

# ODREĐIVANJE KEMIJSKE KAKVOĆE PITKE VODE

---

**Mijačević, Margareta**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*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:112:596106>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-22**



**VELEUČILIŠTE U POŽEGI**  
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

*Repository / Repozitorij:*

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



# VELEUČILIŠTE U POŽEGI



MARGARETA MIJAČEVIĆ, 1325/13

## ODREĐIVANJE KEMIJSKE KVAKVOĆE PITKE VODE

*ZAVRŠNI RAD*

Požega, 2016. Godine

VELEUČILIŠTE U POŽEGI  
POLJOPRIVREDNI ODJEL  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

## **ODREĐIVANJE KEMIJSKE KVAKVOĆE PITKE VODE**

### ***ZAVRŠNI RAD***

IZ KOLEGIJA TEHNOLOGIJA VODE I OBRADA OTPADNIH VODA

MENTOR: Ana Mrgan, dipl. ing.

STUDENT: Margareta Mijačević

Matični broj studenta: 1325/13

Požega, 2016. Godine

## Sažetak:

Voda je u prirodi vrlo raširena, zauzima oko 70% ukupne površine Zemlje. Prirodne vode sadrže otopljene i raspršene tvari koje mogu bit organskog i/ili anorganskog podrijetla. Tri su vrste pokazatelja kakvoće vode: fizikalni, kemijski i biološki pokazatelji.

Cilj ovog rada bio je provjera kvalitete vode s dva različita područja u Požeško-slavonskoj županiji. Prvi uzorak je bunarska voda iz okolice sela Pavlovci, dok je drugi uzorak izvorska voda za vodoopskrbni sustav dijela grada Požege, s područja Babinog vira. Važno je da voda koju koristimo u prehrani i higijeni bude zdravstveno ispravna.

Ključne riječi :voda, kvaliteta vode, analiza vode

## **Abstract:**

The water is naturally very widespread, occupies about 70% of the total surface of the Earth. Natural water contains dissolved and dispersed substances will be of organic and / or inorganic origin. There are three types of indicators of water quality: physical, chemical and biological indicators.

The aim of this study was to test the quality of water with two different areas in Požega-Slavonia County. The first sample is well water from the surrounding villages Pavlovac, while the second sample spring water for the water supply system of the town of Požega in the field of Babin vir. It is important that the water we use in nutrition and hygiene to be safe.

**Key words** : water, water quality , water analysis

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1. Voda u prirodi.....	3
2.2. Svojstva vode.....	5
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA.....	9
3.1. Određivanje tvrdoće vode.....	9
3.2. Određivanje elektroprovodljivosti.....	10
3.3. Određivanje pH.....	12
3.4. Određivanje mutnoće vode.....	13
3.5. Određivanje količine amonijaka, nitrata i nitrita u vodi.....	14
4. REZULTATI.....	16
5. RASPRAVA.....	20
6. ZAKLJUČAK.....	21
LITERATURA.....	22
PRILOZI.....	24
Popis tablica.....	24
Popis formula.....	24
Popis kratica.....	24
Popis slika.....	24

## 1. UVOD

Cilj ovog rada bio je provjera kvalitete vode s dva različita područja u Požeško-slavonskoj županiji. Prvi uzorak je bunarska voda iz okolice sela Pavlovci, dok je drugi uzorak izvorska voda za vodoopskrbni sustav dijela grada Požege, s područja Babinog vira. Utvrđeni su parametri kvalitete, a to su: tvrdoća vode, specifična elektroprovodljivost, pH vrijednost i mutnoća. Analize su rađene u ekološkom laboratoriju Zavoda za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije.

Rad započinje definiranjem vode i opisivanjem njezinih svojstava. Navodi se za što je važna, te kako je građena molekula vode. Potom se opisuje određivanje tvrdoće vode, elektroprovodljivosti, mjerenje pH vrijednosti te određivanje mutnoće vode. Nabrojani su pokazatelji kakvoće vode i parametri njezine kvalitete. Potom se navode tipovi tvrdoće vode te je svaki od njih pobliže opisan.

Slijedi opis istraživanja koje je obuhvaćalo provjeru analize dvaju uzoraka vode iz različitih mjesta, te u ovom dijelu opisane u metode istraživanja. Navodi se gdje su analize rađene i na koji način. Opisan je pribor koji je korišten i ostali materijali upotrijebljeni prilikom analize. Slijedi opis postupka određivanja tvrdoće vode. Navodi se kako se određuje ukupna tvrdoća vode, te što se pri tome koristi od pribora. Istaknuta je formula prema kojoj se računa ukupna tvrdoća. Potom je na jednak način opisan postupak određivanja elektroprovodljivosti i određivanja pH vrijednosti vode, te određivanja mutnoće vode.

Potom slijedi poglavlje u kojem su izneseni rezultati u obliku tablica. Rezultati se odnose na usporedbu bunarske vode iz Pavlovaca i vode iz javnog vodovoda u Babinom viru. Obuhvaćaju određivanje tvrdoće dvaju uzoraka, određivanje elektroprovodljivosti, određivanje pH, te određivanje mutnoće.

U sljedećem se poglavlju donosi rasprava i ovdje se iznosi detaljnija analiza rezultata dobivenih analizom dvaju uzoraka vode, iz različitih mjesta.

Na kraju rada iznesena su zaključna razmišljanja o temi.

