

¹ UTICAJI ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA IZ URBANIH OTPADNIH VODA NA ŽIVOTNU SREDINU I ZDRAVLJE

Dr Nebojša Veljković dipl.inž., Mr Dragana Vidojević dipl.biolog, Milorad Jovičić dipl.inž.
Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Agencija za zaštitu životne sredine
nebojsa.veljkovic@sepa.gov.rs

Rezime

U radu je dat pregled zagađujućih materija u urbanim otpadnim vodama koje dospevaju u sisteme za prečišćavanje otpadnih voda. Zagađujuće materije su podeljene u dve grupe: potencijalno toksični elementi (PTEs) – teški metali, i dugotrajne organske zagađujuće supstance (POPs). Cilj rada je da ukaže na značaj smanjenja rizika da toksične materije dospeju u postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda i kanalizacioni mulj, što negativno utiče na životnu sredinu i zdravlje ljudi.

Ključne reči: otpadne vode, toksični elementi, organske zagađujuće supstance

ENVIRONMENTAL AND HEALTH IMPACT OF POLLUTANTS FROM URBAN WASTEWATER

Abstract

The paper presents a review of pollutants in urban wastewater, that are collected by the wastewater treatment systems. Pollutants is divided into two groups: Potentially Toxic Elements (PTEs) - heavy metals and Persistent Organic Pollutants (POPs). The main objective of this paper is to underline the importance of risk reduction that the toxic substances actually reach the wastewater treatment systems and sewage sludge, having direct negative consequences on the environment and human health.

Key words: wastewater, toxic elements, organic pollutants

UVOD

Urbana otpadna voda sadrži mnoge štetne sastojke koji potiču iz raznih izvora. Veliki izvori zagađenja priključeni na urbane kanalizacione sisteme, čija je kontrola zakonom uređena, lako se mogu identifikovati. Uticaj malih izvora zagađenja, kao što su domaćinstva i mala preduzeća, mnogo je teže utvrditi. Poseban problem predstavljaju nekontrolisana ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda. Objavljeni maseni bilansi iz kanalizacionih sistema pojedinih evropskih gradova pokazuju da postoji visok stepen neutvrđenih izvora zagađenja teškim metalima, koji iznose od 30 do 60 % ukupnog sadržaja koji dospeva u postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV). U Srbiji ne postoje sistematizovani podaci o kontroli kvaliteta komunalnih i industrijskih otpadnih voda koji bi se mogli komparirati sa evropskim. Uspostavljanjem integralnog katastra zagađivača u Agenciju za zaštitu životne sredine su tokom 2008. godine počeli da pristižu popunjeni obrasci i prilozi o sistemima za snabdevanje vodom i kanalizaciju, prečišćavanje komunalnih otpadnih voda i emisijama u vode iz industrijskih izvora. Broj pristiglih upitnika kao pokazatelj odziva može biti zadovoljavajući, međutim kvantitativna analiza popunjenih upitnika ukazuje na nizak nivo upotrebljivosti ovih podataka za izradu odgovarajućih informacija. Od ukupnog broja pristiglih upitnika od strane JKP vodovoda i kanalizacije (75% od ukupnog broja) u 54% slučajeva je upitnik o kvalitetu otpadnih voda nepopunjen a u 7% delimično popunjen. Upitnici o uticaju komunalnih otpadnih voda na životnu sredinu, odnosno podaci o kvalitetu recipijenta uzvodno i nizvodno od mesta ispusta nepopunjeni su u 59% i delimično popunjeni u 5% slučajeva. Kod industrijskih preduzeća je kvantitativan odziv sličan, osim što je upitnik o uticaju otpadnih voda na životnu sredinu nepopunjen u čak 74% a delimično u 5% slučajeva. Sliku stanja upotpunjuje i podatak da u Republici Srbiji postoje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) u 21 opštini, što obuhvata samo 10% stanovništva priključenih na kanalizacioni sistem sa prečišćavanjem [1]. Nepoznavanje izvora zagađenja, kvantiteta i kvaliteta otpadnih voda, uticaja na recipijente kao i veoma nizak stepen prečišćavanja urbanih otpadnih voda u Srbiji u odnosu na Evropu predstavlja ozbiljan problem u oblasti zaštite životne sredine. Navedeni problemi i harmonizacija propisa sa Evropskom unijom, naglašavaju potrebu da se ova oblast tematski obradi sa gledišta poznavanja izvora zagađenja u urbanim otpadnim vodama i njihovog uticaja na zdravlje zbog usvajanja nove podzakonske regulative.

