



**Analiza onesnaženosti tal otroških igrišč
v izbranih javnih vrtcih
v Mestni občini Ljubljana**

POROČILO

Univerza
v Ljubljani

Biotehniška
fakulteta
Oddelek za agronomijo



**Infrastrukturni center
za pedologijo
in varstvo okolja**

Jamnikarjeva 101
1000 Ljubljana

Tel.: 01 320 32 02
Fax: 01 423 10 88
Davčna št.: 94761795
Matična št.: 1626914

Datum: 26. november 2010
Datoteka: MOL5_porocilo.doc
Oznaka: ICPVO 10/19

NAROČNIK: Mestna občina Ljubljana, Mestna uprava, Oddelek za varstvo okolja
Zarnikova 3, 1000 Ljubljana

IZVAJALEC: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo,
Katedra za pedologijo in varstvo okolja
Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

PROJEKT: **Analiza onesnaženosti tal otroških igrišč v izbranih javnih vrtcih v Mestni občini Ljubljana**

NAROČILO: Naročilnica št. 10/113282/0-0, z dne 26.10.2010

ŠTEVILO IZVODOV: 3 izvodi

ODGOVORNI PREDSTAVNIK IZVAJALCA: dr. Helena GRČMAN, univ.dipl.ing.agr.

POROČILO PRIPRAVILI: Andreja HODNIK, univ.dipl.ing.kem.
mag. Marko ZUPAN, univ.dipl.ing.agr.
Irena TIČ, org. dela-inf
dr. Helena GRČMAN, univ.dipl.ing.agr.

Informacijski sistem in obdelava podatkov: Irena TIČ, org. dela-inf.

Ogled in popis lokacij ter vzorčenje tal: Andreja HODNIK, univ.dipl.ing.kem.teh.
Mihael ŠIJANEC
Zala STROJIN BOŽIČ, univ.dipl.ing.geogr.

Laboratoriji v katerih so bile opravljene analize:

Pedološke analize in analize kovin: Laboratorij Katedre za pedologijo in varstvo okolja
Vodja laboratorija: Andreja HODNIK, univ.dipl.ing.kem.

Organske nevarne snovi: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja,
Vodja laboratorija: mag. Slavko LAPAJNE, univ.dipl.ing.kem.

Odgovorni vodja projekta

Dr. Helena GRČMAN

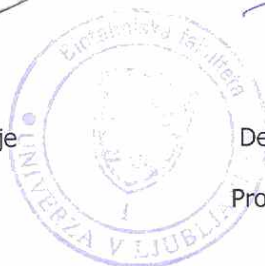
Prodekan za področje agronomije

prof. dr. Borut BOHANEČ

Vodja infrastrukturnega centra za pedologijo in
varstvo okolja
mag. Marko ZUPAN

Dekan Biotehniške fakultete

Prof. dr. Mihael Jožef TOMAN



KAZALO VSEBINE

1	POVZETEK	4
2	ABSTRACT	4
3	UVOD	5
4	MATERIALI IN METODE	6
4.1	Izbor vrtcev	6
4.2	Vzorčenje tal na igriščih izbranih vrtcev	6
4.3	Analitske metode	17
5	REZULTATI	19
5.1	Kakovost tal otroških igrišč v izbranih vrtcih MOL- leto 2010	19
5.1.1	Rezultati analiz tal za izbrane standardne pedološke parametre	19
5.1.2	Rezultati vsebnosti kovin v vzorcih odvzetih v otroških igriščih v izbranih javnih vrtcih MOL oktobra 2010	21
5.1.3	Rezultati vsebnosti organskih nevarnih snovi v vzorcih odvzetih na otroških igriščih v izbranih javnih vrtcih MOL oktobra 2010	23
5.1.4	Primerjava vsebnosti nevarnih snovi v tleh v vrtcu LEDINA in TRNOVO med letoma 2002 in 2010	25
6	SKLEPNE UGOTOVITVE PROJEKTA	26
7	LITERATURA	27
8	PRILOGE	28
	Priloga 1: Izpis podatkov iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774)	29
	Priloga 2: Rezultati vsebnosti PAHov v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010 ...	30
	Priloga 3: Rezultati vsebnosti DRINOV in DDTjev v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010	31
	Priloga 4: Rezultati vsebnosti HCH in PCBjev v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010 32	
	Priloga 5: Rezultati ostalih analiziranih organskih snovi v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010	33

1 POVZETEK

Namen naloge je bil opredeliti kakovost tal na devetih igriščih v izbranih vrtcih v Mestni občini Ljubljana (MOL). Tla smo vzorčili na dveh globinah: 0-10 in 10-20 cm. Analizirali smo teksturo, vsebnost organske snovi in pH ter vsebnost potencialno nevarnih anorganskih in organskih snovi, ki jih opredeljuje Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, 86/96). Ugotovili smo, da nobena izmed merjenih snovi ne presega kritične vrednosti. Vsebnosti Zn in Pb na dveh lokacijah presegajo opozorilne vrednosti. Na posameznih lokacijah so presežena mejne vrednosti Cd, Zn, Cu, Hg in PAO.

2 ABSTRACT

The aim of this research is soil quality monitoring of nine selected kindergartens in Municipality of Ljubljana (MOL). Soils were sampled on two depths: 0-10 and 10-20 cm. Texture, Soil organic matter, pH and potential toxic organic and inorganic substances according to Slovenian legislation (Ur.l. RS 68/96) were analysed. Soil monitoring revealed that "critical" values are not exceeded. Concentrations of Zn and Pb on two locations exceed "warning" values. In some kindergartens concentrations of Cd, Zn, Cu, Hg and PAO exceed the lowest "limit" value according to Slovenia legislation.

3 UVOD

Tla so naravni vir, ki ga uporabljamo za pridelovanje rastlin (kmetijstvo, gozdarstvo) ali pa kot urban prostor za infrastrukturne objekte, za rekreacijo in za druge dejavnosti. Poznavanje naravnega sistema tal kot dela ekosistema in možne spremembe, ki lahko nastanejo ob njegovem porušenju, so osnovnega pomena, da znamo ravnati tako, da tlem ohranimo njihovo funkcijo. Dogajanja, ki nastajajo v tleh in v katera ni posegel človek, so odraz naravnega stanja. Ko pa se v tleh pojavijo snovi, ki v količini in obliki niso značilne za tla, govorimo o onesnaženju. Z naraščajočo stopnjo onesnaženosti se zmanjšuje večnamenska raba tal. Temu je prilagojena zakonodaja večine evropskih držav in tudi slovenska. Vsebnost nevarnih snovi v tleh opredeljuje Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96), kjer so navedene vsebnosti organskih in anorganskih nevarnih snovi s katerimi opredelimo stopnjo (ne)onesnaženosti tal.