## 2. PREGLED LITERATURE

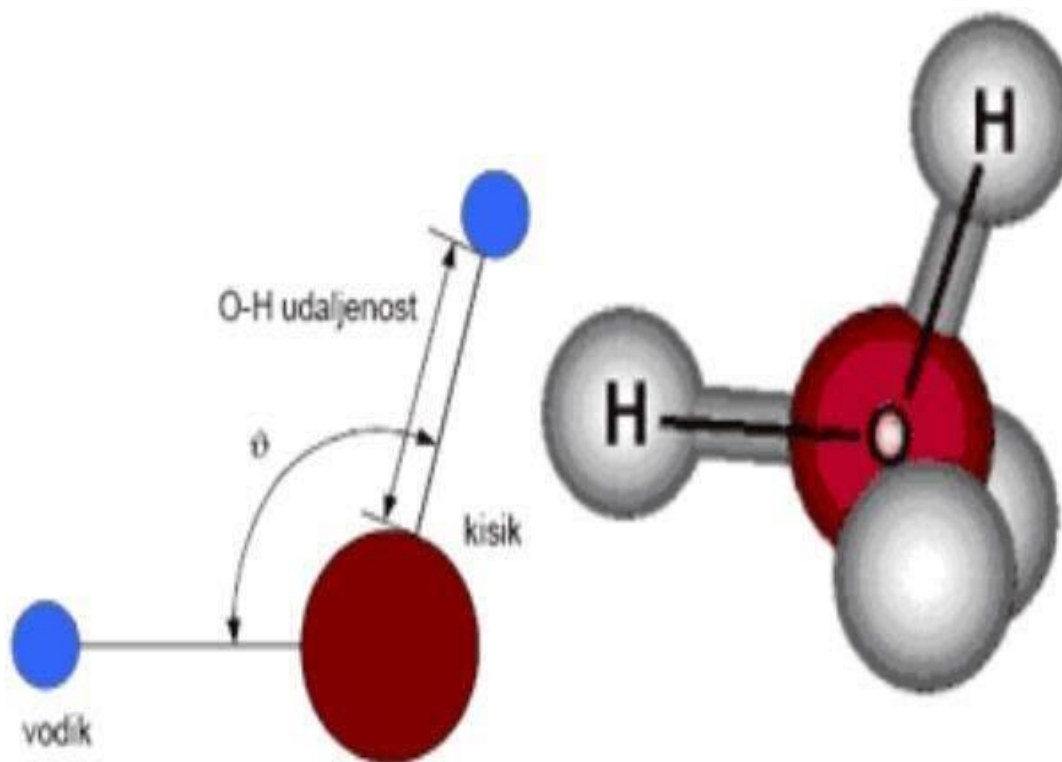
Voda je jednostavan kemijski spoj, čija se molekula sastoji od jednog atoma kisika i dva atoma vodika. To je tekućina bez boje, okusa i mirisa. Kvaliteta vode ovisi o fizikalnim, biološkim, radiološkim i kemijskim svojstvima.

Fizikalna svojstva vode su: temperatura, mutnoća, boja, miris i okus vode, te suspendirane tvari u vodi, provodljivost, prozirnost. Biološka svojstva vode ovise o prisutnosti različitih mikroorganizama. Radiološka svojstva vode, ovise o radioaktivnim izotopima lakih elemenata kao što su vodik, kisik, kalij, natrij i drugi elementi. Kemijska svojstva vode ovise o vrsti i količini mineralnih tvari otopljenih u vodi (Mayer, 1993).

Voda je jednostavan kemijski spoj, čija se molekula sastoji od jednog atoma kisika i dva atoma vodika. Temperatura leđišta vode je 0°C, temperatura vrelišta je 100°C (Mayer, 1993).

Voda je važna za život, potrebna je svakom živom biću jer sadrži važne minerale i mikroelemente koji su potrebni našem organizmu. Uklanja metabolički otpad iz živih stanica našeg tijela i sudjeluje u procesu disanja. Ljudskom tijelu, kako bi normalno funkcioniralo, potrebno je minimalno 1,5 – 2,0 litre vode dnevno. Higijenski ispravna voda za piće, jedan je od osnovnih uvjeta života (Anonymus\_1, 22.8.2016., url).

Molekula vode građena je od 4 tetraedarski orijentirana elektronska para. Dva atoma vodika, u kovalentnoj su vezi, a atomi kisika su nevezujući par. Zbog elektronegativnosti vodika i kisika, molekula vode je izrazito dipolnog karaktera. Vodikovi ioni su pozitivno električki nabijeni, a ioni kisika negativno električki nabijeni. Rezultat toga su fizikalna i kemijska svojstva vode. Vodikova veza je 90 % ionska i 10 % kovalentna (Anonymus\_2, 12.6.2016.,url).



Slika 1. Tetraedarska struktura molekule vode (Web.vip.hr., 12.6.2016.,url)

## 2.1. Voda u prirodi

Vodu u prirodi dijelimo na površinsku, oborinsku i podzemnu vodu. Podzemne vode, su vode koje se nalaze ispod zemljine površine. To su još vode arterijskih pukotina, bunara i izvora. Razlikujemo dvije vrste podzemnih voda: voda temeljnica je voda koja se nalazi u vodnosnim slojevima u mirovanju ili toku, pukotinska voda koja teče kroz pukotine i šupljine. Voda temeljnica je voda u podzemlju koja se nakuplja iznad vodoodrživog sloja i ispunjava sve šupljine i pukotine. Voda temeljnica dobiva se bušenjem bunara. Pukotinska voda, je po svojim svojstvima jako slična površinskoj vodi, jer prolazi kroz šupljine i pukotine u kamenu i nema nikakve filtracije i samočišćenja (Riđanović, 1989).

Neke od podzemnih voda poznate su kao mineralne vode i imaju ljekovita svojstva. Površinske vode čine vode potoka, rijeka, jezera, mora i oceana. Površinske vode sadrže različiti sastav prisutnih materija. Mora i oceani sadrže velike količine otopljenih soli. Vode



rijeka mogu imaju manje količine otopljenih soli, ali su često mutne i zagađene. Najčišći su planinski potoci i rijeke. Tedeschi (1997) navodi da su oborinske vode one koje ispiru površine i slijevaju se u vodne sustave te ne sadrže soli i spadaju u kategoriju mekih voda.

Procjenjuje se da 97,2% količina vode na Zemlji pripada morima i oceanima, a manji dio od 2,8% na slatke vode.