¹ Rad je objavljen u Zborniku referata međunarodne konferencije "OTPADNE VODE, KOMUNALNI ČVRSTI OTPAD I OPASAN OTPAD", Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, 29.mart - 1. april 2010, Subotica.

IZVORI ZAGAĐENJA U URBANIM OTPADNIM VODAMA

Zagađujuće materije u urbane kanalizacione sisteme dolaze iz tri opšta izvora: odvoda sa gradskih ulica, privrede i domaćinstava, i mogu se podeliti u dve osnovne grupe:

- Potencijalno toksični elementi (PTEs): kadmijum (Cd), Hrom (Cr), bakar (Cu), živa (Hg), nikl (Ni), olovo (Pb) i cink (Zn),
- Dugotrajne organske zagađujuće supstance (POPs): pesticidi (*aldrin, dieldrin, hlordan, toksafen, mireks, endrin, heptahlor, heksahloro benzen - HCB, hlorodekon, dihloro difenil trihloroetan - DDT, heksabromo bifenil i heksahloro cikloheksan - HCH*), industrijske hemikalije (*polihlorovani bifenili - PCBs i heksahloro benzen - HCB*) i nus-proizvodi industrijskih procesa (*polihlorovani dibenzo-p-furani (furani) - PCDFs i policiklični aromatični ugljovodonici - (PAHs)*).

Pregled raspoložive literature ukazuje da oticanje sa gradskih ulica nije glavni uzročnik potencijalno toksičnih elemenata (PTEs) u urbanim otpadnim vodama. [4] Najveći deo sadržaja Cd, Zn, Cu i Ni u otpadnoj vodi iz domaćinstva (60 do 70%) potiče od fecesa. Fekalije obično sadrže 250mg/kg Zn, 70mg/kg Cu, 5mg/kg Ni, 2mg/kg Cd i 10 mg/kg Pb. Drugi glavni izvori metala u otpadnoj vodi iz domaćinstva su proizvodi za negu tela, farmaceutski proizvodi i sredstva za čišćenje. Kadmijum je prisutan u sirovini za proizvodnju deterdženata (minerali fosfatnog porekla), pa se izostavljanjem fosfata potencijalno može smanjiti ispuštanje Cd iz domaćinstava. Metali sa ulica potiču od abrazije kolovoza, habanja autoguma i obloga kočnica, takođe i od skidanja Pb sa obojenih površina i spiranja Pb i Zn sa materijala krovnih pokrivača.

Dugotrajne organske zagađujuće supstance u urbanim otpadnim vodama uglavnom potiču od atmosferskog taloženja i oticanja sa ulica. Izduvni gasovi od saobraćaja i iz industrijskih pogona predstavljaju glavnu količinu ispuštenih PAH-ova u životnu sredinu. Proizvodnja hrane takođe predstavlja značajan i često potcenjen izvor nekih PAH materija. PCDD/F nastaju spaljivanjem otpada i sagorevanjem uglja. Svi ovi zagađivači se talože na zemljištu i njihova ponovna mobilizacija, usled isparavanja i spiranja je kritičan mehanizam kruženja zagađenja u životnoj sredini. Kao primer navodi se industrijsko korišćenje PCB koje je prekinuto u Evropi tokom 1980-90 godina, ali i dalje 90% sadašnjih emisija PCB isparava iz zemljišta. [4] Ostaci deterdženata (nonilfenol, Np), surfaktanati (linearni alkilni benzolski sulfati, LAS), sredstva za plastificiranje (DEHP) i poliakrilamidna jedinjenja, koja se dodaju mulju da bi se zapreminski odvojila voda, predstavljaju najobilnije organske zagađivače u gradskoj otpadnoj vodi ili kanalizacionom mulju. Ostaci deterdženata i DEHP prvenstveno potiču iz domaćinstava i efikasno se razgrađuju tokom aerobnog prečišćavanja otpadnih voda i nisu potencijalni problem za životnu sredinu.

