

SADRŽAJ U VODI RASTVORLJIVIH I IZMJENJIVIH FORMI CINKA U PRAŠINI DUŽ MAGISTRALNOG PUTA M-17 KROZ GRAD MOSTAR

Sejit Bobar*, Munir Mehović

Univerzitet "Džemal Bijedić" u Mostar, Nastavnički fakultet, Odsjek hemija, Sjeverni logor bb 88104 Mostar, sejit.bobar@unmo.ba

SAŽETAK

U radu je predstavljeno istraživanje sadržaja u vodi rastvorljivih i izmjenjivih formi cinka u prašini na magistralnom putu M-17 kroz grad Mostar. Na posmatranom prostoru odabrano je pet lokaliteta za istraživanje definisanih zadataka. Uzorci prašine uzeti su u jednom ciklusu (jesen 2018. godine). Navedeni metal je određivan u skladu sa standardima EU, korišten je instrument AAS (Atomska apsorpcijska spektrometrija), tip AA-6200-Shimadzu. metoda: FAAS-plamena tehnika kod određivanja ukupnog sadržaja cinka i ETAAS-elektrotermalna tehnika kod određivanja rastvorene i izmjenjive forme cinka. Rezultati istraživanja pokazuju promjene sadržaja cinka na različitim lokalitetima. Najniži sadržaj cinka utvrđen je na lokalitetu Pravoslavne crkve (Bjelušine) u vrijednosti od 28,33 mg/kg a najviši na lokalitetu Bišće polje u vrijednosti od 81,67 mg/kg. Koncentracija rastvorljivih formi cinka u ekstraktu vode bile su niske i kretale su se u granicama od 0,5 mg/kg na ispitivanom lokalitetu Bišće polje do 3,5 mg/kg na ispitivanom lokalitetu naselje „Mazoljice“. Sadržaj izmjenjivih formi cinka u ekstrakciji kiselina najviši je na lokalitetu Bišće polje, 52,0 mg/kg, a najmanja na lokalitetu Pravoslavne crkve (Bjelušine) do 9,5 mg/kg.

Ključne riječi: cink, magistralni put M-17, rastvorljive i izmjenjive forme cinka.

UVOD

Cink je jedan od najznačajnijih minerala u ljudskom tijelu. Ovaj element je izuzetno važan za funkcionisanje našeg tijela u cjelini. U organizmu zdravog čovjeka cinka ima oko 0,003% (1,4 do 2,3 g). Prosječno treba uzimati dnevno 10 - 20 mg cinka. Visoke emisije teških metala dolaze iz industrije, saobraćaja, komunalnih i industrijskih deponija i drugih antropogenih izvora. Teški metali prolaze biogeohemijski ciklus sa različitim vremenom zadržavanja u atmosferi, hidrosferi, litosferi i biosferi (Bobar, 2019). Jedan od značajnijih doprinosa u povećanju koncentracije teških metala, posebno metala cinka u zemljištu ima saobraćaj (Martinušić, 2017). Cink je prisutan u životnoj sredini u obliku jona ili kompleksa koji interaguju, na primjer, sa česticama prašine po cesti. Cestovna prašina je složena mješavina čestica i može sadržavati različite komponente kao što su organske i anorganske tvari, teški metali, spore plijesni, životinjske ostatke, pelud, fragmenti peludi itd., koje mogu da se talože zbog kretanja vozila i vjetra, što rezultira važnim izvorom onečišćenja zraka. Primijećeno je da čestice i srodni metali, osobito s sitnim česticama prašine, ostaju suspendirane u zraku pod određenim meteorološkim uvjetima. Cestovna prašina je važan pokazatelj utjecaja onečišćenja metala na okoliš uslijed različitih izvora kao što je promet, industrijske djelatnosti, elektrane, spaljivanje stambenih fosilnih goriva, spaljivanje otpada, izgradnja i rušenje aktivnosti i resuspenzija onečišćenog tla. Štetne posljedice loših uvjeta okoliša na zdravlje ljudi značajno su izražene u urbanim sredinama, osobito u gradovima zemalja u razvoju, gdje dolazi do brzog rasta stanovništva i industrije. Do sada u gradu Mostaru nije bilo sličnih istraživanja na ovoj dionici, stoga je veoma važno da znamo količinu teških metala, tačnije u ovom slučaju cinka, sa kojim smo u stalnom kontaktu. Ciljevi postavljeni u ovom istraživačkom radu bili su: Odrediti ukupni sadržaj cinka u prašini na saobraćajnici M-17 koja prolazi kroz gradsko područje grada Mostara i utvrditi sadržaj u vodi rastvorljivih formi cinka i sadržaj u vodi izmjenjivih formi cinka.

