



**Dodatne meritve onesnaženosti tal
v Vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji
(Skapinova)**

POROČILO
O ZGRADBI TAL IN
DODATNIH ANALIZAH
V TALNIH PROFILIH IN SONDAH

Ljubljana, 15. junij 2015

Univerza
v Ljubljani

Biotehniška
fakulteta
Oddelek za agronomijo



**Infrastrukturni center za
pedologijo in varstvo okolja**

Jamnikarjeva 101
1000 Ljubljana

Tel.: 01 320 3000
Fax: 01 423 10 88
Davčna št.: 94761795
Matična št.: 1626914

Datum: 15. junij 2015
Datoteka:
MOL 2015 Viski vrtci-Hisa pri ladji-profil

NAROČNIK: Mestna občina Ljubljana, Mestna uprava, Oddelek za predšolsko vzgojo in izobraževanje
Zarnikova 3, 1000 Ljubljana

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

PROJEKT: **Dodatne meritve onesnaženosti tal v Vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji
(Skapinova)**

**POROČILO O ZGRADBI TAL IN DODATNIH ANALIZAH V TALNIH
PROFILIH IN SONDAAH**

NAROČILO: Naročilnica št. N756009-15-0025, z dne 8.6.2015

ŠTEVILO IZVODOV: 3 izvodi

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

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

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

Opis profilov in sondiranje tal: mag. Marko ZUPAN, univ.dipl.ing.agr.
Vili SIJANEC
dr. Helena GRČMAN, univ.dipl.ing.agr.

Laboratorij v katerih so bile opravljene analize:

Analize svinca (Pb): Laboratorij Infrastrukturnega centra za pedologijo in varstvo okolja

Pooblaščen predstavnik ponudnika
dr. Helena GRČMAN

Vodja Infrastrukturnega Centra
za pedologijo in varstvo okolja
mag. Marko ZUPAN

Prodekan za področje agronomije
Prof. dr. Metka HUDINA

Dekan Biotehniške fakultete
Prof. dr. Davorin GAZVODA



KAZALO VSEBINE

1	IZHODIŠČA ZA RAZISKAVO	4
2	MATERIALI IN METODE	5
2.1	Izbir lokacij za dodatno sondiranje in izkop profilov v vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji (Skapinova)	5
2.2	Opis in vzorčenje tal v profilih in sondah.....	7
2.3	Priprava vzorcev in analize.....	7
3	REZULTATI	8
3.1	Opisi talnih profilov	8
3.1.1	Profil na zelenici, kjer je zborna mesto: VV0201- PROFIL Φ 2	8
3.1.2	Profil ob asfaltni poti med pergolo in lipo: VV0201- PROFIL Φ 1	10
3.1.3	Profil na zelenici z lipo: VV0201- PROFIL Φ 3	12
3.1.4	Profil na zelenici z lipo na lokaciji prekritih peskovnikov: VV0201- PROFIL Φ 4 .	14
3.1.5	Koncentracije Pb v talnih profilih	16
3.1.6	Koncentracije Pb v vzorcih skeleta.....	20
3.1.7	Sondiranje: slike odvzetih sond.....	21
3.1.8	Koncentracije Pb v vzorcih odvzetih iz sond.....	26
4	SKLEPNE UGOTOVITVE IN PREDLOGI	28
5	LITERATURA	29

1 IZHODIŠČA ZA RAZISKAVO

S projektno nalogo »Dodatne meritve onesnaženosti tal v Vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji- Skapinova« smo ugotovili, da je del igrišča močno onesnažen s svincem in ga bo potrebno sanirati. Vsebnosti Pb v reprezentativnem vzorcu z J dela igrišča so namreč presegale vrednosti 2000 mg/kg tal in so z globino naraščale. Ugotovljeno je bilo, da bo za sanacijo igrišča verjetno potreben odkop in deponiranje onesnažene zemljine, navoz nove čiste zemljine in celostna ureditev površine igrišča. Da bi ugotovili, kateri navožen material je bil vir Pb, do katere globine sega in da bi lahko izdelali oceno količin zemljine, ki bi jo bilo potrebno odpeljati, so bile potrebni dodatni izkopi talnih profilov in sondiranje do globine 90 cm po celotnem igrišču.

V okviru raziskave smo opravili izkop in popis tal v štirih širokih profilih in sondiranje na 18 lokacijah po celotnem delu igrišča. Vzorce smo odvzeli iz vseh ugotovljenih plasti iz profilov (skupaj 26) in iz desetcentimetrskih slojev zemljine iz 18 odvzetih sond (skupaj 141). V vseh vzorcih smo izmerili koncentracije Pb. Koncentracije Pb smo izmerili tudi v skeletu, to je v delcih različnih navoženih kamnin, ki smo jih našli v talnih plasteh v profilih.

Na osnovi morfološkega opisa slojev tal iz profilov in na osnovi analize koncentracij Pb v odvzetih vzorcih tal smo ugotovili (I) zgradbo tal na onesnaženem območju, (II) izvor onesnaženja s Pb, (III) globino kontaminiranega sloja, (IV) prostorsko variabilnost onesnaženja. Rezultati bodo služili izdelavi strategije in izvedbenega načrta sanacije igrišča.

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Izbor lokacij za dodatno sondiranje in izkop profilov v vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji (Skapinova)

Na osnovi predhodnega poročila (april 2015), kjer smo analizirali povprečne (reprezentativne) vzorce tal iz 11 posameznih zelenic v globinah 0-10 cm, 10-20 cm in 20-30 cm in 3 površinske vzorce ob igralih v vrtcu Hiša pri ladji, smo se odločili za izkop pedoloških profilov. Izkop pedološke jame oziroma pedološkega profila nam omogoča določiti zgradbo tal ter kvantitativno oceno antropogenih vplivov.

Talni profili so bili izkopani strojno 1. junija 2015. Izbrali smo tri lokacije na onesnaženem območju (profili $\Phi 1$, $\Phi 3$ in $\Phi 4$) ter eno lokacijo (profil $\Phi 2$) na neonesnaženem delu vrtca (zelenica kjer je 'zborna' mesto), kjer smo predvidevali, da je sestava tal nespremenjena od odprtja vrtca (Preglednica 1 in Slika 1).

