**Izvori Zrinske gore**

**Sources of Zrinska gora Mountain**

**Autori: Magdalena Tkalčić, Laura Pipalović, Stela Laktašić, Ivan Bakula i Luka Laktašić**

**Mentor: Šeherzada Šaini Talić**

**Srednja škola Petrinja, Petrinja**

**Sažetak rada**

Naša je škola u neposrednoj blizini rječice Petrinjčice, čija nam je ljepota često bila inspiracija za izradu projekata. Proveli smo mnoge sate na terenskoj nastavi idući od njenoga izvora na obroncima Zrinske gore do samoga ušća u rijeku Kupu. Prolazeći tim krajem, oduševila nas je prekrasna priroda. Osim toga, uz putove smo naišli na uređene izvore – česme, s bistrom, hladnom vodom, koja nam je pružila osvježenje, osobito u toplim ljetnim danima. Stoga smo si postavili neka istraživačka pitanja: Odgovara li kvaliteta vode s izvora uređenih uz cestu zahtjevima za pitku vodu? Razlikuje li se kvaliteta vode na pojedinim izvorima? Rezultati mikrobiološke analize pokazuju da uzorci vode ne udovoljavaju normama za pitku vodu prema važećem pravilniku (NN 125/17), osim uzorka vode s postaje Jelen. Voda sa istraživanih izvora bila je slična prema vrijednostima otopljenog kisika, pH i električne vodljivosti osim na postaji Jelen, a razlikovala se među izvorima u koncentracijama nitrata, amonijaka i fosfata.

**Summary**

Our school is in the immediate vicinity of the river Petrinjčica, whose beauty has often been our inspiration for many projects. We have spent many hours in the field, going from its source on the slopes of Zrinska gora to the confluence with the Kupa river. Passing through this area, we were delighted by the beauty of nature. In addition, we passed by regulated water sources along the path, i.e. water wells with clear, cold water, which has provided us with refreshment, especially during summer days. Therefore, we asked ourselves some research questions: Does the water quality of springs arranged along our walking path meet the requirements for drinking water? Does the water quality differ from one source to another? The results of the microbiological analysis showed that the water samples do not meet the drinking water standards according to the relevant water quality legislation (NN 125/17), with the exception of the water sample from the Jelen station. The spring water was similar in terms of dissolved oxygen, pH and electrical conductivity except at the Jelen station, but it differed in the concentrations of nitrate, ammonia and phosphate.

**Istraživačka pitanja i hipoteze**

Naša je škola u neposrednoj blizini rječice Petrinjčice, čija nam je ljepota često bila inspiracija za izradu projekata. Proveli smo mnoge sate na terenskoj nastavi idući od njenoga izvora na obroncima Zrinske gore do samoga ušća u rijeku Kupu. Prolazeći tim krajem, oduševila nas je prekrasna priroda. Osim toga, uz putove smo naišli na uređene izvore – česme, s bistrom, hladnom vodom, koja nam je pružila osvježenje, osobito u toplim ljetnim danima.

Budući da lokalno stanovništvo, kao i slučajni prolaznici, piju vodu s tih izvora, postavili smo si istraživačka pitanja:

* Odgovara li kvaliteta vode s izvora uređenih uz cestu zahtjevima za pitku vodu?
* Razlikuje li se kvaliteta vode za piće na pojedinim izvorima?

U traženju odgovora krenuli smo od činjenice da u ovom kraju nema nekih većih industrijskih postrojenja te da je područje slabo naseljeno. Naša je pretpostavka da voda odgovara zahtjevima kvalitete za pitku vodu. Također smo pretpostavili da je kvaliteta vode ujednačena na svim izvorima.

**Metode istraživanja**

Za istraživački projekt odabrali smo pet lokacija – pet izvora koji se nalaze u našem bližem okruženju: Mesarića izvor, Marića točak, Oblakovića izvor, Bijele stijene i Jelen. Lokacije smo odredili GPS-om i fotografirali. Radili smo fizikalno-kemijsku analizu vode po GLOBE protokolima: temperaturu vode pomoću alkoholnog termometra, prozirnost vode (*Turbidity* cijev), pH pomoću pH -metra, električnu vodljivost konduktivimetrom, a za otopljeni kisik, fosfate i N-soli (NH4+; NO2-; NO3-) smo koristili paket opreme Viscolor. Također smo određivali miris vode, karakterizacijom po Ballu, na svim postajama.Mjerenja smo radili jednom mjesečno na svim lokacijama u lipnju, srpnju, kolovozu, rujnu i listopadu 2019. Osim toga, Zavod za javno zdravstvo proveo nam je mikrobiološku analizu na svim navedenim lokacijama u listopadu 2019.

