

Zagađenje životne sredine teškim metalima i monitoring biodiverziteta gradova Kosovske Mitrovice i Zvečana

LJUBINKA DRAŽEVIĆ¹, RADA PETROVIĆ²,
RADOMIR IVANOVIĆ³, ANTONIO ONJIA⁴

Originalni naučni rad
UDC:504.75(497.115)

1. UVOD

Zagađenje životne sredine nastalo antropogenim aktivnostima, po obimu, vrstama i posledicama već ima takve razmere da predstavlja opasnost po čitavo čovečanstvo. Na ovaj način zagađena životna sredina ima izraženo negativno dejstvo na biodiverzitet (biološku raznovrsnost) [1]. Biološka raznovrsnost je resurs od kojeg porodice, zajednice, nacije i buduće generacije zavise. To je veza između svih organizama na planeti, spajanje ekosistema u kojem sve vrste imaju svoju ulogu. Bolje rečeno, to je mreža života [2].

Zbog toga su poslednje decenije dvadesetog veka u velikoj meri bile obeležene različitim programima i akcijama u oblasti zaštite i obnove životne sredine i biodiverziteta. Verovatno će i ovaj vek proteći u rešavanju nasleđenih i novonastalih problema vezanih za zagađivanje, zaštitu životne sredine, smanjenje i očuvanje biodiverziteta na globalnom, regionalnom i lokalnom nivou. Pored drugih opasnih i štetnih materija, teški metali emitovani iz industrijskih tehnoloških procesa, prisutni u industrijskom otpadu u prekomernim količinama, nastali iz izduvnih gasova motornih vozila, iz veštačkih đubriva i pesticida primenjenih u poljoprivrednoj proizvodnji i dr., zbog visoke otrovnosti, postojanosti i sklonosti da se akumuliraju u biosferi, predstavljaju značajan problem savremenog društva.

2. KONTAMINACIJA TEŠKIM METALIMA ZEMLJIŠTA I VODA KOSOVSKE MITROVICE I ZVEČANA

U gradovima, u kojima danas živi oko 50% čovečanstva, u koje se svrstavaju Kosovska Mitrovica i Zvečan, javljaju se gotovo svi oblici zagađivanja životne sredine i narušavanja biodiverziteta.

U životnoj sredini, u vodama i zemljištu navedenih gradova ispitivani su teški metali: Pb, Cd, Cr, Hg, Zn i pH vrednost, veoma važan ekološki faktor.

Adrese autora: ¹Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, ²Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, ³Prirodno-matematički fakultet, Niš, ⁴Institut Vinča, Vinča

Glavni izvori zagađivanja životne sredine i biodiverziteta ispitivanih teških metala, gradova Kosovske Mitrovice i Zvečana su:

- industrijska postrojenja RMHK „Trepča“ za proizvodnju olovo-cinkove rude, sagrađena u aluvijalnoj ravni reka Sitnice i Ibra;
- industrijski otpad RMHK „Trepče“ nastao odlaganjem jalovine, međuprodukata, taloga, muljeva, pepela i drugih otpadnih materijala sa znatnim sadržajem teških metala, deponovan na obalama Ibra;
- izduvni gasovi motornih vozila;
- pesticidi i veštačka đubriva koja se koriste u proizvodnji povrtarskih biljnih kultura;
- kućna ložišta na čvrsta goriva.

3. METODOLOGIJA UZORKOVANJA

Mesta uzorkovanja vode i zemljišta su izabrana tako da obuhvate i jako zagađene i malo zagađene oblasti, pretežno u aluvionu reke Ibar, u cilju dobijanja realne slike o sadržaju teških metala u ispitivanom području. Uzorkovane su površinske vode iz reke Ibar i podzemne vode iz bunara. Zemljište je uzorkovano na dubini od 30 cm u neposrednoj blizini mesta uzorkovanja vode, vodeći računa da lokaciona mesta budu u blizini industrijskih deponija „Trepče“, („Gornje polje“ i „Žitkovac“) i za nekoliko kilometara udaljena od njih, pretežno u aluvijalnoj ravni Ibra, gde su inače locirane ove deponije. Uzorkovanje je vršeno sezonski, proleće, leto i jesen 2006. godine i u zimu 2007. godine.