Urbano okolje je pogosto obremenjeno s potencialno nevarnimi snovmi, ki jih prispeva promet, industrijska dejavnost in druge urbane aktivnosti. Medtem, ko se kakovost zraka po prenehanju onesnaževanja kmalu izboljša, pa ostanejo tla dolgo časa obremenjena s potencialno nevarnimi snovmi, predvsem anorganskimi in težje razgradljivimi organskimi snovmi. V tleh se te snovi namreč dobro vežejo na talne delce (glino, organsko snov). Onesnažena tla tako lahko postanejo izvor potencialno nevarnih snovi za človeka. Najbolj pogoste poti vnosa potencialno nevarnih snovi v organizem so lahko posredno preko prehranjevalne verige - preko rastlin (tudi živali), ki jih pridelamo na onesnaženem območju in neposredno z vdihavanjem prašnih talnih delcev tal, ki so v zraku, kakor tudi oralni vnos z umazanimi rokami.

Z vidika neposrednega vnosa potencialno nevarnih snovi iz tal v organizem so še posebej problematična otroška igrišča. Otroci namreč največ časa preživijo v stiku s tlemi in pogosteje z umazanimi rokami vnašajo talne delce v usta (oralni vnos). Poleg tega je absorpcija kovin iz tal v želodcu bistveno večja pri otrocih kot odraslih. Zaradi tega so otroška igrišča tista raba tal, kjer je monitoring kakovosti tal najbolj potreben.

Namen projektne naloge 'Analiza onesnaženosti tal otroških igrišč v izbranih javnih vrtcih v Mestni občini Ljubljana' je ugotoviti kakovost tal na igriščih devetih zbranih vrtcev v Mestni občini Ljubljana z vidika vsebnosti anorganskih in organskih potencialno toksičnih snovi v tleh, ki jih ureja slovenska zakonodaja.

4 MATERIALI IN METODE

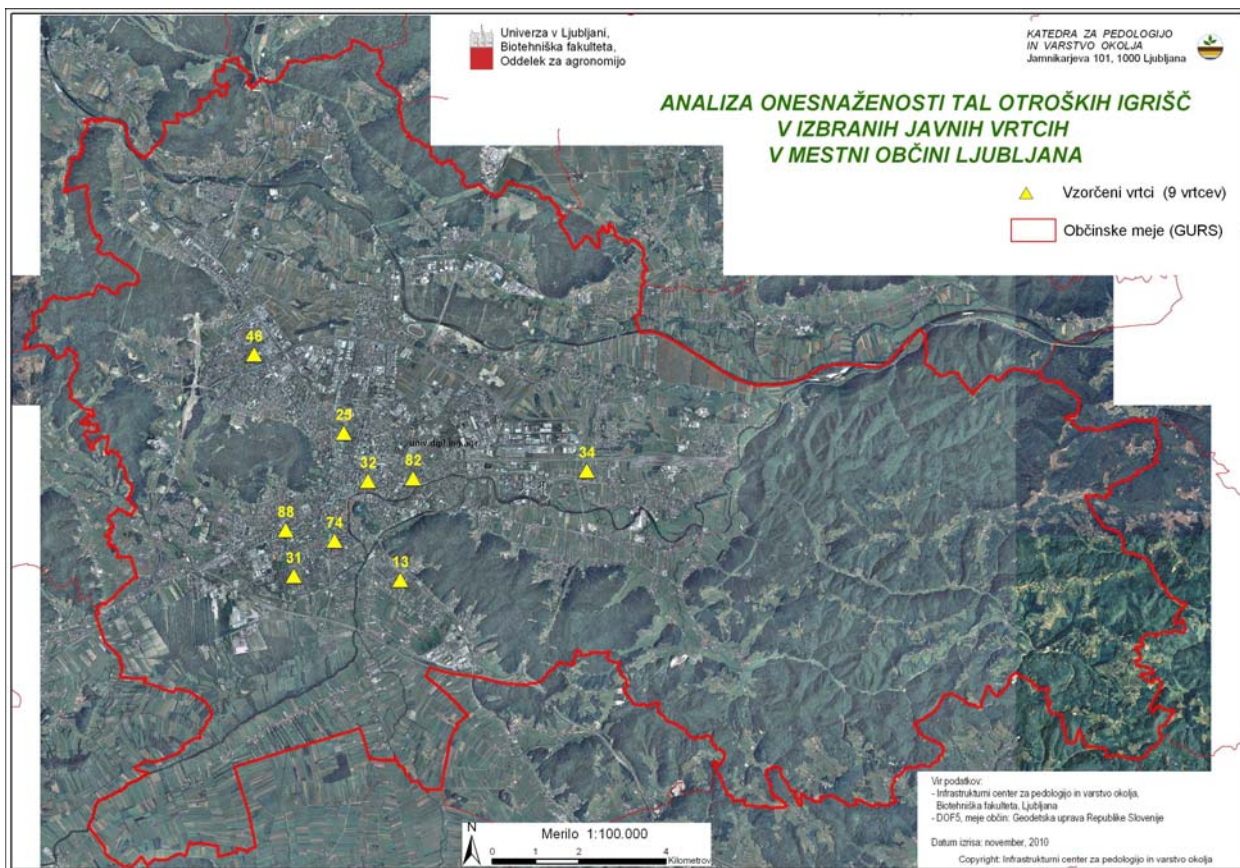
4.1 Izbor vrtcev

Skupaj s predstavniki MOL z Oddelka za varstvo okolja go. Zalo Strojnj Božič smo izbrali 9 vrtcev za ogled in vzorčenje tal na otroških igriščih v Mestni občini Ljubljana. Vzorčili smo v dveh globinah 0-10 cm in 10-20 cm. Izbrani vrtci za vzorčenje in analizo tal so prikazani na sliki 1 in preglednici 1.

Ogled in vzorčenje je opravila tričlanska ekipa. Ekipo je sestavljal predstavnik MOL (Zala Strojnj Božič, univ.dipl.ing.geogr.), predstavnik Katedre za pedologijo in varstvo okolja (Andreja HODNIK, univ.dipl.ing.kem.) in pomočnik (Mihael Šijanec, univ.dipl.ing.agr.) Lokacije so bile popisane, vzorčene in fotografirane.

4.2 Vzorčenje tal na igriščih izbranih vrtcev

Vzorčili smo površine igrišč v vrtcih, kjer se otroci največ zadržujejo in so prekrite z zemljo oziroma travno rušo; tudi na delih kjer trava zaradi določenih dejavnikov ne raste (senčne in erodirane površine predvsem pod in v bližini igral). Površin prekritih s peskom ali drugimi prekrivnimi materiali npr. lubjem nismo vzorčili. Površina, ki smo jo zajeli pri vzorčenju je bila odvisna od velikosti posameznega vrtca. Za odvzem vzorcev smo uporabljali žlebičasto sondo s premerom žleba 3 cm. Na vsakem igrišču smo odvzeli 10-15 inkrementov ('podvzorcev') v dveh globinah 0-10 ter 10-20 cm. S sondiranjem smo enakomerno zajeli celotno površino vzorčenja, tudi pod igrali in pod drevesi. Posamezne 'podvzorce' iz sonde smo združevali neposredno na terenu v ustrezno PE embalažo ločeno za vsako globino. Vzorce smo opremili z evidenčnimi številkami in jih še istega dne predali laboratoriju.



