



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

**Površinska in globinska razsežnost onesnaženosti tal –  
Vrtec Anice Černejeve, Enota Mavrica**

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

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: 14. junij 2019  
Datoteka: MOC-2019\_Vrtec\_AČ-EM\_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 Anice Černejeve, Enota Mavrica**

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.ing.agr.(UN)  
Irena Tič, org.dela-inf.

SODELAVCI: Eva Pančur, dipl.ekol.naravov.  
Luka Mohar, dipl.ing.agr.(UN)  
Nejc Erjavec  
Saša Ogorevc

Odgovorni vodja

doc. dr. Marko Zupan

Vodja Infrastrukturnega centra  
za pedologijo in varstvo okolja

doc. dr. Marko Zupan

Prodekanja za področje agronomije

prof. dr. Metka Hudina

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) .....	10
<b>3</b>	<b>REZULTATI SONDIRANJA IN MERITEV SKUPNE VSEBNOSTI ELEMENTOV - POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZPROSTRANJENOST ONESNAŽENOSTI TAL IGRIŠČA VRTCA ANICE ČERNEJEV, ENOTA MAVRICA</b>	<b>11</b>
3.1	3.1 Skupna vsebnost Pb, Zn, Cd in As v vseh sondah.....	11
<b>4</b>	<b>PRIPOROČILA ZA GLOBINO ODKOPA ONESNAŽENIH TAL NA IGRIŠČU VRTCA ANICE ČERNEJEVE, ENOTA MAVRICA</b>	<b>16</b>
4.1	Ureditev novih zelenih površin - rekultivacija otroškega igrišča .....	16
4.2	Varnostni ukrepi pri izvajanju odkopa.....	17
<b>5</b>	<b>VIRI</b>	<b>18</b>
	<b>PRILOGE</b>	<b>19</b>
	Priloga 1: Fotografije vseh sond v tleh igrišča vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica (31.5.2019)	19
	Priloga 2: Skupne vsebnosti elementov v tleh igrišč vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica (31.5.2019).....	25

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Lokacije sondiranja tal in odvzema vzorcev mivke na igriščih vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica .....	9
Slika 2: Zunanje igrišče Vrtca Anice Černejeve – Enota Mavrica .....	10

**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 vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica .....	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 vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica .....	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 vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica .....	14
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 vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica .....	15
Preglednica 5: Skupne vsebnosti svineca (Pb), cinka (Zn), arzena (As) in kadmija (Cd) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih mikrolokacijah vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica .....	15

## 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 informativnih meritev onesnaženosti tal na otroškem igrišču v vrtcu Anice Černejeve, Enota Mavrica 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 Anice Černejeve, Enota Mavrica (Čopova ulica 21, Celje) 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

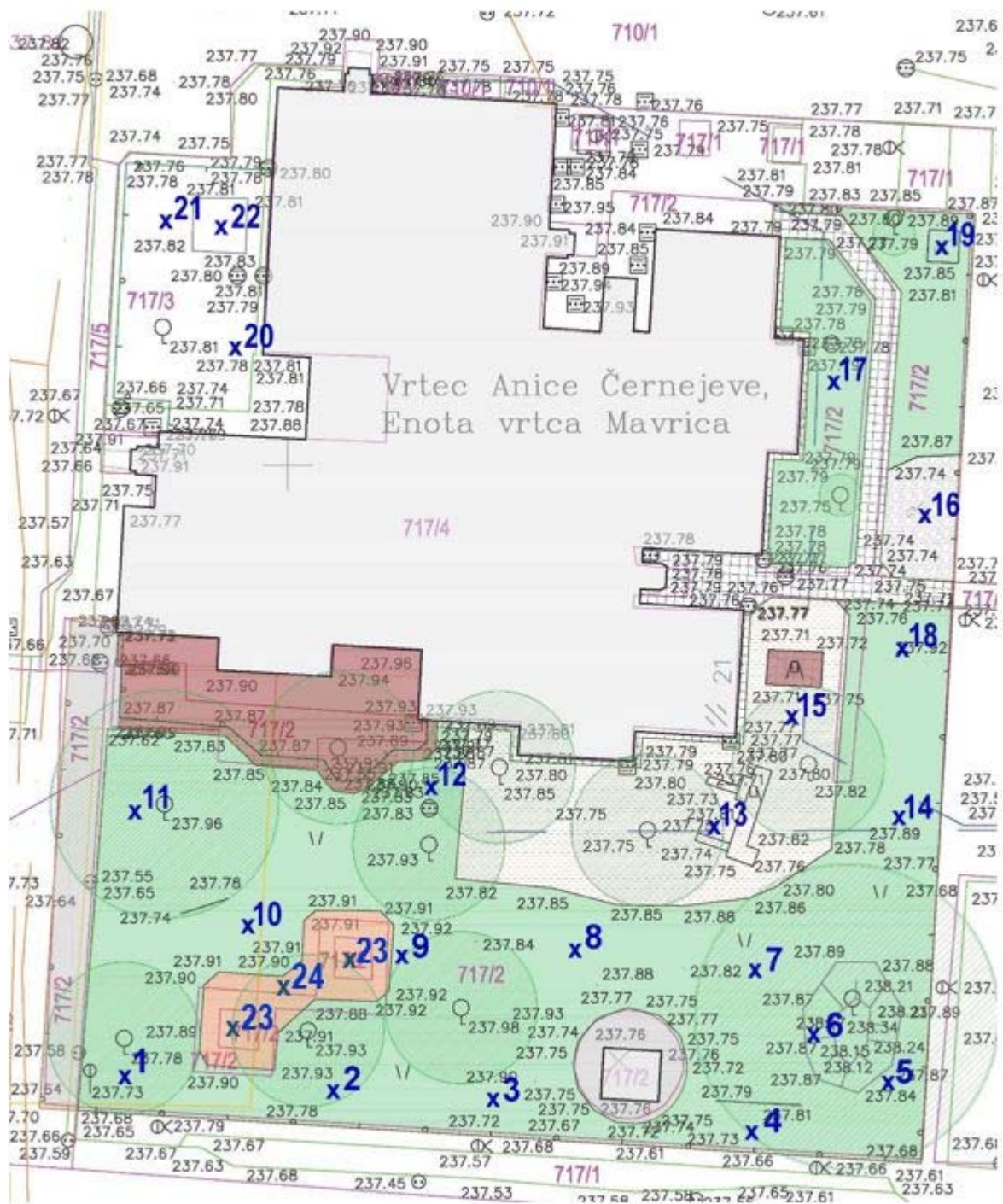
Na osnovi predhodno pridobljenih podatkov o onesnaženosti igrišča vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica (Kugonič in Mazej Grudnik, 2017) in grafične podlage s situacijo obstoječega stanja v merilu 1:2000, ki jo je zagotovil AZ INŽENIRING, smo pripravili ustrezno opremo za sondiranje tal, neposredne meritve vsebnosti elementov v tleh in odvzem točkovnih vzorcev. Preko odgovorne osebe za vrtce v Mestni občini Celje (MOC) gospe Sandre Stajnko smo se dogovorili z gospo Erno Burgić, ki je organizator prehrane in zdravstveno - higienskega režima v vrtcu Anice Černejeve, Enota Mavrica (v nadaljevanju vrtec AČ-EM). Na ogledu zunanjih igrišč se nam je pridružil tudi hišnik, ki vzdržuje travne površine in igrala ter pozna lokacije talne infrastrukture na igrišču vrtca. 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 20 - 22 (Slika 1).

