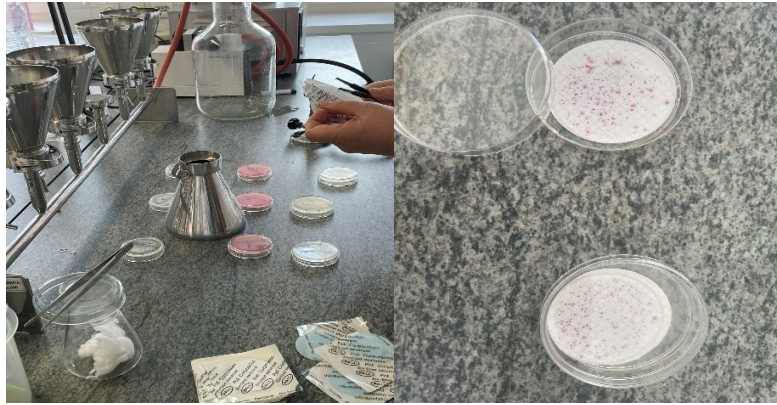
Tablica 1. Mikrobiološki parametri zdravstvene ispravnosti vode (Prilagođeno prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe, NN 125/2017)

Pokazatelj	Mjerna jedinica	MDK
<i>Escherichia coli</i>	cfu/100 mL	0
Ukupne koliformne bakterije	cfu/100 mL	0
Enterokoki	cfu/100 mL	0
Broj bakterija na 22 °C	cfu/1 mL	100
Broj bakterija na 36 °C	cfu/1 mL	20
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	cfu/250 mL	0

### 3.2.1. Metoda membranske filtracije

Postupak membranske filtracije odvija se tako da se prvo steriliziraju svi graduirani lijevci tako što uzmemo vatu namočenu u 70 % alkohol i obrišemo sve lijevke. Nakon toga se stavljaju na plamen plamenika kako bi ih dezinficirali. Skinemo lijevke s postolja, te se sterilnom pincetom, koja se sterilizira plamenom, aseptički prihvati ispitni filter i sa mrežastim dijelom okrenutim prema gore, položi na sredinu osnovice držača filtera. Lijevak filtera se postavi na uređaj za filtriranje i učvrsti držačem. Nakon što se postavi filter i lijevak, u lijevak se ulijeva 100 mL uzorka ispitivane vode, uključi vakuum i filtrira cijeli sadržaj. Vakuum se isključi odmah nakon završene filtracije. Ukloni se lijevak filtera i sterilnom pincetom makne membranski filter s osnovice držača filtera, te se stavi na selektivnu podlogu u Petrijevoj zdjelici pazeći da ne zaostanu mjehurići zraka. Zaostanu li mjehurići zraka membranu treba podignut i ponovno staviti na agar. Ako se očekuje veći broj kolonija tada treba napraviti razrjeđenje uzorka, na način da se profiltrira 10 mL uzorka i 1 mL uzorka pomješan sa 10 mL sterilne destilirane vode (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).





Slika 7. Membranska filtracija (Izvor: autor)

### 3.2.2. Određivanje prisutnosti *Escherichie coli* i koliformnih bakterija

Materijali i pribor za analizu:

- oprema za uzorkovanje
- uređaj za membransku filtraciju s membranskim filterima, cijevima za vakuum i bocama za prihvatanje tekućine
- termostat - uređaj za inkubaciju
- sterilni membranski filteri
- pinceta
- plamenik.

Nakon završene filtracije isključi se vakuum i sterilnom pincetom membranski filter stavi se na diferencijalnu podlogu u Petrijevoj zdjelici - CCA pazeći da ne ostanu mjehurići zraka između membrane i površine agara. Inkubira se 21 – 24 h na temperaturi  $36 \pm 2$  °C. Ukupni broj kolonija treba biti  $< 100$ . Nakon inkubacije prebroje se sve kolonije koje daju pozitivnu  $\beta$ -D – galaktozidaza reakciju kao vjerojatnu prisutnost koliformnih bakterija koje nisu *E.coli*. Kako bi to potvrdili treba napraviti Oxidaza test. Tako da se uzme dio kolonije i razmaže na papirnati disk za Oxidaza test i pojavom plavo-ljubičaste boje unutar 30 sekundi smatra se pozitivnom reakcijom (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).