Slika 1: Izbrani vrtci v Mestni občini Ljubljana za analizo onesnaženosti tal otroških igrišč

Preglednica 1: Izbrani vrtci v Mestni občini Ljubljana za analizo onesnaženosti tal otroških igrišč

Zap. št. vrtca	Matični vrtec, enota, naslov enote	Vzorčeno v projektu »URBSOIL«, novembra 2002; »URBSOIL koda«
13	GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35	
25	JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a	
31	KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11	
32	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	MOL12921
34	MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1	
46	MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5	
74	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11	MOL16090
82	VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36	
88	VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10	

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
13	GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35.

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
25	JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a.

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
31	KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11.

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
32	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14.

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
34	MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1.

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
46	MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5.

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
74	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11.

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
82	VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36.

Zap.št. vrtca	Ime in naslov vrtca
88	VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10



Prikaz podrobnosti na igrišču vrtca VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10.

4.3 Analitske metode

Vzorci tal, ki smo jih na terenu odvzeli v večji količini, smo v laboratoriju homogenizirali in po predpisanem postopku količinsko zmanjšali. Preostali del smo najprej ročno zdrobili, homogenizirali, premestili v papirnate vrečke in jih sušili pri 30°C 3-4 dni. Posušene vzorce smo v terilnici ročno strli in presejali skozi sito odprtini 2 mm. V tako dobljenih vzorcih smo izvedli pedološke analize in analize na potencialno toksične anorganske in organske snovi. Za analizo kovin smo vzorce še dodatno zmelili na titanov mlin na velikost delčkov 150 μ m.

Analize smo izvedli po sledečih postopkih:

Pedološki parametri

Parameter	Merilni princip	Referenca
PESEK	Sedimentacija in pipetiranje	Janytzki 1986 /Soil survey laboratory methods manual, 1992/
MELJ	Sedimentacija in pipetiranje	Janytzki 1986 /Soil survey laboratory methods manual, 1992/
GLINA	Sedimentacija in pipetiranje	Janytzki 1986 /Soil survey laboratory methods manual, 1992/
TRZ	Teksturni razred po ameriški teksturni klasifikaciji Izračun	Ameriška teksturna klasifikacija /Soil survey laboratory methods manual, 1992/
ORG. SNOV	Organska snov Izračun: %ORG. SNOV = %Corg x 1.724	SIST ISO 14235 – modificirano po Walkely-Black-u
C	Vsebnost organskega ogljika Mokra oksidacija in titracija	SIST ISO 14235 – modificirano po Walkely-Black-u
pH v CaCl2	pH v kalcijevem kloridu Elektrometrija	SIST ISO 10390
P	Rastlinam dostopni fosfor (P ₂ O ₅) Ekstrakcija in spektrofotometrija	ÖNORM L 1087 - modifikacija: amonlaktatna ekstrakcija
K	Rastlinam dostopni kalij (K ₂ O) Ekstrakcija in spektrofotometrija in ES	ÖNORM L 1087 - modifikacija: amonlaktatna ekstrakcija

Anorganske nevarne snovi

Parameter	Merilni princip	Referenca
Hg	Živo srebro v zlatotopki AAS - HP	ISO 5666 modif., Ch. 5
Cd	Kadmij v zlatotopki AAS	SIST ISO 11466, SIST ISO 11047
Pb	Svinec v zlatotopki AAS	SIST ISO 11466, SIST ISO 11047
Zn	Cink v zlatotopki AAS	SIST ISO 11466, SIST ISO 11047
Mo	Molibden v zlatotopki AAS	SIST ISO 11466, SIST ISO 11047
Cu	Baker v zlatotopki AAS	SIST ISO 11466, SIST ISO 11047
Co	Kobald v zlatotopki AAS	SIST ISO 11466, SIST ISO 11047
As	Arzen v zlatotopki ICP-MS	ISO 17294-2-modif
Ni	Nikelj v zlatotopki AAS	SIST ISO 11466, SIST ISO 11047
Cr	Krom v zlatotopki AAS	SIST ISO 11466, SIST ISO 11047

Organske nevarne snovi

Parameter	Merilni princip	Referenca
Acenaften	GC/MS/SIM	Interna metoda
Acenaftilen	GC/MS/SIM	Interna metoda
Acetoklor	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 092
Alaklor	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 092
Aldrin	GC/ECD	ISO 10382-mod.
alfa-HCH	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Antracen*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Benzo(a)antracen*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Benzo(a)piren*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Benzo(b)fluoranten*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Benzo(ghi)perilen*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Benzo(k)fluoranten*	GC/MS/SIM	Interna metoda
beta-HCH	GC/ECD	ISO 10382-mod.
DDD(o,p)	GC/ECD	ISO 10382-mod.
DDD(p,p)	GC/ECD	ISO 10382-mod.
DDE(o,p)	GC/ECD	ISO 10382-mod.
DDE(p,p)	GC/ECD	ISO 10382-mod.
DDT(o,p)	GC/ECD	ISO 10382-mod.
DDT(p,p)	GC/ECD	ISO 10382-mod.
delta-HCH	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Dibenzo(a,h)antracen	GC/MS/SIM	Interna metoda
Dieldrin	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Endrin	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Fenantren*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Fluoranten*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Fluoren	GC/MS/SIM	Interna metoda
gama-HCH	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Heptaklor	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Heptaklorepoxid-cis	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Heptaklorepoxid-trans	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Indeno(1,2,3-cd)piren*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Klordan-cis	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Klordan-trans	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Krizen*	GC/MS/SIM	Interna metoda
Metolaklor	GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 092
Naftalen*	GC/MS/SIM	Interna metoda
PCB-101	GC/ECD	ISO 10382-mod.
PCB-118	GC/ECD	ISO 10382-mod.
PCB-138	GC/ECD	ISO 10382-mod.
PCB-153	GC/ECD	ISO 10382-mod.
PCB-180	GC/ECD	ISO 10382-mod.
PCB-28	GC/ECD	ISO 10382-mod.
PCB-52	GC/ECD	ISO 10382-mod.
Piren	GC/MS/SIM	Interna metoda
Vsota PCB	Izračun_1	
Vsota drinov	Izračun_2	

Parameter	Merilni princip	Referenca
Vsota HCH	Izračun_3	
Vsota DDx	Izračun_4	
PAH*	Izračun_5	

Izračun_1 : Vsota PCB = PCB-101 + PCB-118 + PCB-138 + PCB-153 + PCB-180 + PCB-28 + PCB-52

Izračun_2: Vsota drinov = aldrin + dieldrin + endrin

Izračun_3: Vsota HCH = alfa-HCH + beta-HCH + delta-HCH + gama-HCH

Izračun_4: Vsota DDx = DDD(o,p) + DDD(p,p) + DDE(o,p) + DDE(p,p) + DDT(o,p) + DDT(p,p)