## 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 80 cm. 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 posamezni globini tal v žlebu sonde. Meritev svežega vzorca je zaradi različne stopnje vlažnosti vzorca in heterogenosti materiala lahko manj zanesljiva. Zato smo odvzeli tudi 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 sondiranja je bilo 21, iz katerih smo odvzeli 132 vzorcev, minimalna globina je bila 40 cm, maksimalna pa 80 cm. Odvzeli smo tudi tri vzorce mivke iz različnih peskovnikov (Slika 1). Sondiranje in odvzem vzorcev smo izvedli 31. maja 2019.





Slika 1: Lokacije sondiranja tal in odvzema vzorcev mivke na igriščih vrta Anice Černejeve, Enota Mavrica

### 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 135 točkovnih vzorcih odvzetih na zunanjih igriščih vrtca AČ-EM.

Meritve kovin Pb, Zn, Cd, As in drugih elementov v zračno suhih točkovnih vzorcih tal iz sond smo opravili z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom OLYPMUS 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: Zunanje igrišče Vrtca Anice Černejeve – Enota Mavrica

### **3 REZULTATI SONDIRANJA IN MERITEV SKUPNE VSEBNOSTI ELEMENTOV - POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZPROSTRANJENOST ONESNAŽENOSTI TAL IGRIŠČA VRTCA ANICE ČERNEJEV, ENOTA MAVRICA**

Zemljišče zunanjega igrišča Vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica je bilo zgrajeno pred 40 leti in večjih sprememb ni bilo. Po navedbah g. hišnika je bilo leta 2015 izvedeno manjše nasutje zemljine v debelini približno 5 cm le vzhodno od peskovnika (območje sonde S9). V letih 2014/15 je bilo urejeno in delno na novo zatravljeno igrišče za malčke na SZ strani (sondi S20 in S21). Skupno smo izvedli 21 sond in večjih anomalij nismo zasledili. Tla so onesnažena s cinkom in kadmijem, povečane vsebnosti smo zabeležili tudi za svinec, živo srebro in delno arzen (Priloga 2).

Sestava tal je tipična za urbana tla, tla so večplastna pri čemer ne izkazujejo naravnih prehodov od humoznih površinskih horizontov do mineralnih plasti oziroma naravne matične podlage (Priloga 1). V posameznih sondah smo opazili ostanke gradbenega materiala. Točkovnega onesnaženja nismo ugotovili, čeprav mestoma maksimalne izmerjene skupne vsebnosti elementov (predvsem Pb in Zn) presegajo povprečne vsebnosti izmerjene v letu 2017. Tla so močno onesnažena s cinkom, skupne vsebnosti večje od kritične imisijske vrednosti smo izmerili v 12 sondah od 21; najbolj pogosto so tla kritično onesnažena v globini med 20 in 60 cm, mestoma tudi na površini in v globini 60 - 80 cm (preglednica 2 in priloga 2).