### 3.2.3. Određivanje Enterokoka

Materijali i pribor za analizu:

- oprema za uzorkovanje

- uređaj za membransku filtraciju
- termostat 38 °C i termostat 44 °C
- sterilni membranski filter
- pinceta
- plamenik.

Kad je postupak filtracije završio ukloni se lijevak i sterilnom pincetom makne membranski filter s osnovice držača te ga treba staviti na selektivnu podlogu u Petrijevoj zdjelici - Slanetz Bartley agar pazeći da ne zaostanu mjehurići zraka između membrane i površine agara. Inkubirati (44±4) sata na temperaturi 36±2 °C. Ukupni broj kolonija treba biti < 200, a očekivani broj kolonija < 100. Nakon inkubacije prebroje se sve kolonije kesten-crvene ili ružičaste boje kao tipične kolonije. Dokazivanje se provodi tako da se filter sa kolonijama prenese na ploču sa Bile aesculin azide agarom, koja je zagrijana na 44 °C te inkubira 2 h. Nakon inkubacije prebroje se sve izrasle kolonije tamno smeđe ili crne boje kao kolonije Enterokoka. Procijenjen broj izražava se kao cfu/100 mL (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

#### 3.2.4. Određivanje broja kolonija naciepljivanjem na hranjivi agar na 36 °C i 22 °C

Materijali i oprema za analizu:

- oprema za uzorkovanje
- termostat, uređaj za inkubaciju (36 °C)
- termostat, uređaj za inkubaciju (22 °C)
- sterilne Pasteur pipete
- plamenik za sterilizaciju plamenom
- Yeast ekstrakt agar (Agar sa ekstraktom kvasca).

Za određivanje broja kolonija na 36 °C i 22 °C provodi se naciepljivanje 1 mL uzorka u Petrijevu zdjelicu te se zalije 15-20 mL hranjivim agarom Yeast ekstrakt agar otopljenog i ohlađenog na 45±1 °C. Polako se promješa blagom rotacijom, ostavi malo da odstoji pa okrene zdjelicu, zatim se inkubira jedna zdjelica 44±4 sata pri temperaturi 36±2 °C, a druga zdjelica inkubira 68±4 °C pri temperaturi 22±2 °C. Kolonije na 36 °C i 22 °C rastu kao bijele ali ponekad i žuto obojene, te se broje sve koje porastu na podlozi. Ukupan broj kolonija treba biti < 300 (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 8. Određivanje broja kolonija na 36 °C i 22 °C (Izvor: autor)

### 3.2.5. Određivanje *Pseudomonas aeruginosa*

Metoda detekcije i brojanje *Pseudomonas aeruginosa* metodom membranske filtracije provodi se prema normi HRN EN ISO 16266; 2008. Metoda se temelji na membranskoj filtraciji određenog volumena uzorka vode, inkubaciji koncentrata, pri određenoj temperaturi, te se radi procjena kolonija nakon potvrdnog testa.

Materijali i pribor za analizu:

- oprema za uzorkovanje
- uređaj za membransku filtraciju s membranskim filterima, cijevima za vakuum i bocama za prihvatanje tekućine
- termostat - uređaj za inkubaciju ( $36 \pm 2$  °C)
- termostat – uređaj za inkubaciju ( $44 \pm 0,5$  °C)
- sterilni membranski filteri
- pinceta sa zaobljenim vrhom
- plamenik
- UV lampa.

Nakon membranske filtracije uzorka vode, sterilnom pincetom makne se membranski filter s osnovice držača filtera i stavi se na selektivnu podlogu u Petrijevu zdjelicu s *Pseudomonas* CN agarom pazeći da ne zaostanu mjehurići zraka između membrane i površine agara. Potrebno je inkubirati  $44 \pm 4$  °C na temperaturi  $36 \pm 2$  °C. Ukupni broj kolonija treba biti  $< 200$ , a očekivani broj tipičnih kolonija  $< 100$ . Nakon inkubacije prebroje se sve plavozelene kolonije kao potvrđene *Pseudomonas aeruginosa*. Nakon toga se filter pogleda pod UV

lampom i prebroje se sve kolonije koje fluoresciraju kao vjerojatne kolonije koje se zatim dokazuju sa Acetamid bujonom. Prebroje se također sve crveno smeđe kolonije kao vjerojatne koje se potvrđuju Oxidaza testom i Acetamid bujonom.

