

## Ispitivanje fizikalno-hemijskih pokazatelja kvaliteta vode u vodotoku rijeke Rame

Sanela Nazdrajić

**SAŽETAK:** Voda, kao nezamjenjiva životna namirnica zauzima posebno mjesto među faktorima životne sredine, od kojih zavise život i zdravlje ljudi, kao i privredni i kulturni razvoj društva. Voda je dobro od općeg interesa, predstavlja bogatstvo svake zemlje, nalazi se u društvenoj svojini, a služi za zadovoljenje općih i pojedinačnih potreba. Danas je u svijetu sve manje zdrave i čiste vode, uglavnom zbog kontinuiranog zagađivanja. Razvoj naselja i povećanje standarda stanovništva uzrokuje zagađenje čovjekove okoline, a među najteže oblike zagađenja svakako ubrajamo i zagađenje voda. Ovim istraživanjem želi se utvrditi kvalitet vode u vodotoku rijeke Rame u različitim sezonskim periodima. Uzorkovanje vode izvršeno je na šest lokaliteta rijeke Rame, u periodu niskog i u periodu visokog vodostaja rijeke Rame (august, decembar). Na svim odabranim uzorcima određivani su fizičko-hemijski parametri: pH vrijednost, električna provodljivost, rastvoreni kisik, suspendovane materije. Upoređujući utvrđene kvalitete vode u vodotoku sa propisanim Pravilnicima o kvalitetu vode možemo zaključiti da je vodotok u dobrom stanju, te prezentirani rezultati mogu biti polazna osnova za prijedlog mjera čije je sprovođenje potrebno preduzeti s ciljem očuvanja i poboljšanja kvaliteta vode u vodotoku, a samim tim i dijelova životne sredine pod njegovim utjecajem.

**Ključne riječi:** pH vrijednost, električna provodljivost, rastvoreni kisik, suspendovane materije

## Testing of Physico-chemical Indicators of Water Quality in the Watercourse of the River Rama

**ABSTRACT:** Water, as an unimaginable foodstuff, occupies a special place among the factors of the environment, which depend on the life and health of people as well as the economic and cultural development of society. Water is good from the general interest, it represents the wealth of every country, is socially owned, and serves to satisfy the general and individual needs. Today, less and less healthy and clean water is present in the world, mainly due to continuous pollution. The development of the settlement and the increase of the standard of population causes the pollution of the human environment, and among the most difficult forms of pollution we certainly include water pollution. This research aims to establish the quality of water in the watercourse of the river Rama in different seasonal periods. Sampling of water was conducted out at six sites of the river Rama during the low and high water level of the river Rama (august, december). All selected samples were used to determine the physico-chemical parameters: pH value, electrical conductivity, dissolved oxygen, suspended solids. By comparing the established water quality in the watercourse, we can conclude that the watercourse are in good condition and the presented results can be the starting point for the proposed measures whose implementation should be undertaken in order to preserve and improve the water quality in the watercourse and parts of the environment under its influence.

**Keywords:** pH value, electrical conductivity, dissolved oxygen, suspended solids

### UVOD

Poznato je da vodotoci imaju sposobnost samoprečišćavanja ili autopurifikacije. Otkada postoji živi svijet na Zemlji voda se koristila i pomalo zagađivala biljnim, životinjskim i ljudskim otpacima. U početku je to malo utjecalo na zagađivanje voda, jer se organski otpad razgrađivao pomoću zraka uglavnom na korisne materije. Dakle, priroda je tada bila sposobna sama pročistiti te količine vode. Međutim, razvojem ljudske zajednice, porastom broja stanovnika i njihovom koncentracijom u velikim gradovima, količina organskih otpadnih voda se znatno povećala.

Rijeka Rama izvire između Raduše i Proslapske planine u naselju Varvara (općina Prozor-Rama), u sjevernoj Hercegovini. U slivu rijeke Rame formirali su se specifični klimatski utjecaji koji su odraz njegovog složenog morfološkog sklopa i koji postepeno raste od sjevera prema jugu. Različitost klime uglavnom zavisi od nadmorske visine i udaljenosti od mora, a najviše se ispoljava kroz temperature, te količine i raspored padavina.

