

## Sadržaj Fe, Pb i Cu u zemljištu napuštenog vojnog strelišta „Zalik“ Mostar

Alma Mičijević, Aida Šukalić

**SAŽETAK:** Tlo kao površinski dio Zemlje čini životnu osnovu i životni prostor za ljude, životinje, biljke i mikroorganizme. Opterećenje tla tvarima koje dopijevaju u njega može djelovati dvostruko. S jedne strane štetne tvari mogu biti opasne za biljke, životinje i ljude. S druge strane štetne tvari u tlu mogu ispiranjem dospjeti u podzemne i površinske vode. Jedan od motiva pristupanju istraživanja sadržaja teških metala na vojnom strelištu „Zalik“ je višedecenijska specifična namjena ovog prostora za obuku u gađanju bojevom municijom. Pretpostavlja se da je ovo područje kontaminirano metalima, ali do sada nikakva istraživanja na tom području nisu vršena. Istraživano područje se nalazi samo 2,5 km od centra grada Mostara, a posebno je značajna blizina rijeke Neretve koja prima sva onečišćenja i nosi ih sa sobom u krajeve južnog dijela Hercegovine. Razmatrani rezultati sadržaja metala (Fe, Pb i Cu) u zemljištu napuštenog strelišta „Zalik“ dobivene ovim istraživanjem ukazuju na potrebu sanacije nekih dijelova ispitivanog zemljišta. Prisustvo svih istraživanih metala pokazuju rezultate veće od MDK. Količine prisutnog željeza nije zabrinjavajuća. Najveće koncentracije su na liniji dometa kratke cijevi, i to na drugoj dubini, gdje je konstantovano povećanje od 15%. Sadržaj bakra na pojedinim uzorcima je 99 puta veći od MDK. Kao i kod sadržaja željeza, prisutna količina bakra je također najveća na liniji dometa kratke cijevi, na drugoj dubini istraživanja. Olovo, kao najnepoželjniji element je pokazao rezultate iznad dozvoljenih koncentracija do 261 put iznad MDK i to na prvoj dubini dometa duge cijevi.

**Ključne riječi:** *poligon strelišta, bojeva municija, željezo, olovo, bakar, AAS, MDK*

## Content of Fe, Pb and Cu in the Land of the Abandoned "Zalik" Military Shooting Area

**ABSTRACT:** Soil is the surface of the Earth and it makes the living base and living space for humans, animals, plants and microorganisms. Loading of soil with substances that mature in it can act doubly. On the one hand, harmful substances can be dangerous for plants, animals and humans. On the other hand, pollutants in the ground can reach the ground and surface waters by rinsing. One of the motives for accessing the research of heavy metal content at the Zalik military shooting area is the decades-old specific purpose of this space for shooting training with battle ammunition. It is assumed that this area is contaminated with metals, but so far no research in this area has been carried out. The exploration area is located only 2.5 km from the center of Mostar, and the proximity of the Neretva river is particularly important because it takes all pollution and carries all of them in the southern part of Hercegovina. Considered results of the metal content (Fe, Pb and Cu) in the land of the abandoned "Zalik" shooting area obtained in this research indicate the need of rehabilitation for some parts of the examined soil. The presence of all the investigated metals showed results higher than MDK. The amount of iron presence is not worrying. The highest concentrations are on the line of short-range weapons, at a second depth of investigation, where is constant increase of 15%. Copper content in individual samples is 99 times higher than MDK. As with iron content, the present amount of copper is also the largest in the line of short range weapons at the second depth of the study. Lead, as the most undesirable element, showed results above permissible concentrations up to 261 times above MDK and at the first depth of the long – range weapons.

**Keywords:** *military shooting area, ammunition, iron, lead, copper, AAS, MDK*

### UVOD

Poligon strelišta „Zalik“ nalazi se u sjevernom dijelu grada Mostara. Smješten je između uzvišenja, na istoku graniči sa rubnim dijelovima brda Fortica, sa sjeverozapadne strane okružuje ga uzvišenje Bojanovo brdo, južni dio poligona graniči sa samim rubom MZ Z Istraživano područje se više decenija koristilo za obuku u gađanju bojevom municijom. U krugu od 2 km živi oko 18.000 – 20.000 stanovnika grada Mostara, a sam

