

EFEKTI VIŠEGODIŠNJEG NERADA ZENIČKE ŽELJEZARE NA KVALITET OKOLIŠA

EFFECTS MORE-YEARS INACTION ZENICA'S IRON & STEEL FACTORY A QUALITY ENVIRONMENT

mr. Šefket Goletić, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede ZE-DO
kantona, Filozofski fakultet Tuzla

REZIME

U radu su izneseni rezultati istraživanja efekata šestogodišnjeg nerada zeničke željezare na okoliš kroz praćenje sadržaja Pb i Cd u tlu i biljnim kulturama (salata, luk i šljiva). Sadržaj ovih metala značajno je smanjen u tlu, ali je prosječno manji i u istraživanim biljkama.

Sadržaj Pb u tlu se kreće u tolerantnim vrijednostima (15-53 ppm), a sadržaj Cd u tlu se kreće oko granične vrijednosti (1,3-2,5 ppm). Najveći sadržaj Pb i Cd je registrovan na lokalitetima bližim željezari, odnosno u zoni od 2,5 km oko željezare.

Biljne kulture su različito akumulirale teške metale. Najveći sadržaj Pb i Cd je izmjeren u salati (Pb 11-36 ppm i Cd 0,6-2,2 ppm), zatim listu šljive (Pb 5-18 ppm i Cd 0,7-1,8 ppm), a najmanji u luku (Pb 2-12 ppm Cd 0,2-1,2 ppm). Ove biljne kulture su kontaminirane, jer je najveći broj uzoraka imao veći sadržaj Pb i Cd od prosječnih, odnosno tolerantnih vrijednosti.

Ključne riječi: teški metali u tlu i biljkama, kontaminiranost tla i biljaka (salata, luk i šljiva), granične vrijednosti sadržaja teških metala u tlu i biljkama

SUMMARY

In this work I talk about results of examination non work Zenica's Steelwork during six years on environment. I followed the contents of Pb and Cd on soil and vegetables (lettuce, onion and prune). Contents of these metals have been reduced in soil, with less average in examined plants.

Content of Pb in soil has tolerable values (15-53 ppm), and content Cd in soil is about limited values (1,3-2,5 ppm). The biggest content of Pb and Cd is being registered on localities closer to source of emission, on area about 2,5 km around Zenica.

Investigated plants have differently accumulated heavy metals. The highest content of Pb and Cd were on lettuce (Pb 11-36 ppm and Cd 0,6-2,2 ppm), then on prune leaf (Pb 5-18 ppm and Cd 0,7-1,8 ppm), and the smallest were on onion (Pb 2-12 ppm Cd 0,2-1,2 ppm). These plants have being contaminated, because of the biggest number of samples have the highest content of Pb and Cd in average, in fact tolerable values.

Key words: Heavy metals in soil and plants, Soil and vegetable (lettuce, onion and prune) contamination, Maximal tolerated concentration in soil and plants.

1. UVOD

Poznato je da u crnoj metalurgiji dolazi do emisija velikog broja polutanata od kojih se teški metali smatraju među najopasnijim, jer izazivaju različite štetne efekte u svim komponentama ekosistema. Teški metali se akumuliraju u tlu i preko biljke ulaze u lanac ishrane, koje ih usvajaju u količinama srazmjernim sadržaju u tlu. Zbog toga biljke uzgajane na tlu sa povećanim sadržajem teških metala usvaja i akumulira teške metale u količinama koje mogu ugroziti zdravlje konzumenata: životinja i čovjeka.

Takva pojava je konstatovana u zeničkom regionu. U Zenici su u periodu 1986-1991 godine realizovana obimnija istraživanja posljedica zagađivanja životne sredine teškim metalima i drugim polutantima emitovanim iz metalurških postrojenja s ciljem provođenja sanacionih i zaštitnih mjera i istraživanja mogućnosti daljnje proizvodnje hrane (1, 2, 3, 4).

U prvoj polovini 1992. godine prestala je sa radom zenička željezara zbog ratnih dejstava i, kao što je poznato, još ne radi zbog čega je i emisija polutanata svedena na minimum. Veoma je značajno realizovati istraživanja efekata teških metala na okoliš, a posebno na tlo i vegetaciju, u uslovima višegodišnjeg stajanja metalurških postrojenja. Zato su u 1998. godini realizovana određena istraživanja sadržaja teških metala u tlu i populacijama određenih jestivih i divljih biljaka uz finansijsku podršku REC-a. U ovom radu izneseni su rezultati istraživanja sadržaja Pb i Cd u tlu i određenim jestivim biljkama u okolini zeničke željezare nakon šest godina njenog stajanja. Dobiveni rezultati su komparirani sa rezultatima istih istraživanja u uslovima rada integralne željezare s ciljem utvrđivanja nivoa smanjenja sadržaja navedenih teških metala u tlu, odnosno nivoa pročišćavanja kontaminiranog tla i utvrđivanja kapaciteta tla za bezopasan prijem teških metala, kao što su Pb i Cd koji su veoma toksični za humanu i animalnu populaciju i pokazuju stanovitu fitotoksičnost. Osnovni cilj ovih istraživanja jeste:

- utvrđivanje sadržaja teških metala u tlu i određenim populacija jestivih biljaka u uslovima višegodišnjeg nerada željezare,
- utvrđivanje pogodnosti ovog područja za proizvodnju hrane,
- utvrđivanje zona u kojima eventualno treba ograničiti uzgoj poljoprivrednih kultura koje znatno akumuliraju teške metale u jestivim dijelovima,
- sagledavanje potreba preduzimanja preventivnih zaštitnih mjera u ugroženim zonama (kalcifikacija tla i sl),
- utvrđivanje potreba za preduzimanje mjera za ograničavanje emisija teških metala na izvorima i eventualne revizije sanacionih planova o zaštiti okoliša itd.

Istraživanja efekata višegodišnjeg nerada željezare na okolinu uz ocjenu emisija polutanata treba da pruži potpunu sliku o najboljoj praktičnoj mogućnosti puštanja u rad rekonstruisane i obnovljene željezare za okolinu. Ovakva integralna analiza treba da definiše uslov za ekološki uravnotežen razvoj, odnosno održivi razvoj ekoloških i tehničkih sistema (kao što je zenička željezara) u ovoj regiji.

2. METODA RADA

Istraživanja sadržaja teških metala u tlu i biljkama izvršena su na devet lokaliteta zeničkog regiona u periodu 1989-91 godina u uslovima optimalnog i znatno smanjenog obima rada metalurških postrojenja i u 1998. godini u uslovima šestogodišnjeg nerada integralne željezare.

Lokaliteti su postavljeni po sistemu koncentričnih krugova oko izvora emisije na tri najzastupljenija i ekološki najvrednija tla: rendzina, eutrično i kiselo smeđe tlo. Izbor lokaliteta je izvršen na osnovu: udaljenosti od izvora emisije (Željezare Zenica), ruže vjetrova, zastupljenosti pojedinih tipova tala, orografskih uslova itd.

U obe faze istraživanja uzeti su prosječni uzorci tla i biljnog materijala (luk, salata i šljiva). Biljni materijal je sakupljen u vrijeme tehnološke zrelosti biljaka, a istovremeno su uzeti i uzorci tla.

Uzorci tla su osušeni na sobnoj temperaturi, a uzorci biljnog materijala su najprije oprani običnom tekućom, pa destilovanom vodom radi odstranjivanja nataloženog praha i potom su osušeni na 105⁰ C do konstantne težine i samljeveni. Razlaganje uzoraka vršeno je u HNO₃ i HCl. U pripremljenim uzorcima određivan je sadržaj teških metala: olova i kadmija.

Određivanje sadržaja, odnosno koncentracija teških metala u pripremljenim uzorcima tla i biljnog materijala izvršeno je po postupku atomske apsorpcijske spektrofotometrije.

Dobiveni rezultati iz oba istraživanja su komparirani radi utvrđivanja efekata višegodišnjeg nerada metalurških postrojenja.

Za interpretaciju rezultata u ovom radu korišteni su kriteriji i granične vrijednosti koje se danas najviše upotrebljavaju, jer u našoj zemlji još nije donesen propis o graničnim vrijednostima teških metala u tlu.

Tabela 1. Granične vrijednosti sadržaja Pb i Cd u tlu (ppm)

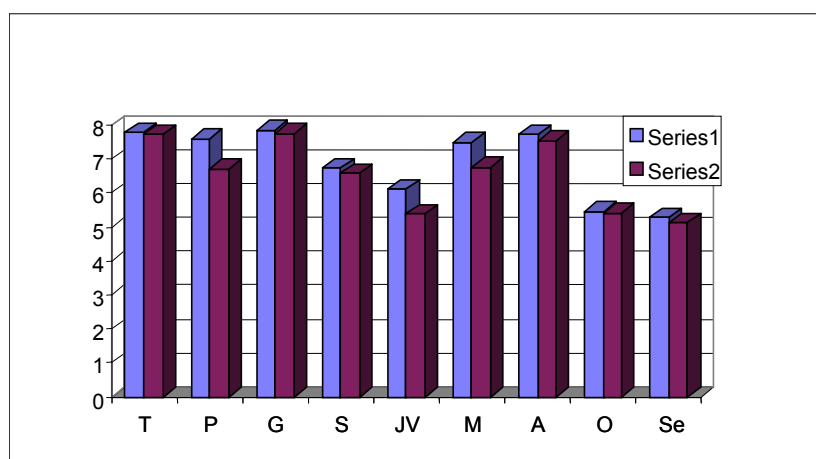
Element	Švicarska	Njemačka	Austrija	Hrvatska
Pb	50	100	100	100-150
Cd	0,8	1,5	1-3	1-2

