

Zemljište zelenih površina Beograda kao prečistač zagađene gradske atmosfere

Vesna Vratuša, Nebojša Anastasijević

Odsek za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Abstract:

Anastasijević, N., *Ornamental trees and illumination of central Belgrade. Proceeding of the 7th Symposium on Flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions, Dimitrovgrad, 2002.*

Numerous urban air pollutants accumulate on different surfaces by dry or wet deposition. Urban soils serve not only as a growth media for ornamental plants, but also as a more or less successful filter of polluted urban air. Study results show that urban park soils, despite their somewhat unfavorable composition (mostly high percentage of construction debris), represent favorable media for accumulation of different pollutants. Alkaline reaction, relatively high CEC and humus content, high buffer capacity for neutralizing negative effects of acid rain, together with relatively high heavy metal content, confirm that Belgrade soils protect and enhance deteriorated urban environment.

Key words: urban soils, green spaces, filter for pollutants.

Uvod

Zagađenost gradske sredine usmerena je na relativno mali prostor, gde je gustina naseljenosti veoma visoka i gde se odvija intenzivna ljudska aktivnost. Ako stepen zagađenosti urbanog područja postane suviše visok, to može ugroziti i sveopšti opstanak. Baš zbog toga, gradske uprave u čitavom svetu nastoje da u snižavanju zagađenja iskoriste sve činjenice do kojih su već došle i stalno dolaze naučno-tehnološke institucije koje se bave zaštitom životne sredine. To nameće potrebu da se u uspoređivanju degradacije gradskih (i prirodnih) resursa pažljivo razmotri i iskoristi svaka, čak i veoma mala mogućnost, koja dopušta da se procesi zagađivanja, devastiranja i degradacije gradskog okruženja ublaže, relativizuju i, eventualno, sasvim zaustave.

U skladu s tim, rezultati izneseni u ovom istraživanju potvrđuju valjanost uverenja da zemljište u gradu može biti smatrano i kao svojevrsno odlagalište brojnih zagađujućih materija. Ta se korist od parkovskih zemljišta može intenzivirati uvećavanjem površina pod gradskim zelenilom, što istovremeno ima i dublji i ekološki mnogo složeniji efekat.

Materijal i metod

Ovaj pregled sistematskih radova nastalih u jednom dužem periodu, sastavljen je da pokaže kako je u zemljištima zelenih površina Beograda, na mnogim lokalitetima, među kojima su gradski parkovi, drvodredi i zelenilo duž ulica i puteva, količina nakupljenih teških metala (najčešće olova, a takođe i cinka, bakra, kadmijuma, mangana i hroma), iako uglavnom ispod dopuštenih vrednosti (MDK) za pojedine polutante, u ekološkom smislu vrlo značajna. Kao potvrda sposobnosti da se teški metali akumuliraju u njemu, ispitivane su, sem toga, i određene osobine zemljišta (tekstura, saržaj humusa, reakcija, itd.). Utvrđivane količine pojedinih teških metala izražene su uvek u mg/kg suve materije. Istraživanja zemljišta su obavljena standardnim pedološkim terenskim i laboratorijskim analizama, dok je sadržaj teških metala utvrđen atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom.

Rezultati i diskusija

Osobine zemljišta beogradskih zelenih površina uglavnom pogoduju vezivanju i relativno dugom zadržavanju svih šest istraživanih teških metala. To potvrđuju rezultati tokom čitavog istraživačkog perioda (Vratuša, 1992; Vratuša i Anastasijević, 1995; Vratuša, 1999, itd.). Tako su akumulacija olova u površinskom sloju zemljišta nekih parkova i osobine tih zemljišta sasvim međusobno usklađene (Vratuša i Anastasijević, 1995): ukupna količina gline kreće se i do 56,1 % (najčešće između 40 i 50 %), humusa ima od 4,59 do 6,29 %, dok sadržaj olova u slojevima 0-10 cm i 10-20 cm dubine varira od 108,8-550,9 mg/kg (0-10 cm), odnosno od 50,6-246,6 mg/kg (10-20 cm).

