

UDK: 77.003(497.113 Novi Sad)

Originalan naučni rad *Original scientific paper*

KARATERISTIKE ZEMLJIŠTA PARKOVA U NOVOM SADU I NJIHOVA OPTEREĆENOST TEŠKIM METALIMA

Galić Zoran, Pilipović Andrej, Orlović Saša, Klašnja Bojana, Ivanišević Petar, Kebert Marko¹

Izvod: U radu su prikazane osnovne karakteristike zemljišta četiri za parka u Novom Sadu. Obzirom na uticaj antropogenog faktora zemljišta su znatno izmenjena u odnosu na prirodna tako da su determinisana kao deposol. Osnovne fizičke osobine proučavanih zemljišta kao što su teksturni sastav i vodnovazdušne osobine su povoljne. Hemijske osobine ukazuju na neutralnu do slabo alkalnu reakciju zemljišnog rastvora, kao i na slabu obezbeđenost humusom te povećanim sadržajem karbonata u zemljištu. S obzirom na uticaj antropogenog faktora utvrđena je izražena opterećenost teškim metalima u zemljištu (olovo, kadmijum i nikel). Poređenje za kobalt i mangan je bilo moguće za mali broj gradova. Sadržaj kobalta je bio veći u odnosu na oba ispitivana grada za koji su bili dostupni podaci.

Ključne reči: urbana zemljišta, teški metali, Novi Sad

CHARACTERISTICS OF SOILS IN NOVI SAD PARKS AND THEIR HEAVY METAL LOAD

Galić Zoran, Pilipović Andrej, Orlović Saša, Klašnja Bojana, Ivanišević Petar, Kebert Marko

Abstract: *The main characteristics of soil in four parks in Novi Sad are presented. Due to the high influence of the anthropogenic factor, the soils in Novi Sad parks are considerably changed in comparison to the natural soils, so they are determined as deposol. The main physical characteristics of the determined soils, such as textural class and water and air characteristics are favourable. Chemical characteristics indicate a neutral to weak alkaline reaction of the soil solution, as well as the poor supply with humus, and the elevated content of carbonates in the soil. Because of the high influence of the anthropogenic factor high quantity of heavy metals is determined in the soil (lead, cadmium, nickel). Comparison for cobalt and manganese was possible only for a few cities. The content of cobalt was higher related to both of the examined cities for which the data was available.*

Key words: *urban soils, heavy metals, Novi Sad*

1. UVOD

U gradovima u svetu živi 50% ljudske populacije (Mulligan, et al. 2005; Biasoli, 2006). U Evropi u gradovima živi 80% populacije sa tendencijom daljeg porasta (Burghart, 1994; Anthrop, 2004; Biasoli, 2006). U Srbiji prema podacima popisa iz 2002. godine u gradovima živi 56,7% (Djurđjević, 2006). Najveća tendencija povećanja broja stanovnika u gradovima su utvrđena za dva najveća grada u državi, a to su Beograd i Novi Sad.

¹ Dr Galić Zoran, viši naučni saradnik, mr Pilipović Andrej, istraživač saradnik, dr Orlović Saša, naučni savetnik, dr Klašnja Bojana, naučni savetnik, dr Ivanišević Petar, viši naučni saradnik, dipl. inž. Kebert Marko, istraživač saradnik, Istraživačko-razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

Novi Sad je administrativni, trgovački i kulturni centar Autonomne Pokrajine Vojvodine. Prema poslednjim statističkim pokazateljima je drugi po veličini grad u Srbiji. Tendencija povećanja broja stanovnika u gradskim i prigradskim delovima je utvrđena i za Novi Sad, gde je povećanje bilo 28 % u odnosu na 1991. godinu (<http://www.nsinfo.co.yu/Statistika/NovaStatistika.htm>). Navedeno povećanje broja stanovnika u Novom Sadu je vezano za nemogućnost egzistencije u ruralnim sredinama i raseljavanje na području Zapadnog Balkana. Ovakav trend povećanja broja stanovnika je utvrđen za procese urbanizacije u aglomeratima nerazvijenih zemalja kao što su Mexico City, Buenos Aires i Montevideo (Davydova, 2005).

Povećanje broja stanovnika neminovno dovodi do većeg pritiska na životnu sredinu, a u životnoj sredini zemljište predstavlja važan činilac na koju procesi urbanizacije imaju veliki uticaj. Povećani stepen urbanizacije dovodi do smanjivanja udela prirodnih zemljišta u urbanim sredinama (Efland, et al. 1997) i promenama usled delovanja antropogenog faktora.

