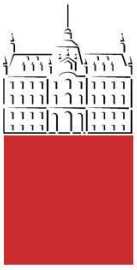
Univerza
v Ljubljani
Biotehniška
fakulteta



Površinska in globinska razsežnost onesnaženosti tal – Vrtec Zarja, enota Čira čara

Poročilo na osnovi detajlnega sondiranja in
meritev z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (XRF)

Ljubljana, maj – junij - oktober 2024

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

Datum: 14.6.2024, 9.10.2024
Datoteka: MOC-Vrtec_Zarja-ČIRA-ČARA.doc

PROJEKT: POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZSEŽNOST ONESNAŽENOSTI TAL – VRTEC ZARJA, ENOTA ČIRA ČARA
Poročilo na osnovi detajlnega sondiranja in meritev z rentgenskim fluorescenčnim spektrofotometrom (XRF)

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

NAROČILO : Naročilo po e-pošti dne 3. 6. 2024 (zvezdana.stankovic@az-ing.si)

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

POROČILO PRIPRAVILI: dr. Marko Zupan, univ. dipl. ing. agr.
Nejc Golob, dipl. inž. agr.
Irena Tič, org.dela-inf.

SODELAVCI: Nejc Golob, dipl. inž. agr.
Matjaž Pirnat, mag. inž. agr.
Irena Tič, org.dela-inf.
Andraž Ajdič

Odgovorni vodja

doc. dr. Marko Zupan

Digitalno podpisal Marko Zupan
DN: c=SI, st=Slovenija, ou=individuals, sn=Zupan, givenName=Marko, cn=Marko Zupan, serialNumber=2492261812026
Datum: 2024.10.09 15:02:32 +02'00'

Vodja Infrastrukturnega centra
za pedologijo in varstvo okolja

doc. dr. Marko Zupan

Digitalno podpisal Marko Zupan
DN: c=SI, st=Slovenija, ou=individuals, sn=Zupan, givenName=Marko, cn=Marko Zupan, serialNumber=2492261812026
Datum: 2024.10.09 15:03:04 +02'00'

Prodekan za področje agronomije

prof. dr. Denis Rusjan

Univerza v Ljubljani
Podpisnik: Denis Rusjan
Izdajatelj: SIGEN-CA G2
Številka certifikata: 00BC9C232600000000572B648E
Potek veljavnosti: 18. 03. 2029
Čas podpisa: 10. 10. 2024 09:47

PRAZNA STRAN

VSEBINA

1 UVOD 7

2 METODE DELA 7

2.1 Načrt vzorčenja 7

2.2 Izvedba sondiranja in odvzem točkovnih vzorcev tal 7

2.3 Priprava vzorcev in meritve skupne vsebnosti elementov z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (XRF) 9

3 REZULTATI MERITEV SKUPNE VSEBNOSTI ELEMENTOV – POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZPROSTRANJENOST ONESNAŽENOSTI TAL V VRTCU ZARJA, ENOTA ČIRA ČARA 10

4 PRIPOROČILA ZA GLOBINO ODKOPA ONESNAŽENIH TAL NA IGRIŠČU VRTCA ZARJA, ENOTA ČIRA ČARA 18

4.1 Globina odkopa in osnovna priporočila za rekultivacijo tal 18

4.2 Varnostni ukrepi pri izvajanju odkopa 19

5 PREDLOG REKULTIVACIJE TAL NA IGRIŠČU VRTCA ZARJA, ENOTA ČIRA ČARA 20

5.1 Kakovost tal za rekultivirano igrišče 20

5.2 Tampon in geotekstil 20

5.3 Ureditev in vzdrževanje zelenice rekultiviranega igrišča 22

6 VIRI 23

PRILOGE 24

Priloga 1: Fotografije tal v vseh sondah na igrišču vrtca Zarja, enota Čira čara opravljenih 7. junija 2024 24

Priloga 2: Skupne vsebnosti elementov v tleh igrišča vrtca Zarja, enota Čira čara (vzorčenje 7.6.2024) 29

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije sondiranja tal na zemljišču Vrtca Zarja, enota Čira čara (vir DOF iz obdobja 2019-2021, ko so bili na zemljišču še objekti vrtca) 8

Slika 2: Objekti v vrtcu Zarja, enota Čira čara so odstranjeni, igrišče ni več v funkciji in ni vzdrževano, prostor je zaščiten z zaščitno ograjo (fotografirano z nekdanjega parkirišča vrtca 7.6.2024) 9

Slika 3: Pogled s hribčka na nekdanjem igrišču proti severu kjer je bila prej stavba vrtca (levi in osrednji del fotografije). V tem delu so bile lokacije sond 1, 2, 6, 7, 11 in 12, ter skrajno desno sondi 3 in 8..... 11

Slika 4: Lokacija sonde 16 - globina do 30 cm. Na tej lokaciji je bilo in je tudi predvideno otroško igrišče..... 11

Slika 5: Zemljišče na vzhodnem delu parcele, kje smo odvzeli vzorce s sondami 4, 5, 9, 10, 13, 14, 16, 17 in ob južni ograji 18, 19 in 20..... 12

Slika 6: Pogled proti jugu zemljišča, na sredini so vidni ostanki betonske infrastrukture v tleh, zadaj desno je narejen hribček za igro (sonda št. 15), levo in desno od jaška sta sondi 11 in 12, v sredini travnika je lokacija sodne 16, zadaj ob drevesih ob južni ograji pa sonde 18, 19 in 20. 12

Slika 7: Jugo-vzhodni del igrišča, vzeti so bili vzorci s sondama 17 in 20. Tu je predvideno otroško igrišče..... 13

Slika 8: Prostorska onesnaženost tal na zemljišču Vrtca Zarja, enota Čira čara: A – ne onesnaženo; B – neonesnaženo do malo onesnaženo (koncentracije Zn, Pb in Cd mestoma presegajo opozorilno imisijsko vrednost); C – kritično onesnaženo (koncentracije Zn, Pb, As in Cd večinoma presegajo kritično imisijsko vrednost)..... 14

Slika 9: Shema predlaganih rekultivacijskih plasti na otroških igriščih z metodo zamenjave zgornjih slojev tal 21

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Skupne vsebnosti arzena (As) v tleh določene s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in lokacijah v vrtcu Zarja, enota Čira čara .. 15

Preglednica 2: Skupne vsebnosti svinca (Pb) v tleh določene s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in lokacijah v vrtcu Zarja, enota Čira čara .. 16

Preglednica 3: Skupne vsebnosti cinka (Zn) v tleh določene s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in lokacijah v vrtcu Zarja, enota Čira čara .. 17

1 UVOD

V okviru projektne naloge »**Površinska in globinska razsežnost onesnaženosti tal – Vrtec Zarja, enota Čira čara«**, katere naročnik je AZ INŽENIRING d.o.o., smo 7. junija 2024 izvedli terensko meritev onesnaženosti tal **na zemljišču Vrtca Zarja, enota Čira čara v Celju**. Namen detajlnega sondiranja in meritev z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (XRF) je ugotoviti površinsko in globinsko razsežnost in stopnjo onesnaženosti tal za izračun parametrov projekte naloge, ki se nanašajo na globino (razsežnost) odkopa in količino onesnažene zemljine, ki jo bo v postopku sanacije potrebno zamenjati.

Poročilo opisuje pregled in sondiranje v Vrtcu Zarja, enota Čira čara in zajema sledeče vsebine:

- priprava načrta vzorčenja;
- izvedba detajlnega sondiranja tal z odvzemom vzorcev tal do globine 1 m;
- laboratorijske meritve skupne vsebnosti elementov v vzorcih tal;
- komentar meritev vsebnosti svinca, kadmija, cinka in arzena ter ostalih elementov;
- priporočila za globino odkopa in ukrepe pri izvajanju odstranitve onesnaženih tal.

