

INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO NOVI SAD

**Odeljenje za soju i agroekologiju
LABORATORIJA ZA ZEMLJIŠTE I AGROEKOLOGIJU**

Arh.br.

datum: 15.12.2008.god.

**AUTONOMNA POKRAJINA VOJVODINA
POKRAJINSKI SEKRETERIJAT ZA ZAŠTITU
ŽIVOTNE SREDINE I ODRŽIVI RAZVOJ**

IZVEŠTAJ

**MONITORING KVALITETA ZEMLJIŠTA NA DEČIJIM IGRALIŠTIMA
NA TERITORIJI GRADA NOVOG SADA, U CILJU UTVRĐIVANJA
SADRŽAJA OPASNIH I ŠTETNIH MATERIJA U ZEMLJIŠTU NA
JAVNIM DEČIJIM IGRALIŠTIMA ILI IGRALIŠTIMA KOJA SE
NALAZE U OKVIRU OBJEKATA »RADOSNOG DETINJSTVA«**

Novi Sad, decembar 2008.

INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO
Odeljenje za soju i agroekologiju
LABORATORIJA ZA ZEMLJIŠTE I AGROEKOLOGIJU
NOVI SAD

IZVEŠTAJ

MONITORING KVALITETA ZEMLJIŠTA NA DEČIJIM IGRALIŠTIMA NA TERITORIJI GRADA NOVOG SADA, U CILJU UTVRĐIVANJA SADRŽAJA OPASNIH I ŠTETNIH MATERIJA U ZEMLJIŠTU NA JAVNIM DEČIJIM IGRALIŠTIMA ILI IGRALIŠTIMA KOJA SE NALAZE U OKVIRU OBJEKATA »RADOSNOG DETINJSTVA«

AUTORI:

Prof. dr Petar Sekulić
Mr Tijana Zeremski Škorić
Mr Jordana Ninkov
Mr Jovica Vasin

**Direktor Instituta za ratarstvo i
povrtarstvo Novi Sad**

Prof. dr Petar Sekulić

Novi Sad, decembar 2008. godine

SADRŽAJ

	Str.
UVOD	1
MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA	4
REZULTATI ISPITIVANJA	8
Osnovna hemijska svojstva	8
Teški metali	10
Organski kontaminanti zemljišta	18
ZAKLJUČAK	26
LITERATURA	28

UVOD

Teški metali se prirodno nalaze u zemljištu, u određenim koncentracijama, i vode poreklo od matične stene, odnosno supstrata na kojem je zemljište nastalo. U površinskim horizontima zemljišta često se mogu naći i teški metali koji nisu geohemijskog već antropogenog porekla, odnosno, dospeli su u zemljište kao posledica različitih ljudskih aktivnosti (industrija, sagorevanje fosilnih goriva, primena agrohemijskih sredstava, atmosferska depozicija...). Pored ovih neorganskih zagađujućih materija u zemljištu su često prisutne i brojne organske zagađujuće materije koje zbog niske biodegradabilnosti nazivamo perzistentnim (perzistentni organski polutanti tzv. POPs) u koje spadaju policiklični aromatični ugljovodonici (PAH), pilihlorovani bifenili (PCB) i ostaci pesticida i njihovih metabolita.

Urbana zemljišta, u odnosu na ruralna, često su više izložena antropogenom uticaju zbog veće gustine naseljenosti, inteziteta saobraćaja, blizine industrije itd. Dugotrajno unošenje zagađujućih materija u zemljište može dovesti do smanjenja njegovog puferskog kapaciteta što kao posledicu može imati trajnu kontaminaciju zemljišta i podzemne vode (Thornton, 1991).

Danas sve više raste svest ljudi da zagađujuće materije kao što su teški metali i perzistentni organski polutanti koji se nalaze u zemljištu mogu imati ozbiljne posledice po ljudsko zdravlje. Teški metali koji se akumuliraju u ljudskom organizmu mogu izazvati trovanja, ugroziti delovanje centralnog nervnog sistema i izazvati niz drugih teških poremećaja. (Schwartz, 1994; Bellinger, 1995, Tripathi et al., 2001)

Postoji nekoliko putanja kojima kontaminanti iz urbanog zemljišta mogu dospeti u ljudski organizam. Najvažnija od njih je putanja *zemljište- uobičajene ljudske aktivnosti* kada čovek dolazi u kontakt sa zemljištem boraveći u parkovima, na igralištima, stambenim zonama, industrijskim, komercijalnim i drugim objektima. Druga po značaju je putanja *zemljište-korisne biljke-čovek* kada čovek dolazi u dodir sa kontaminantima posredno, preko biljaka koje gaji na zagađenim zemljištima.

Značaj poznavanja kvaliteta urbanog zemljišta sa stanovišta sadržaja organskih i neorganskih kontaminanata ogleda se u mogućnosti procene rizika, lociranja i sanacije

zagađenih oblasti kao i gradskog planiranja u smislu identifikacije i izmeštanja izvora kontaminanata.

U poslednjih dvadeset godina u svetu se intezivno razvijala svest o uticaju kvaliteta urbanog zemljišta na zdravlje ljudi što je rezultiralo detaljnim ispitivanjima kvaliteta gradskog zemljišta mnogih velikih gradova u Evropi i Americi kao na primer: Mineapolis, SAD (Mielke et al., 1984), Berlin, Nemačka (Birke and Rauch, 2000), Aberdein, Škotska (Paterson et al., 1996), Birmingham, Engleska (Wang et al., 1997), Majami, Florida, SAD (Chirenje et al., 2003), Sevilja, Španija (Madrid et al., 2004) itd. Pored ovoga, Evropska Unija je finansirala nekoliko projekata čiji zadatak je bio da se ispita sadržaj zagađujućih materija u zemljištu velikih evropskih gradova. Najpoznatiji takav projekat je bio „URBISOIL“ koji se bavio sadržajem teških metala u tri evropska grada: Glazgov u Škotskoj, Turin u Italiji i Sevilja u Španiji. U Srbiji je do danas urađena samo jedna studija o sadržaju teških metala u urbanom zemljištu i to zemljištu Beograda, u kojoj su na manjem broju uzoraka obučena zemljišta različite namene (poljoprivredna, nepoljoprivredna, zemljišta stabenih zona) ali nisu proučavana zemljišta na dečijim igralištima (Crnković et al., 2006.)

Deca su većinom više izložena uticaju kontaminanata iz zemljišta od odraslih ljudi. Postoji više razloga za to a jedan od najvažnijih je običaj dece da tokom igre stavljaju prljave prste i igračke u usta i na taj način u svoj organizam unose značajno više zemljišta od odraslih osoba (ATSDR, 2000). U jednoj studiji se precizira da deca težine 10 kg koja borave u vrtiću 8 sati dnevno/250 dana godišnje u proseku dnevno unesu u digestivni sistem oko 0.2 g zemljišta dok je za maksimalni iznos data vrednost od 3 g zemlje na dan (Danish Standards Association, 1995) dok je za odrasle ljude prosečan unos zemljišta u organizam procenjen na 0.1g/dan (N & R Consult, 1990).

Takođe, deca su, u odnosu na odrasle, mnogo osetljivija na negativne uticaje kontaminanata u organizmu. Pre svega deca imaju malu telesnu masu što uvećava njihovu relativnu izloženost kontaminatu (koja se izražava po kg telesne mase), zatim imaju mnogo veću gastrointestinalnu absorpciju teških metala (Schütz et al., 1997) i na kraju, ali podjednako značajno, njihov nervni sistem nije u potpunosti razvijen pa su mnogo osetljiviji na neurotoksične metale kao što su Pb i Hg (Klaassen, 1996). Poznato je, na primer, da predškolska deca mogu imati značajne neurološke smetnje ako je koncentracija olova u njihovoj krvi viša od 10 µl/dl krvi pa se zbog toga u mnogim zemljama danas izrađuju posebne studije u kojima se procenjuju maksimalno dozvoljene koncentracije ovog elementa u različitim medijumima (voda, zemljište, vazduh itd.) i njihov uticaj na sadržaj olova u krvi (Defra and Environment Agency, 2002 d,e).

Kvalitetom zemljišta dečijih igrališta sa aspekta sadržaja opasnih i štetnih materija danas se bave mnogi stručnjaci u većini evropskih zemalja. Izrađene su i mnogobrojne studije u kojima su detaljno ispitani sadržaji kontaminanata i procenjen je njihov rizik za zdravlje dece. Na primer, posebno detaljno su ispitana zemljišta dečijih igrališta u Upsali (Ljung et al., 2006) i Sevilji (De Migel et al. 2007).

Potencijalnu opasnost i izvor zagađenja predstavljaju i drvene platforme i druge drvene igračke postavljene na dečijim igračkama. Naime, u procesu prerade drveta, pogotovu onog koje će biti korišćeno za izradu konstrukcija za spoljašnju upotrebu, drveni materijal se tretira hemikalijama koje ga na određeni način „konzerviraju“. U poslednjih 60 godina, za konzerviranje drveta se najčešće koristilo zaštitno sredstvo na bazi hroma, arsena i bakra pod nazivom hromirani bakar arsenat ili CCA (Chromated Copper Arsenate) koje se satoji od 18.5% bakar-oksida, 47.5% hrom-oksida i 34% arsen-oksida. Arsenik u ovom sredstvu služi kao insekticid, bakar ima svojstvo fungicida a hrom služi za fiksiranje arsena i bakra u drvetu. Drvo tretirano ovim zaštitnim sredstvom se često koristi za izradu drvenih platformi za igru, a kako se te platforme uglavnom nakon postavljanja na igralište više ne pomeraju, tokom godine trpe uticaj atmosferskih padavina a najviše uticaj kiše što nakon određenog vremena dovodi do pojave spiranja arsena, hroma i bakra u okolno zemljište. Postoje mnogobrojne studije koje su se bavile uticajem ispiranja CCA sa drvenih konstrukcija na kontaminaciju zemljišta i ugrožavanje zdravlja dece (Fields, 2001; Stilwell, 1997; Hemond, 2004.). Rezultati ovih istraživanja su indukovali zabranu upotrebe drveta tretiranog sa CCA za izradu platformi za igru u Kanadi (2003) i SAD(2002). U našoj državi ovakav zakon još uvek ne postoji, a takođe, veliki broj drvenih platformi koje se koriste na igralištima je postavljen pre 2003. godine. Zbog toga je važno, prilikom praćenja kvaliteta zemljišta na dečijim igralištima posebnu pažnju posvetiti sadržaju arsena, bakra i hroma u njemu.