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

3.1. Osnovne karakteristike tla

U zeničkoj regiji najzastupljenija su tri tipa tla: rendzina na laporima, smeđa eutrična tla i kisela smeđa tla (2).

pH tla ima veoma značajnu ulogu za mobilnost teških metala u tlu i njihovu akumulaciju u biljkama. U kiselim zemljištima teški metali imaju povećanu mobilnost i što je pH vrijednost niža to je njihova mobilnost viša. Prema tome, i pri manjem sadržaju teških metala u tlu oni mogu ući u lanac ishrane. Zbog toga su na slijedećoj slici predstavljene prosječne pH vrijednosti tala na istraživanim lokalitetima.



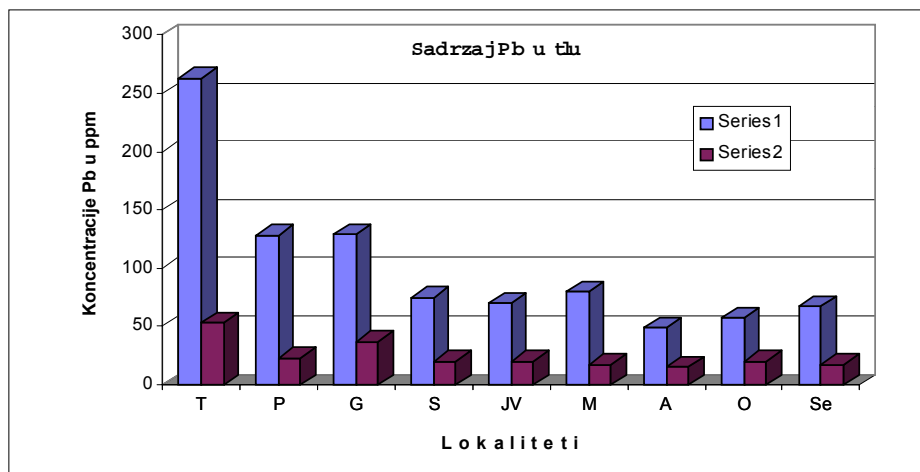
Slika 1. pH vrijednosti tla

Najkiselija tla su u području: Šerića i Orahovice gdje su zastupljena kisela smeđa tla i potom na Janjićkom Vrhju gdje je zastupljeno smeđe eutrično tlo. Rendzine imaju sposobnost vezivanja i imobilizacije teških metala i zastupljene su u područjima bliže željezari (Tetovo, Pehare, Gradišće), što predstavlja određenu ekološku pogodnost u smislu manjeg ulaska teških metala u lanac ishrane putem korjenovog sistema biljaka. Na vezivanje, odnosno imobilizaciju teških metala u tlu, njihovo ispiranje i usvajanje od

strane biljaka, veliki uticaj ima sadržaj humusa, minerala gline i adsorptivnog kompleksa u tlu.

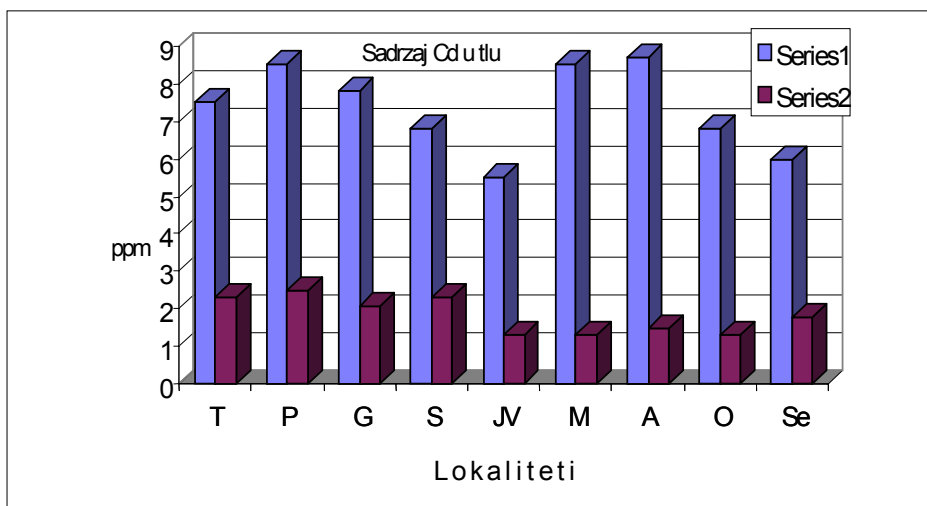
3.2. Sadržaj Pb i Cd u tlu

Rezultati istraživanja sadržaja Pb i Cd u uzorcima tla prikazani su na slikama 2 i 3.



