

USPOREDBA FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETARA BUNARSKE VODE ŠIBENSKO-KNINSKE I POŽEŠKO- SLAVONSKE ŽUPANIJE

Mašić, Sara

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic in
Pozega / Veleučilište u Požegi**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:112:528023>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-09**



VELEUČILIŠTE U POŽEGI
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

Repository / Repozitorij:

[Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in
Pozega Graduate Thesis Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U POŽEGI



SARA MAŠIĆ, 1670/18

**USPOREDBA FIZIKALNO-KEMIJSKIH
PARAMETARA BUNARSKE VODE ŠIBENSKO-
KNINSKE I POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE**

ZAVRŠNI RAD

Požega, 2021. godine

VELEUČILIŠTE U POŽEGI
POLJOPRIVREDNI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

**USPOREDBA FIZIKALNO-KEMIJSKIH
PARAMETARA BUNARSKE VODE ŠIBENSKO-
KNINSKE I POŽEŠKO-SLAVONSKE ŽUPANIJE**

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA HIGIJENA I SANITACIJA

MENTOR: Helena Marčetić, dip. ing.

STUDENT: Sara Mašić

JMBAG studenta: 0253050805

Požega, 2021. godine

SAŽETAK

U ovome radu je provedeno istraživanje kemijske kvalitete bunarske vode na području sela Alilovci (udaljeno nekoliko kilometara od Požege) i Čiste Velike (selo kraj Šibenika). Vode su prikupljene iz pet bunara iz Alilovaca i pet bunara iz Čiste Velike. Analize su odrađene u Zavodu za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije.

U eksperimentalnom dijelu rada opisane su sljedeće analize vode: određivanje boje, mutnoće, klorida, električne vodljivosti, nitrata, nitrita, amonijaka, utrošak KMnO_4 i pH vrijednosti. Rezultati su pokazali da je bolja voda u Čistoj Velikoj nego u Alilovcima.

Ključne riječi: bunarska voda, onečišćenja i fizikalno-kemijski pokazatelji.

SUMMARY

In this paper, a study of the chemical quality of well water in the area of the villages of Alilovci (a few kilometers from Požega) and Čista Velika (a village near Šibenik) was conducted. Water was collected from five wells from Alilovac and five wells from Čista Velika. The analyzes were performed at the Public Health Institute of Požega-Slavonia County.

The following analyzes of water are described in the experimental part of the paper: determination of color, turbidity, chloride, electrical conductivity, nitrate, nitrite, ammonia, consumption of KMnO_4 and pH value. The results showed that the water in Čista Velika is better than in Alilovci.

Key words: wells water, pollution, physico-chemical indicators.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. PREGLED LITERATURE | 2 |
| 2.1. Vode u prirodi | 2 |
| 2.2. Vode u tlu | 2 |
| 2.3. Bunarska voda | 3 |
| 2.4. Arteški bunari | 3 |
| 2.5. Kišnica | 4 |
| 2.1.1. FIZIKALNO – KEMIJSKA SVOJSTVA VODE..... | 5 |
| 2.1.1.1. Dezinfekcija vode | 5 |
| 2.1.1.2. Boja vode | 5 |
| 2.1.1.3. Mutnoća vode | 5 |
| 2.1.1.4. Kloridi..... | 6 |
| 2.1.1.5. Električna vodljivost..... | 6 |
| 2.1.1.6 Nitriti i nitrati..... | 6 |
| 2.1.1.7. Amonijak | 8 |
| 2.1.1.8. Kalijev permanganat (KMnO_4) | 7 |
| 2.1.1.9. pH vrijednost vode..... | 8 |
| 3. MATERIJALI I METODE | 9 |
| 3.1. Zadatak | 9 |
| 3.2. Boja..... | 9 |
| 3.3. Mutnoća | 11 |
| 3.4. Kloridi..... | 12 |
| 3.5. Električna vodljivost..... | 12 |
| 3.6. Nitrati..... | 13 |
| 3.7. Nitriti | 13 |
| 3.8. Amonijak | 13 |

| | |
|---|----|
| 3.9. Kalijev permanganat (KMnO_4)..... | 14 |
| 3.10. pH vrijednost | 14 |
| 4. REZULTATI..... | 16 |
| 5. RASPRAVA..... | 18 |
| 6. ZAKLJUČAK | 19 |
| 7. LITERATURA..... | 21 |

