

Promena kvaliteta vode duž toka reke Đetinje

Osnovnim hidrohemijским metodama ispitan je kvalitet dela toka reke Đetinje na središnjem delu toka, u avgustu 2019. Područje istraživanja najvećim delom obuhvata tok reke kroz urbane oblasti grada Užica. Zbog povišenih koncentracija amonijum, nitritnih i fosfatnih jona, za koje se pretpostavlja da su antropogenog porekla), kao i hemijske potrošnje kiseonika (HPK) voda reke u ovom delu toka pripada III, IV i V klasi površinskih vodotokova prema uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u podzemnim i površinskim vodama. Povišene koncentracije HPK ukazuju na prisustvo organskih materija u vodi.

Uvod

Istražno područje se nalazi u Srbiji na teritoriji grada Užica oko 120 km jugozapadno od Beograda. Užice je administrativni centar Zlatiborskog okruga i najveći je industrijski centar u tom okrugu. Đetinja nastaje na obroncima planine Tare u Pustom polju (kod Kremna), na mestu gde se spajaju reke Bratešina i Konjska reka, kao i Užički potok i Tomića potok. Prosečni godišnji proticaj reke je $7.39 \text{ m}^3/\text{s}$, mesec sa najnižim prosečnim proticajem je novembar ($2.92 \text{ m}^3/\text{s}$), a mesec sa najvišim prosečnim proticajem je mart ($25.20 \text{ m}^3/\text{s}$) (prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda za period 2009-2018 – hidrološka stanica Užice, RHMZ Srbije 2019). Dužina toka je 75 km. Najznačajnije leve pritoke su Studenac i Volujac, a desne Karačica, Sušica, Darvena i Jovac. Kod

Požege spaja se sa rekom Moravicom i zajedno čine Zapadnu Moravu. Teče pravcem severozapad-jugoistok (Dukić i Gavrilović 2002).

Prema ranijim istraživanjima najveći zagađivači voda u slivu Đetinje su gradska naselja Užice, Sevojno i Požega sa pripadajućom industrijom (Savić 1987). U seoskim naseljima Kremna i Bioska septičke jame utiču na kvalitet vode reke Đetinje, a u reku dospevaju i znatne količine zagađivača organskog i neorganskog porekla (Marković 1995). Prema istraživanjima Geografskog instituta „Jovan Cvijić” iz 2009. godine, grad Užice sa industrijskim kompleksima Krčagovo i Sevojno, usled ispuštanja otpadnih industrijskih voda izaziva ozbiljno pogoršanje u pogledu sadržaja teških metala, a na osnovu rezultata bioloških i hemijskih analiza ovog istraživanja uočava se promena kvaliteta duž toka. Takođe, uzvodno od Užica kvalitet vode je na prelazu iz I u II klasu. Na delu toka reke Đetinje od Užica do Požege tok je izložen intenzivnom zagađenju i degradacija rečnog ekosistema i kvalitet vode odgovara III, odnosno IV klasi (Milijašević i Jojić 2009).

Tokom 2011. godine kvalitet vode reke Đetinje praćen je na teritoriji Gorobilje, sela kod Požege. Kvalitet vode je na održanim uzorcima odgovarao III klasi, odnosno IV klasi (Agencija za zaštitu životne sredine 2011, stanica Gorobilje).

Cilj ovog istraživanja je ispitivanje kvaliteta vode reke Đetinje u letnjem periodu duž srednjeg dela toka, kao i uticaj zagađivača.

Pavle Jovanović (2001) Novi Sad, Gundulićeva 18, učenik 3. razreda Gimnazije „Jovan Jovanović Zmaj” u Novom Sadu

MENTOR: Nikola Kljajić, NIS, Rafinerija nafte, Pančevo



Slika 1. Geografski položaj istražnog područja (adaptirano prema topografskoj karti list Užice 528-1-4, 528-2-3, 528-2-4, razmera 1.25.000, VGI 1972)

Figure 1. Geographical position of the research area (adapted according to the topographic map Užice 528-1-4, 528-2-3, 528-2-4, proportion 1.25.000, VGI 1972)

