



IZDELAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE ZA SANACIJO ZEMLJINE  
V PETIH VRTCIH V MESTNI OBČINI CELJE V LETU 2019

**Površinska in globinska razsežnost onesnaženosti tal –  
Vrtec Zarja, Enota Ringa raja**

Fazno poročilo na osnovi detajlnega sondiranja in  
meritev z rentgenskim fluorescenčnim spektrofotometrom (XRF)

Ljubljana, maj - junij 2019

PRAZNA STRAN

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

Marko ZUPAN  
e\_mail: marko.zupan@bf.uni-lj.si  
http://soil.bf.uni-lj.si/

Datum: 28. junij 2019  
Datoteka: MOC-2019\_Vrtec\_Zarja-ERR\_1.faza

PROJEKT: IZDELAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE ZA SANACIJO ZEMLJINE  
V PETIH VRTCIH V MESTNI OBČINI CELJE V LETU 2019

**Površinska in globinska razsežnost onesnaženosti tal –  
Vrtec Zarja, Enota Ringa raja**

NAROČNIK: AZ INŽENIRING d.o.o  
Kidričeva ulica 24a, 3000 Celje

IZVAJALEC: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo,,  
Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja (ICPVO)  
Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

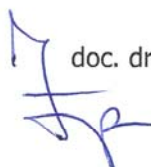
ŠT. NAROČILA: 474/2019-A

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA: dr. Marko Zupan, univ.dipl.ing.agr.

POROČILO PRIPRAVILI: dr. Marko Zupan, univ.dipl.ing.agr.  
dr. Helena Grčman, univ.dipl.ing.agr.  
Sara Mavsar, dipl.inž.agr.(UN)  
Irena Tič, org.dela-inf.  
Vid Žitko, mag.inž.hor.

SODELAVCI: Eva Pančur, dipl.ekol.naravov.  
Nejc Erjavec  
Ema Žižek

Odgovorni vodja

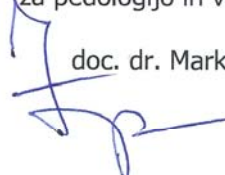
doc. dr. Marko Zupan  


Prodekanja za področje agronomije

prof. dr. Metka Hudina



Vodja Infrastrukturnega centra  
za pedologijo in varstvo okolja

doc. dr. Marko Zupan  


Dekan Biotehniške fakultete

prof. dr. Emil Erjavec



PRAZNA STRAN

**VSEBINA**

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>METODE DELA</b>	<b>7</b>
2.1	Načrt vzorčenja	7
2.2	Izvedba sondiranja, sprotne terenske meritve in odvzem točkovnih vzorcev tal	8
2.3	Priprava vzorcev in meritve skupne vsebnosti Pb, Zn, Cd in As z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (XRF)	9
<b>3</b>	<b>REZULTATI SONDIRANJA IN MERITEV SKUPNE VSEBNOSTI ELEMENTOV - POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZPROSTRANJENOST ONESNAŽENOSTI TAL IGRIŠČA VRTCA ZARJA, ENOTA RINGA RAJA</b>	<b>10</b>
3.1	Skupna vsebnost Pb, Zn, Cd in As v odvzetih sondah	12
3.2	Komentar izbranih sond	15
<b>4</b>	<b>PRIPOROČILA ZA GLOBINO ODKOPA ONESNAŽENIH TAL NA IGRIŠČU VRTCA ZARJA, ENOTA RINGA RAJA</b>	<b>18</b>
4.1	Ureditev novih zelenih površin - rekultivacija otroškega igrišča	19
4.2	Varnostni ukrepi pri izvajanju odkopa	20
<b>5</b>	<b>VIRI</b>	<b>21</b>
	<b>PRILOGE</b>	<b>22</b>
	Priloga 1: Fotografije tal v vseh sondah na igrišču vrtca Zarja, Enota Ringa raja opravljenih 14.junija 2019	22
	Priloga 2: Skupne vsebnosti elementov v tleh igrišča vrtca Zarja, Enota Ringa raja	25

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Lokacije sondiranja tal in odvzema vzorcev mivke na igrišču vrtca Zarja, Enota Ringa Raja .....	8
Slika 2: Neposredne meritve in odvzem točkovnih vzorcev na zunanjem igrišču vrtca Zarja, Enota Ringa raja .....	9
Slika 3: Območje igrišča Vrtca Zarja, Enota Ringa raja na Nušičevi ulici v Celju; leta 2010 (levo) je na vzhodnem delu stala individualna hiša, ki so jo v letih 2011/12 porušili (sredina) in povečali igrišče do Vrunčeve ulice in uredili nove zelene površine (desno) .....	10
Slika 4: Dodatno igrišče zgrajeno leta 2011/12 je lepo vzdrževano in ima gosto travno rušo, kar preprečuje stik otrok s tlemi (prašenje in vnos preko umazanih rok), vendar so tla na tem območju vrtca Zarja, Enota Ringa raja najbolj onesnažena .....	11
Slika 5: Gole površine na igrišču (sliki levo) rešujejo z rušnimi mrežami in pranim peskom (zgoraj desno) in delno z betonskimi ploščami (spodaj levo); neposredne meritve gole površine v senci pri peskovniku niso pokazale onesnaženosti površine igrišča, saj na površini prevladuje mivka iz peskovnika, ki jo redno obnavljajo pri čemer upoštevajo priporočilo o ustreznosti peska za peskovnike otroških igrišč .....	11
Slika 6: Na lokaciji S9 (zeliščna greda) so tla zelo močno onesnažena s potencialno toksičnimi kovinami .....	14
Slika 7: Območje igrišča Vrtca Zarja, Enota Ringa raja na Nušičevi ulici v Celju glede sestave tal in stopnje onesnaženosti razdelimo v dve enoti; (1) prvotno igrišče zgrajeno leta 1982 in (2) desno novo igrišče zgrajeno v letih 2011/12, ki je bistveno bolj atopogeno in kritično onesnaženo predvsem v spodnjih plasteh tal (do 90 cm, lahko tudi več).....	18

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Skupne vsebnosti svineca (Pb) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah na vrtcu Zarja, Enota Ringa raja .....	12
Preglednica 2: Skupne vsebnosti cinka (Zn) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah na vrtcu Zarja, Enota Ringa raja .....	13
Preglednica 3: Skupne vsebnosti kadmija (Cd) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah na vrtcu Zarja, Enota Ringa raja .....	13
Preglednica 4: Skupne vsebnosti arzena (As) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah na vrtcu Zarja, Enota Ringa raja .....	14
Preglednica 5: Skupne vsebnosti svineca (Pb), cinka (Zn), arzena (As) in kadmija (Cd) v mivki določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) vrtca Zarja, Enota Ringa raja .....	14

## 1 UVOD

V okviru projektne naloge »Izdelava projekta za izvedbo del (PZI) za sanacijo zemljine v petih vrtcih v Mestni občini Celje« v letu 2019, ki ga pripravlja AZ INŽENIRING d.o.o. skupaj s partnerjema Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta in Talum inštitut d.o.o., smo izvedli prvo fazo terenskih meritev onesnaženosti tal na otroškem igrišču v vrtcu Zarja, Enota Ringa raja v Celju. Namen detajlnega sondiranja in meritev z rentgenskim fluorescenčnim spektrofotometrom (XRF) je ugotoviti površinsko in globinsko razsežnost in stopnjo onesnaženosti tal za izračun parametrov projekta naloge, ki se nanašajo na globino (razsežnost) odkopa in količino onesnažene zemljine, ki jo bo v postopku sanacije potrebno zamenjati.

Ugotavljanje površinske in globinske razsežnosti onesnaženosti tal je prva faza postopkov zgoraj navedene projektne naloge, ki jo je za pet vrtcev v Mestni občini Celje razpisalo Ministrstvo za okolje in prostor 4. aprila 2019 (številka povabila 430-94/2019). Na razpisu je bila za izvedbo izbrana skupina ponudnikov AZ INŽENIRING d.o.o. (Poslovodeči partner), Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (Partner 1) in Talum inštitut d.o.o. (Partner 2).

