

# Uticaj industrijskih otpadnih voda na kvalitet vode gornjeg toka reke Kolubare

---

Zbog velikog broja zagadivača duž gornjeg toka reke Kolubare (industrija kože, mlin, pivara, pijaca, ribarnica, laboratorija, drvna industrija, gradska kanalizaciona mreža), u periodu od 28. 06. do 11. 07. 2004. godine izvedeno je istraživanje sa ciljem utvrđivanja uticaja otpadnih industrijskih voda na kvalitet vode gornjeg toka reke Kolubare. Korišćene su osnovne metode hidroloških i hidrohemijskih istraživanja, a malom hemijskom analizom određene su vrednosti kalcijuma, magnezijuma, hlorida, karbonata i bikarbonata, zatim indikatora zagađenosti: sulfata, fosfata, amonijuma, nitrata i nitrita, a obuhvaćeni su i pokazatelji organskog sadržaja: rastvoreni kiseonik, hemijska potrošnja kiseonika (iz  $\text{KMnO}_4$ ) i biološka potrošnja kiseonika ( $\text{BPK}_3$ ). Na osnovu dobijenih rezultata može se reći da voda reke Kolubare i njenih pritoka pripada IV klasi odnosno da je njen kvalitet znatno opao jer je voda, na osnovu prošlogodišnjih istraživanja Hidrometeorološkog zavoda RS, do sada bila II/III i III klase. Na pad kvaliteta vode uticali su izlivi koji nemaju adekvatne sisteme za prečišćavanje otpadne vode pre njenog puštanja u reku Kolubaru, kao i veliki broj deponija koje prate tok reke. Naime, oni povećavaju koncentracije  $\text{NH}_4^+$  jona u vodi koji se, zbog prisustva velikog broja organskih materija, oksiduju do  $\text{NO}_3^-$  jona. Iako je razblaženje vode veliko zbog velikog proticaja reke, povišene koncentracije  $\text{NO}_3^-$  jona se ne mogu zanemariti jer se konstantno obnavljaju. Da bi se definisala već postojeća, kao i potencijalna zagađenja, potreban je dalji monitoring kvaliteta vode reke Kolubare. Ukoliko bi se sagledali celokupni hidroekološki problemi, mogle bi se preduzeti adekvatne mere zaštite kako bi se voda isplativije eksploatimala.

---

## 1. Uvod

U ovom radu istraživano je područje koje se nalazi u zapadnoj Srbiji, u Mioničko-kolubarskom basenu.

Klima ovog područja je umereno kontinentalna sa uticajem subplaninskog podneblja na jugu (Lazarević 1996). Prema podacima hidrometeorološke stanice Valjevo za period od 1921. do 1998. godine (Đukanović 2000), ovo područje godišnje primi 792 mm padavina sa maksimumom u

---

Nada Santač (1986),  
Beograd, Neznanog  
junaka 38, učenica 3.  
razreda IV  
beogradske gimnazije

Ivan Daskijević  
(1986), Apatin,  
Veljka Vlahovića 6,  
učenik 3. razreda  
Gimnazije "Nikola  
Tesla" u Apatinu

junu (91.7 mm) i minimumom u januaru (37.8 mm). Srednja godišnja temperatura vazduha iznosi oko 11.0°C, tako što se maksimalne temperature javljaju u junu (21.7°C), a minimalne u januaru (-0.8°C).

Reljef zapadne Srbije je planinski. Ovde se prostiru završeci Dinar-skih venačnih planina. Reka Kolubara predstavlja granicu između rudnih i flišnih planina (Povlen, Maljen, Suvobor, Cer, Vlašić, Jagodnja) na zapadu i šumadijskih planina (Kosmaj, Bukulja, Rudnik) na istoku.