Voda je uzorkovana sondom za vodu u polietilenske boce i konzervirana azotnom kiselinom [3]. Nakon laboratorijske pripreme, tj. digestije azotnom kiselinom, teški metali su određivani atomskom apsorpcionom spektrometrijom, na uređaju Aurora instruments Ltd., AI 1200 - Vancouver, Canada (2002), grafitnom tehnikom sa niskom granicom detekcije. Živa je određivana tehnikom hladnih para. pH vrednost je određivana na mesta uzorkovanja univerzalnim indikatorom, a nakon dopremanja u laboratoriju pH – metrom. Uzorci zemljišta su uzorkovani sondom za zemljište i u specijalnim kesama namenjenim za te svrhe dopremani u labo-

ratoriju [4,5]. Uzorci su sušeni na sobnoj temperaturi 24 časa, homogenizovani i određen je sadržaj vlage i pH u vodenom ekstraktu (1:2,5). Sadržaj kadmijuma je određen atomskom apsorpcionom spektrometrijom uz prethodnu pripremu uzoraka (EPA 3050b). Sadržaj Pb, Zn, Cr, i Hg je određen uz prethodnu pripremu u originalnoj ambalži, spravljanjem praškastih pastila, metodom X-

ray fluorescentne spektrometrije na aparatu NITON XLp 300 A sa izvorom zračenja ^{109}Cd .

4. REZULTATI ANALIZE

U tabeli 1. prikazane su pH-vrednosti i sadržaj teških metala u vodi reke Ibar i bunarima na ispitivanom području za proleće, leto, jesen, 2006. i zimu 2007. g., [6].

Tabela 1 - Sadržaj teških metala (u $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i pH vrednosti ispitivanih uzoraka vode

Uzorak	Pb	Cd	Cr	Hg	Zn	pH
Iv ₁ [°]	4,63	0,58	6,57	0,58	30,00	7,90
Iv ₂ [°]	2,10	1,32	4,05	0,61	80,00	7,50
Iv ₃ [°]	9,74	5,37	4,88	0,57	260,00	7,80
Bv ₁ [°]	3,26	0,72	4,87	0,58	20,00	7,20
Bv ₂ [°]	6,56	1,93	1,75	0,47	150,00	7,30
Bv ₃ [°]	2,03	2,30	4,85	0,38	60,00	6,80
Iv ₁ [☀]	3,28	0,36	0,15	0,58	30,00	7,90
Iv ₂ [☀]	4,87	4,80	0,17	0,60	380,00	7,59
Iv ₃ [☀]	7,78	4,90	0,12	0,61	440,00	7,52
Bv ₁ [☀]	3,53	0,28	0,63	0,60	50,00	7,09
Bv ₂ [☀]	9,96	0,97	0,82	0,59	50,00	7,21
Bv ₃ [☀]	6,05	0,09	1,10	0,40	40,00	6,76
Iv ₁ [#]	2,20	0,30	0,12	1,14	19,00	7,30
Iv ₂ [#]	1,78	0,62	0,20	1,09	80,00	7,20
Iv ₃ [#]	6,50	3,20	2,10	1,09	30,00	7,30
Bv ₁ [#]	2,00	0,18	0,58	1,11	30,00	6,80
Bv ₂ [#]	7,15	0,24	0,77	0,94	20,00	6,90
Bv ₃ [#]	3,73	0,07	0,85	1,05	40,00	6,40
Iv ₁ [*]	2,71	0,13	1,57	0,24	38,00	7,60
Iv ₂ [*]	4,25	2,40	6,05	1,41	457,50	7,20
Iv ₃ [*]	6,01	3,42	4,21	0,40	339,50	7,5
Bv ₁ [*]	2,72	0,22	4,01	0,14	253,00	7,00
Bv ₂ [*]	6,22	0,19	1,90	0,56	153,00	7,40
Bv ₃ [*]	4,35	0,79	2,95	0,68	191,00	7,00
MDK	10	3	50	1	3000	6,5-8,5