Poročilo v nadaljevanju se nanaša na pregled in sondiranje v Vrtcu Zarja, Enota Ringa raja in zajema sledeče vsebine:

- Seznanitev s predhodnimi raziskavami onesnaženosti tal;
- Pogovor s predstavniki vrtca o zunanjih zelenih površinah (leto ureditve, posegi v zemljišča, vzdrževanje zelenic, infrastruktura v tleh, ...);
- Priprava načrta vzorčenja in izvedba detajlnega sondiranja tal;
- Terenske in naknadne laboratorijske meritve skupne vsebnosti elementov v sondah;
- Komentar meritev vsebnosti svinca, kadmija, cinka in arzena ter ostalih elementov;
- Priporočila za globino odkopa in ukrepe pri izvajanju odstranitve onesnaženih tal;
- Predlog rekultivacije tal zunanjega igrišča.

## 2 METODE DELA

### 2.1 Načrt vzorčenja

Na osnovi predhodno pridobljenih podatkov o onesnaženosti igrišča vrtca Zarja, Enota Ringa raja, v nadaljevanju VZ-ERR (Kugonič in Mazej Grudnik, 2017) in grafične podlage s situacijo obstoječega stanja, ki jo je zagotovil AZ INŽENIRING, smo pripravili ustrezno opremo za sondiranje tal, neposredne meritve vsebnosti elementov v tleh (prenosni XRF instrument) in odvzem točkovnih vzorcev (evidenčni listi in papirna embalaža). Preko odgovorne osebe za vrtce v Mestni občini Celje (MOC) gospe Sandre Stajnko smo se dogovorili z gospo Matejko Kobal, vodjo vrtca Zarja, ki nam je povedala osnovne podatke in zagotovila kontaktno osebo za Enoto Ringa raja (ga. Tadeja Pfeifer). Na osnovi vseh pridobljenih informacij smo določili okvirni način sondiranja, da smo zagotovili 'mrežo' vzorcev za določitev horizontalnega in vertikalnega stanja onesnaženosti tal. Na osnovi sprotnih meritev vsebnosti elementov, predvsem svinca in cinka, smo prilagodili dokončno mrežo sondiranja; skupno število predvidenih mikrolokacij sondiranja je bilo 15.

## 2.2 Izvedba sondiranja, sprotne terenske meritve in odvzem točkovnih vzorcev tal

Sondiranje smo izvedli z žlebasto sondo premera 2,5 cm in dolžine 1 m, pri čemer smo sondo zabili v tla do globine 100 cm oziroma do ovire (kamen, beton, zbita tla, ...). V žlebu sonde se zadrži zemljina, zato lahko ugotovimo sestavo tal (plasti). S prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom OLYMPUS DELTA 50 (XRF) smo izvedli neposredne meritve vsebnosti elementov v poljubni globini tal v žlebu sonde. Meritev svežega vzorca je zaradi različne stopnje vlažnosti vzorca in heterogenosti materiala lahko manj zanesljiva. Zato smo odvzeli ločene (točkovne) vzorce vsakih 10 cm. Vzorce smo označili z evidenčnimi oznakami (sonda, globina vzorca). Sondo in opremo za odvzem vzorcev iz žleba sonde smo očistili po vsakem odvzetem vzorcu.

Končno število izvedenih sondiranj je bilo 14, iz katerih smo odvzeli 97 vzorcev, minimalna globina je bila 30 cm, maksimalna pa 100 cm (Slika 1, Priloga 2). Odvzeli smo tudi dva vzorca mivke (lokaciji 15 in 16). Sondiranje in vzorčenje tal smo izvedli 14. junija 2019.



Slika 1: Lokacije sondiranja tal in odvzema vzorcev mivke na igrišču vrta Zarja, Enota Ringa Raja

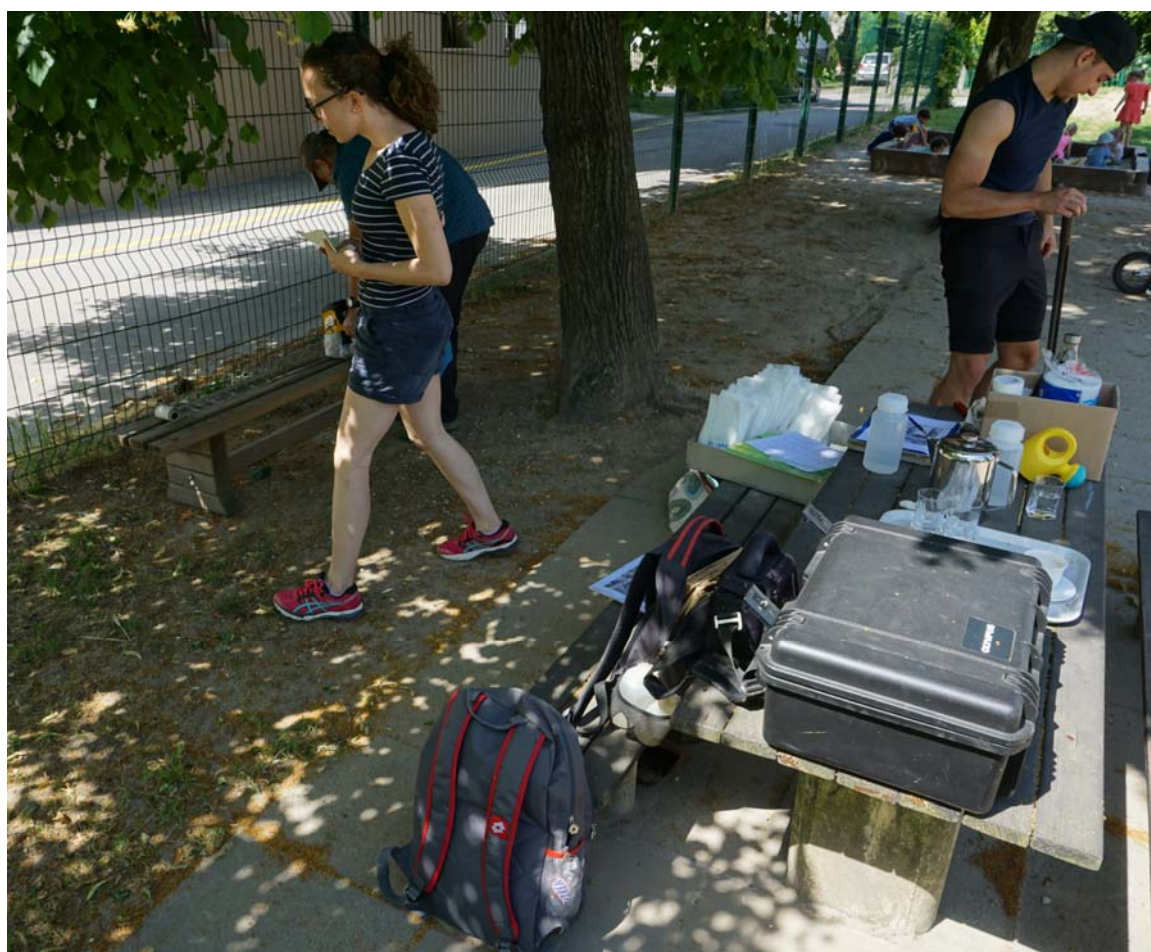


### 2.3 Priprava vzorcev in meritve skupne vsebnosti Pb, Zn, Cd in As z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (XRF)

Vzorci smo 3 dni sušili pri 40°C. Suhe talne vzorce smo strli v keramični terilnici in homogenizirali. V tako pripravljenih vzorcih smo izvedli meritve skupne vsebnosti elementov v vseh 97 točkovnih vzorcih odvzetih na zunanjih igriščih vrtca Zarja, Enota Ringa raja.

Meritve kovin Pb, Zn, Cd, As in drugih elementov v zračno suhih točkovnih vzorcih tal iz sond smo opravili z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom OLYMUS DELTA 50 (XRF) v laboratoriju Infrastrukturnega centra za pedologijo in varstvo okolja. Rezultati meritev dajejo informativno oceno stopnje onesnaženja in niso v celoti primerljivi z mejnimi, opozorilnimi in kritičnimi imisijskimi vrednostmi nevarnih snovi v tleh, ki temeljijo na analizah vzorcev tal po razkroju z zlatotopko. Kljub temu smo za lažje razumevanje vsebnosti posameznih elementov v preglednicah z rezultati obarvali glede na normativne vrednosti glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l. RS 68/96).