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Novi Sad je drugi po veličini grad u Srbiji, nakon Beograda. Na osnovu poslednjeg popisa stanovništva u aprilu 2005., broj stanovnika na užoj (urbanoj) teritoriji Novog Sada je iznosio 255 071, dok je broj stanovnika na široj teritoriji gradske zajednice iznosio 333 895. Šira teritorija Novog Sada se prostire na 699 km² a uža teritorija grada zauzima 129.7 km².

Predškolska ustanova „Radosno detinjstvo“ Novi Sad svoju funkciju obavlja u 62 vrtića koji su u funkciji, a u kojima je tokom Programске 2004/2005. Godine boravilo oko 10500 dece uzrasta od 1 do 7 godina (podatak sa www.predskolska.co.yu)

Rad na monitoringu kvaliteta zemljišta na dečijim igralištima na teritoriji Grada Novog Sada u cilju utvrđivanja sadržaja opasnih i štetnih materija u zemljištu na igralištima koja se nalaze u okviru objekata PU „Radosno Detinjstvo“ tokom 2008. godine, odvijao se u dve faze:

- terenska istraživanja sa uzimanjem uzoraka i
- analitička istraživanja u laboratoriji.

Terenski radovi

Od ukupno 62 objekata „Radosnog detinjstva“ odabrano je 30 objekata koji su ispunjavali sledeće uslove: da imaju sopstveno dvorište, da u njima boravi relativno veliki broj dece (više od 100) da se nalaze u blizini prometnih ulica i da se u njihovim dvorištima u toku proleća i leta nalaze postavljene drvene igračke i platforme za igru. Spisak objekata PU „Radosno detinjstvo“ u kojima je izvršeno uzorkovanje zemljišta dat je u Tabeli 1.

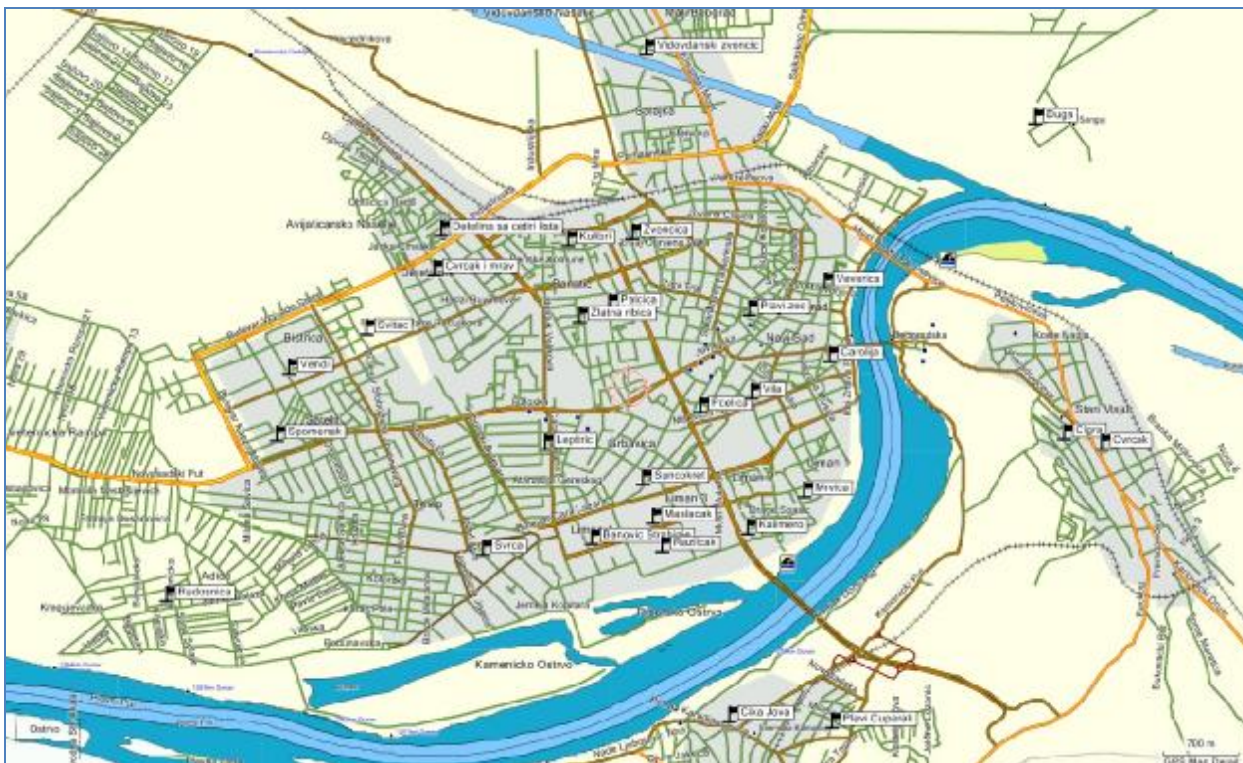
Zemljište na igralištima je uzorkovano u narušenom stanju, agrohemijskom sondom iz površinskog sloja do dubine od 10 cm. Uzorci zemljišta su uzimani sa mesta gde je zemljište ogoljeno, odnosno nema vegetacije jer je na takvim mestima najintezivniji kontakt dece sa zemljištem.

Tabela 1. Spisak objekata PU „Raosno detinjstvo“ u kojima je izvršeno uzorkovanje zemljišta na igralištima

Redni broj	Naziv objekta i adresa
1	Različak Narodnog fronta 45 Novi Sad
2	Maslačak Narodnog fronta 42 Novi Sad
3	Kalimero Dragiše Brašovana 16 Novi Sad
4	Čarolija Sonje Marinković 1 Novi Sad
5	Leptirić Braće Krkljuš br.15 Novi Sad
6	Banović Strahinja bb
7	Čigra Jože Vlahovića bb Petrovaradin
8	Cvrčak Palmotićeve 1 Petrovaradin
9	Čika Jova Zmajevac 2 Sr. Kamenica
10	Vila V. brigada 14 Novi Sad
11	Veverica Visarionova 4a Novi Sad
12	Švrća Jerneja Kopitara 1 Novi Sad
13	Pčelica Laze Kostića 5 Novi Sad
14	Radosnica Sime Šolaje bb Adice
15	Plavi zec Miletićeva 22 Novi Sad
16	Cvrčak i mrav Trg majke Jevrosime 2 Novi Sad
17	Suncokret Alekse Šantića 32 Novi Sad
18	Duga Šangaj, VIII b.b. Novi Sad
19	Mrvica Jirečkova br. 9 Novi Sad
20	Vidovdanski zvončić Jana Husa 15 Novi Sad
21	Palčica Branimira Čosića 40 Novi Sad
22	Novi objekat na Bistrici, Bate Brkića
23	Detelina sa četiri lista Kalmana Langa Novi Sad
24	Zlatna ribica Marodićeve 4a Novi Sad
25	Vendi Braće Dronjak bb Novi Sad
26	Kolibri Bulevar Jaše Tomića br. 9 Novi Sad
27	Zvončica Save Kovačevića br.14 Novi Sad
28	Plavi čuperak Sremska Kamenica Sr. Kamenica
29	Svitac Stojana Novakovića bb Novi Sad
30	Spomenak Antona Urbana 2 Novi Sad

GPS koordinate lokaliteta na kojima je uzorkovano zemljište određene su pomoću uređaja GARMIN Eltrex Venture. Grafički prikaz lokaliteta na kojima je izvršeno uzorkovanje zemljišta, sa nazivima vrtača dat je na Slici 1.

Slika 1. Grafički prikaz lokaliteta na kojima izvršeno uzorkovanje zemljišta



Laboratorijska ispitivanja

Druga faza rada na projektu su laboratorijska ispitivanja. Laboratorijska ispitivanja osnovnih hemijskih svojstava zemljišta i sadržaja opasnih i štetnih materija urađena su u Laboratoriji za zemljište i agroekologiju, Odeljenja za soju i agroekologiju, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Laboratorija za zemljište i agroekologiju je akreditovana od strane Akreditacionog tela Srbije i Crne Gore - JUAT (sada Akreditaciono telo Srbije - ATS) po pravilima akreditacije ISO 17025 za sve vrste ispitivanja izvršene u ovom istraživanju, a Institut za ratarstvo i povrtarstvo je delatnost svih svojih radnih jedinica usaglasio sa zahtevima ISO 9001 i ISO 14000.