1. UVOD

Kruženjem vode na Zemlji vodeni resursi se obnavljaju. Molekularna voda je čvrsti kemijski spoj između vodika i kisika. Energiju koju atomi stvaraju ovise o temperaturi i tlaku. Voda kružeći u prirodi mijenja svoj stav u: kruto, tekuće i plinovito. Kvaliteta vode temelji se kao pokazatelj njezinih fizikalnih, kemijskih i bioloških sastava. Istraživanja su pokazala da voda na Zemlji iznosi do čak 1,4 milijarde km³, od čega 97,5 % čine mora i ocean, a 2,5 % čini slatka voda. Odnos vode i ljudskih aktivnosti smatra se elementom socio-ekonomskog razvoja (Tušar, 2009).

Još od davnina voda se smatra se jednim od četiri temeljna elementa života. Rastom i razvojem čovječanstva raste potrošnja vode i zagađenje različitim otpadnim tvarima. Raspoloživost pitke vode u Republici Hrvatskoj iznosi oko 5.600 m³ po stanovniku na godišnjoj razini, što nije jednaka brojka u drugim zemljama zbog siromaštva i zagađenosti (Šimunić, 2013).

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Vode u prirodi

Zbog svojih kemijskih i fizikalnih svojstva voda je bitna za opstanak svih živih bića na Zemlji. Znanstvena disciplina o vodi naziva se hidrologija što potječe od grčke riječ hydor = voda i logos = znanost.

Vode u prirodi dijele se na:

- oborinske / atmosferske
- površinsku
- podzemnu

Oborinske vode su: kiša, snijeg, tuča, inje... Podzemne vode nalaze se ispod tlak. To su najčešće bunari. Podzemne vode izvor su pitke vode jer polazi kroz zemlju i filtriraju se. Podzemne vode sadrže veće količine CO₂ (ugljikov dioksid), povećanu količinu željeza i mangana, netopive soli (Tušar, 2009).

Voda u prirodi neprestano kruži ciklusom koji uključuje isparavanje, tvorbu oblaka, otjecanje po površini i protjecanje kroz tlo. Rezultat procesa vlage u atmosferi odvija se u biljkama. Po sastavu u prirodi ne mogu postati dvije iste vode. Bez obzira na početni stav kapi, na svom putu voda mijenja svoj sastav, obogaćujući se korisnim i štetnim tvarima (Dadić, 2001).

2.2. Vode u tlu

Disciplina proučavanja vode u tlu naziva se hidropedologija, potječe od grčke riječi hydor = voda i pedon = tlo. Utječe na rast i razvoj biljaka. Količina vode ovisi o teksturi i strukturi tla. Vode po obliku i snazi dijelimo na:

- kemijske vode – mogu biti kristalne ili konstitucijske ovisno o obliku u kojem se nalaze.
- higroskopska voda - to je vlaga koja se u obliku molekularne opne adsorbira na površini tla te je nepristupačna biljkama.
- kopnena voda - u tekućem je stanju.
- kapilarna voda - nalaze se u kapilarnim porama tla, može biti nepokretna, teže pokretna i lako pokretna kapilarna voda.
- gravitacijska voda - slobodna voda, nastaje kada je tlo zasićeno vodom (Šimunić, 2013).

2.3. Bunarska voda

Bunar je duboka pregrađena jama u koju se hvata podzemna voda. U nekim područjima on je iznutra izgrađen kamenom ili opekom, a nadzemni dio je u obliku prizme, kocke ili valjka. Vodu iz bunara crpi se posudom koja je ovješena na užu. Uža je namotano na položeni vitao koji se pokreće kolom, najčešće takvi bunari budi i natkriveni. U nekim krajevima Hrvatske uža je pričvršćeno za đeram što je dugačko pokretna greda složena u visoki stup. Bunari se nalaze najčešće u zasebnim kućanstvima, dok u onim starim selima postoje zajednički selski bunari koji su ujedno bili mjesto okupljanja. Danas postoje gradski bunari koji često mogu biti umjetničko oblikovani (Enciklopedija, url).