2 METODE DELA

2.1 Načrt vzorčenja

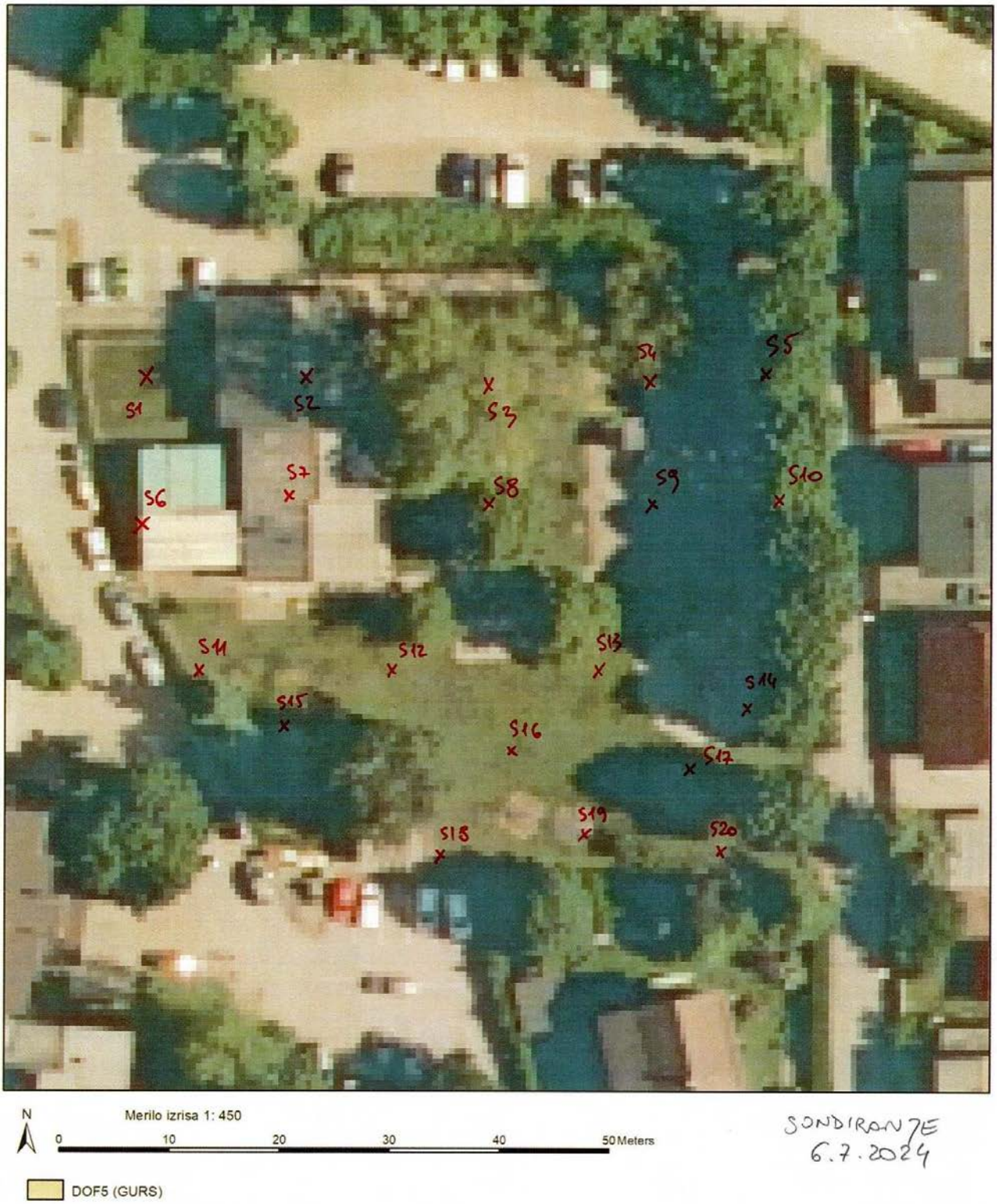
Na osnovi podatkov o lokaciji Vrtca Zarja, enota Čira čara, v nadaljevanju VZ-EČČ in tlorisa območja VZ-EČČ, smo pripravili ustrezno opremo za sondiranje tal in odvzem točkovnih vzorcev (evidenčni listi in papirna embalaža). Informacije o lokaciji smo pridobili od naročnika (Zvezdana Stanković, AZ inženiring), ki je poskrbel tudi za dostop na ograjeno zemljišče VZ-EČČ (hišnik vrtca). Na osnovi vseh pridobljenih informacij in ogleda zemljišča VZ-EČČ smo določili okvirni način sondiranja, da smo zagotovili 'mrežo' vzorcev za določitev horizontalnega in vertikalnega stanja onesnaženosti tal; skupno število predvidenih mikrolokacij sondiranja je bilo 20.

2.2 Izvedba sondiranja in odvzem točkovnih vzorcev tal

V petek 7. junija 2024 smo izvedli sondiranje zemljišča Vrtca Zarja, enota Čira čara v Celju. Igrišče ni več v funkciji in ni vzdrževano, prav tako je bila že odstranjena zgradba vrtca. Na igrišču smo enakomerno razporedili 20 mikrolokacij sondiranja; nekaj jih je bilo na območju odstranjene stavbe (1, 2, 6, 7), večina pa na travnatem igrišču (Slika 1).

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). Vzorce tal smo odvzeli iz žleba sodne, en vzorec tal je količina zemljine v dolžini 10 cm; torej v eni sondi lahko odvzamemo maksimalno 10 točkovnih vzorcev (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, …). Vzorce smo označili z evidenčnimi oznakami (sonda, globina vzorca). Sondo in opremo za odvzem vzorcev iz žleba sodne smo očistili po vsakem odvzetem vzorcu.

Končno število izvedenih sondiranj je bilo 20 (Slika 1), iz katerih smo odvzeli 159 vzorcev, minimalna globina je bila 20 cm (S 17), maksimalna pa 100 cm (Prilogi 1 in 2).



Slika 1: Lokacije sondiranja tal na zemljišču Vrtca Zarja, enota Čira čara (vir DOF iz obdobja 2019-2021, ko so bili na zemljišču še objekti vrtca)



Slika 2: Objekti v vrtcu Zarja, enota Čira čara so odstranjeni, igrišče ni več v funkciji in ni vzdrževano, prostor je zaščiten z zaščitno ograjo (fotografirano z nekdanjega parkirišča vrtca 7.6.2024)

2.3 Priprava vzorcev in meritve skupne vsebnosti elementov z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (XRF)

Vzorce 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 159 točkovnih vzorcih odvzetih na zemljišču nekdanjega vrtca Zarja, enota Čira Čara.

Meritve kovin As, Pb, Zn in drugih elementov v zračno suhih točkovnih vzorcih tal iz sond smo opravili z rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom OLYMPUS 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 rezultate 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.

3 REZULTATI MERITEV SKUPNE VSEBNOSTI ELEMENTOV – POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZPROSTRANJENOST ONESNAŽENOSTI TAL V VRTCU ZARJA, ENOTA ČIRA ČARA

Zemljišče Vrtca Zarja, enota Čira čara (VZ-EČČ) je ograjeno, prost dostop ni omogočen. Zgradbe so odstranjene, vendar so na zemljišču vidni ostanki infrastrukture (jaški, betonski pokrovi, …). Večja drevesa niso odstranjena, zemljišče je zatravljeno in občasno pokošeno (Slike 2, 3, 4, 5, 6 in 7).

Rezultati meritev skupne vsebnosti elementov so pokazali prekomerne vsebnosti elementov, ki so zaradi pretekle industrije značilni za onesnaženost tal v Celju: Zn, Pb, As in Cd. Vsebnost Cd z aparatom XRF ne moremo določiti v območju mejne in opozorilne vrednosti (Ur. L. RS 68/1996), vendar je velika verjetnost, da je Cd prisoten v tleh, kjer smo izmerili povečane vsebnosti Zn in Pb (Preglednice 1, 2, 3 in Priloga 2).

Največjo onesnaženost s Zn, Pb in As smo izmerili v tleh na severo-vzhodnem (SV) delu igrišča (lokacije sond 3, 4, 5 in 8, 9, 10) ter na lokaciji sonde 20 na skrajnem JV delu zemljišča. Na teh lokacijah je presežena kritična vrednost za As, Pb in predvsem Zn; za Cd le v sondi 20 (območje C na Sliki 8). Kritična vsebnost Pb in Zn je bila izmerjena v nekaterih vzorcih na lokaciji 12 in za Zn tudi v sondi 13 (Preglednice 1, 2 in 3 ter Priloga 2).

Najmanjšo onesnaženost tal smo izmerili v tleh na SZ delu zemljišča, kjer so bile zgradbe (sonde 1, 2 in 6 ter 7) ter na lokaciji 11 ob Z robu zemljišča. Vsebnost Pb in Zn je večinoma pod mejno vrednostjo ali v območju med mejno in opozorilno vrednostjo glede na Uredbo (Ur. L. RS 68/1996) (Preglednice 1, 2, 3 in Priloga 2). To je območje neonesnaženih tal, na sliki 8 je označeno z oznako A.

Na lokacijah sond 13, 14, 15, 16, 17, 18 in 19, ki so v J polovici zemljišča (Slika 8), je povečana le vsebnost Zn in v nekaterih vzorcih tudi Pb. Vsebnosti presegajo mejno vrednost, v vzorcih iz nekaterih globin tudi opozorilno in v sondi 13 tudi kritično vrednost (Zn). Velika verjetnost je, da je v nekaterih vzorcih omenjenih sond tudi vsebnost Cd večja od mejne in opozorilne vrednosti. Velika odstopanja v vsebnosti elementov po globini nakazujejo na točkovno onesnaženost, ki je lahko nastala ob premeščanju zemljine (gradbeni posegi v preteklosti) (Preglednice 1, 2, 3 in Priloga 2).



Slika 3: Pogled s hribčka na nekdanjem igrišču proti severu kjer je bila prej stavba vrtca (levi in osrednji del fotografije). V tem delu so bile lokacije sond 1, 2, 6, 7, 11 in 12, ter skrajno desno sondi 3 in 8.