U pripremljenim uzorcima zemljišta (osušenim, samlevenim i prosejanim kroz sito otvora 2 mm) određeni su sledeći hemijski parametri:

- pH - vrednost određena je u suspenziji zemljišta sa vodom (10g : 25 cm³) i suspenziji zemljišta sa kalijum-hloridom, potenciometrijski;
- Sadržaj CaCO₃ određen je volumetrijski, pomoću Scheiblerov-og kalcimetra;
- Sadržaj humusa određen je metodom Tjurin-a;
- Lakopristupačni fosfor (ekstrakcija sa amonijum-laktatom) – AL metodom;
- Lakopristupačni kalijum (ekstrakcija sa amonijum-laktatom) – AL metodom;

- Ukupan sadržaj teških metala As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb i Zn je meren u uzorcima zemljišta koji su prethodno podvrgnuti digestiji u zatvorenom mikrotalasnom sistemu ETHOS1, Milestone po metodi US EPA 3051a. Merenje koncentracije teških metala u pripremljenim uzorcima je vršeno simultano, na instrumentu ICP-OES "Vista Pro-axial"-Varian.
- Pristupačan oblik teških metala je određen nakon ekstrakcije iz zemljišta sa EDTA (etilen-diamin-tetrasirćetna kiselina) po protokolu za BCR referentni materijal CRM 484 (Sewage sludge amended soil).
- U okviru ispitivanja prisustva organskih zagađivača u zemljištu ispitano je prisustvo perzistentnih organo-hlornih pesticida i njihovih metabolita (α -HCH, β -HCH, lindan, δ -HCH, heptahlor, endosulfan, endosulfan sulfat, aldrin, heptahlor epoksid, DDE, dieldrin, DDD, endrin aldehid, DDT i endrin). Ispitivani su takođe polihlorisani bifenili (PCB) (Bal 28, Bal 52, Bal 101, Bal 138, Bal 153, Bal 180 i Bal 209) i policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) (naftalin, acenaften, acenaftilen, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, krizen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i)perilen i indeno(1,2,3cd)piren). Pesticidi, polihlorisani bifenili i policiklični aromatični ugljovodonici su ekstrahovani mešavinom rastvarača u sokslet-aparatu (US EPA metode 3540C i 3630C), dobijeni ekstrakt je prečišćen na koloni silika gela. Prečišćeni ekstrakti pesticida, PCB-a i PAH-ova analizirani su pomoću kapilarne gasne hromatografije na gasnom hromatografu Agilent 6890NI sa masenim detektorom Agilent 8975B MSD. Korišena je kolona DB5-MS dužine 30 m i unutrašnjeg prečnika 0.32 mm.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

OSNOVNA HEMIJSKA SVOJSTVA

U Tabeli 2. su prikazana osnovna hemijska svojstva uzorkovanog zemljišta.

Tabela 2. Osnovna hemijska svojstva zemljišta uzorkovanog na igralištima u okviru objekata PU „Radosno detinjstvo“

Objekat	pH	pH	CaCO ₃	Org.mat.	N	AL-P ₂ O ₅	AL-K ₂ O
	KCl	H ₂ O	%	%	%	mg/100g	mg/100g
Različak	7,43	8,31	6,24	2,48	0,184	86,5	18,6
Maslačak	7,37	8,36	4,59	3,18	0,218	26,2	33,6
Kalimero	7,52	8,46	4,59	2,29	0,17	14,5	16,9
Čarolija	7,51	8,37	9,59	3,61	0,248	48,8	34,8
Leptirić	7,57	8,38	10,84	3,37	0,231	36,5	28,9
Banović Strahinje	7,59	8,41	6,67	2,3	0,171	12,9	13,3
Čigra	7,44	8,13	8,76	4,71	0,302	63,2	52,2
Cvrčak	7,16	8,07	2,5	4,69	0,301	45,3	50,2
Čika Jova	7,39	8,23	4,59	3,38	0,231	0,1	55,8
Vila	7,56	8,24	9,59	4,54	0,291	0,1	46
Veverica	7,55	8,38	10,84	2,91	0,217	52	40,9
Švrća	7,56	8,26	15,01	3,59	0,246	34,1	37,7
Pčelica	7,62	8,29	14,6	4,19	0,269	46,7	27,3
Radosnica	7,63	8,54	12,93	2,38	0,177	11,8	21,8
Plavi Zec	7,58	8,26	10,01	3,28	0,225	103,5	40,9
Cvrčak i mrav	7,63	8,39	7,09	3,68	0,252	29,8	28,2
Suncokret	7,46	8,32	5,01	2,57	0,191	43	59
Duga	7,58	8,25	8,34	3,83	0,263	31,3	36,4
Mrvica	7,57	8,34	2,5	3,17	0,217	36,6	31,8
Vidovdanski zvončić	7,53	8,31	5,42	4,69	0,301	30,8	37,3
Palčica	7,7	8,44	1,67	1,16	0,099	124,5	32,7
Bistrica-Novi objek.	7,67	8,53	2,92	2,04	0,151	12,8	22,3
Detelina sa 4 lista	7,38	8,34	4,59	2,94	0,218	68,2	50
Zlatna ribica	7,52	8,29	5,01	2,84	0,211	24,2	25,5
Vendi	7,64	8,46	5,01	1,7	0,146	9,4	16,8
Kolibri	7,6	8,35	5,84	2,23	0,166	28,8	32,7
Zvončica	7,61	8,31	10,01	2,82	0,209	39,1	57
Plavi čuperak	7,64	8,48	11,26	2,45	0,182	31,2	30,5
Svitac	7,38	8,47	6,67	2,33	0,173	212,5	59
Spomenak	7,64	8,34	14,18	3,29	0,226	16,1	23,2
min	7,16	8,07	1,67	1,16	0,1	0,1	13,3
max	7,7	8,54	15,01	4,71	0,3	212,5	59,0
prosek	7,53	8,34	7,56	3,09	0,22	44,02	35,38

Reakcija, tj potencijalna supstituciona i aktivna kiselost zemljišta sa ispitivanih lokaliteta se u skoro svim uzorcima (29 od 30) nalazi u klasi blago alkalnih zemljišta, sa nešto povećanom vrednošću.

Sadržaj slobodnog CaCO_3 u zemljištu kreće se u granicama od slabo karbonatne klase do jako karbonatne klase zemljišta. Prosečan sadržaj je na nivou prosečnog sadržaja slobodnog CaCO_3 u poljoprivrednim zemljištima Vojvodine.

Sadržaj organske materije, kao i ostale osobine zemljišta, je u zavisnosti od porekla materijala koji se nalazi na površini (zemljišta u dečjim igralištima su nastala prvenstveno pod antropogenim uticajem - deposoli). Tako su vrednosti sadržaja organske materije u širokim granicama - od klase zemljišta sa niskim sadržajem organske materije do klase zemljišta bogatih organskom materijom.

Navedene osobine zemljišta (nešto viša pH vrednost, sadržaj slobodnog CaCO_3 i organske materije) utiču na smanjenu pokretljivost teških metala ka dubini, jer se oni vezuju za adsorptivni kompleks zemljišta.

Vrednosti sadržaja lakopristupačnog fosfora u zemljištu su u vrlo širokim granicama i karakterišu zemljišta od vrlo siromašne klase do klase sa toksičnim sadržajem (za procese u zemljištu) ovog za biljke hranljivog makroelementa. Visok sadržaj lakopristupačnog fosfora ima oko 2/3 uzoraka zemljišta. Povećan sadržaj fosfora u zemljištu *dečjih igrališta* u odnosu na poljoprivredna zemljišta se može objasniti neiznošenjem ovog elementa poljoprivrednim prinosom.

Lakopristupačni kalijum u uzorcima zemljišta se nalazi u užim granicama. U odnosu na poljoprivredna zemljišta u Vojvodini zemljišta sa *dečjih igrališta* imaju blisku prosečnu vrednost sadržaja kalijuma.

TEŠKI METALI

Prilikom procenjivanja da li je neko zemljište zagađeno teškim metalima ili ne, važnu smernicu predstavljaju granične vrednosti za maksimalno dozvoljene koncentracije teških metala u zemljištu. Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) teških metala u zemljištu, u našoj državi, definisana je Pravilnikom o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i metodama njihovog ispitivanja, koji je objavljen u Službenom glasniku Republike Srbije br. 23 iz 1994. godine (Tabela 3.). Međutim, ovaj pravilnik definiše MDK vrednosti samo za poljoprivredno zemljište dok za zemljišta druge namene (industrijska zemljišta, igrališta, parkovi itd.) ne postoji zakonom propisan maksimalni sadržaj opasnih i štetnih materija.

Tabela 3. Maksimalne dozvoljene koncentracije opasnih i štetnih materija u zemljištu u Republici Srbiji (mg/kg vazdušno suvog zemljišta)

Element	Službeni glasnik Republike Srbije 23/1994
Cd	3
Pb	100
Hg	2
As	25
Cr	100
Ni	50
F	300
Cu	100
Zn	300
B	50
Mo	-
Co	-

Druge države, kao na primer Nemačka, zakonom su definisale maksimalno dozvoljene koncentracije pojedinih kontaminanata u zemljištu u zavisnosti od njegove namene (Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance (BBodSch V, 12 July 1999)) (Tabela 4.) Iz podataka prikazanih u Tabeli 4. vidi se da se MDK vrednosti za teške metale razlikuju u zavisnosti od namene zemljišta i da su kriterijumi za kvalitet najoštrij za zemljišta na kojima se nalaze dečija igrališta.