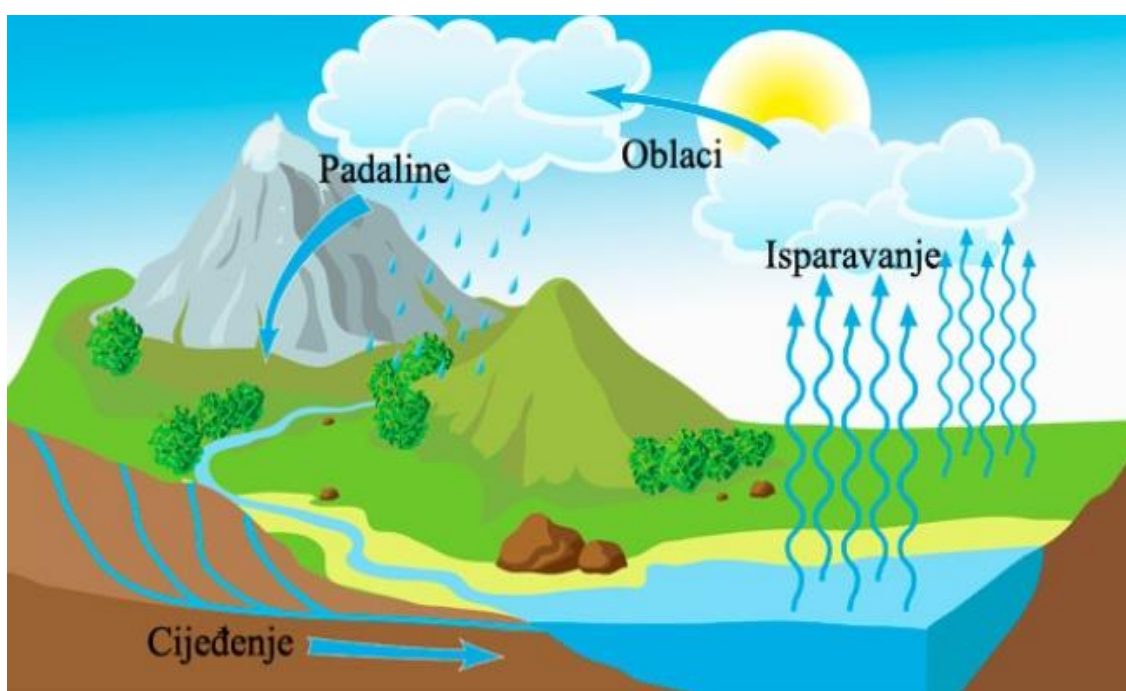


Slika 2. Prikaz rasprostranjenosti vode na Zemlji(Anonymus\_4, 10.11.2016.,url)

Vodu za piće smo podijelili na podzemnu, bunarsku i površinsku, dok se na tržištu voda iz ambalaže razlikuju kao prirodna izvorska voda, prirodna mineralna voda i stolna voda. Izvorska voda potječe iz jednog ili više podzemnih izvora, zaštićena je od utjecaja s površine zemlje i onečišćenja. Izvorska voda je siromašna mineralima, njezin sastav i ostale značajke imaju blagotvorno djelovanje na ljudski organizam. Stolna je voda mehanički i kemijski pročišćena voda koja izvorno ne mora biti čista. Ona se postupcima obrade i dodavanjem dopuštenih kemijskih tvari dovodi u stanje za organizam prihvatljive i pitke

vode. Takvu vodu dobivamo iz gradskog vodovoda. Mineralna voda nastaje u ciklusu kruženja vode na Zemlji. Mineralna voda koju danas pijemo je ustvari oborinska voda. Sadrži razne minerale poput natrija, kalija, magnezija, kalcija. Mineralna voda može bit gazirana i negazirana (Schutt, 1999).

Kruženje vode u prirodi nastaje pod utjecajem sunčevih zraka, dio vode isparava iz mora, tla i biljaka. Vodena para se diže u atmosferu, tamo se hladi i kondenzira i u obliku padalina vraća na Zemlju. Padaline se ponovno skupljaju u jezerima, potocima, rijekama ili otječu u tlo, gdje se skupljaju kao podzemne vode (Mayer, 1993).



Slika 3. Prikaz kruženja vode u prirodi(Anonymus\_1, 22.8.2016.,url)

## 2.2.Svojstva vode

Određivanje tvrdoće vode provodi se prema količini kalcijevih i magnezijevih soli u vodi.Tvrdoću vode uzrokuju polivalentni kationi, koji u zasićenim otopinama reagiraju s anionom i tvore soli.

Metoda određivanja elektroprovodljivosti je sposobnost neke tvari da propušta električnu struju. Temelji se na prolasku električne struje kroz vodenu otopinu zbog električki

nabijenih iona koji se kreću prema izvoru električne energije sa suprotnim nabojem, gdje se neutraliziraju (Mayer, 1993). Konduktometar je instrument namijenjen mjerenju električne vodljivosti, u tekućim uzorcima (Anonymus\_5, 11.6.2016., url).

pH je mjera kiselosti neke otopine, a određuje se prema koncentraciji vodikovih ( $H^+$ ) iona. Ako je pH vrijednost manja od 7, smatramo tekućinu kiselim, ako je veća od 7, lužnatom, a ako je vrijednost 7, neutralnom. pH vode se određuje uz pomoć pH metra, a dobivena vrijednost naziva se pH (Anonymus\_2, 28.6.2016., url).

Mutnoća vode, ukazuje na stupanj čistoće vode. Mutnoća se mjeri uz pomoć uređaja turbidimetra, koji mjeri prolaz svjetlosti kroz uzorak vode (Šimunić, 2013).

Tri su vrste pokazatelja kakvoće vode: fizikalni, kemijski i biološki pokazatelji. Parametri kvalitete vode su: tvrdoća vode, mutnoća, specifična elektroprovodljivost, pH vrijednost i određivanje klorida. Tvrdoću vode, uzrokuju polivalentni kationi koji u zasićenim otopinama reagiraju s anionom i tvore soli. Tvrdoća se izražava u  $mg\ CaCO_3/L$  ili u stupnjevima. Stupnjevi mogu bit njemački, francuski i engleski, a najviše se koriste njemački.