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

Skupna vsebnost Pb samo v 1 vzorcu presega kritično imisijsko vrednost (S13, globina 60 - 70 cm), drugje ne presega kritične imisijske vrednosti (Preglednica 1). Najmanjšo vsebnost smo izmerili na lokacijah S9 (zgoraj nasutje nove zemljine), S16 (igrišče s pranim peskom pod igrali) in S19 kjer smo sondo zabili na gredici zelenjavnega vrta.

Preglednica 1: Skupne vsebnosti svine (Pb) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in mikrolokacijah vrta Anice Černejeve, Enota Mavrica

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	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
0-10	180	92	100	112	152	118	132	108	56	77	175	103	48	142	46	17	231	192	84	102	130
10-20	109	107	161	164	155	127	173	122	44	102	171	123	100	155	288	10	286	219	90	121	126
20-30	128	126	143	184	130	124	126	176	54	144	187	121	23	151	300	42	482	247	89	226	141
30-40	152	104	179	189	205	149	75	149	182	118	197	112	61	171	201	32	192	219		146	197
40-50	266	94	141	225	259	135		128	257	123	156	89	117	120	33	34	215		516	105	127
50-60	156		150	183	164	140				190	189	84	144	80	23	22	72		112	118	201
60-70			153		250	123					124	63	676				81		29	86	
70-80					209	157							101				53			38	

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): neobarvano < mejna vrednost; **rumena** < opozorila vrednost; **rdeča** < kritična vrednost; **vijolična** > kritična vrednost.

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 vrta Anice Černejeve, Enota Mavrica

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	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
0-10	561	372	416	430	584	424	451	456	188	300	585	517	278	555	212	81	760	655	361	387	597
10-20	428	409	873	631	682	470	613	716	163	407	717	467	501	632	840	53	953	739	377	499	546
20-30	501	476	829	870	537	471	455	712	209	483	770	486	166	585	1056	158	1813	1132	284	463	652
30-40	648	415	796	1063	780	556	316	539	587	499	780	439	270	636	824	127	584	781		457	723
40-50	766	390	699	1117	880	539		531	744	429	668	318	763	466	129	169	667		285	344	508
50-60	602		801	804	663	565				795	787	411	940	295	36	109	224		394	351	740
60-70			715		905	484					373	307	882				266		157	332	
70-80					1029	535							662				137			145	

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): neobarvano <mejna vrednost; **rumena** < 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 vrta Anice Černejeve, Enota Mavrica

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	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
0-10	6,7	4,7	ND	ND	4,7	5,7	ND	4,6	ND	ND	6,5	ND	ND	5,0	ND	ND	5,6	ND	ND	ND	5,2
10-20	4,9	ND	5,3	ND	7,1	7,5	4,3	6,4	ND	ND	6,2	ND	4,6	5,9	6,1	ND	ND	ND	ND	ND	6,4
20-30	6,7	4,4	ND	7,9	5,3	ND	ND	6,2	ND	7,1	8,2	ND	ND	ND	ND	ND	4,7	ND	4,7	ND	4,9
30-40	6,7	6,1	6,3	9,1	7,4	5,5	ND	6,4	ND	7,0	9,2	5,8	ND	5,4	ND	ND	5,3	ND		5,5	ND
40-50	8,5	6,1	4,7	7,1	7,4	4,6		ND	4,9	ND	8,2	ND	5,2	7,4	ND	ND	ND		ND	ND	5,1
50-60	ND		7,3	7,6	7,1	5,3				ND	7,6	ND	ND	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND
60-70			7,5		8,4	ND					ND	ND	ND				ND		ND	4,2	
70-80					11,2	ND							ND				ND			ND	

ND: Cd < 4,5 mg/kg (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): neobarvano < mejna vrednost; **rumena** < 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 vrta Anice Černejeve, Enota Mavrica

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	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
0-10	12,9	12,4	13,4	14,2	19,3	14,1	14,0	15,9	6,6	10,5	19,5	16,1	4,8	16,5	ND	4,7	23,0	19,6	14,4	13,8	16,7
10-20	12,9	11,7	21,2	20,1	19,7	17,5	19,6	22,8	6,4	13,6	17,6	13,6	9,8	19,0	26,0	6,1	25,0	16,2	13,9	15,9	17,9
20-30	13,8	13,2	20,1	19,7	14,2	15,7	18,1	20,2	6,6	14,7	17,3	17,5	5,7	16,1	32,0	7,9	42,0	26,5	13,1	21,0	17,7
30-40	19,3	13,8	22,9	31,1	24,7	14,1	13,0	22,0	18,4	16,7	20,1	15,4	11,1	17,3	27,5	8,1	17,0	28,5		14,5	19,8
40-50	42,5	12,2	21,9	30,0	24,0	16,9		15,5	33,5	16,7	17,5	15,3	15,8	16,6	8,2	11,0	25,0		31,5	14,0	19,6
50-60	18,1		21,5	22,3	20,2	17,8				26,5	18,8	15,1	13,5	14,3	2,6	9,2	13,0		12,8	13,8	27,5
60-70			18,9		24,0	15,8					17,2	12,9	60,5				11,7		8,2	13,1	
70-80					23,0	8,2							16,6				8,5			12,5	

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.I.RS 68/96): neobarvano < mejna vrednost; rumena < opozorila vrednost; rdeča < kritična vrednost; vijolična > kritična vrednost.