Na osnovi opisa profilov in preliminarnih analiz koncentracij Pb smo določili še dodatne lokacije, kjer smo s sondiranjem do globine 0,9 m odvzeli točkovne vzorce tal, predvsem z namenom ugotoviti globino in prostorsko razporeditev onesnaženih slojev tal. Več sond smo predvideli v SV delu vrtca (za zgradbo), na zelenicah ki so bližje onesnaženim zelenicam (VVO0201-5, VVO0201-6, VVO0201-7) in na manjših zelenicah, ki jih spomladi 2015 nismo vzorčili (Slika 1). Sondiranje smo izvedli 10.6.2015.

Preglednica 1: Izbrane lokacije talnih profilov za dodatno ugotovitev zgradbe tal in določitve globine onesnaženosti tal v vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji (Skapinova)

Številka profila	Lokacija profila	Koda in opis lokacije povprečnega vzorca zelenice
VV0201- $\Phi 1$	Med lokacija 5 in 6 ob asfaltirani potki	VV0201-5: Ob pergoli VV0201-6: Ob drevesu
VV0201- $\Phi 2$	Blizu table 'zborna mesto' – zelenica brez večjih posegov od leta 1949	VV0201-2: Zelenica pod drevesi ob Skapinovi ulici (zborna mesto).
VV0201- $\Phi 3$ VV0201- $\Phi 4$	Dva profila na zelenici, kjer smo izmerili največje vsebnosti Pb	VV0201-7: Zelenica ob meji s Kandus



Slika 1: Lokacije izkopa profilov in globokega sondiranja za določitev zgradbe tal in dodatnih meritev onesnaženosti tal v vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji (Skapinova)

2.2 Opis in vzorčenje tal v profilih in sondah

Izkop profila tal, ki je običajno prerez tal od površine do matične podlage, naredimo kadar želimo določiti vrsto tal in odvzeti vzorce tal po talnih slojih (horizontih). Vertikalni izkop na eni strani očistimo in s pomočjo morfoloških lastnosti določimo talne horizonte. Morfološke lastnosti, ki jih določimo opisno so: globina in debelina posameznega horizonta, konzistenca, struktura, tekstura, barva, delež organske snovi, delež večjih delcev kamnine ($> 2\text{mm}$), vlaga, prekoreninjenost, novotvorbe in vrsta ter delež antropogenih vplivov oziroma primesi. Talni horizonti so naravni sloji tal, ki imajo enake lastnosti in se od ostalih horizontov v tleh razlikujejo vsaj v eni lastnosti. V naravnih tleh se razlike med horizonti naredijo zaradi tlotvornih procesov in zaporedje diagnostičnih horizontov določa talni tip. V antropogenih tleh so naravne plasti spremenjene oziroma premešane, včasih samo zgoraj (ornica na njivah), lahko pa tudi bolj globoko (rigolana tla vinogradov). Tla v urbanem okolju prav tako spadajo med antropogena tla, vendar so za razliko od antropogenih vplivov kmetijske rabe posegi v naravno zgradbo tal zelenic in vrtov v mestih ali okoli zgradb bolj drastični; horizonti so večinoma popolnoma premešani, poleg prenesenih talnih slojev in zemljine (avtohtona tla) v urbanih tleh najdemo ostanke gradbenega materiala in drugih ostankov (odpadkov) nastalih ob gradnji, tamponske (nosilne) sloje, drenažne plasti, pogrebene (zakopane) sloje humoznih horizontov in podobno.

Profili so bili izkopani do globine 1,1 – 1,3 m, v spodnjih plasteh smo naleteli na enak mineralni sloj avtohtonih (prvotnih) tal. V profilih smo določili od 6 do 8 slojev in vsakega opisali (točka 3) ter odvzeli vzorec za fizikalno kemijske preiskave. Skupno smo v štirih profilih odvzeli 26 točkovnih vzorcev tal.

Za določitev prostorske razprostranjenosti in globine onesnaženih tal smo dodatno opravili sondiranje z žlebasto sondo dolžine 1m. Laboratorijske preiskave smo usmerili le na prisotnost Pb in nekaterih spremljajočih kovin, zato nismo potrebovali večje količine vzorca za izvedbo meritev in vzorcev različnih sond nismo združevali. Na ta način smo dobili večje število vzorcev za horizontalno in vertikalno opredelitev onesnaženosti tal s Pb. Skupno smo izvedli sondiranje na 18 lokacijah (S-1, S-2, ..., S-18), vzorce smo odvzeli vsakih 10 cm; v sondah smo pridobili od 3 do 9 vzorcev, skupno na 18 lokacijah 141 vzorcev.

2.3 Priprava vzorcev in analize

V laboratoriju smo vzorce najprej ročno zdrobili, homogenizirali, premestili v papirnate vrečke in jih sušili pri 40°C 3-4 dni. Suhe talne vzorce smo strli v keramični terilnici, presejali skozi 2 mm sito in shranili v papirnatih škatlicah in vrečkah. Za analizo Pb smo vzorce dodatno strli v ahatni terilnici do velikosti $250\ \mu\text{m}$. Vsebnost Pb v talnih vzorcih smo merili z metodo rentgenske fluorescenčne spektrometrije. Vsebnost Pb v vzorcih skeleta smo merili z metodo atomske absorpcijske spektrometrije po mikrovalovnem razkroju z zlatotopko (ISO 11466, 1995; ISO/DIS 11047, 1995). Kontrolo analitskih postopkov smo zagotovili s slepimi vzorci in referenčnim materialom ALVA.