Značajni izvori zagađenja urbanih otpadnih voda su i zdravstvene ustanove, mala proizvodna preduzeća (naročito ona koja se bave proizvodnjom delova od metala i delova za vozila) i hotelsko-uslužna preduzeća. Ova preduzeća ispuštaju određene količine potencijalno toksičnih elemenata u gradske otpadne vode. Živa je značajan zagađivač jer se nalazi u zubnim amalgamima i njihova zamena alternativnim materijalima mogla bi dovesti do znatnog smanjenja ovog elementa u PPOV. Većina analgetskih lekova je biorazgradljiva i njihov dotok u kanalizacioni sistem i prelaz u mulj predstavlja zanemarljiv problem.

POTENCIJALNO TOKSIČNI ELEMENTI

Potencijalno toksični elementi (PTEs) predstavljaju problem zbog njihove akumulacije u zemljištu i sedimentu. Zato sprečavanje ulaza ovih elemenata u sistem PPOV putem urbanih otpadnih voda predstavlja neophodni stepen redukcije zagađenja. Korišćenje mulja u poljoprivredi uglavnom je uslovljeno nutritivnim sadržajem (azot i fosfor), ali je i sadržaj potencijalno toksičnih elemenata važan za kvalitet mulja. Dugoročno korišćenja mulja u poljoprivredi je u skladu sa politikom održivog upravljanja urbanim otpadnim vodama, reciklaže i ponovnog korišćenja otpada. [5] Ovo ima značaj kod veće količine proizvedenog mulja, što se ogleda u strožijoj kontroli odlaganja otpada. U slučaju postupka spaljivanja mulja može se očekivati otpor javnosti zbog potencijalnog zagađenja atmosfere. Prosečne koncentracije potencijalno toksičnih elemenata u otpadnoj vodi iz domaćinstava i industrije date su u tabeli 1.

Tabela 1. Koncentracije potencijalno toksičnih elementa (PTEs) u otpadnim vodama iz industrije i domaćinstava (Wilderer i Kolb, 1997, Minhen, Nemačka)

Table 1. Concentrations of potentially toxic elements in domestic and commercial wastewater [Wilderer and Kolb, 1997 in Munich, Germany]

Element	Otpadna voda iz domaćinstva (mg/l)	Otpadna voda iz industrije (mg/l)
Pb	0,1	≤ 13
Cu	0,2	0,04-26
Zn	0,1-1,0	0,03-133
Cd	<0,03	0,003-1,3
Cr	0,03	≤ 20
Ni	0,04	≤ 7,3

Kao posledica visokog stepena neprečišćavanja otpadnih voda dospelih iz komunalnih i industrijskih kanalizacionih sistema, u vodotocima Srbije prisutan je nedopustivo visok sadržaj potencijalno toksičnih elemenata i prema nivou maksimalne dozvoljene koncentracije i učestalosti njenog pojavljivanja. Analiza na osnovu podataka iz sistematskog monitoringa RHMZ-a (2008) pokazuje da su maksimalno dozvoljene koncentracije višestruko premašene (Tabela 2, kolona (5) i učestalost prekoračenja MDK svih uzoraka na nekim lokacijama alarmantno visok (Tabela 2, kolona (6)). Analiza se zasniva na listi 32 prioritetne supstance i 16 prioritetnih hazardnih supstanci prema predlogu Uredbe koja proističe iz Direktive 76/464/EEC i više „ćerki“ Direktiva i Odluka, koja sadrži listu supstanci koje su izabrane kao prioritetne supstance koje izazivaju povećan rizik po životnu sredinu i zdravlje. Osim maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) koje su strožije u odnosu na našu postojeću regulativu ova Uredba se razlikuje i u pristupu. Uredba predviđa procenu emisije za pojedinačne prioritetne supstance koja će biti pripremljena na osnovu godišnjih rezultata operativnog ili drugih monitoringa sprovedenih na nacionalnom nivou, podataka o emisiji iz registra izvora zagađivanja životne sredine, podataka dobijenih međunarodnom saradnjom i drugih relevantnih podataka. [3]

Tabela 2. Koncentracije potencijalno toksičnih elementa (PTEs) u vodotocima Srbije (2008)

Table 2. Concentrations of potentially toxic elements in rivers of Serbia (2008)