Slika 4: Lokacija sonde 16 - globina do 30 cm. Na tej lokaciji je bilo in je tudi predvideno otroško igrišče.



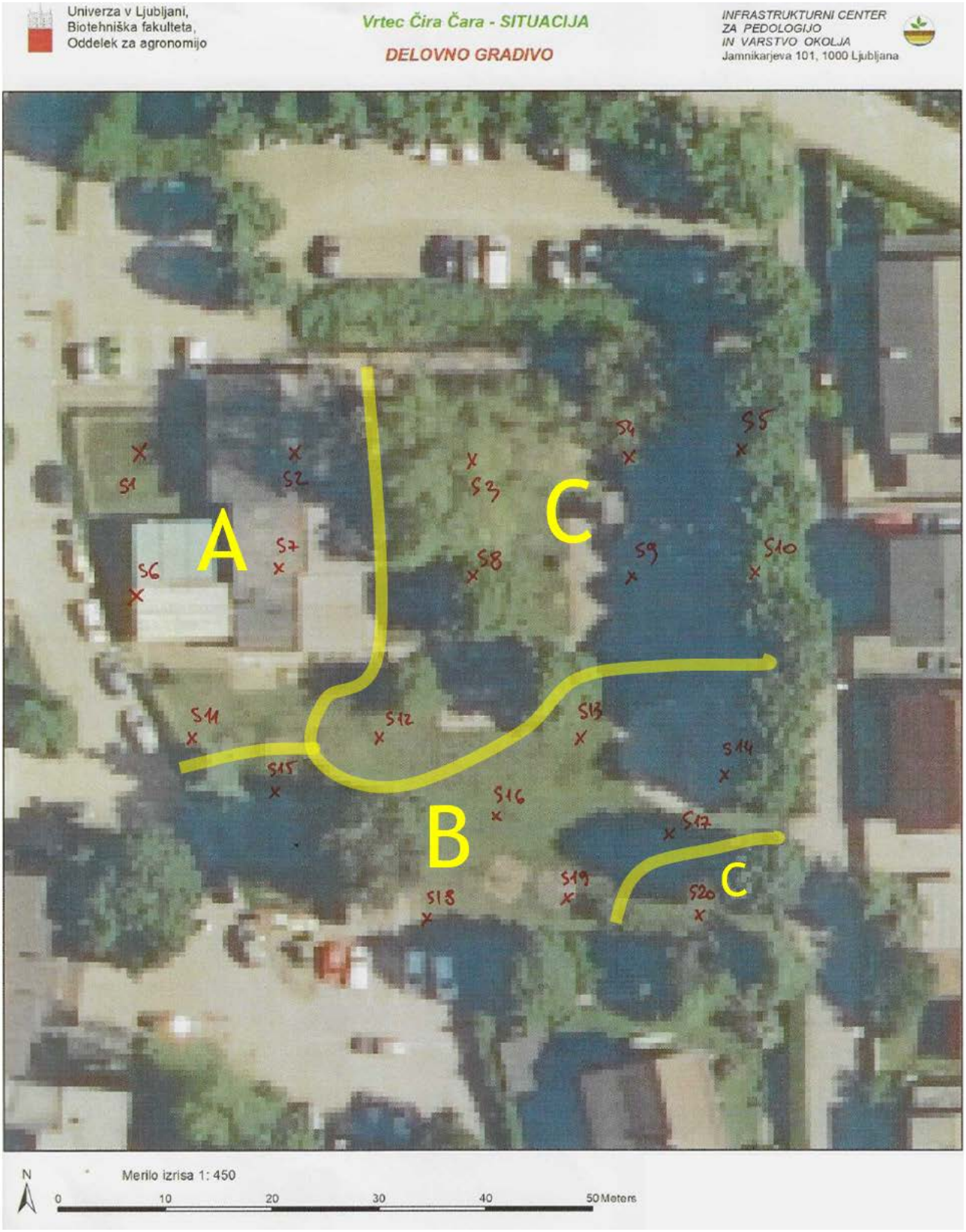
Slika 5: Zemljišče na vzhodnem delu parcele, kje smo odvzeli vzorce s sondami 4, 5, 9, 10, 13, 14, 16, 17 in ob južni ograji 18, 19 in 20.



Slika 6: Pogled proti jugu zemljišča, na sredini so vidni ostanki betonske infrastrukture v tleh, zadaj desno je narejen hribček za igro (sonda št. 15), levo in desno od jaška sta sondi 11 in 12, v sredini travnika je lokacija sodne 16, zadaj ob drevesih ob južni ograji pa sonde 18, 19 in 20.



Slika 7: Jugo-vzhodni del igrišča, vzeti so bili vzorci s sondama 17 in 20. Tu je predvideno otroško igrišče



Slika 8: Prostorska onesnaženost tal na zemljišču Vrtca Zarja, enota Čira čara: A – ne onesnaženo; B – neonesnaženo do malo onesnaženo (koncentracije Zn, Pb in Cd mestoma presegajo opozorilno imisijsko vrednost); C – kritično onesnaženo (koncentracije Zn, Pb, As in Cd večinoma presegajo kritično imisijsko vrednost)

Preglednica 1: Skupne vsebnosti arzena (As) v tleh določene s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in lokacijah v vrtcu Zarja, enota Čira čara

Vsebnost As – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)																				
Globina cm	S o n d a																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0-10	10,3	14	**84**	**228**	**35**	12,1	12,4	9,4	**60**	**46**	13,9	13,1	12,3	13,2	10,2	11,1	12,1	9	10	23
10-20	12,7	13,9	**56**	**225**	**110**	10,6	10,7	**39**	**64**	28	11,6	14,5	13,6	13,6	11,5	16,8	15,1	13	12,6	**43**
20-30	11,3	12,6	28	**36**	20	12	9,1	26	**50**	25	11	12,9	Ni vzorca	10,5	13,7	6,7		9,2	10,3	**256**
30-40	12,2	12,7	14,7	21,4	15,1	8,7	12,8	**34**	10,1	13,7	11	13,1	11,4	10,8	12,3			11	10,3	28
40-50	12,6	11,3	15	23,2	16,4		12	**58**	13,2	17,2	10,9	12,6	11,4	14,7	Ni vzorca			12,4	10,9	9,7
50-60	8,5	14,4	29	16,3	19		10,3	23	14,4	12,4		< 5	12,7	11,3	10,5			10,2	12,1	15
60-70	9,5	15	**46**	13,6			12,9	ND	11,7	15,7		12,2	12	10,5	12,6			15,7	11,9	12,1
70-80	11,3	14,3		12,4			9,1	26	10,4			13,4	10,5	11,6	12,2			15,1	10	16,9
80-90	11,3	14,8		16,3			9	17,3	9,6			11,4	8,6	11,1	11,3			10,7	12,5	11,5
90-100	11,3	14,4					11	13,8	10,4			12,2		9,5	13			9,6	9,9	

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 2: Skupne vsebnosti svinca (Pb) v tleh določene s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in lokacijah v vrtcu Zarja, enota Čira čara

Vsebnost Pb – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)																				
Globina cm	S o n d a																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0-10	51,1	**126**	**971**	**2896**	**604**	54,3	64,5	**170**	**783**	**577**	67,3	88,8	70,7	68,9	65,1	56,7	66,6	62	61,3	**264**
10-20	47,6	76,2	**811**	**2003**	**857**	57,4	40,6	**284**	**907**	**518**	46,7	**117**	65,5	66,9	62,1	81	98	66,2	59,6	**534**
20-30	47,7	42,8	**296**	**551**	**376**	55	40,6	**181**	**1194**	**175**	50,3	94	Ni vzorca	57,3	60,9	8,3		45,3	61,2	**3483**
30-40	31,1	40,9	95	**180**	**160**	19,1	32,6	**355**	61,7	71,2	52,1	76,3	58	47,2	87			61,2	63,4	**409**
40-50	33,4	65,5	**135**	**130**	**171**		33	**763**	69,1	77,9	29,2	63,3	43,8	85	Ni vzorca			67,6	**100**	76,2
50-60	31	46,1	**317**	47,6	**274**		35,5	**295**	49	68,6		**932**	68,6	92	64			**140**	46,8	**232**
60-70	46,2	34,3	**555**	65,1			29,8	**565**	38,2	75,1		46	43,1	65,3	60,1			46,4	31,5	42,4
70-80	31,6	36,1		78			40,3	**301**	30,5			76,2	47,7	48,7	60,2			30,6	33,5	**105**
80-90	36,7	36,9		53,7			33,8	**170**	27,4			69	36,4	40	59,5			21,5	44,9	29,1
90-100	28,3	29,1					32,4	46,4	26,5			60,5		31,7	51			34,5	30,8	

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 cinka (Zn) v tleh določene s prenosnim rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (OLYMPUS Delta 50) v različnih globinah in lokacijah v vrtcu Zarja, enota Čira čara

Vsebnost Zn – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)																				
Globina cm	S o n d a																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0-10	276	347	2693	9820	1535	199	205	403	2428	1851	261	322	286	257	269	240	321	196	233	833
10-20	169	238	2235	5227	1565	173	161	783	2513	1342	159	492	282	267	303	373	439	195	228	1577
20-30	201	164	756	1600	889	192	151	549	1018	675	180	362	Ni vzorca	201	207	38,8		150	210	16979
30-40	135	150	329	571	444	81	102	1097	170	244	179	322	871	153	203			186	274	1453
40-50	113	228	363	504	418		106	2147	218	281	106	255	257	295	Ni vzorca			194	387	229
50-60	109	209	1015	219	1167		119	894	177	327		658	283	262	228			450	159	617
60-70	148	104	1870	222			115	1147	111	411		172	146	178	212			180	94	164
70-80	117	138		244			119	827	82			295	159	130	250			118	108	337
80-90	123	134		188			118	413	77			274	91	97	219			83	146	106
90-100	107	110					110	137	88			234		96	157			110	91	

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.