° -proleće, ☀ -leto, # -jesen, * -zima

Oznake uzoraka odnose se na mesta uzorkovanja: Iv1- Ibar, ulaz u Kosovsku Mitrovicu (referentno mesto); Iv2 - Ibar, izlaz iz Kosovske Mitrovice; Iv3 – Ibar, iza deponije „Gornje polje“; Bv1- bunar, mesto Žerovnica; Bv2- bunar, mesto Žitkovac; Bv3-bunar, mesto Rudare.

U tabeli 2. prikazane su pH-vrednosti i sadržaj teških metala u uzorcima zemljišta (Iz i Bz) sa istih mesta uzorkovanja kao za vodu u letnjem i zimskom periodu [6].

Analizirajući podatke iz tabele 2, uočava se da je sadržaj svih ispitivanih metala, izuzev žive, znatno iznad dozvoljenih vrednosti [7] za većinu mernih mesta, kao i za pretpostavljeno referentno mesto Iz1. Ovi rezultati ukazuju na znatnu zagađenost zemljišta, pa čak i zemljišta u čijoj blizini se

ne nalaze deponije industrijskog otpada, jer je sadržaj ispitivanih teških metala, izuzev žive u takvom zemljištu znatno iznad maksimalno dozvoljenih koncentracija, MDK. Temperatura, odnosno godišnje doba ne utiče bitno na sadržaj teških metala u zemljištu, jer se ne uočavaju bitne razlike u rezultatima za topao i hladan period.

Za razliku od zemljišta, voda reke Ibar i voda bunara je mnogo manje zagađena teškim metalima, bez obzira što su mesta uzorkovanja vode u blizini mesta uzorkovanja zemljišta. Sadržaj teških metala je na svim mernim mestima, izuzev sadržaj kadmijuma u Ibru na izlazu iz Kosovske Mitrovice, manji od maksimalno dozvoljene koncentracije u vodi za piće [8]. Ipak, u mnogim slučajevima sadržaj olova je blizak MDK, što ukazuje na određen

stepen zagađenosti. Godišnje doba utiče na koncentraciju teških metala u vodi u većoj meri nego u slučaju zemljišta, a posebno je uočljiv uticaj na sadržaj hroma.

Upoređujući rezultate iz tabele 1. i tabele 2. uočava se da živa nije prisutna u zemljištu (na dubini

30 cm), ali je prisutna i u vodi lbra i u bunarima. Imajući u vidu ove rezultate, može se zaključiti da je živa u lbar dospela iz izvora uzvodno od Kosovske Mitrovice, a da bočna infiltracija rečne vode dovodi do zagađivanja bunarskih voda živom.

Tabela 2 - Sadržaj teških metala (u mg/kg) i pH vrednosti ispitivanih uzoraka zemljišta

Uzorak	Pb	Cd	Cr	Zn	pH
Iz ₁ [⊛]	82,7	4,0	2,0	215,9	7,18
Iz ₂ [⊛]	1615,0	25,8	155,8	1454,0	7,20
Iz ₃ [⊛]	764,9	8,1	223,8	297,3	7,01
Bz ₁ [⊛]	267,1	9,9	241,9	1751,0	7,10
Bz ₂ [⊛]	1299,1	38,1	134,8	275,3	6,85
Bz ₃ [⊛]	1299,1	38,1	134,8	275,3	6,85
Iz ₁ [*]	78,5	3,8	1,90	201,4	7,09
Iz ₂ [*]	1360,0	24,5	170,4	1372,1	7,09
Iz ₃ [*]	791,3	7,5	240,0	289,0	7,05
Bz ₁ [*]	243,1	9,0	264,0	1698,5	7,24
Bz ₂ [*]	1170,5	36,2	142,1	264,0	7,04
Bz ₃ [*]	17945,0	13,9	3,8	3010,8	6,97
MDK	100	3	100	300	-