Prioritetna supstanca	Mesto uzorkovanja	Vodotok	MDK (µg/l)	Max izmerena konc. (µg/l)	Učestalost prekoračenja (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Kadmijum	Bačka Palanka	Dunav	2	4,08	18,2
Kadmijum	Novi Sad	Dunav	2	3,09	10
Kadmijum	Zemun	Dunav	2	2,87	7,8
Kadmijum	Banatska Palanka	Dunav	2	9,45	11,1
Kadmijum	Dobričevo	Karaš	2	7,08	20
Kadmijum	Prijepolje	Lim	2	3,45	12,5
Olovo	Pančevo	Dunav	25	70,3	11,1
Olovo	Martonoš	Tisa	25	25,4	10
Olovo	Šabac	Sava	25	52,9	8,3
Olovo	Ostružnica	Sava	25	31,7	6,2
Olovo	Ljubičevski Most	V. Morava	25	29,8	5,6
Nikal	Ostružnica	Sava	50	104	6,2
Nikal	Jaša Tomić	Tamiš	50	66,5	20
Nikal	Kusić	Nera	50	649,2	33,3
Nikal	Čokonjar	Timok	50	60,3	60

Tabela 2.1. Pregled efekata po zdravlje potencijalno toksičnih elemenata
 Table 2.1. Health effects of potentially toxic elements

Element	Standardi vode za piće			Akutni zdravstveni efekti	Hronični zdravstveni efekti	Kancerogenost
	EU	WHO	US EPA			
Cu	0,1-3 mg/l	2 mg/l	1 mg/l	Nadraženje usta i grla, Glavobolja, vrtoglavica, mučnina, dijareja, stomachni čirevi, žutica, oštećenje bubrega, smrt	Oštećenje jetre i bubrega, „ljubičasta bolest“ (akrodinija) ciroza.	Nema dokaza
Zn	0.1-5 mg/l		5 mg/l	Problemi u stomaku i probavi, dehidracija, lošija koordinacija mišića	Oštećenje imunog sistema. Utiče na sposobnost organizma da uzima i koristi druge ključne elemente kao bakar i gvožđe.	Nema dokaza
Cd	0.005 mg/l	0.003 mg/l	0.005 mg/l	Iritacija digestivnog trakta, colitis, povraćanje, dijareja, smrt	Poluvek = 10-40 god. Oštećenje pluća, bubrega i hematopatskog. sistema, krte kosti, anemija, oštećenje nerava ili mozga kod životinja.	Čvrsti dokazi kod životinja, slabi dokazi kod ljudi
Cr^{VI}	0.05 mg/l	0.05 mg/l	0.1 mg/l	Alergijske reakcije na koži, iritacije nosa, pluća, stomaka i creva hromom VI, konvulzije, smrt	Oštećenja nosa i pluća, veći tizik od nekancerogenih bolesti pluća, čirevi, oštećenja bubrega i jetre. Deformiteti i reproduktivni problemi kod miševa.	Dokazi kod ljudi i miševa
Hg	0.001 mg/l	0.001 mg/l	0.002 mg/l	Mučnina, povraćanje, dijareja, povišen krvni pritisak, crvenilo kože, iritacija oka, otkazivanje bubrega	Oštećenja mozga, pluća, bubrega i fetusa u razvoju, neurološki poremećaji, depresija, vertigo i drhtavica.	Dokazi na miševima

[Izvor: EU: EC drinking water directive (1998); WHO: WHO (2000) and Guidelines for drinking water quality Vol.2 (1996); USEPA: ATSDR (2000) and Standards for maximum permissible values in sewage sludge/soils. Estimating concern levels for concentration of chemical substances in the environment. Washington DC (1984)]

Tabela 2.2. Pregled efekata po zdravlje potencijalno toksičnih elemenata
 Table 2.2. Health effects of potentially toxic elements