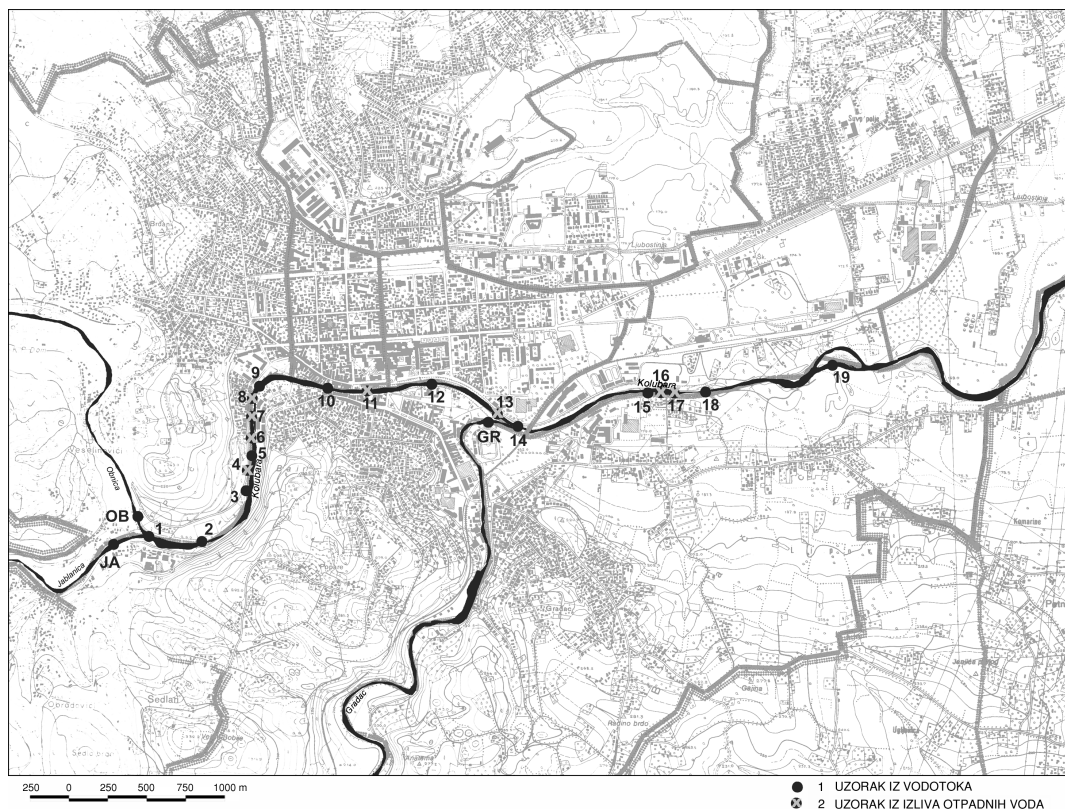
Istraživano područje pripada Leličkom merokarstu. Teren najvećim delom izgrađuju krečnjaci i dolomiti trijasse starosti, a od mlađih sedime-nata zastupljeni su laporci i gline miocenske starosti. Duž tokova Kolubare i Gradca prostiru se aluvijalne naslage predstavljene heterogenim šljunk-ovima prekrivenim glinama i peskovima (Golubović, lične komunikacije).

Reka Kolubara nastaje od reka Jablanice (21.5 km) i Obnice (40 km) koje se sastaju pre Valjeva na 193 m nadmorske visine. Dalje svojim tokom prolazi kroz Valjevsu kotlinu, gde se na izlazu iz grada Valjeva u nju uliva reka Gradac. Od mesta gde se spajaju Jablanica i Obnica, pa do ušća u Savu kod Obrenovca, reka Kolubara je dugačka 86.5 km. Predmet ovog istraživačkog rada bio je jedan deo gornjeg toka reke Kolubare sa pritokom Gradcem, Jablanicom i Obnicom (na kojima je uzet po jedan uzorak, nedaleko od njihovog ušća u Kolubaru, radi komparacije), kao i izlivi koji upuštaju otpadnu vodu direktno u tok reke Kolubare.

Prema istraživanjima Hidrometeorološkog zavoda Republike Srbije koja su vršena proteklih godina, kvalitet vode reke Kolubare se nije bitno menjao. Odgovarao je II/III i III klasi, ali su se menjali uzročnici njenog zagađenja. Prošlogodišnja istraživanja polaznika Istraživačke stanice Pet-nice, seminaru Hemije voda (Santrač i Daskijević 2004), potvrdila su ove rezultate. To znači da se ova voda u prirodnom stanju može upotrebiti za kupanje i rekreaciju građana, sportove na vodi, kao i za gajenje riba porodice Cipranida (šaran, deverika). Ukoliko se prethodno tehnološki obradi, može naći primenu i u industriji (izuzetak je prehrambena indus-trija koja zahteva vodu boljeg kvaliteta).