4 PRIPOROČILA ZA GLOBINO ODKOPA ONESNAŽENIH TAL NA IGRIŠČU VRTCA ZARJA, ENOTA ČIRA ČARA

Glede na meritve skupne vsebnosti elementov v vzorcih iz sondiranja tal na zemljišču Vrtca Zarja, enota Čira čara z dne 7.6.2024, projektantu in investitorju v nadaljevanju podajamo sledeče zaključke za pripravo projekta za izvedbo del za sanacijo tal z metodo zamenjave zgornje plasti tal.

4.1 Globina odkopa in osnovna priporočila za rekultivacijo tal

1. Glede na meritve skupne vsebnosti elementov predlagamo izkop in odstranitev onesnažene zemljine najmanj do globine 50 cm.

   Poudarjamo, da je odkop potrebno opraviti na varni način, da ob odstranitvi onesnažene zemljine ne povzročamo dodatnega obremenjevanja okolja (glej poglavje 4.2).

2. Ob izkopu oziroma odstranitvi onesnažene zemljine predlagamo sprotni monitoring tal z neposrednimi meritvami s pXRF na terenu. Namen teh kontrolnih meritev je, da preverimo stanje tal pred nasutjem rekultivacijskih plasti in po potrebi naročniku predlagamo lokalno poglobitev izkopa na mestih morebitnega večjega točkovnega izvora onesnaženosti tal. Rezultati meritev vsebnosti elementov v vzorcih tal odvzetih 7. 6. 2024 kažejo na presežene kritične vrednosti Zn tudi v globini pod 50 cm, vendar le na lokacijah sond 3, 5, 8 in 12. Zato lahko pričakujemo onesnaženost na površini odkopa (- 50 cm) tudi po odstraniti zgornje plasti tal. Možno je, da bo potrebna dodatna točkovna poglobitev izkopa.

3. Odkopana onesnažena zemljina bo odpadek za katerega bo potrebno izdelali oceno odpadka v skladu z Uredbo o odpadkih (Ur. l. RS 37/15, 69/15, 129/20) in Uredbo o odlagališčih odpadkov (Ur. l. RS 10/14, 54/15, 36/16, 37/18, 13/21). Glede na izmerjene velike vsebnosti Zn, Pb , As in Cd le v SV in JV delu zemljišča (Slika 8, območje C) je možno količino potencialno nevarnega odpadka zmanjšati tako, da se odkopana zemljina tega območja odlaga ločeno.

4. Na igrišču je veliko dreves. V kolikor bodo drevesa ohranjena v bodoči ureditvi, je potrebno paziti predvsem pri drevesih ob vzhodni ograji, kjer je bila izmerjena največja onesnaženost. 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 uporabo geotekstila ter tanjšo tamponsko plast gramoza (Slika 9). V kolikor ne bo možno zagotoviti dovolj svetlobe za travni pokrov pod drevesi, predlagamo uporabo lesnih sekancev ali nasutje s pranim peskom oziroma montažo podestov iz lesa ali drugega ustreznega materiala.

5. Kjer bo na saniranem igrišču predvidena ureditev novih zelenih površin, predlagamo sledečo razporeditev rekultivacijskih plasti (Slika 9; podrobno v poglavju 5):

   0–3 cm Travni zvitki oziroma travni tepih.

   3-25 cm Humozna (>2,5 % organske snovi), strukturna zemljina, lahke do srednje težke teksture (tekstura peščena ilovica ali ilovica); lahko tudi dve plasti v debelini 10 cm pri čemer naj bo vrhnja plast bolj humozna.

   25–50 cm Tamponska plast iz naravnega gramoza 0/63 mm.

   geotekstil Geotekstil je smiselno namestiti le na območju, kjer odstranitev kritično onesnažene zemljine ne bo možna, t.j. predvidoma pod drevesi na vzhodni strani zemljišča.

6. Rekultivacijski sloji (tampon iz gramoza, travni zvitki, predvsem pa tla oziroma nova zemljina) morajo ustrezati parametrom Uredbe o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. RS 34/08 in 61/11). Vsa uporabljena zemljina mora biti neonesnažena. V kolikor bo nova zemljina sestavljena iz več različnih plasti, oziroma kadar se površina nove zelenice uredi s setvijo trave in ne s travnimi zvitki, priporočamo, da je zgornji sloj tal zmerno kisle do nevtralne reakcije, srednje težke ali lahke teksture, strukturen in rodoviten (vsebuje hranila in vsaj 2,5-3 % humificirane organske snovi). Več o ureditvi novih zelenih površin v točki 5.

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. Ustrezna vlažnost tal v veliki meri zmanjša prašenje ob izkopu, s čimer se zaščiti delavce in stanovalce v okolici, ter prepreči kontaminacijo bližnjih objektov.

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 PREDLOG REKULTIVACIJE TAL NA IGRIŠČU VRTCA ZARJA, ENOTA ČIRA ČARA

Rekultivacijo tal otroških igrišč predlagamo v slojih kot je navedeno v 4.1 točki osnovnih priporočil in jih shematsko prikazujemo na sliki 9. Projektant naj smiselno uporabi strokovna priporočila in jih prilagodi situaciji na posameznem delu igrišča. Za dodatna pojasnila naj se posvetuje s strokovnjaki pedološke stroke.

5.1 Kakovost tal za rekultivirano igrišče

Za novo ureditev otroškega igrišča je potrebno uporabiti neonesnaženo zemljino v skladu z Uredbo o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Uradni list RS, št. 34/08 in 61/11). Pri tem pa je pomembno, da ima nova zemljina primerne pedološke lastnosti. Zemljina naj ima lažjo teksturo (večji delež peska – teksturni razred peščena ilovica, ilovica), pH v območju nevtralnosti pa do zmerne kislosti (pH 6-7) in založenost zgornje plasti (0-10 cm) z rastlinam dostopnim kalijem in fosforjem v C razredu ter z deležem organske snovi od 2 do 4% (humozna tla). Zemljina zgornjega sloja je lahko po potrebi tudi presejana, da odstranimo grobe delcev večjih dimenzij (>63 mm).

Za vzpostavitev zelenic imajo na otroškem igrišču prednost 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) naj vsebujejo izključno naravne snovi in elemente, ki so posledica nastajanja tal. Elementi (tudi Zn, Pb, As, Cd,…) 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).

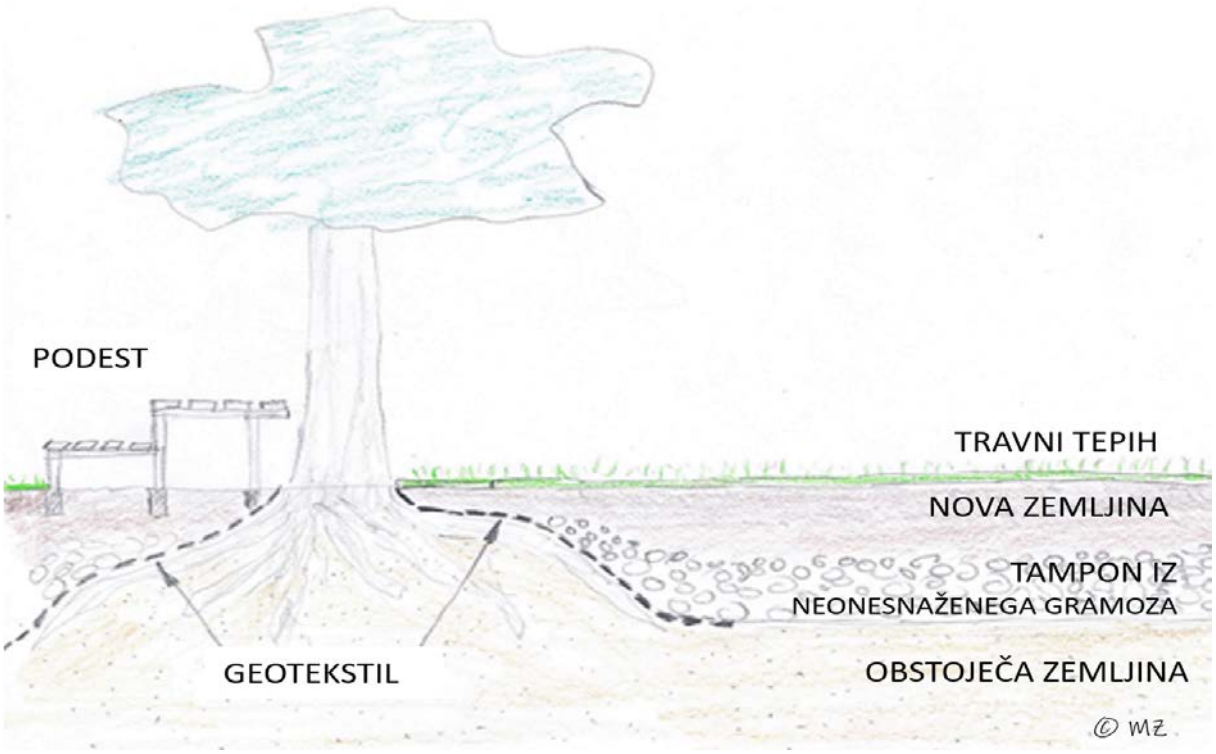
Vsi uporabljeni materiali (humozna zemljina, mineralna zemljina, gramoz, travni tepihi morajo imeti podatek o elementni sestavi. Glede na kasnejši obratovalni monitoring predlagamo, da mora rekultivacijska zemljina za posamezne elemente (kovine) imeti manjše vsebnosti od mejne vrednosti Uredbe o mejnih, 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 prenosnega rentgenskega fluorescentnega spektrometra (pXFR).