3 REZULTATI

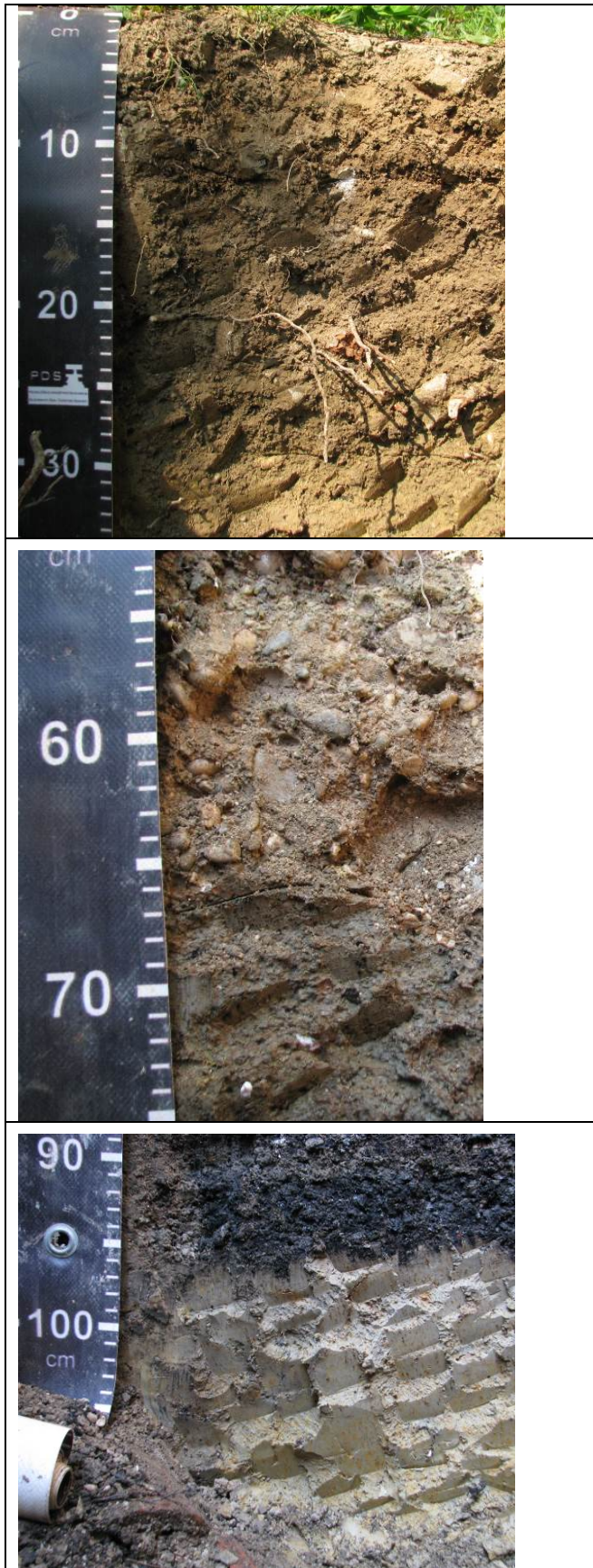
3.1 Opisi talnih profilov

3.1.1 Profil na zelenici, kjer je zborna mesto: VVO201- PROFIL Φ 2

Profil VVO201- Φ 2 je izkopen na zelenici kjer je 'zborna mesto'. Analize združenih vzorcev opravljenih aprila 2015 (VVO201-2) so pokazale nekoliko povečano vsebnost Pb v slojih 0-10 cm in 10-20 cm in neonesnaženost v sloju 20-30 cm. Zgradba tal kaže veliko različnih slojev, tudi drenažne plasti in sloj žlindre v globini 76 cm; ostanek prvotnih tal (le mineralni del) je na tej lokaciji na globini 95 cm.



	<p>0 – 30 cm; površinsko nasutje ilovnate teksture, srednje humozno, grudičaste do oreškaste strukture, s 5 – 10 % skeleta, mešane oblike;</p> <p>30 – 50 cm; dva sloja mineralnih tal, skeleta < 5 %, organska snov po rovih korenin, veliko deževnikov</p> <p>50 – 65 cm; drenažni sloj iz proda velikosti do 80mm, delež peska < 10 %</p> <p>65 – 76 cm; mineralni sloj meljasto ilovnate teksture, malo marmoracij in kosi lončevine</p> <p>76 – 95 cm; antropogeni material (leš, žlinda, kurilni ostanki, ...)</p> <p>95 – 110 cm +; mineralni za vodo slabše propustni sloj (marmoracije) meljasto ilovnate do glinasto ilovnate teksture, (predvidoma prvotna tla)</p>	
--	--	--



Slika 2: Tla na lokaciji 'zborna mesto' ob zadnji prenovi (2001/2002) niso bila spremenjena; profil (VVO201- Φ 2) je sestavljen iz različnih humusnih, mineralnih in drenažnih slojev, nad mineralnim delom prvotnih tal je nasutje žindre oziroma kuriščnih ostankov (leš)

3.1.2 Profil ob asfaltni poti med pergolo in lipo: VV0201- PROFIL Φ1

Profil VV0201-Φ1 je izkopan na zelenici na levi strani potke, ki vodi mimo pergole proti igriščem na vzhodni strani zgradbe. Analize združenih vzorcev 'Ob drevesu' (VV0201-6) in 'Ob pergoli' (VV0201-5) opravljene aprila 2015 so pokazale kritično onesnaženost predvsem v slojih 10–20 cm in 20–30 cm. Zgradba tal kaže več plasti, ki so bile nasute preko prvotnih tal, ki so na tej lokaciji na globini 78 cm.



0 – 40 cm;

površinsko nasutje s teksturno lažjo zemljino in veliko skeleta (ostrorob gramoz karbonatnega porekla), ki ga je največ v globini od 10 – 25 cm)

40 – 55 cm;

mineralni sloj meljasto ilovnate teksture, gost, nekoliko drobljiv, z malo skeleta in posameznimi kosi opeke

