

## Prostorna raspodjela metala željeza u vodama rijeke Neretve

Sejit Bobar

**SAŽETAK:** Posljednjih nekoliko decenija vode rijeke Neretve na području Konjica, Jablanice i Mostara bile su izložene različitim štetnim polutantima, posebno onih iz kompleksa industrija "Igmana", "Unis", "Šipad" i tvornice tekstila "Đuro Salaj". Sa intenziviranjem ovih privrednih kapaciteta kao i niz poljoprivrednih i drugih djelatnosti može doći do degradacije kvaliteta voda rijeke Neretve. Poseban problem je i taj što se vode rijeke Neretve duži vremenski period zadržavaju na već postojećem akumulacionim jezerima (Jablaničko, Grabovica, Mostar), čime se olakšava i ubrzava proces eutrofikacije. Osnovni motiv ovog istraživanja je da se utvrdi nivo raspodjele teških metala u vodama rijeke Neretve. Poznavanjem sadržaja metala u vodi a posebno način vezivanja u sedimentima i mogućnosti njihove mobilizacije, transporta i akumulacije, važno je za ocijenu kvaliteta vode i za razumjevanje hemizma koji se odvija u vodenom sistemu. Istraživanja su obuhvatila osam lokaliteta sa kojih su uzimani uzorci: Spiljanski most, 2-3 km sjeveroistočno od grada Konjica, ušće desne pritoke Trešanica, ispod motela Konjic, ušće desne pritoke Neretvica, HE-Grabovica (300-400 m, ispod brane), ušće desne pritoke Drežanka, HE-Salakovac (200-300 m, ispod brane), HE-Mostar (200-300 m, ispod brane). Uzorci vode za određivanje sadržaja metala u vodama rijeke Neretve, uzeti su u jednom ciklusu i to u periodu niskih voda. U uzorcima voda je određivan teški metal; željezo (Fe). Navedeni metal je određivan u skladu sa standardima EU, korištena je metoda: AAS- besplamena tehnika.

Prema dobivenim rezultatima može se dati sljedeći komentar:

1. Rezultati istraživanja pokazuju značajan nivo metala željeza u vodama rijeke Neretve, izmjerene vrijednosti metala kretale su se unutar propisanih granica i zadovoljavaju Okvirne Direktive o vodama EU.
2. Koncentracije željeza na ispitivanim lokalitetima, kretale su se u granicama od 58,4 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) do 167,6 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ).

**Ključne riječi:** *rijeka Neretva, kvaliteta voda, metaloprerađivačke tvornice, željezo, raspodjela metala*

## Spatial Distribution of Iron Metal in the Waters of the Neretva River

**ABSTRACT:** In the last few decades, the waters of the Neretva River in the Konjic, Jablanica and Mostar areas have been exposed to various harmful pollutants, especially those from the Igman, Unis, Šipad and the textile factory "Đuro Salaj". With the intensification of these economic capacities as well as a number of agricultural and other activities, the quality of the waters of the Neretva River can be degraded. A special problem is also the fact that the Neretva waters are retained for longer periods on the already existing accumulation lakes (Jablaničko, Grabovica, Mo-star), thus facilitating and accelerating the eutrophication process. The main motive of this research is to determine the level of the distribution of heavy metals in the waters of the Neretva River. By placing the metal content in water and especially the way of bonding in sediments and the possibility of their mobilization, transport and accumulation, it is important to assess the quality of water and to understand the hemisphere that takes place in the water system. The investigations included eight sites from which samples were taken: Spiljanski Most, 2-3 km northeast of Konjic, the right bank of Tresanjica, below the Konjic motel, the right bank of the Neretvica, HE Grabovica (300-400 m below the dam) the right bank of the Drežanka, HE Salakovac (200-300 m below the dam), HE Mostar (200-300 m below the dam). Water samples for the determination of metal content in the waters of the Neretva River are taken in one cycle, in the low water period. In the samples water was determined to be heavy metal; iron (Fe). The specified metal was determined in accordance with EU standards, the method was used: AAS-flame technique.

Based on the results obtained, the following comment may be given:

1. The results of the research show a significant level of iron metal in the waters of the Neretva River, the measured metal values have been within the prescribed limits and comply with the EU Water Framework Directive.
2. Iron concentrations at examined sites ranged from 58.4 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) to 167.6 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ).

**Keywords:** *river Neretva, water quality, metal processing plants, iron, metal distribution*

## UVOD

Voda predstavlja jedan od najvažnijih prirodnih resursa. Aktivnostima savremenog čovjeka svakim danom se sve više povećavaju rizične kontaminacije vode, zraka i zemlje. Voda i zemljište su uvijek imali veliki utjecaj na razvoj civilizacije, jer su najviše povezani sa proizvodnjom hrane.