centar grada udaljen je oko 2,5 km. Paralelno sa strelištem sa zapadne strane na udaljenosti od 0,5 – 1,0 km teče rijeka Neretva, koja prima sve oborinske vode sa ovog područja noseći ih nizvodno do ravničarskih dijelova Hercegovine gdje se stanovništvo bavi intenzivnim uzgojem voća i povrća koristeći vode Neretve za zalijevanje. Od 2005. godine na poligonu nema nikakvih vojni aktivnosti, praktično je napušten. Danas se uglavnom koristi kao šetaliste i za rekreativne

aktivnosti odraslih i djece, a u posljednje vrijeme se sve više koristi za individualnu stambenu izgradnju. Pri gradnji stambenih objekata stanovništvo najčešće dio parcele namjenjuje kultivisanju, tj. pravi vrtove za uzgajanje povrća za domaću upotrebu i uzgaja voće specifično za ovo podneblje. Zbog svega navedenog izuzetno je važno istražiti sadržaj metala u zemljištu zaostao od dugogodišnje upotrebe poligona za gađanje bojevom municijom.

*Olovo* je jedan od glavnih metalnih štetnih tvari koji se u Zemljinoj kori pojavljuje rijetko s udjelom od 0,0018. Za čovjeka, životinje i biljke olovo nije esencijalni element, već sa svojim spojevima pripada skupini jakih otrova za okoliš (Raos, 2008).

U organizam čovjeka olovo dopire u obliku anorganskih spojeva, u respiratorni sistem u obliku aerosoli koje sadrže olovo, a zatim preko hrane, pitke vode i pića. Uprkos malom sadržaju olova u zraku, u ljudski organizam preko pića dopire veći dio olova u odnosu na probavni trakt.

Posebno je opasno dugotrajno unošenje malih količina olova. Iako se dio olova izlučuje urinom, veći dio deponuje se u kostima odakle potiskuje kalcij, pri čemu može doći do lažnog rahitisa (Goletić, 2005).

*Željezo* u biološkim sistemima blisko je vezano za metabolizam oksigena kao biogenog elementa; osobin ovog metala dozvoljavaju transport i učestće oksigena u nizu biokemijskih procesa (Belanović, Knežević, Miličić i Đorović, 2004).

Postoje mnogi faktori koji utječu na apsorpciju željeza. Askorbinska kiselina, vitamin C, pojačava apsorpciju, jer ga helatizira i stvara kompleks te može reducirati feri u fero oblik. Željezo animalnog porijekla se mnogo brže apsorbira nego željezo biljnog porijekla.

*Bakar* je element čiji se sadržaj u zemljištu kreće oko 50 mg/kg. Koncentrira se u mineralnom dijelu tla.

Ovo je esencijalni element koji ima veliki značaj u metaboličkim procesima biljaka. Naime, bakar učestvuje u većini oksido-redukcijskih enzimskih sistema. Zbog toga je važan u procesima fotosinteze, a također i za metabolizam azota.

Prekomjerno nakupljanje bakra u organizmu izaziva Wilsonovu bolest koja se pojavljuje u 1:30.000 ljudi (Vidović, 2001).

Prekomjerno nagomilani bakar oštećuje jetru i mozak, što dovodi do pojave hepatitisa, psihičkih i neuroloških simptoma. Simptomi se uobičajeno pojavljuju u kasnoj adolescenciji, a u nekih ljudi čak i nakon 40. godine. Kod oboljelih se mogu pojaviti žutica, ascites, povraćanje krvi i abdominalni bolovi. U polovici oboljelih jetra je jedini oštećeni organ, a prve patološke promjene na jetri vidljive su isključivo mikroskopski.

## MATERIJAL I METODE RADA

U ovom istraživanju korišteno je ciljano uzorkovanje koje se vrši u slučajevima već poznatog područja uzorkovanja, kao i kod poznavanja potencijalnog izvora zagađenja kada se radi o kontaminaciji teškim metalima.

Istraživanje je vršeno na četiri lokalita:

1. Linija ispaljenja
2. Linija dometa kratke cijevi
3. Linija dometa duge cijevi

## 4. Kontrolno mjesto u Sjevernom logoru u blizini Neretve

Za određivanje sadržaja istraživanih metala uzeti su uzorci zemljišta sa dvije dubine 0–15 i 15–30 cm. Na prva tri mjesta uzorkovanja uzorci su uzimani i sa lijeve i sa desne strane linije. Ukupno je uzeto 14 uzoraka zemljišta i to 12 na samom lokalitetu i 2 uzorka u Sjevernom logoru, koji se koristio kao kontrolni. Uzeta su po 4 uzorka: na mjestu ispaljenja, na liniji dometa kratke cijevi, te na liniji dometa duge cijevi.