Meritve z XRF uporabljamo za določitev vertikalne in horizontalne porazdelitve vsebnosti elementov v tleh, kjer zadošča relativna primerjava rezultatov. Meritve elementov z XRF poleg razsežnosti onesnaženja pokažejo tudi način onesnaževanja (razpršeno, točkovno) in sestavo (plasti) urbanih tal.



Slika 2: Neposredne meritve in odvzem točkovnih vzorcev na zunanjem igrišču vrtca Zarja, Enota Ringa raja

### 3 REZULTATI SONDIRANJA IN MERITEV SKUPNE VSEBNOSTI ELEMENTOV - POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZPROSTRANJENOST ONESNAŽENOSTI TAL IGRIŠČA VRTCA ZARJA, ENOTA RINGA RAJA

Vrtec Zarja, Enota Ringa raja se nahaja med Nušičevo in Vrunčevo cesto nedaleč od Celjskega sejma. Zunanje igrišče je bilo narejeno v času izgradnje vrtca leta 1982. Leta 2011/12 so igrišče na vzhodnem delu povečali do Vrunčeve ceste, prej je bila tam stanovanjska hiša (Slika 3).



Slika 3: Območje igrišča Vrtca Zarja, Enota Ringa raja na Nušičevi ulici v Celju; leta 2010 (levo) je na vzhodnem delu stala individualna hiša, ki so jo v letih 2011/12 porušili (sredina) in povečali igrišče do Vrunčeve ulice in uredili nove zelene površine (desno)

Travna ruša je predvsem na novem delu igrišča dobro vzdrževana (Slika 4), na starejšem delu so pod drevesi in na hribčku gole površine (Slika 5). Erozijo in prašenje mestoma rešujejo z rušnimi mrežami, pranim peskom in betonskimi ploščami (Slika 5). Okrog peskovnika je gola površina prekrita z mivko iz peskovnika in površinska meritev s prenosnim XRF je pokazala, da je površina neonesnažena (Pb = 25 mg/kg; Zn = 174 mg/kg).

Pri sondiranju celotnega igrišča vrtca Zarja, Enota Ringa raja se je izkazalo, da je zemljišče igrišča, ki so ga zgradili po odstranitvi individualne hiše leta 2011/12 (sonde od 8 do 14) bolj onesnaženo kot prvotno zemljišče igrišča vrtca (sonde od 1 do 7). Onesnaženost je velika oziroma kritična, predvsem v spodnjih plasteh tal (Preglednice 1 - 4 in Priloga 2). Predvidevamo, da bo izkop zemljine potekal v dveh fazah, najprej izkop na celotnem območju do globine 50 cm, nato dodatni izkop na območju igrišča, ki je bilo narejeno v letih 2011/12. Globina izkopa na tem območju naj bo najmanj do globine 80 cm, ne izključujemo pa tudi opcije izkopa do globine 100 cm ali več. Območje poglobitve je potrebno spremljati s sprotimi meritvami s prenosnim XRF spektrofotometrom.

Preverili smo tudi skupno vsebnost elementov v mivki in sicer v manjšem peskovniku pri zgradbi (lokacija 15) in v večjem pod drevesom (lokacija 16) in potrdili predvidoma neoporečno stanje mivke (Preglednica 5).



Slika 4: Dodatno igrišče zgrajeno leta 2011/12 je lepo vzdrževano in ima gosto travno rušo, kar preprečuje stik otrok s tlemi (prašenje in vnos preko umazanih rok), vendar so tla na tem območju vrtca Zarja, Enota Ringa raja najbolj onesnažena



Slika 5: Gole površine na igrišču (sliki levo) rešujejo z rušnimi mrežami in pranim peskom (zgoraj desno) in delno z betonskimi ploščami (spodaj levo); neposredne meritve gole površine v senci pri peskovniku niso pokazale onesnaženosti površine igrišča, saj na površini prevladuje mivka iz peskovnika, ki jo redno obnavljajo pri čemer upoštevajo priporočilo o ustreznosti peska za peskovnike otroških igrišč

### 3.1 Skupna vsebnost Pb, Zn, Cd in As v odvzetih sondah

Skupna vsebnost svineca na površini tal je majhna predvsem pri igralih, kjer je na površini pran pesek. Največja vsebnost je na igrišču pri malčkih (S14), kjer presega tudi kritično vsebnost glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l.RS 68/96). Kot smo navedli že v uvodu tega poglavja je največja vsebnost Pb na lokaciji sonde S14, kjer v globini 40 - 50 cm in 60 - 70 cm presega vrednost 10.000 mg/kg (Preglednica 1). Lokacija se nahaja na območju novega dela igrišča, ki je bilo zgrajeno po odstranitvi individualne hiše v letih 2011/12 (Preglednica 1, Slika 1, Priloga 2).

Preglednica 1: Skupne vsebnosti svineca (Pb) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah na vrtcu Zarja, Enota Ringa raja

Vsebnost Pb – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)														
Globina cm	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
0-10	170	5	165	89	163	61	217	91	219	159	21	131	229	731
10-20	145	54	96	136	279	39	229	102	596	127	135	406	214	296
20-30	89	130	177	108	232	273	241	77	1067	103	92	111	815	147
30-40	122	184	123	80		429	159	70	1195	682	56	69	1474	393
40-50	237	134	143	24			352	686	1093	485	373	88	2329	15706
50-60		31	78	251			464	1039	1127	446	396		1497	7358
60-70		88	969				558	548	869	688	234		1440	11804
70-80		171	162					295	477	1785				4338
80-90		335	388						739					5463
90-100			379											

Opomba: Kljub temu, da vrednosti niso neposredno primerljive s koncentracijo določeno po razklopu z zlatotopko, smo rezultate označili glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l.RS 68/96): mejna vrednost < **rumena** < opozorila vrednost; opozorila vrednost < **rdeča** < kritična vrednost; **vijolična** > kritična vrednost.

Skupna vsebnost cinka je skoraj na celotni površini igrišča večja od opozorilne vrednosti glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l.RS 68/96). Izjema so lokacije pod igrali s pranim peskom (S2, S11) in lokaciji S4 in S4 na prvotnem delu igrišča, ki sta bližje zgradbi (Slika 1, Preglednica 2). Zelo velike oziroma ekstremne vsebnosti cinka so na novem delu igrišča, kjer smo v sondah S9, S13 in S14 kritično onesnaženost izmerili do globine 90 cm oziroma 70 cm. Očitno je v tem delu igrišča točkovno onesnaženje, ki je posledica premeščanja zemljine ob odstranitvi zgradbe (Slika 1 in 3, Preglednica 2 in Priloga 2).

Podobno razporeditev koncentracije smo zabeležili tudi pri kadmiju in arzenu. Za oba elementa velja, da smo največje vsebnosti izmerili v sondah S9, S13 in S14 (Slika 1, Preglednici 3 in 4, Priloga 2). Sondiranje na lokaciji S9 smo izvedli v zeliščni gredi, kar pomeni, da je zemljišče popolnoma neprimerno za gojenje rastlin (zelišč); četudi ne uporabljajo pridelanih rastlin, je setev in vzdrževanje rastlin v tako onesnaženih tleh lahko razlog za dodaten vnos tal v telo s prašenjem (vdihavanjem) ali zaužitjem preko 'umazanih' rok (Slika 6).