5.2 Tampon in geotekstil

Po odkopu onesnažene zemljine do globine 50 cm preverimo stanje onesnaženosti površine odkopa in po potrebi odstranimo kritično onesnaženo zemljino (dodatna točkovna poglobitev). V kolikor vsebnost posameznih parametrov ne presega kritičnih vrednosti namestitev geotekstila ni

potrebna. Posebej pozorni smo na območjih, kjer je površina odkopa še vedno onesnažena (vsebnosti Pb in Zn večje od kritične imisijske vrednosti) in onesnažene zemljine ni možno odstraniti (na primer pod drevesi). Na takih mestih namestimo tudi geotekstil. Nato nasujemo tamponski sloj naravnega gramoza ali drobljenca 0/63 mm (Slika 9).

Ustrezna debelina tamponskega sloja oziroma geotekstil imata funkcijo preprečevanja prehajanja onesnažil iz globljih slojev v novo zemljino; gramoz predstavlja tudi obliko drenaže za meteorno vodo in s tem onemogoča poplavnost območja otroškega igrišča ter kapilarni dvig vode iz globljih bolj nasičenih slojev z vodo. Dobro drenirana tla imajo manjšo možnost poslabšanja strukture tal in boljše pogoje zračnosti in s tem rasti zgornjih zatravljenih površin.



Slika 9: Shema predlaganih rekultivacijskih plasti na otroških igriščih z metodo zamenjave zgornjih slojev tal

Površine ob in pod igrali (gugalnice, plezala), ki so najbolj izpostavljene eroziji in teptanju, je priporočljivo prekriti z različnimi naravnimi ali umetnimi materiali (lubje, sekanci, pesek, tartan, mivka). Površine v senci pod obstoječimi drevesi je priporočljivo urediti s podestom ali površino brez vegetacije s peskom ali mivko, 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 5 do 10 cm gramoza oziroma drobljenca 0/32 mm oziroma 0/63 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. V kolikor tamponske plasti gramoza ni možno uporabiti zaradi preplitvega ali pregostega spleta korenin, uporabimo le geotekstil za razmejitev stare in nove zemljine.

5.3 Ureditev in vzdrževanje zelenice rekultiviranega igrišča

Trata daje otroškemu igrišču rekreacijski pomen, saj se na njej otroci igrajo. Na tleh igrišča z zamenjano zemljino lahko trato sejemo ali pa položimo travne zvitke. Vrste, ki pridejo v poštev za otroška igrišča so: trpežna ljuljka (sončna lega), šopasta rdeča bilnica (senčna), navadna trstikasta bilnica (sončna lega), travniška latovka (sončna lega), navadna rdeča bilnica (senčna lega), plazeča šopulja (sončna lega), lasasta šopulja (senčna lega). Sejanje trav naj poteka v optimalnem času predvsem spomladi, ko tla dosežejo primerno temperaturo in vlažnost za kalitev. Na območju (pod drevesi, območja rednega teptanja itn.) kjer se pojavljajo večje gole površine oziroma abundanca travnih vrst, je priporočena setev mehansko odpornih vrst travnih mešanic in senčnih vrst (pod drevesi). V začetnih fazah razvoja, to sta kalitev semena ter razraščanje korenin, je pomembno tla dodatno vlažiti za normalen razvoj rastlin. Poleg trav iz družine *Poaceae* lahko zasejemo tudi metuljnice, ki bodo s simbiozo gliv iz družine *Rhizobium* vezale zračni dušik ter s tem dodajale tlom dostopen dušik. Razmerje trave : metuljnice naj bo 70:30 (%).

Potrebno je redno vzdrževanje trate, kar pomeni redno košnjo, namakanje in dognojevanje za normalne rastne in igralne razmere. Trato ne smemo kositi prenizko, saj s tem poslabšamo možnost razraščanja ter povečamo možnost stika s tlemi. Zelenico lahko namakamo z ročnimi ali avtomatskimi škropilnicami. Namakamo zgodaj zjutraj ali proti večeru, saj s tem zmanjšamo možnost izhlapevanja ter zmanjšamo možnost nastanka fizioloških motenj rastlin. Zaradi večje porabe vode pa lahko postavimo zbiralnik deževne vode.

V kolikor bo zelenica vzpostavljena s pomočjo travnih zvitkov oziroma tepihov, bo projektant vključil specializirano podjetje, ki bo poskrbelo za predpripravo zgornjega sloja tal in namestitev travnih tepihov. Naročnik običajno prejeme tudi osnovna navodila za vzdrževanje takšne trate, izvajalec pa v garancijskem roku poskrbi tudi za morebitne nadomestne travne tepihe, če ozelenitev ni uspela zaradi neprimerne izbire ali kakovosti travnih tepihov.

6 VIRI

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. Ur. l. RS št. 68/1996.

Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. RS, št. 34/2008 in 61/2011)

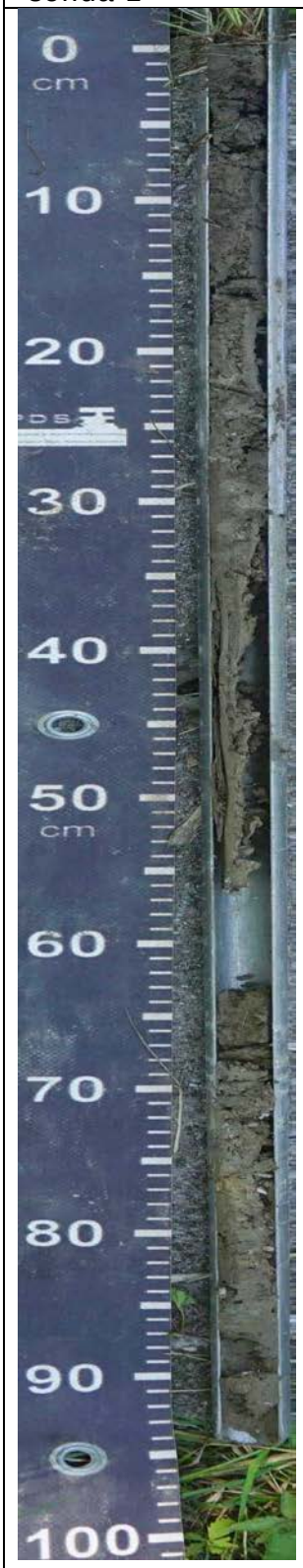
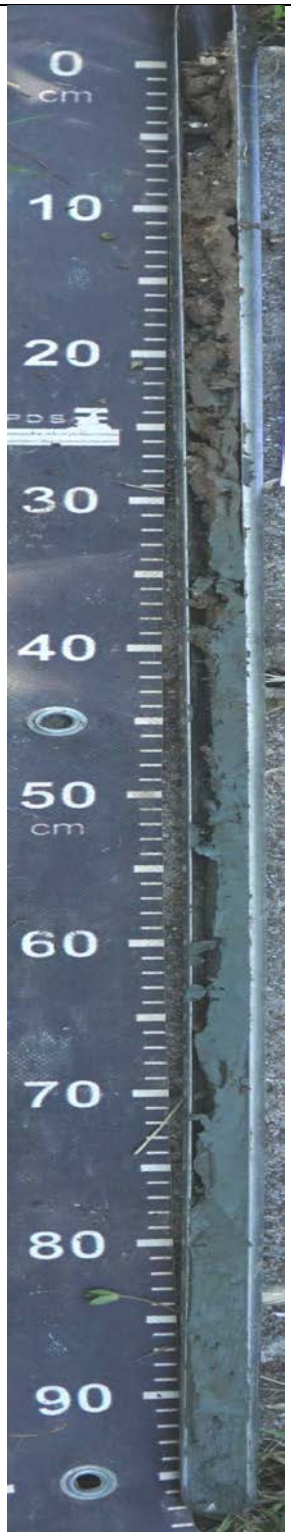
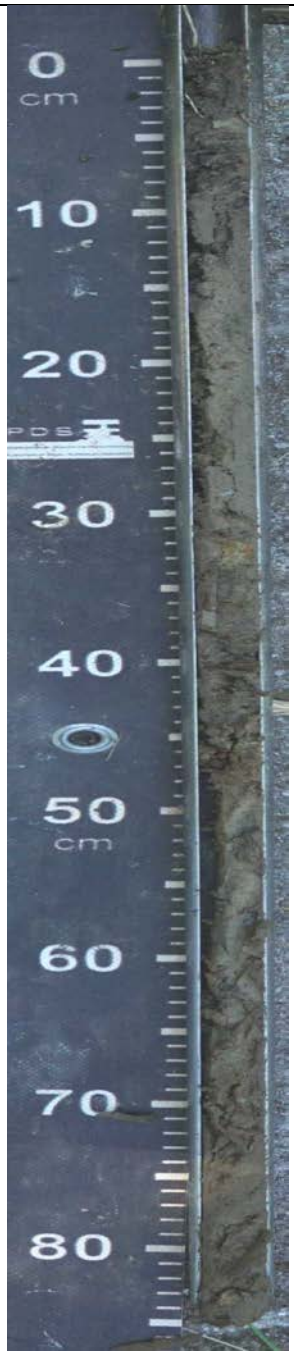
Uredba o odpadkih (Ur. l. RS 37/2015, 69/2015, 129/2020)