Slika 1. Bunar u Alilovcima (Izvor: autor)

2.4. Arteški bunari

Arteška voda je podzemna voda čiji se vodonosni sloj nalazi između dvaju nepropusnih ili više slojeva. Vodonosni sloj je nagnut i jednim krajem mora biti u vezi s površinom zemlje prilikom čega se oborinske vode cijene u dubinu. Arteška voda se nalazi pod hidrostatskim

tlakom i zbog toga prilikom bušenja u zemlju i postavljanja cijevi dolazi do izbijanja vode na površinu jer je pod tlakom to jest nastaju tako zvani bunari (Enciklopedija, url).

2.5. Kišnica

Kišnica je voda u kojoj se ne nalaze površinska ili podzemna voda. Koriste se za opskrbljivanje jednog ili više kućanstava vodom, a ne često se na takvom vodozahvatu temelji vodovodni sustav manjih naselja. Vodonakupne površine i cisterne su sastavni dio čija je svrha da prikupljaju kišu. Izgrađene su od nepropusnog i mekog materijala, zbog čega se vrlo često grade od kamenih ploča ili betona. Ploha napukne površine nagnuta je tako da se prikupljena voda ulijeva u cisternu. U slučaju da se nakupna površina nalazi na povišenom terenu, te da bi se zabranio pristup životinjama mora biti ograđeno. Najčešće nakupne površine služe kao krovovi gospodarskih ili stambenih zgrada. Cisterna je građevina koja služi za skladištenje oborinske vode koja dotječe s nakupne površine tijekom kiše (Mayer, 2004).



Slika 2. Bunar u Čistoj Veliki (Izvor: autor)

2.6. FIZIKALNO – KEMIJSKA SVOJSTVA VODE

2.6.1. Dezinfekcija vode

Dezinfekcija vode posljednja je faza pripreme vode s ciljem eliminiranja broja mikroorganizama u njoj. Za kemijsku dezinfekciju najčešće se koristi klor, klor dioksid ili ozon. Dezinfekcija vode za piće može se obavljati redovitim kloriranjem ili hiperkloriranjem. Razlika je kod hiperkloriranja gdje se koristi veća količina dezinfekcijskog sredstva i voda se koristi nakon 24 sata, dok se kod redovitog kloriranja može koristiti nakon 30 minuta. Hiperkloriranje obavlja se kod onečišćenih voda. Obavlja se na vodama koje se prvi put koriste ili na vodama koje se nisu dugo vremena koristile. Kloriranje vode za piće obavlja se kod čistih ne zamućenih voda koje se stalno koriste. Onečišćene vode može se suzbiti dezinfekcijom (Tušar, 2009).

2.6.2. Boja vode

Boja vode optičko je svojstvo koje ukazuje na stupanj obojenosti vode. Boja vode često je fizikalno svojstvo koje se određuje laboratorijskim pretragama. Može biti prava i prividna. Prava boja nastaje kao posljedica otopljenih tvari u vodi posebno željeza, pa tako nastaje crveno smeđa boja vode. Prividna boja nastaje tvarima koje se mogu odstraniti filtriranjem. Boja vode određuje se u čistoj providnoj boci, tako da se promatra uzorak držeći ga ispred sebe okrenuti leđima od svjetlosti (Šimunić, 2013).

2.6.3. Mutnoća vode

Mutnoća vode može potjecati od organskih i anorganskih tvari, planktona, mulja, gline i drugih stvari. Utječe na prodiranje svjetlosti u vodu, a može biti izazvana strujanjem vode, valovima, vanjskim utjecajima poput otapanja snijega u proljeće ili velike količine padalina. Mutnoća prirodne vode u krškim krajevima može biti posljedica obilnih oborina, propusnosti krša, a ovisi o dubini podzemne vode. Voda može postati mutna ako čovjek blizu izvora vode ispušta otpadne vode. Na mutnoću utječe rudarstvo i poljoprivreda, građevinski radovi koji povećanjem taloga odlaze u tokove pri vremenskim neprilikama. Raznim tehnološkim postupcima može se ukloniti mutnoća, a u njih se ubrajaju taloženje, centrifugiranje, višestruka filtracija i drugi procesi (Zavod za javno zdravstvo, url).