Tabela 4. Maksimalno dozvoljene koncentracije teških metala (u mg/kg) u zemljištu različite namene po nemačkom zakonu

Element	Igrališta	Stabene oblasti	Parkovi	Industrijske oblasti
As	25	50	125	140
Pb	200	400	1000	2000
Cd	10	20	50	60
Cr	200	400	1000	1000
Ni	70	140	350	900
Hg	10	20	50	80

Ukupni sadržaj teških metala u zemljištu na dečijim igralištima koja se nalaze u okviru objekata PU „Radosno detinjstvo“ je prikazan u Tabeli 5. Iz prikazanih rezultata se vidi da se sadržaj teških metala u analiziranim uzorcima, posebno u slučaju Cu, Pb i Zn, kreće u veoma širokom rasponu vrednosti što ukazuje na moguće antropogeno poreklo ovih elemenata na pojedinim lokalitetima.

Sadržaj As je u svim uzorcima značajno niži od MDK vrednosti, međutim zanimljivo je istaći da je u uzorcima iz obdaništa Čigra i Cvrčak pored povišenog (u odnosu na prosek) sadržaja As detektovan i povišen sadržaj Cr i Cu što može biti posledica ispiranja CCA (sredstva za zaštitu drveta) iz drvenih igračaka u zemljište. Na slikama 2 i 3. je prikazan izgled igrališta u ovim objektima gde se vidi da na oba igrališta postoji isti tip platforme za igru.

Slika 2. Izgled igrališta koje se nalazi u okviru PU objekta «Čigra»



Visok sadržaj As, u odnosu na prosečnu vrednost, detektovan je i na lokalitetu Pčelica gde je izmerena i izuzetno visoka koncentracija Cu od 300.68 mg/kg i prosečna koncentracija Cr od 33.69 mg/kg i na lokalitetu Bistrica-Novi objekat gde su koncentracije Cu i Cr u visini proseka te možemo smatrati da povišeni sadržaj As na ovim lokalitetima ne vodi poreklo iz sredstava za zaštitu drveta (CCA).

Tabela 5. Ukupni sadržaj teških metala u analiziranim uzorcima zemljišta (izraženo u odnosu na vazdušno suvo zemljište)

Objekat	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Različak	5.65	nd	8.77	28.69	15.93	371.70	24.76	16.82	63.62
Maslačak	7.06	nd	10.34	35.06	21.08	467.07	33.23	22.36	84.39
Kalimero	6.31	nd	8.67	28.55	15.11	296.09	24.98	14.51	49.73
Čarolija	8.89	0.36	9.66	35.20	23.21	389.46	34.01	52.61	308.45
Leptirić	9.25	0.29	10.62	40.58	105.57	386.38	41.22	73.30	147.07
Banović Strahinje	5.38	0.15	7.12	22.00	38.03	242.17	24.38	64.51	68.19
Čigra	9.83	0.23	11.91	48.87	86.08	529.32	52.69	89.20	123.07
Cvrčak	9.55	nd	14.37	58.47	98.93	627.25	55.47	24.56	94.95
Čika Jova	8.51	nd	11.92	40.91	29.54	568.36	40.21	44.03	120.82
Vila	9.81	0.38	10.45	33.34	28.58	405.41	35.98	47.81	162.10
Veverica	6.88	nd	8.98	30.47	19.66	386.85	29.40	22.47	83.78
Švrća	6.17	nd	8.39	27.07	20.78	332.60	26.87	908.80	77.35
Pčelica	10.63	0.82	9.17	33.69	300.68	360.40	43.09	43.95	217.00
Radosnica	6.18	nd	9.20	29.39	14.75	401.70	26.19	12.80	49.57
Plavi Zec	7.27	0.19	8.40	32.99	33.08	411.45	28.88	73.06	91.42
Cvrčak i mrav	7.01	0.42	8.18	27.79	29.63	336.99	31.20	26.80	79.92
Suncokret	7.48	nd	9.59	32.96	33.01	459.83	29.01	23.07	98.15
Duga	5.72	0.19	8.72	29.35	27.33	320.03	34.65	23.13	94.31
Mrvica	5.47	0.18	8.35	30.77	15.10	344.65	24.74	20.61	75.91
Vidovdanski zvončić	7.98	nd	7.11	24.70	257.30	234.27	21.04	16.68	49.18
Palčica	4.17	nd	7.08	20.63	12.47	303.54	19.08	10.52	49.25
Bistrica-Novi objek.	10.69	nd	13.46	40.68	24.08	545.22	35.55	15.35	71.62
Detelina sa 4 lista	6.77	nd	11.43	40.11	26.72	552.84	34.40	25.40	91.75
Zlatna ribica	5.26	nd	8.21	28.17	17.92	314.28	24.10	18.47	68.47
Vendi	6.18	nd	8.38	28.23	15.16	286.43	24.22	13.02	56.12
Kolibri	5.35	nd	7.25	23.36	13.05	316.06	21.74	18.53	64.62
Zvončica	7.01	nd	10.14	35.91	20.04	434.90	30.94	20.25	90.38
Plavi čuperak	9.01	0.15	11.66	41.13	32.13	513.37	36.45	20.67	78.68
Svitac	8.41	nd	12.81	44.07	31.33	665.61	36.21	20.05	96.48
Spomenak	6.96	nd	9.92	29.96	21.96	392.46	28.47	25.05	80.92
Minimum	4.17	0.15	7.08	20.63	12.47	234.27	19.08	10.52	49.18
Maksimum	10.69	0.82	14.37	58.47	300.68	665.61	55.47	908.80	308.45
Prosek	7.36	0.30	9.67	33.44	47.61	406.56	31.77	60.28	96.24

Slika 3. Izgled igrališta koje se nalazi u okviru objekta «Cvrčak»



Iako se kreće u širokom rasponu vrednosti, sadržaj Co i Cd u uzorcima je generalno nizak, značajno niži od MDK vrednosti po nemačkom zakonu te možemo tvrditi da u analiziranim uzorcima zemljišta ne postoji kontaminacija ovim elementima.

Prosečan sadržaj Ni u uzorcima iznosi 31.77 mg/kg a najviši sadržaj nikla od 52.69 i 55.47 mg/kg je izmeren u dva uzorka zemljišta koji su uzeti u vrtćima u Petrovaradinu (Čigra i Cvrčak). Ovako visok sadržaj Ni nije neobičan za zemljišta na obroncima Fruške Gore, naime, ranija istraživanja Laboratorije za zemljište i agroekologiju (Sekulić et al. 2005; Vasin et al., 2004) su pokazala da je nikal u zemljištima na obroncima Fruške Gore uglavnom geohemijskog porekla odnosno da se u ovim zemljištima prirodno nalazi u povišenoj koncentraciji. Po Pravilniku o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija koju važi u našoj državi (Tabela 3.), maksimalno dozvoljena koncentracija Ni u zemljištu poljoprivredne namene iznosi 50 mg/kg, međutim kako su u pitanju zemljišta koja se koriste za nepoljoprivredne namene a po nemačkom zakonu (Tabela 4.) maksimalno dozvoljena koncentracija Ni u zemljištu na igralištima iznosi 70 mg/kg možemo smatrati da koncentracija Ni koja je izmerena u našim uzorcima ne predstavlja opasnost po zdravlje dece.

Maksimalno dozvoljena koncentracija bakra u zemljištima poljoprivredne namene iznosi 100mg/kg (Tabela 3.), dok nemački zakon bakar ne tretira kao kontaminant u slučaju

zemljišta koje se koristi u nepoljoprivredne svrhe. Prosečan sadržaj bakra u analiziranim uzorcima zemljišta iznosi 47.61 mg/kg, međutim, u pet uzoraka (Leptirić, Čigra, Cvrčak, Pčelica i Vidovdanski Zvončić) sadržaj bakra je značajno viši od proseka. U vrtićima Čigra i Cvrčak pored povišenog sadržaja bakra prisutan je i povećan sadržaj arsena i hroma pa se sumnja da povišene koncentracije ova tri elementa potiču iz sredstva za zaštitu drveta od kojeg je izrađena platforma za igru. U prilog ovoj pretpostavci ide i podatak o visokom procentu tzv. „biodostupnog“ bakra u ovim uzorcima (Tabela 6.). Naime, kada se procenjuje da li je neki element u zemljištu geohemijskog ili antropogenog porekla često se kao merilo uzima njegova tzv. „biodostupnost“ odnosno njegova pokretljivost u zemljištu. Teški metali antropogenog porekla u zemljištu su uglavnom slabo vezani pa iz zemljišta možemo ekstrahovati sredstvom relativno male ekstrakcione moći kao što je rastvor etilen diamin tetrasirćetna kiselina (EDTA). Iz Tabele 6. se vidi da koncentracija biodostupnog bakra u zemljištu iz vrtića Čigra i Cvrčak iznosi 38.33 odnosno 49.85 mg/kg što predstavlja 44.5 odnosno 50.4% od ukupne količine bakra u zemljištu. Na sličan način se može objasniti i visoka koncentracija bakra u zemljištu sa igrališta u vrtiću Leptirić. U ovom uzorku je izmereno 105.57 mg/kg bakra od čega je čak 44.27% biodostupno.

U zemljištima iz vrtića Pčelica i Vidovdanski zvončić sadržaj bakra je ekstremno visok i iznosi 300.68 i 257.30 mg/kg. Međutim, biodostupnost bakra u ovim uzorcima je veoma mala i iznosi 5.43% odnosno 1.73%. Ovako visoke ukupne koncentracije bakra i mali procenat ovog elementa u biodostupnom obliku ukazuju na mogućnost da se bakar u zemljištu nalazi u relativno stabilnoj formi. Kako su u pitanju deposoli – zemljišta koja trpe izrazit ljudski uticaj, moguće je da bakar vodi poreklo od nekog zaostalog građevinskog materijala ili materijala koji je korišćen za nasipanje i poravnavanje terena. Na slici 4. je prikazano uzorkovanje zemljišta u vrtiću Pčelica gde se vidi izražena nehomogenost zemljišta odnosno njegova različita boja i struktura u sloju od 0-10cm.