Cink u zemljištu

Količina cinka u zemljištu iznosi od 20 do 300 mg kg⁻¹ i smatra se da su hercegovačka zemljišta pretežno slabo do srednje obezbijeđena ovim elementom (Savić i Jekić, 1975). Topivost i rastvorljivost cinkovih spojeva zavisi od matičnog supstrata i uvjeta obrazovanja zemljišta. Biljke usvajaju cink u obliku dvovalentnog katjona iz rastvora zemljišta i adsorbovanog kompleksa (izmjenjivi cink).

Na krečnim zemljištima nakon kalcifikacije topivost cinka naglo opada usljed taloženja cinka u obliku hidroksida ili kalcijum-cinkata (Muhić-Šarac, 1998). Sadržaj cinka u biljkama (Sarić, 1975) je veoma mali i iznosi od 0,6 do 80 mg na kilogram suhe materije. Jedina prihvatljiva forma za biljke je Zn²⁺. Sa relativno malim radiusom i velikom gustoćom naboja, može se smatrati Lewisovom kiselinom, jer lahko formira komplekse sa ligandima koji sadrže slabe Lewis-ove baze (N, S) i, naravno, jake (O).

U zemljištu, metali se nalaze u nekoliko oblika: (1) u zemljišnom rastvoru, kao joni metala i rastvorljivi metalni kompleksi, (2) adsorbovani kao neorganski sastojci zemljišta za jonsku razmjenu, (3) vezani za organske materije zemljišta, (4) sjedinjeni, kao oksidi, hidroksidi, karbonati i (5) ugrađeni u strukture silikatnih minerala. Ekstrakcijom se iz zemljišta izdvajaju metali i određuje njihova količina iz ovih različitih oblika (Tessier et al., 1979). Porijeklo cinka u zemljištu je posljedica prirodnih i antropogenih procesa. Prirodni su pedogenetski procesi kojima tlo nasljeđuje teške metale iz matičnog supstrata, a antropogeni procesi uključuju urbanizaciju, industrijaciju, promet i poljoprivrednu proizvodnju (Ubavić i Mladenović, 1995, str 28-64). U udaljenim područjima bez antropogenog uticaja teški metali su gotovo potpuno porijeklom iz matičnog supstrata, dok su u urbanim područjima koncentracije teških metala u zemljištu veće od koncentracija u matičnim supstratima. Prirodni izvori teških metala u tlu su, pored matičnih stijena i vulkanske erupcije, morski aerosoli i šumski požari. Mnogi teški metali i metaloidi su toksični i mogu izazvati neželjene reakcije i ozbiljne probleme i pri veoma niskim koncentracijama (Arora et al., 2008). Koncentracija teških metala u ekosistemima kontinuirano se povećava i djelovanjem antropogenih utjecaja usljed industrije i cestovnog prometa (Zn, Cu, Hg, Ni, Cd, Pb), termoelektrana (As), te poljoprivrede (As, Cd, Ni) (Govindasamy et al., 2011). Dinamika, odnosno ponašanje elemenata u zemljištu uslovljeno je mnogim faktorima, koji mogu uticati i na njihovu pokretljivost i pristupačnost za biljke. Od tih faktora mogu se izdvojiti: pH vrednost zemljišta, sadržaj organske materije i gline u zemljištu. Na primer As i Se su mobilniji u alkalnom, dok su Hg, Pb, Cd i Zn mobilniji u kiselom zemljištu (Violante et al., 2010). Pored ova tri faktora i drugi faktori mogu uticati na njihov sadržaj i pokretljivost u zemljištu kao što su: mehanički sastav i vlažnost zemljišta, sadržaj CaCO₃ i hidratiranih oksida željeza i aluminijuma (Ubavić i sar., 1993).

