

Teški metali u poljoprivrednom zemljištu okoline deponije u Loznici

Istraživanje je izvedeno sa ciljem da se utvrdi zagađenost poljoprivrednog zemljišta okoline deponije u Loznici. Obuhvaćen je površinski sloj poljoprivrednog zemljišta, ali i kontaminirano zemljište i pepeo u okviru deponije. Korišćena je standardna metoda analize zemljišta na AAS. Određivan je sadržaj olova, cinka, kadmijuma, gvožđa, bakra, hroma, nikla i mangana. Osim kontrolnog, analizirano je 13 uzoraka: 3 uzorka na deponiji kao izvoru zagađenja i 10 uzoraka poljoprivrednog zemljišta. Uzorci poljoprivrednog zemljišta uzeti su na udaljenosti od 200 m, 400 m i 800 m od deponije kako bi se na ovako postavljenoj mreži proba utvrdili kretanje i rasprostranjenost zagađenja. Rezultati ukazuju na neočekivano niske koncentracije ovih metala u većini uzoraka, koje ne odstupaju značajnije od vrednosti zadatih pozadinskih koncentracijama, a takođe su i niže od maksimalno dozvoljenih. Dakle, površinska zagađenost zemljišta pod uticajem deponije nije još uvek prisutna.

Uvod

U teške metale spada oko 60 elemenata čija je gustina preko 5 g/cm^3 . Treba napomenuti da pojedini autori ne smatraju teškim metalima plemenite metale i retke zemlje, pa je ukupan broj teških metala po njima nešto manji. Neki su bioesencijalni (npr. gvožđe, cink, bakar), dok pojedini predstavljaju vrlo opasne otrove (živa, olovo i kadmijum). Budući da su tehnološki veoma značajni teški metali se kao polutanti emituju u zemljište, hidrosferu i atmosferu.

Gradska deponija JKP "Vodovod i kanalizacija" prostire se na oko 25 hektara na periferiji Loznice

(zapadna Srbija), neposredno duž reke Štire. Deponija se, pored svoje osnovne uloge za odlaganje komunalnog otpada, duži niz godina koristi kao odlagalište pepela i šljake iz termoelektrane i toplane pri hemijskoj industriji "Viskoza". Takođe, značajna količina industrijskog mulja iz kanala otpadnih voda hemijske industrije deponovana je ovde prilikom njegovog čišćenja osamdesetih godina. Sve ove vrste otpada sadrže razne teške metale što predstavlja potencijalno veliku opasnost po živi svet.

Drenažni sistem deponije čini jedan neregulisan kanal i vodotok u koji se izlivaju otpadne vode iz HI "Viskoza", koji se odlivaju prema severu i severozapadu u reku Štiru i dalje u Drinu (slika 1).

Područje deponije i okolina su deo rečne doline Drine, koju čine aluvijalni nanosi izgrađeni od debelih naslaga kvartarnih poroznih sedimenata – šljunkovi i peskovi. Ove sedimentne naslage imaju izvanredne hidrogeološke kolektorske osobine pa je u njima formirana bogata freatska izdan. Gradijent izdanske vode prati reljefne konture, a njen pravac kretanja poklapa se sa tokom Drine. Nivo podzemne vode varira pri promenama vodostaja reke Drine sa kojom je u direktnoj hidrauličkoj vezi. Najčešće je na maloj dubini, između 1 i 2 metra, pa stoga postoji velika opasnost od zagađenja sa površine (Filipović 1996).

Zemljište istražnog područja je hidrogeno zemljište aluvijalnog tipa. Odlikuje se razvijenim humusno-peskovitim slojem debljine oko 1 m u čijoj su podini aluvijalni sedimenti – šljunak i pesak. Zemljišni skelet je peskovitog sastava. Sadržaj peska iznosi od 50 do 60 procenata, praha (čestice manje od 0.2 mm) od 20 do 30 procenata i glinovite materije oko 20 procenata. Reakcija zemljišta je neutralna do slabobalkalna (pH vrednost između 7.0 i 8.5). Izuzev gvožđa, čiji je srednji sadržaj 0.7–1.0% svi mikroelementi su prisutni u tragovima (Filipović 1996).