2.6.4. Kloridi

Povećana količina klorida najčešće potječe iz prirodnih izvora, također su posljedica ispuštanja industrijskih i komunalnih otpadnih voda. Uzrok većih koncentracija klorida može biti ispiranje gnojiva, koje sadrže KCl, sa površina. Isto tako utječe i uporaba soli preko zime za odleđivanje cesta. Povećane količine klorida čine vodu slanijom te potiču na mučninu ili povraćanje. Povećani unos klorida ne predstavlja problem ljudskom tijelu osim kod osoba sa bubrežnim oboljenjima (Hrvatska agencija za hranu, url).

2.6.5. Električna vodljivost

Električna vodljivost je sposobnost tvari da provodi električnu energiju. Električna vodljivost je najveća s temperaturnim supravodičima, vodičima, poluvodičima i elektrolitima i najnižim izolatorima. Električna vodljivost ne ovisi samo o vrsti tvari nego i o nečistoćama u tvari, temperaturi i strukturi tvari. Primjer: Električna vodljivost tekuće vode jako ovisi o koncentraciji otopljenih soli (Enciklopedija, url).

2.6.6. Nitriti i nitrati

Nitriti se najčešće nalaze u podzemnim vodama u malim količinama. Oksidacija amonijaka često izaziva nitrificirajuće bakterije. Kada se nitriti nađu u vodi u većim količinama, to je znak da je voda zagađena i znak je neadektivne dezinfekcije. Veće količina nitrata u vodi često izazivaju teške bolesti, a ponekad i smrt. Korištenje nitrata u većim količinama stvara kardiovaskularne probleme. Nitrati nastaju u reakcijama oksidacije organskog otpada djelovanjem bakterija koje se vežu uz dušik (Tušar, 2009).

2.6.7. Amonijak

Amonijak je spoj dušika i vodika NH_3 . Pri normalnoj temperaturi i tlaku amonijak je bezbojni plin. Otrovan je prema pojedinim materijalima. Prirodna količina amonijaka u podzemnim i površinskim vodama je ispod 0.2 mg/l, dok anaerobne podzemne vode sadrže do 3 mg/l (Tušar, 2009).

2.6.8. Kalijev permanganat (KMnO_4)

Kalijev permanganat je jako oksidacijsko sredstvo. Brzo oksidira razne anorganske i organske tvari. Produkti redukcije kalijevog permanganata ovise o uvjetima pod kojima reakcija prolazi. Kalijev permanganat je tamno ljubičaste boje. Ovisno o koncentraciji kada je otopljen u vodi daje otopinu od blijedo ružičaste do duboke ljubičaste nijanse. Kalijev permanganat se najbolje otapa u vreloj vodi. Kristali tvari ili visoko koncentrirana otopina u slučaju da dođe u kontakt s kožom ili sluznicom, može uzrokovati opekline (Sciencedevices, url).



Slika 3. Određivanje kalijevog permanganata (Izvor: autor)

2.6.9. pH vrijednost vode

Mjera za kiselost ili lužnatost vode se izražava u pH vrijednostima. Voda koja ima pH manji od 7 je kisela voda, a voda većim pH od 7 je lužnata voda. Maksimalno dopuštene koncentracije za pH su u rasponu od 6,5 do 9,5. otapanjem tvari u vodi mijenja se pH. Vodovodne instalacije nagriza kisela voda i može doći do oštećenja i propuštanja vode, dok lužnata voda ima veću sposobnost stvaranja kamenca (KD vodovod i kanalizacija, url).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Zadatak

Zadatak ovog završnog rada bio je odrediti kemijsku analizu vode za piće iz bunara na području dvije županije. Analiza se provodila na pet uzoraka iz Požeško-slavonske i pet uzoraka iz Šibensko-kninske županije. Određivala se boja, mutnoća, kloridi, električna vodljivost, nitrati, nitriti, amonijak, KMnO_4 i pH vrijednost.