Preglednica 5: Skupne vsebnosti svinca (Pb), cinka (Zn), arzena (As) in kadmija (Cd) v tleh določene z metodo neposredne meritve s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih mikrolokacijah vrta Anice Černejeve, Enota Mavrica

Sonda	Globina cm	Pb	Zn	mg/kg	
				As	Cd
Peskovnik pri malčkih (lokacija 22)	0-10	ND	4	ND	ND
Osrednji peskovnik –znotraj (lokacija 23)	0-10	8	34	2,1	ND
Okolica osrednjih peskovnikov (lokacija 24)	0-10	11	53	3,0	ND

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.I.RS 68/96): zelena < mejna vrednost; rumena < opozorila vrednost; rdeča < kritična vrednost; vijolična > kritična vrednost.

## 4 PRIPOROČILA ZA GLOBINO ODKOPA ONESNAŽENIH TAL NA IGRIŠČU VRTCA ANICE ČERNEJEVE, ENOTA MAVRICA

Glede na ugotovitve na osnovi sondiranja tal na zunanjem igrišču vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica 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 40 - 50 cm na celotnem območju zunanjega igrišča. Kljub temu, da nismo zasledili točkovnega onesnaženja, predlagamo ogled in XRF meritve površine odkopa z namenom, da se preveri stanje tal pred nasutjem rekultivacijskih plasti.
2. Glede na heterogenost in stopnjo onesnaženosti predlagamo, da se material ob izkopu ne ločuje, in da se za celotni odkop naredi en reprezentativni vzorec za oceno odpadka.
3. 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.
4. 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 % organske snovi), strukturna zemljina, lahke do srednje težke teksture (tekstura peščena ilovica ali ilovica)
  - 10 - 30 cm Manj humozna ali mineralna zemljina z dobro izraženo strukturo, lahke do srednje težke teksture, lahko tudi le srednje težka tekstura (ilovica)
  - 30 - 40/50 cm Gramoz, ne-sortiran, povprečna velikost manj kot 30 - 50 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- teksturni razred peščena ilovica, ilovica), 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 variabilnosti 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.

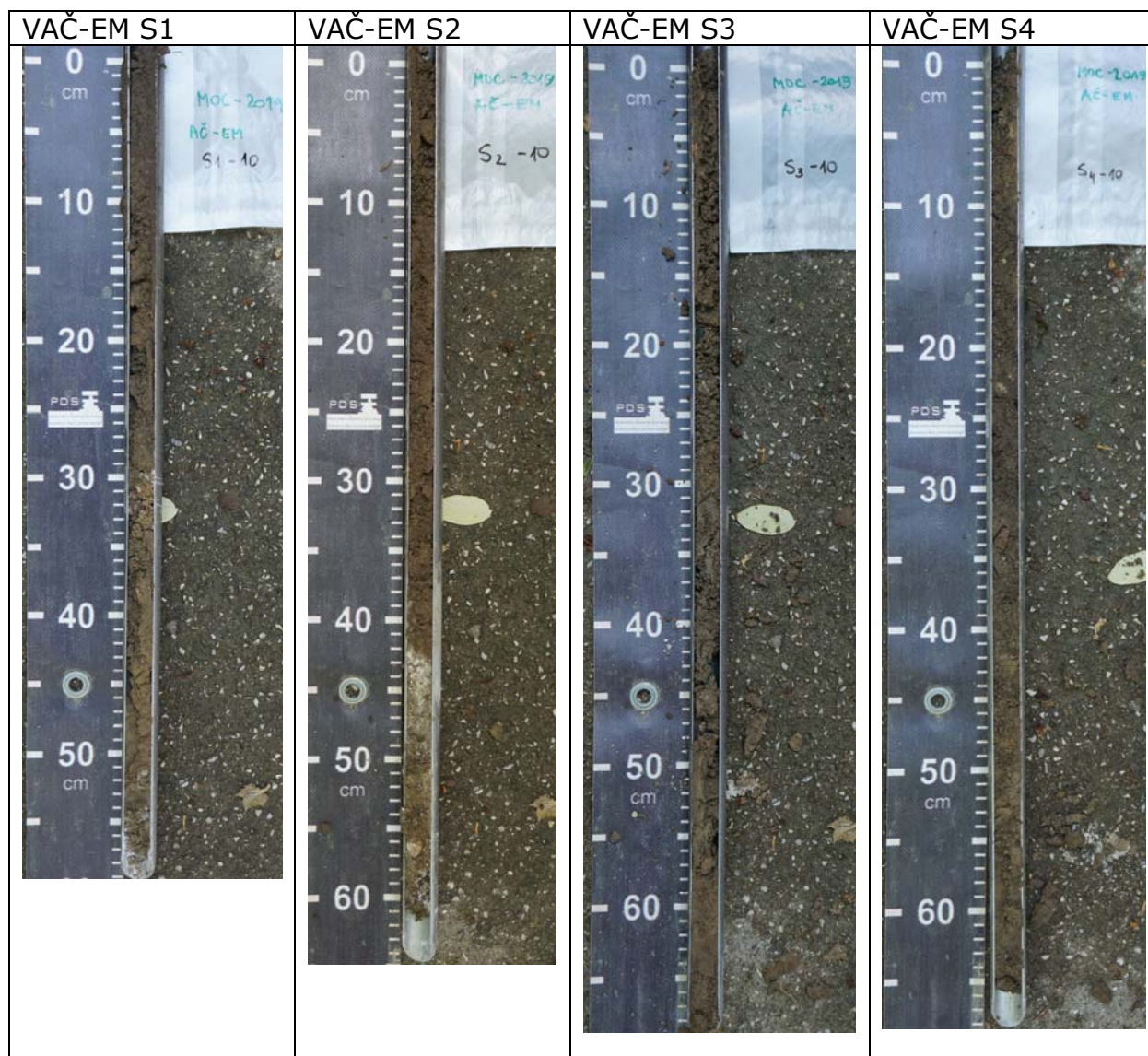
Pri prevozu mora biti zemljina pokrita. Zagotoviti je potrebno sledljivost pri premeščanju zemljine, to je natančno evidenco o količini odpeljane zemljine (številu odpeljanih kamionov).