Dejan Božović (1986), Loznica, Vere Blagojević 1/16, učenik 3. razreda Gimnazije "Vuk Karadžić" u Loznici

Stefan Marković (1985), Loznica, Brasina bb, učenik 4. razreda Gimnazije "Vuk Karadžić" u Loznici

Za ovo istraživanje su od posebnog značaja hidrogeološka istraživanja aluviona Milivojevića i Lažića, čiji su rezultati definisali freatsku izdan u njenom aluvionu kao značajan strateški vodni resurs (Filipović 1996). Uticaj deponije i pepelišta na poljoprivredno zemljište do sada nije istraživano. Kontrole kvaliteta vode reke Drine i otpadnih voda vršila je ranije centralna laboratorija HI Viskoza. Ona je takođe davala intenzitet emisije CS₂ (koji se emitovao u atmosferu) i NaOH (koji je ispuštan preko kanala otpadnih voda u Drinu) radom HI (Izveštaji HI Viskoza 1990). Međutim, kontaminaciji zemljišta otpadnim materijama sa deponije i pepelišta nije posvećivana nikakva pažnja.

Cilj istraživanja bio je da se utvrdi da li postoji zagađenost zemljišta, kao i oblast koja je njome zahvaćena.

Materijal i metode

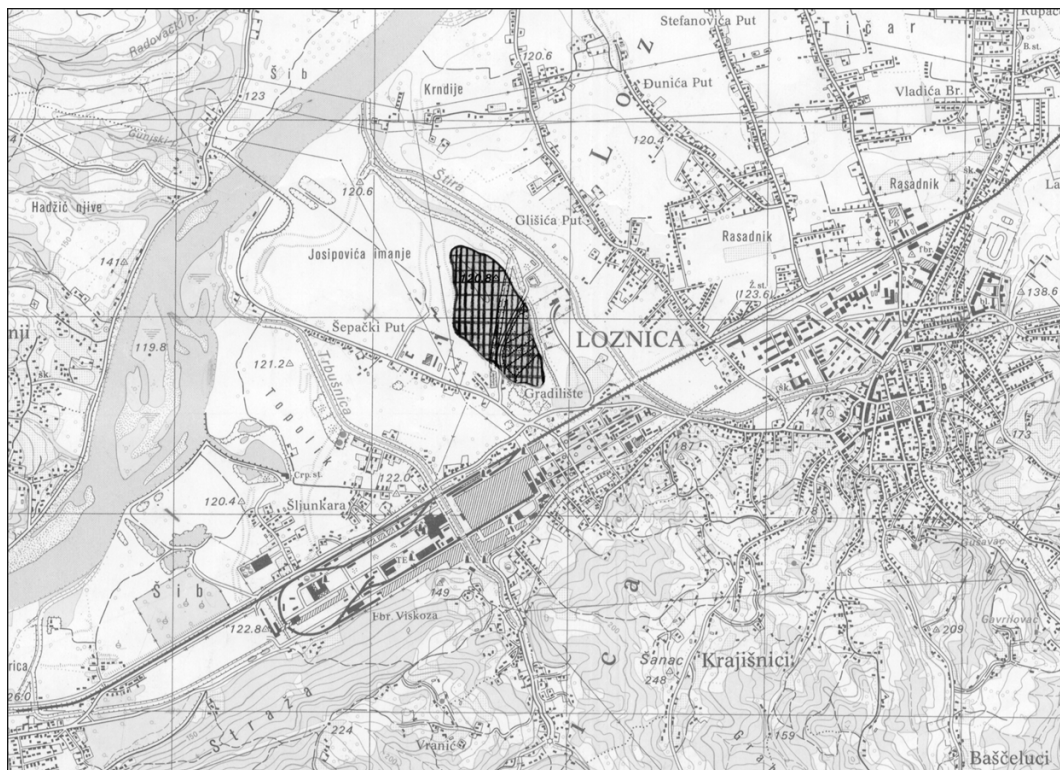
Na osnovu pada terena, pravca površinskih tokova i pravca kretanja podzemne izdanske vode u aluvionu Drine pretpostavljeno je da se zagađenje širi ka severu i severozapadu. Zbog toga je mreža proba postavljena u ovom pravcu (slika 2).