Tablica 1. Maksimalno dozvoljene količine (Izvor: Arhiva Zavoda za javno zdravstvo)

| | MDK |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Boja | 20 mg/PtCo skale |
| Mutnoća | 4 NTU |
| Kloridi | 250 Cl mg/l |
| Električna vodljivost | 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| Nitrati | 50 NO_3 mg/l |
| Nitriti | 0,50 NO_2 mg/l |
| Amonijak | 0,50 NH_4^+ mg/l |
| KMnO_4 | 5,0 O_2 mg/l |
| pH | 6,5 – 9,5 |
| Temperatura | 25°C |

3.2. Određivanje boje

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- kivete
- membranski filter
- plastična šprica
- spektrofotometar
- uzorci vode

Uzorak se filtrira na način da se kroz membranski filter filtrira 25 ml uzorka, zatim se filter odbaci, filtrira se drugih 50 ml kroz isti membranski filter i zadrži se filtrat za analizu. Kiveta se napuni čistom vodom i stavi se u spektrofotometar i nulira. Ista kiveta se ispere s uzorkom i

ponovno se napuni uzorkom. Kiveta se stavi u spektrofotometar i očita se vrijednost (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo).



Slika 4. Određivanje boje (Izvor: autor)

3.3. Određivanje mutnoće

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- kivete
- turbidimetar
- uzorci vode

U kivete se dodaju uzorci vode do oznake. Zatim se kiveta stavlja u turbidimetar i očitavaju se rezultati (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo).



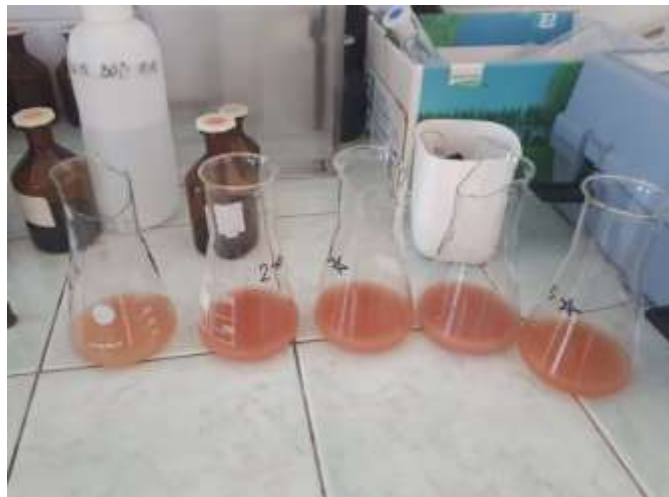
Slika 5. Turbidimetar (Izvor: autor)

3.4. Određivanje klorida

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- Erlenmayerova tikvica
- Kalijev kromat (K_2CrO_4)
- Srebrov nitrat ($AgNO_3$)
- Uzorci vode

U tikvice se otpipetira 50 ml uzoraka. Doda se 2-3 kapi kalijeva kromata koji daje žućkasto obojenje. Uzorci se titiraju sa srebrom nitratom do promjene boje u narančastu. Nakon titracije se očita utrošak i rezultat se pomnoži sa 20 (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo).



Slika 6. Određivanje klorida (Izvor: autor)

3.5. Određivanje električne vodljivosti

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- Čaša
- Konduktometar

Uzorci vode se stavljaju u čašu i uroni se elektroda za mjerenje električne vodljivosti. Rezultat se očita na konduktometru (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo).

3.6. Određivanje nitrata

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- Kivete
- Destilirana voda

Kiveta se napuni destiliranom vodom i stavi se u uređaj i nulira. U drugu se kivetu stavi standard (koncentracije 10 mg/l) i očita. Zatim se kiveta dobro ispere i stavi se uzorak i očitaju se rezultati. Ako su rezultati viši od dopuštenog, uzorak se razrijedi s destiliranom vodom, na uređaju se unese faktor razrjeđenja i očita se rezultat (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo).