Najaktuelnija oblast istraživanja koja se odnose na zemljišta u gradovima je svakako monitoring opterećenosti teškim metalima. Teški metali, kao što je poznato, se u zemljištu javljaju prirodno i kao posledica delovanja čoveka. Povećanje pritiska na životnu sredinu dovodi i do onečišćenja zemljišta teškim metalima. U urbanim sredinama je utvrđeno izraženije nakupljanje teških metala u zemljištu i to zbog povećane aktivnosti čoveka kroz industriju, saobraćaj (Burghart, 1994; Vrbek, et al. 2001; Tuzen, 2003; Hoursthouse, 2004; Khasman, 2006; Galić, 2006; Zhang, 2007) s obzirom na veću naseljenost urbanih sredina (Davydova, 2005; Crnković, 2006). U zemljištu teški metali ostaju u dužem vremenskom periodu, odnosno i posle uklanjanja izvora zagađivanja (Chen, et al. 1997; Pichtel, et al. 1997; Imperato, et al. 2004; Hoursthouse, et al. 2004). Prilikom monitoringa se određuje ukupna količina toksičnih metala u zemljištu (Madrid, et al. 2004). Iz navedenog razloga determinacija teških metala u zemljištu, atmosferi, biljci i sedimentima ima veoma važnu ulogu u monitoringu životne sredine. Osim pokazatelja onečišćenja zemljišta potrebno je obratiti pažnju na funkcije zemljišta kao mediju za rast biljaka, njegovoj ulozi u urbanim ekosistemima i naročito promenama u spoljnoj sredini i načinu upravljanja u cilju održivog razvoja urbanog prostora (Hoursthouse, et al. 2004).

U urbanom prostoru posebno mesto zauzimaju parkovi, s obzirom na sve veće zahteve društva prema zelenim površinama. Povećanje broja stanovnika u poslednjoj deceniji bitno utiče na kvalitet zelenih površina u Novom Sadu. Ukupna površina parkova u je 30,50 ha (Tabela 1). Površina pod vrednim parkovima je 19,52 ha. Prosečna površina parkova po stanovniku je u 2005 bila 1,33 m². Navedena prosečna površina po glavi stanovnika je u 1991. godini bila 2,39 m². S obzirom na navedenu činjenicu da je Srbija zemlja u tranziciji što posledično dovodi do povećanja broja stanovnika u gradskoj sredini u Novom Sadu se predviđa dalje povećanje broja stanovnika. Posledica toga će verovatno biti još veći pritisak na urbanu sredinu gde zemljište predstavlja činilac i u pogledu ljudskog zdravlja (Abrahams, 2002).

Cilj rada je istraživanje osnovnih karakteristika zemljišta glavnih parkova Novog Sada i stepen njihovog onečišćenja teškim metalima.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Novi Sad je glavni grad Autonomne Pokrajine Vojvodine (Republika Srbija). Prema Republičkim statističkim podacima iz 1991. Godine, ukupan broj stanovnika u gradskim i prigradskim mestima bio je 261000. Broj registrovanih stanovnika u 2005. godini se povećao na 333895 (<http://www.nsinfo.co.yu/Statistika/NovaStatistika.htm>). Stanovništvo se u gradskim i prigradskim delovima Novog Sada u poslednjih 15 godina povećalo za 73000 odnosno 28% u odnosu na popis iz 1991. godine. Broj stanovnika u samom gradu je prema poslednjem popisu 229000. Ovakav trend se beleži u glavnim gradovima nerazvijenih zemalja kao što su Meksiko,

Argentina, Urugvaj (Davydova, 2005), a obzirom da je Srbija zemlja u tranziciji, ovakvi procesi su očekivani.

Zemljišta u Novom Sadu se nalaze u branjenom delu aluvijalne ravni reke Dunav. Aluvijalnog su porekla tako da se odlikuju velikom varijabilnošću fizičkih, vodno vazdušnih i hemijskih svojstava na maloj udaljenosti. Prema Klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić, et al. 1985) prirodna zemljišta u Novom Sadu su u većini slučajeva svrstana u tip zemljišta fluvisol. U World Reference Base (2006) fluvisol je izdvojen kao poseban tip. Međutim, s obzirom da se radi o gradskoj sredini, zemljišta su pretrpela određeni stepen antropogenizacije, a prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić, et al. 1985) se svrstavaju tehnogena zemljišta – deposol. Ovo su zemljišta koja su nastala pri zemljanim radovima (planiranje, izgradnja infrastrukture i sl.), odnosno deponovanjem ili odlaganjem materijala od rudokopa, radom bagera pri raznim građevinskim radovima. U World Reference Base 2006 bi se ovaj tip mogao svrstati u technosol.