Najveći dio ispitivanog područja pripada brdovitim i planinskim terenima sa odgovarajuće oštrijim klimatima, ali značajan prostor na položajima do 500 mnv, pa negdje i 750 mnv izdvajaju se kao posebne

mikroklimatske enklave, čineći prelaz iz brdskoplaninskih u izmijenjene mediteranske klimatske ugođaje. Svakako da se najveći dio ovog prostora ipak očituje kroz njegova nepregledna brdska i planinska prostranstva i to sa svim karakteristikama visinskog i kontinentalnog klimata, te orografijom, hidrologijom i biocenozom koja mu pripada. Ovisno o nadmorskim visinama i lokalitetima, godišnji prinosi padavina su snažni i kreću se između 1.000 i 1.200 l/m<sup>2</sup>, ali su one neravnomjerno raspoređene tokom godine. Velike razlike u nadmorskim visinama djeluju ne samo na prosječnu visinu temperature, nego i na količine i raspored padavina, što donosi periodične smjene kišnih i sušnih godina, te tako poljoprivredu čini rizičnom na više načina.

Sirova voda, tj. voda koja se koristi u vodosnabdijevanju i u različitim industrijskim pogonima nikad nije apsolutno čista. Ona uvijek sadrži, manje ili više, različite materije u rastvorenom i suspendovanom stanju, a koje su unesene iz okoline kroz koju prolazi (sa površine litosfere, kroz hidrogeološki medij, kroz atmosferu). U vodi također mogu da se nađu, unesene razne vrste zagađenja. Da bismo utvrdili prisustvo pojedinih supstanci u sirovoj vodi, moramo na bazi propisano uzetih uzoraka izvršiti odgovarajuće analize čije rezultate upoređujemo sa važećim standardima vode ovisno o njenoj namjeni.

*pH vrijednost* je mjera relativnog alkaliteta ili aciditeta vode i definiše se kao negativan logaritam koncentracije vodonik-jona,

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Čista, obična kišnica ima pH vrijednost između 5,0 i 5,5, što se smatra blago kiselim rastvorom. Svako povećanje pH jedinice za 1 uslovljava deset puta veću koncentraciju vodonik-jona i obratno.

*Elektroprovodljivost* predstavlja koristan fizički parametar. To je parametar provođenja električne struje u tečnosti. Vrijednost zavisi od koncentracije jona u vodi, pa se ovaj parametar može primijeniti i za utvrđivanje ukupnog sadržaja rastvorenih soli u vodi. Međutim, sadržaj rastvorenih organskih nejoniziranih molekula ili spojeva ne može se utvrditi tim putem.

*Suspendovane materije* u vodi su organskog ili anorganskog porijekla. Zagađuju vodu estetski, ekološki i zdravstveno. Talože se u mirnim vodama i ugrožavaju živi svijet na dnu voda. Suspendovane materije smanjuju prozirnost vode. Na njih se adsorbuju joni i molekuli drugih materija. Određuju se laboratorijski i izražavaju u mg/l, g/m<sup>3</sup>.

*Kisik* se redovno nalazi otopljen u vodi. Kako je voda uglavnom u dodiru sa atmosferom, kisik se otapa, a

kako atmosfera prodire u tlo, to ga ima i u podzemnoj vodi. Što je bolji dodir vode sa atmosferom, npr. sa velikom vodenom površinom ili u vodopadima, ili bukovima, to će se više otapati kisika, ali samo do granice zasićenja. Granica zasićenja zavisi od temperature i raste s njenim padom. Hladna voda više otapa kisik od tople. U kiši, zbog intenzivnog dodira sa zrakom, voda ima mnogo otopljenog kisika, a isto tako i u planinskim potocima i brzicama. Voda koja ima više kisika je bolja, čišća i svježija. Kisik u površinske vode može dospjeti adsorpcijom iz atmosfere, ali se može stvoriti i u samoj vodi kao proizvod fotosinteze pri razmnožavanju vodenih algi.