Preglednica 2: Skupne vsebnosti cinka (Zn) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah na vrtcu Zarja, Enota Ringa raja

Vsebnost Zn – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)														
Globina cm	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
0-10	774	51	707	292	577	271	924	303	790	578	128	465	1290	2391
10-20	604	332	434	158	1053	173	1031	311	2369	558	277	417	1008	1444
20-30	414	660	724	714	796	1286	1078	279	4414	357	143	435	2821	647
30-40	516	1002	461	373		1665	577	254	4109	2769	210	213	5250	2938
40-50	1134	641	543	129			1150	2934	3589	1696	1102	335	7004	78516
50-60		148	283	905			1724	3481	3822	1710	1719		5097	31164
60-70		324	346				2022	2359	3050	2761	1813		4578	48234
70-80		715	689					1066	2104	3486				18278
80-90		1205	1932						2078					19182
90-100			1679											

Opomba: Kljub temu, da vrednosti niso neposredno primerljive s koncentracijo določeno po razklopu z zlatotopko, smo rezultate označili glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l.RS 68/96): mejna vrednost < rumena < opozorila vrednost; opozorila vrednost < rdeča < kritična vrednost; vijolična > kritična vrednost.

Preglednica 3: Skupne vsebnosti kadmija (Cd) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah na vrtcu Zarja, Enota Ringa raja

Vsebnost Cd – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)														
Globina cm	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
0-10	ND	ND	4,3	ND	4,7	ND	5,4	ND	ND	ND	ND	ND	6,5	8,4
10-20	ND	ND	ND	ND	11,3	ND	ND	ND	8,2	ND	ND	ND	ND	5,4
20-30	ND	5,2	ND	ND	ND	ND	6,1	ND	20,3	ND	ND	ND	9,4	ND
30-40	ND	6,1	ND	ND		9,3	ND	ND	13,5	12,9	ND	ND	14,2	12,5
40-50	4,5	ND	ND	ND			6,5	8,7	15,9	9,2	ND	ND	11,7	109
50-60		ND	ND	6,9			13,8	13,1	12,4	5,1	5,1		11,1	58
60-70		ND	ND				15,5	10,7	7,8	9,4	5,5		6,3	66
70-80		ND	4,8					ND	ND	9,5				36
80-90		ND	9						5,3					33,4
90-100			5,4											

ND: < 4,5 mg/kg s.s. (vrednosti po mejo določljivosti lahko pomenijo preseganje opozorilne vrednosti)

Opomba: Kljub temu, da vrednosti niso neposredno primerljive s koncentracijo določeno po razklopu z zlatotopko, smo rezultate označili glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l.RS 68/96): mejna vrednost < rumena < opozorila vrednost; opozorila vrednost < rdeča < kritična vrednost; vijolična > kritična vrednost.

Preglednica 4: Skupne vsebnosti arzena (As) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah na vrtcu Zarja, Enota Ringa raja

Vsebnost As – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)														
Globina cm	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
0-10	24,6	ND	14,4	17,6	14,1	6,8	22	15	27	19,8	7,9	15,7	25	57
10-20	18,9	9,5	12	ND	31	4,4	22	15,6	45	15,4	ND	24	30	35
20-30	17,5	12,2	17,9	13,7	29	30	23	13	87	18,5	9,8	17,1	49	23,1
30-40	21,8	24,2	10,7	11,1		31	18,5	14,6	96	54	11,5	12,9	118	44
40-50	26	17,1	11,7	6,5			25	55	81	41	28	10,3	138	1297
50-60		8,1	5,4	40			45	83	85	31	46		114	602
60-70		18,8	ND				37	52	72	49	31		157	1036
70-80		24	13,9					30	47	166				313
80-90		34	39						87					507
90-100			27											

Opomba: Kljub temu, da vrednosti niso neposredno primerljive s koncentracijo določeno po razklopu z zlatotopko, smo rezultate označili glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l.RS 68/96): mejna vrednost < **rumena** < opozorila vrednost; opozorila vrednost < **rdeča** < kritična vrednost; vijolična > kritična vrednost.

Preglednica 5: Skupne vsebnosti svinca (Pb), cinka (Zn), arzena (As) in kadmija (Cd) v mivki določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) vrta Zarja, Enota Ringa raja

Sonda	Globina cm	Pb	Zn	As	Cd
		mg/kg			
Peskovnik pri hiši (lokacija 15)	0-10	10	41	ND	ND
Peskovnik pod drevesom (lokacija 16)	0-10	8	44	2,7	ND



Slika 6: Na lokaciji S9 (zeliščna greda) so tla zelo močno onesnažena s potencialno toksičnimi kovinami

### 3.2 Komentar izbranih sond

#### Sonda VZ-ERR S3



Zn = 707 mg/kg  
Pb = 165 mg/kg

Zn = 724 mg/kg  
Pb = 177 mg/kg

Zn = 283 mg/kg  
Pb = 78 mg/kg

Zn = 1932 mg/kg  
Pb = 388 mg/kg

Zn = 1679 mg/kg  
Pb = 379 mg/kg



Sonda-ERR S3 je bila zabita na vrhu manjšega hribčka na JZ strani igrišča. Zemljina dvignjenega dela hribčka ima vsebnosti Pb in Zn v enakih koncentracijskih območjih, kot ostala zemljina na prvotnem delu igrišča. Kriične koncentracije cinka so presežene v globini 80 cm.

## Sonda VZ-ERR S11



Zn = 128 mg/kg  
Pb = 21 mg/kg

Zn = 277 mg/kg  
Pb = 135 mg/kg

Zn = 143 mg/kg  
Pb = 92 mg/kg

Zn = 210 mg/kg  
Pb = 56 mg/kg

Zn = 1102 mg/kg  
Pb = 373 mg/kg

Zn = 1719 mg/kg  
Pb = 396 mg/kg

Zn = 1813 mg/kg  
Pb = 234 mg/kg



Sondi VZ-ERR S2 in S11 smo zabili pri igralih, kjer je na površini pran pesek. Pesek ni onesnažen, na lokaciji S11 pa je neonesnaženo do globine 40 cm, od 50 do 70 cm so tla kritično onesnažena s Zn.



## Sonda VZ-ERR S14



Zn = 2391 mg/kg  
Pb = 731 mg/kg

Zn = 1444 mg/kg  
Pb = 296 mg/kg

Zn = 857 mg/kg  
Pb = 239 mg/kg

Zn = 575 mg/kg  
Pb = 301 mg/kg

Zn = 1074 mg/kg  
Pb = 432 mg/kg

Zn = 171 mg/kg  
Pb = 184 mg/kg

Zn = 170 mg/kg  
Pb = 145 mg/kg



Novo igrišče zgrajeno v letih 2011/12 ima lepo vzdrževano travno rušo, vendar so tla na tej lokaciji najbolj onesnažena



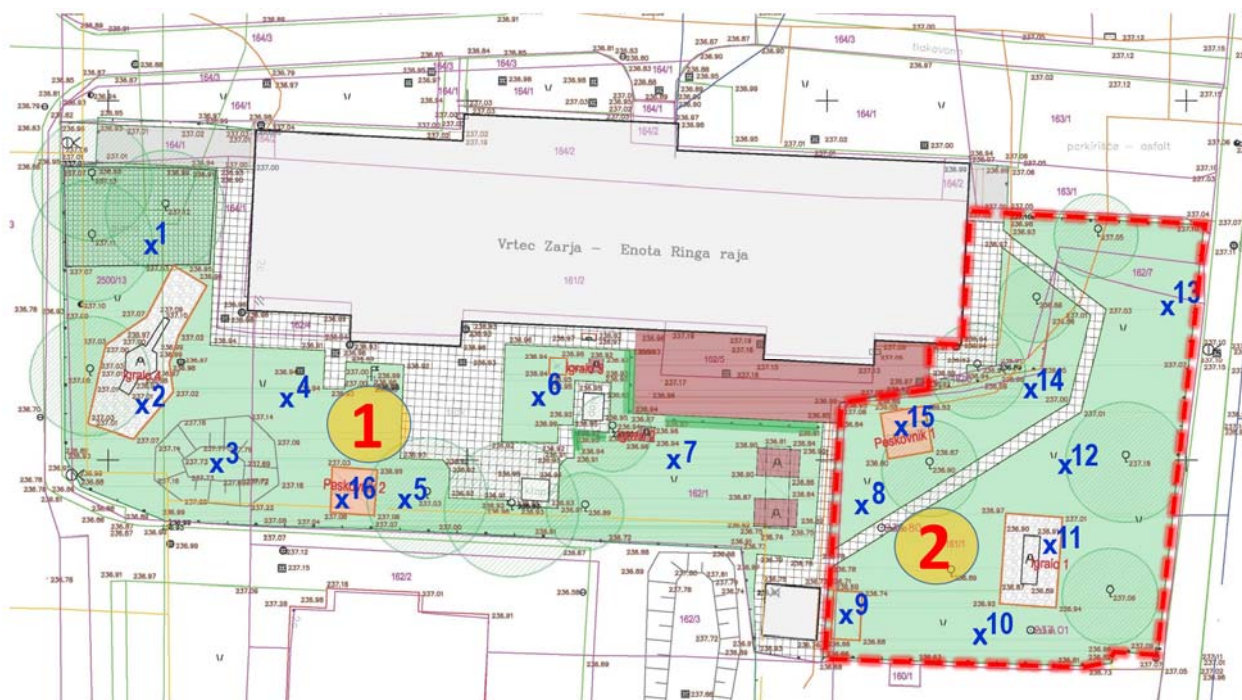
Tla so zelo močno onesnažena s svincem in cinkom, največja vsebnost onesnažil je v globini 40 - 50 cm, kjer je največ antropogenega materiala, skupne vsebnosti Pb in Zn so > 1 %!