Slika 4. Uzorkovanje zemljišta u sloju 0-10cm na igralištu vrtića Pčelica sa vidljivom nehomogenošću sloja



Maksimalno dozvoljena koncentracija olova u zemljištima poljoprivredne namene, po našem zakonu iznosi 100mg/kg, dok je po nemačkom zakonu maksimalno dozvoljena koncentracija olova u zemljištu nadečijim igralištima 200mg/kg. U radu Miekle et al. (1999) se navodi da je bezbedna koncentracija olova u zemljištu na dečijim igralištima 80 mg/kg. U većini analiziranih uzoraka zemljišta je sadržaj olova veoma nizak, osam u slučaju uzoraka iz vrtića Leptirić (73,30mg/kg), Čigra (89.20mg/kg), i Plavi Zec (73.06 mg/kg) gde je izmerena, u odnosu na prosek, povišena koncentracija olova koja je niža od MDK vrednosti. U uzorku zemljišta iz vrtića Švrća je detektovana ekstremno visoka koncentracija olova (908,80mg/kg) koja višestruko premašuje MDK vrednost po nemačkom zakonu. U uzorcima zemljišta iz vrtića Leptirić i Plavi zec je procenat biodostupnog olova veoma visok i iznosi 43.05% i 41.80% što ukazuje na njegovo antropogeno poreklo. Kako se igralište vrtića Leptirić nalazi u neposrednoj blizini veoma prometne ulice Cara Dušana (Slika 5.) pretpostavlja se da olovo vodi poreklo iz izduvnih gasova. Dvorište vrtića Plavi Zec je ograđeno i udaljeno od ulice te se ne može pretpostaviti da povišen sadržaj olova u ovom zemljištu potiče iz izduvnih gasova.

Procenat biodostupnog olova u uzorku zemljišta iz vrtića Švrća (Slika 6.) iznosi 12.5%. Da bi se utvrdilo da li je prilikom uzorkovanja, zbog nehomogenosti zemljišta uzorkovan i neki čvrst otpadni materijal ili je u pitanju zaista kontaminacija zemljišta olovom, kao i da li je kontaminacija lokalna ili ceo teren odn. dvorište ima povišen sadržaj olova

neophodno je, na ovom lokalitetu ponoviti uzorkovanje s tim što treba uzeti više pojedinačnih uzoraka sa manjih površima.

Tabela 6. Sadržaj teških metala koji se iz zemljišta mogu ekstrahovati pomoću EDTA, tzv. „biodostupna frakcija“ teških metala

Objekat	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Različak	0,64	nd	0,23	0,29	8,04	57,8	1,87	8,36	8,01
Maslačak	0,50	nd	0,41	0,21	8,48	87,0	2,23	10,80	15,39
Kalimero	0,25	nd	0,28	0,21	6,11	50,3	1,30	5,82	4,72
Čarolija	0,47	0,25	nd	0,26	7,77	28,9	1,51	25,69	67,39
Leptirić	0,37	0,18	0,17	0,30	46,74	36,5	1,72	31,56	23,30
Banović Strahinje	0,41	nd	0,29	0,29	12,21	50,8	1,64	35,76	7,99
Čigra	0,45	0,16	0,17	0,27	38,33	37,9	1,93	11,15	23,91
Cvrčak	0,45	nd	1,71	0,25	49,85	217,7	4,61	9,91	13,91
Čika Jova	0,66	nd	0,23	0,35	11,33	59,6	2,33	12,95	24,89
Vila	0,49	0,34	0,23	0,26	11,57	45,8	2,32	26,00	31,89
Veverica	nd	nd	nd	0,16	6,48	32,5	1,15	9,25	14,24
Švrća	0,24	nd	0,31	0,34	7,92	49,1	1,93	43,26	13,18
Pčelica	0,70	0,63	nd	0,40	16,34	30,1	3,17	16,48	52,66
Radosnica	nd	nd	nd	nd	4,02	20,1	1,14	3,20	1,55
Plavi Zec	0,73	0,15	nd	0,31	14,76	30,9	1,65	30,54	16,10
Cvrčak i mrav	0,78	0,40	0,17	0,28	14,52	41,3	2,59	13,41	12,67
Suncokret	0,28	nd	0,19	0,23	15,75	48,5	1,62	11,24	17,58
Duga	0,49	0,19	0,31	0,36	13,45	53,0	3,15	10,86	13,29
Mrvica	nd	0,16	0,54	0,35	6,73	90,2	2,17	9,39	14,36
Vidovdanski zvončić	0,30	nd	0,27	0,35	4,45	58,1	1,00	5,29	5,31
Palčica	nd	nd	0,20	nd	5,70	48,7	1,34	3,68	8,88
Bistrica-Novi objek.	nd	nd	nd	nd	4,19	22,0	0,91	2,69	3,97
Detelina sa 4 lista	0,54	nd	0,36	0,27	10,33	80,5	2,95	10,80	12,56
Zlatna ribica	nd	nd	0,38	0,15	6,24	56,6	1,82	7,15	11,80
Vendi	nd	nd	0,24	0,16	3,74	38,1	1,12	3,86	6,83
Kolibri	nd	nd	0,28	0,18	5,50	57,1	1,54	10,02	13,98
Zvončica	nd	nd	nd	0,15	5,29	25,6	1,27	8,13	16,06
Plavi čuperak	nd	nd	nd	0,16	8,22	21,8	1,00	5,66	6,81
Svitac	1,06	nd	0,23	0,50	15,60	92,3	2,91	11,54	12,46
Spomenak	nd	nd	0,27	0,20	5,46	38,4	1,20	9,30	8,36
MINIMUM	0,24	0,15	0,17	0,15	3,74	20,12	0,91	2,69	1,55
MAKSIMUM	1,06	0,63	1,71	0,50	49,85	217,70	4,61	43,26	67,39
PROSEK	0,52	0,27	0,34	0,27	12,50	53,58	1,90	13,46	16,13

Slika 5. Izgled igrališta u okviru vrtića Leptirić, u pozadini se vidi ulica Cara Dušana



Slika 6. Izgled igrališta u okviru vrtića Švrca



ORGANSKI KONTAMINANTI

U zemljištu koje je uzorkovano na dečijim igralištima ispitan je sadržaj ostataka hlorovanih pesticida, policikličnih aromatičnih ugljovodonika i polihlorovanih bifenila.

U našoj zemlji ne postoji zakonom regulisana vrednost za maksimalno dozvoljene količine (MDK) ostataka pesticida i PCB-a u zemljištu. Postoji samo predlog da MDK za zbir lindana i njegovih metabolita bude 0,06 mg/kg a.s.z. (a.s.z. - apsolutno suvog zemljišta), dok je predlog za zbir DDT-a i njegovih metabolita 0,1 mg/kg a.s.z. (Šovljanski i sar. 1989)

Po nemačkom zakonu (Federal Soil Protection and Contaminated Sites Ordinance – BbodSchV, 12.07.1999) razgraničen je uticaj prisustva organskih kontaminanata u zemljištu na ljude, biljke i na podzemne vode.

Uticaj kontaminacije zemljišta na ljude podrazumeva definisanje maksimalno dozvoljene koncentracije kontaminanta u zemljištu koja neće uticati na zdravlje ljudi ukoliko dođe do direktne ingestije zemljišta. Ovako su zemljišta svrstana po nameni: na zemljišta za igrališta, za stanovanje (izgradnju stambenih naselja), za parkove i za industrijske objekte. MDK vrednosti su prikazane u Tabeli 7.

Tabela 7. MDK organskih kontaminanata u zemljištu (za slučaj ingestije) sa različitim namenama korišćenja (BbodSchV, 12.07.1999)

ZEMLJIŠTE→ČOVEK (direktna ingestija zemljišta)				
Supstanca	Igrališta	Naselja	Parkovi	Industrija
	mg/kg a.s.z.			
Aldrin	2	4	10	----
Benzo(a)piren	2	4	10	12
DDT	40	80	200	----
HCH zbir	5	10	25	400
PCB	0,4	0,8	2	40

U Tabelama 8 i 8a su prikazane izmerene koncentracije polihlorovanih bifenila (PCB) u zemljištu na dečijim igralištima. Na osnovu prikazanih rezultata se vidi da je zbir koncentracija pojedinih predstavnika ove grupe jedinjenja bio ispod granice detekcije u većini analiziranih uzoraka (u 20 od ukupno 30 uzoraka zemljišta). U ostalih 10 uzoraka zbir koncentracija PCB se kretao u rasponu od 0.0005 mg/kg (Palčica i Zlatna ribica) do 0.003 mg/kg (Švrća). Maksimalno dozvoljena koncentracija PCB u zemljištu na dečijim igralištima po nemačkom zakonu iznosi 0.4 mg/kg što je nešto više od sto puta više od najvećeg nađenog

sadržaja u analiziranim uzorcima. Na osnovu prikazanih rezultata može se tvrditi da analizirana zemljišta nisu ugrožena povišenim sadržajem polihlorovanih bifenila, odnosno da su bezbedna za dečije boravljenje.

U Tabelama 9. i 9a. su prikazane izmerene koncentracije ukupno 16 organohlornih pesticida i njihovih metabolita u zemljištu uzorkovanom na dečijim igralištima. U našoj državi ne postoje MDK vrednosti za sadržaj ove klase kontaminanata u zemljištu a po nemačkom zakonu, u zemljištu na dečijim igralištima maksimalno dozvoljena koncentracija aldrina iznosi 2 mg/kg, zbir koncentracija lindana i njegovih metabolita može iznositi maksimalno 5 mg/kg dok koncentracija DDT može iznositi maksimalno 40 mg/kg.