Duž istraživanog dela gornjeg toka reke Kolubare postoji veliki broj objekata (pivara, mlin, izlivi iz domaćinstava, hemijska laboratorija, pijaca, zubarska ordinacija, ribarnica, industrija kože, gradska kanalizaciona mreža, drvena industrija, stočna pijaca) koji ispuštanjem otpadnih voda u reku Kolubaru utiču na njen kvalitet. Osim toga, i promenljiva količina padavina utiče na hemijski sastav reke, tako da kvalitet njene vode neprekidno varira.

Cilj ovog rada je bio da se hemijskim analizama utvrdi kvalitet vode reke Kolubare, kao i uticaj otpadnih voda na njega. Stoga je u periodu od 28. 06. do 11. 07. 2004. godine izvedeno istraživanje u okviru seminaru Hemija voda u IS Petnica. Korišćene su osnovne metode hidroloških i hidrohemij-skih istraživanja. Da bi se definisala već postojeća, kao i potencijalna zagađenja, potreban je dalji monitoring kako bi se sagledali celokupni hidroekološki problemi i mogle preduzeti adekvatne mere zaštite.



## Materijal i metode

Istraživanje je izvedeno osnovnim metodama hidroloških i hidrohe-  
 mijskih istraživanja i obuhvatilo je kabinetski, terenski i laboratorijski rad.

Kroz kabinetski rad proučene su osnovne klimatske, geološke i hidro-  
 geološke karakteristike istraživanog područja, obrađeni su podaci prikupljeni  
 u toku terenskog i laboratorijskog rada, urađen je izveštaj o izvedenom  
 istraživanju, kao i konačna verzija rada.

Terenski rad je obuhvatio uzimanje uzoraka na ukupno 22 stajne tač-  
 ke (slika 1) u tri navrata (30. juna, 05. jula i 07. jula 2004) i određivanje  
 fizičkih (temperatura, mutnoća, prava boja, miris, proticaj, izdašnost izliva)  
 i fizičko-hemijskih (pH vrednost i specifična provodljivost) parametara  
 vode. Po jedan uzorak uzet je iz toka Jablanice, Obnice i Gradca (nedaleko  
 od njihovog ušća u Kolubaru), a jedanaest na oko 6 km toka reke Kolu-  
 bare, i to: na mestima sa velikim količinama vidljivih otpadnih materija;  
 na lokalitetima: kod Lovačkog doma, pre i posle izliva, kod pijace, ribar-  
 nice; ispod mostova (jer se sa njih baca velika količina otpada u reku); u  
 naseljenom području (izlivi iz domaćinstava utiču na kvalitet vode u tim

Slika 1.  
 Plan Valjeva sa  
 ucrtanim lokalitetima  
 na reci Kolubari

Figure 1.  
 Map of Valjevo with  
 localities on the river  
 Kolubara  
 1 – flow samples  
 2 – wastewater  
 samples

delovima); u blizini otpada iz drvne industrije, kao i u blizini samih deponija duž obala reke. Osam uzoraka je uzeto iz samih izliva otpadne vode, koji se ispuštaju direktno u reku Kolubaru bez prethodnog adekvatnog prečišćavanja. To su sledeći izlivi:

- stajna tačka 4 – izliv iz mlina,
- stajna tačka 6 – izliv iz domaćinstva,
- stajna tačka 7 – izliv iz domaćinstva,
- stajna tačka 8 – izliv iz hemijske laboratorije,
- stajna tačka 11 – izliv iz zubarske ordinacije,
- stajna tačka 13 – izliv iz gradske kanalizacije,
- stajna tačka 16 – izliv iz kožare i
- stajna tačka 17 – izliv iz gradske kanalizacije.

U okviru laboratorijskog rada, urađena je mala hemijska analiza vode da bi se utvrdio njen hemijski sastav i kvalitet. Analiza je obuhvatila volumetrijsko i kolorimetrijsko određivanje sadržaja jona koji potiču najčešće iz okolnog zemljišta, na kom su prisutne mnogobrojne deponije, ili iz izlivnih voda koje zagađuju reku Kolubaru. Obuhvaćeni su i pokazatelji organskog sadržaja, odnosno hemijska potrošnja kiseonika (iz  $\text{KMnO}_4$ ), rastvoreni kiseonik i biološka potrošnja kiseonika ( $\text{BPK}_3$ ). Računskim putem određeni su  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ .

Prema propisima JUS-a (Dalmacija 1998) utvrđeno je kojoj klasi voda pripada reka Kolubara, a za upoređivanje dobijenih vrednosti parametara zagađenosti vode sa maksimalnim dozvoljenim koncentracijama štetnih materija u otpadnim vodama koje se smeju ispuštati u površinske i podzemne vode korišćen je Službeni list CG 10–14. 06. 1997 (tabela 1).

Tabela 1. Propisi Službenog lista Crne Gore (10–14. 06. 1997) o kvalitetu otpadnih voda koje se smeju ispuštati u površinske i podzemne vode

Parametar	T	pH	BPK <sub>3</sub>	Amonijak kao $\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{SO}_4^{2-}$
Vrednost	30°C	6.5- 9.0	30.00 [mg/dm <sup>3</sup> ]	0.50 [mg/dm <sup>3</sup> ]	0.50 [mg/dm <sup>3</sup> ]	40.00 [mg/dm <sup>3</sup> ]	1.70 [mg/dm <sup>3</sup> ]	250.00 [mg/dm <sup>3</sup> ]

### 3. Rezultati i diskusija

#### 3.1. Fizičke i fizičko-hemijske osobine vode

Temperatura vazduha je tokom sva tri dana istraživanja bila od 20°C do 29°C, a temperatura vode reke Kolubare i njenih pritoka kretala se od 15°C na Gradcu do 22°C na toku reke Kolubare. Na samim izlivima otpadnih voda temperatura je varirala od 14°C na stajnoj tački 7 (izliv iz domaćinstva) do 27°C na stajnoj tački 4 (izliv iz mlina).

Mutnoća vode kretala se od prozračne na Gradcu, preko slabooopalescirajuće na većem delu toka reke Kolubare, pa do mutne na mestima posle većih izliva (mlin, hemijska laboratorija i gradska kanalizacija), koji su bili velike mutnoće.

Prava boja vode kretala se u intervalu obojenosti od 10° do 150°, odnosno od bezbojne na Gradcu do žute na toku reke Kolubare, dok je boja vode izliva bila uglavnom žuta do smeđa. Sve vode su imale miris na zemlju, izuzev vode Gradca, koja je bila bez mirisa tokom sva tri dana istraživanja, i otpadnih voda iz izliva, koje su bile mirisa na fekalije.

Proticaj se kretao od 403 L/s na Jablanici do 7699 L/s na Kolubari-posle ušća Gradca (stajna tačka 15), a izdašnost izliva iznosila je od 2 L/s na izlivu hemijske laboratorije (stajna tačka 8) do 38 L/s na izlivu gradske kanalizacije (stajna tačka 17).

pH vrednost se kretala u granicama optimalnim za živi svet u vodoniku odnosno od 7.10 do 8.20, a vrednosti specifične provodljivosti su bile u intervalu od 310  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na toku reke Kolubare do 930  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u nekim izlivima.

### 3.2. Kvalitet vode reke i njena klasifikacija

Na osnovu klasifikacije vode po Klutu, sve vode su bile dosta tvrde sa opštom tvrdoćom od 11.48-17.08°dH. Prema klasifikaciji vode po O. A. Alekinu, sve vode su bile hidrokarbonatne klase, kalcijumske grupe i I tipa, što je razumljivo zbog geološke građe terena (krečnjaci). Sve vode su bile srednje mineralizacije, a na osnovu rastvorenog kiseonika može se reći da su pripadale I klasi i da su bile više oksidacije.

Takođe, u vodama je potvrđeno prisustvo velikog broja organskih materija, na šta su ukazivale BPK<sub>3</sub>, prema kojoj je voda bila III klase, i HPK (iz KMnO<sub>4</sub>), na osnovu koje je voda bila IV klase.

### 3.3. Hemijski sastav otpadnih voda

Nakon poređenja dobijenih vrednosti sa dozvoljenim prema Službenom listu CG, može se zaključiti da su sve otpadne vode, osim izliva na stajnim tačkama 6 i 7 (izlivi iz domaćinstava), imale povišene koncentracije NH<sub>4</sub><sup>+</sup> jona.

Za razliku od toga, koncentracije PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> jona su se kretale u dozvoljenim koncentracijama u svim izlivima osim na stajnoj tački 11 (izliv iz zubarske ordinacije), gde je koncentracija bila povišena.