Taloženje olova na zeljastim biljkama duž ulica i puteva Beograda predstavlja međufazu njegovog prelaženja iz atmosfere u zemljište. Kad se radi o redovnom odnošenju lisne mase, putem kiše se spira i akumulira u zemljištu samo jedan manji deo na listovima trave nakupljenog olova, ali ni takve količine nisu zanemarljive. Kako se vidi iz istraživanja obavljenih u 1984. i 1985. godini (Anastasijević, 1987), prosečna mesečno nakupljena količina Pb na listovima trave duž prilaznih puteva Beogradu kretala se u vrednosti od 13,40 mg/kg (prigradski) do 26,39 mg/kg (gradski lokaliteti). Kao prečistač gradske atmosfere može se tretirati čak i zemljište drvoreda; ovaj zaključak izvodi se i u istraživanju o raspodeli olovnog taloga iz motornog benzina u ekosistemu beogradskih ulica (Anastasijević i Vratuša, 1995), u kome maksimalna količina Pb konstatovana u

Tabela 1. Opšta svojstva površinskih slojeva zemljišta beogradskih parkova

dubina (cm)	glina (%) (<0,02 mm)	TEKSTURNA KLASA	pH		CaCO ₃ (%)	humus (%)
			H ₂ O	KCl		
NOVI BEOGRAD						
0-3	36,6	laka ilovača	8,25	7,20	11,3	4,87
3-20	47,2	ilovača	8,45	7,39	13,7	2,27
TAŠMAJDAN						
0-6	57,8	teška ilovača	8,16	7,44	11,3	4,05
6-20	44,5	ilovača	8,28	7,67	19,5	3,05
KARADORDEV PARK						
0-6	49,9	ilovača	7,79	7,15	11,3	4,65
6-20	53,6	teška ilovača	7,91	7,23	12,6	2,83

Tabela 2. Olovo, kadmijum i cink u zemljištu i travama nekih naselja Srbije

OSOBINE ZEMLJIŠTA				AKUMULACIJA (mg/kg)					
pH		humus	glina (%)	ZEMLJIŠTE			TRAVE		
H ₂ O	KCl	(%)	(< 0,002 mm)	Pb	Cd	Zn	Pb	Cd	Zn
NIŠ									
7,56	6,73	5,38	14,0	325,4	2,6	256,9	147,7	1,1	209,5
UŽICE									
7,20	6,84	7,81	9,5	320,8	2,5	270,3	101,2	1,8	244,1
GORNJI MILANOVAC									
7,23	6,85	10,61	11,6	295,8	1,9	224,4	79,4	1,3	156,1
NOVA VAROŠ									
7,43	6,78	9,59	6,2	275,3	2,2	241,3	82,1	1,4	194,4
KRAGUJEVAC									
7,12	6,80	12,23	6,1	221,6	1,6	199,2	44,1	1,0	169,3
ČUPRIJA									
7,56	6,95	7,28	10,9	158,6	0,5	171,5	70,5	0,5	129,1
UŽICKA POŽEGA									
7,71	7,23	6,26	7,9	146,8	1,3	171,9	36,9	1,0	106,4
ČAČAK									
7,78	7,11	8,14	6,8	126,0	1,9	179,8	37,8	0,2	
VALJEVO									
7,89	6,93	3,85	15,4	77,2	1,9	111,8	38,9	1,5	84,9
PRIJEPOLJE									
8,37	7,69	2,19	6,5	28,4	0,6	121,8	12,2	0,1	72,3

Tabela 3. Teški metali u površinskim slojevima zemljišta izletišta Beograda

MESTO	zona	dubina (cm)	Pb mg/kg	Cd mg/kg	Zn mg/kg	Cu mg/kg
Košutnjak	park	0-5	117,8	0,5	83,2	56,5
		10-20	70,9	0,5	71,5	41,5
	put	0-5	198,1	0,9	90,7	63,8
Avala	park	10-20	155,2	0,9	83,1	52,1
		0-5	105,3	0,5	48,5	71,3
	put	0-5	148,2	0,7	60,5	72,1
Lipovica	park	10-20	86,5	0,5	53,1	70,5
		0-5	142,8	0,5	87,1	40,6
	put	0-5	307,4	1,5	196,2	66,3
Topčider	park	10-20	284,9	1,4	141,7	51,9
		0-5	187,3	0,9	44,1	55,3
	put	0-5	207,4	1,2	97,6	66,1
Ada Ciganlija	park	10-20	206,9	1,1	90,2	63,9
		0-5	84,1	0,4	51,3	36,5
	put	0-5	135,6	0,7	87,5	56,4

površinskom sloju zemlje jednog drvorednog platana iznosi čitavih 735,4 mg/kg suve materije.

Rezultati dobijeni u Beogradu potvrđeni su istraživanjem putnih ekosistema u Srbiji i bivšoj Jugoslaviji (Vratuša i Anastasijević, 1988; Anastasijević i Vratuša, 1988), što je ojačalo zaključak o određenom značaju koji zemljište ima i u prečišćavanju takvih specifičnih zona kakve su banjski ekosistemi Srbije (Vratuša, 1995). I podaci o akumulaciji olova u zemljištima beogradskog prostora iz 1995. godine, koji pokazuju da preko 60 % uzoraka površinskih slojeva zemljišta (0-10 cm) sadrži više od dopustivih koncentracija Pb, kao i iznova potvrđivana činjenica da koncentracija ovog zagađivača opada sa porastom dubine i udaljenosti od izvora – puta (Anastasijević, 1995), imaju isti smisao.

