



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

**Površinska in globinska razsežnost onesnaženosti tal –
Vrtec Tončke Čečeve, Enota Center**

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_TČ-EC_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 Tončke Čečeve, Enota Center**

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

1	UVOD	7
2	METODE DELA	7
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
3	REZULTATI SONDIRANJA IN MERITEV SKUPNE VSEBNOSTI ELEMENTOV - POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZPROSTRANJENOST ONESNAŽENOSTI TAL IGRIŠČA VRTCA TONČKE ČEČEVE, ENOTA CENTER	10
3.1	Skupna vsebnost Pb, Zn, Cd in As v vseh sondah	10
3.2	Komentar izbranih sond	13
4	PRIPOROČILA ZA GLOBINO ODKOPA ONESNAŽENIH TAL NA IGRIŠČU VRTCA TONČKE ČEČEVE, ENOTA CENTER	16
	PRILOGE	20
	Priloga 1: Fotografije vseh sond v tleh igrišča vrtca Tončke Čečeve, Enota Center (31.5.2019).....	20
	Priloga 2: Skupne vsebnosti elementov v tleh igrišča vrtca Tončke Čečeve, Enota Center (31.5.2019).....	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije sondiranja tal na igrišču vrtca Tončke Čečeve, Enota Center	8
Slika 2: Zunanje igrišče vrtca Tončke Čečeve, Enota Center je majhno, površine so gole, veliko je v tla vgrajene infrastrukture	9

KAZALO PREGLEDNIC

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 na vrtcu Tončke Čečeve, Enota Center.....	11
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 Tončke Čečeve, Enota Center.....	11
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 Tončke Čečeve, Enota Center.....	12
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 Tončke Čečeve, Enota Center.....	12

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 Tončke Čečeve, Enota center 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 Tončke Čečeve, Enota center in zajema sledeče vsebine:

- Seznaiter 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

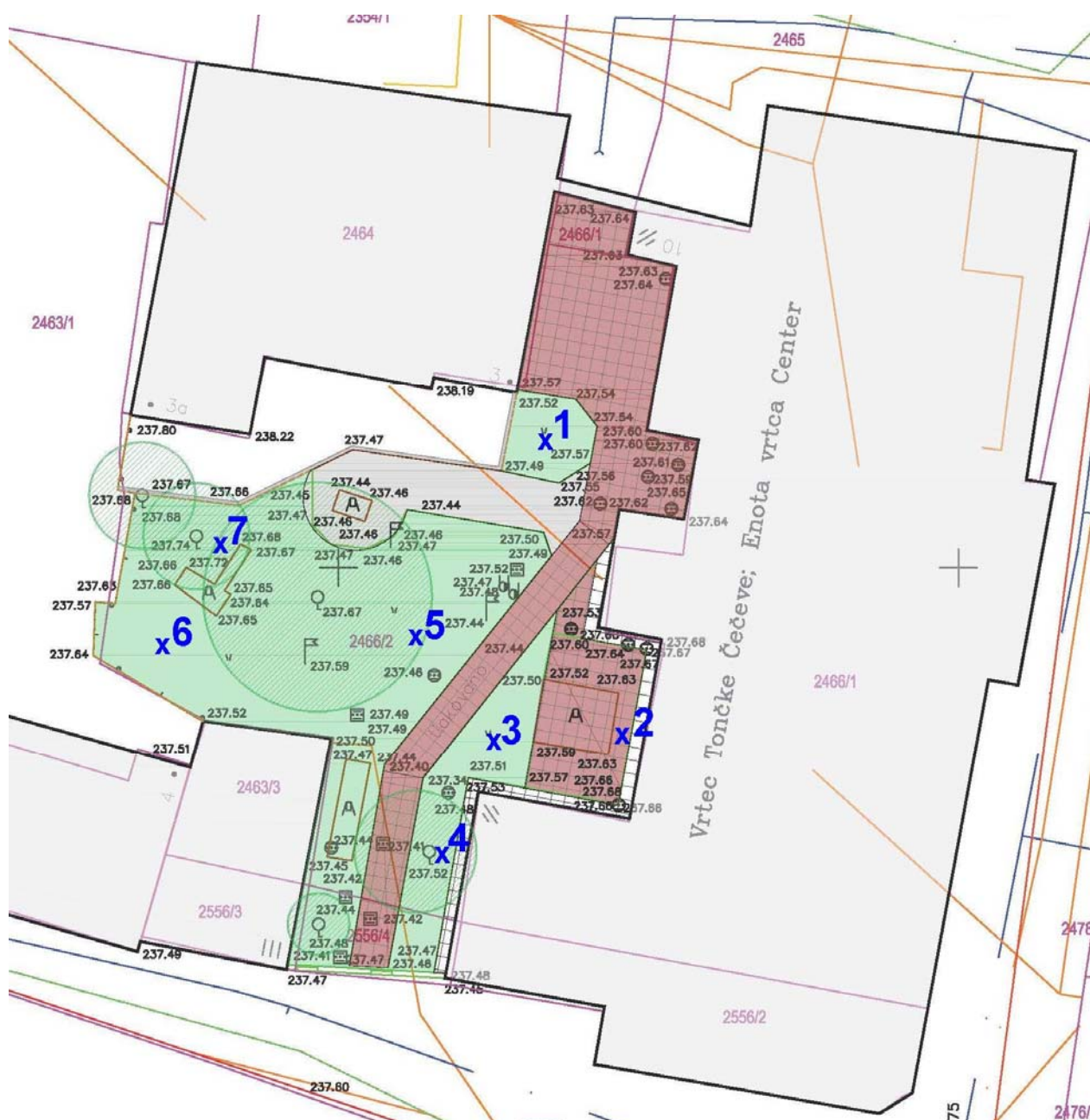
2.1 Načrt vzorčenja

Na osnovi predhodno pridobljenih podatkov o onesnaženosti igrišča vrtca Tončke Čečeve, Enota center, v nadaljevanju vrtec TČ-EC (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 Ireno Hren, vodjo vrtca Tončke Čečeve za izvedbo sondiranja. 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 sprotih meritev vsebnosti elementov, predvsem svinca in cinka, smo prilagodili dokončno mrežo sondiranja; skupno število predvidenih mikrolokacij sondiranja je bilo 5 - 10.

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

Sondiranje smo izvedli 31. maja 2019. Uporabili smo jekleno žlebasto sondo premera 2,5 cm in dolžine 1 m, pri čemer smo sondo zabili v tla do globine 90 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 poljubni globini tal v žlebu sonde. Meritev svežega vzorca je zaradi različne stopnje vlažnosti vzorca in heterogenosti materiala nekoliko 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 7, iz katerih smo odvzeli 36 vzorcev, minimalna globina je bila 30 cm, maksimalna pa 90 cm (Slika 1).



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 36 točkovnih vzorcih odvzetih na zunanjih igriščih vrtca TČ-EC.

Meritve kovin Pb, Zn, Cd, As 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 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 Tončke Čečeve, Enota Center je majhno, površine so gole, veliko je v tla vgrajene infrastrukture

3 REZULTATI SONDIRANJA IN MERITEV SKUPNE VSEBNOSTI ELEMENTOV - POVRŠINSKA IN GLOBINSKA RAZPROSTRANJENOST ONESNAŽENOSTI TAL IGRIŠČA VRTCA TONČKE ČEČEVE, ENOTA CENTER

Vrtec Tončke Čečeve, Enota center se nahaja v starem delu mesta Celje med Kocenovo ulico in Slomškovi trgom. Zunanje igrišče je zelo majhno, površina je mestoma slabo obrasla s travo (gola površina); velik del pokrivajo betonske plošče, v tleh je tudi precej infrastrukture (Slika 2). Na celotni površini smo naredili 7 sond, pri čemer smo zajeli tako zelene kot gole površine. Izogibali smo se linijam med infrastrukturnimi jaški. Pri sondiranju bližje zgradbe vrtca (številke sond od 1 do 4) smo zelo kmalu naleteli na ostanke gradbenega materiala, tla so bila skeletna in peščena, globina sondiranja je bila le 30 - 40 cm (Priloga 1).