Vodu smo podijelili prema tvrdoći na meku vodu, lagano tvrdu vodu, umjereno tvrdu vodu, tvrdu vodu i jako tvrdu vodu (Šimunić, 2013).

**Tablica 1. Podjela vode prema tvrdoći (Šimunić, 2013)**

<b>Kvaliteta vode</b>	<b>Tvrdoća °dH</b>
Meka voda	do 4°dH
Lagano tvrda voda	4 - 8°dH
Umjereno tvrda voda	8 - 18°dH
Tvrda voda	18 - 30°dH
Jako tvrda voda	više od 30°dH

Postoje dva tipa tvrdoće vode: karbonatna i nekarbonatna tvrdoća.

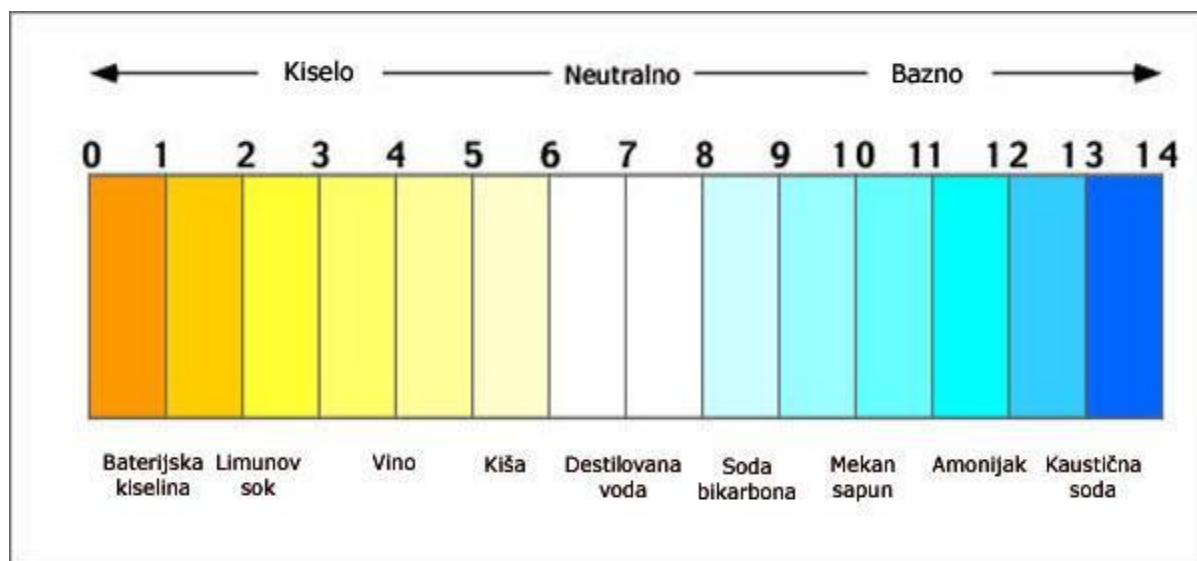
Karbonatna tvrdoća - dio kalcijevih i magnezijevih iona tvore bikarbonate i karbonate. Prokuhavanjem vode gubi se dio tvrdoće vode, zagrijavanjem vodene otopine kalcijevog i magnezijevog bikarbonata dolazi do izlaska  $CO_2$  i taloži se kalcijski i magnezijski karbonati.

Nekarbonatna tvrdoća su preostale kalcijeve i magnezijeve soli, tj. nitriti, nitrati, karbonati, sulfati, a izračunava se iz razlike ukupne i karbonatne tvrdoće.

pH je mjera kiselosti neke otopine, određuje se prema koncentraciji vodikovih ( $H^+$ ) iona. pH jednaka je logaritmu recipročne vrijednosti koncentracije vodikovih iona (Mayer, 1993).

$$pH = \log \frac{1}{H^+}$$

Ako u vodi prevladavaju vodikovi ioni, voda ima kiselu reakciju, ako prevladavaju hidroksilni ioni, ima lužnatu reakciju. Ako je odnos aniona i kationa u vodi jednak, onda ima neutralnu reakciju. pH vode se određuje uz pomoć pH metra, a dobivena vrijednost naziva se pH. pH je važan za određivanje kvalitete vode. Kvalitetna pitka vodaima pH vrijednost između 6 i 7,5 (Šimunić, 2013).



Slika 4. pH skala i vrijednosti poznatih mjerenja(Priroda leći sve, 17.6.2016.,url)

Elektroprovodljivost je sposobnost neke tvari da provodi električnu struju. Struja prolazi kroz ioniziranu vodu ili vodu koja sadrži otopljene minerale. Destilirana voda je slab vodič električne energije. Povećanjem primjesa u vodi povećava se električna vodljivost.

Provodljivost ovisi o ionima prisutnim u vodi, o koncentraciji iona, pokretljivosti iona i o temperaturi na kojoj se određuje provodljivost.

Elektroprovodljivost se izražava u mikro Simens-ima po centimetru ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Mjerenjem elektroprovodljivosti uzorka vode, možemo procijeniti količinu otopljenih tvari u vodi (Mayer, 1993). Maksimalnodopuštene vrijednosti definirane su zakonskim propisima (Pravilnik, 2015). Zakonski maksimalna dopuštena vrijednost za provodljivosti je  $2500\mu\text{S}/\text{cm}/20^\circ\text{C}$ .

### 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Zadatak ovog rada bio je provjera kvalitete pitke vode, s dva različita područja u Požeško-slavonskoj županiji. Prvi uzorak je bunarska voda iz okolice sela Pavlovci, dok je drugi uzorak izvorska voda iz vodoopskrbnog sustava, dijela grada Požege s područja Babinog vira.

Određivana je tvrdoća vode, potrošnja kisika, elektroprovodljivost i pH vrijednost. Na osnovi provedenih analiza, donose se zaključci koji moraju biti u skladu sa zakonskim propisima.

