

Uticaj komunalnih otpadnih voda na vodotok Ljubostinje (Valjevo)

Ljubostinja je vodotok dug oko 9 km koji izvire u Rađevom Selu, protiče kroz Valjevo i uliva se u Kolubaru. Osnovnim hidrološkim i hidrohemijskim metodama ispitivane su hidrohemijske karakteristike vodotoka Ljubostinje: koncentracije jona HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_2^- , NO_3^- i NH_4^+ i hemijska potrošnja kiseonika kao utrošak KMnO_4 . Uzorkovanje je izvršeno na 14 stajnih tačaka duž toka Ljubostinje. Voda Ljubostinje pripada IV i V klasi. Prisutan je konstantan priliv novog zagađenja, što pokazuju visoke vrednosti amonijum jona. To zagađenje je predstavljeno crnom i sivom vodom, koje se ispuštaju u vodu donjeg toka.

Uvod

Komunalne otpadne vode se mogu podeliti na takozvane crne i sive otpadne vode domaćinstava, otpadne vode komercijalnih institucija i bolnica (WHO 2006). U crne otpadne vode spadaju izlučevine, urin i fekalni mulj, dok u sive otpadne vode spadaju vode iz kuhinja i kupatila (Corcoran *et al.* 2010).

Istražno područje se nalazi u Zapadnoj Srbiji, u gradu Valjevu. Obuhvata vodotok Ljubostinje, koja izvire u Rađevom Selu, protiče kroz Valjevo i Gorić i uliva se u Kolubaru na izlasku iz grada. Teren je nagnut ka severoistoku. Brdskog je tipa u gornjem toku Ljubostinje, dok donji tok pripada Valjevskoj kotlini i ravničarskog je tipa.

Ljubostinja protiče u pravcu severozapad-jugoistok u dužini od 9.2 km. Pre regulacije ko-

rita ulivala se u Perajicu, rečicu koja izvire u Gornjoj Grabovici, protiče kroz Jasenicu i uliva se u Kolubaru. Slivno područje Ljubostinje iznosi 16.61 km², a srednji višegodišnji proticaj vode iznosi 0.32 m³/s. Regulacija korita urađena je od ušća u Kolubaru do mosta na šabačkom putu, u dužini od 4.180 km. Prosečna širina krune nasipa iznosi 2 m. Na ušću Ljubostinje u Kolubaru došlo je do oštećenja korita Ljubostinje u dužini od 20 m, odnosno potpuno je razrušen taj deo regulacije Ljubostinje (Službeni glasnik grada Valjeva 2011).

Cilj ovog rada je ispitivanje zagađenosti vode Ljubostinje duž njenog toka. Uzorkovanje je izvršeno jednokratno 19. i 20. avgusta 2015. godine na 14 stajnih tačaka (slika 1). Urađena je osnovna hemijska analiza.

Materijal i metode

Na svakoj stajnoj tački na terenu su određivani boja, miris, mutnoća i temperature vode i vazduha. Boja se određuje tako što se uzorak sipa u epruvetu i pogleda sa strane naspram bele podloge. Kada se uzorak gleda odozgo naspram crne podloge, može se odrediti mutnoća. Miris se određuje tako što se epruveta sa uzorkom poklopi prstom i jako promućka, pa otvori uz nos. Temperatura vode i vazduha određeni su termometrom. Termometar se potopi u čašu sa tek uzorkovanim vodom vertikalno tako da ne dodiruje zidove čaše, čeka se oko 5 minuta i bez vađenja termometra iz vode očitava se temperatura. Temperatura vazduha se meri tako što se termometar drži vertikalno i nakon pet minuta očitava vrednost.