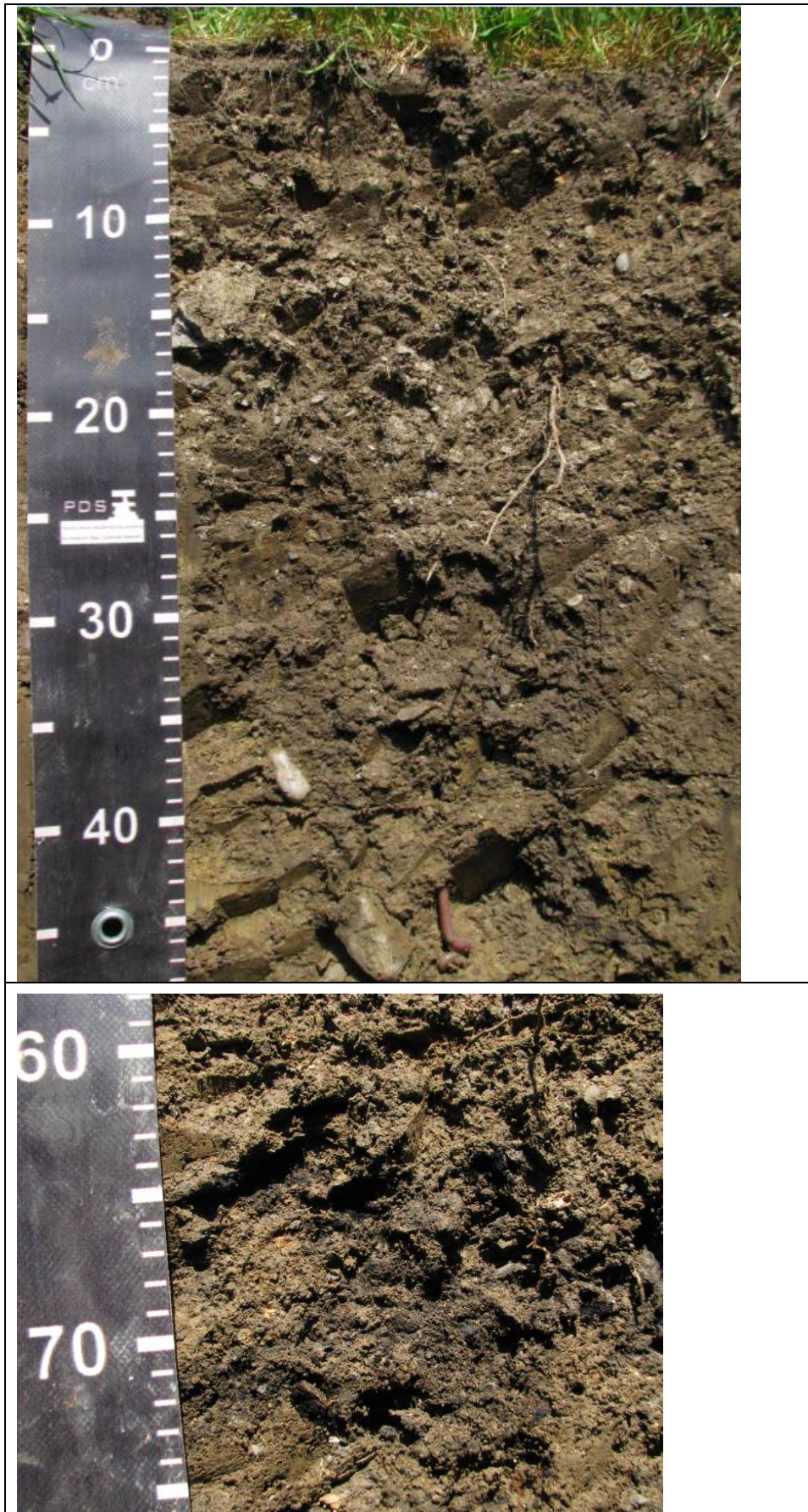
55 – 78 cm;

sloj z ostanki oglja (kurišče gradbenih odpadkov)

78 – 120 cm +;

predvidoma prvotna tla, slabo humozen včasih površinski horizont in spodaj mineralni za vodo slabo propustni (marmoracije) horizont tal





Slika 3: Nasutje zemljine s karbonatnim gramozom do globine 40 cm in ostanki kurišča na globini 55 – 78 cm v profilu VVO201-Φ1.

3.1.3 Profil na zelenici z lipo: VV0201- PROFIL Φ3

Profil VVO201-Φ3 je izkopan na zelenici z lipo, kjer smo pri analizi združenih vzorcev aprila 2015 (VVO201-7) zabeležili največjo (kritično) onesnaženost, ki narašča od površine do globine 30 cm.

Zgradba tal kaže na nasutje dveh plasti preko prvotnih tal, ki so na tej lokaciji na globini 85 cm.



0 – 40 cm;

površinsko nasutje s teksturno lažjo zemljino in veliko skeleta (ostrorob gramoz karbonatnega porekla), ki ga je največ v globini od 0 -10 cm)

40 – 85 cm;

mineralni sloj, glinasto ilovnate teksture, gost, zbit, težko drobljiv, za vodo je slabše propusten (marmoracije), vsebuje posamezne koščke opeke

85 – 130 cm;

predvidoma prvotna tla, slabo humozen nekdanj površinski horizont in spodaj mineralni za vodo slabo propustni (marmoracije) horizont tal





Slika 4: Teksturno lažja tla z veliko karbonatnega gramoza na površini tal profila VVO201- Φ 3 (zgoraj) in prehod v prvotno površino tal, ki je na tej lokaciji na globni 85 cm – dobro je viden s humusom temnejši prvotni površinski horizont in pod njim mineralni za vodo slabo propustni horizont na globni 115 cm

3.1.4 Profil na zelenici z lipo na lokaciji prekritih peskovnikov: VV0201-PROFIL Φ4

Profil VV0201-Φ4 je izkopan na zelenici z lipo, kjer smo pri analizi združenih vzorcev aprila 2015 (VV0201-7) zabeležili največjo (kritično) onesnaženost, ki narašča od površine do globine 30 cm. Pri izkopu profila smo naleteli na zasuto peščeno igrišče ograjeno z lesenimi palisadami in betonom. Zgradba tal kaže na nasutje onesnažene zemljine preko dveh plasti pranega peska ločenih s tkanino. Tudi na tej lokaciji so prvotna tla na globini 85 cm.