Uzorci su uzeti sa dubine od 25 do 40 cm. Ukupno je uzeto 14 uzoraka, od čega tri na deponiji:

- d1 – uzorak pepela (staro pepelište – ovde su pepeo i šljaka deponovani do 1989)
- d2 – uzorak pepela (novo pepelište)
- d3 – uzorak zemljišta (komunalni otpad)

Izvan deponije uzimani su uzorci poljoprivrednog zemljišta na udaljenosti od:

- 200 m (uzorci p1–p4)
- 400 m (uzorci p5–p7)
- 800 m (uzorci p8–p10)



Slika 1. Karta položaja istražnog područja (prema TK 25 list Loznica 1)

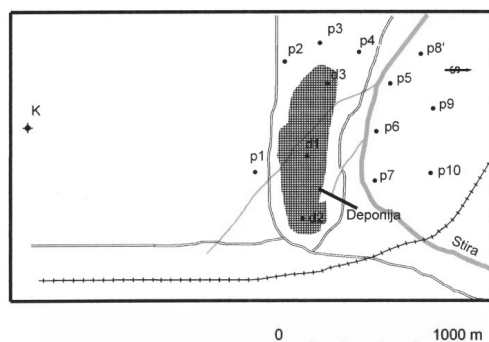
Figure 1. Map of the explored area

Tabela 1. Koncentracije teških metala (mg/kg). U zagradi su date dozvoljene granice.

Proba	Metal								pH
	Zn (700)	Pb (50)	Fe	Cu (600)	Ni (500)	Cd (15)	Cr (500)	Mn (1500)	
d1	150	145	14700	189	88.5	33.2	155	482	8.7
d2	150	147	17800	209	94.0	39.3	201	697	8.6
d3	135	141	15600	191	75.6	31.6	178	498	8.7
p1	49.7	37.5	11100	55.5	39.9	10.1	67.5	252	7.1
p2	53.5	39.3	12900	61.9	39.0	11.7	61.2	252	7.2
p3	57.3	31.3	11500	69.6	42.4	13.4	77.3	279	7.0
p4	64.1	45.4	13800	63.4	46.8	15.5	79.7	286	7.6
p5	77.9	39.6	12000	68.2	45.7	19.4	74.3	273	7.5
p6	61.4	30.9	10000	67.3	43.4	14.2	69.6	259	7.3
p7	59.9	25.8	11000	65.5	41.1	12.1	73.2	267	7.5
p8	57.4	24.0	11900	74.5	39.7	14.4	76.0	277	7.0
p9	49.9	22.1	11800	63.2	37.2	11.6	71.9	244	7.4
p10	43.9	29.4	10700	67.9	37.5	11.4	62.1	263	7.2
K	47.2	15.2	10000	53.3	39.9	5.47	61.1	235	7.0

Kontrolni uzorak izvan uticaja zagađivača (K), uzet je 2 km južno od deponije, u pravcu suprotnom od kretanja zagađenja, radi utvrđivanja vrednosti pozadinskih koncentracija teških metala.

Priprema uzoraka za analizu vršena je standardnom metodom mokrog spaljivanja (Pantović 1989 i Ubavić 1993). Analize su vršene u laboratoriji HI “Viskoza”. Određivan je sadržaj Zn, Pb, Ni, Cu, Mn, Cr, Fe i Cd standardnom metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije.



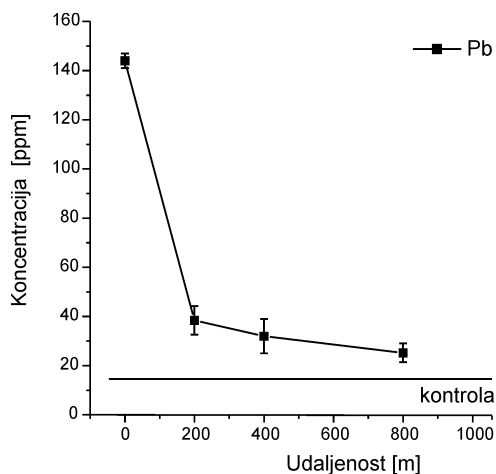
Slika 2.
Skica deponije sa ucrtanim tačkama za uzorkovanje

Figure 2.
Sketch of the dumping site with sampling points

Rezultati i diskusija

Koncentracije svih metala u probama uzetim na deponiji su znatno povišene u odnosu na pozadinske koncentracije (vrednosti dobijene kod kontrolnog uzorka van uticaja zagađivača). Posebno se uočavaju visoke koncentracije olova (skoro 10 puta veće) i kadmijuma (8 puta). Dobijene vrednosti nisu relevantne za dublje slojeve zemljišta i pepela (tabela 1).