Takođe, koncentracije SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> i NO<sub>3</sub><sup>-</sup> jona održavale su se u dozvoljenim granicama tokom sva tri dana, dok su koncentracije NO<sub>2</sub><sup>-</sup> jona bile povišene u izlivima na stajnim tačkama 8 (izliv iz laboratorije), 11 (izliv iz zubarske ordinacije), 13 (izliv kanalizacije) i 16 (izliv iz kožare).

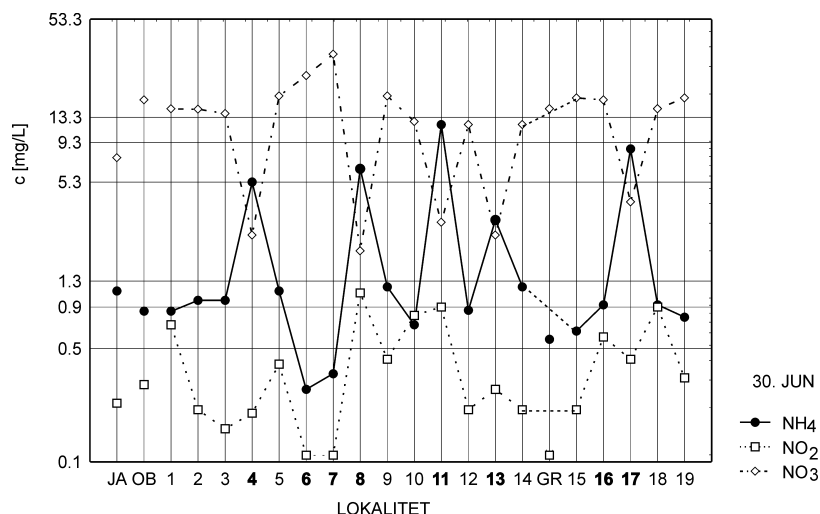
Ovi rezultati potvrdili su činjenicu da su otpadne vode koje se ulivaju u reku Kolubaru zagađene velikim brojem organskih materija koje su uglavnom fekalnog porekla. To znači da objekti koji puštaju ove vode nemaju adekvatne sisteme za prečišćavanje otpadne vode tako da u tok dospevaju koncentracije organskih materija koje su veće od dozvoljenih i u velikoj meri zagađuju reku Kolubaru.

### 3.4. Uporedni prikaz promene koncentracija $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_2^-$ i $\text{NO}_3^-$ jona

Na graficima 1, 2 i 3 uporedo su prikazane koncentracije  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  i  $\text{NO}_3^-$  jona, glavnih indikatora zagađenosti vode organskim (deponije, fekalije) i neorganskim (veštačko đubrivo) zagađivačima, kroz tri dana. Posebno su uzeti ovi joni jer su međusobno povezani u procesu nitrifikacije koji je značajan za promet materije i energije u prirodi i dešava se bez prestanka.

Tokom prvog dana istraživanja (slika 2), koncentracija  $\text{NO}_2^-$  jona je bila slabo promenljiva duž toka, a najveća u izlivima na stajnim tačkama 8 (izliv iz hemijske laboratorije) i 11 (izliv iz zubarske ordinacije). Uza-jamna zavisnost  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NO}_2^-$  jona najuočljivija je na prvih pet stajnih tačaka gde koncentracije  $\text{NO}_2^-$  jona rastu usled oksidovanja  $\text{NH}_4^+$  jona. Dalje niz tok, dolazilo je do razblaženja i smanjenja koncentracije  $\text{NO}_2^-$  jona, dok se koncentracija  $\text{NH}_4^+$  jona povećavala zbog deponija koje prate tok reke. Koncentracije  $\text{NO}_3^-$  jona naročito su rasle nakon izliva iz mlina (stajna tačka 4), izliva iz hemijske laboratorije (stajna tačka 8), izliva iz zubarske ordinacije (stajna tačka 11) i izliva kanalizacije (stajne tačke 13 i 17), koji su sadržali visoke koncentracije  $\text{NH}_4^+$  jona, kao i u okolini deponija, ali je usled velike količine vode i velikog proticaja dolazilo do razblaženja, pa su se i te koncentracije smanjivale. Izlivi iz domaćinstava (stajne tačke 6 i 7), kao i izliv iz kožare (stajna tačka 16), iako su sadržali velike koncentracije  $\text{NO}_3^-$  jona, nisu bitnije povećavali koncentracije ovih jona u vodi.