#### Potvrdni testovi

Crveno smeđe kolonije i kolonije koje fluoresciraju pod UV lampom precijepe se na Nutrient agar i inkubiraju 24 sata na temperaturi  $36\pm 2$  °C. Nakon inkubacije precijepljenih crveno smeđih kolonija provodi se Oxidaza test. Nakon inkubacije precijepljenih kolonije koje fluoresciraju pod UV lampom, porasle kolonije se precijepljuju u Acetamid bujon (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 9. Pseudomonas aeruginos fluorescira pod UV lampom (Izvor: autor)

#### 3.2.6. Oxidaza test

Provodi se tako da se uzme dio kolonije i razmaže na papirnati disk, za Oxidaza test. Pojava plavo - ljubičaste boje unutar 30 sekundi smatra se pozitivnom reakcijom (Oxidaza pozitivna reakcija) (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).

#### 3.2.7. Acetamid bujon

Kolonije porasle na Nutient agaru precijepe se na Acetamid bujon, inkubiraju  $22\pm 2$  sata na temperaturi  $36\pm 2$  °C. Doda se 1-2 kapi Nessler reagensa. Promjena boje iz žute u cigla crvenu dokaz je stvaranja amonijaka.

#### 3.3. Fizikalno - kemijske analize vode

Kod fizikalno - kemijske analize određuje se boja, mutnoća, električna vodljivost, nitriti, nitrati, kalijev permanganat (KMnO<sub>4</sub>), pH vrijednost, amonijak, željezo, mangan i kloridi (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).

Tablica 2. Maksimalno dozvoljene količine fizikalno - kemijskih parametara (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 125/2017).

Pokazatelj	MDK
boja	20 mg/PtCo skale
mutnoća	4 NTU
električna vodljivost	2500 $\mu$ S/cm
nitriti	0,50 NO <sub>2</sub> mg/L
nitrati	50 NO <sub>3</sub> mg/L
pH vrijednost	6,5 – 9,5
amonijak	0,50 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L
kloridi	250 Cl mg/L
KMnO <sub>4</sub>	5,0 O <sub>2</sub> mg/L
pH	6,5-6,9

### 3.3.1. Određivanje boje

Materijali i pribor za analizu:

- kiveta
- membranski filter
- plastična šprica
- uzorci vode.

Boja se mjeri uz pomoć spektrofotometra. 25 mL uzorka se filtrira kroz membranski filter, zatim se filter odbaci i filtrira se drugih 50 mL kroz isti membranski filter. Kiveta se napuni do 2/3 čistom vodom i stavi u spektrofotometar te nulira. Druga kiveta se ispere s uzorkom te se ponovno napuni uzorkom, stavi u spektrofotometar i očita se vrijednost (HRN EN ISO 7887: 2012).

### 3.3.2. Određivanje mutnoće

Mutnoću se mjeri pomoću turbidimetra. To je pokazatelj prisutnosti suspendiranih tvari kao što su mulj, pijesak, otopljene organske i anorganske tvari. Ulije se uzorak vode u čistu kivetu do oznake i začepi se kiveta. Kiveta se obriše mekanom tkaninom ili staničevinom da se uklone kapljice vode. Nanese se tanki sloj silikonskog ulja na kivetu i obriše se mekanom tkaninom da se dobije tanki film po cijeloj kiveti. Umetne se kiveta u kućište uređaja poravnajući orijentacijsku oznaku na kiveti s oznakom s prednje strane kućišta i poklopiti poklopac. Pritisne se tipka ENTER. Na ekranu će se pojaviti vrijednost u NTU jedinicama (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 10. Turbidimetar (Izvor: autor)

### 3.3.3. Određivanje električne vodljivosti

Električna vodljivost je pokazatelj ukupne koncentracije otopljenih soli odnosno anorganskih iona u vodi. Mjerna jedinica za električnu vodljivost je S/m ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Kako se povećava koncentracija soli tako se povećava i električna vodljivost vode.

Oprema i pribor za analizu:

- boca za uzorke-spremnik treba biti minimalno 500 mL
- standardna elektroda WTW Tetra Con 325.