Izračun_5: PAH* = Antracen*+ Benzo(a)antracen*+ Benzo(a)piren*+ Benzo(ghi)perilen*+
Benzo(k)fluoranten*+ Fenantren*+ Fluoranten*+ Indeno(1,2,3-cd)piren*+ Krizen*+
Naftalen*

5 REZULTATI

5.1 Kakovost tal otroških igrišč v izbranih vrtcih MOL- leto 2010

Čeprav kakovost tal lahko obravnavamo iz različnih vidikov (okoljske funkcije tal, pridelava biomase...), smo se v tem projektu osredotočili na vsebnost potencialno nevarnih snovi v tleh, ki so značilni za urbano okolje in ki lahko negativno vplivajo na otroški organizem. Pri izboru parametrov smo v največji možni meri upoštevali nabor parametrov (10 kovin in 5 skupin organskih nevarnih snovi), ki jih predvideva uredba (Ur. L. RS 68/96). Analizirali smo tudi izbrane pedološke parametre (organska snov, tekstura in pH), ki so nam pomagale pri interpretaciji izvora zemljine in vplivov nevarnih snovi v tleh na okolje (dostopnost rastlinam, možnost prašenja, in drugo).

5.1.1 Rezultati analiz tal za izbrane standardne pedološke parametre

Kot kaže preglednica 3, prevladujejo tla z ilovnato teksturo. Delež gline je v razponu od 10,9 do 18,5 %, delež peska od 29,0 do 62,7 % in melja od 26,4 do 53,7 %. pH je nevtralen do zmerno alkalen, v razponu od 7,1 do 7,4, zaradi česar ne pričakujemo povečane topnosti in dostopnosti kovin za rastline. Vsebnost organske snovi, ki pomembno prispeva k vezavi in s tem imobilizaciji kovin v tleh, je v razponu od 2,2 do 8,5.

Preglednica 3: Pedološki parametri vzorcev tal odvzetih oktobra 2010

Zap. št. vrtca	Ime vrtca	Globina vzorčenja	PESEK	MELJ GROBI	MELJ FINI	MELJ SKUPNI	GLINA	TRZ	ORG. SNOV	C	pH CaCl ₂	P	K
		Enota	%	%	%	%	%		%	%		mg P205/100g	mg P205/100g
13	GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35	0-10	38,5	14,2	31,4	45,6	15,9	I	8,5	4,9	7,3	4,7	13,7
		10-20	34,9	15,2	31,6	46,8	18,3	I	6,0	3,5	7,3	2,2	7,4
25	JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a	0-10	54,0	10,8	23,5	34,3	11,7	PI-I	7,3	4,2	7,3	35,9	26,4
		10-20	48,7	11,6	26,1	37,7	13,6	I	2,3	1,3	7,3	37,3	18,7
31	KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11	0-10	41,0	15,7	32,1	47,8	11,2	I	6,9	4,0	7,1	12,6	23,5
		10-20	36,1	13,3	37,4	50,7	13,2	MI	7,6	4,4	7,3	9,6	7,9
32	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	0-10	46,4	13,3	25,0	38,3	15,3	I	2,8	1,6	7,3	21,5	19,2
		10-20	43,3	14,5	27,0	41,5	15,2	I	2,2	1,3	7,5	14,6	8,4
34	MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1	0-10	47,7	13,2	26,8	40,0	12,3	I	5,1	3,0	7,2	10,4	20,2
		10-20	36,1	13,5	31,9	45,4	18,5	I	4,1	2,4	7,3	6,8	10,8
46	MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5	0-10	53,9	8,6	25,2	33,8	12,3	PI-I	3,8	2,2	7,2	3,7	7,4
		10-20	29,0	14,9	38,8	53,7	17,3	I	2,8	1,6	7,1	2,0	5,5
74	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11	0-10	44,4	13,6	27,6	41,2	14,4	I	6,7	3,9	7,1	84,8	23,3
		10-20	40,7	12,7	30,8	43,5	15,8	I	5,7	3,3	7,2	100,5	14,2
82	VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36	0-10	50,4	9,6	26,8	36,4	13,2	I	4,3	2,5	7,2	24,1	12,7
		10-20	46,2	10,6	25,7	36,3	17,5	I	6,0	3,5	7,3	27,5	7,9
88	MIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10	0-10	62,7	8,1	18,3	26,4	10,9	PI	4,2	2,4	7,2	18,5	15,8
		10-20	54,0	10,4	22,0	32,4	13,6	PI-I	3,7	2,1	7,4	22,9	8,9

5.1.2 Rezultati vsebnosti kovin v vzorcih odvzetih v otroških igriščih v izbranih javnih vrtcih MOL oktobra 2010

Rezultati analiz vsebnosti anorganskih potencialno nevarnih snovi so zbrani v preglednici 4. Vrednosti so pobarvane glede na uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96). Z zeleno so označene vrednosti, ki so pod mejno vrednostjo, z rumeno so označene vrednosti, ki so nad mejno in pod opozorilno vrednostjo, z rdečo so označene vrednosti, ki so nad opozorilno in pod kritično vrednostjo ter z vijolično vrednosti, ki presegajo kritično vrednost za posamezno potencialno nevarno snov. V spodnjem delu tabele za lažjo interpretacijo podajamo tudi vrednosti, ki jih predpisuje omenjeni uradni list ter slovensko povprečje za posamezno kovino, ki je bilo ugotovljeno na podlagi rezultatov sistematičnega vzorčenja v okviru projekta »Raziskave onesnaženosti tal Slovenije« (Zupan in sod., 2008).

Preglednica 4: Vsebnost potencialno nevarnih snovi v vzorcih tal (mg/kg zračno suhih tal) odvzetih oktobra 2010 na globini 0-10 cm in 10-20 cm.