V globini od 65 cm dalje je material peščen in temne barve in ni povezan z naravnim razvoj tal in razpršenim onesnaževanjem preko zraka. V tem primeru je izvor navožen kontaminiran material (točkovno onesnaženje).

## 4 PRIPOROČILA ZA GLOBINO ODKOPA ONESNAŽENIH TAL NA IGRIŠČU VRTCA ZARJA, ENOTA RINGA RAJA

Igrišče vrtca Zarja Enota Ringa raja glede na nastanek in stopnjo onesnaženosti tal razdelimo v dve prostorski enoti: prvotno igrišče zgrajeno v času izgradnje vrtca (1982) in dodatno novo igrišče na vzhodni strani (do Vrunčeve ceste), ki so ga zgradili v letih 2011/12 po odstranitvi individualne hiše. S tem je vrtec pridobil pomembno površino za igro otrok (Sliki 3 in 7).



Slika 7: Območje igrišča Vrtca Zarja, Enota Ringa raja na Nušičevi ulici v Celju glede sestave tal in stopnje onesnaženosti razdelimo v dve enoti; (1) prvotno igrišče zgrajeno leta 1982 in (2) desno novo igrišče zgrajeno v letih 2011/12, ki je bistveno bolj antropogeno in kritično onesnaženo predvsem v spodnjih plasteh tal (do 90 cm, lahko tudi več).

Glede na ugotovitve na osnovi sondiranja tal na zunanjem igrišču vrtca Zarja, Enota Ringa raja projektantu podajamo sledeče zaključke za pripravo projekta za izvedbo del za sanacijo tal (več v poglavju 4.1):

1. Glede na meritve skupne vsebnosti elementov predlagamo odkop zemljine do globine 50 cm na celotnem območju zunanjega igrišča. Za ta del odkopa predlagamo en reprezentativni vzorec za oceno odpadka.
2. Zaradi izrazite razlike v zgradbi tal ugotavljamo, da je novo igrišče bistveno bolj antropogeno. To potrjujejo tudi vsebnosti svinca in predvsem cinka, ki dosegajo vrednosti > 1%. Na tem delu bo potreben dodaten odkop do globine 80 - 100 cm. Predlagamo, da se ob izvedbi dodatnega izkopa stanje zemljine sproti spremlja s neposrednimi meritvami s prenosnim XRF spektrofotometrom. Dodatno izkopano zemljino je potrebno ločeno preveriti in odvzeti dodatni vzorec za oceno odpadka.

3. Projektantu predlagamo, da volumen dodatnega izkopa nadomesti z mineralno zemljino (vsebnost organske snovi < 1%) ali gramozom (lahko tudi večje granulacije) oziroma ustreznim inertnim mineralnim materialom do nivoja - 50 cm. Če bodo meritve pokazale, da je onesnažen material tudi globlje od 100 cm, se glede na ocenjeno količino na osnovi XRF meritev določi točkovno poglobljen izkop. Rekultivacija od globine -50 cm do površine se uredi kot je navedeno v točki 5 tega poglavja.
4. Na igrišču so prisotna tudi drevesa, ki dajejo kvalitetno senco. Predlagamo, da projektant večino dreves ohrani. Pri odkopu zemlje ob drevesih je potrebna posebna pazljivost in ročna odstranitev zemljine. Neposredno pod drevesom zemljine ni možno odstraniti, prav tako je globina odkopa pod drevesom praviloma manjša od predvidene. Kjer onesnažene zemlje pod drevesi ni možno v celoti odstraniti, predlagamo izgradnjo podestov, da se prepreči neposredni stik s tlemi.
5. Kjer bo na saniranem igrišču predvidena ureditev novih zelenih površin, predlagamo sledečo razporeditev plasti (več v poglavju 4.1):
  - 0 - 3 cm    Travni tepih
  - 3- 10 cm    Humozna (>3 %), strukturna zemljina, lahke do srednje težke teksture
  - 10 - 30 cm    Slabo humozna ali mineralna zemljina, srednje težka, strukturna
  - 30 - 50 cm    Gramoz, ne-sortiran, povprečna velikost ~30 mm

#### 4.1 Ureditev novih zelenih površin - rekultivacija otroškega igrišča

Za vzpostavitev zelenic na igrišču je potrebno uporabiti neonesnaženo zemljino v skladu z Uredbo o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Uradni list RS, št. 34/08 in 61/11) ter s primernimi pedološkimi lastnostmi (Priloga 1 in Priloga 2 te uredbe). Priporočljivo je, da imajo tla lažjo teksturo (večji delež peska), zmerno kislo do nevtralnno pH vrednost (pH 6 - 7) in vsebnost organske snovi vsaj 2 %. To so splošne minimalne zahteve. Za zgornjo plast (7 - 10 cm), kjer se seje travno seme je priporočljivo, da so tla presejana in da imajo vsaj 3 % organske snovi, vsebnost dostopnega fosforja od 10 do 20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, kalija pa od 10 do 25 mg K<sub>2</sub>O na 100 g tal. Optimalno založenost s fosforjem in kalijem se lahko doseže tudi z gnojenjem z mineralnimi gnojili.

Prednost imajo naravne zemljine - alohtona zemljina iz znane lokacije, po potrebi presejana in naj vsebuje <10 % grobih delcev (ostanki matične kamnine) večjih od 63 mm. Naravna tla, oziroma naravna izkopana tla (alohtona zemljina) - vsebujejo izključno naravne snovi, elemente, ki so posledica nastajanja tal. Elementi so v mineralih in imajo praviloma majhno topnost in biodosegljivost ter s tem manjšo verjetnost prehajanja v okolje ali tveganja za zdravje tudi, če presegajo mejne imisijske vrednosti glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS 68/96).

Možno je uporabiti tudi primerno pripravljeno umetno zemljino, ki pa mora biti pripravljena le iz naravnih tal (zemeljski izkop), ki so jim primešani dodatki za izboljšanje rodovitnosti oziroma fizikalnih lastnosti tal: organska snov (kompost), kremenčev pesek, šota. Umetno pripravljene zemljine morajo zadostiti kriterijem iz Priloge 3 in 4 Uredbe o spremembah in dopolnitvah Uredbe o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur.l.RS 61/11).

Pred nanosom nove zemljine je potrebno na odkopano površino dodati plast gramoza, ki služi kot tamponski sloj in prepreči prehajanje (morebitnih) onesnažil iz spodnjih plasti navzgor z ascendentnim vodnim tokom (kapilarni dvig). Za tampon svetujemo uporabo gramoza mešane (ne sejane) granulacije do debeline 30 - 50 mm. Po odkopu onesnaženih tal, se izvede kontrola stanja površine odkopa. V kolikor se izkaže, da so bila odkrita območja večje onesnaženosti, bo predstavnik, ki izvaja strokovni nadzor predlagal dodatno (delno) poglobitev izkopa.