U pregledu karakteristika površinskog sloja zemljišta najvažnijih beogradskih parkova (Vratuša, 1997), utvrđene vrednosti iznova sugerišu značaj osobina zemljišta za obnavljanje "funkcije odlagališta" teških metala poreklom iz autosobraćaja (**Tab. 1**).

Izlažući nove dokaze da je autosobraćaj najznačajniji izvor teških metala u gradskim ekosistemima Srbije, koji se ogledaju i u činjenici da sadržaj svih ispitivanih zagađivača ove vrste po pravilu opada sa porastom udaljenosti od puta ili ulice, istraživanja su ovaj princip potvrdila i u drugim gradovima Srbije (Vratuša i Anastasijević, 1999). Tab. 2 predstavlja

izvod obimnijih istraživanja zagađenja zemljišta zelenih površina gradova Srbije, koji se odnosi na sadržaj teških metala u površinskom sloju zemljišta i u/na travama neposredno uz najprometnije saobraćajnice.

U izveštaju o fizičkim i hemijskim osobinama beogradskih parkovskih zemljišta i zemljišta izletišta u okolini grada (Tab. 3), koje su pretpostavka za akumulaciju teških metala iz autosobraćajnih izvora (Vratuša, 2000), osnovano se zaključuje da za to postoji relativno visoka sposobnost zemljišta Beograda.

Iako količine teških metala po pravilu ne prelaze (sem za olovo) MDK, vrednosti akumulacije ukazuju na zaključak da u jednom dužem vremenskom periodu ukupna zadržana količina teških metala (a time i udaljena iz neposrednog okruženja) dostiže vrlo visoku vrednost. Iste stavove iznose i zaključci posebnog dopunskog istraživanja sposobnosti drvenastih biljaka da deponuju određene količine olova i kasnije ga preko organske materije unesu u zemljište (Vratuša, 2000), zatim istraživanje sadržaja olova, cinka i kadmijuma u zemljištu beogradskih parkova (Vratuša, 2001), kao i istraživanje potencijalog zagađivanja hrane u beogradskom području teškim metalima, najpre olovom (Anastasijević i Vratuša, 2000; Vratuša i Anastasijević, 2000), a zatim i ostalim polutantima ove grupe.

Iako su sve utvrđene količine teških metala relativno male, treba kod donošenja konačnih

zaključaka o značaju zemljišta u navedenom smislu uzeti u obzir činjenicu da se emisija polutanata odvija kontinuirano (Vratuša, 1999) i da su gradske zelene površine Beograda relativno velike (zelenila i otvorenog zemljišta ima u širem području Beograda na površini od više stotina hektara). O ukupnim količinama teških metala slično spekulišu i pojedini strani istraživači (Little, Martin, 1974; Miller, McFee, 1983; Page, Chang, 1979). U svakom slučaju, osnovano je zaključiti da je uloga zemljišta zelenih površina Beograda u procesu zadržavanja istraživanih polutanata izvesna još za mnogo decenija. U tom smislu, korisno je ovde iskazati sasvim elementarni stav: sve što već jeste ili bude zadržano u zemlji, ne može se nalaziti u atmosferi grada niti u plućima Beograđana.

Zaključci

Izloženi pregled rezultata istraživanja omogućuje izvođenje sledećih pouzdanih zaključaka:

Osobine zemljišta beogradskih zelenih površina su takve da omogućuju određenu akumulaciju istraživanih teških metala koji su emitovani u vazduh glavnog grada zajedno sa automobilskim izduvnim gasovima. Njihove količine, sem povremeno za olovo, ne prelaze MDK (što važi za bakar, kadmijum, mangan, hrom i cink).

Međutim, dugotrajnost emisije polutanata, ukupna površina zemljišta pod zelenilom u Beogradu, razlaganje biljnog otpada kad se on ne odnosi, intenzitet autosobraćaja i drugi urbanistički uslovi koji vladaju u gradu, dopuštaju zaključak da se ukupne količine polutanata koje se u zemljištima danas nalaze mogu smatrati zaista velikim. Istovremeno, kapacitet zemljišta u ovom smislu će i u budućnosti biti zadovoljavajući.

Značaj prečišćavanja vazduha koje zemljište beogradskih zelenih površina ima, još je jedan dodatni razlog za zalaganje da se u budućnosti sistematski proširuju i uvećavaju gradske zelene zone.