Zap. št vrtca	Ime vrtca	Globina vzorče nja cm	Baker (Cu)	Cink (Zn)	Svinec (Pb)	Kadmij (Cd)	Nikelj (Ni)	Krom (Cr)	Živo srebro (Hg)	Kobalt (Co)	Molibd en (Mo)	Arzen (As)	
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
13	GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35	0-10	23,60	93,30	35,00	<0,80	20,30	21,10	0,18	16,00	<0,80	9,00	
		10-20	23,00	94,00	36,60	<0,80	22,00	22,30	0,21	17,00	<0,80	9,66	
25	JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a	0-10	63,60	403,30	136,60	1,40	25,00	26,40	0,60	15,00	<0,80	11,66	
		10-20	73,00	323,00	133,60	<0,80	27,00	26,70	0,70	14,60	<0,80	13,00	
31	KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11	0-10	30,50	109,60	45,00	<0,80	21,60	24,40	0,46	15,60	<0,80	8,33	
		10-20	31,45	112,30	49,30	<0,80	25,00	24,40	0,46	15,60	<0,80	9,00	
32	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	0-10	34,18	102,30	36,00	<0,80	23,60	17,50	0,28	16,00	<0,80	7,66	
		10-20	34,80	104,30	83,30	<0,80	25,60	18,30	0,29	16,30	<0,80	7,66	
34	MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1	0-10	26,60	251,60	63,00	<0,80	24,60	22,80	0,23	14,30	<0,80	9,00	
		10-20	30,00	219,00	56,30	<0,80	28,60	25,20	0,25	16,60	<0,80	10,66	
46	MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5	0-10	26,00	104,00	27,30	<0,80	22,00	16,40	0,15	14,30	<0,80	7,66	
		10-20	27,50	120,00	32,60	<0,80	27,30	12,80	0,26	17,60	<0,80	10,00	
74	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11	0-10	47,80	191,00	89,30	<0,80	22,00	10,30	0,80	16,60	<0,80	7,33	
		10-20	58,40	200,00	100,30	<0,80	22,30	19,50	1,10	16,00	<0,80	8,00	
82	VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36	0-10	32,70	275,00	65,30	0,93	24,60	21,10	0,43	16,60	<0,80	6,33	
		10-20	35,70	271,00	80,30	0,92	26,00	23,20	0,50	17,00	<0,80	10,66	
88	VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10	0-10	28,20	436,00	83,30	1,71	18,60	16,30	0,30	15,00	<0,80	7,33	
		10-20	58,40	307,00	82,60	<0,80	21,30	18,00	0,36	16,30	<0,80	8,66	
Mejna vrednost ¹			60	200	85	1	50	100	0,8	20	10	20	
Opozorilna vrednost ¹			100	300	100	2	70	150	2	50	40	30	
Kritična vrednost ¹			300	720	530	12	210	380	10	240	200	55	
Slovenija-mediana (Zupan in sod., 2008)			0-5 cm	26,3	99	42	0,62	29,2	51	0,17	13,9	1	10,2
			5-20 cm	27,0	95	37	0,48	32,5	61	0,13	14,3	1	12,5

Vsebnost Cu na eni lokaciji (vrtec JELKA, enota Palčki) presega mejno vrednost. Na ostalih lokacijah so vrednosti pod mejno vrednostjo. V primerjavi s slovenskim povprečjem so vrednosti nekoliko večje, kar je značilno za urbana tla.

Na petih lokacijah je vsebnost cinka večja od mejne vrednosti; na dveh od teh presega tudi opozorilno vrednost (vrtec JELKA, enota Palčki in Viški vrtci, enota Bičevje). V primerjavi s slovenskim povprečjem so vsebnosti cinka v tleh nekoliko večje v vseh vrtcih razen na lokaciji Galjevica. Cink je mikrohranilo in tudi človeku potreben element, zato izmerjene vrednosti kljub temu ne pomenijo večje grožnje za zdravje ljudi saj je resorpcija v prebavnem traktu majhna.

Svinec je eden od tipičnih indikatorjev antropogenega vpliva v urbanem okolju. Čeprav promet že nekaj let ni več vir onesnaževanja, je nakopičen svinec ostal vezan v tleh. Vsebnost svinca v vzorcih tal, ki so bili vzorčeni oktobra 2010 ni velika. Opozorilna vrednost je presežena le v vrtcu Jelka, enota Palčki (obe globini) in vrtec Trnovo (spodnji sloj). V ostalih sedmih vrtcih so vsebnosti svinca pod mejno vrednostjo in v večini primerov nekoliko nad slovenskim povprečjem.

Kadmij je tudi pogost indikator človekove dejavnosti v okolju. V nasprotju s svincem, ki je zelo močno vezan v tleh, je kadmij bolj mobil in lažje dostopen rastlinam, zato smo pozorni že na majhne prekoračitve mejnih vrednosti. Na dveh lokacijah so v zgornji globini prekoračene mejne vrednosti za kadmij (vrtec Jelka, enota Palčki in Viški vrtci, enota Bičevje). Vzorci ostalih vrtcev so glede na vsebnost kadmija v tleh primerljivi s slovenskim povprečjem in vsi pod mejno vrednostjo.

Vsebnost ostalih izmerjenih anorganskih snovi v tleh je pod mejno vrednostjo slovenske uredbe (Ur. l. RS 68/96), razen vsebnosti živega srebra na lokaciji Trnovo. Slednja ni večja od opozorilne vrednosti.

Glede na vsebnost anorgansko nevarnih snovi v vzorcih tal lahko povzamemo, da je kakovost tal v preiskovanih vrtcih zadovoljiva oziroma primerljiva urbanemu okolju. Največkrat so bile mejne oziroma opozorilne vrednosti prekoračene v vrtcu Jelka, enota Palčki (Zn, Pb, Cu, Cd), sledita Viški vrtci, enota Bičevje (Zn, Cd) in Trnovo, enota Trnovo (Pb, Hg, Zn). V vrtcih Miškolin, enota Rjava cesta in Vodmat, enota Klinični center mejno vrednost presega le cink, na ostalih vrtcih mejne, opozorilne oziroma kritične vrednosti niso bile presežene.

5.1.3 Rezultati vsebnosti organskih nevarnih snovi v vzorcih odvzetih na otroških igriščih v izbranih javnih vrtcih MOL oktobra 2010

Vsebnost organskih nevarnih snovi je po skupinah (vsote) podana v preglednici 5, rezultati meritev posameznih spojin so navedeni v prilogi.

Preglednica 5: Vsebnost organskih nevarnih snovi v vzorcih tal (mg/kg zračno suhih tal) odvzetih oktobra 2010 v globini 0-10 cm in 10-20 cm.

Zap. št. vrtca	Ime vrtca	Globina vzorčenja	PAH 10	Benzo (a)piren	PCB	OCP	HCH	Drini-vsota	DDT/DDD/DDE vsota
		cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
		LOD		<0,005					
		LOQ		[0,01]					
13	GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35	0-10	0,220	0,028	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		10-20	0,342	0,028	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25	JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a	0-10	2,148	0,37	<0,005	0,094	<0,005	<0,005	0,094
		10-20	3,985	0,64	<0,005	0,081	<0,005	[0,010]	0,081
31	KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11	0-10	0,302	0,05	<0,005	0,045	<0,005	<0,005	0,045
		10-20	0,181	0,03	<0,005	0,068	<0,005	<0,005	0,068
32	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	0-10	0,494	0,083	<0,005	[0,010]	<0,005	<0,005	[0,010]
		10-20	0,618	0,097	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
34	MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1	0-10	0,102	0,019	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		10-20	0,091	0,015	<0,005	[0,010]	<0,005	<0,005	[0,010]
46	MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5	0-10	[0,01]	[0,01]	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		10-20	[0,01]	[0,01]	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
74	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11	0-10	1,764	0,28	<0,005	0,012	<0,005	<0,005	0,012
		10-20	1,732	0,28	<0,005	0,093	<0,005	<0,005	0,093
82	VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36	0-10	0,470	0,081	<0,005	[0,010]	<0,005	<0,005	[0,010]
		10-20	0,661	0,1	<0,005	0,045	<0,005	<0,005	0,045
88	VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10	0-10	0,251	0,039	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		10-20	0,718	0,11	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	0,01
Mejna vrednost ¹			1		0,2		0,1	0,1	0,1
Opozorilna vrednost ¹			20		0,6		2	2	2
Kritična vrednost ¹			40		1		4	4	4