Vsi uporabljeni materiali (humozna zemljina, mineralna zemljina, gramoz, travni tepihi morajo imeti podatek o elementni sestavi. Glede na zahteve iz projektne naloge, mora rekultivacijska zemljina za posamezne kovine imeti manjše vsebnosti od mejne vrednosti Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh (Ur. L. RS 68796). Zaradi naravne variabilnost v elementni sestavi materialov in velikih količin, svetujemo tudi kontrolo ob navozu z uporabo rentgenskega fluorescentnega spektrometra (XFR).

Površine ob in pod igrali (gugalnice, plezala), ki so najbolj izpostavljene eroziji in teptanju, je priporočljivo prekriti z različnimi naravnimi ali umetnimi materiali (lubje, pesek, tartan). Površine v senci pod obstoječimi drevesi je priporočljivo urediti s podestom, saj je popolno zamenjavo zemlje med koreninami težko zagotoviti, za zadrževanje na prostem pa je naravna senca obstoječih dreves najboljša zaščita. Neposredno pod drevesi je potrebno opraviti ročni izkop onesnažene zemljine do globine 20 cm in nasutje 15 do 20 cm gramoza mešane (ne sejane) granulacije do debeline 30 oziroma 50 mm. Tamponska cona gramoza pod podestom bo preprečila stik onesnaženih tal s podestom in hkrati podaljšala življenjsko dobo podesta, saj bo zagotovila odcednost in zračnost.

## 4.2 Varnostni ukrepi pri izvajanju odkopa

Izvajalec mora preprečiti prašenje ob izkopu in prevozu zemljine in zagotoviti varnost delavcev.

Pri izkopu zemljine je potrebno upoštevati Uredbo o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč (Ur.l. RS 21/2011).

Odkop zemljine mora potekati pri optimalni vlažnosti tal, to je med 80 in 90 % poljske kapacitete v celotni globini izkopa. Kdaj to stanje nastane je odvisno od teksture tal in količine padavin: 3 do 4 dni po daljšem obilnem deževju (100 mm padavin) oziroma 1 dan po obdobju srednjih padavin (35-70 mm v 3 dneh). Če izkop poteka po daljšem suhem obdobju je potrebno tla najmanj 24 ur pred izkopom zaliti z ustrezno količino vode, da se doseže optimalna vlažnost tal. Bolje je, da namakanje poteka počasi in daljši čas. Pred pričetkom del ustreznost vlažnosti tal presodi pedolog. Ustrezna vlažnost tal v veliki meri zmanjša prašenje ob izkopu, s čimer se zaščiti delavce in stanovalce v okolici, ter prepreči kontaminacijo fasade stavbe vrtca.

Delavci morajo biti obveščeni o vsebnosti nevarnih snovi v tleh, opremljeni z delovno zaščitno obleko, ki jo po koncu del pustijo na delovišču. Na delovišču ne smejo malicati. Pred odhodom z delovišča se morajo preobleči in umiti roke.

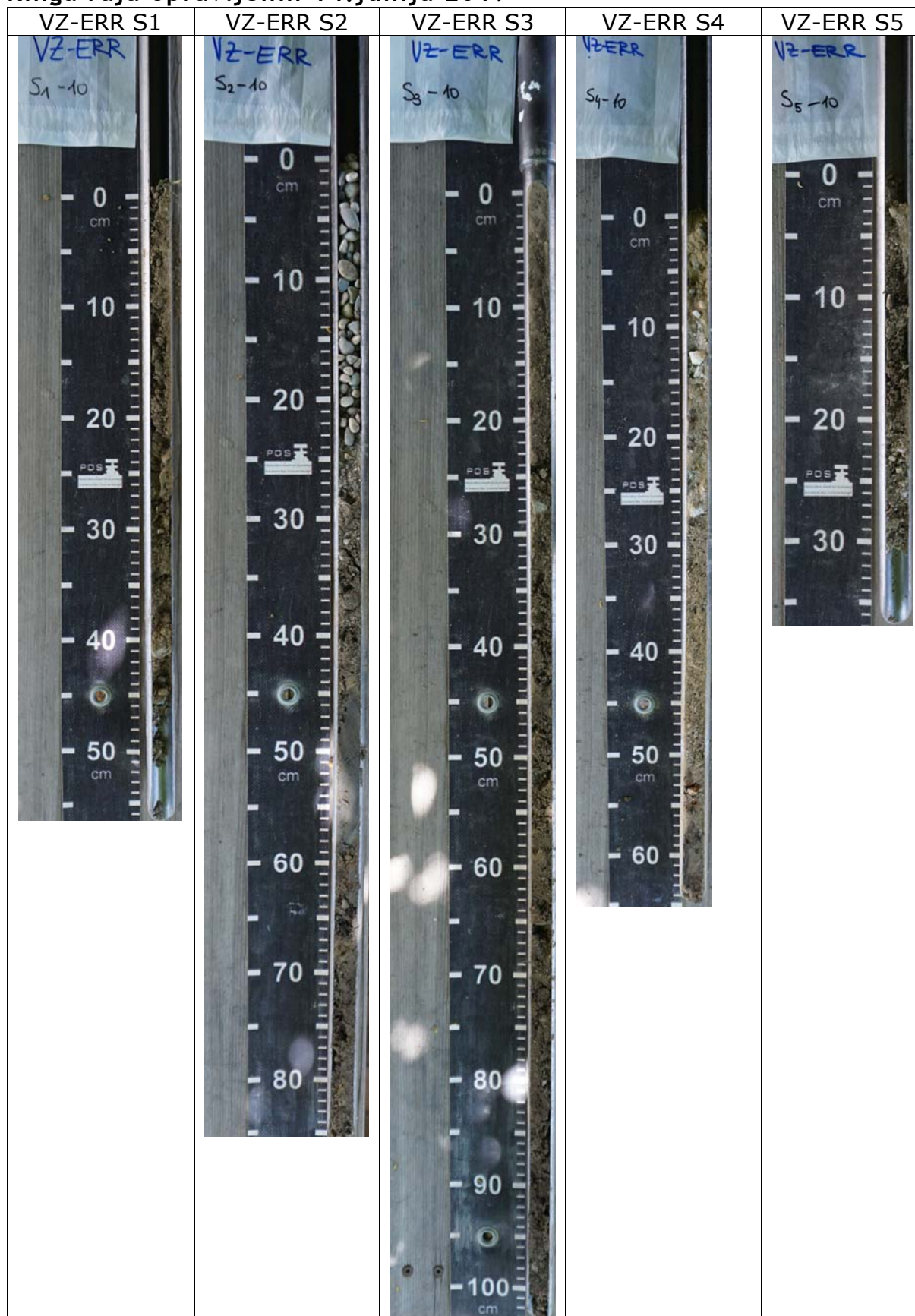
Pri prevozu mora biti zemljina pokrita. Zagotoviti je potrebno sledljivost pri premeščanju zemljine, to je natančno evidenco o količini odpeljane zemljine (številu odpeljanih kamionov).