MATERIJALI I METODE

U radu istraživana je ukupni sadržaj cinka i sadržaj u vodi rastvorljivih i izmjenjivih formi cinka u prašini na magistralnom putu M-17 kroz grad Mostar. Na posmatranom istraživačkom prostoru odabrano je pet lokaliteta za dobijanje uzoraka. Odabrani lokaliteti istraživanja nisu ranije osmatrani, ali su reprezentativni i pogodni za dugoročnu analizu. Uzorci prašine uzeti su u jednom ciklusu (jesen 2018. godine). Uzorci prašine predstavljaju kompozitne uzorke. Nastali su od pojedinačnih uzoraka, uzetih sa lijeve i desne strane puta i sredine puta, u razmjeri 3:3:2 (3 uzorka sa lijeve strane, 3 uzorka sa desne strani i 2 uzorka iz sredine puta). Uzorci su sakupljeni plastičnom lopaticom u odgovarajuće plastične posude. Uzorci u laboratoriji su prvo očišćeni od prisutnih nečistoća (biljni materijal, grnčice i sl.). Vazdušno osušeni uzorci prašine su prosijavani kroz plastično sito okruglog otvora promjera 2 mm, a zatim homogeniziran na plastičnoj foliji. Metodom četvrtanja, na plastičnoj foliji, dobijeni su primarni uzorci od 1 kg. Za analizu ukupnog sadržaja cinka, korišteno je 5,0000 g ± 0,1 mg vazdušno – suhog uzorka. Za analizu rastvorljivih formi cinka, ekstrakcijom u vodi, korišteno je 1, 0000 g ± 0,1 mg vazdušno-suhog uzorka. I za analizu izmjenjivih formi cinka ekstrakcijom u kiselinama, korišteno je 1g ± 0,1 mg vazdušno - suhog uzorka.

Sadržaj ukupnog cinka i sadržaj u vodi rastvorljivih i izmjenjivih formi cinka u prašini je određivan u skladu sa standardima EU, korištena je metoda FAAS-plamena kod određivanja ukupnog sadržaja cinka i ETAAS-elektrotermalna tehnika kod određivanja rastvorne i izmjenjive forme cinka. Prostorni raspored lokaliteta dat je na slici 1.



Slika 1. Prostorni raspored istraživanih lokaliteta na magistralnom putu M-17 kroz grad Mostar

- Lokalitet 1 – Sjeverni ulaz u grad Mostar (Zalik)
- Lokalitet 2 – naselje Mazoljice
- Lokalitet 3 – Pravoslavna crkva (Bjelušine)
- Lokalitet 4 – Raskrsnica u naselju „Tekija“
- Lokalitet 5 – Bišće polje

Ekstrakcija se zasniva na različitoj topljivosti komponenti u dvije međusobno netopljive ili djelomično topljive tekućine (Muhić-Šarac, 1998). Metoda ekstrakcije metala osigurava pogodan način da se odrede metali vezani za osnovne faze tokom taloženja kao i mehanizma njihove dijagenetske transformacije.

Analize uzetih uzoraka vršene su u laboratorijama Instituta prirodnih nauka, Univerziteta „Džemal Bijedić“ u Mostaru i laboratorijama Prirodno-matematičkog fakulteta u Sarajevu.