3.7. Određivanje nitrita

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- Kivete
- Reagens
- Uzorci vode

U četvrtastu kivetu se ulije 10 ml uzorka i doda se jedan jastučić reagensa i promiješa se. Pričekati 20 minuta i pripremiti slijepu probu na način da se u drugu kivetu doda 10 ml uzorka. Nakon 20 minuta se stavi slijepa proba u spektrofotometar i nulira. Nakon slijepa probe u spektrofotometar se stavi kiveta s uzorkom i očita se rezultat (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo).

3.8. Određivanje amonijaka

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- Kivete s reagensom
- Uzorak vode
- Spektrofotometar

5 ml uzorka se doda u kivetu i zatvori s čepom u kojemu se nalazi reagens. Kiveta se promućka da bi se reagens otopio i ostavi se na 15 minuta, nakon čega se stavlja u spektrofotometar na očitavanje (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo).

3.9. Određivanje kalijevog permanganata (KMnO₄)

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- Erlenmayerova tikvica
- Sumporna kiselina (H₂SO₄)
- Oksalna kiselina (C₂H₂O₄)
- Kalijev permanganat (KMnO₄)
- Uzorci vode

U Erlenmayerovu tikvicu doda se 100 ml uzorka i 5 ml sumporne kiseline. Erlenmayerova tikvice se poklope manjim tikvicama kako bi se napravilo povratno hladilo i čeka se da proključa. Kada proključa doda se 15 ml kalijevog permanganata i dolazi do ljubičastog obojenja. Uzorak se ponovno zagrijava i kada proključa kuha se još 10 minuta. Doda se 15 ml oksalne kiseline koja obezboji uzorak. Ponovno se titrira s kalijevim permanganatom do pojave ružičaste boje (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo):



Slika 7. Određivanje kalijevog permanganata (Izvor: autor)

3.10. Određivanje pH vrijednosti

Materijali i pribor potrebni za analizu:

- pH metar

- uzorci vode

Prije mjerenja elektroda se ispere demineraliziranom vodom, zatim se uroni elektroda u čašicu s uzorkom i očita se vrijednost i uz nju se očita temperatura (Arhiva Zavoda za javno zdravstvo).

4. REZULTATI

Tablica 2. Rezultati određivanja boje

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|
| Požeško- slavonska županija | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Šibensko-kninska županija | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |

Tablica 3. Rezultati određivanja mutnoće

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Požeško- slavonska županija | 0,34 NTU | 0,43 NTU | 0,38 NTU | 0,47 NTU | 1,00 NTU |
| Šibensko-kninska županija | 0,48 NTU | 0,39 NTU | 0,44 NTU | 1,35 NTU | 0,50 NTU |

Tablica 4. Rezultati određivanja klorida

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Požeško- slavonska županija | 50,8 Cl mg/l | 56,8 Cl mg/l | 54,0 Cl mg/l | 70,6 Cl mg/l | 37,6 Cl mg/l |
| Šibensko-kninska županija | 12,6 Cl mg/l | 8,4 Cl mg/l | 14,6 Cl mg/l | 10,8 Cl mg/l | 8,8 Cl mg/l |

Tablica 5. Rezultati određivanja električne vodljivosti

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Požeško- slavonska županija | 808 μs/cm | 760 μs/cm | 799 μs/cm | 870 μs/cm | 612 μs/cm |
| Šibensko-kninska županija | 97,3 μs/cm | 63,7 μs/cm | 85,6 μs/cm | 84,8 μs/cm | 80,8 μs/cm |

Tablica 6. Rezultati određivanja nitrata

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Požeško- slavonska županija | 38,67 mg/l | 44,74 mg/l | 31,94 mg/l | 20,64 mg/l | 40,93 mg/l |
| Šibensko-kninska županija | 4,26 mg/l | 10,49 mg/l | 5,05 mg/l | 6,07 mg/l | 3,46 mg/l |