0 – 28 cm;

površinsko nasutje s teksturno lažjo zemljino, delež skeleta od 10 – 20 vol% (ostrorob gramoz karbonatnega porekla), več ga je zgoraj; prisotni kosi opeke (tudi večji kosi cele opeke)

28 – 45 cm;

sloj pranega peska (< 8mm), pred prenovo površina otroškega igrišča (ograjeno z betonom in leseno palisado), v njega se spira prekrivna zemljina

45 – 62 cm;

sloj pranega peska (8 – 32 mm), plasti peska so med seboj ločene s filcasto tkanino

62 – 83 cm;

mineralni sloj, gost, zbit, glinasto-ilovnate teksture, prisotni le posamezni kosi skeleta, rovi deževnikov

83 – 120 cm +;

predvidoma prvotna tla, slabo humozen nekdanj površinski horizont in spodaj mineralni za vodo slabo propustni (marmoracije) horizont tal

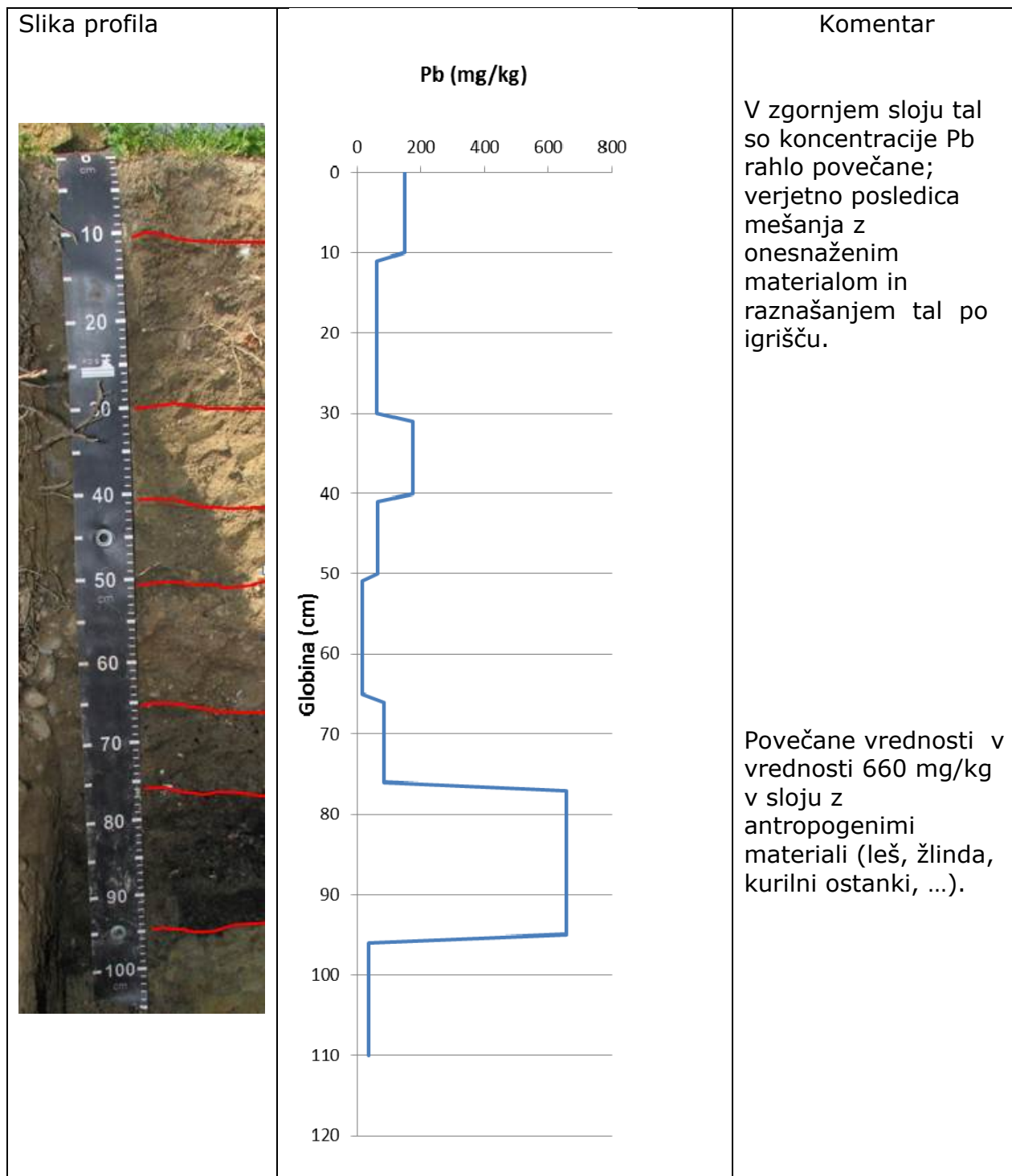




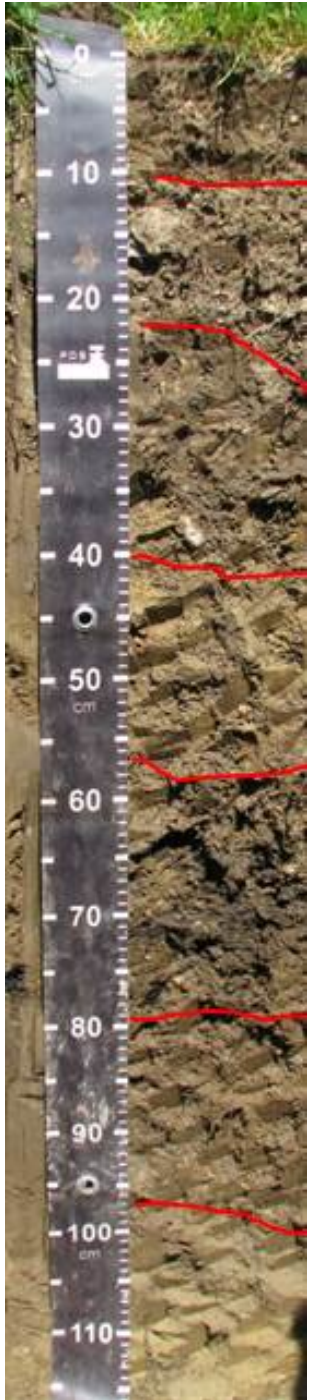
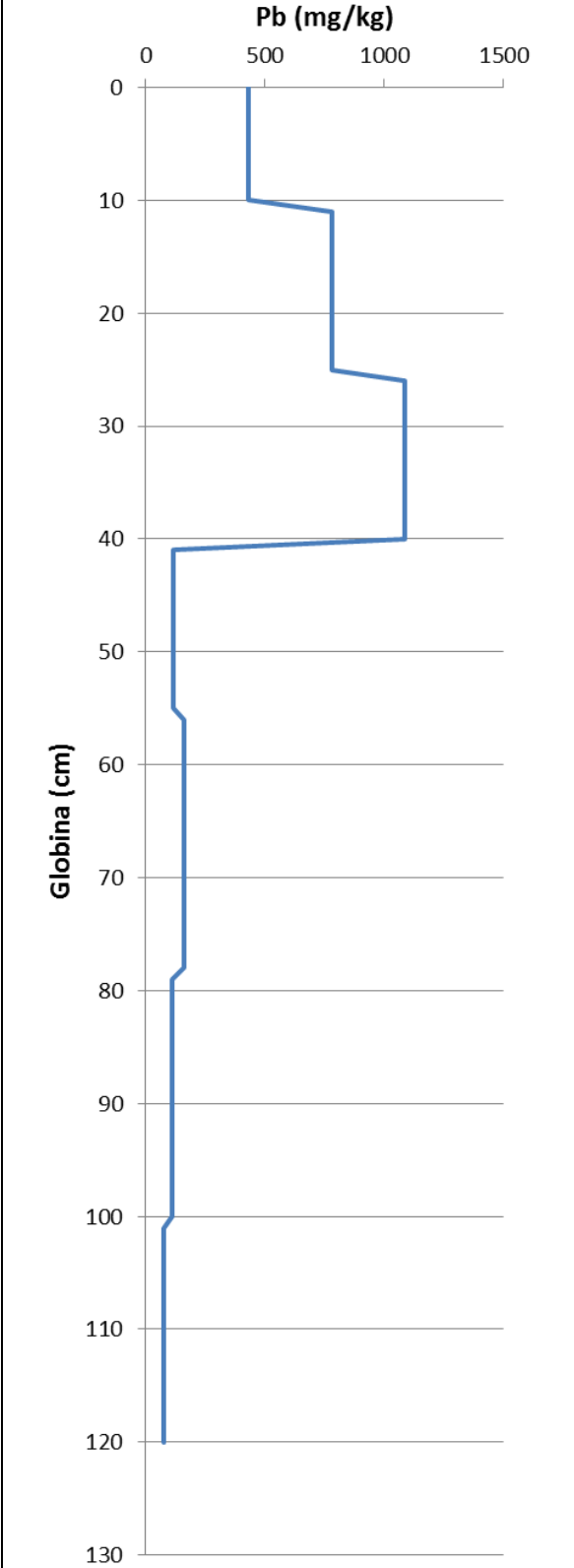
Slika 5: Pri izkopu profila VVO201- Φ 4 smo naleteli na peskovnik ograjen z leseno palisado in betonom. Domnevno onesnažena zemljina s karbonatnim skeletom je nasuta neposredno na plast finega pranege peska pod katerim je sloj grobega pranege peska. Plasti peska so ločene med seboj s tkanino. V profilu smo našli več kosov cele opeke in 'pozabljeno' otroško lopatko. Globina prvotnih tal je tudi na tem mestu okoli 85 cm.

3.1.5 Koncentracije Pb v talnih profilih

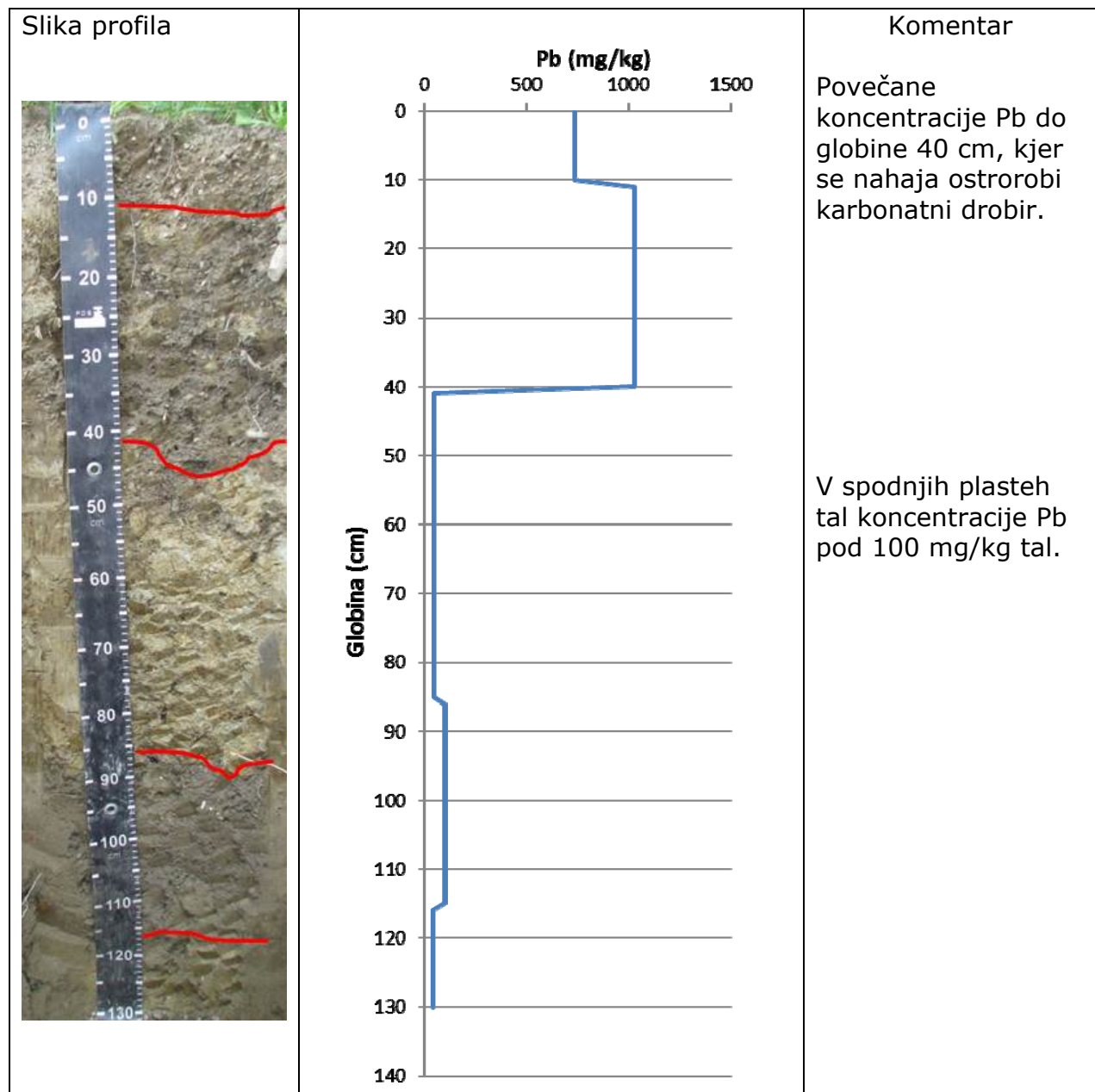
3.1.5.1 Koncentracije Pb v profilu VV0201- PROFIL Ø2