## MATERIJAL I METODE

Uzorkovanje vode izvršeno je na šest lokaliteta rijeke Rame u periodu niskog i visokog vodostaja rijeke. Lokaliteti istraživanja su sljedeći:

- Lokalitet 1, 800 m ispod brane Rama
- Lokalitet 2, Lug; lijevo od Osnovne škole na udaljenosti 100 m, nizvodno
- Lokalitet 3, Lug; Crni most
- Lokalitet 4, Ulaz u Gračanicu, udaljenost 50 m od Osnovne škole, uzvodno
- Lokalitet 5, 600 m ispod Motela u Gračanici, nizvodno
- Lokalitet 6, Marina pećina, ušće rijeke Rame u Jablaničko jezero.

Uzorki su uzeti 30 cm ispod površine vode sterilnom prozirnom bocom volumena najmanje 250 ml. Boca s uzorkom je jasno označena, zatim od mjesta uzorkovanja do obrade u laboratoriju zaštićena od djelovanja svjetla, posebno direktnog sunčevog zračenja te čuvana u hladnjaku pri temperaturi od približno 4 °C ± 3 °C. Analize uzetih uzoraka vršene su u J.P. „Vodovod“ d.o.o. Mostar.

Metode korištene u okviru ovog istraživanja su: konduktometrijska (određivanje električne provodljivosti), elektrohemijska (mjerenje pH vrijednosti i rastvorenog kisika), gravimetrijska (određivanje suspendovanih materija).

## REZULTATI I DISKUSIJA

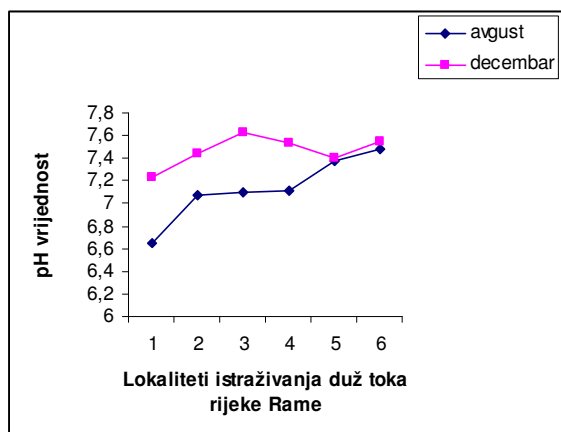
Rezultati ispitivanja fizikalno-hemijskih pokazatelja kvaliteta vode u vodotoku rijeke Rame za vrijeme niskog i visokog vodostaja rijeke prikazani su tabelama (1 i 2) i grafikonima (1,2,3 i 4).

Tabela 1. Pokazatelji kvaliteta vode u periodu niskog vodostaja rijeke Rame

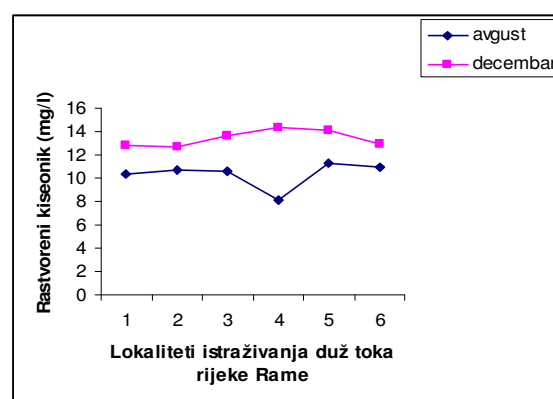
Lokaliteti istraživanja	Parametri			
	pH	Električna provodljivost (μScm <sup>-1</sup> )	Suspendovane materije (mg/l)	Rastvoreni kisik (mg/l)
Lokalitet 1	6,65	405	4	10,40
Lokalitet 2	7,07	410	7	10,74
Lokalitet 3	7,10	424	7	10,60
Lokalitet 4	7,11	664	8	8,09
Lokalitet 5	7,38	662	10	11,25
Lokalitet 6	7,48	502	8	10,89