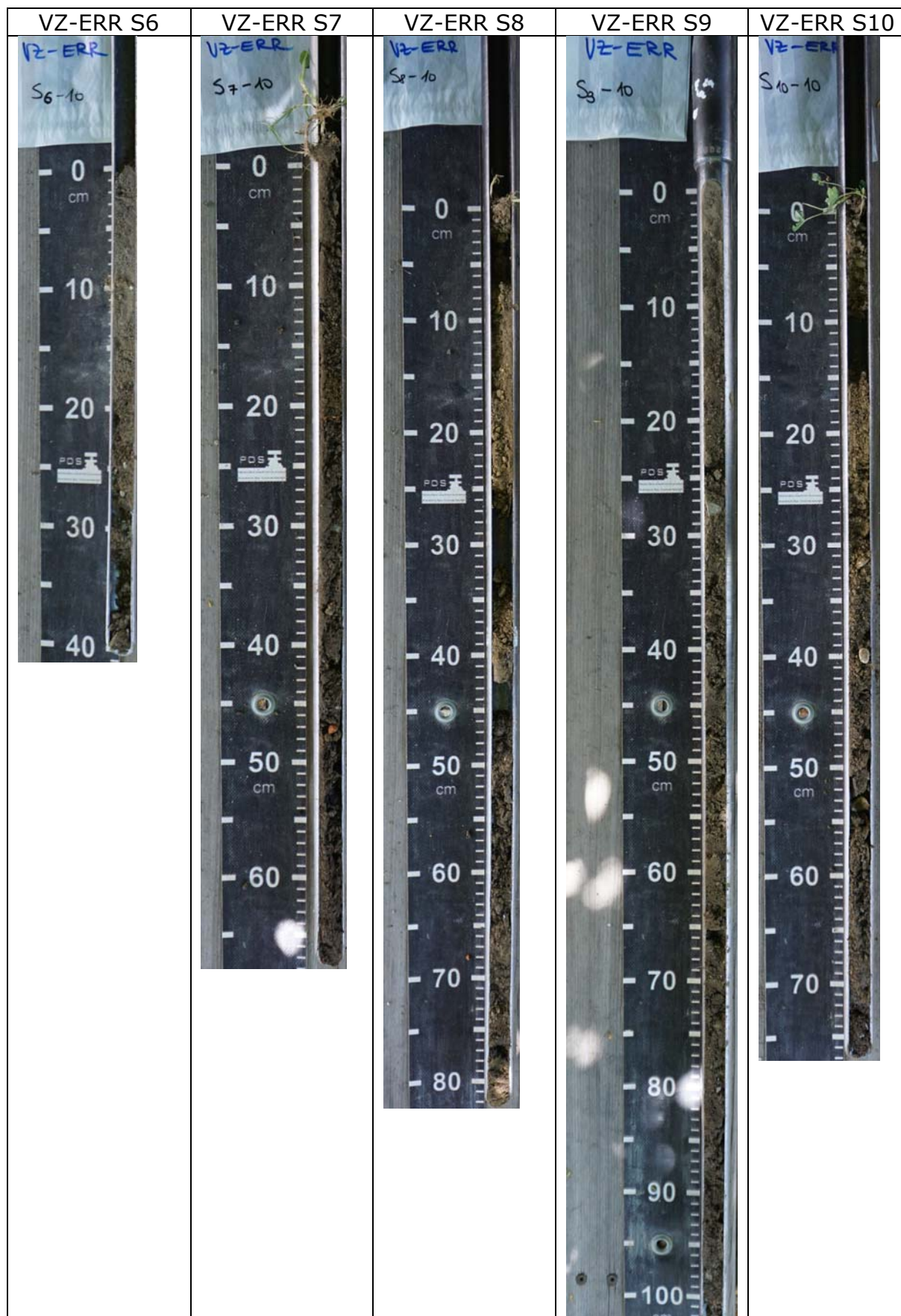
## 5 VIRI

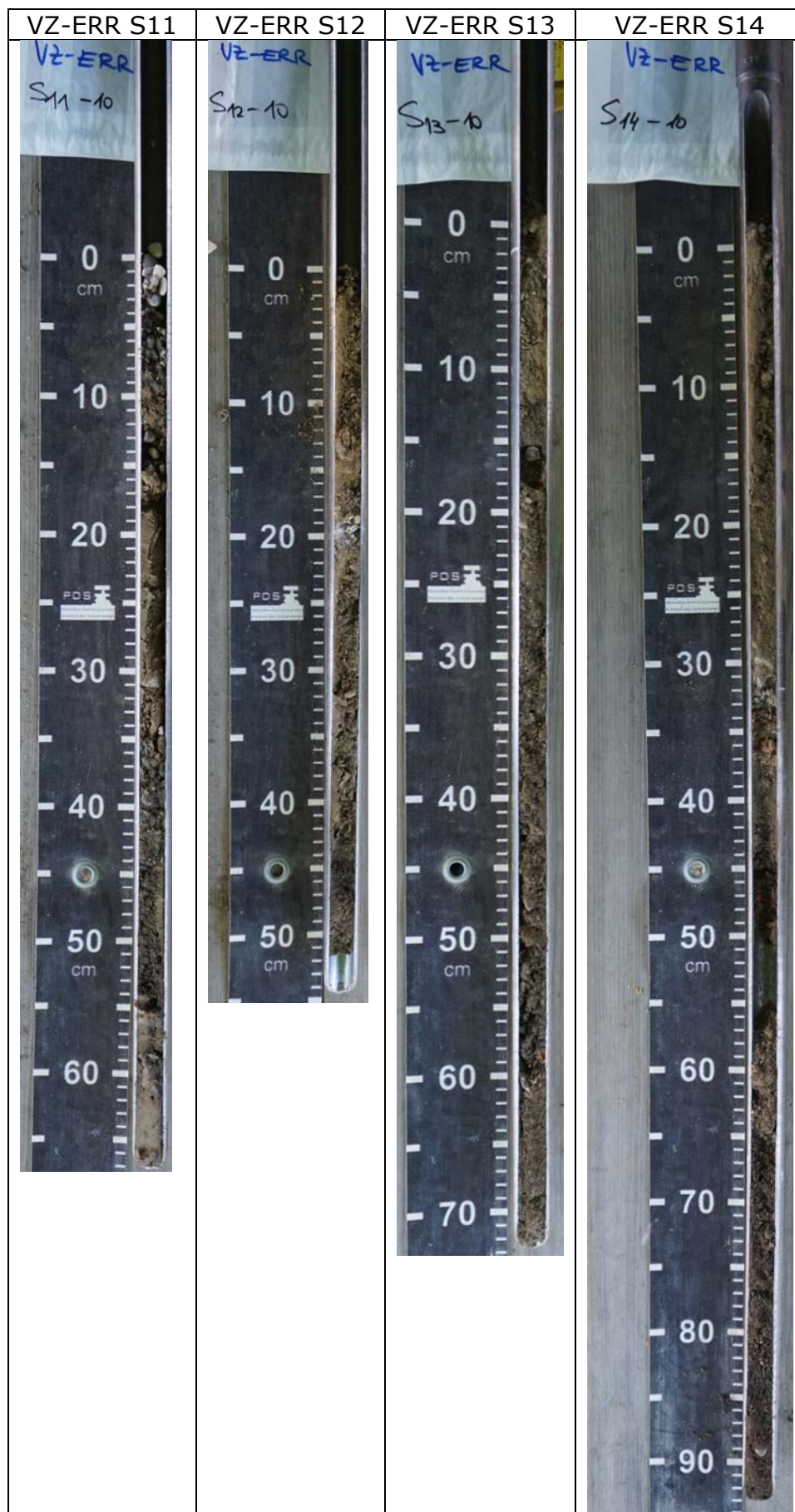
Kugonič V. N.; Mazej Grudnik Z. 2017. Kontrolni monitoring stanja tal na igriščih celjskih vrtcev, Vrtec Zarja, Enota Ringa raja. ERICo Velenje, 7.str.+priloge

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

Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. RS, št. 34/08 in 61/11)

*PRILOGE***Priloga 1: Fotografije tal v vseh sondah na igrišču vrtca Zarja, Enota Ringa raja opravljenih 14.junija 2019**







## Priloga 2: Skupne vsebnosti elementov v tleh igrišča vrtca Zarja, Enota Ringa raja - 14. junij 2019

Skupne vsebnosti elementov v tleh z določene z metodo neposredne meritve z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom OLYMPUS Delta 50 (XRF) v različnih globinah na vseh mestih sondiranja (S1 do S19) vrtca Zarja, Enota Živ žav v Mestni občini Celje