Prije početka mjerenja električne vodljivosti na ekranu uređaja mora se pojaviti oznaka 0,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  i temperatura u stupnjevima Celzijusa. Elektroda se ispere destiliranom vodom i

posuši se staničevinom. Elektroda se uroni u testni uzorak i aktivira autoread funkcija pritiskom na tipku AR. Na ekranu uređaja očita se vrijednost električne vodljivosti pri određenoj temperaturi (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 11. Konduktometar uređaj za mjerenje električne vodljivosti (Izvor: autor)

### 3.3.4. Određivanje nitrita i nitrata

Nitrati i nitriti se određuju pomoću kivetnih testova.

#### Nitrati

U svaku se kivetu doda 0,2 mL uzorka i 1 mL A reagensa. Treba promućkati 2-3 puta i pričekati se 15 minuta. Nakon 15 minuta stavlja se u spektrofotometar na očitavanje te se rezultat izražava u mg NO<sub>3</sub>/L.

#### Nitriti

U svaku se kivetu od uzorka stavi 0,2 mL te se začepi čepom u kojem se nalazi reagens. Promućka se 2-3 puta i pričekati 10 minuta. Nakon 10 minuta stavlja se u spektrofotometar na očitavanje. Rezultat se izražava u mg NO<sub>2</sub>/L (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).





Slika 12. Uređaj za određivanje nitrata i nitrita (Izvor: autor)

### 3.3.5. Određivanje kalijevog permanganata $\text{KMnO}_4$

U 5 Erlenmayerovih tikvica doda se po 100 mL uzorka vode, zatim 5 mL sumporne kiseline ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), te poklopi s drugih pet manjih tikvica kako bi se napravilo povratno hladilo i stavi se kuhati. Kad se zagrije doda se N/100  $\text{KMnO}_4$  15 mL i opet se stavlja na kuhanje deset minuta. Zatim se doda 15 mL N/100 oksalne kiseline ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ ) koja obezboji uzorak, te se titrira s 0,01 N otopinom kalijeva permanganata do pojave slabo ružičaste boje koja je postojana 30 sekundi. Utrošak se računa prema formuli:  $[(15\text{mL oksalne kiseline} + \text{mL N/100 KMnO}_4) - \text{mL KMnO}_4] \cdot f \cdot 10 = \text{mg KMnO}_4 / 1/4$ , gdje je količina kalij permanganata utrošena za titraciju (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 13. Zagrijavanje uzorka kalijevog permanganata (Izvor: autor)



### 3.3.6. Određivanje pH vrijednosti

Vrijednost pH u površinskim vodama prikazuje kiselosti, neutralnosti odnosno lužnatosti vode. Vrijednost pH kod površinskih voda može varirati između 6,5 i 9,5. Na promjenu pH vrijednosti utječe temperatura i koncentracija određenih iona soli.

Oprema i pribor:

- boca za uzorke treba biti minimalnog volumen 500 mL
- kombinirana pH elektroda
- pH metar.

Uređaj se postavi na ravnu površinu i zaštiti od jakog svjetla i topline. Prije mjerenja elektroda se ispere demineraliziranom vodom i nakon toga se uroni u čašicu s uzorkom te očitava vrijednost (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 14. Uređaj za mjerenje pH vrijednosti (Izvor: autor)

### 3.3.7. Određivanje amonijaka

Za određivanje amonijaka u vodi koriste se kivetni testovi. LCK 303. Izmjeri se 0,2 mL uzorka te se doda reagens koji se nalazi u čepu kivete. Promućka se i pričeka 10 minuta nakon čega se očitava vrijednost na spektrofotometru (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 15. Kivetni testovi (Izvor: autor)

### 3.3.8. Određivanje mangana

Prilikom određivanja koncentracije mangana u vodi koristi se uređaj fotometar Kiveta se napuni sa 10 mL destilirane vode (slijepa proba) i druga kiveta sa 10 mL uzorka te doda sadržaj jednog jastučića Ascorbic acid u svaku kivetu. Kivete se zatvore i protrese kako bi se reagens otopio. Dodaje se 15 kapi Alkaline-cyanide reagens otopine u svaku kivetu i promiješa. Dodaje se 21 kap Pan indikator otopine 0,1 % u svaku kivetu i promiješa. Pritisne se TIMER, pa ENTER. Vrijeme reakcije je 2 minute, a nakon toga stavi se slijepa proba u držač kivete i poklopi. Pritisne se ZERO 0,000 mg/ L Mn. Staviti pripremljeni uzorak u držač kivete i poklopiti. Pritisnuti READ i pojavit će se rezultat u mg/L Mn, dobivena vrijednost se pomnoži sa 1000  $\mu\text{g/L}$  (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).