Analize su radene u ekološkom laboratoriju Zavoda za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije. Analiza započinje uzimanjem jednokratno uzete vode na jednom mjestu na propisan način. Potrebno je ukloniti sve nastavke na slavini, otvoriti slavinu i pustiti da voda teče 3 minute. Spremnik za fizikalno-kemijsku i kemijsku analizu stavi se ispod slavine, ulije se voda direktno u spremnik do vrha spremnika. Kod mikrobiološke analize spremnik se stavi ispod slavine, ulije se voda, ali ne do vrha jer mora ostati prostor ispunjen zrakom nakon stavljanja čepa. Zrak u spremniku pomaže pri miješanju za vrijeme ispitivanja. Tijekom punjenja, treba paziti da ne dođe do onečišćenja, te se ne smije rukama dodirivati grlo boce i otvor slavine. Nakon punjenja, potrebno je izmjeriti temperaturu. Nakon uzorkovanja uzorci se stavljaju u prijenosni hladnjak i u što kraćem roku transportiraju do laboratorija, kako nebi došlo do oscilacije temperature i promjene kvalitete vode.

#### 3.1. Određivanje tvrdoće vode

Tvrdoća vode se određuje prema količini kalcijevih i magnezijevih soli u vodi. Ukupna tvrdoća vode, određuje se titracijom s etilendiamintetraoctenom kiselinom. Od pribora koristimo menzuru i erlenmayerovu tikvicu od 300 mililitra. Reagensi koje koristimo su amonij pufer, etilendiamintetraoctena kiselina (EDTA), eriochromeblack-indikator u zncima.

Menzurom odmjerimo 100 mililitra uzorka, te uspemo u Erlenmayerovutikvicu od 300 mililitra. Dodam 1ml amonij pufera i indikatora u zncima eriochromeblack i otopinu

titriramo s etilendiamintetraoetnom (  $c = 0,1 \text{ mol/l}$  ) kiselinom, do prelaska iz vinsko-crvene u plavu boju, očita se utrošeni volumen za titraciju.

Ukupna tvrdoća se izračuna prema formuli:

$$UT = \frac{V(\text{EDTA}) \cdot c(\text{EDTA})}{V(\text{uzorak, Ca+Mg})} \cdot 56,0 \cdot 1000$$

UT - ukupna tvrdoća

V (EDTA) - volumen Etilendiamintetraoetna kiselina (EDTA)

C (EDTA) - koncentracija etilendiamintetraoetna kiselina (EDTA)

V (uzorak, Ca+Mg) - volumen uzorka

### 3.2. Određivanje elektroprovodljivosti

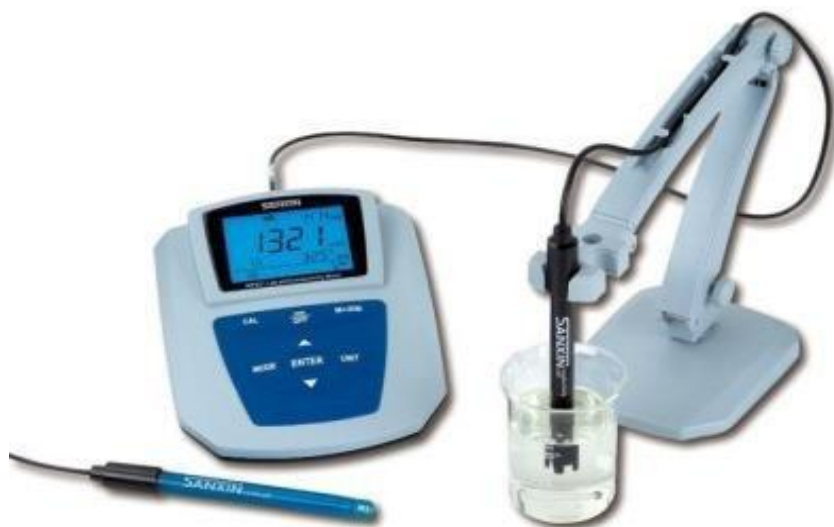
Električna vodljivost se mjeri pomoću uređaja koji se zove konduktometar. Uređaj se postavlja na ravnu površinu i mora bit zaštićen od jakog svjetla i topline. Uređaj ima napajanje pomoću električne energije. Konduktometar radi na način da električnu struju kroz otopinu prenose ioni. Pozitivni ioni se kreću prema negativnoj elektrodi, a negativni prema pozitivnoj elektrodi. Elektrode su najčešće od platine ili legure platine. Konduktometar se prije uporabe kalibrira uz pomoć standardne otopine.

Imamo dvije vrste konduktometra: prijenosni i stolni konduktometar. Prijenosni konduktometar je više parametarski mjerni instrument za prijenosna mjerenja provodnosti, pod svim uvjetima na terenu. Njegova tehnologija omogućuje mjerenje provodnosti i temperature i učinkovito dokumentira sva mjerenja. Kalibracijski podaci se pohranjuju u memoriji i uređaj je spreman za upotrebu čim se uključi. U memoriji se može pohraniti do 50 podataka.



Slika 5. Prijenosni konduktometar(Anonymus\_3, 16.6.2016.,url)

Stolni konduktometar nalazi se u laboratoriju, jednostavan je za korištenje i precizan. Uređaj ima napajanje pomoću električne energije. Prije upotrebe elektroda se spoji na uređaj. Kalibracijski podaci su pohranjeni u memoriju i uređaj je sprema čim se uključi.



Slika 6. Stolni konduktometar(Kemolab.hr, 16.6.2016.,url)



### 3.3. Određivanje pH

Princip određivanja pH vrijednosti, temelji se na mjerenju razlike potencijala elektrokemijske ćelije upotrebom odgovarajućih pH metara.

pH se mjeri uz pomoć pH metra koji pH vrijednost mjeri pomoću kombinirane pH elektrode. pH elektroda je konstantno uronjena u referentni elektrolit i tako se i čuva.

Prije mjerenja elektrodu je potrebno isprati destiliranom vodom, a zatim uzorkom. Otvoriti otvor za punjenje na gornjem dijelu elektrode. Elektroda se okomito uroni u uzorak, tako da je potpuno uronjena u uzorak. Mjerenje se vrši u uzorku koji miruje da bi se izbjegao gubitak ugljičnog dioksida. Na kraju mjerenja elektrodu je potrebno isprati destiliranom vodom i čuvati u referentnom elektrolitu.