Prestankom rada „Trepče“ 1999., (ratni uslovi) kao primarni izvor zagađenja teškim metalima i drugim zagađivačima, životna sredina Kosovske Mitrovice i Zvečana, „crna tačka“ na Karti hazarda, je znatno manje zagađena.

Monitoringom ispitivanog područja i šire okoline primetno je prirodno obnavljanje biodiverziteta vazduha i vodotka, lbra. Zemljište je u velikoj meri kontaminirano, a zemljišni biodiverzitet narušen.

5. ZAKLJUČAK

U cilju određivanja stepena zagađenosti životne sredine Kosovske Mitrovice i zvečana, određen je sadržaj teških metala u uzorcima zemljišta i vode lbra i bunara. Rezultati ukazuju na veliku zagađenost teškim metalima zemljišta u blizini deponija industrijskog otpada, ali i zemljišta koje je od njih dosta udaljeno, a koristi se za sadnju povrtarskih biljki. Pokazano je da su vode, i rečna i bunarske, manje zagađene teškim metalima, bez obzira što su mesta uzorkovanja vode u blizini mesta uzorkovanja zemljišta. Ipak, u mnogim slučajevima sadržaj olova je blizak MDK vode za piće, što ukazuje na značajan stepen zagađenosti.

Okvako zagađeno zemljište koristi se za sadnju jestivih biljnih kultura, koje su vremenom postale rezistentne na teške metale pa ih iz zemljišta usvajaju u prekomernim količinama.

Pre nego što se pristupi remedijaciji (fitoremedijaciji) okvako zagađenog zemljišta, potrebno je

ponoviti analizu zemljišta uzimanjem većeg broja uzoraka naročito sa obradivih površina, da bi se imao što bolji uvid u sadržaj teških metala u njemu.

Veliki je broj radova u literaturi koji govori o tome da neke više biljke imaju prirodni potencijal da iz zemljišta i vode uklone toksične teške metale. Ovo njihovo prirodno svojstvo osnova je za biotehnologiju poznatu kao fitoremedijacija. Tehnologija fitoremedijacije je ekonomski najprihvatljivija, za razliku od do sada poznatih klasičnih tehnologija.

Prekomerno zagađeno zemljište teškim metalima na ispitivanom području je moguće smanjiti fitoekstrakcijom, tj. zasađivanjem određenih biljnih vrsti, koje će preko korenovog sistema za predviđeni vremenski period znatno smanjiti sadržaj teških metala u njemu. Tehnologija fitoremedijacije je ekonomski najprihvatljivija, za razliku od do sada poznatih klasičnih tehnologija.

LITERATURA

- [1] Lovejoy, T.E.: Forevord. In: Soule, M.E. and Wilcox, B.A. (eds.), Conservation biology: An evolution-nary ecological perspective, V-IX. Sinauerr Associates, Sunderlands, Mass, (1980).
- [2] Janković M: Biodiverzitet, Beograd, (1995).
- [3] Rekalic V., Analiza zagađivača vazduha i vode, TMF, Beograd, (1995).
- [4] Jakovljević M., Petrović M., Hemija zemljišta i voda, naučna knjiga, (1991).

- [5] Sparks D. L., Environmental Soil Chemistry, Elsevier Science, (2003).
- [6] Dražević LJ., Doktorski rad, Zagađivanje teškim metalima u aluvionu reke Ibar u severnom delu Kosova i Metohije, FTN, Kosovska Mitrovica, (2009).
- [7] Službeni glasnik RS, Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja, (1994).
- [8] Službeni list SRJ, Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, (1998).