Deo toka kroz Rađevo Selo je bio većinski suv, sa povremenim baricama iz kojih je voda uzorkovana. Zbog nemogućnosti da se razazna

Emilija Lalić (1997), Beograd, Dr Nika Miljanića 17/20, učenica 3. razreda Sedme beogradske gimnazije

Jelena Milenković (1996), Beograd, Višnjički venac 33/4, učenica 4. razreda Pete beogradske gimnazije

MENTOR: Nikola Kljajić, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu



Slika 1. Plan grada Valjeva sa obeleženim stajnim tačkama (prilagođeno sa Google Maps)

Figure 1. Map of the city of Valjevo with marked stand points (adapted from Google Maps)

suvo korito među njivama, ne može se sa sigurnošću reći da je prvi uzorak uzet sa izvora. Prva dva uzorka su uzeta iz barica. Nakon ove stajne tačke okolina korita Ljubostinje je stalno naseljena. Treći uzorak je takođe uzet iz jedne barice, koja je na prvi pogled crvena. U okolini te barice je mnogo starih automobila, a i u samoj vodi takođe ima nekih komada metala. Četvrti uzorak sakupljen je na mestu gde se uliva mala pritoka. Kod pete stajne tačke u korito se izlivaju otpadne vode obližnjeg domaćinstva. Takođe, postoji odron zemljišta rečne terase. Ovde se na površini vode nalazila beličasta supstanca, koja se razlila poput ulja, što znači da nije rastvorna u vodi. Kod šeste stajne tačke broj takođe se pojavio odron rečne terase. Voda više nije u baricama, već teče, a korito prolazi kroz naselje. Sedmi uzorak je uzet na raskrsnici Đerdapske ulice i Ulice Dimitrija Tucovića, gde postoji manja betonska regulacija korita. U blizini su dve kanalizacione cevi. Kod osme stajne tačke, u blizini vojne kasarne, postoji odron rečne terase. Od raskrsnice Selimira Đorđevića i Vojvode Mišića korito je betonirano. Deveti uzorak je uzet u blizini Ekonomske škole, gde postoji manje oštećenje korita i takođe dva ispusta otpadnih voda. U blizini mesta odakle je uzet deseti uzorak takođe su bila

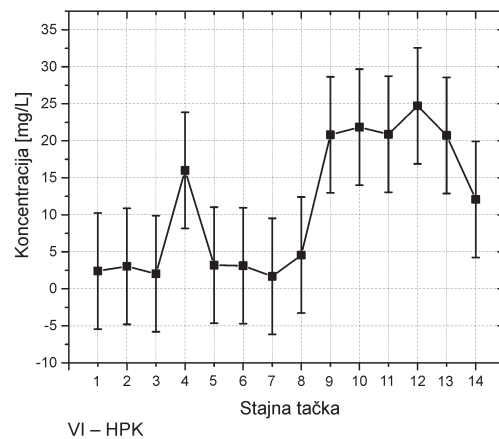
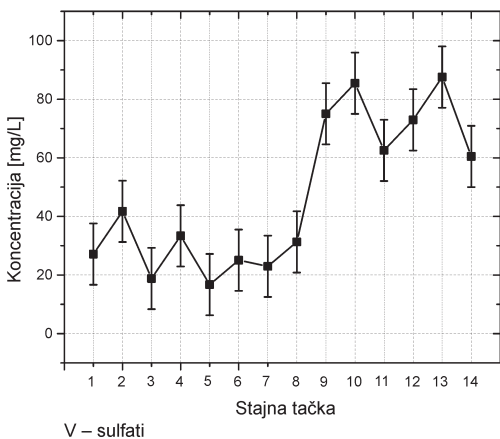
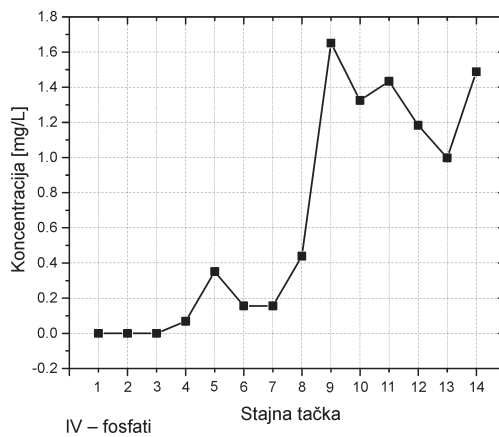
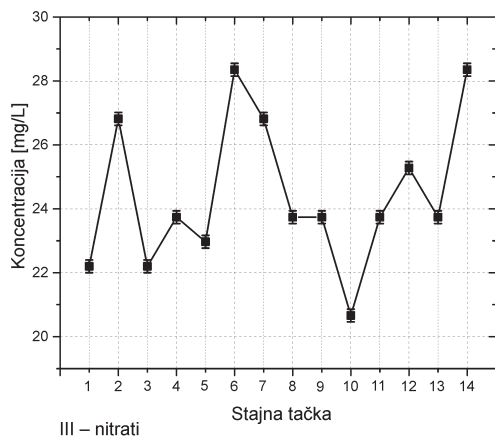
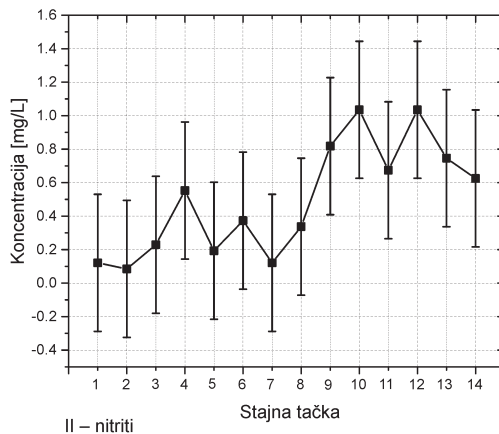
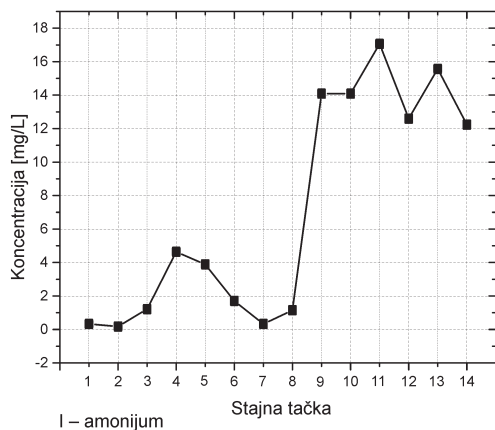
dva ispusta otpadnih voda. Malo dalje niz vodotok postoji veće oštećenje korita i dve cevi koje ga poprečno presecaju. Jedanaesti uzorak je uzet nakon oštećenja i pre bolnice, dok je dvanaesti uzorak uzet nizvodno od bolnice. Trinaesti uzorak je uzet pre fabričkog kompleksa Krušik, a poslednji, četrnaesti, posle Krušika, u Ulici Bore Atanackovića.