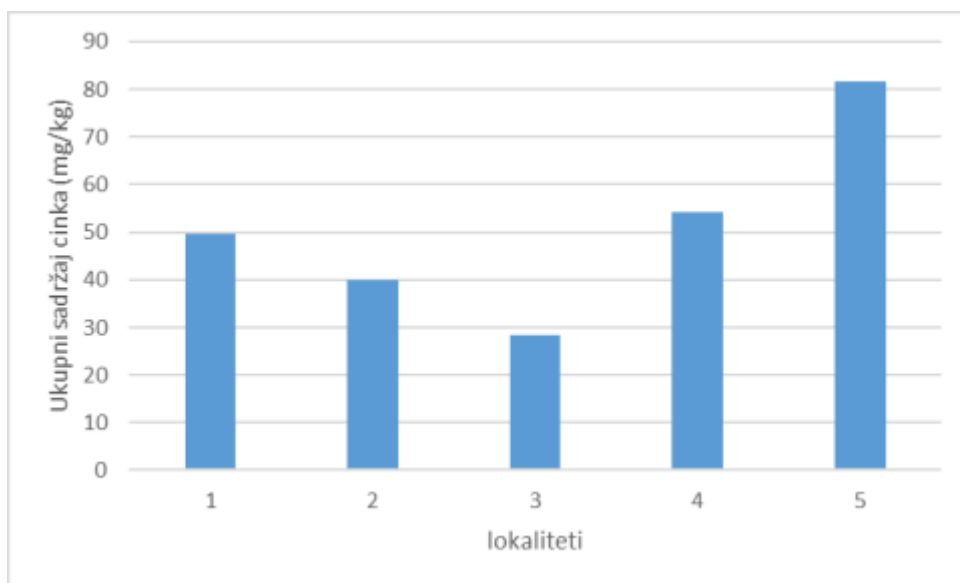
REZULTATI I DISKUSIJA

U skladu sa postavljenim zadacima istraživanja utvrđen je ukupni sadržaj cinka i sadržaj u vodi rastvorljivih i izmjenjivih formi cinka u prašini duž magistralnog puta M-17 kroz grad Mostar. Rezultati ispitivanja prezentirani su u tabeli 1., raspodijela sadržaja cinka na lokalitetima ispitivanim duž magistralnog puta predstavljani su na grafikonu 1.

Tabela 1: Sadržaj ukupnog cinka u prašini duž magistralnog puta M-17, kroz grad Mostar

Cink (Zn) mg/kg	Lokalitet istraživanja				
	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 5
	49,67	40,00	28,33	54,30	81,67

Iz tabele 1 se uočava da postoji određena razlika u vrijednostima cinka u prašini po lokalitetima duž magistralnog puta M-17. Najniža vrijednost ukupnog cinka utvrđena je na lokalitetu (3) Pravoslavna crkva (Bjelušine) gdje iznosi 28,33 mg/kg a najviša na lokalitetu (5) Bišće polje, gdje iznosi 81,67 mg/kg. S obzirom da je magistralni put M-17 veoma frekventna saobraćajnica i samim tim što se lokaliteti istraživanja nalaze u gusto naseljenim područjima, očekivano je da će uzorci prašine sadržavati određene količine cinka. Također u gradu Mostaru je u posljednjem desetljeću porastao broj motronih vozila, što može da dovede do povećanja zagađenja. Visoki nivoi ukupnog cinka u prašini su uobičajni u urbanim područjima, posebno u blizini saobraćajnica, kao posljedica emisije iz vozila, kao i korištenja različitih zaštitnih premaza kod automobila. Na lokalitetu (5), koji se nalazi u naselju „Bišće polje“ utvrđene su najveće koncentracije ukupnog cinka u prašini. Utvrđene veće koncentracije ukupnog cinka mogu biti povezane sa nizom faktora na tom području, kao što su: blizina registrovanih skladišta krutog otpada, niz različitih privrednih objekata kao i kružni tok. Niske koncentracije ukupnog cinka na lokalitetu (3) Pravoslavna crkva (Bjelušine), mogu se povezati s činjenicom da na tom području, imamo povoljnu ekološku situaciju, odnosno na tom prostoru nema značajnih zagađivača, individualnih kuća, a i saobraćajnica ima blagi nagib prema lokalitetima (2) i (4).



Grafikon 1: Raspodijela ukupnog cinka u prašini duž magistralnog puta M-17 kroz grad Mostar

Iz grafikona 1 prostorne raspodjele može se vidjeti da su koncentracije cinka najveće na lokalitetu (5) Bišće polje i (4) Raskrsnica u naselju „Tekija“, gdje magistralni put prolazi kroz urbane dijelove i gdje se nalazi najveći broj industrijskih i komunalnih zagađivača.