1 Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774) (Priloga 1)

PAH 10 Vsota 10 spojin PAHov, za katere so v Uredbi (Ur.l. RS, 68/96) predpisane normativne vrednosti (Priloga 1, Priloga 2)

PCB Skupna koncentracija PCB (Priloga 1, Priloga 4)

OCP Vsota: DDT/DD/DDE (Priloga 3) + drini (Priloga 3) + HCH spojine (Priloga 4) + ostale organske snovi (Priloga 5)

HCH HCH spojine (Priloga 1, Priloga 4)

Drini-vsota Skupna koncentracija je seštevek aldrina, dieldrina in endrina (Priloga 1, Priloga 3)

DDT/DDD/DDE vsota Skupna koncentracija je seštevek DDT, DDD in DDE (Priloga 1, Priloga 3)

Mejno vrednost glede na slovensko Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh presegajo le vsote spojin iz skupine policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH10) na dveh lokacijah: vrtec Jelka, enota Palčki in vrtec Trnovo, enota Trnovo. Ena od spojin PAH10 je tudi benzo(a)piren, ki ga posebej izpostavlja nemška zakonodaja. Njihova mejna vrednost za otroška igrišča znaša 0,1 mg/kg. To mejno vrednost presegajo vzorci obeh globin prej omenjenih vrtcev in dodatno še v spodnji globini vrtca Vodmat, enota Klinični center in Viški vrtci, enota Bičevje.

5.1.4 Primerjava vsebnosti nevarnih snovi v tleh v vrtcu LEDINA in TRNOVO med letoma 2002 in 2010

Primerjavo vsebnosti anorganskih nevarnih snovi v tleh med leti 2002 in 2010 podajamo na osnovi rezultatov za dva vrtca, ki sta bila analizirana že v okviru projekta URBSOIL. V preglednici 6 so prikazani rezultati analiz nevarne snovi, ki so bili izmerjeni v obeh časovnih obdobjih: novembra 2002 – projekt »URBSOIL« in oktobra 2010. Analize organskih snovi v projektu »URBSOIL« niso bile izvedene.

Preglednica 6: Vsebnost (mg/kg zračno suhih tal) nevarnih snovi v tleh vrtcev, ki sta bila analizirana v projektu »URBSOIL« leta 2002 (Grčman in sod. 2005) in v oktobru 2010.

Zap.št. vrtca	Ime vrtca	Čas vzorčenja	Globina vzorčenja cm	Baker (Cu) mg/kg	Cink (Zn) mg/kg	Svinec (Pb) mg/kg	Kadmij (Cd) mg/kg	Nikelj (Ni) mg/kg	Krom (Cr) mg/kg
32	Vrtec LEDINA (MOL 12921)	November 2002	0-10	91,91	289,7	158,2	0,3	16,62	23,68
			10-20	71,6	350,9	174,8	0,3	16,88	22,2
	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	Oktober 2010	0-10	34,18	102,30	36,00	<0,80	23,60	17,50
			10-20	34,80	104,30	83,30	<0,80	25,60	18,30
74	Vrtec TRNOVO (MOL16090)	November 2002	0-10	58,46	190,48	106,32	0,63	26,68	26,27
			10-20	66,27	214,92	123,14	0,73	27,4	28,17
	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezjska 11	Oktober 2010	0-10	47,80	191,00	89,30	<0,80	22,00	10,30
			10-20	58,40	200,00	100,30	<0,80	22,30	19,50
Mejna vrednost ¹				60	200	85	1	50	100
Opozorilna vrednost ¹				100	300	100	2	70	150
Kritična vrednost ¹				300	720	530	12	210	380

Primerjava rezultatov med 2002 in 2010 je za vrtec LEDINA, enota Ledina pokazala, da je bila sanacija igrišča uspešna. Nova zemlja, s katero so prekrili del igrišča, ki ni prekrit z umetnim materialom, ne vsebuje prekomernih potencialno nevarnih anorganskih in organskih snovi. Razlike so evidentne predvsem v vsebnostih bakra, cinka in svinca, ki so bile v izvorni zemljini presežene.

V vrtcu TRNOVO, enota Trnovo zemljina ni bila zamenjana. Rezultati kažejo, da se zaradi naravnih procesov počasnega premeščanja koncentracije kovin počasi zmanjšujejo. Predvsem velja to za svinec, katerega izvor je z uporabo neosvinčenega bencina eliminiran.

6 SKLEPNE UGOTOVITVE PROJEKTA

Namen raziskave je bil ugotoviti stanje kakovosti tal na devetih igriščih v izbranih vrtcih v Mestni občini Ljubljana (MOL). Tla smo vzorčili na dveh globinah: 0-10 in 10-20 cm. Analizirali smo teksturo, vsebnost organske snovi in pH ter vsebnost potencialno nevarnih anorganskih in organskih snovi. Kakovost tal smo opredelili glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, Ur. l.RS. 86/96.

Glede na vsebnost anorgansko nevarnih snovi v vzorcih tal lahko povzamemo, da je kakovost tal v preiskovanih vrtcih zadovoljiva oziroma primerljiva urbanemu okolju. Največkrat so bile mejne oziroma opozorilne vrednosti prekoračene v vrtcu Jelka, enota Palčki (Zn, Pb, Cu, Cd), sledita Viški vrtci, enota Bičevje (Zn, Cd) in Trnovo, enota Trnovo (Pb, Hg, Zn). V vrtcih Miškolin, enota Rjava cesta in Vodmat, enota Klinični center mejno vrednost presega le cink, na ostalih vrtcih mejne, opozorilne oziroma kritične vrednosti niso bile presežene.

Pri organskih nevarnih snoveh v tleh presegata vsote spojin iz skupine policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH10) dve lokaciji: vrtec Jelka, enota Palčki in vrtec Trnovo, enota Trnovo. Ostale mejne, opozorilne in kritične meje niso presežene na nobeni lokaciji. Mejno vrednost benzo(a)pirena nemške zakonodaje za otroška igrišča presegajo vzorci obeh globin vrtcev Jelka, enota Palčki in Trnovo, enota Trnovo ter dodatno še tla spodnjih globin vrtcev Vodmat, enota Klinični center in Viški vrtci, enota Bičevje.

Predlogi ukrepanj:

Na vseh lokacijah, kjer je presežena opozorilna vrednost za posamezno potencialno nevarno snov, svetujemo upoštevanje predlaganih preventivnih ukrepov:

- skrb za pokritost tal bodisi z zatravitvijo, bodisi z uporabo drugih naravnih ali umetnih materialov (pesek, lubje, leseni čoki, asfaltirane poti, tartan in druge umetne mase...). Še posebno skrb je potrebno nameniti najbolj občutljivim mestom, kjer se otroci tudi najdlje zadržujejo: hribčki, sence pod drevesi, v okolici igral.
- redno pometanje tlakovane ali asfaltirane površine, vendar ne v času, ko so otroci na igrišču. V suhem vremenu priporočamo omočenje z vodo.
- pogosto umivanje rok, vsekakor pa vedno po prihodu z igrišča in pred malico oz, kosilom. Priporočljivo je imeti zunanje sanitarije ali vsaj umivalnik.
- preventivna vzgoja otrok in staršev.