Istraživanja su obavljena na deposolima u četiri parka u užem gradskom jezgru. Morfološka građa i tip zemljišta ukazuju da se radi o deposolima na fluvisol zemljištu (Tabela 2).

Tabela 2. Sistematska pripadnost istraživanih zemljišta

Table 2. Systematic classification of the study soils

		Morfološka građa <i>Morphology</i>	Tip zemljišta ^{*)} <i>Soil type</i>
PARK 1	Limanski park <i>Liman park</i>	P ₁ – P ₂ - G _r	DEPOSOL
PARK 2	Železnička stanica <i>Train station</i>	P ₁ – P ₂ - G _r	DEPOSOL
PARK 3	Futoški park <i>Futog park</i>	P ₁ – A – IG _{so}	DEPOSOL NA FLUVISOLU <i>DEPOSOL ON FLUVISOL</i>
PARK 4	Dunavski park <i>Danube park</i>	P ₁ – P ₂ - A – IG _{so}	DEPOSOL NA FLUVISOLU <i>DEPOSOL ON FLUVISOL</i>

^{*)} Klasifikacija prema Škorić, et al.. (1985) *Classification according to Škorić et al. (1985)*

Laboratorijskim istraživanjima su hemijska svojstva određena po sledećim metodama: humus (%) po Tjurinu u modifikaciji Simakova (Škorić, et al. 1966). Reakcija zemljišnog rastvora je određena u H₂O i u KCl (ISO 10390, 1995). Sadržaj CaCO₃ je određen na Scheiblerovom kalcimetru (Hadžić, 2004). Sadržaj fosfora i kalijuma po Al metodi (Hadžić, 2004). Sadržaj ukupnog sadržaja teških metala u humusnoakumulativnom horizontu je određen prema ISO 11466 (1995).

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

3.1. Osnovne fizičke i hemijske osobine zemljišta

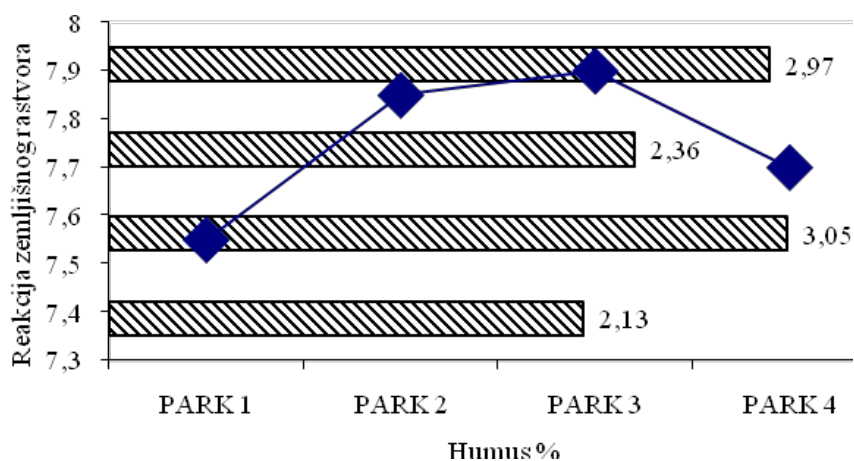
Povećani stepen urbanizacije dovodi do smanjivanja udela prirodnih zemljišta u urbanim sredinama (Effland, et al. 1997), kao i do promene osnovnih karakteristika autohtonih zemljišta. Zemljišta parkova Novog Sada su svrstana u deposol zemljišta (Škorić, et al. 2005) odnosno technosol (FAO, 2006).

Teksturna klasa istraživanih zemljišta u površinskom sloju zemljišta je bila ilovača, osim u parku 4 gde je utvrđena peskovita ilovača (tabela 3). Teksturna klasa po dubini profila se kretala od peska do ilovače, što je karakteristika aluvijalnog nanosa reke Dunav.