Hemijska potrošnja kiseonika kao utrošak KMnO_4 i biološka potrošnja kiseonika određivane su osnovnom volumetrijskom metodom. Koncentracije nitrita, nitrata, amonijum jona, fosfata i sulfata određivane su osnovnim kolorimetrijskim metodama (Papić 1989).

Rezultati i diskusija

Prilikom hemijske analize na nekim uzorcima je moralo da se vrši razblaženje prilikom određivanja koncentracija nitritnih, fosfatnih i amonijum jona i hemijske potrošnje kiseonika, što ukazuje na izuzetno povećane koncentracije ovih parametara.

Vrednosti koncentracija ispitivanih jona po stajnim tačkama prikazane su na grafikonima na



Slika 2. Koncentracije jona po stajnim tačkama: I – amonijum, II – nitriti, III – nitrati, IV – fosfati, V – sulfati, VI – hemijska potrošnja kiseonika

Figure 2. Concentrations of ions at stand points: I – ammonia, II – nitrites, III – nitrates, IV – phosphates, V – sulphates, VI – chemical oxygen demand

slici 2. Eror barovima su označene instrumentalne greške.

Vrednosti nitrita, fosfata, sulfata, amonijum jona i hemijske potrošnje kiseonika imaju znatni porast u donjem toku Ljubostinje. Povećanje koncentracija ovih parametara započinje sa betonskim koritom, što znači da zemljište upija iz vode ove materije.