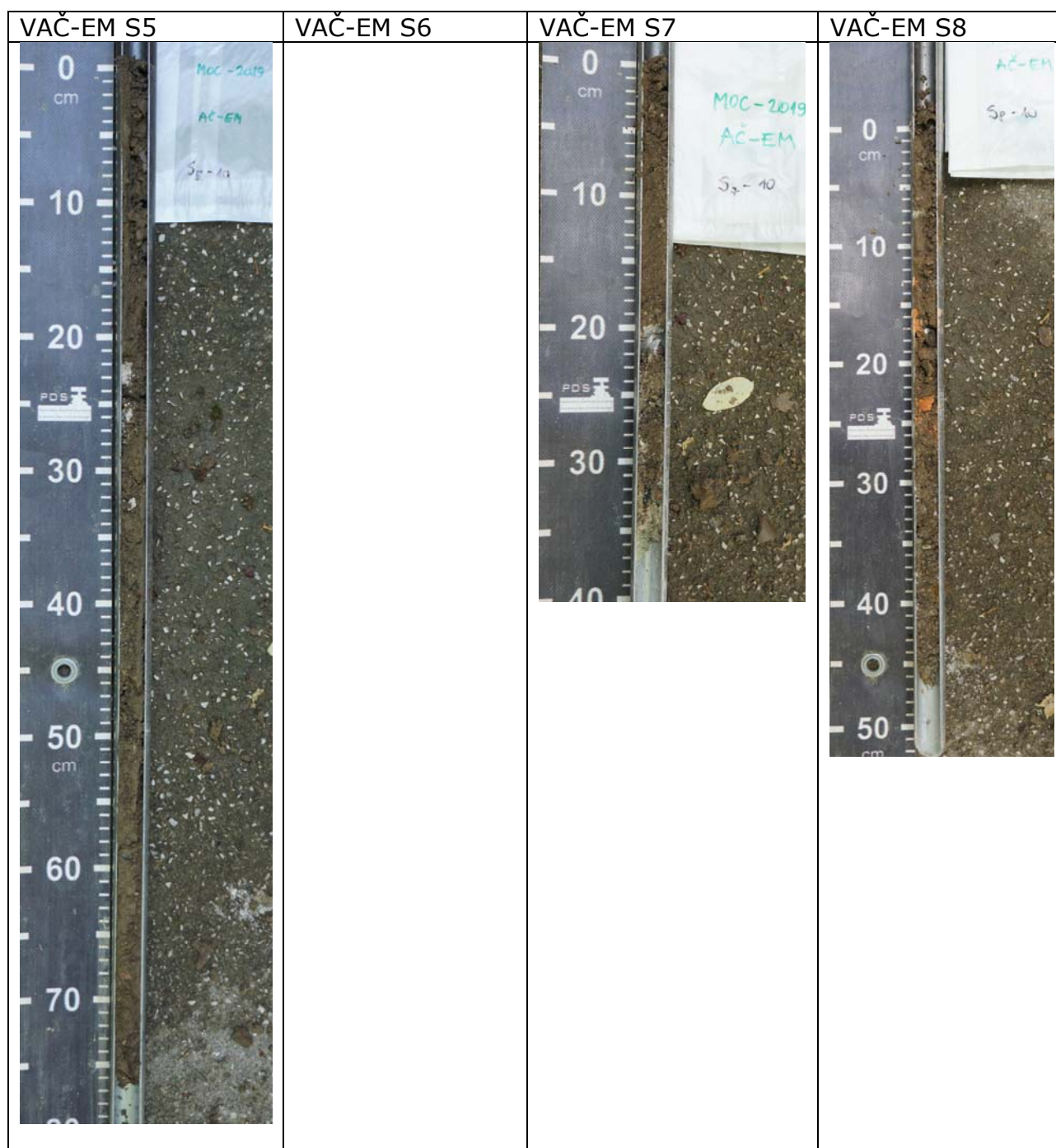
## 5 VIRI

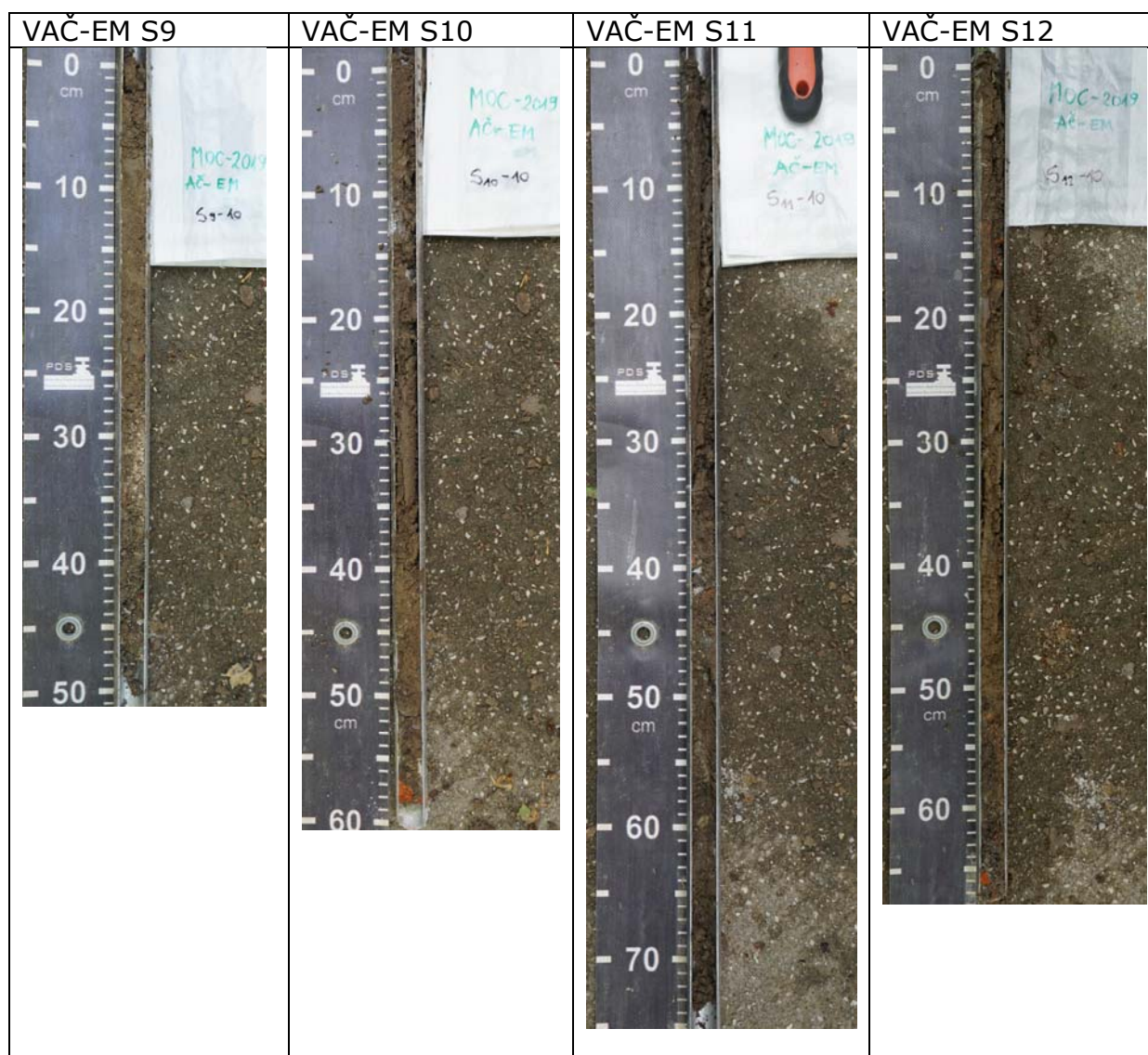
Kugonič V. N.; Mazej Grudnik Z. 2017. Kontrolni monitoring stanja tal na igriščih celjskih vrtcev, Vrtec Anice Černejeve, Enota Mavrica. ERICo Velenje, 7.str.+priloge

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 vseh sond v tleh igrišča vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica (31.5.2019)**





VAČ-EM S13	VAČ-EM S14	VAČ-EM S15	VAČ-EM S16

VAČ-EM S17	VAČ-EM S18	VAČ-EM S19	VAČ-EM S20
			





## Priloga 2: Skupne vsebnosti elementov v tleh igrišč vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica (31.5.2019)

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 S21) in treh vzorcih mivke iz peskovnikov vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica v Mestni občini Celje