Tabela 3. Teksturna klasa zemljišta po dubini profila

Table 3. Textural class of the soils per profile depth

PARK 1	Horizont <i>Horizons</i>	P ₁	P ₂	Gr	
	Dubina <i>Depth</i>	0 - 30cm	(30-200 cm)	(>200 cm)	
	Tekst. klasa <i>Textural class</i>	Ilovača <i>Loam</i>	Pesak <i>Sand</i>	Ilovasti pesak <i>Loamy sand</i>	
PARK 2	Horizont <i>Horizons</i>	P ₁	P ₂	Gr	
	Dubina <i>Depth</i>	0 - 35 cm	(30-200 cm)	(>200 cm)	
	Teks. klasa <i>Textural class</i>	Ilovača <i>Loam</i>	Ilovača <i>Loam</i>	Pesak <i>Sand</i>	
PARK 3	Horizont <i>Horizons</i>	P ₁	A	IG _{so}	G _r
	Dubina <i>Depth</i>	0-20 cm	20 – 60 cm	60-180 cm	> 180 cm
	Teks. klasa <i>Textural class</i>	Ilovača <i>Loam</i>	Ilovasti pesak <i>Loamy sand</i>	Ilovasti pesak <i>Loamy sand</i>	Ilovasti pesak <i>Loamy sand</i>
PARK 4	Horizont <i>Horizons</i>	P ₁	P ₂	A	IG _{so}
	Dubina <i>Depth</i>	0-94 cm	94-120 cm	120 – 140 cm	140– 200 cm
	Teks. klasa <i>Textural class</i>	Pesk. ilovača <i>Sandy loam</i>	Ilov. pesak <i>Loamy sand</i>	Ilov. pesak <i>Loamy sand</i>	Pesak <i>Sand</i>

Grafikon 1. Reakcija zemljišnog rastvora u H₂O i sadržaj humusa u površinskim slojevimaGraph 1. Soil solution reaction in H₂O and humus content in surface layers

Reakcija zemljišnog rastvora u vodi u površinskim horizontima je slabo alkalna 7,7 do alkalna 7,94 (Grafikon 1). Najniža reakcija zemljišnog rastvora (pH) u vodi je utvrđena u parku 1, a najviša u parku 3. Reakcija zemljišnog rastvora u KCl se kretala u granicama od 6,92 do 7,24 odnosno bila je neutralna (Tabela 4). Humusno akumulativni horizonti parkova su slabo obezbeđeni humusom. Sadržaj se kretao od 2,13 % u park 1 do 3,05 % u parku kod parku 2. U parku 3 je utvrđen sadržaj humusa od 2,36 %, a u parku 4 od 2,97 % (Grafikon 1).

Sadržaj karbonata se kretao od 4,55 do 14,91 %, fosfora od 19,4 do 67,5 mgkg⁻¹, a kalija od 9,5 do 32,0 mgkg⁻¹ (tabela 4).

Tabela 4. Sadržaj CaCO₃, fosfora i kalijuma
Table 4. The contents of CaCO₃, phosphorus and potassium

Park	pH	CaCO ₃	P	K
	KCl	%	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹
PARK 1	6,92	4,55	19,4	26,5
PARK 2	7,24	14,91	67,5	31,0
PARK 3	7,15	12,43	23,4	9,5
PARK 4	6,97	4,97	81,5	32,0

3.2. Sadržaj teških metala u zemljištu

Najtoksičniji teški metali za biljke i životinje su olovo, kadmijum, nikl i živa (Stefanovits 1999), tako da je i težište na ovim teškim metalima. Olovo je prvi metal koji je ekstrahovan iz rude (Nriagu, et al. 1998) i jedan je od najtoksičnijih teških metala u životnoj sredini (Zhang, 2003). Globalno zagađivanje životne sredine je povezano sa nakupljanjem olova u životnoj sredini (Vrbek, et al. 2001). S obzirom da olovo nije esencijalni element njegova toksičnost je izražena i u tragovima (Shroeder, 1973).

Vrbek, et al. (2004) navode da su granične vrednosti olova u zemljištu koje se mogu tolerisati od 50 do 100 mgkg⁻¹, odnosno da se negativni efekti povećanja sadržaja olova u zemljištu uočavaju pri koncentraciji od 50 do 250 mgkg⁻¹. Istraživanja većeg broja istraživača u svetu i kod nas su potvrdila da je maksimalna prihvatljiva vrednost olova od 100 mgkg⁻¹ (Kadović i Knežević, 2002). Maksimalna dozvoljena koncentracija olova u zemljištu (poljoprivrednom) u Republici Srbiji 100 mgkg⁻¹.