Maksimalna dopuštena pH vrijednost, definirana je zakonskim propisima, dopuštena vrijednost je 6,5 - 9,5 pH (Pravilnik, 2013). Za vode koje se pune u boce ili drugu ambalažu, minimalna vrijednost se može smanjiti do 4,5 pH.

pH metar uređaj za mjerenje pH može biti stolni ili prijenosni. Omogućuje zajednička ili pojedinačna mjerenja više parametra, kao što je temperatura, oksidacijsko redukcijskih procesa (ORP). Oksidacijsko redukcijski procesi ili ORP, jedna molekula gubi elektrone dok druga prima. Jedna molekula se oksidira, a druga reducira. ORP je važan parametar u kontroli kvalitete vode, koristan u istraživanjima i eksperimentima. Prije samog pH mjerenja uređaj je potrebno kalibrirati, kako bi rezultat mjerenja bio precizan i točan. Kalibracija se provodi na dvije vrijednosti pH 7 i pH 4 u svježe pripremljenim otopinama pufera.

pH metar sadrži elektrode koje mogu biti staklene, od termalne plastike te od titanija. Koriste se dvije elektrode: jedna za mjerenje pH i jedna referentna elektroda. Danas se koristi jedna elektroda, koja se naziva i kombinirana elektroda. Membrane elektrode mogu biti sa kuglastim vrhom, konusnim i ravnim vrhom.

Membrane sa kuglastim vrhom koriste se za upotrebu u tekućim ili vodenim otopinama. Membrane sa konusnim vrhom, koriste se za polutvrde i tvrde produkte. Membrane sa ravnim vrhom preporučuju se za direktno mjerenje na površini kože, papira.



Slika 7. Prijenosni i stolni pH metar(Moja djelatnost, 17.6.2016.,url)

### 3.4. Određivanje mutnoće vode

Metoda određivanja mutnoće vode, zasniva se na efektu rasipanja svjetlosti, koje nastaju pri prolasku kroz uzorak koji sadrži netopljene čestice. Za određivanje mutnoće vode, koristi se uređaj Turbidimetar.

Uređaj se postavlja na ravnu površinu. Uzorak vode se ulije u čistu kivetu do oznake i kiveta se začepi čepom. Prije mjerenja kiveta se obriše ubrusom da se uklone kapljice vode i otisci prstiju. Kiveta se zatim stavlja u kućište uređaja, nakon čega se na uređaju očita rezultat i zapiše.

Kivete su od bistrog i bezbojnog stakla, uvijek moraju bit čiste sa unutarnje i vanjske strane. Turbidimetar je prijenosni mjerac mutnoće, visoke preciznosti. Ima tri vrste mjerenja: normalno, prosječno i trajno mjerenje.



Slika 8. Prijenosni turbidimetar (Probus.hr, 20.8.2016., url)

Određene izmjerene vrijednosti za mutnoću vode izražavaju se u NTU jedinicama prema engl. Nephelometric Turbidity Units. Količina od 1 NTU odgovara količini od 1g/L suspendiranog silicijevog dioksida u čistoj vodi. Maksimalno dopuštena vrijednost mutnoće vode u Hrvatskoj je 4 NTU (Pravilniku, 2013).

### 3.5. Određivanje količine amonijaka, nitrata i nitrita u vodi

Amonijak je spoj atoma dušika i tri atoma vodika te nastaje dekompozicijom organskog materijala koji u sebi sadrži dušik. Njegovo se prisustvo može primijetiti zahvaljujući intenzivnom mirisu. Maksimalna dopuštena koncentracija amonijaka iznosi 0,1 mg/l.

Nitrati su spojevi u kojima je atom dušika vezan za tri atoma kisika. Primarno uporabu pronalaze kao gnojivo, ali i u proizvodnji stakla ili eksploziva. Također se upotrebljava u mesnoj industriji radi očuvanja boje mesa i produžetka trajnosti suhomesnatih proizvoda. Velika količina nitrata izaziva oboljenja kod ljudi te sugerira zagađenje vode.

Nitriti su, kao i nitrati, spojevi dušika s atomima kisika, no ovdje je dušik vezan za dva atoma kisika. Prirodno se nalaze u tlima, vodama i biljkama. Ipak, njihova je koncentracija u vodi obično vrlo niska. Maksimalna dopuštena koncentracija nitrita u vodi iznosi 0,03 mg/l. Ako je količina nitrita u vodi značajna, to je pokazatelj zagađenja otpadnih voda bakterijama i neadekvantne dezinfekcije. Prisustvo amonijaka, nitrata i nitrita može dokazati prisustvo organskih tvari u vodi. Rezultati se iskazuju u mg N/L, a dobiveni se rezultati uspoređuju s baždarnim krivuljama za svaki reagens.

Postojanje amonijaka dokazuje se uz pomoć Signetove soli i Nesslerova reagensa. Pomiješaju se ispitani uzorak, odnosno 25 ml tog uzorka, 1 ml Signetove soli te 1 ml Nesslerova reagensa. Nakon pet minuta bi se trebala razviti žuta boja, a ovo se mjerenje vrši u spektrofotometru na 425 nm.

Postojanje nitrata dokazuje se uz pomoć sumporne kiseline i brucinog sulfata na način da se 1g brucinog sulfata i 1,1 g sulfanilne kiseline otopi u 10ml vruće destilirane vode. Potom se u ohlađenu otopinu doda 3ml koncentrirane klorovodične kiseline. Nadopuni se vodom do 100 ml.

Postupak dokazivanja nitrita zahtjeva otopinu EDTA dinatrijeve soli, sulfanilnu kiselinu, naftilaminklorid i stock otopinu te se očituje pojavom ružičaste boje (Anonymus\_6, 9.11.2016., url).