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb
S1	1226	0-10	56	ND	33	30	561	12,9	ND	6,7	180
S1	1227	10-20	48	ND	35	34	428	12,9	ND	4,9	109
S1	1228	20-30	50	ND	26	31	501	13,8	ND	6,7	128
S1	1229	30-40	69	ND	40	37	648	19,3	ND	6,7	152
S1	1230	40-50	75	ND	40	48	766	42,5	ND	8,5	266
S1	1231	50-60	59	ND	39	33	602	18,1	ND	ND	156
S2	1232	0-10	62	ND	32	25	372	12,4	ND	4,7	93
S2	1233	10-20	70	ND	26	24	409	11,7	ND	ND	107
S2	1234	20-30	58	ND	28	29	476	13,2	ND	4,4	126
S2	1235	30-40	53	ND	31	24	415	13,8	ND	6,1	104
S2	1236	40-50	56	ND	28	23	390	12,2	ND	6,1	94
S3	1237	0-10	66	ND	30	25	416	13,4	ND	ND	100
S3	1238	10-20	56	ND	30	53	873	21,2	ND	5,3	161
S3	1239	20-30	68	ND	32	47	829	20,1	ND	ND	143
S3	1240	30-40	104	ND	36	41	796	22,9	ND	6,3	179
S3	1241	40-50	80	ND	47	38	699	21,9	ND	4,7	141
S3	1242	50-60	86	ND	38	42	801	21,5	ND	7,3	150
S3	1243	60-70	61	ND	38	36	715	18,9	ND	7,5	153
S4	1244	0-10	65	ND	31	25	430	14,2	ND	ND	112
S4	1245	10-20	62	ND	33	32	631	20,1	ND	ND	164
S4	1246	20-30	71	ND	34	42	870	19,7	ND	7,9	184
S4	1247	30-40	77	ND	36	75	1063	31,1	ND	9,1	189
S4	1248	40-50	76	ND	42	63	1117	30	ND	7,1	225
S4	1249	50-60	68	ND	45	40	804	22,3	ND	7,6	183
S5	1250	0-10	61	ND	37	33	584	19,3	ND	4,7	152
S5	1251	10-20	63	ND	26	42	682	19,7	ND	7,1	155
S5	1252	20-30	58	ND	30	44	537	14,2	ND	5,3	130
S5	1253	30-40	58	ND	39	37	780	24,7	ND	7,4	205
S5	1254	40-50	65	ND	34	46	880	24	ND	7,4	259
S5	1255	50-60	57	ND	36	28	663	20,2	ND	7,1	164
S5	1256	60-70	51	ND	38	36	905	24	ND	8,4	250
S5	1257	70-80	76	ND	39	30	1029	23	ND	11,2	209

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb
S6	1258	0-10	61	ND	30	27	424	14,1	ND	5,7	118
S6	1259	10-20	74	ND	36	32	470	17,5	ND	7,5	127
S6	1260	20-30	67	ND	37	28	471	15,7	ND	ND	124
S6	1261	30-40	63	ND	31	30	556	14,1	ND	5,5	149
S6	1262	40-50	64	ND	29	39	539	16,9	ND	4,6	135
S6	1263	50-60	61	ND	37	34	565	17,8	ND	5,3	140
S6	1264	60-70	64	ND	34	27	484	15,8	ND	ND	123
S6	1265	70-80	57	ND	37	31	535	8,2	ND	ND	157
S7	1266	0-10	56	ND	28	26	451	14	ND	ND	132
S7	1267	10-20	54	ND	27	33	613	19,6	ND	4,3	173
S7	1268	20-30	51	ND	20	28	455	18,1	ND	ND	126
S7	1269	30-40	49	ND	32	23	316	13	ND	ND	75
S8	1270	0-10	63	ND	23	34	456	15,9	ND	4,6	108
S8	1271	10-20	61	ND	34	45	716	22,8	ND	6,4	122
S8	1272	20-30	80	ND	34	36	712	20,2	ND	6,2	176
S8	1273	30-40	65	ND	26	31	539	22	ND	6,4	149
S8	1274	40-50	55	ND	26	29	531	15,5	ND	ND	128
S9	1275	0-10	32	ND	19	16	188	6,6	ND	ND	56
S9	1276	10-20	46	ND	11	13	163	6,4	ND	ND	44
S9	1277	20-30	36	ND	22	17	209	6,6	3,8	ND	54
S9	1278	30-40	32	ND	17	31	587	18,4	ND	ND	182
S9	1279	40-50	50	ND	30	40	744	33,5	ND	4,9	257
S10	1280	0-10	48	ND	22	19	300	10,5	ND	ND	77
S10	1281	10-20	62	ND	31	26	407	13,6	ND	ND	102
S10	1282	20-30	69	ND	39	25	483	14,7	ND	7,1	144
S10	1283	30-40	73	ND	31	27	499	16,7	ND	7	118
S10	1284	40-50	70	ND	39	31	429	16,7	ND	ND	123
S10	1285	50-60	53	ND	29	30	795	26,5	ND	ND	190
S11	1286	0-10	60	ND	36	36	585	19,5	ND	6,5	175
S11	1287	10-20	58	ND	36	37	717	17,6	ND	6,2	171
S11	1288	20-30	63	ND	32	37	770	17,3	ND	8,2	187
S11	1289	30-40	50	ND	31	35	780	20,1	ND	9,2	197
S11	1290	40-50	71	ND	35	35	668	17,5	ND	8,2	156
S11	1291	50-60	49	ND	37	36	787	18,8	ND	7,6	189
S11	1292	60-70	60	ND	36	33	373	17,2	ND	ND	124
S12	1293	0-10	58	ND	25	27	517	16,1	ND	ND	103
S12	1294	10-20	68	ND	45	29	467	13,6	ND	ND	123
S12	1295	20-30	83	ND	34	33	486	17,5	ND	ND	121
S12	1296	30-40	58	ND	33	35	439	15,4	ND	5,8	112
S12	1297	40-50	70	ND	29	46	318	15,3	ND	ND	89