Na lokaciji sonde 2 vzorca nismo mogli zajeti v žleb sonde (tla so bila suha in sipka), zato smo izmerili skupno vsebnost elementov na površini golih tal. Vsebnost svinca je bila v povprečju 130 mg/kg, vsebnost Zn pa v območju 368 - 406 mg/kg tal, kar je nekoliko manj kot je bila izmerjena vsebnost v združenem vzorcu tal (0-20 cm) v letu 2017, kjer po navedbah Kugonič in Mazej Grudnik povprečna vsebnost svinca znaša 157 mg/kg in cinka 524 mg/kg. Ponovno poudarjamo, da izmerjene skupne vsebnosti z metodo XRF niso neposredno primerljive z metodo kislinskega razklopa tal, vendar odstopanja običajno ne presegajo 20 %, kar je za določitev razsežnosti onesnaženosti zadovoljivo odstopanje še posebej, ko obravnavamo antropogena (urbana) tla.

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). Na nekaterih mestih smo opazili spremembo v barvi, teksturi (zrnavosti) in strukturi tal na površini, kar nakazuje na delno preplastitev tal. To smo potrdili pri sondiranju tal in tudi meritvah vsebnosti elementov. Predvsem na lokacijah sond št. S1, S5 in S7 ter tudi S3 smo opazili med 2 do 8 cm debelo plast drugačne zemljine z manjšo vsebnostjo svinca in cinka (Preglednici 1 in 2), kar potrjuje delno preplastitev tal. Razen opeke v sondah S6 in S7 ter domnevno ostanke gradbenega materiala v sondi S3 drugih antropogenih primesi nismo zabeležili.

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 treh sondah. Tla so onesnažena tudi s svincem, kadmijem, arzenom in živim srebrom, povečane skupne vsebnosti smo izmerili tudi za baker (Priloga 2).

3.1 Skupna vsebnost Pb, Zn, Cd in As v vseh sondah

Skupna vsebnost Pb samo v 6 vzorcih ne dosega opozorilne vrednosti, vendar nikjer ne presega kritične vrednosti (Preglednica 1). Največjo vsebnost smo izmerili na lokaciji S7 v globini 50 - 60 cm in znaša 432 mg/kg. Majhne vsebnosti Pb (< mejno vrednostjo) smo izmerili v površinskih vzorcih sond S1, S5 in S7, kar potrjuje nanos manj kontaminiranega materiala na površino tal.

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 na vrtcu Tončke Čečeve, Enota Center

Vsebnost Pb – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg s.s.)						
Globina cm	S1	S3	S4	S5	S6	S7
0-10	84	128	227	68	130	57
10-20	93	358	349	126	120	82
20-30	101	318	310	205	173	518
30-40	47			385	178	239
40-50				392	200	301
50-60				225	216	432
60-70				216	173	184
70-80				164		145
80-90				157		

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.

Vsebnost Zn je večja kot vsebnost Pb in ostalih elementov in je posledica lokacije blizu nekdanje talilnice cinka; območje 'stare cinkarne' je oddaljeno približno 1 km. Vsebnosti Zn v tleh kritično vrednost presegajo največkrat v globini med 10 in 60 cm; v globini pod 60 cm so vsebnosti manjše, prav tako tudi v večini sond na površini zaradi dodanega manj kontaminiranega materiala (Preglednica 2).

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 Tončke Čečeve, Enota Center

Vsebnost Zn – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)						
Globina cm	S1	S3	S4	S5	S6	S7
0-10	366	354	800	261	397	195
10-20	500	876	1232	248	401	271
20-30	229	637	1054	515	521	928
30-40	281			1048	403	857
40-50				738	589	757
50-60				419	611	1074
60-70				325	522	171
70-80				247		170
80-90				229		

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.

Vsebnost Cd in As sledi vzorcu vsebnosti Zn in Pb, manjše koncentracije so na površini in v globni pod 60 cm. Metoda neposredne meritve z rentgenskim spektrofotometrom je za elemente z majhnim geokemičnim ozadjem kot sta Cd in Hg pregroba za oceno stopnje onesnaženosti, saj meje detekcije presegajo tako mejno kot opozorilno imisijsko vrednost po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih v tleh (Ur.l. RS 68/96). Zato oznaka ND v preglednici 3 in prilogi 2 za ta dva elementa ne pomeni, da tla niso onesnažena, vendar vrednosti ne moremo primerjati z omenjenimi normativnimi vrednostmi. Vendar nobena izmerjena koncentracija Cd in As ne presega kritičnih vrednosti glede na omenjeno Uredbo (Preglednici 3 in 4).