U uzorcima poljoprivrednog zemljišta uzetim na udaljenosti od 200 m (p1–p4) uočene su najviše koncentracije svih metala. Posebno visoke koncentracije uočene su za gvožđe, kadmijum i olovo. Koncentracije gvožđa dobijene u uzorcima najbližim deponiji iznose i do 13800 ppm i znatno su više od pozadinskih koncentracija dobijenih u kontrolnom uzorku. Gvožđe u ovim koncentracijama nije toksično. Međutim, joni gvožđa imaju antagonističko dejstvo sa jonima drugih bioesencijalnih elemenata (pre svega magnezijuma). Oksidacijom Fe^{2+} jona u prisustvu vode i kiseonika nastaje gvožđe (III)-hidroksid koji je odličan hvatač (eng. *skavenger* – strvožder) drugih jona. S obzirom na to da je gvožđe (III)-hidroksid slabo migratoran u prirodnim uslovima, njegovim obaranjem drugi, za biljke značajni joni postaju nedostupni (na primer bakar Cu^{2+}), što nepovoljno utiče na plodnost zemljišta (Sarić 1976).



Slika 3. Promena koncentracije olova sa udaljenjem od deponije

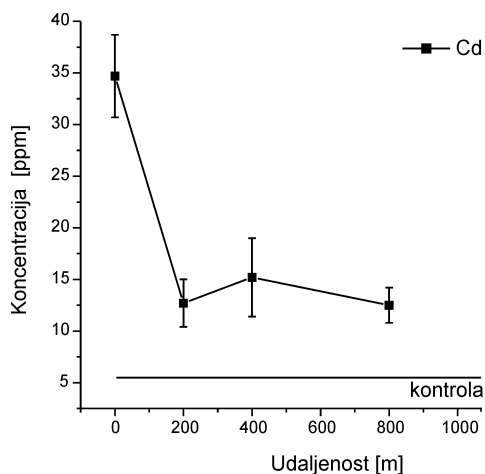
Figure 3. Graph of the change of Pb concentration depending on the distance from the dumping site

Koncentracije olova u probama najbližim deponiji su znatno veće od pozadinskih koncentracija. Ipak ove vrednosti ne prelaze maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) prema Pravilniku o dozvoljenim granicama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje (Službeni glasnik RS 1994).

Koncentracija kadmijuma je izrazito povišena kod probe p4 (iznad MDK). Kod proba p1, p2 i p3, iako u granicama dozvoljenih, čak dva puta prelaze pozadinske koncentracije. Ovo ukazuje na kontaminaciju zemljišta najbližeg deponiji kadmijumom, što predstavlja veliku opasnost uzevši u obzir toksičnost kadmijuma – I kategorija, kancerogeni akumulativni otrov sa izraženim mutagenim svojstvima (slika 4).

U uzorcima p6 i p7 uzetim na 400 m od deponije dobijene su niže koncentracije nego kod uzoraka uzetih na 200 m udaljenosti, međutim, kod uzorka p5, uzetog na istom odstojanju, koncentracije svih metala su približno iste, čak u nekim slučajevima veće (cink i kadmijum) od koncentracija u uzorcima bližim deponiji. Ovo ukazuje na put migracije zagađenja pomoću površinskih tokova i podzemnih voda jer se ovaj uzorak nalazi severno od deponije uz reku Štiru i na pretpostavljenom pravcu kretanja podzemne vode.

Koncentracije kadmijuma su kod proba p6 i p7 niže od maksimalno dozvoljenih, a kod uzorka p5 je uočena najviša koncentracija uopšte (19.4 ppm). Kadmijum je dosta migrativan i nije čudno da se javlja i na većim udaljenostima od izvora zagađenja.



Slika 4. Promena koncentracije olova sa udaljenjem od deponije

Figure 4. Graph of the change of Cd concentration depending on the distance from the dumping site

Koncentracije olova u uzorcima p5–p7 su ispod kritičnih. Kod uzorka p5 koncentracija je nešto veća i odgovara koncentracijama u uzorcima p1–p4 bližim deponiji. Koncentracija gvožđa kod uzorka p5 je približno ista koncentracijama u uzorcima p1–p4, dok su u uzorcima p6 i p7 one niže.