Literatura

- Anastasijević, N., 1987: Taloženje olova na zeljastim biljkama duž ulica i puteva Beograda. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 69: 237-245
- Anastasijević, N., 1995: Zemljište Beograda i okoline kao deponija olova iz automobilske benzina. *Šumarstvo*, 5-6: 31-39
- Anastasijević, N., Vratuša, V., 1988: Taloženje olova i kadmijuma iz izduvnih gasova na vegetaciji i zemljištu duž autoputeva. *Zbornik savetovanja "Propadanje šumskih ekosistema – uzroci, posledice i mere"*, DIT, Beograd, 253-267
- Anastasijević, N., Vratuša, V., 1995: Distribution of airborne lead deposit in the street ecosystems of Belgrade. *Proceedings of the International Conference "Preventive Engineering and Living Environment"*, Niš, H3- 1 – H3-3
- Anastasijević, N., Vratuša, V., 2000: Olovo kao zagađivač hrane duž automobilske saobraćajnice Beograda. *Tematski zbornik Ekokonferencije 2000: Zdravstveno bezbedna hrana*, Novi Sad, 1: 63-68
- Little, P., Martin, H., 1974: Biological monitoring of heavy metal pollution, *Environmental Pollution*, 6: 1-19
- Miller, W. P., McFee, W. W., 1983: Distribution of cadmium, zinc, copper and lead in soils of industrial north western Indiana. *J. of Environmental Quality*, 12: 229-233
- Page, A. L., Chang, A. C., 1979: Contamination of soils and vegetation by atmospheric deposition of trace elements. *Phytopathology*, 69: 1007-1011
- Vratuša, V., 1992: Uloga gradskih zemljišta u zaštiti životne sredine. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 74: 459-464
- Vratuša, V., 1995: Zemljište kao faktor očuvanja ekosistema banjskih i klimatskih mesta Jugoslavije. *Monografija "Banjska i klimatska mesta Jugoslavije"*, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 245-253
- Vratuša, V., 1997: Karakteristike površinskog sloja zemljišta beogradskih parkova. *Radovi IX kongresa JDPZ "Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta"*, Novi Sad, 748-755
- Vratuša, V., 1999: *Istraživanje stepena zagađenosti zemljišta teškim metalima zelenih površina Beograda i okoline*. Doktorska disertacija, Beograd.
- Vratuša, V., 2000: Teški metali u zemljištima beogradskih izletišta. *VIII ekološka istina*, Sokobanja, 410-415.

Anastasijević, N.

- Vratuša, V., 2000: Woody plants as lead deposition sites in urban ecosystems. *In: International Symposium on Plant Health in Urban Horticulture*. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin, Heft 370, 126-130.
- Vratuša, V., 2001: Lead, cadmium and zinc in soils of Belgrade parks. *Third Balkan scientific conference*, Sofia, Bulgaria, 3: 387-393
- Vratuša, V., Anastasijević, N., 1988: Akumulacija nekih teških metala u zemljištu i na biljkama duž autoputa Bratstvo-Jedinstvo. *Zbornik simpozijuma "Sigurnosni i ekološki aspekti prometnog sistema Jugoslavije"*, JAZU, Zagreb, 137-138.
- Vratuša, V., Anastasijević, N., 1995: Accumulation of lead in Belgrade road soils. *Proceedings of the International Conference "Preventive Engineering and Living Environment"*, Niš, H4-1 – H4-3
- Vratuša, V., Anastasijević, N., 1999: Autosaoobraćaj kao izvor teških metala u zemljištu i biljkama nekih naselja Srbije. *Monografija "Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja"*, Ekokonferencija 99, Novi Sad, 1: 40-410.
- Vratuša, V., Anastasijević, N., 2000: Proizvodnja povrća u beogradskim baštama i zagađenost grada teškim metalima. *Tematski zbornik Ekokonferencija 2000: Zdravstveno bezbedna hrana*, Novi Sad, 1: 83-88

Ukrasno drveće i osvetljenost središnjeg dela Beograda

Summary

Soils of Belgrade Green Spaces as a Filter for Polluted Urban Atmosphere

Vratuša, V., Anastasijević, N.

Department for Landscape Architecture and Horticulture, Faculty of Forestry, Belgrade

Numerous pollutants from urban atmosphere are being deposited on various surfaces by dry or wet deposition. One of the significant components of urban ecosystem is the soil, which represents not only the media where urban plants find all the necessary prerequisites for their successful growth and development (all except light), but also more or less successful filter of the polluted urban environment.

Research results regarding Belgrade area show that urban park soils despite certain unfavorable characteristics (completely disrupted natural, original soil profile, high content of construction debris), represents favorable environment for accumulation of various harmful matter, thanks to their general properties (alkaline reaction, high cation exchange capacity, presence of free calcium carbonate, relatively high organic matter content). Buffer capacity of these soils enables them to neutralize negative effect of acid rain, while high content of heavy metals confirms the fact that park soils in urbanized areas of Belgrade through their double function play significant role in protection and improvement of degraded urban environment.