Tabela 2. Pokazatelji kvaliteta vode u periodu visokog vodostaja rijeke Rame

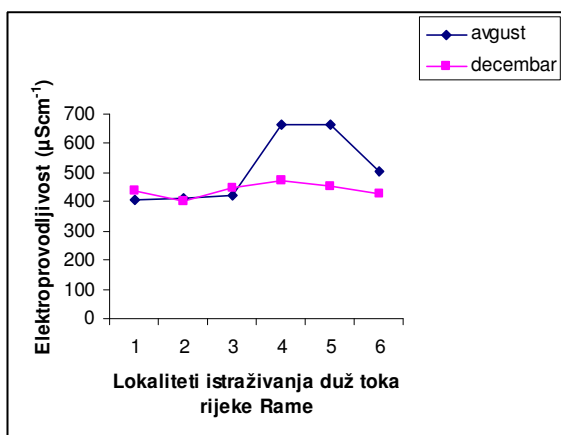
Lokaliteti istraživanja	Parametri			
	pH	Električna provodljivost ( $\mu\text{Scm}^{-1}$ )	Suspendovane materije (mg/l)	Rastvoreni kisik (mg/l)
Lokalitet 1	7,23	440	9	12,8
Lokalitet 2	7,44	403	9	12,7
Lokalitet 3	7,63	450	10	13,6
Lokalitet 4	7,54	476	11	14,4
Lokalitet 5	7,40	453	11	14,1
Lokalitet 6	7,55	427	10	13,0



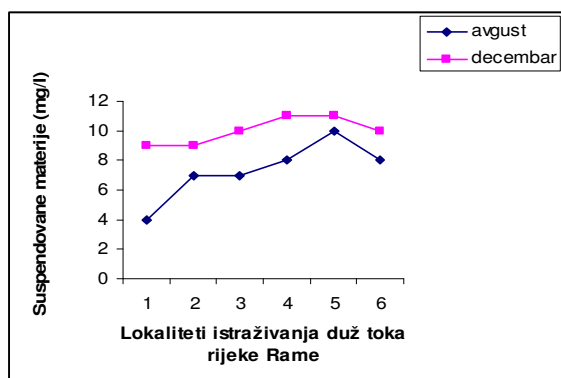
Grafikon 1. pH vrijednost



Grafikon 4. Rastvoreni kisik



Grafikon 2. Električna provodljivost



Grafikon 3. Suspendovane materije

Dobiveni rezultati pokazuju da se koncentracija vodikovih jona, odnosno pH vrijednost ispitivanih uzoraka kreće u granicama od 6,65 do 7,63, što odgovara pH vrijednosti većine prirodnih voda, koje se nalaze u granicama slabo kiselih, neutralnih i slabo baznih.

Električna provodljivost značajan je pokazatelj kvaliteta voda. Povećanje električne provodljivosti ukazuje na povećanje otopljenih minerala i često govori o zagađenju voda. U vodama rijeke Rame u periodu niskog vodostaja specifična električna provodljivost se bitno mijenjala, u intervalu od 405  $\mu\text{Scm}^{-1}$  do 664  $\mu\text{Scm}^{-1}$ . Nagli porast je primijećen od lokaliteta 3 prema dalje istraživanim lokalitetima. U periodu visokog vodostaja najmanja elektroprovodljivost je zabilježena na lokalitetu 2 i iznosila je 403  $\mu\text{Scm}^{-1}$ , a najveća na lokalitetu 4, 476  $\mu\text{Scm}^{-1}$ . Na osnovu dobivenih vrijednosti ispitivane vode svrstavamo u prirodne vode I klase.