Tabela 5. Sadržaj teških metala u zemljištima parkova Novog Sada
Table 5. The content of heavy metals in the soils of Novi Sad parks

Park	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn	Cr	Co	Mn
	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹	mgkg ⁻¹
PARK 1	21.64	0.80	27.68	15.64	60.36	46.88	8.92	347.12
PARK 2	35.28	1.24	31.40	21.68	71.28	49.00	9.84	361.36
PARK 3	71.24	1.04	27.12	15.40	57.76	33.20	8.20	258.28
PARK 4	55.28	1.84	29.52	26.16	82.76	46.40	9.32	329.36
Prosek	45.86	1.23	28.98	19.72	68.04	43.87	9.07	324.03
MDK ^{*)}	100	3.0	50	100	300	100	-	-

^{*)} MDK maksimalna dozvoljena količina teških metala prema Pravilniku u poljoprivrednim zemljištima; Pravilnik ne sadrži podatke o MDK za kobalt i mangan MDK the highest allowed quantity of heavy metals according to the Regulation for agricultural soils; Regulation does not contain data for cobalt and mangan

U parku 3 utvrđen je najveći sadržaj olova od 71,2 mgkg⁻¹ (Tabela 5), a u parku 1 najmanji sadržaj olova u zemljištu od 21,64 mgkg⁻¹. Maksimalna dozvoljena vrednost iskazuje najveću dopuštenu koncentraciju iznad kojih je rizik koncentracije teških metala neprihvatljiv zbog depresivnog i toksičnog dejstva na biljke i druge organizme (Vrbek, et al. 2004). Isti autor navodi da su ocenom stepena zagađivanja sredine utvrđene kritična, prirodna i zanemariva koncentracija teških metala u zemljištu, a stepen opterećenosti zemljišta teškim metalima je moguće utvrditi prema Brune-Ellighausu (1981). Prema ovom autoru vrlo nizak stepen

opterećenosti zemljišta teškim metalima je od 1-5%; nizak 5-10%; srednji 10-25%; visok 25-50%, a vrlo visok 50 -100% od maksimalne dozvoljene vrednosti koncentracije teškog metala u zemljištu. Na osnovu ovoga pokazatelja je vrlo visoka opterećenost zemljišta u parku 3 i posebno u parku 4, dok su park 2 i park 1 opterećeni sadržajem olova u zemljištu.

Kadmijum kao i olovo nije esencijalni element tako da i u malim količinama toksično deluje na biljke, čoveka i životinje (Schroeder, 1973). Sadržaj kadmijuma u neopterećenim zemljištima je manji od 1 mgkg^{-1} . U gradskim parkovima se kreće od 0,5 do 5 mgkg^{-1} , a u blizini autoputeva je 3 mgkg^{-1} . Onečišćenje je posledica rudarstva, prerade teških metala, sagorevanje otpada, zamuljivanja kanala, korišćenje fosfornih đubriva i saobraćaj. Emisija vezana za saobraćaj je vezana za trošenje guma ($20\text{-}90 \text{ Cd kg}^{-1}$ gume) i emisiju izduvnih gasova kao posledica sagorevanja dizel goriva. Opterećenost na globalnom nivou se procenjuje na 8000 tona godišnje (Stefanovits, 1999), a u srednjoj Evropi $1,5 - 35 \text{ g ha}^{-1}$ godišnje. Kadmijum je mobilniji kada dospe u zemljište u odnosu na olovo, cink i bakar (Aboulroos, 2006). Biodegradativnost i velika toksičnost su osnovne karakteristike zbog čega treba da se izučava u kvalitetu životne sredine. Sadržaj kadmijuma u humusno akumulativnom horizontu se kretao od 0,80 do $1,84 \text{ mgkg}^{-1}$ u proseku $1,23 \text{ mgkg}^{-1}$. Prema Brune-Ellinghausu (1981) urbana zemljišta u Novom Sadu su u proseku visoko opterećena kadmijumom. Najmanje opterećeni kadmijumom je humusno akumulativni horizont parka 1, a vrlo visoko je opterećen površinski horizont parka 4. Koncentracija kadmijuma u zemljištima parkova je ispod maksimalno dozvoljenih granica.