Prisustvo azotnih jedinjenja (nitriti, nitrati i amonijum jon) ukazuje na fekalno zagađenje pošto su joni sastavni deo crne vode, odnosno fekalija, urina i izlučevina. Preciznije rečeno, kada urea, koja sadrži dve $-NH_2$ grupe, dođe u kontakt sa vodom, otpušta amonijak (NH_3). Taj amonijak u daljem kontaktu sa vodom prelazi u amonijum jon (NH_4^+). Amonijum jon oksidacijom prelazi u nitritni jon, koji daljom oksidacijom prelazi u nitratni jon. Nitratni jon je jedini pogodan za apsorpciju biljaka, te se njegove ne naročito velike koncentracije mogu objasniti prisustvom biljnih vrsta koje rastu u koritu i vrše apsorpciju nitrata iz vode (Greenwood 1984). Naspram nitrata, izuzetno velike koncentracije amonijum jona ukazuju na konstantan priliv zagađenja crnom vodom, koja se ispušta u korito, odnosno vodotok.

Hemijska potrošnja kiseonika (HPK) pokazuje koliko je kiseonika potrebno za oksidovanje organskih supstanci, odnosno pokazuje koliko organskih supstanci ima u vodi. Pošto su vrednosti HPK povećane, može se reći da voda sadrži mnoštvo organskih supstanci. Urin i fekalije sadrže organske supstance, tako da HPK dodatno potvrđuje prisustvo crne vode.

Zajedno sa crnom vodom se ispušta i siva voda, koja potiče iz kuhinja i kupatila i sadrži deterdžente i različita sredstva za čišćenje. U sastavu deterdženata se nalaze fosfati i sulfati, koji služe kao anjonske površinske aktivne materije. Vrednosti sulfata i fosfata imaju porast u donjem delu toka, što ukazuje na prisustvo sive vode, koja je jedna od otpadnih voda domaćinstava (Greenwood 1984).

Zaključak

Na osnovu analiza vode reke Ljubostinje u Valjevu može se uočiti da sva povećanja koncentracija fosfatnih, sulfatnih i azotnih jona (sa izuzetkom nitrata), kao i organskih supstanci u vodi, dolazi ulaskom toka u užu gradsku zonu. Kako korito nizvodno karakteriše betonska regulacija, ovo povećanje, osim priliva zagađenja, može biti posledica i smanjene mogućnosti da zemljište upije ove materije. Prisutan je konstantan priliv novog zagađenja, što pokazuju visoke vrednosti amonijum jona. To zagađenje je predstavljeno crnom i sivom vodom, koje se ispuštaju u vodu donjeg toka Ljubostinje. Posmatrajući koncentracije nutrijenata (nitriti, nitrati, amonijum jon, fosfati), voda donjeg toka Ljubostinje može se svrstati u V klasu površinskih voda (ne mogu se koristiti ni u jednu svrhu) (Sl. glasnik 2012).

Literatura

Corcoran E., Nellemann C., Baker E., Bos R., Osborn D., Savelli H. 2010. *Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development. A Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme

Greenwood N. N., Earnshaw A. 1984. *Chemistry of the elements*. New York: Pergamon Press

Papić P. 1989. *Hidrohemija*. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet

Sl. glasnik 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.

Službeni glasnik Grada Valjeva 2011. Operativni plan odbrane od poplava za vode drugog reda grada Valjeva za 2012. godinu. *Službeni glasnik Grada Valjeva*, 14/2011. Valjevo: Skupština grada, str. 63.

WHO (World Health Organization) 2006. *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. Geneva: WHO Press

Emilija Lalić and Jelena Milenković

Effect of Communal Waste Water on the Watercourse of Ljubostinja (Valjevo, Serbia)

Ljubostinja is a 9.2 km long watercourse which is formed in the village of Radevo, flows through Valjevo and into the river of Kolubara. The hydrochemical characteristics of the Ljubostinja watercourse were determined through basic hydrological and hydrochemical methods: concentrations of HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_2^- , NO_3^- and NH_4^+ ions and chemical oxygen de-

mand as KMnO_4 consumption were determined. Water was sampled on 14 stand points along the watercourse (Figure 1). It can be seen that all increases in concentration start occurring with the concrete riverbed regulation, which means that all substances that get into the water the land can not absorb and therefore their concentrations increase. There is a constant influx of new pollution which is shown by the high levels of ammonium ions (Figure 2). This pollution is presented by black and gray water discharged into the lower water flow of Ljubostinja. Looking at the concentrations of nutrients (nitrites, nitrates, ammonium ion, phosphates) the water of the watercourse can be classified as class V surface water (cannot be used for any purpose). 