

---

Milan Radovanović, Ivana Vlatković,  
Daša Spasojević

## Uticaj padavina na hidrohemijske karakteristike vode reke Suvaje

---

*Ispitivan je hemijski sastav vode reke Suvaje u cilju određivanja njenih hidrohemijskih karakteristika posle obilnih padavina. Istraživanje je izvedeno osnovnim metodama hidrološkog i hidrohemijskog istraživanja. Uzorkovanje je izvršeno u toku jednog dana (3. jula 2005) na šesnaest lokacija. Dobijeno je da voda pripada IV klasi zbog povišenih koncentracija nitrata. U blizini vrela Gradca zabeležene su povišene koncentracije pojedinih jona u odnosu na uobičajene vremenske prilike, što je verovatno posledica intenzivnijeg rastvaranja stena i spiranja zemljišta.*

---

### Uvod

Suvaja predstavlja povremeni tok reke Gradac. Nalazi se 100 km jugozapadno od Beograda i 10 km južno od Valjeva. Nastaje od Bukovske reke i Zabave, na nadmorskoj visini od 364 m, nakon čega ubrzo ponire. Kao ponornica teče pravcem jug-sever, dužinom 14 km (Gavrilović, Dukić 2002).

U reljefu istražnog područja dominiraju kraški oblici reljefa, kako površinski (vrtače, uvale, suve i slepe doline), tako i podzemni (jame, pećine i ponori). Suva rečna korita su takođe karakteristika ovog područja: poroznost stena omogućava poniranje vode u dublje slojeve i formiranje izdani, tako da se velike količine vode kratko zadržavaju na površini – to su povremeni, mahom bujični tokovi. Inače ovo područje izgrađeno je uglavnom od stena trijaskе i jurske starosti i miocenskih sedimenata. Zastupljeni su karstni, pukotinski i zbijeni tip izdani (Milojević 1956).

Klima istražnog područja je umereno kontinentalna (Đukanović 2000).

Koncentracije nitratnih, nitritnih, sulfatnih, fosfatnih i amonijum jona određene su kolorimetrijski. Volumetrijski su određene koncentracije bikarbonatnih i karbonatnih jona, kao i jona kalcijuma i magnezijuma. Koncentracije jona natrijuma i kalijuma određene su računski na osnovu razlike ukupne koncentracije svih anjona i preostalih katjona –  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Mg}^{2+}$ . Koncentracija kiseonika i utrošak kalijum permanganata takođe su određeni volumetrijski.

Koritom reke Suvaje, koje se može svrstati u suva korita, voda teče samo u vreme obilnih padavina, kao i nakon topljenja snega. Ranija istraživanja bazirana su na ispitivanju podzemnih veza između ponora Suvaje i Gradačkih vrela (Lazarević 1996). Podaci o hidrohemijskim karakteristikama površinske vode reke Suvaje iz prethodnog perioda ne postoje.

Ovo istraživanje je izvedeno u cilju određivanja hidrohemijskih karakteristika vode Suvaje kao bujičnog toka nakon obilnih padavina.

### Metode

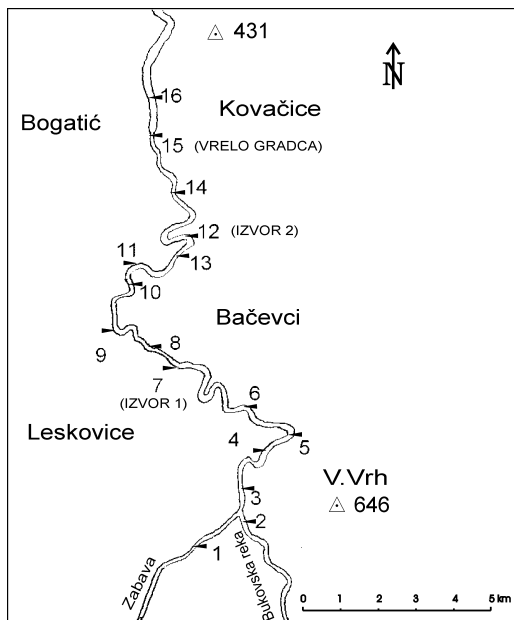
Istraživanje je izvedeno osnovnim hidrološkim i hidrohemijskim metodama (Dimitrijević, Papić 1989). Uzorkovanje je izvršeno na 16 lokacija (slika 1): po jedan uzorak je uzet sa sastavnica – Bukovske reke i Zabave i 14 uzoraka duž toka Suvaje (od čega dva sa izvora duž toka, a dva u blizini vrela Gradca). Uzorci su uzeti u toku jednog dana (3. jula 2005). Prilikom uzorkovanja određene su fizičke osobine vode: temperatura, boja, miris, mutnoća, pH, specifična provodljivost i proticaj. Uzorci za analizu vode reke Gradac uzeti su 28. juna 2006. godine, čime su dobijeni potrebni podaci za poređenje.