Tabela 6. Opterećenost teškim metalima pojedinih svetskih gradova

Table 6. Contents of heavy metals in soils of some world cities

Grad City	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn	Cr	Co	Mn	Izvor Source
Madrid	161	n.a.	14,1	71,7	210	74,7	6,42	437	De Miguel, et al. (1998)
Rostock	83	0,2	30	35	100	48	n.a.	n.a.	Kahle (2000)
Hong Kong	93.4	2.18	n.a.	24.8	168	n.a.	n.a.	n.a.	Li, et al. (2001)
London	294	1.0	n.a.	73.0	183	n.a.	n.a.	n.a.	Li, et al. (2001) *)
Palermo	253	0.84	19.1	77	151	39	6.5	566	Manta, et al. (2002)
Napoli	262	n.a.	n.a.	11	251	74	n.a.	n.a.	Imperato, et al. (2003)
Nanjing city	107,3	n.a.	n.a.	66,1	162	84,7	n.a.	n.a.	Lu, et al. (2003)
Sevilla	161	n.a.	23.5	64.6	107	42.8	n.a.	480	Madrid, et al. (2004)
Sevilla	150	n.a.	22	73	138	40	n.a.	491	Hursthouse, et al. (2004)
Torino	158	n.a.	193	111	242	229	n.a.	947	Hursthouse, et al. (2004)
Glasgow	971	n.a.	58	140	364	93	n.a.	n.a.	Hursthouse, et al. (2004)
Belgrade	55.5	n.a.	68	28.3	118	32.1	n.a.	n.a.	Crnković, et al. (2006)
Torino	149	n.a.	209	90	183	191	n.a.	n.a.	Biasoli, et al. (2006)

*) Izvor Li (2001), podaci iz Thornthorn (1991) za London Source Li 2001, data from Thornthorn 1991 for London

Urbana zemljišta u Novom Sadu su u proseku vrlo visoko opterećena niklom, što je utvrđeno za sve površinske slojeve istraživanih zemljišta (u proseku $28,98 \text{ mgkg}^{-1}$). Najopterećeniji je humusnoakumulativni horizont parka 2 od $31,40 \text{ mgkg}^{-1}$ odnosno 63% od maksimalno dozvoljene količine. Opterećenost humusnoakumulativnog horizonta parkova u Novom Sadu u proseku je bio 57% od maksimalno dozvoljne količine.

Koncentracije teških metala su upoređeni sa dostupnim podacima za neke svetske gradove. Sadržaj olova u humusnoakumulativnom horizontu nekih urbanih zemljišta u Novom Sadu je bio manji u odnosu na podatke istraživane gradove (tabela 6).

Veći sadržaj kadmijuma u površinskom sloju je utvrđen u odnosu na Rostock, Palermo i London, a manji u odnosu na Hong Kong. Sadržaj kadmijuma od $1,84 \text{ mgkg}^{-1}$ u parku 4 je vrlo blizak za prosek u Hong Kongu, što se može objasniti činjenicom da je park u samom centru grada sa najvećom frekvencijom saobraćaja. Veći sadržaj nikla je utvrđen u urbanim zemljištima Novog Sada u odnosu na Madrid, Palermo i Sevilju, a u proseku je niži u odnosu na Rostock, Torino, Glasgow, Beograd i Torino. Utvrđeno je da su zemljišta Novog Sada manje opterećena elementima kao što su bakar, cink i hrom od većine zemljišta navedenih gradova. Izuzetak čini veći sadržaj bakra u odnosu na Napoli i veći sadržaj hroma u odnosu na Plaermo, Sevilju i Beograd. Poređenje za kobalt i mangan je bilo moguće za mali broj gradova. Sadržaj kobalta je bio veći u odnosu na oba ispitivana grada (Madrid i Palermo).

Rezultati ukazuju da je humusnoakumulativni horizont nekih urbanih zemljišta u Novom Sadu u proseku znatno manje opterećeno teškim metalima u odnosu na druge svetske gradove. Međutim, u odnosu na kriterijum opterećenosti može se govoriti o izvesnoj opterećenosti niklom, kadmijumom i olovom, što je naročito važno sa aspekta monitoringa životne sredine.

4. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza osnovnih fizičkih i hemijskih osobina zemljišta četiri parka u Novom Sadu, kao i njihova opterećenost teškim metalima. Antropogeni faktor je uticao na procese daljeg obrazovanja zemljišta tako da se istraživana zemljišta mogu svrstati u deposol zemljišta. Iako je bitno izmenjen morfološki opis profila u odnosu na prirodna zemljišta, teksturni sastav je varirao od peskovita ilovače do ilovače sa povoljnim vodnovazдушnim osobinama. Reakcija zemljišnog rastvora u KCl je bila od 6,92 do 7,24.