Suspendovane materije su najčešće mineralnog porijekla i mogu biti pokrivene organskim materijalom. Mineralni dio potiče od riječnog korita, jer se stalno vrši erozija dna i bočnih kosina pri tečenju, uz oslobađanje čestica koje obrazuju suspenziju. Pri povećanim protocima staloženi materijal se ponovo vraća u suspenziju. U ovom istraživanju izmjerene koncentracije suspendovanih materija u periodu niskog vodostaja rijeke Rame kretale su se od 4 do 10 mg/l, a u periodu viskog vodostaja od 9 do 11 mg/l. Povećanje protoka i porast vodostaja najviše su djelovali na povećanje koncentracija suspendovanih materija.

Koncentracija rastvorenog kisika u vodi zavisi od temperature vode, njenog sastava i od toga da li dolazi do nekog hemijskog ili biološkog procesa u vodi.

Povećanjem temperature vode, smanjuje se količina rastvorenog kisika u vodi. U sušnom periodu sadržaj rastvorenog kisika se kreće u intervalu od 10,6 do 10,89, dok se u periodu nakon padavina sadržaj rastvorenog kisika povećao i kretao od 12,7 do 14,4. Količina kisika duž vodotoka u vodotocima podvrgnuta je kolebanjima jer je različit raspored metaboličkih plinova u vodotocima raznih dužina i na mjestima različitih ekoloških prilika. U izvorištu količina kisika je manja, a povećava se nizvodno, zbog asimilacijskih procesa, brzine rasprskavanja vode i suprotnog djelovanja disimilacijskih procesa. Koncentracija rastvorenog kisika u vodi zavisi od temperature vode, njenog sastava i od toga da li dolazi do nekog hemijskog ili biološkog procesa u vodi. Povećanjem temperature vode, smanjuje se količina rastvorenog kisika u vodi.

U izvorištu količina kisika je manja, a povećava se nizvodno, zbog asimilacijskih procesa, brzine rasprskavanja vode i suprotnog djelovanja disimilacijskih procesa.

### ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenih laboratorijskih ispitivanja došlo se do sljedećih rezultata:

- Kvalitet vode ne odstupa od intervala koji osigurava funkcioniranje ekosistema i postizanje vrijednosti određenih za fizičko-hemijski kvalitet vode.
- Rijeka Rama je bogata sadržajem rastvorenog kisika što joj omogućava da razgradi organske tvari i da održi ravnotežne odnose u svom sistemu.

- Na osnovu dobivenih rezultata pH vrijednosti može se reći da su ispitivane vode, ovisno o periodu ispitivanja slabo kisele, neutralne i slabo lužnate.
- U posmatranom periodu, sve izmjerene vrijednosti za provodljivost su u skladu sa referentnim vrijednostima, propisanim za vode I klase.
- Dobiveni rezultati u periodu niskog i visokog vodostaja rijeke Rame za suspendovane materije pokazuju da su vode u rijeci u dobrom stanju i da zadovoljavaju zahtjeve propisane po važećem Pravilniku.

### LITERATURA

- Bobar, S., Bajramović, Đ. (2011). *Hemija voda*, Off-set, Tuzla.
- Đuković, J., Đukić, B., Lazić, D., Marsenić, M. (2000). *Tehnologija vode*, Tehnološki fakultet Zvornik, Beograd.
- Vidić, R. (2005). *Hemija vode*, Građevinski fakultet u Beogradu, Beograd.
- Milojević, M., i dr. (2000). *Kvalitet vode za piće, Voda i sanitarna tehnika*, Aquafest, Beograd, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo.
- Vatrenjak-Velagić, V. (1997). *Analitička kontrola kvaliteta*, Univerzitetska knjiga, Sarajevo.
- Bogner, M., Stanojević, M. (2006). *O vodama*, ETA, Beograd.
- Barudanovic, S., Redžić, S., Đug, S., Velić, S. (1999). *Zaštita voda i održivi razvoj*, Neum.
- Službeni glasnik BiH (40/10) (2010). *Pravilnik o ispravnosti vode za piće*.

### INFORMACIJE O AUTORU

#### Sanela Nazdrajić

Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru

Nastavnički fakultet

e-mail:sanela.konjaric@unmo.ba