U uzorcima p9 i p10, uzetim na 800 m udaljenosti od deponije koncentracije svih metala su dosta niže od koncentracija u probama bližim deponiji (sa izuzetkom olova kod uzorka p10, gde je dobijena nešto viša koncentracija u odnosu na probe na istom odstojanju, verovatno zbog aerosedimentacije olovo dibromida koji se oslobađa pri sagorevanju goriva u motornim vozilima, obzirom da je ovaj uzorak u blizini prometnog puta Zvornik–Loznica). U uzorku p8, koji je uzet severozapadno od deponije uz Štiru, koncentracije svih metala su slične koncentracijama u uzorcima bližim deponiji. Moguće objašnjenje je što ovaj uzorak leži na pretpostavljenom pravcu migracije zagađenja, kao i uzorak p5.

Sadržaj mangana u svim uzorcima je u okviru maksimalno dozvoljenih vrednosti. Međutim, Mn^{2+} jon se kao veoma migratoran poniranjem često koncentriše u dubljim slojevima zemljišta, pa je verovatno da se u njima sadrže veće koncentracije.

Koncentracije bakra i hroma su u svim uzorcima u propisanim granicama, pa ne predstavljaju problem. Koncentracije cinka su, takođe, ispod maksimalno dozvoljenih vrednosti, kao i koncentracije nikla.

Zaključak

Dobijene vrednosti koncentracija teških metala su u skoro svim probama znatno manje od maksimalno dozvoljenih i ne prelaze značajno vrednosti zadate pozadinskim koncentracijama u kontrolnom uzorku. Stoga, na osnovu ovih rezultata možemo zaključiti da na istražnom području nema površinske kontaminacije poljoprivrednog zemljišta teškim metalima.

Istraživanjem su obuhvaćeni površinski sloj pepela i gornji slojevi poljoprivrednog zemljišta, što nije dovoljno. Potrebni su nam i podaci o koncentracijama teških metala u dubljim slojevima zemljišta i deponata pepela, koje su usled njihove vertikalne migracije više od koncentracija u slojevima bližim površini.

Ovo istraživanje je imalo preliminarni karakter i njime su dobijeni osnovni podaci o zagađenosti zemljišta pod uticajem deponije. Kako je difuzija zagađenosti permanentan proces potrebno je nastaviti istraživanja. Pri tome treba povećati broj proba, tj. uzorkovanje izvršiti na gušćoj mreži, a takođe obuhvatiti i dublje slojeve zemljišta.

Literatura

Božović D., Marković S. 2004. Izveštaj o izvedenim istraživanjima na temu: Teški metali u poljoprivrednom zemljištu okoline deponije u Loznici. IS Petnica, Odeljenje za geologiju

Filipović I. 1996. *Geološke karakteristike i potencijalnost geoloških resursa regije Mačve, Kolubare i Podrinja*. Beograd: Geološki zavod Gemini

Pantović M. 1989. *Praktikum iz agrohemije*. Beograd: Naučna knjiga

Sarić M. 1976. *Fiziologija biljaka*. Beograd: Naučna knjiga

Ubavić M. 1993. *Teški metali i pesticidi u zemljištu*. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet

Izveštaji HI Viskoza 1990. *Izveštaji centralne laboratorije HI Viskoza o emisiji zagađujućih materija 1980–1990*. Loznica: HI Viskoza

Službeni glasnik RS 1994. Pravilnik o dozvoljenim granicama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodima njihovog ispitivanja, broj 23. Beograd: Službeni glasnik

Dejan Božović and Stefan Marković

Heavy Metals in Agricultural Soil in Vicinity of Loznica Dumping Site

This research was carried out in order to determine the agricultural soil pollution of the Loznica landfill and its surroundings. The surface layer was researched as well as the polluted area and ashes in the landfill. The standard method for soil analyzing on the atomic absorption spectrophotometer was applied. The concentration of zinc, copper, manganese, lead, iron, cadmium, chrome and nickel was defined. Detected concentrations are mainly below maximal permitted.