Na osnovu prikazanih rezultata se vidi da je aldrin detektovan u svega 8 od ukupno 30 uzoraka i da je njegova koncentracija višestruko niža od MDK vrednosti po nemačkom zakonu a kreće se u intervalu od 0.0008 mg/kg (Različak) do 0.0126 mg/kg (Detelina sa 4 lista). U ukupno 6 uzoraka zemljišta nije detektovan ni lindan ni njegovi metaboliti. U ukupno 20 uzoraka zemljišta je detektovan insekticid lindan i njegova koncentracija se kretala u rasponu od 0.0006 mg/kg (Čigra) do 0.0126 mg/kg (Veverica). U ukupno 23 uzorka je detektovano prisustvo jednog ili oba metabolita lindana (alfa-BHC i beta-BHC). Zbir koncentracija lindana i njegovih metabolita u analiziranim uzorcima zemljišta se kreće u rasponu od 0.0006 mg/kg (Vidovdanski zvončić) do 0.0552 mg/kg (Vila). Ove koncentracije su višestruko niže od MDK vrednosti po nemačkom zakonu te se može smatrati da analizirana zemljišta nisu zagađena lindanom i njegovim metabolitima.

Prisustvo DDT je detektovano u 19 od ukupno 30 analiziranih uzoraka zemljišta i njegove koncentracije se kreću u rasponu od 0.0013 mg/kg (Bistrice-novi objekat) do 0.1005 mg/kg (Čarolija). Ove koncentracije su daleko niže od MDK vrednosti za zemljišta na igralištima po nemačkom zakonu.

U Tabelama 10. i 10a. su prikazane izmerene koncentracije ukupno 16 jedinjenja iz grupe policikličnih aromatičnih ugljovodonika u zemljištu uzorkovanom na dečijim igralištima. U našoj državi ne postoje MDK vrednosti za sadržaj ove klase kontaminanata u zemljištu a po nemačkom zakonu, u zemljištu na dečijim igralištima maksimalno dozvoljena koncentracija benzo(a) pirena iznosi iznosi 2 mg/kg. Prisustvo PAHova je detektovano u 26 od ukupno 30 analiziranih uzoraka zemljišta. Zbir koncentracija pojedinih jedinjenja iz ove klase se kretao u rasponu od 0.0057 mg/kg (Plavi Zec) do 2.6674 mg/kg u zemljištu na igralištu vrtića Leptirić. Ovako visok sadržaj PAH ova u zemljištu vrtića Leptirić može biti posledica neposredne blizine veoma prometne ulice Cara Dušana (Slika 5). Međutim, iako je

ukupna koncentracija PAHova u ovom uzorku visoka, u njemu nije detektovano prisustvo benzo(a)pirena. Benzo(a)piren je detektovan u svega 6 uzoraka zemljišta a najviša koncentracija ovog jedinjenja je izmerena u zemljištu sa igrališta u vrtiću Čigra i iznosi 0.0661 mg/kg što je značajno niže od MDK vrednosti po nemačkom zakonu. Na osnovu prikazanih rezultata može se smatrati da je zemljište sa aspekta sadržaja policikličnih aromatičnih ugljovodonika bezbedno za dečiju igru.

Tabela 8 i 8a. Koncentracije polihlorovanih bifenila (PCB) u analiziranim uzorcima zemljišta (izraženo u mg/kg odnosu na apsolutno suvo zemljište) (LOD=limit detekcije)

mg/kg	LOD mg/kg	Različak	Maslačak	Kalimero	Čarolija	Leptirić	Banović Strahinje	Čigra	Cvrčak	Čika Jova	Vila	Veverica	Švrča	Pčelica	Radosnica	Plavi Zec
PCB 28	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 52	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	0.0005	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0025	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 101	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	0.0010	0.0010	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 138	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 153	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 180	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	0.0008	0.0009	0.0008	<LOD	<LOD	<LOD	0.0008	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
ZBIR		/	/	/	0.0024	0.0024	0.0008	/	/	/	0.0008	/	0.0030	/	/	/
Minimum		/	/	/	0.0005	0.0005	0.0008	/	/	/	0.0008	/	0.0005	/	/	/
Maksimum		/	/	/	0.0010	0.0010	0.0008	/	/	/	0.0008	/	0.0025	/	/	/

mg/kg	LOD mg/kg	Cvrčak i mrav	Suncokret	Duga	Mrvica	Vidovdanski zvončić	Palčica	Bistrica- Novi objek.	Detelina sa 4 lista	Zlatna ribica	Vendi	Kolibri	Zvončica	Plavi čuperak	Svitac	Spomenak
PCB 28	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 52	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 101	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0007	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0006	<LOD	<LOD
PCB 138	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 153	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0005	<LOD	0.0007	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 180	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
ZBIR		/	/	/	/	/	0.0005	/	0.0007	0.0005	/	0.0007	/	0.0006	/	/
Minimum		/	/	/	/	/	0.0005	/	0.0007	0.0005	/	0.0007	/	0.0006	/	/
Maksimum		/	/	/	/	/	0.0005	/	0.0007	0.0005	/	0.0007	/	0.0006	/	/

Tabela 9. Koncentracije organohlornih pesticida i njihovih metabolita u analiziranim uzorcima zemljišta (izraženo u mg/kg odnosu na apsolutno suvo zemljište) (LOD=limit detekcije)

mg/kg na a.s.z.	Različak	Maslačak	Kalimero	Čarolija	Leptirić	Banović Strahinje	Čigra	Cvrčak	Čika Jova	Vila	Vevecica	Švrca	Pčelica	Radosnica	Plavi Zec
BHC alpha isomer	0.0023	0.0208	0.0040	0.0260	0.0246	0.0264	0.0009	<LOD	0.0063	0.0472	0.0310	0.0007	<LOD	0.0091	<LOD
BHC beta isomer	0.0028	0.0014	0.0020	0.0019	<LOD	0.0012	<LOD	<LOD	0.0013	0.0042	0.0015	<LOD	<LOD	0.0014	<LOD
Lindan	0.0027	0.0046	0.0031	0.0052	0.0021	0.0036	0.0006	0.0007	<LOD	0.0033	0.0126	<LOD	<LOD	0.0048	<LOD
BHC delta isomer	<LOD	n.d.	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Σ	0.0078	0.0268	0.0091	0.0331	0.0267	0.0313	0.0015	0.0007	0.0076	0.0552	0.0451	0.0007	/	0.0153	/
Heptachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0009	<LOD	0.0053	<LOD	<LOD	0.0086	<LOD
Heptachlor exo-epoxide isomer B	<LOD	<LOD	<LOD	0.0123	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Σ	/	/	/	0.0123	/	/	/	/	0.0009	/	0.0053	/	/	0.0086	/
Aldrin	0.0008	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0105	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Dieldrin	0.2171	0.0007	<LOD	0.0012	0.0015	0.0012	0.0006	<LOD	<LOD	0.4948	0.4966	<LOD	<LOD	0.3626	<LOD
Endrin ketone	0.0014	0.0015	0.0026	0.0033	0.0044	0.0019	0.0072	0.0008	0.0047	0.0074	0.0018	0.0038	0.0136	0.0028	0.0016
Endrin aldehyde	0.0010	1.1673	1.5400	0.0037	0.0056	0.0022	0.0025	<LOD	0.0013	0.0051	0.0052	0.0014	<LOD	0.0024	<LOD
Σ	0.2202	1.1695	1.5425	0.0082	0.0114	0.0053	0.0104	0.0008	0.0166	0.5072	0.5036	0.0051	0.0136	0.3677	0.0016
Endosulfan (alpha isomer)	0.0034	0.0025	0.0006	0.0040	<LOD	0.0015	0.0338	0.0144	0.0055	0.0164	0.0149	0.0038	0.0020	0.0098	0.0017
Endosulfan (beta isomer)	0.0030	0.0022	0.0064	0.0255	0.0402	0.0067	0.0092	0.0041	0.0155	0.0161	0.0450	0.0188	0.0032	0.0101	0.0036
Endosulfan sulfate	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0013	0.0005	<LOD	0.0020	0.0019	<LOD	0.0006	<LOD	<LOD
Σ	0.0065	0.0048	0.0070	0.0295	0.0402	0.0082	0.0443	0.0190	0.0210	0.0345	0.0618	0.0227	0.0058	0.0199	0.0053
p,p'-DDE	0.0008	<LOD	<LOD	0.0011	0.0018	0.0012	<LOD	<LOD	0.0011	<LOD	0.0015	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
p,p'-DDD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0007	0.0023	<LOD	<LOD	<LOD	0.0023	0.0030	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
o,p'-DDT	0.0244	0.0234	0.0218	0.1005	0.0610	0.0298	<LOD	<LOD	0.0212	0.0480	0.0968	<LOD	<LOD	0.0235	<LOD
Σ	0.0252	0.0234	0.0218	0.1023	0.0651	0.0310	/	/	0.0246	0.0511	0.0983	/	/	0.0235	/