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb
S12	1298	50-60	72	ND	40	62	411	15,1	ND	ND	84
S12	1299	60-70	54	ND	23	35	307	12,9	ND	ND	63
S13	1300	0-10	ND	ND	ND	19	278	4,8	ND	ND	48
S13	1301	10-20	41	ND	16	21	501	9,8	ND	4,6	100
S13	1302	20-30	34	ND	12	10	166	5,7	ND	ND	23
S13	1303	30-40	36	ND	26	28	270	11,1	ND	ND	61
S13	1304	40-50	80	ND	21	23	763	15,8	ND	5,2	117
S13	1305	50-60	48	ND	13	34	940	13,5	ND	ND	144
S13	1306	60-70	38	ND	14	60	882	60,5	ND	ND	676
S13	1307	70-80	85	ND	27	32	662	16,6	ND	ND	101
S14	1308	0-10	73	ND	33	34	555	16,5	ND	5	142
S14	1309	10-20	55	ND	29	33	632	19	ND	5,9	155
S14	1310	20-30	49	ND	33	34	585	16,1	ND	ND	151
S14	1311	30-40	63	ND	32	39	636	17,3	ND	5,4	171
S14	1312	40-50	73	ND	31	35	466	16,6	ND	7,4	120
S14	1313	50-60	43	ND	36	31	295	14,3	ND	ND	80
S15	1314	0-10	ND	ND	ND	11	212	ND	ND	ND	46
S15	1315	10-20	42	ND	16	37	840	26	ND	6,1	288
S15	1316	20-30	70	ND	32	44	1056	32	ND	ND	300
S15	1317	30-40	50	ND	25	37	824	27,5	ND	ND	201
S15	1318	40-50	53	ND	21	17	129	8,2	ND	ND	33
S15	1319	50-60	29	ND	ND	7	36	2,6	ND	ND	23
S16	1320	0-10	40	ND	ND	17	81	4,7	ND	ND	17
S16	1321	10-20	44	ND	15	12	53	6,1	ND	ND	10
S16	1322	20-30	55	ND	21	18	158	7,9	ND	ND	42
S16	1323	30-40	47	ND	25	40	127	8,1	ND	ND	32
S16	1324	40-50	47	ND	22	19	169	11	ND	ND	34
S16	1325	50-60	39	ND	24	18	109	9,2	ND	ND	22
S17	1326	0-10	63	ND	26	34	760	23	ND	5,6	231
S17	1327	10-20	56	ND	36	38	953	25	ND	ND	286
S17	1328	20-30	77	ND	35	39	1813	42	ND	4,7	482
S17	1329	30-40	46	ND	26	29	584	17	ND	5,3	192
S17	1330	40-50	46	ND	28	34	667	25	ND	ND	215
S17	1331	50-60	53	ND	33	29	224	13	ND	ND	72
S17	1332	60-70	59	ND	38	27	266	11,7	ND	ND	81
S17	1333	70-80	42	ND	31	28	137	8,5	ND	ND	53
S18	1334	0-10	54	ND	20	35	655	19,6	ND	ND	192
S18	1335	10-20	47	ND	30	32	739	16,2	ND	ND	219
S18	1336	20-30	52	ND	37	47	1132	26,5	ND	ND	247

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Pb
S18	1337	30-40	85	ND	29	31	781	28,5	ND	ND	219
S19	1338	0-10	45	ND	23	30	361	14,4	ND	ND	84
S19	1339	10-20	69	ND	26	37	377	13,9	ND	ND	90
S19	1340	20-30	63	ND	21	28	284	13,1	ND	4,7	89
S19	1341	40-50	87	ND	23	19	285	31,5	ND	ND	516
S19	1342	50-60	87	ND	55	48	394	12,8	10,4	ND	112
S19	1343	60-70	42	ND	19	17	157	8,2	ND	ND	29
S20	1344	0-10	48	ND	31	29	387	13,8	ND	ND	102
S20	1345	10-20	65	ND	30	27	499	15,9	ND	ND	121
S20	1346	20-30	75	ND	31	32	463	21	ND	ND	226
S20	1347	30-40	63	ND	33	26	457	14,5	ND	5,5	146
S20	1348	40-50	51	ND	23	23	344	14	ND	ND	105
S20	1349	50-60	37	ND	23	30	351	13,8	3,3	ND	118
S20	1350	60-70	50	ND	38	26	332	13,1	ND	4,2	86
S20	1351	70-80	68	ND	34	23	145	12,5	ND	ND	38
S21	1352	0-10	56	ND	34	32	597	16,7	ND	5,2	130
S21	1353	10-20	99	ND	33	31	546	17,9	ND	6,4	126
S21	1354	20-30	48	ND	38	41	652	17,7	ND	4,9	141
S21	1355	30-40	59	ND	30	37	723	19,8	ND	ND	197
S21	1356	40-50	76	ND	36	37	508	19,6	ND	5,1	127
S21	1357	50-60	86	ND	96	64	740	27,5	ND	ND	201
S22	1358	0-10	ND	ND	ND	ND	4	ND	ND	ND	ND
S23	1359	0-10	ND	ND	ND	6	34	2,1	ND	ND	8
S24	1360	0-10	ND	ND	ND	7	53	3	ND	ND	11

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