Slika 1. Uzorkovanje zemljišta



Slika 2. Laboratorijske analize



Slika 3. Presjek mjesta uzorkovanja

Uzorkovanje zemljišta je vršeno standardnom metodom, ručnim iskopavanjem rupa dimenzija 30 x 30 x 30 cm. Nakon odstranjivanja kamenja većih dimenzija (preko 1 cm) i nečistoća (različiti otpad) zemljište je uzimano plastičnim lopaticama u papirne vrećice koje su popisno obilježene i spremijene u plastične vreće radi lakšeg transporta. Iz nekoliko iskopanih rupa na terenu je pripremljen prosječna uzorak ukupne količine svakog pojedinog uzorka od oko 2 kg.

Sve hemijske analize su rađene u laboratoriju Federalnog zavoda za poljoprivredu, prema metodama koje su određene Zakonom. Određivani su sljedeći parametri: pH u zemljištu, higroskopska vlaga, određivanje sadržaja humusa, određivanje sadržaja karbonata, određivanje fiziološki dostupnog  $K_2O$  i  $P_2O_5$ , te određivanje sadržaja metala. Količina prisutnih metala: Fe, Pb i Cu odrađivana je metodom AAS na spektrofotometru, plamenom tehnikom. U ovom radu korištene su apsorpcijske metode s elektrotoplinskim atomizerima (Tomljanović, 2000).

Na slikama se može vidjeti postupak uzorkovanja zemljišta, sam presjek izgleda unutrašnjosti mjesta uzorkovanja, te dio laboratorija u kojem su vršene analize.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Analize zemljišta izvršene su neposredno nakon uzimanja uzoraka u laboratorijama Federalnog Zavoda za poljoprivredu, standardnim metodama za kontrolu kvaliteta i hranljivosti zemljišta, te sadržaju teških metala. Dobiveni rezultati osnovnih parametara kvaliteta ispitivanog zemljišta navedeni su u Tabeli 1.

Prezentirani rezultati ukazuju da se radi o blago alkalnom zemljištu, različitog sadržaja karbonata, što ga svrstava u zemljište laganog sastava i visokog sadržaja skeleta. Zemljište raspolaže sa niskim sadržajem pristupačnog K i P. Posebno je izražen veoma nizak

sadržaj humusa, čime se može svrstati u grupu neplodnih zemljišta.

U Tabeli 2. prikazani su rezultati sadržaja istraživanih elemenata na liniji ispaljena sa lijeve i desne strane.

Dobiveni rezultati pokazuju povećano prisustvo svih ispitivanih metala u odnosu na maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK). *Željezo* je neznatno povećano, i to na obje lokacije. Na prvoj dubini (0 – 15 cm) oko 10%, dok je na drugoj dubini (15 – 30 cm) povećano svega 2 – 3 % u odnosu na MDK. Povećanje sadržaja *bakra* je izuzetno veliko i kreće se u granicama od najnižeg sadržaja 148 mg/kg, što je 3 puta više od MDK, na lokalitetu desno na liniji ispaljenja na drugoj dubini do 1.090 mg/kg, povećanje za faktor 21, na drugoj dubini lijevo na liniji ispaljenja. Posebno je zabrinjavajuće povećano prisustvo *olova* od najnižeg 1.615 mg/kg na prvoj dubini na lijevoj strani linije ispaljenja, gdje je povećanje od 32 puta u odnosu na MDK do 6.307 mg/kg na drugoj dubini desno na liniji ispaljenja što je zabrinjavajućih 126 puta više od MDK. Uočljivo je da je sadržaj olova na oba mjesta uzorkovanja veći na drugoj dubini (15 – 30 cm) (Čatović, 2007).

Tabela 3. sadrži rezultate prisustva istraživanih metala na liniji dometa kratke cijevi.

Sadržaj istraživanih metala na liniji dometa kratke cijevi pokazuje različite vrijednosti u zavisnosti od metala i dubine uzorkovanja. Količina Fe na površinskim slojevima (0 – 15 cm) je za 20 do 50% manja, dok je na dubljem sloju (15 – 30 cm) povećana za oko 10%. Bakar, a posebice olovo, prisutni su u višestruko nedozvoljenim količinama (Galić Pilipović, Klačnja, Orlović i Vasić, 2007). U dubljim slojevima količina olova je 120 - 150 puta veća, dok je u površinskim slojevima veća za 60 - 90 puta. Količina bakra je povećana 3 - 39 puta u odnosu na dozvoljenu (Đukić-Čosić, 2006).