Tabela 9a. Koncentracije organohlornih pesticida i njihovih metabolita u analiziranim uzorcima zemljišta (izraženo u mg/kg odnosu na apsolutno suvo zemljište) (LOD=limit detekcije)

mg/kg na a.s.z.	Cvrčak i mrav	Suncokret	Duga	Mrvica	Vidovdanski zvončić	Palčica	Bistrica- Novi objek.	Detelina sa 4 lista	Zlatna ribica	Vendi	Kolibri	Zvončica	Plavi čuperak	Svitac	Spomenak
BHC alpha isomer	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0006	0.0016	0.0022	0.0036	0.0024	0.0052	0.0060	0.0096	0.0070	0.0078	0.0015
BHC beta isomer	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0020	0.0016	<LOD	0.0008	0.0015	0.0021	0.0013	0.0009	0.0022	0.0013
Lindan	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0010	0.0007	<LOD	0.0016	0.0035	0.0026	0.0023	0.0026	0.0059	0.0015
BHC delta isomer	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0008	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0012	0.0017	<LOD
Σ	/	/	/	/	0.0006	0.0053	0.0045	0.0036	0.0048	0.0103	0.0106	0.0131	0.0117	0.0177	0.0044
Heptachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0014	<LOD	<LOD	0.0051	<LOD	0.0006	0.0011
Heptachlor exo-epoxide isomer B	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Σ	/	/	/	/	/	/	/	/	0.0014	/	/	0.0051	/	0.0006	0.0011
Aldrin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0073	<LOD	0.0126	0.0019	0.0019	0.0009	<LOD	0.0099	<LOD	<LOD
Dieldrin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.1568	<LOD	0.4040	0.3736	0.4243	<LOD	0.4006	0.2437
Endrin ketone	0.0059	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0311	0.0079	0.0039	0.0031	0.0032	0.0008	0.0078	0.0104	0.0017	0.0109
Endrin aldehyde	0.0006	<LOD	<LOD	0.0008	<LOD	1.5109	0.0017	0.0012	<LOD	0.0042	0.0044	0.0044	0.0033	0.0052	0.0041
Σ	0.0065	0.0000	0.0000	0.0008	/	1.5494	0.0096	0.1744	0.0051	0.4133	0.3798	0.4365	0.0236	0.4075	0.2586
Endosulfan (alpha isomer)	0.0012	0.0009	0.0010	<LOD	<LOD	<LOD	0.0033	0.0012	0.0019	0.0152	0.0077	0.0087	0.0018	0.0108	0.0011
Endosulfan (beta isomer)	0.0008	0.0022	0.0047	0.0158	0.0011	0.0043	0.0434	0.0012	0.0062	0.0303	0.0041	0.0018	0.0049	<LOD	0.0073
Endosulfan sulfate	<LOD	<LOD	0.0008	<LOD	<LOD	0.0009	<LOD	0.0008	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0024
Σ	0.0020	0.0030	0.0065	0.0158	0.0011	0.0051	0.0466	0.0032	0.0081	0.0455	0.0118	0.0105	0.0066	0.0108	0.0108
p,p'-DDE	<LOD	<LOD	n.d.	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD
p,p'-DDD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0013	<LOD	<LOD
o,p'-DDT	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0013	0.0071	0.0106	0.0422	0.0405	0.0452	0.0069	0.0747	0.0225
Σ	/	/	/	/	/	/	0.0013	0.0071	0.0106	0.0422	0.0405	0.0457	0.0082	0.0747	0.0225

Tabela 10. Koncentracije policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH) u analiziranim uzorcima zemljišta (izraženo u mg/kg odnosu na apsolutno suvo zemljište) (LOD=limit detekcije)

mg/kg na a.s.z.	LODmg/kg	Različak	Maslačak	Kalimero	Čarolija	Leptinić	Banović Strahinje	Čigra	Cvrčak	Čika Jova	Vila	Veveřica	Švrca	Pčelica	Radosnica	Plavi Zec
Naphthalene	0.0005	0.0117	0.0023	0.0329	0.1091	<LOD	<LOD	0.0077	0.0777	0.0389	0.0055	0.0124	<LOD	0.0039	0.0182	<LOD
Acenaphthylene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0240	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Acenaphthene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0403	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Fluorene	0.0005	0.0021	0.0030	0.0027	0.0085	0.0083	0.0077	0.0074	0.0029	0.0042	0.0065	0.0042	0.0033	0.0060	0.0016	<LOD
Phenanthrene	0.0005	0.0118	<LOD	0.0113	<LOD	0.2008	0.1282	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Anthracene	0.0005	0.0123	0.0120	<LOD	0.0934	<LOD	<LOD	0.0274	0.0313	0.0589	0.0921	0.0438	0.0705	0.1495	0.0211	<LOD
Fluoranthene	0.0005	0.0085	0.0513	0.0101	0.2767	0.7087	0.2158	0.2274	<LOD	0.1560	0.3319	0.2679	0.2773	0.4139	0.0147	0.0021
Pyrene	0.0005	0.0063	0.0417	0.0100	0.2197	0.6435	0.1909	0.1970	0.0405	0.1312	0.2680	0.2399	0.2778	0.3406	0.0111	0.0018
Chrysene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	0.2197	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0018
Benz(a)anthracene	0.0005	<LOD	0.0331	<LOD	0.1184	0.3014	<LOD	0.1083	0.0151	0.0737	0.1325	0.1318	0.0915	0.1431	<LOD	<LOD
Benz(b) fluoranthene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.1440	0.2167	0.0302	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Benz(k) fluoranthene	0.0005	0.0016	<LOD	<LOD	0.0871	0.1963	0.0463	<LOD	<LOD	0.0199	<LOD	0.0872	0.0435	0.0743	0.0049	<LOD
Benzo(a) pyrene	0.0005	<LOD	0.0144	0.0037	<LOD	<LOD	<LOD	0.0661	0.0153	<LOD	0.0533	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Indeno(123-cd)pyrene	0.0005	0.0085	0.0131	0.0154	0.0399	0.0938	0.0152	0.0208	0.0092	0.0092	0.1053	0.0098	0.0522	0.0303	0.0203	<LOD
Dibenz(ah)anthracene	0.0005	0.0551	0.1679	<LOD	0.1247	0.2599	0.0609	0.0907	0.0286	0.0352	0.0708	0.1193	0.0613	0.1258	<LOD	<LOD
Benzo(ghi) perylene	0.0005	0.0098	0.0374	<LOD	0.0972	0.1903	0.0560	0.0734	0.0172	0.0548	0.0636	0.1030	0.0497	0.0997	<LOD	<LOD
SUM		0.1277	0.3763	0.0861	1.3943	2.6674	0.8649	1.0428	0.2680	0.5821	1.1294	1.0194	0.9272	1.3870	0.0920	0.0057

Tabela 10a. Koncentracije policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH) u analiziranim uzorcima zemljišta (izraženo u mg/kg odnosu na apsolutno suvo zemljište) (LOD=limit detekcije)

mg/kg na a.s.z.	LODmg/kg	Cvrčak i mrav	Suncokret	Duga	Mrvica	Vidovdanski zvončić	Palčica	Bistrica- Novi objek.	Detelina sa 4 lista	Zlatna ribica	Vendi	Kolibri	Zvončica	Plavi čuperak	Svitac	Spomenak
Naphthalene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0034	0.0055	0.0106	<LOD	0.0045	0.1067	0.0612	0.0641	<LOD	0.0634	0.0074
Acenaphthylene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Acenaphthene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Fluorene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0025	0.0018	0.0028	0.0034	0.0021	0.0034	0.0018	0.0018
Phenanthrene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0173	<LOD	0.0301	0.0425	0.0184	0.0506	<LOD	0.0163
Anthracene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0093	0.0083	0.0075	<LOD	0.0206	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0184	0.0163
Fluoranthene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0064	0.0099	0.0036	0.0289	0.0551	0.0336	0.0760	0.0150	0.0964	0.0150	0.0133
Pyrene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0060	<LOD	0.0023	0.0237	0.0477	0.0288	0.0672	0.0107	0.0879	<LOD	0.0138
Chrysene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0093	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0107	0.0138
Benz(a)anthracene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0085	0.0239	0.0124	0.0299	<LOD	0.0323	<LOD	<LOD
Benz(b) fluoranthene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Benz(k) fluoranthene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0076	0.0107	0.0131	0.0084	0.0041	0.0223	0.0032	0.0035
Benzo(a) pyrene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0035
Indeno(123-cd)pyrene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0316	<LOD	0.0091	<LOD	0.0172	0.0124	0.0172	0.0147
Dibenz(ah)anthracene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0353	<LOD	0.0240	<LOD	<LOD
Benzo(ghi) perylene	0.0005	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0117	0.0209	0.0180	<LOD	0.0149	<LOD	<LOD
SUM		/	/	/	/	0.0252	0.0329	0.0240	0.1200	0.1760	0.2575	0.3420	0.1316	0.3441	0.1297	0.1044

ZAKLJUČAK

- ✚ Na osnovu ispitivanja uzoraka zemljišta uzetih na dečijim igralištima koja se nalaze u okviru objekata PU „Radosno detinjstvo“, u pogledu njegovog kvaliteta mogu se doneti sledeći zaključci:
- ✚ Ispitivano zemljište je u pogledu vrednosti osnovnih hemijskih osobina (pH, sadržaj CaCO_3 , sadržaj organske materije, sadržaj pristupačnog kalijuma i fosfora) uglavnom blisko vrednostima uobičajenim za zemljišta koja se koriste u poljoprivredne svrhe. Osobine zemljišta su takve da smanjuju pokretljivost kontaminanata u njemu i smanjuju rizik od kontaminacije podzemne vode.
- ✚ Iako se koncentracije As, Cd, Co, Cr, Mn, Ni i Zn kreću u širokom rasponu vrednosti, sadržaj ovih elemenata u ispitivanim uzorcima zemljišta je generalno nizak, značajno niži od MDK vrednosti po nemačkom zakonu te možemo tvrditi da u analiziranim uzorcima zemljišta ne postoji kontaminacija ovim elementima.
- ✚ U uzorcima zemljišta iz vrtića Čigra i Cvrčak pored povišenog (u odnosu na prosek) sadržaja As detektovan i, u odnosu na srednju vrednost, povišen sadržaj Cr i Cu što može biti posledica ispiranja CCA (sredstva za zaštitu drveta) iz drvenih igračaka u zemljište.
- ✚ U zemljištima iz vrtića Pčelica i Vidovdanski zvončić sadržaj bakra je ekstremno visok i iznosi 300.68 i 257.30 mg/kg. Kako su u pitanju deposoli – zemljišta koja trpe izrazit ljudski uticaj, moguće je da bakar vodi poeklo od nekog zaostalog građevinskog materijala ili materijala koji je korišćen za nasipanje i poravnavanje terena.
- ✚ . U uzorku zemljišta iz vrtića Švrća je detektovana ekstremno visoka koncentracija olova (908,80mg/kg) koja višestruko premašuje MDK vrednost po nemačkom zakonu. Da bi se utvrdilo da li je prilikom uzorkovanja, zbog nehomogenosti zemljišta uzorkovan i neki čvrst otpadni materijal ili je u pitanju zaista kontaminacija zemljišta olovom, kao i da li je kontaminacija lokalna ili ceo teren odn. dvorište ima povišen sadržaj olova neophodno je, na ovom lokalitetu ponoviti uzorkovanje s tim što treba uzeti više pojedinačnih uzoraka sa manjih površima.