Še posebno to velja za vrtec JELKA, enota PALČEK na Lavričevi, kjer so presežene mejne vrednosti za Cu, Cd in PAH ter opozorilni vrednosti za Zn in Pb. Izmed spojin PAH je znatno povečana tudi vsebnost benzo(a)pirena, ki pa ga naša zakonodaja ne obravnava. V zgornjem sloju tal v vrtcu JELKA je le ta 0,37 mg/kg, medtem ko je maksimalna priporočena vrednost s strani nemške zakonodaje 0,1 mg/kg. Zgoraj navedene ukrepe glede pokritosti tal je potrebno striktno upoštevati tudi pri novem urejanju igrišč. Glede na to, da merjene potencialno nevarne snovi nikjer ne presegajo kritičnih vrednosti glede na slovensko zakonodajo (Ur. l.RS. 86/96.), zamenjava zemljine ni potrebna.

7 LITERATURA

Berliner liste 1996: Praxisratgeber Altlastensanierung, WEKA Praxishandbuch, 1997, Augsburg.

GRČMAN, Helena, ČERMELJ, Svetlana. Ljubljana ima zdrava tla : otroška igrišča še posebej zavarovana pred škodljivimi vplivi. Ljubljana, 2006, let. 11, št. 3, str. 13-15. [COBISS.SI-ID 4729209]

GRČMAN, Helena, LOBNIK, Franc, ZUPAN, Marko, VRŠČAJ, Borut, KRALJ, Tomaž, PAČNIK, Tatjana, RUPREHT, Janez, HODNIK, Andreja. Sofinanciranje EU projekta z naslovom URBSOIL "Urban soils as a source and sink for pollution: towards a common European methodology for the evolution of their environmental quality as a tool for sustainable resource management": končno poročilo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, 2005. 43 f., 6 zvd. pril., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 4529017]

GRČMAN, Helena, KRALJ, Tomaž, TIČ, Irena, ZUPAN, Marko, HODNIK, Andreja. Monitoring stanja tal na igriščih v izbranih vrtcih MOL in ocena izvajanja preventivnih ukrepov v vrtcih MOL - leto 2009 : poročilo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2009. 114 f., Ilustr. [COBISS.SI-ID [6220153](#)]

GRČMAN, Helena, KRALJ, Tomaž, TIČ, Irena. Monitoring stanja tal na igriščih v uzbranih vrtcih MOL - leto 2010 (vzorčenje tal na desetih otroških igriščih s pripravo sinteze in predlogi ukrepov) : poročilo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2010. 51 f., [44] str. pril., Ilustr. [COBISS.SI-ID [6388089](#)]

ISO/DIS 11047. Soil quality - Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc - Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods. 1995: 7 str.

SIST ISO 10390. Kakovost tal - Ugotavljanje pH. 1996: 5 str.

SIST ISO 11261. Kakovost tal - Ugotavljanje skupnega dušika- modificirana Kjeldahlova metoda. 1996: 4 str.

SIST ISO 11466. Soil quality - Extraction of trace elements soluble in aqua regia. 1995: 6 str.

SIST ISO 14235. Kakovost tal -Določanje organskega ogljika z oksidacijo v kromžvepleni kislini. 1999: 5 str.

Soil survey laboratory methods manual. 1992. United states department of agriculture. Soil Conservation service, National soil survey center: 400 str.

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. Ur.l. RS št. 68-5773/96.

8 PRILOGE

Priloga 1: Izpis podatkov iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774)

Priloga 2: Rezultati vsebnosti PAHov v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010

Priloga 3: Rezultati vsebnosti DRINOV in DDTjev v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010

Priloga 4: Rezultati vsebnosti HCH in PCBjev v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010

Priloga 5: Rezultati ostalih analiziranih organskih snovi v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010

Priloga 1: Izpis podatkov iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774)

Nevarna snov	Mejna vrednost (mg/kg suhih tal)	Opozorilna vrednost (mg/kg suhih tal)	Kritična vrednost (mg/kg suhih tal)
1. kovine ekstrahirane z zlatotopko:			
kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	1	2	12
baker in njegove spojine, izražene kot Cu	60	100	300
nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni	50	70	210
svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	85	100	530
cink in njegove spojine, izražene kot Zn	200	300	720
celotni krom Cr	100	150	380
živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg	0,8	2	10
kobalt in njegove spojine, izražene kot Co	20	50	240
molibden in njegove spojine, izražene kot Mo	10	40	200
arzen in njegove spojine, izražene kot As	20	30	55
2. Druge anorganske spojine			
fluoridi (F-, celotni)	450	825	1200
4. Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH)			
Skupna koncentracija PAH ⁽¹⁾	1	20	40
5a. Poliklonirani bifenili (PCB)			
Skupna koncentracija PCB ⁽²⁾	0,2	0,6	1
5b. insekticidi na bazi kloriranih ogljikovodikov			
DDT/DDD/DDE ⁽³⁾	0,1	2	4
drini ⁽⁴⁾	0,1	2	4
HCH spojine ⁽⁵⁾	0,1	2	4
5c. Druga fitofarmacevtska sredstva			
Atrazin	0,01	3	6
Simazin	0,01	3	6
PAH ⁽¹⁾	skupna koncentracija PAH je seštevek naftalena, antracena, fenantrena, fluorantena, benzo(a)antracena, krizena, benzo(a)pirena, benzo(ghi)perilena, benzo(k)fluorantena in indeno(1,2,3)pirena)		
PCB ⁽²⁾	skupna koncentracija PCB je seštevek PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 in 180		
DDT/DDD/DDE ⁽³⁾	skupna koncentracija je seštevek DDT, DDD in DDE		
drini ⁽⁴⁾	skupna koncentracija je seštevek aldrina, dieldrina in endrina		
HCH spojine ⁽⁵⁾	skupna koncentracija je seštevek alfa-HCH, beta-HCH, gama-HCH in delta-HCH		

Priloga 2: Rezultati vsebnosti PAHov v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010