Tabela 1. Rezultati hemijske analize zemljišta

Šifra uzorka	Mjesto uzorkovanja	pH u vodi ( $\pm 0,01$ )	pH u KCl-u	Azota %	% $P_2O_5$ / 100g tla	% $K_2O$ / 100g tla	Humusa %	$CaCO_3$ %
A 1	Linija ispaljenja desno 0-15	7,35	6,55	0,140	6,20	3,20	1,20	2,95
A 2	Linija ispaljenja desno 15-30	7,18	6,35	0,105	6,80	4,10	1,10	3,65
B 1	Linija ispaljenja lijevo 0-15	7,66	6,82	0,125	5,90	3,80	1,30	3,80
B 2	Linija ispaljenja lijevo 15-30	7,44	6,65	0,190	3,90	11,50	1,45	2,15
E 1	Linija dometa kratke cijevi desno 0-15	7,50	6,30	0,040	6,10	16,70	1,25	3,15
E 2	Linija dometa kratke cijevi desno 15-30	7,55	6,70	0,070	5,20	4,20	1,05	3,80
F 1	Linija dometa kratke cijevi lijevo 0-15	7,40	6,60	0,060	3,45	18,00	1,35	4,05
F 2	Linija dometa kratke cijevi lijevo 15-30	7,48	6,65	0,110	4,10	11,00	1,40	4,15
G 1	Linija dometa duge cijevi desno 0-15	7,59	6,70	0,050	5,20	5,80	1,20	2,90
G 2	Linija dometa duge cijevi desno 15-30	7,55	6,72	0,165	3,15	3,65	1,15	3,80
H 1	Linija dometa duge cijevi lijevo 0-15	7,30	6,45	0,030	4,80	8,40	1,50	2,80
H 2	Linija dometa duge cijevi lijevo 15-30	7,22	6,40	0,040	3,70	4,10	1,25	3,20
M 1	Sjeverni logor 0-15	7,36	6,58	0,090	5,80	3,15	1,50	2,90
M 2	Sjeverni logor 15-30	7,39	6,62	0,050	4,55	6,20	1,35	3,05

**Tabela 2.** Sadržaj metala na liniji ispaljenja:

Uzorak	Rezultati očitavanja (mg/kg)		
	Željezo	Olovo	Bakar
Linija ispaljenja desno 0-15	33.070,00	1.769,25	239,20
Linija ispaljenja desno 15-30	31.960,00	2.000,02	148,30
Linija ispaljenja lijevo 0-15	33.030,00	1.615,40	391,10
Linija ispaljenja lijevo 15-30	31.930,00	6.307,80	1.090,00
MDK	30.000,00	50,00	50,00

**Tabela 3.** Sadržaj metala na liniji dometa kratke cijevi

Uzorak	Rezultati očitavanja (mg/kg)		
	Željezo	Olovo	Bakar
Linija dometa kratke cijevi desno 0-15	26.010,00	7.346,20	780,00
Linija dometa kratke cijevi desno 15-30	32.050,00	2.884,70	1.950,00
Linija dometa kratke cijevi lijevo 0-15	15.510,00	6.038,50	314,90
Linija dometa kratke cijevi lijevo 15-30	34.950,00	4.654,00	115,90
MDK	30.000,00	50,00	50,00

**Tabela 4.** Sadržaj metala na liniji dometa duge cijevi

Uzorak	Rezultati očitavanja (mg/kg)		
	Željezo	Olovo	Bakar
Linija dometa duge cijevi desno 0-15	31.630,00	7.846,25	1040,00
Linija dometa duge cijevi desno 15-30	34.060,00	3.538,50	180,30
Linija dometa duge cijevi lijevo 0-15	25.900,00	15.654,00	1040,00
Linija dometa duge cijevi lijevo 15-30	31.710,00	5.154,00	1.180,00
MDK	30.000,00	50,00	50,00

**Tabela 5.** Sadržaj metala na kontrolnom mjestu u Sjevernom logoru

Uzorak	Rezultati očitavanja (mg/kg)		
	Željezo	Olovo	Bakar
Sjeverni logor 0-15	19.910,00	38,46	14,50
Sjeverni logor 15-30	18.120,00	76,90	2,00
MDK	30.000,00	50,00	50,00

Dobiveni rezultati istraživanih elemenata na liniji dometa duge cijevi su prikazani u tabeli 4.