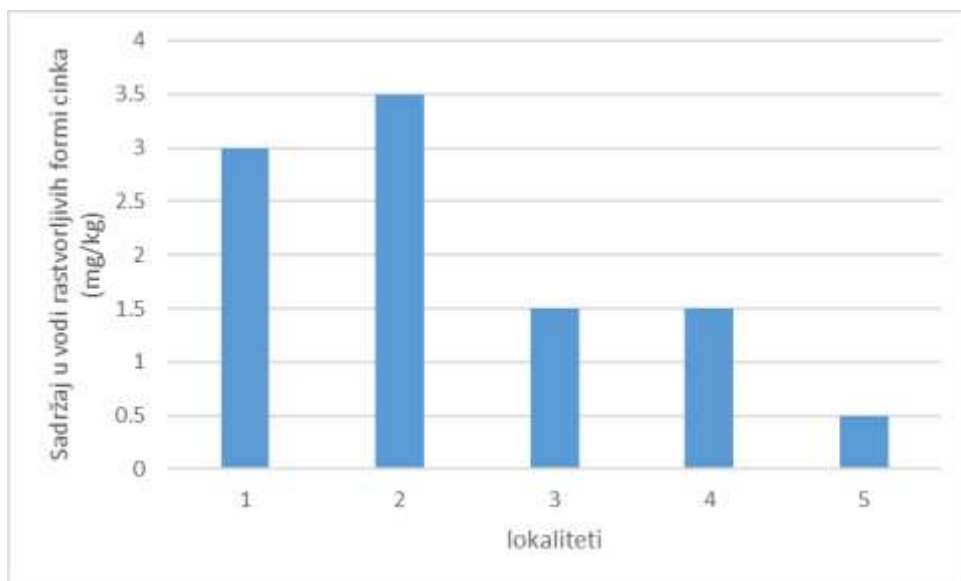
Rezultati ispitivanja sadržaja rastvorljivih formi cinka u prašini na odabranoj dionici magistralnog puta M-17 prezentirani su u tabeli 2., a raspodijela sadržaja rastvorljivih formi cinka duž magistralnog puta po lokalitetima predstavljena je na grafikonu br. 2.

Tabela 2: Sadržaj rastvorljivih formi cinka u ekstraktu vode u cestovnoj prašini magistralnog puta M-17, kroz grad Mostar

Cink (Zn) mg/kg	Lokalitet istraživanja				
	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 5
	3,00	3,50,	1,50	1,50	0,50

Na temelju utvrđenih rezultata a prezentiranih u tabeli broj 2, ustanovljeno je da se najmanje koncentracije rastvorljivih formi cinka u ekstraktu vode nalaze na lokalitetu (5) Bišće polje, gde je utvrđena vrijednost 0,50 mg/kg, a najveće koncentracije na lokalitetu (2) naselje Mazoljice, gdje iznosi 3,50 mg/kg. Razlika u vrijednostima koncentracije rastvorljivih formi cinka u ekstraktu vode, na lokalitetima istraživanja, mogu se povezati sa promjenama u mehaničkom, fizikalnom i hemijskom sastavu prašine.

Raspodijela sadržaja rastvorljivih formi cinka duž magistralnog puta po lokalitetima predstavljena je na grafikonu 2.



Grafikon 2: Raspodijela rastvorljivih formi cinka u prašini po lokalitetima duž magistralnog puta M-17 kroz grad Mostar

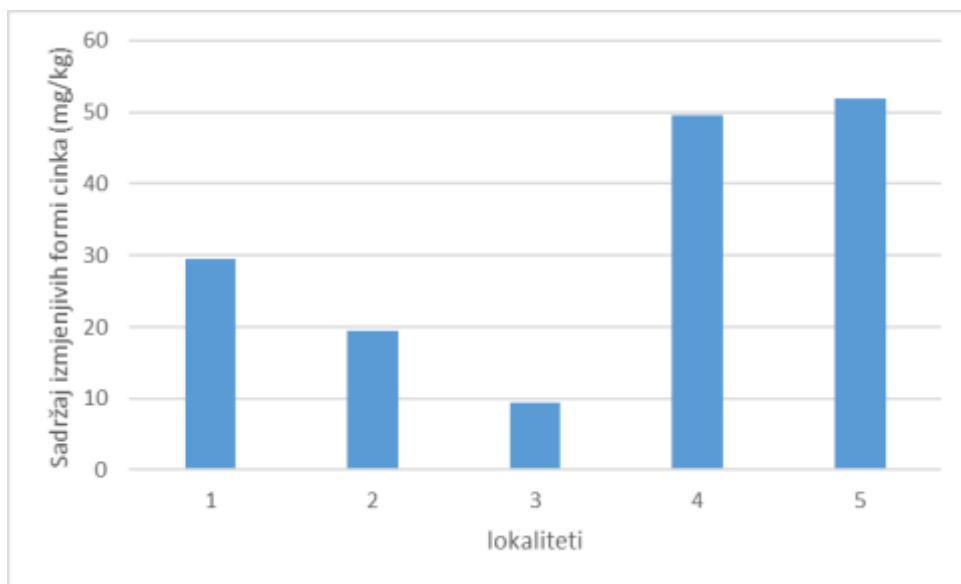
Iz prostorne raspodjele i sadržaja rastvorljivih formi olova u cestovnoj prašini, može se vidjeti da su koncentracije u sjevernom dijelu magistralnog puta na lokalitetu (1) Sjeverni ulaz u grad Mostar (Zalik) i (2) naselje Mazoljice, dosta izjednačene i visoke u odnosu na ostale lokalitete, razlog bi mogao biti povezan sa promjenama u mehaničkom, fizikalnom i hemijskom sastavu prašine u odnosu na satav prašine na drugim lokalitetima.