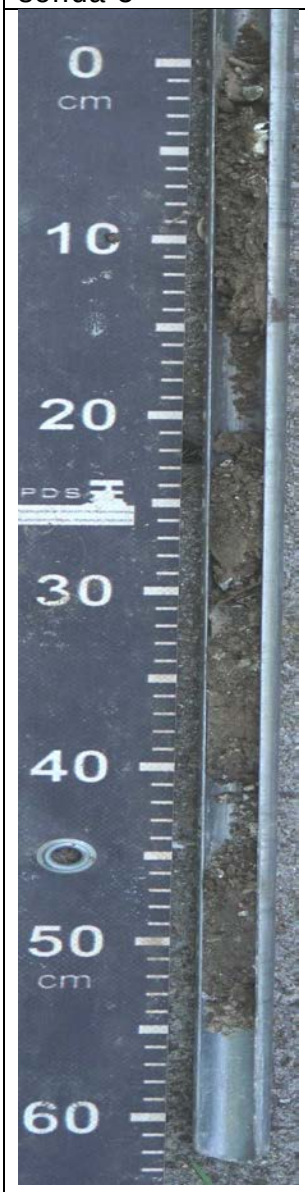
Uredbo o odlagališčih odpadkov (Ur. l. RS 10/2014, 54/2015, 36/2016, 37/2018, 13/2021).

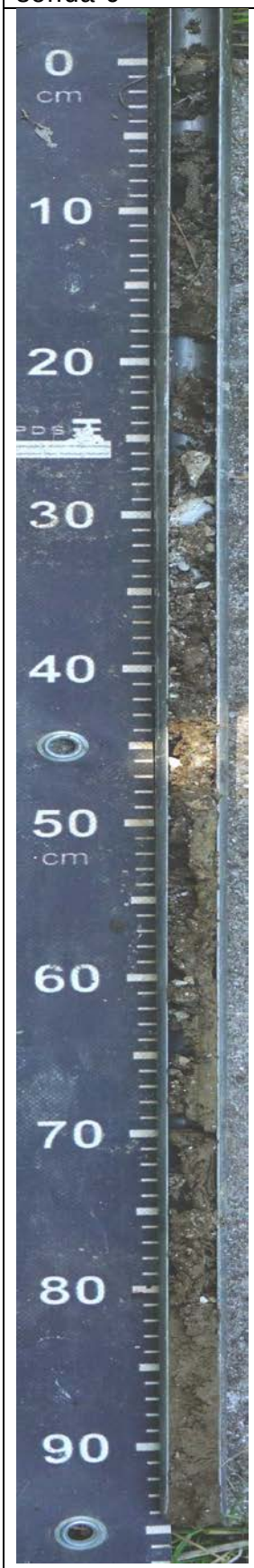
Uredbo o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč (Ur. l. RS 21/2011)

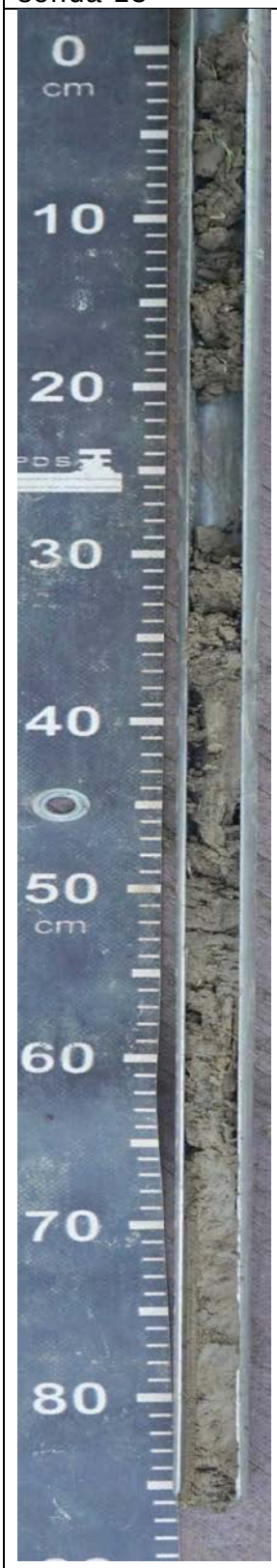
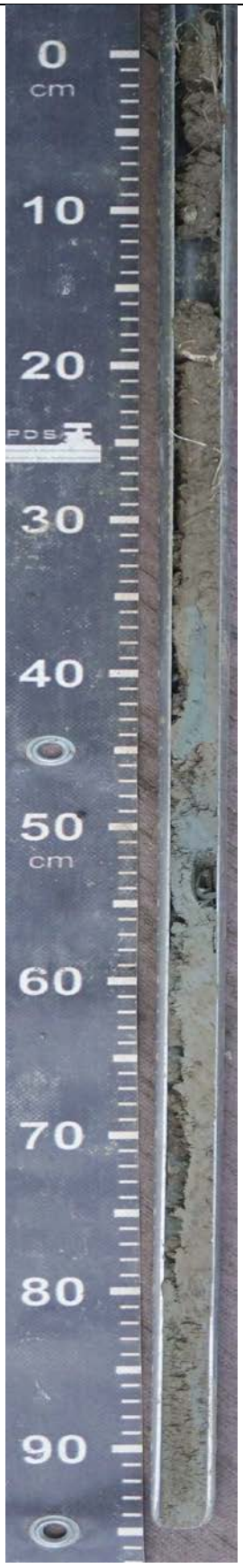
PRILOGE

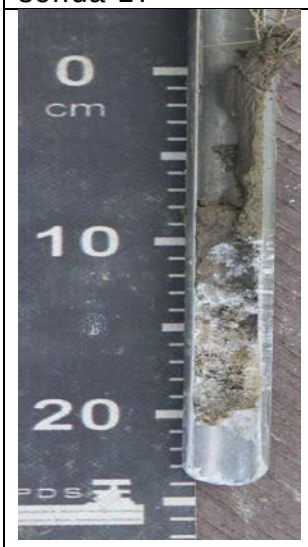
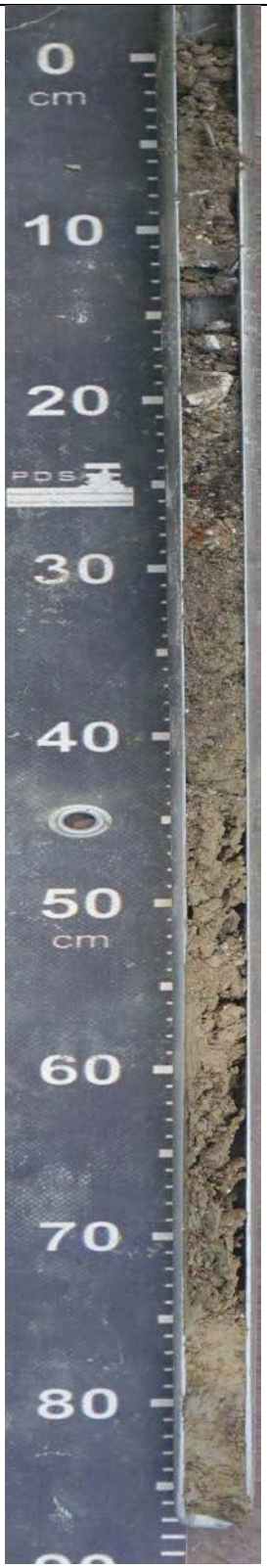
Priloga 1: Fotografije tal v vseh sondah na igrišču vrtca Zarja, enota Čira čara opravljenih 7. junija 2024

sonda 1	sonda 2	sonda 3	sonda 4
			

sonda 5	sonda 6	sonda 7	sonda 8
			

sonda 9	sonda 10	sonda 11	sonda 12
			

sonda 13	sonda 14	sonda 15	sonda 16
			

sonda 17	sonda 18	sonda 19	sonda 20
			

Priloga 2: Skupne vsebnosti elementov v tleh igrišča vrtca Zarja, enota Čira čara (vzorčenje 7.6.2024)