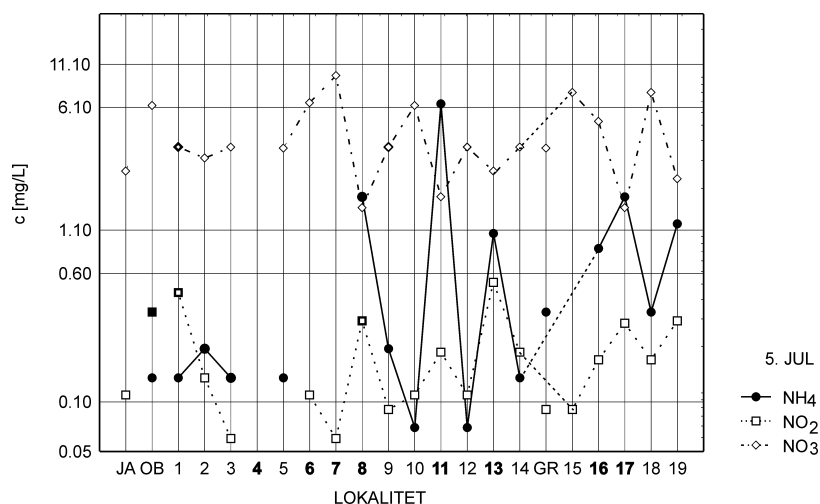
Drugog dana istraživanja (slika 2), koncentracija  $\text{NO}_2^-$  jona varirala je nešto više u odnosu na prvi dan. Iako je razblaženje bilo veliko, koncentracija  $\text{NO}_3^-$  jona se uglavnom održavala velikom, delom zbog izliva sa izuzetno velikim koncentracijama  $\text{NO}_3^-$  jona (izlivi iz domaćinstava, stajne tačke 6 i 7, kanalizacije, stajna tačka 13 i kožare, stajna tačka 16), a delom na račun  $\text{NH}_4^+$  jona. Najveće koncentracije ovih jona sa sobom su nosili izlivi na stajnim tačkama 8 (izliv iz hemijske laboratorije), 11 (izliv iz zubarske ordinacije) i 17 (gradska kanalizacija), gde je uočen veliki broj organskih materija. Zbog mnogobrojnih deponija duž obala reke Kolubare posle izliva gradske kanalizacije i drvne industije (između stajnih tačaka 18 i 19), dolazilo je do rastvaranja zemljišta i apsorbovanja  $\text{NH}_4^+$  jona u vodu, što je opet dovodilo do povećanja koncentracija  $\text{NH}_4^+$  jona.



Slika 2.  
Prikaz koncentracija amonijum, nitritnih i nitratnih jona prvog dana uzorkovanja. Boldom su označene tačke na izlivima kanalizacije.

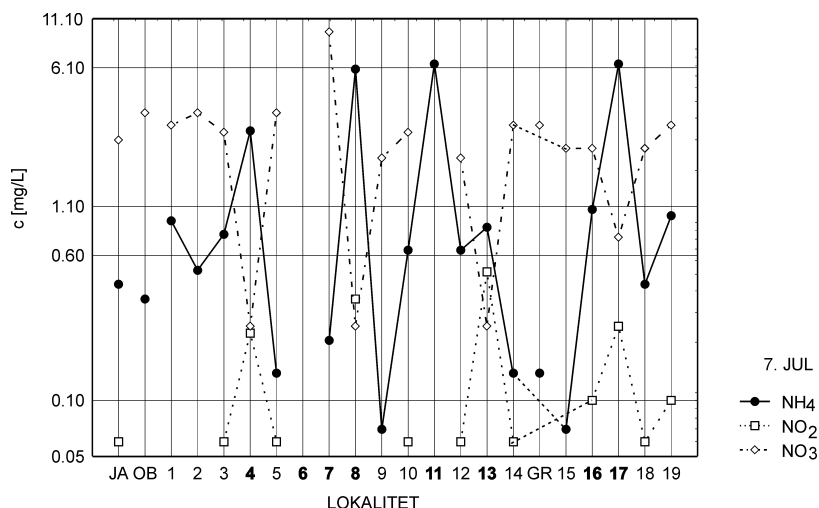
Figure 2.  
Concentration of amonium, nitrate and nitrite ions on the first day of sampling. Wastewater sampling points are in bold.