Teški metali u životnu sredinu mogu dospjeti prirodnim i antropogenim putem. Značajne emisije teških metala dolaze iz različitih industrijskih kapaciteta, obradivih površina, industrijski i komunalnih deponija i drugih antropogenih izvora. Teški metali prisutni u vodi ili zemljištu uz određene uslove prolaze biohemijski ciklus transformacije u toksična jedinjenja sa različitim vremenom zadržavanja u vodenoj sredini. Njihova toksičnost zavisi od koncentracije, a raspon koncentracije veoma varira kod svakog pojedinog metalnog oblika. Najznačajniji antropogeni izvor teških metala u vodenom ekosistemu svakako predstavljaju tehnološke i procesne otpadne vode koje se ispuštaju neprečišćene ili sa različitim stepenom prečišćenosti i mogu da uzrokuju mnogobrojne promjene u vodotoku.

Svako odstupanje kvaliteta vode od propisanih fizičkih, hemijskih i bioloških karakteristika površinske vode može se smatrati zagađenjem i kontaminacijom. Zagađenje vode se može zapaziti po lošem vizualnom izgledu, neprijatnom mirisu, naglom povećanju vodenih algi, izumiranju riba, pojavi ulja po površini i sl. Veliki problem današnjice je zaštita i očuvanje kvaliteta površinskih slatkih voda. Pored industrijski i komunalnih otpadnih voda iz naselja, značajan uticaj na kvalitet voda imaju saobraćaj, poljoprivreda, neadekvatno riješen odvoz smeća. Neretva sa svojim pritokama predstavlja izvor života za stanovnike Hercegovine, te je praćenje kvaliteta vodotoka Neretve neophodno u cilju očuvanja ovog prirodnog dobra, odnosno korištenje njihovih voda za piće, navodnjavanje, industriju, rekreaciju i druge svrhe. Jedna od mjera zaštite i očuvanja vodotoka je provođenje monitoringa, što prestavlja trajno praćenje stanja svih parametara u vodi, a posebno praćenje sadržaja opasnih i štetnih materija.

Ciljevi postavljeni u ovom istraživačkom radu mogu se definisati u sljedeće zadatke:

- Utvrditi prostornu raspodjelu metala željeza u vodama rijeke Neretve duž toka od Konjica, Jablanice do Mostara.
- Dobljene rezultate hemijskih analiza statistički obraditi i rezultate tumačiti u skladu sa njihovom preciznošću i pouzdanošću.
- Dijagnosticirati eventualne reperkusije koje mogu biti uzročnicima degradacije voda a time i budućeg razvoja određenih djelatnosti.
- Animiranje relevantnih institucija za zaštitu vodenih resursa od eventualnih posljedica koje mogu nastati nerazumnim odnosom čovjeka prema prirodnim potencijalima na istraživanom prostoru.

## MATERIJAL I METODE

### Izvori zagađivanja vodotoka Neretve na istraživanom području

U toku posljednjih nekoliko decenija vodotok rijeke Neretve je bio izložen utjecaju različitih štetnih materija,

posebno iz tvornica koje su bile u sastavu kompleksa vojne industrije "Igman" u Konjicu, zatim niz različitih industrija kako u Konjicu, Jablanici tako i u sjevernoj mostarskoj kotlini. Obzirom da su tvornice po prirodi metaloprerađivačkog karaktera bile su zagađivači teškim metalima koji potiču iz otpadnih voda koje nastaju u različitim tehnološkim procesima a posebno iz otpadnih voda koje nastaju u galvanizaciji.

Otpadne vode ovih industrija su obilato dotjecale u vode Neretve i mogle su imati direktni utjecaj na kvalitet vodotoka rijeke Neretve, kao i negativan efekat na hemizam koji se odvija u vodenom sistemu i pedogenetske procese.

### Lokaliteti istraživanja

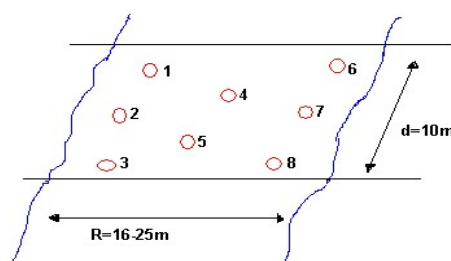
Poštujući standarde EU za valjanost eksperimentalnih podataka izvršen je odabir lokaliteta sa kojeg će se uzorkovati voda za analizu.