Na liniji dometa duge cijevi sadržaj željeza ne pokazuje znatno odstupanje od dozvoljenih količina, kreće se u granicama od 15% ispod na manjoj dubini lijevo do 12% iznad na većoj dubini desno. Najniže povećanje bakra, 3 puta, na većoj dubini desno, a najveće na većoj dubini lijevo, gdje iznosi 23 puta u odnosu na MDK. Na navedenim mjestima olovo pokazuje ogromno povećanje koje se kreće od 103 puta do 155 puta na manjoj dubini desno.

U Tabeli 5 su prikazani rezultati sadržaja istraživanih metala na mjestu koje smo koristili kao kontrolno, jer se lokalite nalazi oko 500 metara dalje od samog strelišta.

Kontrolno mjesto Sjeverni logor koje se nalazi 500 m ispod strelišta sadrži daleko manje metala u odnosu na uzorke sa strelišta. Sadržaj željeza je oko 30% niži od MDK, prisustvo bakra daleko manje od dozvoljenog, dok je prisustvo olova na drugoj dubini oko 50% veće od dopuštenoga (Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih tvari u zemljištu i metode njihovog ispitivanja).

## ZAKLJUČAK

Razmatrajući rezultate sadržaja metala (Fe, Pb i Cu) u zemljištu napuštenog strelišta „Zalik“ dobivene ovim istraživanjem proizilazi nekoliko vrlo značajnih činjenica zasnovanih na naučnim saznanjima.

- Prilikom uzorkovanja zemljišta tj. iskopavanjem rupa vizuelnim zapažanjem konstatirano je da na području strelišta ne postoji ni biljni i životinjski svijet što govori o prekomjernoj kontaminaciji istraživaniog zemljišta. Na isti način uzorkovano je zemljište u Sjevernom logoru gdje je uočeno prisustvo živog svijeta, naročito glista i mrava.
- Rezultati kvantitativnog prisustva metala pokazuju da se radi o visokoj kontaminaciji zemljišta koje je neupotrebljivo za bilo koje životne aktivnosti čovjeka, potencijalnoj ekološkoj opasnosti, naročito što je lokacija u neposrednoj blizini centra grada.
- Zbog propustljivog sadržaja zemljišta i velikog nivoa oborina metali se mogu naći u rijeci Neretvi koja se koristi za navodnjavanje južnog dijela Hercegovine u okviru intenzivne poljoprivredne proizvodnje, čime se kontaminanti uključuju u