IZVOD

ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE TEŠKIM METALIMA I MONITORING BIODIVERZITETA GRADOVA KOSOVSKE MITROVICE I ZVEČANA

Na područjima Kosovske Mitrovice i Zvečana ispitivan je sadržaj teških metala: Pb, Cd, Cr, Hg, Zn i pH vrednost u površinskoj vodi reke Ibar, podzemnim vodama (bunarima) i zemljišta u neposrednoj blizini mernih mesta za vode na dubini od 30 cm. Ispitivanja teških metala i pH vrednosti u uzorcima površinskih i podzemnih voda su urađena sezonski, tj. za četiri godišnja doba (proleće, leto, jesen i zima) 2006. i 2007. godine. pH vrednost i teški metali u uzorcima zemljišta ispitani su u hladnom (zima) i toplom (leto) periodu.

Na ovakav način ispitivanja teških metala u životnoj sredini ispitivanog područja odlučeno je da bi se ustanovio sadržaj istih nakon prestanka rada industrijskih postrojenja Rudarsko-metalurško-hemijskog Kombinata, RMHK "Trepča", 1999. g. kao primarnog zagađivača teškim metalima životne sredine ispitivanog područja i šire.

Koncentracija teških metala u uzorcima vode Ibra i bunara, kao i kadmijuma iz uzoraka zemljišta, određena je atomskom apsorpcionom spektrometrijom-grafitnom tehnikom i tehnikom hladnih para (Hg). U uzorcima zemljišta, ostali teški metali su određeni metodom X-ray fluorescentne spektrometrije. Rezultati sadržaja teških metala u uzorcima zemljišta, izuzev Hg, pokazuju znatno povišenu koncentraciju iznad maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK), a u vodama je, uz male izuzetke, sadržaj manji od MDK za vodu za piće. Ispitivani teški metali, uporedo, za prirodne vode i zemljište mogu pružiti uvid u stanje zagađenosti životne sredine i biodiverziteta na ispitivanom području. Tako je primetno da je biodiverzitet akvatičnog ekosistema tj. reke Ibar zadovoljavajući. Dok zemljišni biodiverzitet je vema smanjen i izmenjen.

Cljučne reči: teški metali, voda, zemljište, životna sredina, biodiverzitet

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL POLLUTION BY HEAVY METALS AND BIODIVERSITY MONITORING OF PALCES KOSOVSKA MITROVICA AND ZVEČAN

Research takes place in areas of Kosovska Mitrovica and Zvecan with the aim to determine content of following heavy metals: Pb, Cd, Cr, Hg, Zn and also pH values in surface water of Ibar river, underground waters (wells) and soil immediately near mesurement places of water on 30 m depth. Reassserch of heavy metals presence and pH values in samples of surface and underground waters was done seasonal, during spring, summer, autumn and winter of 2006. and 2007. While pH values and heavy metals in soil samples were examined during cold (winter) and worm(summer) periods.

This kind of heavy metals presence examination in life environment was done with purpose of finding out level of their presence after Metallurgical, Mining and Chemical Combine "Trepca" as a main pollutant stops working in year 1999, also to mention that "Trepca" were primary pollutant for wider area than those in which research takes place.

Concentration of heavy metals in samples of water from Ibar River and wells, also Cadmium in soil samples were determined by using Atom absorption spectrometry-graphite techniques and by techniques of cold steams (Hg). Other heavy metals in soil samples were determined by using X-ray fluorescence spectrometry. Results of heavy metals content (except Hg) in soil samples show us considerably high concentration of those, more than maximum allowed concentration (MAC), while in water beside few exceptions its content is less than MAC for drinking water. Parallel researching presence of heavy metals in natural water and soil can give us insight into state of environmental pollution and biodiversity of research area. It is noticeable that biodiversity of aqua ekosistem ie. Ibar Rivear is satisfied. While on other side biodivesity of soil is wery reduced and changed.

Key word: heavy metals, water, soil, enviroment and biodiversity.