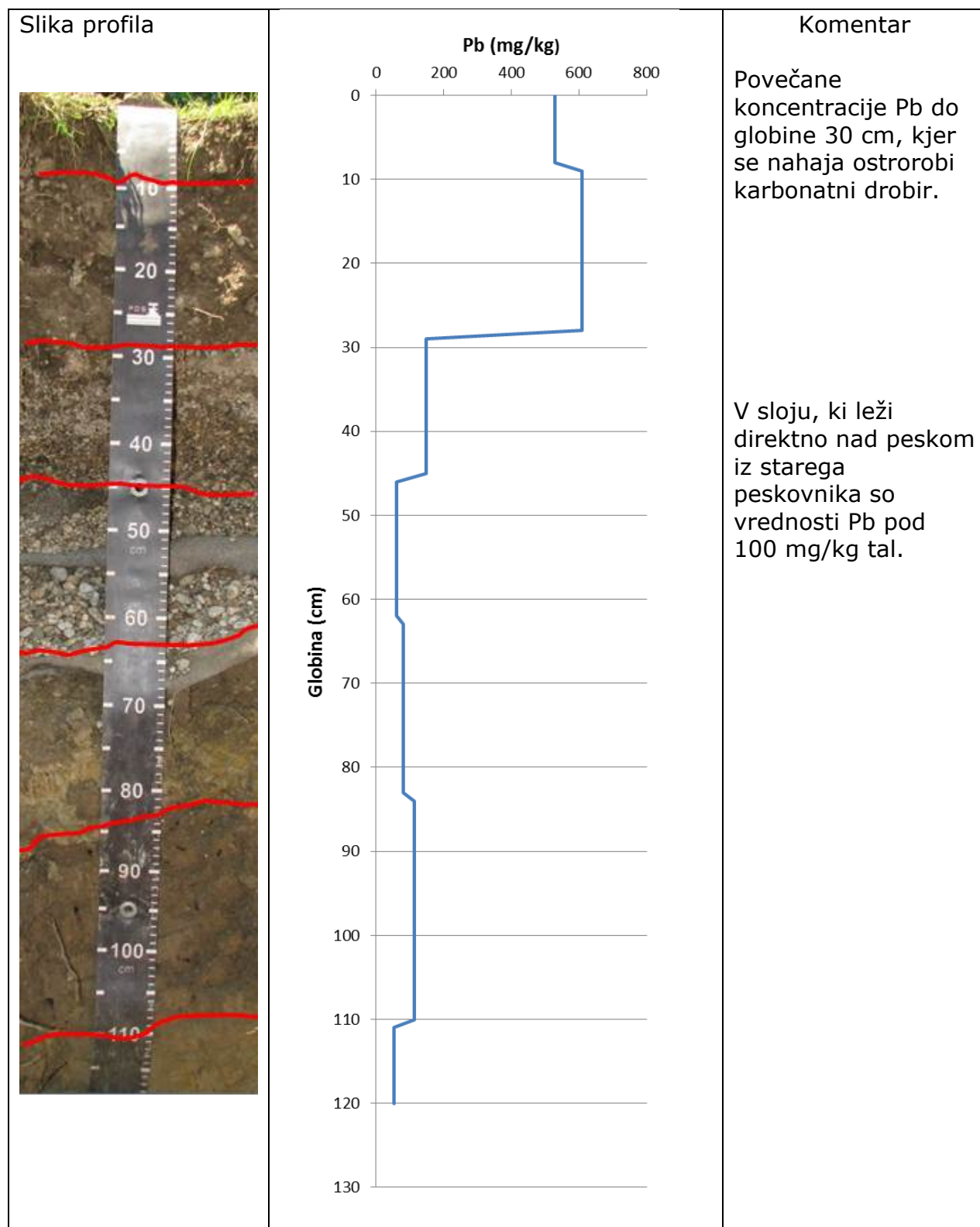
3.1.5.2 Koncentracije Pb v profilu VV0201- PROFIL Φ1

Slika profila		Komentar																														
	 <table border="1" data-bbox="512 331 1098 1917"> <caption>Data points from the Pb concentration profile graph</caption> <thead> <tr> <th>Globina (cm)</th> <th>Pb (mg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>~1000</td></tr> <tr><td>10</td><td>~1000</td></tr> <tr><td>20</td><td>~800</td></tr> <tr><td>30</td><td>~700</td></tr> <tr><td>40</td><td>~700</td></tr> <tr><td>50</td><td>~700</td></tr> <tr><td>60</td><td>160</td></tr> <tr><td>70</td><td>~700</td></tr> <tr><td>80</td><td>~700</td></tr> <tr><td>90</td><td>~700</td></tr> <tr><td>100</td><td>~700</td></tr> <tr><td>110</td><td>~700</td></tr> <tr><td>120</td><td>~700</td></tr> <tr><td>130</td><td>~700</td></tr> </tbody> </table>	Globina (cm)	Pb (mg/kg)	0	~1000	10	~1000	20	~800	30	~700	40	~700	50	~700	60	160	70	~700	80	~700	90	~700	100	~700	110	~700	120	~700	130	~700	<p>Povečane koncentracije Pb v tleh se pojavljajo v prvih treh slojih, kjer je prisoten ostrorobi karbonatni drobir. Vrednosti z globino naraščajo; večja se tudi delež skeleta.</p> <p>Rahlo povečane vrednosti Pb (160 mg/kg) v plasti, kjer so bili ostanki kurišča gradbenih odpadkov.</p> <p>V spodjem avtohtonem sloju tal so vrednosti Pb pod 100 mg/kg.</p>
Globina (cm)	Pb (mg/kg)																															
0	~1000																															
10	~1000																															
20	~800																															
30	~700																															
40	~700																															
50	~700																															
60	160																															
70	~700																															
80	~700																															
90	~700																															
100	~700																															
110	~700																															
120	~700																															
130	~700																															