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 Tončke Čečeve, Enota Center

Vsebnost Cd – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)						
Globina cm	S1	S3	S4	S5	S6	S7
0-10	ND	ND	7,1	ND	ND	ND
10-20	ND	6,2	6,8	ND	ND	ND
20-30	ND	ND	5	4,5	ND	6,2
30-40	ND			7,5	ND	5,7
40-50				ND	4,5	5,2
50-60				ND	5	5,3
60-70				ND	4,6	ND
70-80				ND		ND
80-90				ND		

ND: < 4,5 mg/kg s.s.

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 Tončke Čečeve, Enota Center

Vsebnost As – celotna vsebnost določena z XRF (mg/kg)						
Globina cm	S1	S3	S4	S5	S6	S7
0-10	9,7	14,6	21	10,7	10,3	11,3
10-20	12,9	25	37,5	13,3	15,1	10,9
20-30	9	28	23,5	15,6	17,3	49
30-40	10,5			32	8,8	26,5
40-50				42,5	17,2	27
50-60				26	24	41
60-70				22,5	17,6	13,7
70-80				16,5		14,6
80-90				15,1		

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.

3.2 Komentar izbranih sond

Sonda VTČ-EC S1 in lokacija VTČ-EC S2



Zn = 366 mg/kg
Pb = 84 mg/kg

Zn = 500 mg/kg
Pb = 93 mg/kg

Zn = 229 mg/kg
Pb = 101 mg/kg

Zn = 281 mg/kg
Pb = 47 mg/kg



Prve štiri sonde na zunanjem igrišču Vrtca TČ-EC smo zabili na manjših zelenih površinah okoli popločenih poti in igral, večinoma je bila globina le 30 do 40 cm ali pa sipek material (pesek) ni ostal v žlebu sonde(S2).



Na lokaciji VTČ-S2 material ni ostal v žlebu sonde, na površini skupne vsebnosti Pb in Zn presegajo opozorilne vrednosti

Sonda VTČ-EC S4



Zn = 800 mg/kg
Pb = 277 mg/kg

Zn = 1232 mg/kg
Pb = 349 mg/kg

Zn = 1054 mg/kg
Pb = 310 mg/kg



Na lokaciji sonde S4 je malo zelenih površin, veliko je infrastrukture v tleh. Sondo smo sicer zabili do globine 70 cm, vendar je sipek material izpadel iz sonde.

Tla so onesnažena s svincem in kritično onesnažena s cinkom.

Sonda VTČ-EC S7



Zn = 195 mg/kg
Pb = 57 mg/kg

Zn = 271 mg/kg
Pb = 82 mg/kg

Zn = 928 mg/kg
Pb = 518 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



Na osrednjem delu igrišča smo naredili tri sonde (S5, S6, S7), mestoma je (bilo) igrišče preplasteno, kar je razvidno iz meritev sonde S7.

Tla so močno onesnažena s svincem in cinkom predvsem v globini 30 - 60 cm.

4 PRIPOROČILA ZA GLOBINO ODKOPA ONESNAŽENIH TAL, UKREPIH OB IZKOPU IN PREDLOG REKULTIVACIJE TAL NA IGRIŠČU VRTCA TONČKE ČEČEVE, ENOTA CENTER

Glede na ugotovitve na osnovi sondiranja tal na zunanjem igrišču vrtca Tončke Čečeve, Enota Center 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 - 60 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 - 50 cm Gramoz, ne-sortiran, povprečna velikost manj kot 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 P₂O₅, kalija pa od 10 do 25 mg K₂O na 100 g tal.