- lanac ishrane na daleko većoj teritoriji (cijela BiH, dijelovi Hrvatske, Crne Gore, ali i širom Evrope).
- Prisustvo *željeza* nije zabrinjavajuće jer su najveće koncentracije nađene na bočnoj strani sa sjevera na dubini 15 – 30 cm u količini od 41. 220 mg/kg, što je za 30% više od MDK, dok je najmanje prisustvo zabilježeno na samom ulazu na poligon i iznosi 14. 830 mg/kg, što predstavlja 50% od dozvoljenih količina. Na preostalim mjestima uzorkovanja u najvećem broju prekoračenje se kreće u granicama od 10%. Poredeći dobivene rezultate po dubini uzorkovanja evidentno je da je veće prisustvo u dubljim slojevima.
  - Koncentracija *bakra* na svim mjestima unutar poligona znatno su veće od MDK. Na ulazu su u graničnim vrijednostima, dok su na kontrolnim mjestima daleko ispod dozvoljenih koncentracija. Na kontrolnim mjestima prisustvo bakra je svega 2 mg/kg, što je 25 puta ispod dozvoljenog. Na ulazu u streljište nalazimo prisustvo bakra u graničnim vrijednostima, ali su vrijednosti unutar poligona daleko iznad. Najveća kontaminacija bakrom je na prvoj dubini dometa MB granate i iznosi 4.930 mg/kg, što je 99 puta veće u odnosu na dozvoljenu koncentraciju. Najniže prisustvo bakra unutar streljišta je na drugoj dubini na liniji dometa kratke cijevi, gdje iznosi 115,9 mg/kg što je oko 3 puta veće od tolerantnih količina. Raspodjela bakra po dubini nije ujednačena, tako da se negdje veće količine nalaze u dubljim slojevima, a negdje obrnuto.
  - Najzabrinjavajuće i najevidentnije je enormno prisustvo *olova*. Na svim istraživanim mjestima koncentracije olova su povećane. Na kontrolnim mjestima povećanje je 50-100%. Količine olova, najnepoželjnijeg elementa, na cijeloj površini streljišta su zabrinjavajuće, najniža vrijednost je na drugoj dubini na liniji dometa kratke cijevi i iznosi 4. 654 mg/kg, što je 93 put veće od dozvoljenog, a najveće je na prvoj dubini na liniji dometa MB granate u vrijednosti od 13. 077,1 mg/kg (13 g/kg), što je 261 put više od MDK. Na osnovu dobivenih rezultata evidentno je da je najveće prisustvo olova na linijama dometa bojeve municije. Prema porastu kalibra municije višestruko raste prisustvo olova, što je u skladu sa sadržajem olova prisutnog u mecima ili granatama. Ova činjenica pokazuje da streljivo nije odstranjivano sa poligona i da se i danas tu nalazi u različitim dubinama. Rezultati pokazuju da su količine olova na ulazu u streljište i južnoj bočnoj strani znatno manje, mada se i one nalaze u nedozvoljenim koncentracijama. Količina olova na sjevernoj bočnoj strani daleko je veća u odnosu na južnu stranu, što je posljedica aktivnosti na poligonu u periodu od 1995. do 2000. godine, kada su pripadnici aktivnog sastava policije gađanja bojevom municijom promijenila pravac gađanja pištoljem, gdje je sa južne bočne strane gađano prema sjevernoj bočnoj strani.
  - Rezultati ovog istraživanja vrlo efikasno može upotrijebiti šira društvena zajednica, a prije svega za iznalaženje načina i mogućnosti sanacije kontaminiranog zemljišta u neposrednoj blizini gradske jezgre, koje će nekoliko decenija predstavljati ekološku prijetnju samom gradu Mostaru, zbog klimatskih uvjeta u kojima se nalazi istraživano područje velika je vjerovatnoća da će oborinske vode kontinuirano nositi toksine u rijeku Neretvu, preko koje će u nizvodnom području intenzivne poljoprivredne proizvodnje ulaziti u lanac ishrane direktno do krajnjeg potrošača – čovjeka.
  - Nužno je zabraniti individualnu stambenu izgradnju na kontaminiranom zemljištu streljišta, zbog posljedica koje teški metali izazivaju kod stanovništva. To su efekti koji se ne manifestiraju u kraćem vremenskom periodu, već zbog kontinuirane akumulacije u organizmu posljedice se evidentiraju tek kada bude kasno, tj. kada se metali iz organizma ne mogu izlučiti.

## LITERATURA

- Belanović, S., Knežević, M., Miličić, B. i Đorović, M. (2004). Odnos teških metala i mikroflora u nekim zamljištima Stare Planine. Glasnik Šumarskog fakulteta, br. 89 Šumarski fakultet, Beograd,
- Čatović, B. (2007). *Utjecaj karakteristika tla na sadržaj teških metala (Pb, Cu, Zn) u urbanim i ruralnim dijelovima Tuzle* (magistarski rad). Univerzitet u Tuzli, Tuzla.
- Đukić-Ćosić, D. (2006). Sadržaj kadmijuma i olov Thymus vrstama sa različitih područja Srbije. *Arhiv za farmaciju*, 56(4), 610-611.
- Galić, Z., Pilipović, A., Klačnja, B., Orlović, S., i Vasić, V. (2007). Stepent opterećenosti olovom, kadmijumom, cinkom i nikom zemljišta različitih fizičko-hemijskih osobina. *Topola*, 179/180, 25-33.
- Goletić, Š. (2005). *Teški metali u okolišu*. Zenica: Mašinski fakultet.
- Tomljanović, M. (2000). *Instrumentalne kemijske metode*, I dio. Zenica: Hijatus.
- Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih tvari u zemljištu i metode njihovog ispitivanja. "Službene novine Federacije BiH", broj 52/09.
- Raős, N. (2008). *Metali života – metali smrti*. Zagreb: Školska knjiga.
- Vidović, M. (2001). *Sadržaj teških metala u humanom materijalu kao posljedica zagađenja životne sredine* (doktorska disertacija). Univerzitet u Beogradu, Beograd.

**INFORMACIJE O AUTORIMA**

**Alma Mičijević**

Agromediterranski fakultet  
Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru  
Sjeverni logor bb, Mostar  
e-mail: alma.micijevic@unmo.ba

**Aida Šukalić**

Agromediterranski fakultet  
Univerzitet „Džemal Bijedić“ u Mostaru  
Sjeverni logor bb, Mostar  
e-mail: aida.sukalic@unmo.ba