Zap.št. vrtca	Ime vrtca	Globina vzorčenja	Acenafiten	Acenafilen	Antracen*	Benzo(a)antracen*	Benzo(a)piren*	Benzo(b)fluoranten	Benzo(ghi)perilen*	Benzo(k)fluoranten*	Dibenzo(a,h)antracen	Fenantren*	Fluoranten*	Fluoren	Indeno(1,2,3-cd)piren*	Krizen*	Naftalen*	Piren	Vsota PAH*	Vsota VSEH PAHov	
			cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
13	GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35	0-10	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,032	0,028	0,028	0,02	0,014	[0,01]	0,018	0,053	[0,01]	0,021	0,034	<0,01	0,043	0,220	0,291	
		10-20	[0,01]	[0,01]	0,02	0,037	0,028	0,031	0,02	0,014	[0,01]	0,092	0,072	0,015	0,022	0,037	<0,01	0,052	0,342	0,440	
25	JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a	0-10	[0,01]	0,012	0,028	0,29	0,37	0,32	0,21	0,12	0,086	0,12	0,46	[0,01]	0,2	0,35	<0,01	0,42	2,148	2,986	
		10-20	[0,01]	0,02	0,065	0,54	0,64	0,55	0,37	0,26	0,11	0,26	0,9	0,012	0,33	0,62	<0,01	0,8	3,985	5,477	
31	KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11	0-10	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,035	0,05	0,038	0,034	0,018	0,011	0,025	0,063	[0,01]	0,037	0,04	<0,01	0,057	0,302	0,408	
		10-20	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,021	0,03	0,026	0,022	0,012	[0,01]	0,01	0,036	[0,01]	0,026	0,024	<0,01	0,034	0,181	0,241	
32	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	0-10	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,061	0,083	0,071	0,059	0,032	0,018	0,028	0,098	[0,01]	0,063	0,07	<0,01	0,09	0,494	0,673	
		10-20	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,081	0,097	0,091	0,068	0,041	0,02	0,032	0,13	[0,01]	0,074	0,095	<0,01	0,12	0,618	0,849	
34	MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1	0-10	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,013	0,019	0,021	0,015	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,019	[0,01]	0,019	0,017	<0,01	0,017	0,102	0,140	
		10-20	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,012	0,015	0,018	0,013	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,02	[0,01]	0,015	0,016	<0,01	0,018	0,091	0,127	
46	MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5	0-10	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	<0,01	[0,01]	0,01	[0,01]	
		10-20	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	[0,01]	<0,01	[0,01]	0,01	[0,01]	
74	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11	0-10	[0,01]	0,017	0,034	0,27	0,28	0,23	0,14	0,11	0,065	0,11	0,4	[0,01]	0,13	0,29	<0,01	0,35	1,764	2,426	
		10-20	[0,01]	[0,01]	0,022	0,23	0,28	0,23	0,16	0,11	0,061	0,11	0,4	[0,01]	0,15	0,27	<0,01	0,37	1,732	2,393	
82	VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36	0-10	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,063	0,081	0,074	0,049	0,034	0,017	0,021	0,092	[0,01]	0,056	0,074	<0,01	0,083	0,470	0,644	
		10-20	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,093	0,1	0,11	0,069	0,049	0,023	0,03	0,13	[0,01]	0,08	0,11	<0,01	0,12	0,661	0,914	
88	VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10	0-10	[0,01]	[0,01]	[0,01]	0,03	0,039	0,037	0,026	0,016	[0,01]	0,023	0,05	[0,01]	0,03	0,037	<0,01	0,044	0,251	0,332	
		10-20	[0,01]	[0,01]	0,016	0,091	0,11	0,096	0,068	0,043	0,021	0,063	0,15	[0,01]	0,067	0,11	<0,01	0,14	0,718	0,975	
Mejna vrednost ¹																			1		
Opozorilna vrednost ¹																				20	
Kritična vrednost ¹																				40	

* vsota PAH: skupna koncentracija PAH je seštevek naftalena, antracena, fenantrena, fluorantena, benzo(a)antracena, krizena, benzo(a)pirena, benzo(ghi)perilena, benzo(k)fluorantena in indeno(1,2,3)pirena (Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774); Priloga 1)

1 Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774) (Priloga 1)

Priloga 3: Rezultati vsebnosti DRINOV in DDTjev v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010

	Oznaka vzorca	Globina vzorčenja	Aldrin	Dieldrin	Endrin	Drini-vsota	o,p-DDD	p,p-DDD	DDD vsota	o,p-DDE	p,p-DDE	DDE vsota	o,p-DDT	p,p-DDT	DDT vsota	DDT/DDD/DDE vsota		
																	cm	mg/kg
13	GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25	JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,053	0,053	[0,010]	0,041	0,041	0,041	0,094	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,056	0,056	[0,010]	0,025	0,025	0,025	0,081	
31	KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvi 11	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,035	0,035	<0,005	0,01	0,01	0,01	0,045	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,044	0,044	<0,005	0,024	0,024	0,024	0,068	
32	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	[0,010]	[0,010]	[0,010]	[0,010]	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
34	MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	[0,010]	[0,010]	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	[0,010]
46	MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
74	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	0,012	<0,005	[0,010]	[0,010]	[0,010]	0,012	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	[0,010]	[0,010]	[0,010]	<0,005	0,020	0,020	0,046	0,073	0,073	0,093	
82	VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	[0,010]	[0,010]	<0,005	[0,010]	[0,010]	[0,010]	[0,010]	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,023	0,023	<0,005	0,022	0,022	0,022	0,045	
88	VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	[0,010]	[0,010]	<0,005	0,01	0,01	0,01	
Mejna vrednost ¹						0,1											0,1	
Opozorilna vrednost ¹						2												2
Kritična vrednost ¹						4												4

1 Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774) (Priloga 1)

Priloga 4: Rezultati vsebnosti HCH in PCBjev v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010

	Oznaka vzorca	Globina vzorčenja cm	alfa-HCH	beta-HCH	delta-HCH	gamma-HCH	Vsota HCH	PCB-101	PCB-118	PCB-138	PCB-153	PCB-180	PCB-28	PCB-52	Vsota PCB	
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
13	GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25	JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
31	KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
32	LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
34	MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
46	MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
74	TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
82	VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
88	VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10	0-10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
		10-20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Mejna vrednost ¹							0,1								0,2	
Opozorilna vrednost ¹							2									0,6
Kritična vrednost ¹							4									1

1 Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774) (Priloga 1)

Priloga 5: Rezultati ostalih analiziranih organskih snovi v vzorcih tal vzorčenih v oktobru 2010

Oznaka vzorca	Globina vzorčenja	Heksaklorobenzen	Heptaklor	cis-Heptaklorepeksid	trans-Heptaklorepeksid	cis-Klordan	trans-Klordan	Isodrin	alfa-Endosulfan	beta-Endosulfan	Endosulfan sulfat
		cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
13 GALJEVICA, enota GALJEVICA, Galjevica 35	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
25 JELKA, enota PALČKI, Lavričeva 5a	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
31 KOLEZIJA, enota MURGLE, Pod bukvami 11	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
32 LEDINA, enota LEDINA, Čufarjeva ulica 14	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
34 MIŠKOLIN, enota RJAVA CESTA, Rjava cesta 1	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
46 MOJCA, enota KEKEC, Klopčičeva 5	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
74 TRNOVO, enota TRNOVO, Kolezijska 11	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
82 VODMAT, enota KLINIČNI CENTER, Bohoričeva 36	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
88 VIŠKI VRTCI, enota BIČEVJE, Vidmarjeva 10	0-10	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	10-20	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005