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb
S1	1446	0-10	79	ND	44	60	774	24,6	ND	ND	170
S1	1447	10-20	73	ND	47	43	604	18,9	ND	ND	145
S1	1448	20-30	66	ND	45	31	414	17,5	ND	ND	89
S1	1449	30-40	73	ND	47	35	516	21,8	ND	ND	122
S1	1450	40-50	76	ND	42	68	1134	26	ND	4,5	237
S2	1451	0-10	57	ND	ND	10	51	ND	ND	ND	5
S2	1452	10-20	51	ND	21	25	332	9,5	ND	ND	54
S2	1453	20-30	41	ND	28	34	660	12,2	ND	5,2	130
S2	1454	30-40	64	ND	37	41	1002	24,2	ND	6,1	184
S2	1455	40-50	70	ND	54	43	641	17,1	ND	ND	134
S2	1456	50-60	98	ND	62	38	148	8,1	ND	ND	31
S2	1457	60-70	ND	ND	33	19	324	18,8	ND	ND	88
S2	1458	70-80	86	ND	45	33	715	24	ND	ND	171
S2	1459	80-90	74	ND	44	49	1205	34	ND	ND	335
S3	1460	0-10	56	ND	23	37	707	14,4	ND	4,3	165
S3	1461	10-20	32	ND	22	27	434	12	ND	ND	96
S3	1462	20-30	46	ND	19	29	724	17,9	ND	ND	177
S3	1463	30-40	48	ND	25	24	461	10,7	ND	ND	123
S3	1464	40-50	33	ND	27	31	543	11,7	ND	ND	143
S3	1465	50-60	33	ND	15	16	283	5,4	ND	ND	78
S3	1466	60-70	54	ND	17	20	346	ND	ND	ND	969
S3	1467	70-80	48	ND	20	38	689	13,9	ND	4,8	162
S3	1468	80-90	77	ND	37	92	1932	39	ND	9	388
S3	1469	90-100	58	ND	37	114	1679	27	ND	5,4	379
S4	1470	0-10	81	ND	35	28	292	17,6	ND	ND	89
S4	1471	10-20	75	ND	ND	44	158	ND	ND	ND	136
S4	1472	20-30	62	ND	20	38	714	13,7	ND	ND	108
S4	1473	30-40	ND	ND	13	19	373	11,1	ND	ND	80
S4	1474	40-50	38	ND	ND	11	129	6,5	ND	ND	24
S4	1475	50-60	78	ND	36	30	905	40	ND	6,9	251
S5	1476	0-10	57	ND	23	32	577	14,1	ND	4,7	163
S5	1477	10-20	64	ND	35	37	1053	31	ND	11,3	279
S5	1478	20-30	66	ND	36	38	796	29	ND	ND	232

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb
S6	1479	0-10	43	ND	16	18	271	6,8	ND	ND	61
S6	1480	10-20	50	ND	18	22	173	4,4	ND	ND	39
S6	1481	20-30	82	ND	33	69	1286	30	ND	ND	273
S6	1482	30-40	65	ND	33	70	1665	31	ND	9,3	429
S7	1483	0-10	74	ND	31	43	924	22	ND	5,4	217
S7	1484	10-20	64	ND	45	93	1031	22	ND	ND	229
S7	1485	20-30	70	ND	44	198	1078	23	ND	6,1	241
S7	1486	30-40	57	ND	47	32	577	18,5	ND	ND	159
S7	1487	40-50	71	ND	47	45	1150	25	ND	6,5	352
S7	1488	50-60	91	ND	42	52	1724	45	ND	13,8	464
S7	1489	60-70	98	ND	43	51	2022	37	ND	15,5	558
S8	1490	0-10	56	ND	21	19	303	15	ND	ND	91
S8	1491	10-20	90	ND	34	25	311	15,6	ND	ND	102
S8	1492	20-30	101	ND	41	22	279	13	ND	ND	77
S8	1493	30-40	82	ND	25	20	254	14,6	ND	ND	70
S8	1494	40-50	92	ND	45	50	2934	55	ND	8,7	686
S8	1495	50-60	93	ND	53	71	3481	83	4,5	13,1	1039
S8	1496	60-70	95	ND	49	62	2359	52	ND	10,7	548
S8	1497	70-80	94	ND	49	43	1066	30	ND	ND	295
S9	1498	0-10	75	ND	37	37	790	27	ND	ND	219
S9	1499	10-20	90	ND	45	62	2369	45	ND	8,2	596
S9	1500	20-30	81	ND	34	71	4414	87	ND	20,3	1067
S9	1501	30-40	53	ND	24	52	4109	96	ND	13,5	1195
S9	1502	40-50	75	ND	29	51	3589	81	ND	15,9	1093
S9	1503	50-60	44	ND	28	42	3822	85	ND	12,4	1127
S9	1504	60-70	57	ND	24	31	3050	72	ND	7,8	869
S9	1505	70-80	63	ND	39	25	2104	47	4,3	ND	477
S9	1506	80-90	94	ND	29	35	2078	87	5,6	5,3	739
S10	1507	0-10	80	ND	37	27	578	19,8	ND	ND	159
S10	1508	10-20	106	ND	26	29	558	15,4	ND	ND	127
S10	1791	20-30	94	ND	33	27	357	18,5	ND	ND	103
S10	1792	30-40	98	ND	41	57	2769	54	ND	12,9	682
S10	1509	40-50	244	ND	40	41	1696	41	ND	9,2	485
S10	1510	50-60	164	ND	44	35	1710	31	4,5	5,1	446
S10	1511	60-70	92	ND	44	42	2761	49	ND	9,4	688
S10	1512	70-80	113	ND	54	73	3486	166	9	9,5	1785

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb
S11	1513	0-10	50	ND	ND	16	128	7,9	ND	ND	20,5
S11	1514	10-20	102	ND	38	29	277	ND	ND	ND	135
S11	1515	20-30	88	ND	40	28	143	9,8	ND	ND	92
S11	1516	30-40	101	ND	38	26	210	11,5	ND	ND	56
S11	1517	40-50	95	ND	50	34	1102	28	ND	ND	373
S11	1518	50-60	86	ND	50	44	1719	46	ND	5,1	396
S11	1519	60-70	86	ND	54	39	1813	31	ND	5,5	234
S12	1520	0-10	65	ND	34	26	465	15,7	ND	ND	131
S12	1521	10-20	65	ND	40	25	417	24	ND	ND	406
S12	1522	20-30	77	ND	29	27	435	17,1	ND	ND	111
S12	1523	30-40	109	ND	40	26	213	12,9	ND	ND	69
S12	1524	40-50	73	ND	36	30	335	10,3	ND	ND	88
S13	1525	0-10	61	ND	32	41	1290	25	ND	6,5	229
S13	1526	10-20	76	ND	27	50	1008	30	ND	ND	214
S13	1527	20-30	72	ND	43	90	2821	49	ND	9,4	815
S13	1528	30-40	90	ND	35	96	5250	118	ND	14,2	1474
S13	1529	40-50	107	ND	41	64	7004	138	8,8	11,7	2329
S13	1530	50-60	91	ND	57	97	5097	114	ND	11,1	1497
S13	1531	60-70	92	ND	39	50	4578	157	5,9	6,3	1440
S14	1532	0-10	73	ND	35	58	2391	57	ND	8,4	731
S14	1533	10-20	80	ND	48	81	1444	35	ND	5,4	296
S14	1534	20-30	41	ND	29	36	647	23,1	ND	ND	147
S14	1535	30-40	85	ND	37	50	2938	44	ND	12,5	393
S14	1536	40-50	535	ND	98	474	78516	1297	57	109	15706
S14	1537	50-60	228	ND	47	262	31164	602	27,5	58	7358
S14	1538	60-70	316	ND	79	313	48234	1036	33,2	66	11804
S14	1539	70-80	120	ND	45	113	18278	313	7,8	36	4338
S14	1540	80-90	177	ND	32	103	19182	507	16	33,4	5463
S15	1541	0-10	ND	ND	ND	4	40,7	ND	ND	ND	10
S16	1542	0-10	ND	ND	ND	ND	44,4	2,7	ND	ND	8

ND: Co, Mo < 10 mg/kg s.s.; Cd < 4,5 mg/kg s.s. (ND pri Cd lahko pomeni tudi preseganje opozorilne vrednosti)

Opomba: Kljub temu, da vrednosti niso neposredno primerljive s koncentracijo določeno po razklopu z zlatotopko, smo rezultate označili glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l.RS 68/96): mejna vrednost < rumena < opozorila vrednost; opozorila vrednost < rdeča < kritična vrednost; vijolična > kritična vrednost.