### 3.3.9. Određivanje željeza

Prilikom određivanja koncentracije željeza u vodi koristi se uređaj fotometar. Napuni se kiveta sa 10 mL uzorka (slijepa proba), zatim slijepa proba stavi u držač kivete. Poklopi se sa poklopcem instrumenta i stisne tipka ZERO. Napuni se druga kiveta sa 10 mL uzorka. Dodaje se sadržaj jedne vrećice (jastučića) Ferro Verion reagensa u kivetu sa uzorkom, začepi i okrene kiveta nekoliko puta kako bi se reagens prah otopio. Vrijeme reakcije je 3 minute. Nakon toga se stavi kiveta u držač kivete i poklopi poklopcem instrumenta. Stisnuti READ i pojavit će se rezultat u mg Fe/L i dobivena vrijednost se pomnoži sa 1000 (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 16. Određivanje željeza (Izvor: autor)

### 3.3.10. Određivanje klorida

Odmjeri se 50 mL uzorka u menzuri i ulije se Erlenmayerovu tikvicu. Doda se 2-3 kapi kalijevog kromata ( $K_2CrO_4$ ) koji daje žutu boju otopini. Promješa se i titrira srebrnim nitratom ( $AgNO_3$ ) do pojave narančaste boje. Očita se utrošak srebrnog nitrata i pomnoži sa 20 (Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega).



Slika 17. Određivanje klorida (Izvor: autor)

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

U tablicama su prikazani dobiveni rezultati mikrobioloških, kemijskih i fizikalnih pokazatelja kakvoće vode iz tri površinska izvora sa područja grada Požege. Analize su rađene u Zavodu za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije.

Tablica 3. Rezultati mikrobioloških pokazatelja kakvoće vode

Parametar	Izvor Štitnjak	Izvor Tekija	Izvor Fratrovica	MDK
Ukupne koliformne bakterije (cfu/100 mL)	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> (cfu/100 mL)	0	0	0	0
Enterokoki	1	0	1	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (cfu/250 mL)	30	25	1	0
Određivanje broja kolonija na 22 °C (cfu/1 mL)	10	15	10	100
Određivanje broja kolonija na 36 °C (cfu/1 mL)	10	10	15	20

U tablici 3 prikazani su rezultati analiza mikrobiološke kakvoće uzorkovane vode. Iz rezultata je vidljivo da svi uzorci zadovoljavaju mikrobiološke kriterije vezano za prisutnost ukupnih koliformnih bakterija i *Escherichie coli*, a koji su određeni zakonskim propisima za zdravstveno ispravnu vodu. U vodi iz izvora Štitnjak i Fratrovica utvrđena je prisutnost Enterokoka. U vodi iz sva tri izvora utvrđena je prisutnost bakterija *Pseudomonas aeruginosa*, s tim da u vodi iz izvora Fratrovica je pronađena jedna kolonija dok u vodi iz ostala dva izvora zamijećen je znatan rast kolonija. Vezano za prisutnost aerobnih mezofilnih bakterija pri 22 °C i 36 °C sva tri uzorka zadovoljavaju zadane parametre kvalitete. Ovakvo mikrobiološko zagađenje vode patogenim bakterijama može potjecati od procjeđivanja vode iz okolnih objekata, obradivih površina ili kontaminirane izlazne cijevi kroz koju se slije voda iz izvora.