**Prikaz i analiza podataka**

Sve smo dobivene podatke fizikalno-kemijskih analiza sumirali, te odrediti prosječnu vrijednost. Temperatura vode se kreće na svim postajama od 11,5 °C do maksimalno 13 °C, voda je bez mirisa, a prozirnost je preko 120 cm.

Prema podacima za pH možemo primijetiti da je na izvoru Jelen srednja vrijednost najniža i iznosi 6,97 do najviše prosječne vrijednosti 7,32 na Mesarića izvoru (Slika 1.).

Slika 1. Srednja (± standardna devijacija) pH−vrijednost na istraživačkim postajama

Figure 1. Mean (± standard deviation) pH value at research stations

Sadržaj otopljenog kisika je najniži na postaji Bijele stijene, gdje iznosi 8,2 mg/L, dok je najviša prosječna vrijednost 10,1 mg/L na postaji Jelen (Slika 2.).

Slika 2. Sadržaj otopljenog kisika na istraživačkim postajama (srednje vrijednosti ± standardna devijacija)  
Figure 2. Dissolved oxygen content at research stations (mean values ​​± standard deviation)

Električna vodljivost je daleko najniža na postaji Jelen te prosječno iznosi 77µS/cm, na ostalim postajama su vrijednosti znatno više i kreću se od 378 µS/cm na postaji Mesrića izvor do 522 µS/cm na postaji Marića točak (Slika 3.).

Slika 3. Srednje vrijednosti (± standardna devijacija) električne vodljivosti na svim izvorima  
Figure 3. Mean values ​​(± standard deviation) of electrical conductivity at all sources

Nitriti imaju najnižu vrijednost na postajama Jelen i Oblakovića izvor od 0,01 mg/L, a najviša vrijednost iznosi 0,1 mg/L na postaji Mesarića izvor (Slika 4.).

Slika 4. Srednje vrijednosti (± standardna devijacija) koncentracije nitrita (N – NO2-) na istraživačkim postajama

Figure 4. Mean values ​​(± standard deviation) of nitrite concentration (N - NO2-) at research stations

Koncentracija nitrata je na postajama Oblakovića izvor i Jelen bila ispod granica detekcija, a najviša je na postaji Marića točak i iznosi 2,25 mg/L.

Slika 5. Sadržaj nitrata (N − NO3-) na istraživačkim postajama (srednje vrijednosti ± standardna devijacija)   
Figure 5. Nitrate content (N - NO3-) at research stations (mean values ​​± standard deviation)

Prosječne vrijednosti koncentracije amonijaka iznose od minimalne 0,01 do 0,2 mg/L (Slika 6.).

Slika 6. Sadržaj amonijaka (N – NH4+) na istraživačkim postajama (srednje vrijednosti ± standardna devijacija)

Figure 6. Ammonia content (N - NH4+) at research stations (mean values ​​± standard deviation)

Sadržaj fosfata je najviši na postaji Mesarića izvor i iznosi 4 mg/L, dok je najniži na postaji Jelen i iznosi 0,02 mg/L.(Slika 7.)

Slika 7. Srednje vrijednosti (± standardna devijacija) sadržaja fosfata na istraživačkim postajama  
Figure 7. Mean values ​​(± standard deviation) of phosphate content at research stations

Mikrobiološka analiza provedena je 28.10.2019. na svim postajama. Ako pratimo broj kolonija na 36°C izražen u cfu/mL [[1]](#footnote-1)možemo primijetiti da je najniža vrijednost na postaji Bijele stijene iznosi <1, Oblakovića izvor 2, do najviše 80 cfu/mL, no svi su unutar maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) (Slika 8.).

Slika 8. Broj kolonija bakterija na 36°C na svim postajama   
Figure 8. Number of bacterial colonies at 36 ° C at all stations

Slijedeći pokazatelj mikrobiološke ispravnosti uzoraka bio je broj kolonija na 22°C . Na postaji Bijele stijene su detektirane samo 4 kolonije, broj kolonija na postajama Jelen i Oblakovića izvor raste do 46, još uvijek unutar MDK. Na postaji Mesarića izvor je na samoj gornjoj granici MDK i iznosi 100 cfu/mL, dok na postaji Marića točak iznosi 115 cfu/mL te prelazi MDK (Slika 9.).

Slika 9. Broj kolonija na 22°C na svim postajama  
Figure 9. Number of colonies at 22 ° C at all stations

Ukupne koliformne bakterije su slijedeći pokazatelj mikrobiološke kvalitete vode za piće na navedenim izvorima. Možemo uočiti da je u svim uzorcima izvorske vode broj koliformnih bakterija veći od MDK koji iznosi 0 broj/100mL osim na postaji Jelen (Slika10.).