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 Tončke Čečeve Enota center. 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 Tončke Čečeve, Enota Center (31.5.2019)**

Priloga 1: Fotografije vseh sond v tleh igrišča vrtca Tončke Čečeve, Enota Center (31.5.2019) - nadaljevanje

VTČ-EC S5	VTČ-EC S6	VTČ-EC S7
		

Priloga 2: Skupne vsebnosti elementov v tleh igrišča vrtca Tončke Čečeve, Enota Center (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 S7) vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica v Mestni občini Celje

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Hg	Pb
S1	1361	0-10	33,5	ND	17	43,5	366	9,7	ND	ND	ND	83,6
S1	1362	10-20	53,5	ND	24,5	48	500	12,9	ND	ND	ND	93
S1	1363	20-30	47	ND	20	41,5	229	9	ND	ND	4,2	101
S1	1364	30-40	60,5	ND	22,5	22	280,5	10,5	ND	ND	5,1	47,2
S3	1365	0-10	57	ND	18,5	43,5	354	14,6	ND	ND	ND	128
S3	1366	10-20	62	ND	28,5	89,5	876	25	ND	6,2	5,4	357,5
S3	1367	20-30	74,5	ND	25,5	80	636,5	27,5	ND	ND	5,8	318
S4	1368	0-10	65,5	ND	27,5	72	799,5	21	ND	7,1	4,4	227
S4	1369	10-20	76,5	ND	32,5	100,5	1231,5	37,5	ND	6,8	7,1	349
S4	1370	20-30	68,5	ND	31	101	1054	23,5	ND	5	4,9	310
S5	1371	0-10	44,5	ND	19	24,8	260,5	10,7	ND	ND	ND	67,8
S5	1372	10-20	48	ND	19	49	247,5	13,3	ND	ND	5,9	126
S5	1373	20-30	45	ND	23	62,5	515	15,6	ND	4,5	5,4	204,5
S5	1374	30-40	71	ND	33,5	129	1048	32	ND	7,5	7,5	384,5
S5	1375	40-50	52	ND	35	123,5	738	42,5	ND	ND	7,8	391,5
S5	1376	50-60	61,5	ND	28,5	99	418,5	26	ND	ND	6,5	225
S5	1377	60-70	54,5	ND	28,5	105,5	325	22,5	ND	ND	6,1	215,5
S5	1378	70-80	41	ND	25	94,5	246,5	16,5	ND	ND	6,5	164
S5	1379	80-90	50	ND	26,5	108,5	229	15,1	ND	ND	7,2	157
S6	1380	0-10	59,5	ND	30,5	46,5	396,5	10,3	ND	ND	3,8	130
S6	1381	10-20	66	ND	29	44,5	400,5	15,1	ND	ND	4,4	119,5
S6	1382	20-30	59	ND	34	70,5	521	17,3	ND	ND	5,9	173
S6	1383	30-40	49	ND	25	75,5	403	8,8	ND	ND	4,7	177,5
S6	1384	40-50	54	ND	31,5	85	589	17,2	ND	4,5	5,3	200
S6	1385	50-60	53	ND	30	131,5	610,5	24	ND	5	7,1	215,5
S6	1386	60-70	61,5	ND	32	118	521,5	17,6	ND	4,6	9,7	172,5

ND: Co, Mo < 10 mg/kg s.s.; Cd < 4,5 mg/kg s.s.; Hg < 4 mg/kg (ND pri Cd in Hg 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.

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 S7) vrtca Anice Černejeve, Enota Mavrica v Mestni občini Celje - nadaljevanje

Sonda	Lab. št.	Globina (cm)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cd	Hg	Pb
S7	1387	0-10	53,5	ND	17,5	29,5	195	11,3	ND	ND	ND	57,1
S7	1388	10-20	45,5	ND	18,5	35	270,5	10,9	ND	ND	4	82,2
S7	1389	20-30	72,5	ND	26,5	108	928	49	ND	6,2	ND	518
S7	1390	30-40	54,5	ND	24,5	97	856,5	26,5	ND	5,7	6,6	239
S7	1391	40-50	45,5	ND	27	93	756,5	27	ND	5,2	5,5	300,5
S7	1392	50-60	64,5	ND	34	123	1074	41	ND	5,3	6,7	431,5
S7	1393	60-70	53	ND	28	94,5	170,5	13,7	ND	ND	7	184
S7	1394	70-80	56	ND	19	111,5	170	14,6	ND	ND	6,1	144,5

ND: Co, Mo < 10 mg/kg s.s.; Cd < 4,5 mg/kg s.s.; Hg < 4 mg/kg (ND pri Cd in Hg 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.