- ✚ Polihlorovani bifenili su detektovani u 10 od ukupno 30 analiziranih uzoraka zemljišta. Najveći zbir koncentracija polihlorovanih bifenila je izmeren u dvorištu objekta „Švrča“ i iznosi 0.003 mg/kg što je oko stotinu puta manje od MDK vrednosti po nemačkom zakonu o zemljištu. Na osnovu dobijenih rezultata može se tvrditi da analizirana zemljišta nisu ugrožena povišenim sadržajem polihlorovanih bifenila, odnosno da su bezbedna za dečije boravljenje.
- ✚ Organohlorni pesticid aldrin je detektovan u svega 8 od ukupno 30 uzoraka i njegova koncentracija višestruko niža od MDK vrednosti po nemačkom zakonu a kreće se u intervalu od 0.0008 mg/kg (Različak) do 0.0126 mg/kg (Detelina sa 4 lista).
- ✚ U ukupno 24 od 30 uzoraka zemljišta je detektovano prisustvo insekticida lindana i/ili jednog ili oba njegova metabolita (alfa-BHC i beta-BHC). Zbir koncentracija lindana i njegovih metabolita u analiziranim uzorcima zemljišta se kreće u rasponu od 0.0006 mg/kg (Vidovdanski zvončić) do 0.0552 mg/kg (Vila). Ove koncentracije su višestruko niže od MDK vrednosti po nemačkom zakonu te se može smatrati da analizirana zemljišta nisu zagađena lindanom i njegovim metabolitima.
- ✚ Prisustvo DDT je detektovano u 19 od ukupno 30 analiziranih uzoraka zemljišta i njegove koncentracije se kreću u rasponu od 0.0013 mg/kg (Bistrica-novi objekat) do 0.1005 mg/kg (Čarolija). Ove koncentracije su daleko niže od MDK vrednosti za zemljišta na igralištima po nemačkom zakonu.
- ✚ Prisustvo PAHova je detektovano u 26 od ukupno 30 analiziranih uzoraka zemljišta. Benzo(a)piren je detektovan u svega 6 uzoraka zemljišta a najviša koncentracija ovog jedinjenja je izmerena u zemljištu sa igrališta u vrtiću Čigra i iznosi 0.0661 mg/kg što je značajno niže od MDK vrednosti po nemačkom zakonu. Na osnovu prikazanih rezultata može se smatrati da je zemljište sa aspekta sadržaja policikličnih aromatičnih ugljovodonika bezbedno za dečiju igru.

Na osnovu dobijenih rezultata vidi se da zemljišta na dečijim igralištima trpe snažan antropogeni uticaj što, u određenom broju uzoraka, za posledicu ima povišen sadržaj opasnih i štetnih materija. Zbog toga je potrebno izvršiti detaljnu karakterizaciju kontaminacije zemljišta na lokalitetima gde kontaminacija postoji i proširiti monitoring na dečija igrališta u drugim gradovima i prigradskim naseljima u Vojvodini.

LITERATURA

- 1 ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2000. Summary report. ATSDR sol-pica workshop, June 2000, Atlanta, USA 30pp. (online) (20 March 2001) <http://www.atsdr.cdc.gov/child/soilpica.html>
- 2 Bellinger, D. 1995. Neuropsychologic functions in children exposed to environmental lead. *Epidemiology* 6(2), 101-103.
- 3 Birkre, M., Rauch, U., 2000. Urban geochemistry: investigations in the Berlin metropoliten area. *Environmental Geochemistry and Health* 22, 233-248.
- 4 Chirenje, T., Ma, L. Q., Reeves, M., Szulczewski, M., 2003. Lead distribution in near-surface soils of two Florida cities: Gainesville and Miami. *Geoderma* 119, 113-120.
- 5 Crnković, D., Ristić, M., Antonović, D. 2006. Distribution of Heavy Metals and Arsenic in Soils of Belgrade (Serbia and Montenegro). *Soil and Sediment Contamination*, 15, 581-589.
- 6 Danish Standards Association 1995. Anvisning for undersøgelse af forurenede grunde (Guidance for the examination of contaminated sites), DS-Information, 1st ed., February 1995.
- 7 Defra and Environment Agency, 2002d. R&D Publication TOX 6. Contaminants in Soil: Collation of Toxicological Data and Intake Values for Humans. Lead. Environmental Agency. ISBN: 1-857-05745-7.
- 8 Defra and Environment Agency, 2002e. R&D Publication SGV10. Soil Guideline Values for Led Contamination. Environment Agency. ISBN: 1-857-05736-8.
- 9 De Miguel, E., Iribarren, I., Chacon, E., Ordonez, A., Charlrsworth, S. 2007. Risk-based evaluation of the exposure of children to trace elements in playgrounds in Madrid (Spain). *Chemosphere* 66, 505-513.
- 10 Fields, S. 2001. How dangerous is CCA? *Environmental Health Perspectives*, 109 (6) A262-A269.
- 11 Hemond, H., Solo-Gabriele, H. M. 2004. Children's Exposure to Arsenic from CCA-Treated Wooden Decks and Playgrounds Structures. *Risk Analysis*, 24 (1), 51-64.
- 12 Klaassen, C. D. 1996. Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, 5th ed., McGraw Hill Companies Inc. US. 1111pp. ISBN 0-07-113927-3.
- 13 Ljung, K., Selinus, O., Otabbong, E. 2006. Metals in soils of children's urban environments in the small northern European city of Uppsala.



- 14 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* 55 (2), 209.
- 15 Mielke, H. W., Blake, B., Burroughs, S., Hassinger, N. 1984. Urban lead levels in Minneapolis: the case of the Hmong children. *Environmental Research* 34, 64-76.ž
- 16 Mielke, H. W., Gonzales, C. R., Smith, M. K., Mielke, P. W. 1999. The Urban Environment and Children's Health: Soils as an Integrator of Lead, Zinc and Cadmium in New Orleans, Louisiana, USA. *Environmental Research Section A*, 81, 117-129.
- 17 N&R Consult, 1990. Risikovurdering af forurenede grunde (Risk assessment of polluted soils), Miljøprojekt nr. 123. Danish EPA (in Danish).
- 18 Paterson, E., Sanka, M., Clark, L., 1996. Urban soils as pollutant sinks – a case study from Aberdeen, Scotland. *Applied Geochemistry* 11 (1-2), 129-131.
- 19 Schütz, A., Barregård, L., Sällsten, G., Wilske, J., Manay, N., Pereira, L. & Cousillas, Z. A. 1997. Blood lead in Uruguayan children and possible sources of exposure. *Environmental Research* 74, 17-23.
- 20 Schwartz, J. 1994. Low-level lead exposure and childrens's IQ: a meta-analysis and search for a treshold. *Environ. Res.* 65, 42-55.
- 21 Sekulić, P., Hadžić V., Lazić N., Bogdanović D., J. Vasin, Pucarević M., Ralev J., Zeremski Škorić T. (2005): MONITORING NEPOLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA VOJVODINE Zbornik radova sa EnE05, Konferencija Životna sredina ka Evropi, Beograd, SCG, 5-8 Jun , str. 278-282.
- 22 Stilwell, D. E., Gorny, K. D. 1997. Contamination of Soil with Copper, Chromium, and Arsenic Under Decks Built from Pressure Treated Wood. *Bulliten of Environmental Contamination and Toxicology* 58, 22-29.
- 23 Thornton I.: *Metal contamination of soils in urban areas*. In: Bullock P., Gregory PJ. Eds. *Soils in the urban environment*. Blackwell, 47-75, London, 1991.
- 24 Tripathi, R. M., Raghunath, R., Mahapatra, S., and Sadasivan, S. 2001. Blood lead and its effect on Cd, Cu, Zn, Fe and hemoglobin levels of children. *Sci. Total Environm.* 277, 161-168.

- 25 Vasin, J., Sekulić, P., Bogdanović, Darinka, Pucarević, Mira: Contamination levels of non-agricultural and industrial soils in the Vojvodina Province Eurosoil 2004, Proceeding in press, 6-12 September 2004, Freiburg, Germany, p.612.
- 26 Wang, Y., Thornton, I., Farago, M., 1997. Changes in lead concentrations in the home environment in Birmingham, England over the period 1984-1996. *The Science of the Total Environment* 207, 149-156.