Tablica 4. Rezultati kemijskih pokazatelja kakvoće vode

Parametar	Izvor Štitnjak	Izvor Tekija	Izvor Fratrovica	MDK
Željezo	122 mg/L	0 mg/L	50 mg/L	200,0 mg/L
Mangan	25 µg/L	23 µg/L	22 µg/L	50,0 µg/L
Kloridi	30,2 mg/L	29,2 mg/L	30,2 mg/L	250 mg/L
Amonijak	0	0	0	0,50 mg /L
Nitrati	13,3	21,3	25,7	50 mg/L
Nitriti	0	0	0	0,50 mg/L

U tablici 4 prikazani su rezultati analiza kemijske kakvoće uzorkovane vode. Iz rezultata je vidljivo da svi uzorci zadovoljavaju kemijske kriterije vezano za prisutnost željeza, mangana, klorida, amonijaka, nitrata i nitrita. U vodi iz izvora Štitnjak nađena je najveća koncentracija željeza 122 mg/L ali znatno niže od 200 mg/L, što je maksimalna dopuštena koncentracija za pitku vodu. Zanimljivo je da u vodi iz izvora Tekija nije uopće zabilježena prisutnost željeza. U koncentraciji mangana nema bitne međusobne razlike u vodama iz sva tri izvora, kao i koncentracijama klorida. U niti jednoj vodi nije zabilježena prisutnost amonijaka, kao pokazatelja trenutnog zagađenja vode. Koncentracija nitrita također nije zabilježena niti u jednoj vodi, što bi bio znak nedavnog zagađenja vode, ali je u sve tri vode određena prisutnost nitrata. Koncentracija nitrata je manja od MDK vrijednosti, ali je to ipak pokazatelj starog zagađenja vode uzrokovanog razgradnjom organskih tvari.

Tablica 5. Fizikalni pokazatelji kakvoće vode

Parametar	Izvor Štitnjak	Izvor Tekija	Izvor Fratrovica	MDK
Boja	<5	<5	<5	20 mg/PtCo skale
Mutnoća	0,23	0,27	0,67	4 NTU

Vodljivost	425	841	1233	2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ /20 °C
pH	7,52	7,76	7,3	6,5 – 9,5
Okus	bez	bez	bez	bez
Miris	bez	bez	bez	bez

U tablici 5 prikazani su rezultati analiza fizikalne kakvoće uzorkovane vode. Rezultati pokazuje da svi uzorci zadovoljavaju fizikalne kriterije vezano za prisutnost boje, mutnoće, vodljivosti, pH, okusa i mirisa. Iz dobivenih rezultata može se zamijetiti da najveću električnu vodljivost ima voda iz izvora Fratrovica iako u njoj nije pronađena najveća koncentracija željeza, što bi bila međusobna poveznica. Očito da su u toj vodi prisutne neke druge mineralne tvari koje uzrokuju znatnu električnu vodljivost osobito u odnosu na vodu iz izvora Štitnjak.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz dobivenih analiza tri uzorka površinskih voda iz tri izvora na području grada Požege: izvor Štitnjak, izvor Fratrovica i izvor Tekija mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Mikrobiološkom analizom uzorkovane vode iz izvora Štitnjak i izvora Fratrovica utvrđena je prisutnost Enterokoka.
- U sva tri izvora utvrđena je prisutnost bakterije *Pseudomonas aeruginosa*.
- Rezultati određivanja aerobnih mezofilnih bakterija pri 22 °C i 36 °C zadovoljavaju zadane parametre kvalitete uzorkovanja vode sa sva tri izvora.
- Rezultati određivanja prisutnosti bakterije *Escherichie coli* u skladu su sa maksimalno dopuštenom koncentracijom.
- Pokazatelji kemijske kakvoće uzorkovane vode vezano za prisutnost željeza, mangana, klorida, amonijaka, nitrata i nitrita, odgovaraju dopuštenim parametrim koji su propisani važećim zakonskim aktima odnosno MDK vrijednostima.
- Istraživanje pokazuje kako su fizikalni parametri kakvoće uzorkovane vode (boja, mutnoća, vodljivost, pH, okus i miris) u skladu sa važećim zakonskim aktima.
- Iz svih dobivenih parametara analiza vidljivo je da voda iz sva tri izvora nije zdravstveno ispravna zbog prisutnosti bakterije *Pseudomonas aeruginosa*, a iz izvora Štitnja i Fratrovica i zbog prisutnosti Enterokoka. Zbog daljnje provjere zdravstvene ispravnosti vode koju dio stanovnika Požege i dalje koristi za piće bilo bi dobro napraviti još nekoliko analiza u različitim vremenskim periodima.