Materijal i metode

Istraživanje je izvedeno primenom hidro-hemijskih metoda, u drugoj polovini meseca avgusta 2019. godine i obuhvatalo je terenski i laboratorijski rad. Terenska istraživanja su izvršena na teritoriji grada Užica, a laboratorijska u Istraživačkoj stanici Petnica. Uzorkovanje je izvršeno na 10 stajnih tačaka duž srednjeg toka reke Đetinje. Prva stajna tačka se nalazi u selu Bioska. Stajne tačke 2–8 se nalaze u Užicu. Druga stajna tačka se nalazi na plaži Rajski otoci, treća stajna tačka na velikoj brani, četvrta stajna tačka se nalazi 500 metara nizvodno od brane duž toka pored farbare, peta stajna tačka je gradska plaža, šesta stajna tačka se nalazi kod autobuske stanice, sedma stajna tačka je kod velikog parka i osma je na adi kod fabrike oružja u Krčagovu. Nedaleko pre šeste i sedme stajne

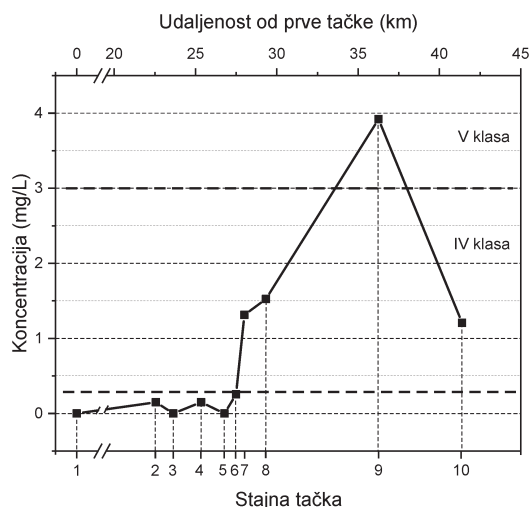
tačke se nalaze kanalizacioni odvodi iz grada. Stajna tačka 9 se nalazi u Sevojnu, poznatom po valjaonici bakra. Deseta stajna tačka se nalazi u Zlakusi.

Na terenu su određena fizička svojstva vode: organoleptičkim putem su određene boja, mutnoća i miris. U laboratoriji je izvedena hemijska analiza i određena je pH vrednost i elektroprovodljivost (Filipović 1980). pH-metrom je određena pH vrednost, konduktometrom je određena elektroprovodljivost uzorkovane vode. Volumetrijskom metodom su određene koncentracije hidrokarbonatnih jona (HCO_3^-), hloridnih jona (Cl^-), jona kalcijuma (Ca^{2+}), jona magnezijuma (Mg^{2+}) i hemijska potrošnja kiseonika (HPK). Kolorimetrijskom metodom određene su koncentracije amonijum jona (NH_4^+), sulfatnih jona (SO_4^{2-}), fosfatnih jona (PO_4^{3-}), nitratnih jona (NO_3^-), nitritnih jona (NO_2^-). Metodom atomske

apsorpcione spektrofotometrije su određene koncentracije gvožđa (Fe) i mangana (Mn). Računski je na osnovu koncentracija navedenih jona određena ukupna tvrdoća vode (Filipović 1980), kao i koncentracije jona natrijuma (Na^+) i jona kalijuma (K^+).

Rezultati i diskusija

Kompletni rezultati analitze ispitivanih uzoraka dati su u prilogu ovog rada. Ispitivane vode su bez boje i providne, osim vode stajne tačke 8, blizu fabrike oružja, gde je voda mutna, zbog suspendovanih čestica. Na stajnim tačkama 6 i 7, blizu kanalizacionih odvoda, voda miriše na vodonik-sulfid zbog otpadnih voda koje se ulivaju u rečni tok. Na stajnoj tački broj 8 voda miriše na zemlju. Koncentracije kalcijumovih jona (Ca^{2+}), magnezijumovih jona (Mg^{2+}), sulfatnih (SO_4^{2-}), nitratnih (NO_3^-), hloridnih (Cl^-), bikarbonatnih (HCO_3^-), natrijumovih (Na^+) i kalijumovih (K^+) jona, kao i koncentracije gvožđa (Fe) i mangana (Mn) na svakoj stajnoj tački su u okviru granica koje pripadaju prvoj klasi. Na pojedinim stajnim tačkama (slike 2, 3 i



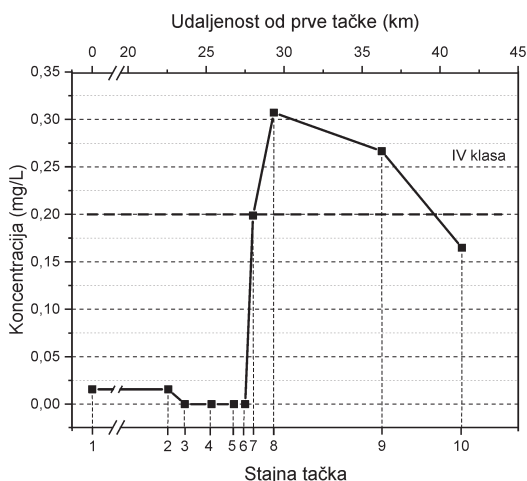
Slika 2. Grafički prikaz rezultata hemijske analize nitratnih jona (NO_2^-)