Tablica 7. Rezultati određivanja nitrita

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Požeško- slavonska županija | 0,06 mg/l | 0,07 mg/l | 0,06 mg/l | 0,06 mg/l | 0,06 mg/l |
| Šibensko-kninska županija | 0,04 mg/l | 0,03 mg/l | 0,03 mg/l | 0,03 mg/l | 0,04 mg/l |

Tablica 8. Rezultati određivanja amonijaka

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Požeško- slavonska županija | 0 mg/l | 0 mg/l | 0 mg/l | 0 mg/l | 0 mg/l |
| Šibensko-kninska županija | 0 mg/l | 0 mg/l | 0 mg/l | 0 mg/l | 0 mg/l |

Tablica 9. Rezultati određivanja KMnO₄

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Požeško- slavonska županija | 2,16 mg/l | 2,58 mg/l | 1,95 mg/l | 2,24 mg/l | 2,77 mg/l |
| Šibensko-kninska županija | 2,42 mg/l | 2,36 mg/l | 2,88 mg/l | 2,85 mg/l | 3,85 mg/l |

Tablica 10. Rezultati određivanja pH

| Uzorak | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Požeško- slavonska županija | 7,2 / 23,5 °C | 7,4 / 23,8 °C | 7,2 / 24, 0°C | 6,0 / 23,5 °C | 7,0 / 23,5°C |
| Šibensko-kninska županija | 7,9 / 15,8 °C | 8,1 / 15,6 °C | 8,1 / 15, 7°C | 7,7 / 16, 5°C | 7,9 / 17,1°C |

5. RASPRAVA

Zadatak rada je bio provesti fizikalno-kemijsku analizu vode iz 10 različitih bunara, 5 bunara iz Požeško-slavonske županije i 5 bunara iz Šibensko-kninske županije.

U tablici 2 prikazani su rezultati određivanja boje vode iz bunara. MDK za određivanje boje prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN/2008) iznosi 20. U svima uzorcima iz obje županije rezultati pokazuju vrijednosti unutar kriterija. Isto tako rezultati zadovoljavaju dopuštene količine i za mutnoću (tablica 3) čija je dozvoljena granica 4 NTU.

Iz tablice 4 vidljivo je da niti jedan uzorak nije izvan dopuštenih kriterija što iznosi 250 mg Cl/l. Usporedbom vode po kriteriju klorida zaključeno je da su veće vrijednosti u požeškim zdencima u odnosu na šibensko područje zbog različitih načina prikupljanja vode. U tablici 5 prikazani su rezultati određivanja električne vodljivosti, svi ispitani uzorci su u skladu s kriterijima maksimalno dozvoljene količine. Analiza nitrata i nitrita (tablice 6 i 7) pokazala je da je u skladu s kriterijima, ali količina nitrata je puno veća kod uzoraka iz zdenaca Požeško-slavonske županije. Razlog tome je vjerojatno puno više obradivih površina u Požeškom kraju te ostaci gnojiva i pesticida dopijevaju u vodu.

U tablici 8 količina amonijaka je u skladu s kriterijima maksimalno dozvoljene količine od 0,50 NH_4^+ mg/l, a u ovom slučaju je 0 NH_4^+ mg/L kod svih 10 uzoraka. U tablici 9 kod svih uzoraka količina KMnO_4 u prosjeku je 2 mg/l, a dozvoljena koncentracija iznosi 5 mg/l. pH je kod svih uzoraka u dozvoljenim granicama (tablica 10).

U Požeško-slavonskoj županiji veće su vrijednosti: mutnoće, klorida, električne vodljivosti, nitrata i nitrita, dok su u Šibensko-kninskoj županiji veće vrijednosti KMnO_4 i pH.

Na požeškom području voda u bunare dolazi iz podzemlja, a na šibenskom području se voda u bunare prikuplja od kišnice.