---

*Milan Radovanović (1986), Kraljevo, Vojvode Putnika 15/15, učenik 4. razredа Gimnazije u Kraljevu*

*Ivana Vlatković (1986), Kraljevo, Čibukovačka 4, učenica 4. razredа Medicinske škole u Kraljevu*

*Daša Spasojević (1988), Beograd, Petefijeva 39, učenica 2. razredа XIII beogradske gimnazije*



Slika 1. Skica toka Suvaje sa ucrtanim stajnim tačkama

Figure 1. Sketch of the river Suvaja course with marked localities.

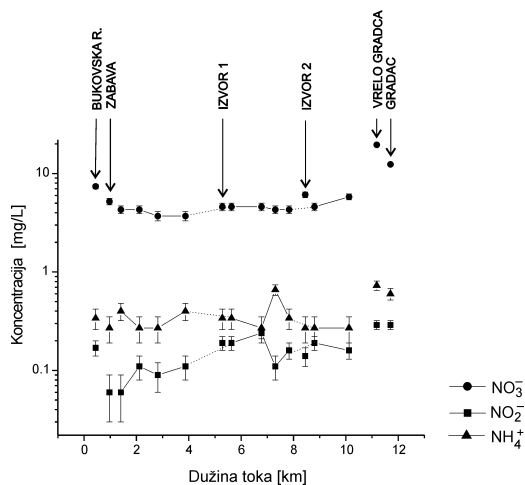
## Rezultati

Voda je na svim mestima uzorkovanja bila bezbojna do slabo žuta sa jako izraženim zemljanim mirisom. Na svim tačkama bila je slabo mutna, osim na prvoj (Bukovska reka) gde je bila mutna i na devetoj (tok Suvaje), gde je bila prozirna. Temperatura vode kretala se u intervalu od 13 do 16°C. Srednja vrednost proticaja bila je 25 m<sup>3</sup>/s.

Vrednost pH na Suvaji kretala se od 7.5 (stajna tačka 12) do 8.1 (tačke 6, 7, 9–11). Elektroprovodljivost je varirala duž toka od 125 μS (stajna tačka 2 – Zabava) do 245 μS (stajna tačka 12). U blizini vrela Gradca izmerena je elektroprovodljivost od 370 μS, i pH 7.2.

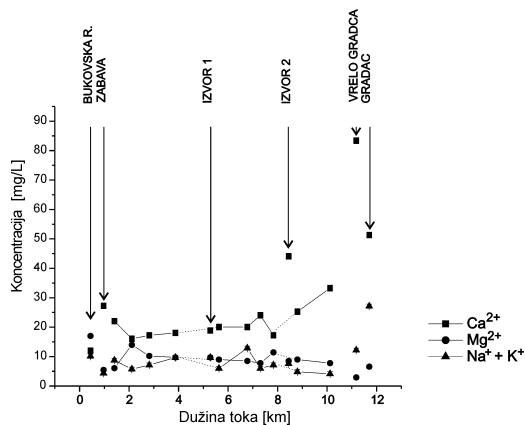
Koncentracije amonijum jona kretale su se od 0.3 mg/dm<sup>3</sup> (stajne tačke 2 – Zabava, 4, 5, 9, 12–14) do 0.5 mg/dm<sup>3</sup> (stajna tačka 10). Najviša koncentracija bila je u blizini vrela 0.7 mg/dm<sup>3</sup> (slika 2).