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 S20) vrtca Zarja, enota Čira čara v Mestni občini Celje

Lab. št.	Sonda	Globina (cm)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
1009	1	0-10	102	< 4,5	33	30	276	10,3	< 4,5	< 4,5	51,1
1010	1	10-20	106	< 4,5	57	23	169	12,7	< 4,5	< 4,5	47,6
1011	1	20-30	61	< 4,5	51	23	201	11,3	< 4,5	< 4,5	47,7
1012	1	30-40	102	< 4,5	39	26	135	12,2	5,3	< 4,5	31,1
1013	1	40-50	94	< 4,5	43	19	113	12,6	< 4,5	< 4,5	33,4
1014	1	50-60	75	< 4,5	48	19	109	8,5	< 4,5	< 4,5	31
1015	1	60-70	67	< 4,5	46	20	148	9,5	< 4,5	< 4,5	46,2
1016	1	70-80	76	< 4,5	55	18	117	11,3	< 4,5	< 4,5	31,6
1017	1	80-90	93	< 4,5	49	22	123	11,3	< 4,5	< 4,5	36,7
1018	1	90-100	81	< 4,5	45	20	107	11,3	< 4,5	< 4,5	28,3
1019	2	0-10	60	< 4,5	41	19	347	14	< 4,5	< 4,5	126
1020	2	10-20	96	< 4,5	50	23	238	13,9	< 4,5	< 4,5	76,2
1021	2	20-30	89	< 4,5	51	19	164	12,6	< 4,5	< 4,5	42,8
1022	2	30-40	87	< 4,5	51	22	150	12,7	< 4,5	< 4,5	40,9
1023	2	40-50	87	< 4,5	53	22	228	11,3	4,8	< 4,5	65,5
1024	2	50-60	105	< 4,5	56	28	209	14,4	< 4,5	< 4,5	46,1
1025	2	60-70	71	< 4,5	51	18	104	15	< 4,5	< 4,5	34,3
1026	2	70-80	109	< 4,5	52	17	138	14,3	< 4,5	< 4,5	36,1
1027	2	80-90	95	< 4,5	52	20	134	14,8	< 4,5	< 4,5	36,9
1028	2	90-100	92	< 4,5	47	17	110	14,4	< 4,5	< 4,5	29,1
1029	3	0-10	96	< 4,5	46	38	2693	84	6,9	5,4	971
1030	3	10-20	108	< 4,5	53	33	2235	56	7,2	< 4,5	811
1031	3	20-30	94	< 4,5	50	29	756	28	4,7	< 4,5	296
1032	3	30-40	98	< 4,5	40	22	329	14,7	4,5	< 4,5	95
1033	3	40-50	89	< 4,5	48	23	363	15	5,4	< 4,5	135
1034	3	50-60	82	< 4,5	42	64	1015	29	< 4,5	< 4,5	317
1035	3	60-70	104	< 4,5	43	45	1870	46	4,7	4,8	555
1036	4	0-10	159	< 4,5	43	58	9820	228	11,4	11,3	2896
1037	4	10-20	162	< 4,5	60	43	5227	225	13	10,8	2003
1038	4	20-30	88	< 4,5	37	49	1600	36	6,7	< 4,5	551
1039	4	30-40	60	< 4,5	40	23	571	21,4	< 4,5	< 4,5	180
1040	4	40-50	169	< 4,5	44	26	504	23,2	4,9	< 4,5	130
1041	4	50-60	64	< 4,5	53	23	219	16,3	< 4,5	< 4,5	47,6
1042	4	60-70	83	< 4,5	42	24	222	13,6	< 4,5	< 4,5	65,1
1043	4	70-80	84	< 4,5	45	22	244	12,4	5,1	< 4,5	78
1044	4	80-90	83	< 4,5	39	21	188	16,3	6	< 4,5	53,7

Lab. št.	Sonda	Globina (cm)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
1045	5	0-10	96	< 4,5	45	33	1535	35	6,3	< 4,5	604
1046	5	10-20	125	< 4,5	48	39	1565	110	9,6	< 4,5	857
1047	5	20-30	92	< 4,5	49	29	889	20	< 4,5	< 4,5	376
1048	5	30-40	71	< 4,5	38	20	444	15,1	< 4,5	< 4,5	160
1049	5	40-50	< 10	< 4,5	24	61	418	16,4	< 4,5	< 4,5	171
1050	5	50-60	52	< 4,5	25	77	1167	19	< 4,5	< 4,5	274
1051	6	0-10	71	< 4,5	45	25	199	12,1	4,6	< 4,5	54,3
1052	6	10-20	98	< 4,5	45	25	173	10,6	< 4,5	< 4,5	57,4
1053	6	20-30	107	< 4,5	55	23	192	12	< 4,5	< 4,5	55
1054	6	30-40	49	< 4,5	21	12	81	8,7	< 4,5	< 4,5	19,1
1055	7	0-10	89	< 4,5	49	21	205	12,4	4,6	< 4,5	64,5
1056	7	10-20	69	< 4,5	49	23	161	10,7	< 4,5	< 4,5	40,6
1057	7	20-30	83	< 4,5	49	28	151	9,1	< 4,5	< 4,5	40,6
1058	7	30-40	89	< 4,5	54	22	102	12,8	< 4,5	< 4,5	32,6
1059	7	40-50	99	< 4,5	52	18	106	12	< 4,5	< 4,5	33
1060	7	50-60	97	< 4,5	48	24	119	10,3	< 4,5	< 4,5	35,5
1061	7	60-70	81	< 4,5	49	21	115	12,9	5,1	< 4,5	29,8
1062	7	70-80	96	< 4,5	51	20	119	9,1	< 4,5	< 4,5	40,3
1063	7	80-90	100	< 4,5	50	22	118	9	< 4,5	< 4,5	33,8
1064	7	90-100	97	< 4,5	57	23	110	11	4,5	< 4,5	32,4
1065	8	0-10	51	< 4,5	34	22	403	9,4	< 4,5	< 4,5	170
1066	8	10-20	85	< 4,5	48	26	783	39	< 4,5	< 4,5	284
1067	8	20-30	79	< 4,5	36	24	549	26	< 4,5	< 4,5	181
1068	8	30-40	100	< 4,5	40	27	1097	34	5,9	< 4,5	355
1069	8	40-50	66	< 4,5	41	36	2147	58	6,6	< 4,5	763
1070	8	50-60	88	< 4,5	33	26	894	23	< 4,5	< 4,5	295
1071	8	60-70	76	< 4,5	41	26	1147	< 5	< 4,5	< 4,5	565
1072	8	70-80	87	< 4,5	45	28	827	26	5	< 4,5	301
1073	8	80-90	79	< 4,5	35	23	413	17,3	< 4,5	< 4,5	170
1074	8	90-100	66	< 4,5	35	20	137	13,8	6,8	< 4,5	46,4
1075	9	0-10	89	< 4,5	43	33	2428	60	5,5	< 4,5	783
1076	9	10-20	80	< 4,5	38	39	2513	64	< 4,5	7,9	907
1077	9	20-30	62	< 4,5	32	23	1018	50	5,1	< 4,5	1194
1078	9	30-40	63	< 4,5	31	23	170	10,1	< 4,5	< 4,5	61,7
1079	9	40-50	65	< 4,5	39	19	218	13,2	< 4,5	< 4,5	69,1
1080	9	50-60	70	< 4,5	38	18,7	177	14,4	< 4,5	< 4,5	49
1081	9	60-70	78	< 4,5	40	17	111	11,7	5,3	< 4,5	38,2
1082	9	70-80	94	< 4,5	51	19,7	82	10,4	< 4,5	< 4,5	30,5
1083	9	80-90	84	< 4,5	50	18,6	77	9,6	< 4,5	< 4,5	27,4
1084	9	90-100	94	< 4,5	52	24	88	10,4	< 4,5	< 4,5	26,5