6. ZAKLJUČAK

Fizikalno-kemijskom analizom uzoraka vode za piće iz različitih bunara može se zaključiti sljedeće:

- Cilj je utvrditi kvalitetu vode za piće u bunarima, zbog utjecanja onečišćenja poput poljoprivrede, kućanstava i zbrinjavanje kućanskog otpada, te je li voda prikladna za konzumaciju.
- Fizikalno-kemijska analiza vode se provodi radi utvrđivanja njezine zdravstvene ispravnosti. Određivanjem kemijskih parametara podrazumijeva se određivanje koncentracija pojedinih kemijskih tvari u vodi o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće.
- Kod svih 10 uzetih uzoraka svi su uzorci bili u dopuštenim vrijednostima.
- Velika se razlika primjećuje kod nitrata, koji su bili povišeni i to u Požeško-slavonskoj županiji, ali i dalje u dozvoljenoj količini.
- Fizikalno-kemijskom analizom vode iz bunara prema zakonskim parametrima je voda sigurna za ljudsku potrošnju.

7. LITERATURA

1. Mayer, D. (2004) *Voda od nastanka do uporabe*. Zagreb: Prosvjeta d.o.o.
2. Šimunić, I. (2013) *Uređenje vode*. Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada.
3. Tušar, B. (2009) *Pročišćavanje otpadnih voda*. Zagreb: Kigen d.o.o.

Mrežne stranice:

1. Hrvatska enciklopedija, URL: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=4052> [Pristup: 07.09.2021.]
2. Hrvatska enciklopedija, URL: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=10158> [Pristup: 07.09.2021.]
3. Hrvatska enciklopedija, URL: <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=69718> [Pristup: 07.09.2021.]
4. Sciencedevices.com, URL: <https://hrv.sciencedevices.com/permanganat-kaliya-osnovnie-himicheskie-svojtva-i-reakcii-a-157836#menu-4> [Pristup: 07.09.2021.]
5. Hrvatska agencija za hranu, URL: https://www.hah.hr/wp-content/uploads/2015/10/znanstveno-misljenje-utjecaj-vode-na-dojena%C4%8Dke-pripravke-final.pdf?fbclid=IwAR3N8Hh7w5VsInbRSrCxW26G_PDwRs35Br8794b4JrMAJGZ6cNkX34MUOIc [Pristup: 07.09.2021.]
6. Nastavni Zavod za javno zdravstvo, URL: https://nzjz-split.hr/mutnoca-vode-i-zdravstveni-rizik/?fbclid=IwAR3YlmaG9eO2hEryhonYlhzznrneXeu16yMaQAiwqW7NTx_jdrtDEgZ8NEs [Pristup: 07.09.2021.]
7. KD vodovod i kanalizacija d.o.o., URL: https://www.kdrik-rijeka.hr/voda/kvaliteta_nase_vode/Ph_vode?fbclid=IwAR3kUNds42sagVqAMUt9KusmdfzVNzxiuoy4eiCGaLsJgqZvI92iXnN5wO0 [Pristup: 07.09.2021.]

Popis slika, tablica i kratica

Popis slika:

Slika 1. Bunar u Alilovcima

Slika 2. Bunar u Čistoj Veliki

Slika 3. Određivanje kalijevog permanganata

Slika 4. Određivanje boje

Slika 5. Turbidimetar

Slika 6. Određivanje klorida

Slika 7. određivanje kalijevog permanganata

Popis tablica:

Tablica 1. Maksimalno dozvoljene količine kemijskih parametara

Tablica 2. Rezultati određivanja boje

Tablica 3. Rezultati određivanja mutnoće

Tablica 4. Rezultati određivanja klorida

Tablica 5. Rezultati određivanja električne vodljivosti

Tablica 6. Rezultati određivanja nitrata

Tablica 7. Rezultati određivanja nitrita

Tablica 8. Rezultati određivanja amonijaka

Tablica 9. Rezultati određivanja KMnO_4

Tablica 10. Rezultati određivanja pH

Popis kratica:

MDK - maksimalno dozvoljena količina

NTU - nephelometric turbidity units (nefelometrijska jedinica zamućenja)

URL - Uniform Resource Locator, adresa web stranice u online u svijetu

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Sara Mašić**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom **Usporedba fizikalno-kemijskih parametara bunarske vode Šibensko-kninske i Požeško-slavonske županije**, te u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 06.12.2021.

Sara Mašić