Slika 10. Brojnost koliformnih bakterija na svim izvorima  
Figure 10. Abundance of coliform bacteria at all sources

Da bi mikrobiološka slika bila potpunija određivana je i *Escherichia coli* budući da je indikator nedavne fekalne kontaminacije voda. Primjetimo da je na svim postajama broj izraslih kolonija viši od MDK, osim na izvorima Oblakovića vrelo i Jelen (Slika 11.).

Slika 11. Brojnost *Escherichiae coli* na svim izvorima  
Figure 11. Abundance of Escherichia coli at all sources

Enterokoki kao fekalni streptokoki nisu očitani niti na jednom izvoru.

**Rasprava i zaključci**

Svi uzorci vode bili su bez okusa i mirisa te prozirnosti preko 120 cm. Temperatura vode ovisi o godišnjem dobu, temperaturi tla koje je okružuje i o dotoku podzemnih voda. Na našim postajama vrijednosti su od 11,5 °C do maksimalno 13 °C. Nema velikih temperaturnih razlika,

iako smo pratili u ljetnim mjesecima do jeseni, što nam pokazuje da je izvorska voda stabilne temperature.

pH vrijednosti kretale su se od 6,97 do 7,32 što ukazuje da su vode od slabo kisele do slabo lužnate. Sadržaj otopljenog kisika se kreće od 8,2 mg/L, do 10,1 mg/L i prosječno je najviša na postaji Jelen.

Električna vodljivost se kretala od 77 na izvoru Jelen do 522 µS/cm. Možemo pretpostaviti da se radi o različitim podlogama, jer se veća topljivost susreće na topljivim stijenama kao vapnenac, dok su tla koja imaju manju vrijednost električne vodljivosti pretežito granitna.

Srednje vrijednosti koncentracije amonijaka u uzorcima iznose od minimalne 0,01 do 0,2 mg/L. Amonijak se nalazi kao plin otopljen u vodi, što ovisi o pH-vrijednosti i temperaturi vode. Nije poželjan u vodi jer troši kisik za oksidaciju, osim toga može biti toksičan, indikator je mikrobne razgradnje organskih tvari koje sadržavaju dušik. Nitriti su međuprodukti u biokemijskom procesu oksidacije amonijaka u nitrate. Ako se nalaze u površinskim vodama oni vrlo brzo oksidiraju u nitratne spojeve. U našem istraživanju imaju najnižu vrijednost na postajama Jelen i Oblakovića izvor od 0,01 mg/L, a najviša vrijednost iznosi 0,1 mg/L na postaji Mesarića izvor. Kada promatramo sadržaj nitrata i na postajama Oblakovića izvor i Jelen je ispod granica detekcije, najviši je na postaji Marića točak i iznosi 2,25 mg/L. Možemo zaključiti da su N-soli unutar maksimalno dopuštene koncentracije.

Sadržaj fosfata je u tragovima, osim na postaji Mesarića izvor i iznosi 4 mg/L te prelazi MDK. Veće koncentracije upućuju na antropogeni utjecaj, jer su glavne sastavnice mnogih komercijalnih preparata za čišćenje. Iznad izvora smo uočili naselje, što dodatno ukazuje na takav utjecaj.

Mikrobiološka analiza provedena je 28.10.2019. na svih 5 postaja. Rezultati mikrobiološke analize pokazuju da uzorci vode ne udovoljavaju Pravilniku o parametrima sukladnosti metodama analize, monitoringa i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17), osim uzorka vode sa postaje Jelen. Pretpostavljamo da je razlog u samom položaju izvora koji se nalazi na uzvišenoj stjenovitoj podlozi na rubu bukovo - kestenove šume iznad grada, dok su ostali izvori više pristupačni i izloženi djelovanju čovjeka.

Naša pretpostavka s početka istraživanja, da voda odgovara zahtjevima kvalitete za pitku vodu, pokazala se djelomično točna budući da samo uzorak sa izvora Jelen odgovara svim zahtjevima kvalitete za pitku vodu. Naša pretpostavka da su uzorci vode na svim izvorima izjednačene kvalitete je također djelomično potvrđena jer to pokazuju parametri fizikalno–kemijske, ali i mikrobiološke analize.

Literatura:

* Pravilnik o parametrima sukladnosti metodama analize, monitoringa i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/17),
* Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 46/07),
* Matoničkin Kepčija R. 2002., Istraživanje vode, Program GLOBE – Priručnik za mjerenja
* Pikija, M., Basch, O., Šimunić, A., Šikić, K., Marinčić, S., Marković, S, Hećimović I., Benček, Đ.,Juriša, M., Galović, I.,Korolija, B., Oštrić, N., & Avanić, R., (2012): Osnovna geološka karta Republike Hrvatske M 1:100 000: list Sisak , (L 33-93).-Hrvatski geološki institut (Zavod za geologiju), 1 list, Zagreb, ISBN: 978-953-6907-26-7)

1. colony-forming units per milliliter [↑](#footnote-ref-1)