Tokom trećeg dana istraživanja (slika 4), koncentracija  $\text{NO}_2^-$  jona duž toka bila je gotovo nepromenljiva, a najveća u izlivima na stajnim tačkama 8 (izliv iz hemijske laboratorije) i 13 (izliv iz kanalizacije). Iako su izliv iz domaćinstva na stajnoj tački 7 i, već pomenuti, izliv iz laboratorije na stajnoj tački 8, donosili ogromne količine  $\text{NO}_3^-$ , odnosno  $\text{NH}_4^+$  jona, razblaženje je (usled velikog proticaja) bilo toliko jako da se koncentracija  $\text{NO}_3^-$  jona smanjivala sve do stajne tačke 10 (kod pijace), odakle počinje da raste usled priliva organskih materija, tj.  $\text{NH}_4^+$  jona iz okolnih deponija. Izliv gradske kanalizacije (stajna tačka 17) pojačano je ispuštao otpadnu vodu, tako da je ovde zabeležen istovremeni porast i koncentracija



Slika 3.  
Prikaz koncentracija amonijum, nitritnih i nitratnih jona drugog dana uzorkovanja. Boldom su označene tačke na izlivima kanalizacije.

Figure 3.  
Concentration of amonium, nitrate and nitrite ions on the second day of sampling. Wastewater sampling points are in bold.



Slika 4.

Prikaz koncentracija amonijum, nitritnih i nitratnih jona trećeg dana uzorkovanja. Boldom su označene tačke na izlivima kanalizacije.

Figure 4.

Concentration of amonium, nitrate and nitrite ions on the third day of sampling. Wastewater sampling points are in bold.

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i koncentracija NO<sub>3</sub><sup>-</sup> jona, a ni veliki proticaj nije uspeo da razblaži unete koncentracije. Bitno je naglasiti da je priliv organskih materija bio najveći na poslednjoj stajnoj tački 19 (kod stočne pijace), zbog velikih deponija na obalama reke.

Drugog dana terena, izliv na stajnoj tački 4 (iz mlina) nije ispuštao vodu, što je trećeg dana bio slučaj sa izlivom na stajnoj tački 6 (iz domaćinstva). Međutim, to nije imalo većeg uticaja na smanjenje koncentracija jona-zagađivača zbog neposredne blizine još tri izliva, pa je izostanak samo jednog od njih bio neprimetan.

U svim otpadnim vodama, tokom sva tri dana istraživanja, zabeležene su izrazito visoke koncentracije NH<sub>4</sub><sup>+</sup> jona. One su putem izliva dospevale u sam tok reke, ali je, neposredno posle porasta koncentracija NH<sub>4</sub><sup>+</sup> jona, dolazilo do naglog pada sadržaja istih usled njihovog oksidovanja direktno u NO<sub>3</sub><sup>-</sup> jone, čije su koncentracije istovremeno privremeno rastle. Ovo je posledica prisustva velikog broja organskih materija u vodi, kako zbog zagađujućih organskih materija iz otpadnih izlivnih voda, tako i zbog velikog broja deponija duž toka reke Kolubare.

## 4. Zaključak

Nakon izvedenog istraživanja može se zaključiti da voda reke Kolubare i njenih pritoka pripada IV klasi voda. To ukazuje na činjenicu da je njen kvalitet u odnosu na protekle godine znatno opao jer je voda do sada bila II/III i III klase. Na ovu promenu najviše su uticali izlivi čija je voda lošijeg kvaliteta u odnosu na prošlogodišnja istraživanja, ali i porast broja deponija duž toka reke Kolubare.



Iz distribucije koncentracija  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  i  $\text{NO}_3^-$  jona, vidi se da su otpadne vode koje se putem izliva upuštaju u vodu reke Kolubare, zagađene velikom količinom organskih materija i da su koncentracije određenih parametara premašile maksimalno dozvoljene (propisane Službenim listom CG 1997) koje se smeju ispustiti u površinske i podzemne vode. Te koncentracije se donekle razblažuju u vodi zbog velikog proticaja reke, ali ipak utiču na povećanje koncentracija  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NO}_3^-$  jona u vodi.

S druge strane, tu su i deponije koje u velikom broju prate tok reke Kolubare i njenih pritoka. Razni organski i neorganski zagađivači putem zemljišta dospevaju u rečni tok i tako se povećava koncentracija  $\text{NH}_4^+$  jona, a njihovim daljim oksidovanjem i koncentracija  $\text{NO}_3^-$  jona. Na mestima gde je manje organskih materija u vodi, manja je i potrošnja kiseonika, tako da su koncentracije  $\text{NO}_3^-$  jona niže jer se  $\text{NH}_4^+$  joni ne oksiduju potpuno, već samo do  $\text{NO}_2^-$  jona, čija koncentracija ostaje približno ista usled razblaženja vode.