Koncentracija nitrata u vodi kretala se od 3.7 mg/dm<sup>3</sup> (stajne tačke 5 i 6) do 4.6 mg/dm<sup>3</sup> (stajna tačka 13), (slika 2). Najviša koncentracija nitrata bila je u blizini vrela Gradca (20 mg/dm<sup>3</sup>).



Slika 2. Koncentracije nitrata, nitrita i amonijumovih jona duž toka

Figure 2. Concentration of nitrates, nitrites and ammonium ions along the course.



Slika 3. Koncentracije kalcijuma, magnezijuma i natrijuma i kalijuma duž toka

Figure 3. Concentration of calcium, magnesium, sodium and potassium along the course.

Nitriti su zastupljeni u koncentracijama od 0.06 mg/dm<sup>3</sup> (tačke 2 i 3 – Zabava i tok Suvaje) do 0.24 mg/dm<sup>3</sup> (tačka 9), a u blizini vrela koncentracija nitrita bila je 0.29 mg/dm<sup>3</sup> (slika 2).

Utrošak kalijum-permanganata kretao se u intervalu od  $60 \text{ mgO/dm}^3$  (stajna tačka 12) do  $130 \text{ mgO/dm}^3$  (stajna tačka 1 – Bukovska reka). U blizini vrela Gradca utrošak kalijum-permanganata bio je  $60 \text{ mgO/dm}^3$ .

Koncentracije kalcijuma kretale su se od  $12 \text{ mg/dm}^3$  (stajna tačka 1 – Bukovska reka) do  $44 \text{ mg/dm}^3$  (tačka 12), (slika 3). Na vrelu je koncentracija kalcijuma bila  $84 \text{ mg/dm}^3$ . Koncentracija magnezijuma na Suvaji bile su intervalu od  $6 \text{ mg/dm}^3$  (tačka 3) do  $14 \text{ mg/dm}^3$  (tačka 4), a na vrelu Gradca  $2.9 \text{ mg/dm}^3$ .

Natrijum i kalijum su se u vodi javljali u koncentracijama od  $4.1 \text{ mg/dm}^3$  (stajna tačka 14) do  $13 \text{ mg/dm}^3$  (tačka 9), (slika 3). Najviša koncentracija izmerena je u blizini Gradačkih vrela,  $27 \text{ mg/dm}^3$ .

Koncentracije sulfata kretale se od  $11 \text{ mg/dm}^3$  (stajne tačke 1, 12 i 13) do  $16 \text{ mg/dm}^3$  (tačke 9 – tok Suvaje i 15 – vrela Gradca). Fosfati su se javljali u koncentracijama od  $0.02 \text{ mg/dm}^3$  (stajna tačka 5) do  $0.18 \text{ mg/dm}^3$  (stajne tačke 10 i 13). Koncentracije bikarbonata varirale su od  $100 \text{ mg/dm}^3$  (stajne tačke 2, 3, 5, 8, 10 – tok Suvaje) do  $170 \text{ mg/dm}^3$ . Najviša koncentracija bikarbonata bila je  $250 \text{ mg/dm}^3$  (vrela Gradca).

## Diskusija

Uočene visoke koncentracije  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  i  $\text{NH}_4^+$  na svim mestima uzorkovanja verovatno su posledica spiranja okolnog zemljišta koje se obogaćuje đubrivima na bazi azota. Takođe se primećuje da su na lokalitetima sa povišenim koncentracijama  $\text{NO}_3^-$ , koncentracije  $\text{NO}_2^-$  snižene usled oksidovanja  $\text{NO}_2^-$  u  $\text{NO}_3^-$  jone. Koncentracije  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  i  $\text{NH}_4^+$  na vrelu Gradca su više u odnosu na izmerene koncentracije u vreme normalnog vodostaja, pa čak i u odnosu na Suvaju, što je verovatno usled spiranja humusnog zemljišta od strane vrtložnih struja u neposrednoj blizini vrela gde se sastaju voda iz vrela i voda Suvaje.