Prosečni sadržaj teških metala u zemljištu je olovo $45,86 \text{ mgkg}^{-1}$, kadmijum $1,23 \text{ mgkg}^{-1}$ i nikl $25,59 \text{ mgkg}^{-1}$.

Navedene činjenice ukazuju na potrebu da se nastave istraživanja koja obuhvataju zemljišta, kao deo životne sredine u uslovima enormnog povećanje ljudske populacije u gradu kao što je Novi Sad. Pogotovo je to važno zbog pogoršavanja kvaliteta zemljišta u parkovima u Novom Sadu, budući da ne postoji mogućnost povećanja površina pod parkovima. Naprotiv, površina od $1,33 \text{ m}^2$ zelenih površina po glavi stanovnika će se u budućnosti verovatno smanjivati, tako da je praćenje kvaliteta dela životne sredine (u ovom slučaju kvalitet zemljište) od velikog značaja i ova istraživanja su samo neznatan doprinos, i početak obimnijih istraživanja uticaja antropogenog faktora i urbanizacije na životnu sredinu većih gradova.

5. LITERATURA

- Aboulroos, S.A., Helal, M.I.D., Kamel, M.M. (2006): Remediation of Pb and Cd polluted soils using in situ immobilization and phytoextraction techniques. Soil & Sediment Contamination vol 15 p. 199-215
- Abrahams, PW. (2002): Soils: their implications to human health. Sci Total Environ., 291 1 – 32.

- Antrop, M. (2004): Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landsc Urban Plan* vol 67 p. 9–26.
- Biasoli, M., Barberis, R., Ajmone-Marsan, F. (2006): The influence of a large city on some soil properties and metals content. *Science of the Total Environment* vol 356 p. 154-164
- Burghart, W. (1994): Soils in urban and industrial environment. *Zeitschrift für Pflanzenernaehrung und Bodenkunde* 157 p. 205-214
- Brune, H., Ellinghaus (1981): Schwermetallgehalte in Landwirtschaftlich genutzten Ackerboden Hessens. *Landw. Forschung* 38: 338-349, Trier.
- Chen T.B., Wong J.W.C., Zhou H.Z., Wong H.M. (1997): Assessment of trace metal distribution and contamination in surface soils of Hong Kong. *Environmental Pollution* vol 96 p. 61-68
- Crnković D., Ristić M., Antonović D. (2006). Distribution of heavy metals and arsenic in soils of Belgrade (Serbia and Montenegro). *Soil & Sediment Contamination* vol 15 p. 581-589
- Davydova S. 2005 Heavy metals as toxicants in big cities. *Microchemical Journal* vol 79 p. 133-136
- De Miguel E., Jimenez de Grado M., Llamas J.F., Martin-Dorado A., Mazadiego L.F. 1998. The overlooked contribution of compost application to the trace element load in the urban soil of Madrid (Spain). *Science of Total Environment* vol 215 p. 113-122
- Djordjević B. (2006): Gradsko stanovništvo i mreža gradova In: Stanovništvo i domaćinstva Srbije prema popisu 2002. godine. Republički zavod za statistiku Srbije, Institut društvenih nauka, Centar za demografska istraživanja p.47-53
- Effland W.R., Pouyat R. (1997): The genesis, classification, and mapping of soils in urban areas. *Urban Ecosystems* vol 1 p. 217-228
- FAO (2006): World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. IUSS Working Group WRB. *World Soil Resources Reports* 103
- Galić Z., Ivanišević P., Vasić V. (2006): Karakteristike zemljišta parkova Novog Sada i stepen opterećenosti olovom. *Topola* 177/78 p. 52-60
- Hadžić V., Belić M., Nešić Lj. (2004): Praktikum iz pedologije. Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, str. 80.
- Hursthouse A., Tognarelli D., Tucker P., Ajmone-Marsan F., Martini Ch., Madrid L., Madrid F., Diay-Barrientos E. (2004): Metal content of surface soil in parks allotments from three European cities: initial pilot study results. *Land Contamination & Reclamation* vol 12 p. 189-196
- Imperato M., Adamo P., Naimo D., Arienzo M., Stanzione D., Violante P. (2003) Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy). *Environmental Pollution* vol 124 p. 247–256
- Kadović, R., Knežević, M. (2002): Teški metali u šumskim ekosistemima Srbije. Šumarski fakultet Beograd, str. 278
- Kahle, P. (2000): Schwermetallstatus Rostocker Gartenboden. *Journal Plant Nutrition and Soil Science* vol 163 p. 191-196
- Khashman, O., Shawabkeh, R. (2006): Metals distribution in soils around the cement factory in southern Jordan. *Environmental pollution* vol 140, p.387-394
- Li, X., Poon, Ch., Liu, P.S. (2001): Heavy metal contamination of urban soil and street dusts in Hong Kong. *Applied Geochemistry* vol 16 p. 1361-1368
- Lu, Y., Gong, Z., Zhang, G., Burghardt, W. (2003): Concentrations and chemical speciations of Cu, Zn, Pb and Cr of urban soils in Nanjing, China. *Geoderma* 115 p. 101
- Madrid, L., Diaz-Barrientos, E., Reinoso, R., Madrid, F. (2004): Metals in urban soils of Sevilla: seasonal changes and relations with other soil components and plant contents. *European Journal of Soil Science* Vol. 55, p. 209–217