Slika 2. Sadržaj Pb u tlu

Iz rezultata navedenih na slici 2 vidi se da je sadržaj Pb u tlu na istraživanim lokalitetima u dozvoljenim okvirima, odnosno ispod 50 ppm, prema normama navedenim u tabeli 1. Najveće vrijednosti registrovane su u Tetovu i Gradištu, odnosno u zoni od 2,5 km oko željezare.



Slika 3. Sadržaj Cd u tlu

Iz prikazanih rezultata na slici 3 vidi se da sadržaj Cd u tlu i dalje prelazi granične vrijednosti na svim lokalitetima ili se kreću oko tih vrijednosti, prema normama većine zemalja (Tabela 1). Najveći sadržaj Cd u tlu je registrovan u zoni od 5 km oko željezare i u području Šerića. Sadržaj Cd u tlu je takav da upozorava, jer njegovim ulaskom u lanac ishrane može imati štetne efekte na konzumente hrane uzgajane na ovim tlima (Npr. salata i slično lisnato povrće).

Na bazi ovih istraživanja uočava se značajno smanjenje Pb i Cd u tlu zeničke regije, što je posljedica znatno smanjenih emisija uslijed višegodišnjeg stajanja zeničke željezare i njihovog ispiranja i iznošenja prinosima iz tla. Sadržaj ovih metala u tlu pokazuje

ravnomjernu distribuciju na istraživanim lokalitetima. Zanimljivo je napomenuti da nisu uočene značajno velike razlike između minimalnih i maksimalnih vrijednosti praćenih teških metala.

Tla u blizini industrijskih postrojenja su u pravilu kontaminirana teškim metalima. Zato Evropska ekonomska zajednica vodi posebnu brigu o bilansu kamija u tlu. Prema njenim podacima ukupna emisija Cd iz metalurgije iznosi 386 t/god. (5).

Treba istaći činjenicu da i nizak sadržaj teških metala u tlu pri visokoj kiselosti mogu prouzročiti njihovo povećano usvajanje i akumulaciju u biljkama. Zato se u literaturi navode strožije norme teških metala za kisela zemljišta (6).

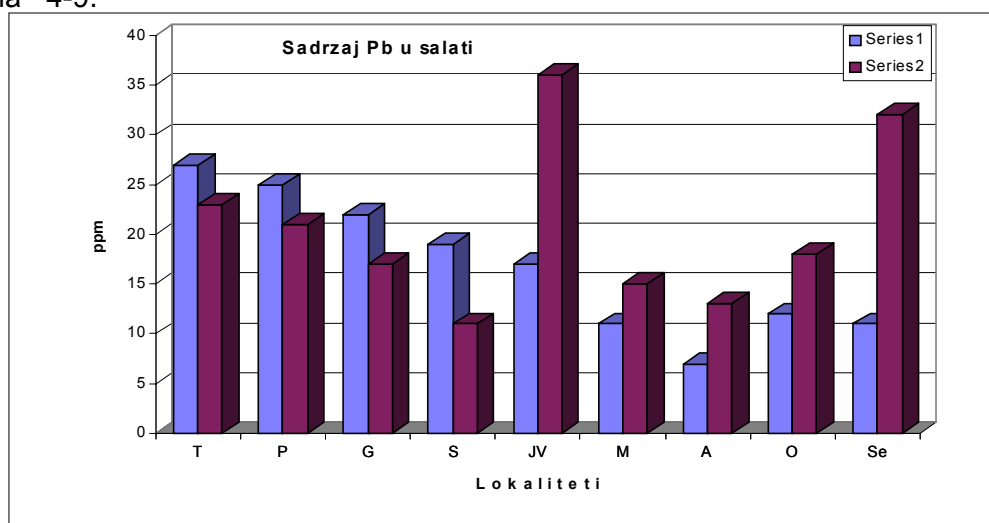
3.3. Sadržaj Pb i Cd u biljkama

Biljke usvajaju teške metale u količinama srazmjernim sadržaju u otopini tla, zbog čega biljke uzgajane na tlu sa povećanim sadržajem teških metala usvajaju i akumuliraju metale u većoj količini koja može ugroziti zdravlje konzumenata: čovjeka i životinja. U zagađenim oblastima teški metali se asimiliraju i preko lišća (7, 8).