Element	Standardi vode za piće			Akutni zdravstveni efekti	Hronični zdravstveni efekti	Kancerogenost
	EU	WHO	US EPA			
Ni	0.05 mg/l	0.02 mg/l	0.04 mg/l	Alergijske reakcije, oštećenje pluća	Hronični bronhitis i oslabljena funkcija pluća, oboljenje pluća. Utiče na krv, jetru, bubrege, imuni sistem, razmnožavanje i razvoj miševa i pacova.	Dokazi o raku pluća i nosnih sinusa kod ljudi
Pb	0.05 mg/l	0.01 mg/l	0.015 mg/l	Anemija, zatvor, grčevi, pad zglobova i stopala, oštećenje bubrega. Simptomi kod dece su razdražljivost, gubitak apetita, povraćanje i zatvor.	Nespecifični: ošt. Nervnog sistema, bubrega i im. sis. Kod dece može umanjiti mentalne sp. i smanjiti rast. Kod odraslih, smanj. vreme reakcije i memorije, pobačaj, prerano rođenje i ošt. reprodukt. sistema kod muškaraca.	Dokazi na životinjama
As	0.05 mg/l	0.01 mg/l	0.05 mg/l	Mučnina, povraćanje, dijareja, oštećenje tkiva, uključujući nerve, stomak, creva i kožu.	Keratoza kože, smanjena proizvodnja krvnih zrnaca, gušenje moždane srži, abnormalna funkcija srca, lošija funkcija nerava, oštećenje fetusa kod životinja.	Dokazi kod ljudi, veći rizik od raka jetre, bešike, bubrega i pluća
Ag	0.01 mg/l	-	0.05 mg/l	Problemi sa disanjem, iritacije pluća i ždrela, bolovi u stomaku, alergijske reakcije, nekroza, hemoralgija i edem pluća	Argirija i može ugroziti mozak i bubrege.	Nema dokaza
Se	0.01 mg/l	0.01 mg/l	-	Vrtoglavica, umor, razdražljivost, gomilanje tečnosti u plućima, bronhitis, crvenilo, nadimanje	Krta kosa, deformisani nokti, i gubitak osećaja i kontrole ruku i nogu, štetni uticaj na reproduktivne sposobnosti pacova i majmuna, i deformiteti pri izleganju kod ptica.	Sumnja se da je karcenogen za ljude: zapaženi tumori jetre i pluća kod pacova i miševa

Tabela 3. Pregled efekata po zdravlje organskih zagađujućih supstanci
 Table 3. Summary of health effects for organic pollutants

Jedinjenje	Standardi vode za piće			Akutni zdravstveni efekti	Hronični zdravstveni efekti	Kancerogenost
	EU	WHO	US EPA			
DEHP	10 mg/l Emulsified Hydrocarbons	8 mg/l	6 mg/l	Obično mala akutna toksičnost: blage gastrointestinalne smetnje, mučnina, vertigo	Oštećenje jetre i posledice po reproduktivne sposobnosti, deformiteti kod novorođenčadi.	Ima dokaza kod pacova i miševa, u većim količinama dolazi do mutagenosti
PCB	1.0 mg/l Organo- chlorine		0.5 mg/l	Izbijanje akni i pigmentacija kože, problemi čula vida i sluha, grčevi	Slično akutnom trovanju: iritacija nosa, grla i GI trakta, promene funkcije jetre i reproduktivnih sistema.	Ima nekih dokaza kod pacova
PAH	0.2 mg/l	0.7 mg/l Benzo (a)-Pyrene	0.2 mg/l Benzo(a)- Pyrene	Oštećenje crvenih krvnih zrnaca, anemija, oslabljeni imuni sistem	Posledice po rast i reproduktivne sposobnosti, deformiteti kod novorođenčadi.	Postoje neki dokazi kod ljudi i životinje
LAS	200 mg/l Surfactants			Gastrointestinalni problemi	Toksičan za bubrege i jetru.	
NPE	200 mg/l Surfactants		1-5 mg/l	Alergije, hemikalija koja uništava endokrinu žlezdu	Ima estrogensko dejstvo na ribe.	
PCDD/PCDF			0.00003 mg/l	Hlorne akne, crvenilo, gubljenje boje, pojava previše malja po telu, velike razlike u toksičnosti kod raznih vrsta, vrlo specifična	Atrofija timusa, oštećenje hormonalnog i imunog sistema, spontani abortusi promena glukoznog metabolizma.	Limfomi i melanomi kod ljudi, može da poveća rizik od nekoliko vrsta kancera kod ljudi

[Izvor: EU: Water treatment directive; WHO: Guidelines for drinking water quality Vol.2 (1996); USEPA: Standards for maximum permissible values in sewage sludge/soils. Estimating concern levels for concentration of chemical substances in the environment. Washington DC (1984). USEPA website: <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>

Potencijalno toksični elementi u velikim koncentracijama akutno su toksični za ljude. Visoke koncentracije retko se nalaze u prečišćenju urbanoj otpadnoj vodi, ali mogu da se jave usled slučajnih (akcidentnih) izlivanja. Najveću opasnost predstavlja izlaganje malim koncentracijama tokom dugog perioda (hronično izlaganje) i može imati pritajene efekte. Efekti su sumarno prikazani u tabeli 2 zajedno sa standardima vode za piće.