Figure 2. Results of the chemical analysis of nitrate ions (NO_2^-)

4) koncentracije nitritnih (NO_2^-), amonijum (NH_4^+) i fosfatnih (PO_4^{3-}) jona su povišene, dok je hemijska potrošnja kiseonika (HPK) povišena na svakoj stajnoj tački (slika 5).

Koncentracije nitritnih (NO_2^-) jona odgovaraju IV klasi na drugoj (plaža Rajski otoci), četvrtoj (blizu farbare) i šestoj (blizu kanalizacionih odvoda) stajnoj tački, dok na sedmoj (blizu kanalizacionih odvoda), osmoj (blizu fabrike oružja), devetoj (blizu valjonice bakra) i desetoj (Zlakusa) stajnoj tački odgovaraju V klasi (slika 2). Povišene koncentracije ovog jona potiču od raspada organskih materija i fekalnih zagađenja.

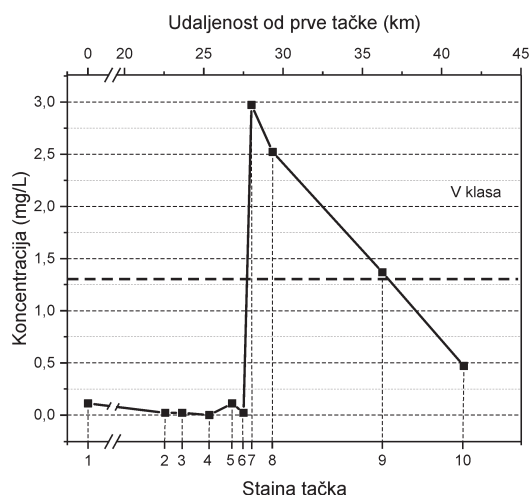
Koncentracije fosfatnih jona (PO_4^{3-}) na stajnim tačkama 8 i 9, koje se nalaze blizu fabrike oružja, odnosno valjaonice bakra, odgovaraju IV klasi (slika 3). Povišene koncentracije ovog jona ukazuju na industrijsko zagađenje.



Slika 3. Grafički prikaz rezultata hemijske analize jona fosfata (PO_4^{3-})

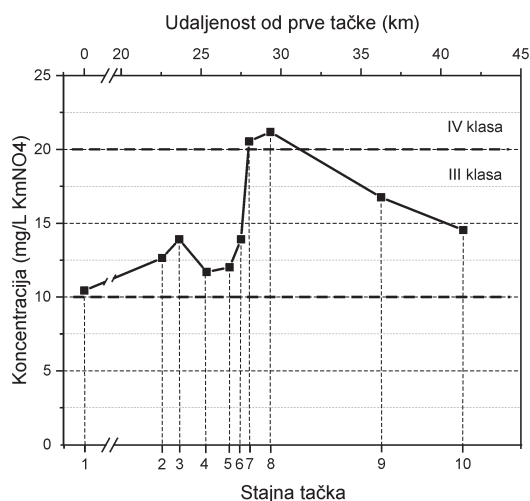
Figure 3. Results of the chemical analysis of phosphate ions (PO_4^{3-})

Koncentracije amonijum jona (NH_4^+) odgovaraju V klasi na stajnim tačkama 7-9 koje se nalaze nizvodno od kanalizacionih odvoda (stajna tačka 7), fabrike oružja (stajna tačka 8) i valjaonice bakra (stajna tačka 9) (slika 4). Povišene



Slika 4. Grafički prikaz rezultata hemijske analize amonijum jona (NH_4^+)

Figure 4. Results of the chemical analysis of ammonium ions (NH_4^+)



Slika 5. Grafički prikaz rezultata hemijske analize hemijske potrošnje kiseonika (HPK)

Figure 5. Results of the chemical analysis of chemical oxygen demand (COD)

koncentracije ovog jona imaju isto poreklo kao i nitritni joni (raspad organskih materija i fekalna zagađena).

Hemijska potrošnja kiseonika (HPK) na svim tačkama pripada III klasi (slika 5), što ukazuje na povišene koncentracije organskih materija u vodi.