Usvajanje i akumuliranje teških metala od strane biljaka ovisi od niza ekoloških faktora, od kojih najvažniju ulogu imaju: vrsta biljke, stepen i dinamika emisija i imisija teških metala, edafski faktori, klima itd. (4, 9).

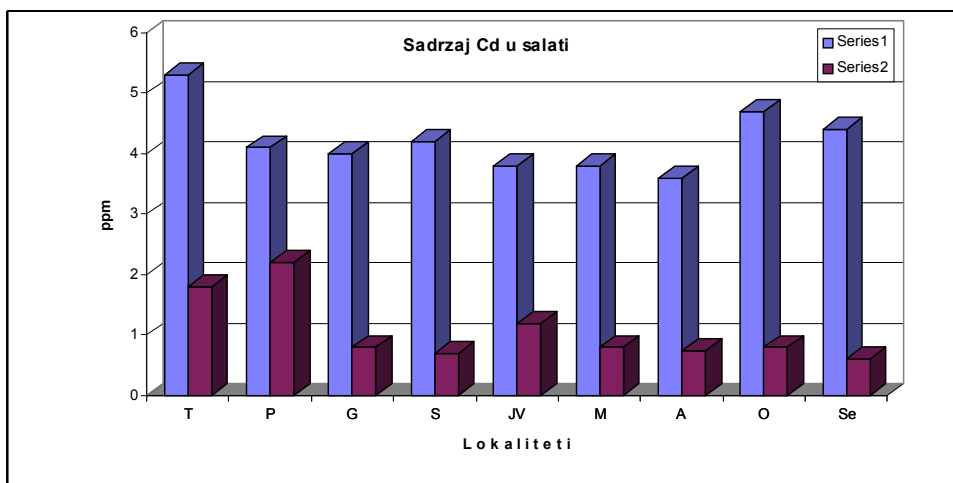
Za istraživanja sadržaja teških metala u biljkama, odabrane su karakteristične vrste koje se koriste u ljudskoj ishrani i koje se uzgajaju na ovom području: salata, luk i šljiva. Istraživanja su provedena u 1991. godini, pri značajnoj redukciji proizvodnje u željezari (Proizvodnja je iznosila 42 %) i emisije polutanata, i u 1998. godini, poslije šestogodišnjeg nerada integralne željezare.

Rezultati istraživanja sadržaja teških metala u biljnom materijalu predstavljeni su na slikama 4-9.



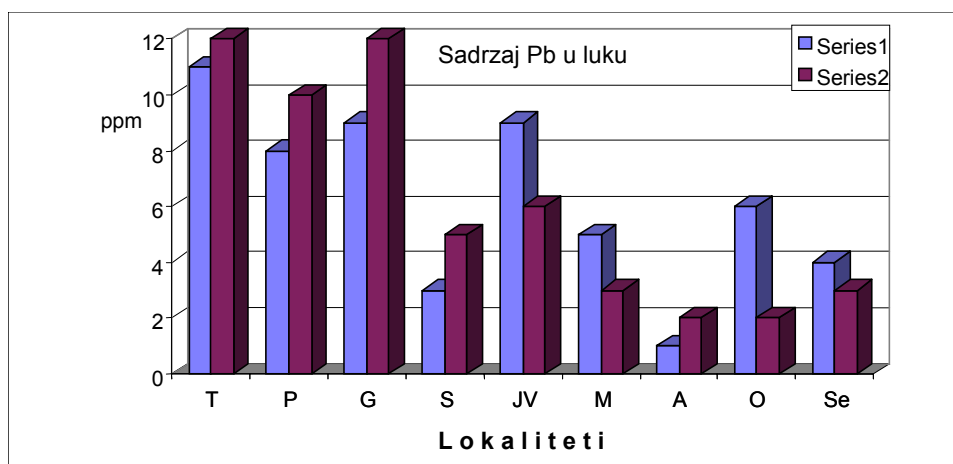
Slika 4. Sadržaj Pb u salati

Sadržaj Pb u salati (*Lactuca sativa L.*) prikazan je na slici 4. Uočava se da su u 1998. godini izmjerene veći vrijednosti Pb na udaljenijim lokalitetima, odnosno u zoni 8-18 km zračne linije od željezare. Naročito su visoke vrijednosti registrovane na kiselim tlima na lokalitetima: Šerići, Orahovica i Janjički Vrh. Isto tako, na tim lokalitetima su izmjerene veće vrijednosti Pb u zadnjim istraživanjima, odnosno u 1998. godini što je najvjerojatnije posljedica edafskih faktora, a naročito pH tla. Sadržaj Pb u slati kretao se između 11 (Štranjani) i 36 ppm suhe materije (Janjički Vrh). Dakle, salata je imala 3,6-10 puta veći sadržaj Pb od prosječnih, odnosno tolerantnih vrijednosti koje iznose 0,7 - 3,6 ppm suhe materije (7).