DUGOTRAJNE ORGANSKE ZAGAĐUJUĆE SUPSTANCE

U izvorima sveže vode otkriveno je preko 6.000 organskih jedinjenja od kojih su mnoga nastala usled industrijskih aktivnosti. Ova jedinjenja prisutna su u mnogim industrijskim procesima kao bazne sirovine, sporedni tehnološki i finalni proizvodi, ali su zastupljena i u određenom broju proizvoda namenjenih domaćinstvu. Mnoge organske zagađujuće supstance mogu da dospeju u otpadne vode i oticanjem sa površine ulica. Kanalizacioni mulj potencijalno sadrži hiljade organskih jedinjenja koja potiču iz industrijskih, stambenih, atmosferskih i prirodnih izvora. Ukupan sadržaj organskih materija u mulju obično iznosi od 60 do 80 % zavisno od stepena stabilizacionog prečišćavanja i uništavanja isparljivih čvrstih čestica. Opseg poznatih organskih jedinjenja koja su prisutna u mulju je veliki i raznolik. Na primer, Drešer-Kaden et al. (1992) su naveli da je u Nemačkoj otkriveno 332 organske materije koje su potencijalno opasne po ljudsko zdravlje, a 42 od njih su redovno otkrivane u mulju. [4]

Prema rezultatima monitoringa u periodu od 2000 do 2006. godine u Srbiji nije bilo detektovanih POPs hemikalija u uzorcima površinskih i podzemnih voda. Do određenih odstupanja dolazi u 2007. godini na profilima reke Dunav (Brestovik, Vinča, Bela Stena) u kojima su utvrđene povišene koncentracije PAH u vodi i u školjama (Brestovik). Prema analizama od 2001 do 2004. godine sediment Dunava (Novi Sad) i kanala DTD (Vrbaš) sadrži koncentracije lindana, endrina i heptahlor-epoksida u prekoračenim koncentracijama. Analize uzoraka sedimenta iz 2005. godine kanala DTD (Vrbaš) i Đerdapske klisure utvrdile su povišene koncentracije PCB. [2]

Povišene koncentracije dugotrajnih organskih zagađujućih supstanci, osim uticaja na živi svet u vodi, ulaskom u lanac ljudske ishrane preko jestivih delova biljaka i riba utiču na zdravlje ljudi (Tabela3).

ZAKLJUČAK

Osim poznavanja izvora zagađenja u urbanim otpadnim vodama, uspostavljanjem lokalnih i nacionalnog registra zagađivača, potrebno je proceniti i potencijalni uticaj farmaceutskih proizvoda za uzgoj stoke koji se sa otpadom iz farmi nekontrolisano distribuiraju na poljoprivredno zemljište.

Neophodno je definisati i standarde kvaliteta mulja donošenjem *Pravilnika o korišćenju kanalizacionog mulja u poljoprivredi* (prema: Direktive 86/278/EEC). Korišćenje mulja u poljoprivredi ima pozitivan efekat i stoga je opravdano podsticanje njegove primene, uz pravilno korišćenje kako se ne bi pogoršao kvalitet zemljišta i poljoprivrednih proizvoda. Sadržaj ovog rada upućuje na značaj donošenja i primene ovog Pravilnika koji reguliše sadržaj opasnih materija u kanalizacionom mulju.

LITERATURA

- [1] *Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2008. godinu*, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Agencija za zaštitu životne sredine, 2009.
- [2] *Nacionalni implementacioni plan za sprovođenje Stokholmske konvencije o dugotrajnim organskim zagađujućim supstancama (POPs)*, Ministarstvo zaštite životne sredine i prostornog planiranja, GEF, UNEP, 2009.
- [3] *Uredba o utvrđivanju liste prioriternih supstanci koje zagađuju površinske vode (Predlog)*, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, 2009.
- [4] *Pollutants in urban waste water and sewage sludge*, Official Publications of the European Communities, 2001.
- [5] N.Veljković, *Indikatori održivog upravljanja sistemima za vodosnabdevanje i odvođenje otpadnih voda*, Savremena eksploatacija i održavanje objekata i postrojenja u sistemima vodovoda i kanalizacije, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd, 2008.