- Manta, D.S., Angelone, M., Bellanca, A., Neri, R., Sproveri, M. (2002): Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily) Italy. *Science of Total Environment* vol 300 p.229-243
- Mulligan, G., Crampton, J. (2005): Population growth in the world's largest cities. *Cities* vol 22 p. 365-380
- Nriagu, J.O. (1998): Tales told in lead. *Science* vol 281 issue 5383 p.1622-1625
- Pichtel, J., Sawyer, H.T., Czarnowska, K. (1997): Spatial and temporal distribution of metals in soils in Warsaw, Poland. *Environmental Pollution* vol 98 p. 169–174
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja. Službeni glasnik Republike Srbije br 23/94
- Schroeder, H.A. (1973): *The trace elements and Nutrition*. Faber and Faber , London
- Stefanovits, P., Filep, Gy., Fuleky, Gy. (1999): Talajtan. *Mezogazda kiado Budapest*. p 1-469
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*, Akademija nauke i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo. 66 str.
- Škorić, A., Sertić, V. (1966): Analiza organske materije (humusa) u zemljištu. U Priručniku za ispitivanje zemljišta knjiga I – Hemijske metode ispitivanja zemljišta, JDPZ, str. 41-46.
- Tuzen, M. (2003): Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. *Microchemical Journal* vol 74, p. 289-297
- Vrbek, B., Pilaš, I. (2001): Sadržaj teških kovina (Pb, Cu, Zn i Cd) u kalkokambisolu na području pošumljenih površina krša Hrvatske. *Radovi Šumarskog Instituta* 36 (2): 139-150, Jastrebarsko
- Vrbek, B., Pilaš, I. (2004): Teške kovine (Pb, Cu i Zn) u tlu šume hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*) sjeverozapadne Hrvatske. *Radovi Šumarskog Instituta* 39 (2): 169-184, Jastrebarsko
- Zhang, G.L., Yang, F.G., Zhao, W.J., Zhao, Y.G., Yang, J.L., Gong, Z.T. (2007): Historical change of soil Pb content and Pb isotope signatures of the cultural layers in urban Nanjing. *Catena* vol 69 p. 51-56
- Zhang, Y. (2003): 100 Years of Pb deposition and transport in soils in champaign, Illinois, U.S.A. *Water, Air, and Soil Pollution* 146: 197–210.

Summary

CHARACTERISTICS OF SOILS IN NOVI SAD PARKS AND THEIR HEAVY METAL LOAD

by

Galić Zoran, Pilipović Andrej, Orlović Saša, Klašnja Bojana, Ivanišević Petar, Kebert Marko

The basic characteristics of urban soils in Novi Sad parks are presented. Due to the high effect of the anthropogenic factor, the soils in Novi Sad parks are considerably changed compared to the natural soils. Therefore, they are determined as deposol. The main physical characteristics of the determined soils, such as textural class and water and air characteristics are favourable. Chemical characteristics indicate the neutral to weak alkaline reaction of the soil solution, as well as the poor supply with humus, and the elevated content of carbonates in the soil. The average contents of lead were 45.86 mgkg^{-1} , cadmium 1.23 mgkg^{-1} and nickel 25.59 mgkg^{-1} . Average content of cadmium in the soils of Novi Sad parks was from 0.8 to 1.84 mgkg^{-1} . The above facts point to the need of continuing the research of soils, as part of the environment under the conditions of the enormous increase of human population in the cities such as Novi Sad. This is especially important because of the degradation of the soils in Novi Sad parks and because it is not possible to increase the park area.