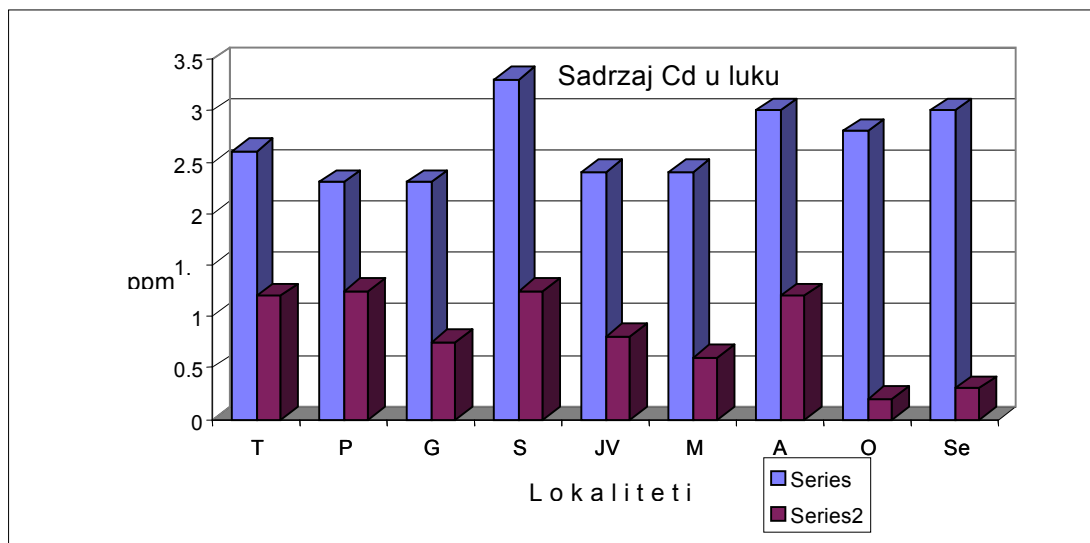
Sl. 5. Sadržaj Cd u salati

Sadržaj Cd u salati pokazuje sličnu distribuciju vrijednosti u oba istraživanja (Slika 5). U 1998. godini registrovan je znatno niži sadržaj Cd i izmjerene vrijednosti su se kretale između 0,6 ppm (Šerići) i 2,2 ppm suhe materije (Pehare). Registrovane vrijednosti su prelaze prosječni sadržaj na svim lokalitetima za 1,2 - 3,4 puta. Prema literaturnim podacima, prosječni sadržaj Cd u salati kreće se 0,12 - 0,66 ppm suhe materije (7). U Tetovu i Peharama su izmjerene najveće vrijednosti Cd u salati.



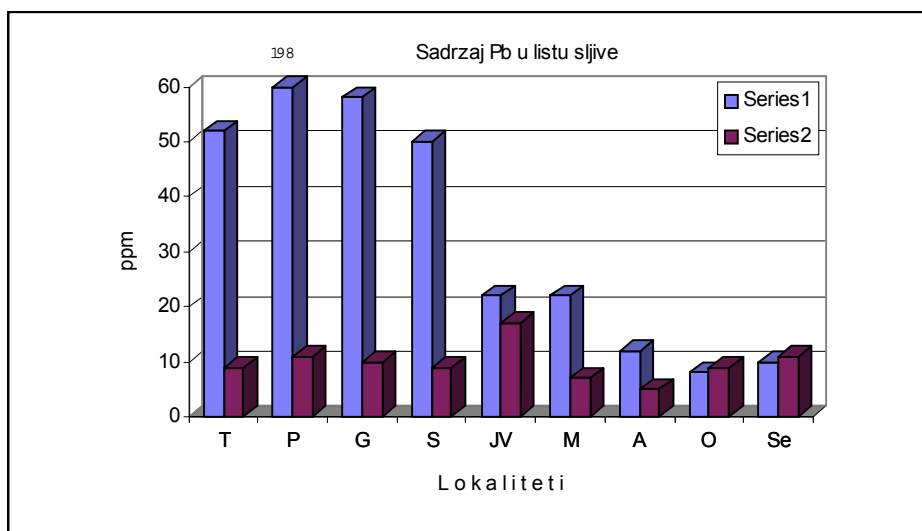
Sl. 6. Sadržaj Pb u luku

Sadržaj Pb u luku (*Allium cepa L.*) pokazuje tendenciju opadanja sa udaljavanjem od željezare i najveći sadržaj Pb je utvrđen na lokalitetima najbližim željezari, odnosno u zoni od 2,5 km oko željezare (Slika 6). Izmjerene vrijednosti su se kretale između 2 ppm (Arnauti i Orahovica) i 12 ppm suhe materije (Tetovo i Gradišće). Kao što se vidi, gotovo na svim lokalitetima prekoračene su tolerantne vrijednosti za 0-6 puta, a te tolerantne vrijednosti iznose 1,1 - 2,0 ppm suhe materije (7). U 1998. godini registrovan je veći sadržaj Pb u zoni od 5,5 km, dok je na širem području bio manji nego u 1991. godini.