Iako većina izliva ima određene sisteme za prečišćavanje otpadne vode pre njenog puštanja u tok reke Kolubare, oni nisu u tolikoj meri adekvatni da spreče zagađivanje reke. Takođe, okolne "divlje" deponije predstavljaju vid nesmotrenog antropogenog uticaja na životnu sredinu.

Pravi pristup zaštiti podrazumeva kompleksno sagledavanje hidroekoloških problema, a da bi se definisala već postojeća, kao i potencijalna zagađenja, potreban je dalji monitoring kvaliteta vode reke Kolubare, kako bi se predložile adekvatne mere zaštite.

**Zahvalnost.** Zahvalnost dugujemo Istraživačkoj stanici Petnica, jer nam je obezbedila uslove da sprovedemo ovo istraživanje, kao i rukovodiocu Programa geologije i hemije voda dipl. inž. geologije Radisavu Goluboviću, na izvanrednom mentorskom vođstvu.

---

## Literatura

- Dalmacija B. 1998. *Kontrola kvaliteta voda u okviru upravljanja kvalitetom*. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet
- Dukić D. 1974. *Režim Kolubare i vodoprivredni problemi u njenom slivu*, knj. 36. Beograd: SANU
- Đukanović D. 2000. *Klima Valjevskog kraja*. Valjevo
- Jakovljević M. Pantović M. 1991. *Hemija zemljišta i voda*. Beograd: Poljoprivredni fakultet
- Jovanović B. 1956. *Reljef sliva reke Kolubare*. Beograd: Naučno delo
- Lazarević R. 1988. *Petnička pećina*. Valjevo: Turistički savez opštine Valjevo
- Lazarević R. 1996. *Valjevski kras*. Beograd: Srpsko geografsko društvo
- Protić D. 1995. *Mineralne i termalne vode Srbije*. knj. 17. Beograd: Posebna izdanja

Republički hidrometeorološki zavod Republike Srbije. 2000. Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih voda u Srbiji za period od 1991. do 2000. godine

Santrač N., Daskijević I. 2004. Izveštaji o rezultatima hemijskih analiza vode reke Kolubare za period od 2000. do 2004. godine. Seminar Hemije voda Istraživačke stanice Petnica.

---

*Nada Santrač and Ivan Daskijević*

## **Influence of Industrial Wastewater on the Upper Flow of the Kolubara River**

There are many polluters down the valley of the upper flow of the Kolubara River, such as a leather industry, mill, beer industry, market, fish market, laboratory, wood industry and sewage system. In order to note the influence of industrial wastewater on the quality of the Kolubara River, a research was conducted in the period from June 28<sup>th</sup> to July 11<sup>th</sup> 2004. The basic methods of hydrological and hydro-chemical research were used. The fieldwork consisted of taking samples on 6 kilometers of the flow, on 22 stop-points, during three days (June 30<sup>th</sup>, July 5<sup>th</sup> and July 7<sup>th</sup> 2004). One sample was taken on each river: Jablanica, Obnica and Gradac, eight on the wastewater and eleven on the flow of the Kolubara River. Physical characteristics of the water were also determined. Concentrations of calcium, magnesium, chlorides, carbonates and bicarbonates were determined, as well as the concentrations of the indicators of pollution: sulfates, phosphates, ammonium, nitrites and nitrates, and indicators of organic matter: dissolved oxygen, chemical and biological expense of oxygen. It was concluded that the water of the Kolubara River belongs to the IV class. However, according to last years' researches of the Hydro meteorological institute of the Republic of Serbia, the water of the Kolubara River belonged to the II/III and III class. This is a result of wastewater that is not properly purified before entering the flow, as well as a great number of dumping sites that follow the flow of the Kolubara River and affect the increase of ammonium concentration. On the other hand, dissolved oxygen, chemical and biological expense of oxygen indicate a great amount of organic matter in the water. That is because ammonium oxidates into nitrites and nitrates. Although the strong current of the river can wash down some concentrations of nitrates, the higher ones cannot be neglected because they reappear during this continuous process. However, further monitoring of the quality of the Kolubara River is necessary in order to define the existing and potential water polluters.