Dobiveni rezultati izmjenjivih formi cinka tokom istraživanja prezentirani su u tabeli 3 može se konstatovati da se utvrđene koncentracije izmjenjivih formi cinka u ekstrakciji kiselina (HCl + H₂SO₄) razlikuju od lokaliteta do lokaliteta. Najniži sadržaj izmjenjivih formi cinka utvrđen je na lokalitetu (3) Pravoslavna crkva (Bjelušine), gdje iznosi 9,50 mg/kg, a najveći na lokalitetu (5) Bišće polje, gdje iznosi 52,00 mg/kg. Niske koncentracije izmjenjivih formi cinka na lokalitetu (3) Pravoslavna crkva (Bjelušine), mogu se povezati s činjenicom da lokalitet ima povoljniju ekološku situaciju. Naime oko lokaliteta (3), u užoj i široj okolini nema poljoprivrednih aktivnosti, deponija bez nadzora i dr.zagađivača, da se saobraćaj odvija veoma brzo, bez većeg zastoja.

Tabela 3: Sadržaj izmjenjivih formi cinka u ekstrakciji kiselina HCl + H₂SO₄ u cestovnoj prašini duž magistralnog puta M-17, kroz grad Mostar

Cink (Zn) mg/kg	Lokalitet istraživanja				
	Lok. 1	Lok. 2	Lok. 3	Lok. 4	Lok. 5
	29,50	19,50	9,50	49,67	52,00

Raspodijela sadržaja rastvorljivih formi cinka duž magistralnog puta M-17 po lokalitetima predstavljena je na grafikonu 3.



Grafikon 3: Sadržaj izmjenjivih formi olova u prašini po lokalitetima duž magistralnog puta M-17 kroz grad Mostar

Iz prostorne raspodjele i sadržaja izmjenjivih formi cinka u cestovnoj prašini, može se vidjeti da su koncentracije izmjenjivih formi cinka imale različite vrijednosti od sjevera prema jugu. Ovakva raspodijela sadržaja izmjenjivih formi cinka u uzorcima cestovne prašine direktno je vezana sa sadržajem i brojem prisutnih zagađivača i prostornom raspodjelom naselja oko magistralnog put koji prolazi kroz urbane dijelove grada.

ZAKLJUČAK

Istraživanje je provedeno u mjesecu septembru 2018-te godine. Shodno provedenom istraživanju na ukupni sadržaj cinka u prašini i sadržaj u vodi rastvorljivih i izmjenjivih formi cinka duž magistralnog puta M-17 kroz grad Mostar utvrđeno je:

- 1) Rezultati istraživanja ukazuju na to da ukupni sadržaj cinka u prašini duž magistralnog puta M-17 nije dostigao kritičan nivo koji može da dovede do štetnih posljedica po organizme i narušavanje ekološke ravnoteže istraživanog prostora. Najveći sadržaj ukupnog cinka u prašini utvrđen je na lokalitetu (5) i ima vrijednost 81,67 mg/kg. Visok sadržaj ukupnog cinka na ovom lokalitetu može se povezati sa nizom faktora koji su mogli utjecati na povećanu količinu utvrđenog cinka a to su: visoka frekvencija saobraćaja, blizina krutog metalnog otpada, niza drugih privrednih objekata kao i blizina kružnog toka.
- 2) Sadržaj rastvorljivih formi cinka u ekstraktu vode su najveće na lokalitetu (2) naselje Mazoljice, i ima vrijednost 3,50 mg/kg, a najmanje na lokalitetu (5) Bišće polje i ima vrijednost 0,50 $\mu\text{g/g}$. Nađene visoke koncentracije rastvorljivih formi cinka na lokalitetu (2) u naselju Mazoljice, mogu se povezati sa činjenicom da se dio magistralnog puta nalazi u blizini gusto naseljenog područja, prašina na ovom dijelu magistralnog puta je najvjerovatnije onečišćena biološkim lako razgradivim cinkovim jedinjenjima, što može biti jedan od razloga većih koncentracija rastvorljivih formi cinka u ekstraktu vode.
- 3) Sadržaj izmjenjivih formi cinka u ekstrakciji kiselina najveći je na lokalitetu (5) Bišće polje, gdje iznosi 52,00 mg/kg, a najmanja na lokalitetu (3) Pravoslavn crkva (Bjelušine) i iznosi

9,50 mg/kg. Lokalitet (3) se nalazi na dijelu magistralnog puta M-17 gdje se ne nalazi mnogo individualnih kuća i sa vrlo malim brojem mogućih zagađivača.