## 4. REZULTATI

**Tablica 2. Određivanje tvrdoće bunarske vode (Pavlovci) i vode iz javnog vodovoda**

	Tvrdoća °dH mg/L CaCO <sub>3</sub>	Potrošnja CaCO <sub>3</sub> , (ml)	Maksimalna dopuštena koncentracija	Vrsta vode
PAVLOVCI	17	303,6	25	Tvrda voda (15-25)
BABIN VIR	13,6	242,8	25	Umjereno tvrda voda (10-15)

**Tablica 3. Određivanje elektroprovodljivosti bunarske vode (Pavlovci) i vode iz javnog vodovoda (Babin vir)**

	Elektroprovodljivost ( $\mu$ S/cm )	Temperatura (°C )	Maksimalna dopuštena koncentracija
PAVLOVCI	636	20	2500
BABIN VIR	421	20	2500

**Tablica 4. Određivanje pH bunarske vode (Pavlovci) i vode iz javnog vodovoda (Babin vir)**

	pH	Temperatura (°C)	Maksimalna dopuštena koncentracija (M.K.D.) pH	Odstupanje od M.K.D.
PAVLOVCI	8,35	22,3	8	+0.35
BABIN VIR	7,3	22,3	8	-0.30

**Tablica 5. Određivanje mutnoće bunarske vode (Pavlovci) i vode iz javnog vodovoda (Babin vir)**

	Mutnoća (NTU)	Maksimalna dopuštena koncentracija (M.K.D.)	Odsutpanje od M.K.D.
PAVLOVCI	0,70	4	-3,30
BABIN VIR	0,20	4	-3,80

**Tablica 6. Određivanje razine amonijaka (NH<sub>3</sub>) u uzorcima vode.**

	Amonijak	Temperatura (°C)	Maksimalna dopuštena koncentracija (M.K.D.)	Odsutpanje od M.K.D.
PAVLOVCI – travanj	0	22,3	0,50	-0.50
PAVLOVCI – rujan	0	23,2	0,50	-0.50
BABIN VIR - travanj	0	22,3	0,50	-0.50
BABIN VIR - rujan	0	23,2	0,50	-0.50

**Tablica 7. Određivanje razine nitrita u uzorcima vode**

	Nitriti	Temperatura (°C)	Maksimalna dopuštena koncentracija (M.K.D.)	Odsutpanje od M.K.D.
PAVLOVCI – travanj	0	22,3	0,5	-0.50
PAVLOVCI – rujan	0	23,2	0,5	-0.50
BABIN VIR - travanj	0	22,3	0,5	-0.50
BABIN VIR - rujan	0	23,2	0,5	-0.50

**Tablica 8. Određivanje razine nitrata u uzorcima vode**

	Nitrati	Temperatura (°C)	Maksimalna dopuštena koncentracija (M.K.D.)	Odsutpanje od M.K.D.
PAVLOVCI – travanj	6,2	22,3	50,0	-43,8
PAVLOVCI – rujan	6,6	23,2	50,0	-43,4
BABIN VIR - travanj	4,8	22,3	50,0	-45,2
BABIN VIR - rujan	5,1	23,2	50,0	-44,9



## 5. RASPRAVA

Tablica 2 prikazuje tvrdoću bunarske vode iz okolice Pavlovaca, koja je 17°dH i potrošnja CaCO<sub>3</sub> 303,6 ml i vodu iz javnog vodovoda iz Babinoga vira, kojoj je tvrdoća 13,6°dH i potrošnja CaCO<sub>3</sub> 242,8 ml. Bunarska voda i voda iz javnog vodovoda su umjereno tvrde vode.

Tablica 3 prikazuje određivanje elektrovodljivosti bunarske vode iz okolice Pavlovaca i vode iz javnog vodovoda Babin vir. Elektrovodljivost bunarske vode iz okolice Pavlovaca je 636 µS/cm/20°C, dok elektrovodljivost vode iz javnog vodovoda je 421 µS/cm/20°C. Iz analize određivanja elektrovodljivosti bunarske vode i vode iz javnog vodovoda, utvrđeno je da zadovoljavaju dopuštene vrijednosti provodljivosti.

Tablica 4 prikazuje određivanje pH vrijednost bunarske vode, iz okolice Pavlovaca i vode iz javnog vodovoda Babin vir. pH bunarske vode iz okolice Pavlovaca je 8,35/22,3°C, dok je pH vode iz javnog vodovoda 7,3/22,3°C. Iz analize određivanja pH bunarske vode i vode iz javnog vodovoda, utvrđeno je da oba uzorka zadovoljavaju dopuštenu pH vrijednost.

Tablica 5 prikazuje određivanje mutnoće bunarske vode, iz okolice Pavlovaca i vode iz javnog vodovoda Babin vir. Mutnoća bunarske vode iz okolice Pavlovaca iznosi 0,70 NTU, dok je mutnoća vode iz javnog vodovoda 0,20 NTU. Iz analiza određivanja mutnoće bunarske vode i vode iz javnog vodovoda, utvrđeno je da zadovoljavaju dopuštenu vrijednosti.

Iz tablice 6 vidljivo je kako nema prisustva amonijaka niti u jednom od uzoraka vode unatoč promjeni temperature.

U tablici 7 prikazani su rezultati mjerenja nitrita u vodi te se pokazalo kako niti u jednom od uzoraka nema nitrita što znači da vode nisu zagađene.

U tablici 8 prikazani su rezultati nitrata u vodi. Unatoč tome što uzorci vode nisu sadržavali nikakvu količinu nitrita, ipak su imali nešto nitrata što ukazuje na njihovo pojavljivanje tijekom redukcije nitrata u nitrite i prilikom stvaranja amonijačnih jedinjenja i organskih materija.