Zaključak

Vode srednjeg toka reke Đetinje pripadaju III, IV i V klasi površinskih vodotokova prema uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u podzemnim i površinskim vodama i sediment i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 2012). Svaki od uzoraka sadrži bar jedan od pokazatelja organskog zagađenja. Uzorci vode na stajnim tačkama koje se nalaze blizu fabrike oružja i valjaonice bakra ukazuju na industrijsko zagađenje (fosfatni joni), koje verovatno potiče od uliva otpadnih vode iz navedenih fabrika. Dalja istraživanja usmerena su na izradu katastarsa zagađivača i organizaciju monitoringa (uzorkovanje vode i praćenje pokazatelja zagađenja) u dužem vremenskom periodu, čime bi se dobila dovoljno kompletna slika o zagađenju ove reke.

Literatura

Agencija za zaštitu životne sredine 2011. Rezultati ispitivanja kvaliteta podzemnih i površinskih voda za 2011. godinu, stanica Gorobilje. www.sepa.gov.rs

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

Filipović B. 1980. *Metodika hidrogeoloških istraživanja*. Beograd: Matična knjiga

Marković Z. 1995. *Reka Đetinje – makrozoobentos u oceni kvaliteta vode*. Beograd: Ministarstvo za zaštitu životne sredine Republike Srbije

Milijašević D., Jojić T. 2009. *Kvalitet vode reke Đetinje*. Beograd: Geografski institut SANU „Jovan Cvijić”

RHMZ (Republički hidro-meteorološki zavod) Srbije 2019. Hidrološki godišnjak – meteorološki podaci za period 2009-2018. Beograd: RHMZ

Savić O. 1987. Teritorijalni razvoj gradskih naselja zapadne Srbije. *Zbornik radova Geografskog instituta „Jovan Cvijić” SANU*, **39**: 7.

Sl. glasnik RS (Službeni glasnik Republike Srbije) 2012. Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje. *Službeni glasnik Republike Srbije*, 50/2012

VGI (Vojnogeografski institut) 1972. Topografska karta 1:25 000, listovi Užice 528-1-4, 528-2-3, 528-2-4. Beograd: Vojnogeografski institut

Pavle Jovanović

Aquam fluminis mutationes qualitatis Đetinja (Užice, Western Serbia)

Basic hydrochemical methods were used to examine the quality of a part of the Đetinja River stream at 10 stop points in the central part of the Đetinja River stream. Due to the elevated concentrations of ammonium, nitrite and phosphate ions, which are believed to originate from anthropogenic origin, as well as chemical oxygen demand (COD), it has been established that the river water belongs to the classes III, IV and V of surface watercourses according to the regulation on the limit values of pollutants in surface water of the Government of the Republic of Serbia. Increased COD concentrations indicate the presence of organic and inorganic substances in the water.

Prilog: svi rezultati

Izmerene koncentracije hemijskih parametara

ST	Koncentracija [mg/L]											
	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	HPK	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Fe	Mn	K+Na
1	0.015	0.11	0.00	10.4	44.1	55.3	19.4	15.8	364	0.05	0.04	14.8
2	0.015	0.02	0.15	12.6	53.1	29.2	16.1	10.7	243	0.02	0.01	8.0
3	0.000	0.02	0.00	13.9	58.1	22.5	12.7	11.0	249	0.05	0.03	9.7
4	0.000	0.00	0.15	11.7	55.1	29.8	12.7	13.8	221	0.04	0.02	6.2
5	0.000	0.11	0.00	12.0	59.1	26.8	14.4	10.3	248	0.03	0.02	7.2
6	0.000	0.02	0.26	13.9	62.1	23.1	22.7	10.3	243	0.03	0.02	9.1
7	0.199	2.97	1.31	20.5	69.1	14.6	29.4	20.3	267	0.03	0.03	22.1
8	0.307	2.52	1.52	21.2	65.1	24.3	17.7	14.8	254	0.06	0.06	11.4
9	0.266	1.37	3.92	16.8	65.1	24.3	21.1	18.2	248	0.05	0.03	14.5
10	0.165	0.47	1.21	14.5	69.1	24.3	14.4	20.6	248	0.05	0.03	13.3
KV	III: 0.2 IV: 0.5	IV: 1.3	III: 0.12 IV: 0.3	II: 10 III: 20	I: 150	I: 100	I: 50	I: 50	I: 600	I: 0.2	I: 0.1	I: 160

ST– stajna tačka

KV – gornje granice za pojedine klase