## 6. LITERATURA

1. Beraković, M. (2015) *Voda vječna tajna prirode*. Zagreb: Antibarbarus d.o.o.
2. Čupić, D., Vlašić, A., i Larva, O. (2019) Pristup upravljanju geotermalnim i mineralnim vodama u Republici Hrvatskoj. *Zbornik radova: Hrvatske vode u zaštiti okoliša i prirode*. Opatija: Hrvatske vode, str. 525-536.
3. Direktiva 2006/118/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o zaštiti podzemnih voda od onečišćenja i pogoršanja stanja. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/118/oj> [pristup: 28.08.2023.]
4. Hrvatske vode (2015) Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021., URL: [https://voda.hr/sites/default/files/2022-05/plan\\_upravljanja\\_vodnim\\_podrucjima\\_2016.\\_-2021\\_0.pdf](https://voda.hr/sites/default/files/2022-05/plan_upravljanja_vodnim_podrucjima_2016._-2021_0.pdf), [pristup: 25.08.2023.]
5. Interni akti Zavoda za javno zdravstvo Požega
6. Loborec, J., Dogančić, D., i Kapelj, S. (2019) Monitoring podzemnih voda u krškom vodonosniku izradom istražnih bušotina. *Zbornik radova: Hrvatske vode u zaštiti okoliša i prirode*. Opatija: Hrvatske vode, str. 504-511.
7. Mayer, D. (2004) *Voda-od nastanka do upotrebe*. Zagreb: Prosvjeta d.o.o
8. Narodne novine (2022) *Popis prirodnih mineralnih voda i izvorskih voda priznatih u Republici Hrvatskoj*, Zagreb: Narodne novine d.d. NN 146/2022. URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022\\_12\\_146\\_2211.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_12_146_2211.html) [pristup: 10.09.2023.]
9. Narodne novine (2017) *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*, Zagreb: Narodne novine d.d. NN 125/2017.
10. Voda u prirodi. URL: <https://hr.izzi.digital/DOS/580/1953.html>, [pristup: 09.09.2023.]



## POPIS TABLICA, SLIKA, KRATICA, JEDNADŽBI I FORMULA

### POPIS SLIKA

Slika 1. Voda kao izvor života

Slika 2. Kruženje vode u prirodi

Slika 3. Pozicije izvora na karti grada Požege

Slika 4. Izvor Štitnjak

Slika 5. Izvor Tekija

Slika 6. Izvor Fratrovica

Slika 7. Membranska filtracija

Slika 8. Određivanje broja kolonija na 36 °C i 22 °C

Slika 9. Pseudomonas aeruginos fluescira pod UV lampom

Slika 10. Turbidimetar

Slika 11. Konduktometar – uređaj za mjerenje električne vodljivosti

Slika 12. Uređaj za određivanje nitrata i nitrita

Slika 13. Zagrijavanje uzorka kalijevog permanganata

Slika 14. Uređaj za mjerenje pH vrijednosti

Slika 15. Kivetni testovi

Slika 16. Određivanje željeza

Slika 17. Određivanje klorida

### POPIS TABLICA

Tablica 1. Mikrobiološki parametri zdravstvene ispravnosti vode

Tablica 2. Maksimalno dozvoljene količine fizikalno- kemijskih parametara

Tablica 3. Rezultati mikrobioloških pokazatelja kakvoće vode

Tablica 4. Rezultati kemijskih pokazatelja kakvoće vode

Tablica 5. Fizikalni pokazatelji kakvoće vode

### POPIS SIMBOLA I KRATICA

1. % - postotak

2.  $\text{KMnO}_4$  – kalijev permanganat

3.  $\text{H}_2\text{O}$  - voda

4. MDK -maksimalna dopuštena koncentracija

5.  $\mu\text{m}$  – mikrometar ili mikron
6. CCA – Chromogenic coliform agar
7. Hg – živa
8.  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  - kalijev kromat
9.  $\text{AgNO}_3$  - srebrni nitrat
10. mL – mililitar
11.  $^{\circ}\text{C}$  – stupanj Celzijus
12.  $\mu\text{S}$  – mikrosimens

### IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Rebeka Bićanić**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom **Analiza kakvoće vode površinskih izvora na području Požege** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 15. 09. 2023.

Rebeka Bićanić

Bićanić Rebeka