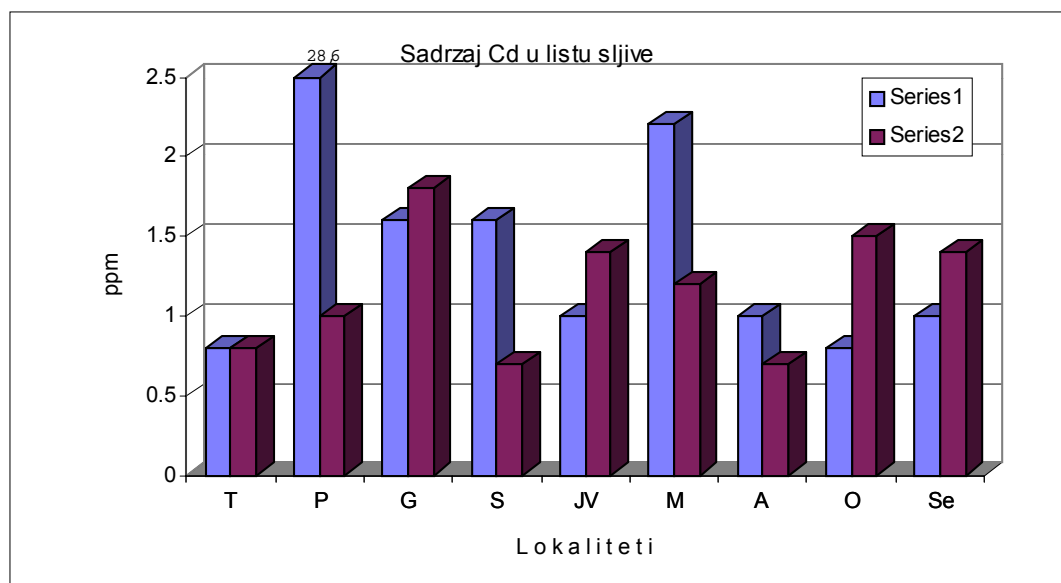
Sl. 7. Sadržaj Cd u luku

Sadržaj Cd u luku prikazan je na slici 7. Kao što se vidi, izmjerene vrijednosti su bile znatno niže u 1998. godini i kretale su se između 0,2 ppm (Orahovica) i 1,2 ppm suhe materije (Pehare, Stranjani i Arnauti) (Slika 7). Sadržaj Cd u luku prelazi prosječne vrijednosti na lokalitetima: Tetovo, Pehare, Stranjani i Arnauti, koje iznose 0,1-0,8 ppm suhe materije (7). U 1998. godini je sadržaj Cd u luku bio u prosjeku niži za oko tri puta u odnosu na istraživanja u 1991. godini.



Sl. 8. Sadržaj Pb u listu šljive

Sadržaj Pb u listu šljive (*Prunus domestica L.*) je bio u prosjeku znatno niži u 1998. godini i kretao se između 5 ppm (Arnauti) i 18 ppm suhe materije (Janjički Vrh) (Slika 8). Izmjereni sadržaj Pb u listu šljive u 1998. godini samo na navedena lokaliteta neznatno je prelazio prosječne vrijednosti (7). Na ostalim lokalitetima izmjerene vrijednosti su prilično ujednačene i pokazuju distribuciju sličnu sadržaju Pb u tlu.