Na istraživanom prostoru odabrano je osam lokaliteta za obavljanje –istraživanje. Posmatrano nizvodno, od Spiljnagog mosta kod Konjica do sjevernog ulaska Neretve u grad Mostar, redosljed lokaliteta, za uzimanje uzoraka, bio je sljedeći:

1. Neretva (100 m iznad Spiljnagog mosta)
2. Trešanica (ušće rijeke u gradu Konjicu)
3. Neretva (kod motela Konjic)
4. Neretvica (ušće rijeke kod Butrović P olja)
5. HE- Geabovica (300-400 m ispod brane)
7. Drežanka (50 m, iznad mosta u D. Drežnici)
8. HE- Salakovac (200-300 m, ispod brane)
9. HE- Mostar (300-400 m, ispod brane)

### Uzorkovanje vode za određivanje sadržaja metala

Sa svakog istraživanog lokaliteta, sakupljen je kompozitni uzorak iz osam pojedinačnih uzoraka, uzetih sa lijeve i desne obale i sredine vodotoka, u razmjeri 3:3:2, prema navedenoj shemi Sl.1. Uzimanje pojedinačnih uzoraka je vršeno polietilenskom bocom na 0,5 m, ispod površine vode. Na licu mjesta, formiran je kompozitni uzorak od jednog litra i konzerviran sa koncentrovanom azotnom kiselinom i to u količini 2 ml/l, a zatim su označeni, da ne bi došlo do zamjene uzoraka, i transportovani u rashladnim uređajima do laboratorija.



**Slika1.** Shematski prikaz rasporeda mjesta uzimanja uzoraka iz vodotoka rijeke Neretve.

**Tabela 1.** Uslovi instrumenta AAS za određivanje pojedinih metala

METALI	TALASNA DUŽINA(nm)	ŠIRINA PROREZA (nm)	KARAKTERISTIČNA KONCENTRACIJA ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )	GRANICA DETEKCIJE ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )
Fe	248,33	0,2	0,073	0,03-30

**Tabela 2.** Sadržaj metala željeza u vodama rijeke Neretve

SADRŽAJ METALA Fe ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )	MJESTO UZORKOVANJA			
	1. Neretva (kod Spilj. Mosta)	2. Trešanica	3. Neretva (kod motela Konjic)	4. Neretvica
72,9 $\pm$ 1,43	81,1 $\pm$ 0,61	167,6 $\pm$ 8,54	135,5 $\pm$ 11,3	
5. HE-Grabovica	6. Drežanka	7. HE-Salakovac	8. HE-Mostar	
119,0 $\pm$ 8,44	58,4 $\pm$ 6,88	95,2 $\pm$ 5,20	99,3 $\pm$ 5,32	

### Određivanje sadržaja metala u vodi

Metoda: AAS- tehnika grafitne kivete

Sadržaj metala željeza u vodi, određen je iz kiselih rastvora vode, na instrumentu AAS, tip AA-6200 - SHIMADZU u laboratorijama, Poduzeća za kontrolu kakvoće i količine robe Herkon d.o.o. - Mostar.

Korišteni su standardi sa certifikatom njihovog kvaliteta: HC 771396 za metal (Fe). Korišteni standard je od proizvođača Merck

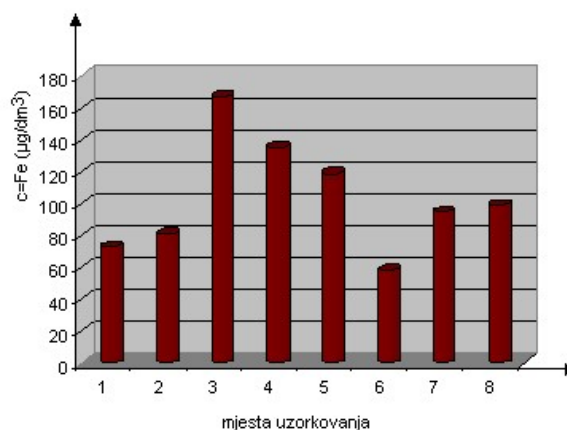
### REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati analize prezentirani su za sve uzorke u tabeli broj 2 i predstavljaju prosječnu vrijednost, od tri određivanja. Preciznost rezultata izražena je preko standardne devijacije  $\pm$ .

Shodno postavljenim zadacima ovog rada utvrđena je prostorna raspodjela metala željeza duž vodotoka rijeke Neretve od Konjica do Mostara. Ovi lokaliteti odabrani su zbog višegodišnjeg rada metaloprerađivačkih industrija, koje bi mogle biti izvor zagađivanja vode na posmatranom prostoru. Sadržaj i raspodjelu metala u vodama rijeke Neretve uslovljavaju svojstva podloge, hidrološke, klimatske prilike, antropogeni i drugi faktori.

Koncentracije metala željeza po istraživanim lokalitetima predstavljene su na histogramu, Slika br.2.