- 4) Na temelju analitičkih informacija dobijenih poslije istraživanja vidljivo je da su koncentracije cinka u prašini duž magistralnog puta M-17 na svim lokalitetima niže od maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) od 100 mg/kg, propisanih Pravilnikom o zaštiti zemljišta od onečišćenja (Sl. novine FBiH, br.72/09).

Istraživanje provedeno na definisanom prostoru dionice magistralnog puta M-17 kroz grad Mostar može poslužiti kao temelj za dodatna istraživanja koja će uključiti i druge teške metale kao i smjernice u podizanju svijesti ljudi na ekotoksikološku opasnost metala.

LITERATURA

- Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B., Mittal N. (2008) *Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources*. Food Chemistry 111: 811–815.
- Govindasamy, C., Arulpriya, M., Ruban, P., Francisca, L.J., Ilayaraja, A. (2011) *Concentration of heavy metals in seagrasses tissue of the Palk Strait, Bay of Bengal*. International Journal of Environmental Science 2: 145–153.
- Martinušić, S. (2017). *Utjecaj suvremenih prometnica na okoliš i mjere zaštite*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti.
- Muhić-Šarac T. (1998). *Ekstraktibilne količine metala (Fe, Mn, Cu i Zn) u nekim tlima Bosne i Hercegovine*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo, BiH.
- Ubavić, M., Dozet, D., Bogdanović, D. (1993) *Teški metali u zemljištu*. U: R. Kastori (ured.), *Teški metali i pesticidi u zemljištima Vojvodine*, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 31–46.
- Ubavić, M. i Bogdanović, D. (1995) *Agrohemija*, Novi Sad: Poljoprivredni Fakultet.
- Tessier, A., Campbell, P.G., Bisson, M. (1979) *Sequential extraction procedures for the specification of particulate trace metals*. Analytical Chemistry 5: 844–855.
- Violante, A., Cozzolino, V., Perelomov, L., Caporale, A.G., Pigna M. (2010) *Mobility and bioavailability of heavy metals and metalloids in soil environments*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 10 (3): 268–292.

CONTENT OF WATER SOLUBLE AND INTERCHANGEABLE FORM OF ZINC IN THE DUST ON THE MAIN ROAD M-17 THROUGH THE CITY OF MOSTAR

Sejit Bobar*, Munir Mehović

University "Džemal Bijedić" of Mostar, Faculty of education, Department of chemistry, Sjeverni logor bb 88104 Mostar, sejit.bobar@unmo.ba

ABSTRACT

The paper presents a study of the content of water - soluble and exchangeable forms of zinc in the dust on the main road M-17 through the city of Mostar. In the observed area, five localities were selected for the research of defined tasks. Dust samples were taken in one cycle (autumn 2018). The specified metal was determined in accordance with EU standards, using the instrument AAS (Atomic Absorption Spectrometry), type AA-6200-Shimadzu. method: FAAS-flame technique in determining the total zinc content and ETAAS-electrothermal technique in determining the water - soluble and exchangeable form of zinc. The results of the research show changes in the zinc content in different localities. The lowest zinc content was determined at the site of the Orthodox Church (Bjelušine) in the value of 28,33 mg / kg and the highest at the site Bišće polje in the value of 81,67 mg / kg. The concentration of water-soluble forms of zinc in the water extract was low and ranged from 0,52 mg / kg at the examined locality Bišće polje to 3,57 mg / kg at the examined locality Mazoljice. The content of exchangeable forms of zinc in acid extraction is the highest at the Bišće polje locality, 52,08 mg / kg, and the lowest at the Orthodox Church locality (Bjelušine) up to 9,51 mg / kg.

Keywords: zinc, M-17 highway, soluble and exchangeable forms of zinc