Sl. 9. Sadržaj Cd u listu šljive

Sadržaj Cd u listu šljive u 1998. godini kretao se u rasponu 0,7 - 1,8 ppm suhe materije (Slika 9). Na većini lokaliteta prelazio je prosječne vrijednosti (7). Najveće vrijednosti Cd u ovim istraživanjima izmjerene su na području Gradišća, zatim na području Orahovice i Šerića, a najmanji u Arnautima i Stranjanima.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu iznesenih rezultata istraživanja može se zaključiti slijedeće:

1. Tla u zeničkom regionu očito su u fazi pročišćavanja i značajnog smanjenja sadržaja teških metala, gledano kroz sadržaj Pb i Cd, što se moglo realno i pretpostaviti zbog višegodišnjeg stajanja željezare i smanjivanja emisija na minimum, te iznošenja teških metala iz tla ispiranjem i prinosima. Izmjereni sadržaj teških metala u tlu nakon šest godina nerada željezare ipak je takav da i postoje realne mogućnosti uključivanja teških metala u lanac animalne i humane ishrane. To nameće potrebu praćenja dinamike teških metala u pedosferi i eventualnog poduzimanja potrebnih mjera dekontaminacije tla s ciljem proizvodnje zdrave hrane.
2. Sadržaj teških metala (Pb, Cd) u ispitivanim biljnim kulturama (luk, salata i šljiva) je uglavnom prelazio prosječne vrijednosti i u poslije šestogodišnjeg nerada željezare, koja je za vrijeme rada (do 1992. godine) bila dominantan izvor teških metala. U prosjeku su veće vrijednosti teških metala zabilježene na lokalitetima bližim željezari, kao i u tlu, iako su to ekološki najpovoljnija tla na ovom području. Činjenica je da su ova tla imala veće imisije, odnosno unošenja teških metala iz zagađene atmosfere.
3. Istraživane biljke su različito akumulirale teške metale. Najveću akumulaciju u prosjeku imala je salata, zatim šljiva, a najmanju luk.
4. Rezultati istraživanja ukazuju da se mora sa većom pažnjom vršiti odabir povrtlarskih kultura koje će se uzgajati u zeničkom regionu. Posebno se moraju izbjegavati one vrste koje nagomilavaju teške metale u jestivim dijelovima kao što su: salata, špinat, celer i sl.
5. Rezultati istraživanja sadržaja teških metala u tlu i odabranim jestivim biljkama na području zeničke regije dobiveni u uslovima šestogodišnjeg stajanja željezare ukazuju na sadržaj i dinamiku teških metala u okolini željezare i kvalitet ovih ekosistema. Ova istraživanja treba nastaviti, jer samo sveobuhvatna ekološka istraživanja mogu dati cjelovite odgovore na brojna pitanja, kojih za sada ima više nego odgovora. Veoma rijetki su primjeri u svijetu da integralna željezara sa proizvodnjom 1,8 miliona tona čelika i visokim emisijama polutanata neradi više od šest godina. Zato je za nauku, ali i zbog praktičnih razloga, bitno da se istraži stanje i dinamika ekosistema zeničke regije s ciljem

utvrđivanja eksploatacionih planova prirodnih i tehničko-tehnoloških resursa na bazi principa uravnoteženog (održivog) razvoja ovog područja.

6. U narednom periodu, dok željezara neradi, treba ova istraživanja proširiti sa posebnim osvrtom na istraživanje frakcija teških metala u pojedinim dijelovima biljaka (naročito jestivih) i mjesta emisije metala u biljke.

5. LITERATURA

- /1/ Burlica, Č., Ivetić, B., Omanović, M., Martinović, J.: Studija o oštećenju i zagađenosti zemljišta, njegova zaštita i iskorištavanje na području opštine Zenica, Zavod za agropedologiju Sarajevo, 1986
- /2/ Ivetić, B.: Sadržaj i dinamika teških metala i sumpora u tlu, vodi (drenažnoj) i biljkama na području opštine Zenica, Zavod za agropedologiju, Sarajevo, 1991
- /3/ Omanović, M.: Izvori emisije i problemi zagađivanja u proizvodnji i preradi metala i proizvodnji termo energije, "Problemi zaštite okoline u proizvodnji i preradi metala", Zenica, 35-66, 1991
- /4/ Goletić, Š.: Uticaj teških metala na populacije nekih kulturnih i divljih biljnih vrsta na području Zenice, Magistarski rad, Prirodno-matematički fakultet Sarajevo, 1992
- /5/ Biberacher, G., Samec, F.R., Shah, K.D.: Fertilizer manufacture and EEC Environmental Activities, TA 90/10, 14, 1990
- /6/ Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A.: Teške kovine u tlima općine Glina, Agronomski glasnik 1-2, 1992
- /7/ Kabata-Pendias, A., Pendias, H.: Trace Elements in Soils and plants, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 1984
- /8/ Sawicka, E.: Accumulation of chosen heavy metals and of sulphur and nitrogen in the assimilation apparatus of some trees in the Babia Gora National Park, Ekol. Pol., 35 (2) 449-463, 1988
- /9/ Goletić, Š.: Sadržaj teških metala u nekim jestivim biljkama uzgajanim na različitim tipovima tla u Zenici, Simpozijum "Korištenje tla i vode u funkciji održivog razvoja i zaštite okoliša", Sarajevo, 16-17. jun 1998