Utvrđene koncentracije željeza, duž toka Neretve, kretale su se u granicama od 58,4 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) do 167,6 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ). Maksimalna koncentracija ovog metala od 167,6 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) nađena je na mikro-lokaciji 3., kod motela Konjic u Konjicu, dok je minimalna od 58,4 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) izmjerena na mikro-lokalitetu 6., ušće pritoke Drežanka u jezero Salakovac. Primjetno je da su koncentracije željeza u uzorcima 3, 4, i 5, znatno više u odnosu na ostale uzorke, što potvrđuje pretpostavke da su najznačajniji izvori željeza u gornjem dijelu sliva, gdje su i locirani najveći industrijski kapaciteti. Na lokalitetima 1, 2, 7 i 8, koncentracija ovog metala opservirala je u nešto nižem rasponu, od 72,9 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) do 99,3 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ). Srednja vrijednost koncentracije željeza iznosila je 103,63 ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )  $\pm$ 5,96.



**Slika 2.** Histogram prostorne raspodjele metala željeza u vodama Neretve

Navedena mjesta su specifična po svojoj opterećenosti teškim metalima a ove specifičnosti mogu biti posljedica nekog uzvodnog spoljašnjeg ili unutrašnjeg izvora.

Na raspodjelu metala u vodama rijeke Neretve imaju i prirodni uticaji (erozija, padavine i vjetar), pri čemu se ne može zanemariti i antropogeni uticaj, kao i mala udaljenost glavne saobraćajnice M-17, koja se proteže duž posmatranog toka rijeke Neretve.

### ZAKLJUČAK

Na osnovu prikupljenih podataka istraživanja mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Analitički rezultati istraživanja pokazuju povišen sadržaj metala željeza na pojedinim lokalitetima voda rijeke Neretve posebno na lokalitetu 3 i 4. Na drugim lokalitetima istraživanja izmjerene vrijednosti kretale su se unutar propisanih granica i zadovoljavaju Uredba o opasnim i štetnim materijama u vodama "Službene novine Federacija BiH", broj 43/07 i Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije "Službene novine Federacije BiH", broj 101/15 i 1/16.
- Razlog visokog sadržaja metala željeza u vodi, može se vezati sa činjenicom da na istraživanom prostoru, posebno u urbanim sredinama kroz koje protiče rijeka Neretva, postojeći industrijama

kapaciteti rade sa značajno povećanim kapacitetom.

3. Razlike koje se javljaju u sadržaju metala željeza u vodi, po pojedinim lokalitetima, jesu specifičnosti tih lokacija. Ta specifičnost je najvećim dijelom uslovljena različitim geološkim sastavom postojećih okolnih stijena u kanjonu kroz koji rijeka Neretva protiče, kao i mogućim antropogenim izvorima metala (neposredna blizina magistralnog puta M-17, kao i niz divljih deponija sumljivog sastava).
4. Redosljed zastupljenosti metala olova u vodama Neretve po lokalitetima bio je sljedeći;  $6 < 1 < 2 < 7 < 8 < 5 < 4 < 3$

Ovim istraživanjem željeli smo utvrditi sadržaj i prostornu raspodjelu metala željeza u vodama rijeke Neretve, koji je mogao dospjeti u vodu, kao posljedica dugogodišnjeg rada metalne industrije Konjica i Jablanica. Provedena istraživanja predstavljaju značajan doprinos u sagledavanju zagađenosti okoliša i dijagnosticanju eventualnih reperkusija koje mogu biti uzročnicima degradacije voda i okoliša jednog značajnog turističkog dijela bosanskohercegovačkog područja.

## LITERATURA

- Dalmacija, B. (1998). *Problemi kvaliteta voda*. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet.
- EPA. (1999). *Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes*. U.S. Environmental Protection Agency EPA-600/4-79-020.
- Kastori, R. (ur.). (1997). *Teški metali u životnoj sredini*. Novi Sad: Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo.
- Marković, D., Đarmati, Š., Gržetić, I. i Veselinović, D. (1996). *Fizičko-hemijske osnove zaštite Životne sredine – knjiga II: Izvori zagađenja posljedice i zaštita*. Beograd: Univerzitet u Beogradu.
- Štambuk-Giljanović, N. (1998). *Vode Neretve i njezina porijekla*. Split: Zavod za javno zdravstvo Županije splitsko - dalmatinske, Hrvatske vode.
- WHO. (1991). *Water quality guidance for Europe*, Publication No. 24. Geneva, Switzerland: Author.
- WHO. (1993). *Guidelines for drinking water quality*, 2nd edition. Geneva, Switzerland: Author.
- WHO. (1996). *Guidelines for drinking-water quality*, second Ed, Vol. 2. Geneva, Switzerland: Author.

## INFORMACIJE O AUTORU

### Sejit Bobar

Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru

Nastavnički fakultet

e-mail: sejit.bobar@unmo.ba