## 6. ZAKLJUČAK

Na osnovu analiza može se zaključiti:

- tvrdoća vode je veća u Pavlovcima nego voda iz javnog vodovoda u Babinom viru
- bolja elektroprovodljivost bunarske vode u Pavlovcima nego što je u javnom vodovodu Babinom viru
- pH vrijednost vode iz Pavlovaca veća je od pH vrijednosti vode iz javnog vodovoda u Babinom viru
- određivanjem mutnoće zaključujem da je voda iz Pavlovaca koja je bunarska voda nešto mutnija od vode iz Babinog vira, odnosno vode iz javnog vodovoda
- nema prisustva amonijaka niti u jednom od uzoraka vode
- mjerenjem nitrita u vodi se pokazalo kako niti u jednom od uzoraka nema nitrita
- voda iz Pavlovaca i voda iz Babinog vira sadrže malu količinu nitrata koja je u granicama dopuštenih MDK vrijednosti
- dobiveni rezultati nam govore, da obje vode, zadovoljavaju zakonske M.D.K. vrijednosti

## LITERATURA

1. Mayer, D., (1993) *Kvaliteta i zaštita podzemnih voda*. Zagreb: Hrvatsko društvo za zaštitu voda i mora.
2. Riđanović, J., (1989) *Hidrogeografija*. Zagreb: Školska knjiga
3. Pravilnik o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju, (NN 56/2013)
4. Pravilnik o parametrimasukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju, (NN 128/2015)
5. Schutt, K., (1999) *Voda izvor ljepote i zdravlja*. Zagreb: Knjiga i dom
6. Šimunić, I., (2013) *Uređenje voda*. Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada
7. Tedeschi, S., (1997) *Zaštita voda*. Zagreb: HDGI

### Internet:

8. Nutri forma, 28.6.2016., <http://nutriforma.com.hr/sto-je-ph-organizma-i-zasto-je-bitan/>,
9. Studentnet.hr,28.6.2016.,  
<http://www.studentnet.hr/uploads/20070402151101zastitavoda1.pdf>
10. Aquaphor, 12.6.2016., <http://www.aquaphor.com.hr/kako-procistiti-vodu/zdravlje/voda-za-pice>
11. Web.vip.hr., 12.6.2016., <http://web.vip.hr/tomex.vip/kem.html>
12. Priroda leči sve, 17.6.2016.,<http://www.priroda-leci-sve.com/kiselost-organizma.htm>
13. Anonymus\_1, 22.8.2016.,<http://m.voda.ba/osnovno-o-vodama>
14. Anonymus\_2, 12.6.2016.,<http://vodovodnk.me/sdv.php?slika=2>
15. Kemolab.hr, 16.6.2016., <http://kemolab.hr/proizvod/stolni-konduktometartdssalinitytemp-model-ct-676/>
16. Anonymus\_3, 16.6.2016.,[https://www.google.hr/search?q=conductometer+ct-676&espv=2&biw=1366&bih=623&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiT5bLO1azNAhXKDxoKHQUZAbIQ\\_AUIBigB#imgdii=nBJakGaTvp0fjM%3A%3BnBJakGaTvp0fjM%3A%3B1badYgRpeIgl1NM%3A&imgc=nBJakGaTvp0fjM%3A](https://www.google.hr/search?q=conductometer+ct-676&espv=2&biw=1366&bih=623&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiT5bLO1azNAhXKDxoKHQUZAbIQ_AUIBigB#imgdii=nBJakGaTvp0fjM%3A%3BnBJakGaTvp0fjM%3A%3B1badYgRpeIgl1NM%3A&imgc=nBJakGaTvp0fjM%3A)
17. Moja djelatnost, 17.6.2016.,<http://www.moja-djelatnost.hr/ph-metar-zagreb/mettler-toledo-32>
18. Anonymus\_4, 10.11.2016., <http://www.os-22lipnja>

19. Anonymus\_5,  
11.6.2016., [file:///C:/Users/Mija%C4%8Devi%C4%87/Downloads/konduktometar%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Mija%C4%8Devi%C4%87/Downloads/konduktometar%20(1).pdf)
20. Probus.hr, 20.8.2016., <http://www.probus.hr/analiza-vode/mjeraci-mutnoce/mjerac-mutnoce-hi-93414-detalji.html>
21. Anonymus\_6,  
9.11.2016., <https://www.scribd.com/doc/69949629/ODRE%C4%90IVANJE-FIZI%C4%8CKIH-I-HEMIJSKIH-OSOBINA-VODE>

## **PRILOZI**

### **Popis tablica**

Tablica 1. Podjela vode prema tvrdoći(Šimunić, 2013) .....	6
Tablica 2. Određivanje tvrdoće bunarske vode (Pavlovci) i vode iz javnog vodovoda .....	16
Tablica 3. Određivanje elektroprovodljivosti bunarske vode (Pavlovci) i vode iz javnog vodovoda (Babin vir) .....	16
Tablica 4. Određivanje pH bunarske vode (Pavlovci) i vode iz javnog vodovoda (Babin vir) .....	17
Tablica 5. Određivanje mutnoće bunarske vode (Pavlovci) i vode iz javnog vodovoda (Babin vir) .....	17
Tablica 6. Određivanje razine amonijaka (NH <sub>3</sub> ) u uzorcima vode.....	18
Tablica 7. Određivanje razine nitrita u uzorcima vode .....	18
Tablica 8. Određivanje razine nitrata u uzorcima vode.....	19

### **Popis formula**

Formula 1. pH.....	3
Formula 2. Ukupna tvrdoća vode.....	9

### **Popis kratica**

Kratica 1. EDTA - Etilendiamintetraoctena kiselina.....	9
Kratica 2. ORP - Oksidacijsko redukcijski procesi.....	12

### **Popis slika**

Slika 1. Tetraedarska struktura molekule vode .....	3
Slika 2. Prikaz rasprostranjenosti vode na Zemlji .....	4
Slika 3. Prikaz kruženja vode u prirodi .....	5
Slika 4. pH skala i vrijednosti poznatih mjerenja.....	7
Slika 5. Prijenosni konduktometar .....	11
Slika 6. Stolni konduktometar.....	11
Slika 7. Prijenosni i stolni pH metar.....	13
Slika 8. Prijenosni turbidimetar.....	14

## **IZJAVA O AUTORSTVU RADA**

Ja, **Margareta Mijačević**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom „Određivanje kemijskekvakvoće pitke vode“ te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 10. 11. 2016.

Ime i prezime studenta

---