Inače, koncentracije hidrokarbonata, i hlorida, kao i kalcijumovih i magnezijumovih jona u Suvaji znatno su niže od uobičajenih vrednosti ovih jona za tok Gradca. Koncentracije fosfata i sulfata su neznatno više na Suvaji u odnosu na vrednosti na tok Gradca.

Ekstremna vrednost hloridnih, nitratnih, bikarbonatnih, fosfatnih jona i jona kalcijuma konstatovana je na vrelu Gradca (stajna tačka 15), na šta ukazuje i viša vrednost elektroprovodljivosti u odnosu na sta-

jne tačke duž toka Suvaje. Koncentracije svih jona su više u odnosu na koncentracije izmerene u vreme normalnog vodostaja, što ukazuje na prirodu ovog vrela, koje se prihranjuje padavinama – tu se prazne sve vode ovog područja. One se infiltracijom kroz zemljište obogaćuju hloridnim, nitratnim i fosfatnim jonima prisutnim u đubrivima, dok su povećane koncentracije kalcijumovih i bikarbonatnih jona posledica rastvaranje krečnjaka.

## Zaključak

Na osnovu rezultata ove analize voda Suvaje pripada IV klasi zbog povišenih koncentracija nitrita. Jasno je da površinske vode određuju hemijski sastav vode Suvaje: utrošak kalijum-permanganata, koji je viši od vrednosti uobičajenih za površinske tokove ovog područja, ukazuje na povećanu koncentraciju organskih materija koje verovatno potiču iz đubriva sa obradivih površina koje se nalaze na ovom području. Koncentracije hidrokarbonata, i hlorida, kao i kalcijumovih i magnezijumovih jona u Suvaji znatno su niže od uobičajenih vrednosti ovih jona za tok Gradca, dok su koncentracije fosfata i sulfata su neznatno više. Bilo bi zanimljivo pratiti hemizam vode od pojave bujičnih voda pa do presušivanja korita, kako bi se dobila slika promene tog hemizma u funkciji vremena.

U blizini vrela Gradca koncentracije svih jona bile su povišene, kako u odnosu na stajne tačke duž Suvaje, tako i u odnosu na uslove uobičajenog vodostaja. Voda ovog vrela se u uobičajenim uslovima sredine klasifikuje kao veoma čista i pogodna za piće, pa se povećane koncentracije jona magnezijuma i kalcijuma mogu objasniti kao posledica povećanog rastvaranja stena usled intenzivne infiltracije. Visoke koncentracije  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  i  $\text{NH}_4^+$  jona verovatno potiču od spiranja obala u blizini vrela koje je takođe bilo intenzivirano povećanom izdašnošću vrela.

## Literatura

Dimitrijević N. i Papić P. 1989. *Hidrohemija, metode hemijskih analiza prirodnih voda hidrohemijskih istraživanja*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, OOUR-grupa za hidrogeologiju

Đukanović D. 2000. *Klima valjevskog kraja*. Valjevo: Valjevo print

Gavrilović Lj. i Dukić D. 2002. *Reke Srbije*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva

Golubović R., Janev S., Pavlović M. 1988. Izveštaj – katastar vodnih objekata – Valjevo, I deo, opšta geološka i hidrogeološka svojstva terena šire okoline grada Valjeva. Istraživačka stanica Petnica, Valjevo

Lazarević R. 1996. *Valjevski kras*. Beograd: Srpsko geografsko društvo

Milojević M. 1956. *Geologija i hidrogeologija terena južno od Valjeva*. Beograd: Zavod za geofizička istraživanja

---

*Milan Radovanović, Ivana Vlatković,  
Daša Spasojević*

## Hydrochemical Characteristics of the Suvaja River Water

The goal of this research is determining the hydrochemical characteristics of the Suvaja river water in the high precipitation period. The basic hydrologic and hydrochemical methods were applied in this research. Samples were taken on only one occasion on fourteen spots along the Suvaja river and two spots on its tributary streams Bukovska river and Zabava.

Based on the obtained results, it can be claimed that the torrential downpours strongly affect the quality of Suvaja river water. During the high precipitation period, the river water belongs to the fourth class because of the exceeded nitrate concentrations.

This is only a base ground for further research concerning the influence of the precipitation on the Suvaja river water quality.