Lab. št.	Sonda	Globina (cm)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
1085	10	0-10	75	< 4,5	50	46	1851	46	< 4,5	< 4,5	577
1086	10	10-20	70	< 4,5	39	33	1342	28	< 4,5	< 4,5	518
1087	10	20-30	94	< 4,5	42	45	675	25	4,6	< 4,5	175
1088	10	30-40	69	< 4,5	44	26	244	13,7	4,7	< 4,5	71,2
1089	10	40-50	104	< 4,5	47	29	281	17,2	4,7	< 4,5	77,9
1090	10	50-60	90	< 4,5	45	35	327	12,4	< 4,5	< 4,5	68,6
1091	10	60-70	82	< 4,5	49	44	411	15,7	< 4,5	< 4,5	75,1
1092	11	0-10	75	< 4,5	43	22	261	13,9	< 4,5	< 4,5	67,3
1093	11	10-20	59	< 4,5	44	29	159	11,6	< 4,5	< 4,5	46,7
1094	11	20-30	85	< 4,5	45	23	180	11	< 4,5	< 4,5	50,3
1095	11	30-40	81	< 4,5	53	18	179	11	4,5	< 4,5	52,1
1096	11	40-50	68	< 4,5	33	18	106	10,9	< 4,5	< 4,5	29,2
1097	12	0-10	75	< 4,5	34	27	322	13,1	4,7	< 4,5	88,8
1098	12	10-20	76	< 4,5	41	26	492	14,5	< 4,5	< 4,5	117
1099	12	20-30	71	< 4,5	46	33	362	12,9	< 4,5	< 4,5	94
1100	12	30-40	75	< 4,5	44	24	322	13,1	< 4,5	< 4,5	76,3
1101	12	40-50	89	< 4,5	51	24	255	12,6	< 4,5	< 4,5	63,3
1102	12	50-60	105	< 4,5	51	60	658	< 5	< 4,5	< 4,5	932
1103	12	60-70	94	< 4,5	54	23	172	12,2	5	< 4,5	46
1104	12	70-80	98	< 4,5	48	24	295	13,4	< 4,5	< 4,5	76,2
1105	12	80-90	77	< 4,5	44	22	274	11,4	< 4,5	< 4,5	69
1106	12	90-100	72	< 4,5	40	26	234	12,2	5,1	< 4,5	60,5
1107	13	0-10	88	< 4,5	55	22	286	12,3	< 4,5	< 4,5	70,7
1108	13	10-20	79	< 4,5	52	29	282	13,6	< 4,5	< 4,5	65,5
Ni vzorca		20-30									
1109	13	30-40	97	< 4,5	48	24	871	11,4	5,4	< 4,5	58
1110	13	40-50	100	< 4,5	53	21	257	11,4	< 4,5	< 4,5	43,8
1111	13	50-60	98	< 4,5	40	24	283	12,7	5,4	< 4,5	68,6
1112	13	60-70	79	< 4,5	52	19	146	12	< 4,5	< 4,5	43,1
1113	13	70-80	87	< 4,5	52	27	159	10,5	4,8	< 4,5	47,7
1114	13	80-90	104	< 4,5	50	18	91	8,6	< 4,5	< 4,5	36,4
1115	14	0-10	74	< 4,5	49	28	257	13,2	< 4,5	< 4,5	68,9
1116	14	10-20	94	< 4,5	50	32	267	13,6	< 4,5	< 4,5	66,9
1117	14	20-30	88	< 4,5	47	26	201	10,5	< 4,5	< 4,5	57,3
1118	14	30-40	107	< 4,5	45	21	153	10,8	4,9	< 4,5	47,2
1119	14	40-50	73	< 4,5	48	20	295	14,7	5,2	< 4,5	85
1120	14	50-60	114	< 4,5	49	23	262	11,3	< 4,5	< 4,5	92
1121	14	60-70	84	< 4,5	48	22	178	10,5	4,9	< 4,5	65,3
1122	14	70-80	83	< 4,5	50	22	130	11,6	< 4,5	< 4,5	48,7
1123	14	80-90	87	< 4,5	47	21	97	11,1	< 4,5	< 4,5	40
1124	14	90-100	92	< 4,5	50	18,2	96	9,5	< 4,5	< 4,5	31,7

Lab. št.	Sonda	Globina (cm)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
1125	15	0-10	68	< 4,5	44	23	269	10,2	< 4,5	< 4,5	65,1
1126	15	10-20	75	< 4,5	50	24	303	11,5	< 4,5	< 4,5	62,1
1127	15	20-30	94	< 4,5	48	30	207	13,7	< 4,5	< 4,5	60,9
1128	15	30-40	86	< 4,5	42	26	203	12,3	< 4,5	< 4,5	87
Ni vzorca		40-50									
1129	15	50-60	110	< 4,5	53	24	228	10,5	4,9	< 4,5	64
1130	15	60-70	77	< 4,5	43	20	212	12,6	< 4,5	< 4,5	60,1
1131	15	70-80	64	< 4,5	47	27	250	12,2	< 4,5	< 4,5	60,2
1132	15	80-90	75	< 4,5	45	23	219	11,3	4,9	< 4,5	59,5
1133	15	90-100	87	< 4,5	47	22	157	13	< 4,5	< 4,5	51
1134	16	0-10	82	< 4,5	35	28	240	11,1	4,6	< 4,5	56,7
1135	16	10-20	77	< 4,5	46	46	373	16,8	< 4,5	< 4,5	81
1136	16	20-30	50	< 4,5	< 20	10	38,8	6,7	< 4,5	< 4,5	8,3
1137	17	0-10	88	< 4,5	41	27	321	12,1	< 4,5	< 4,5	66,6
1138	17	10-20	39	< 4,5	27	37	439	15,1	< 4,5	< 4,5	98
1139	18	0-10	85	< 4,5	37	30	196	9	< 4,5	< 4,5	62
1140	18	10-20	92	< 4,5	44	23	195	13	5,4	< 4,5	66,2
1141	18	20-30	93	< 4,5	49	25	150	9,2	< 4,5	< 4,5	45,3
1142	18	30-40	106	< 4,5	46	22	186	11	< 4,5	< 4,5	61,2
1143	18	40-50	80	< 4,5	46	19,3	194	12,4	4,5	< 4,5	67,6
1144	18	50-60	96	< 4,5	52	31	450	10,2	< 4,5	< 4,5	140
1145	18	60-70	106	< 4,5	48	22	180	15,7	< 4,5	< 4,5	46,4
1146	18	70-80	99	< 4,5	50	22	118	15,1	5,1	< 4,5	30,6
1147	18	80-90	< 10	< 4,5	26	14,8	83	10,7	< 4,5	< 4,5	21,5
1148	18	90-100	72	< 4,5	36	17,3	110	9,6	< 4,5	< 4,5	34,5
1149	19	0-10	67	< 4,5	44	24	233	10	< 4,5	< 4,5	61,3
1150	19	10-20	75	< 4,5	49	23	228	12,6	5,8	< 4,5	59,6
1151	19	20-30	87	< 4,5	38	23	210	10,3	< 4,5	< 4,5	61,2
1152	19	30-40	91	< 4,5	30	23	274	10,3	5,8	< 4,5	63,4
1153	19	40-50	89	< 4,5	53	25	387	10,9	4,6	< 4,5	100
1154	19	50-60	77	< 4,5	42	19,2	159	12,1	< 4,5	< 4,5	46,8
1155	19	60-70	88	< 4,5	42	20	94	11,9	< 4,5	< 4,5	31,5
1156	19	70-80	89	< 4,5	46	20,2	108	10	< 4,5	< 4,5	33,5
1157	19	80-90	88	< 4,5	47	17,4	146	12,5	4,7	< 4,5	44,9
1158	19	90-100	104	< 4,5	44	18,8	91	9,9	5,3	< 4,5	30,8

Lab. št.	Sonda	Globina (cm)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)
1159	**20**	**0-10**	80	< 4,5	37	51	**833**	23	4,5	**4,9**	**264**
1160	**20**	**10-20**	72	< 4,5	40	**248**	**1577**	**43**	< 4,5	< 4,5	**534**
1161	**20**	**20-30**	**182**	< 4,5	35	**228**	**16979**	**256**	13,5	**16,8**	**3483**
1162	**20**	**30-40**	82	< 4,5	35	28	**1453**	28	6,5	**5,2**	**409**
1163	**20**	**40-50**	78	< 4,5	38	21,5	229	9,7	< 4,5	< 4,5	76,2
1164	**20**	**50-60**	71	< 4,5	54	23	**617**	15	< 4,5	< 4,5	**232**
1165	**20**	**60-70**	87	< 4,5	56	21	164	12,1	< 4,5	< 4,5	42,4
1166	**20**	**70-80**	111	< 4,5	43	20,8	**337**	16,9	< 4,5	< 4,5	**105**
1167	**20**	**80-90**	97	< 4,5	48	21	106	11,5	< 4,5	< 4,5	29,1
Ur.l.RS 68/96											
		Mejna vrednost	100	20	50	60	200	20	10	1	85
		Opozorilna vrednost	150	50	70	100	300	30	40	2	100
		Kritična vrednost	380	240	210	300	720	55	200	12	530

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.