3.1.5.3 Koncentracije Pb v profilu VV0201- PROFIL Ø3



3.1.5.4 Koncentracije Pb v profilu VV0201- PROFIL Ø4



3.1.6 Koncentracije Pb v vzorcih skeleta

Pri pripravi talnih vzorcev za analize smo ločevali skeletne delce s sejanjem preko 2 mm sita. Ker smo v vseh slojih z velikimi koncentracijami Pb našli tudi ostrorobi kamninski drobir karbonatnega značaja, smo izmerili koncentracije Pb tudi v frakciji skeleta. Analiza je potrdila, da skelet, ki vsebuje kamninski drobir, vsebuje preko 1000 mg/kg Pb in je verjetni izvor Pb v tleh na igrišču.

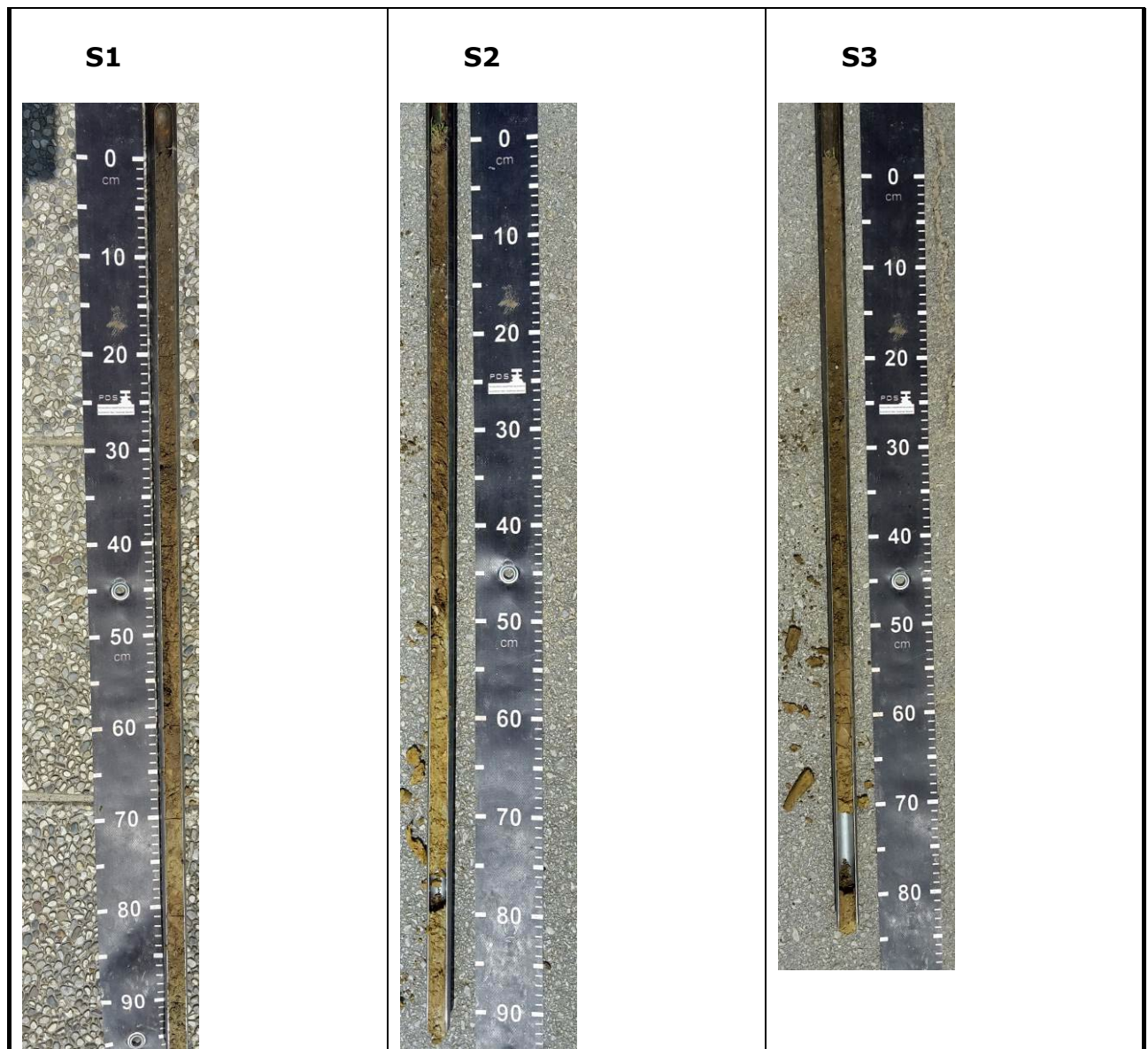
Ločili in shranili smo tudi prani pesek iz starega peskovnika, ki je bil nekoč namenjen igri otrok. Analize so pokazale, da je koncentracija Pb v tem pesku majhna (54 mg/kg).

Preglednica 2: Koncentracije Pb v skeletu, ki je bil s sejanjem ločen od talnih delcev.

Vzorec	Vrsta materiala	Koncentracija Pb (mg/kg)
Profil 1: 25-40 cm	skelet, ki vsebuje ostrorob gramoz karbonatnega porekla	1101
Profil 3: 10-40 cm	skelet, ki vsebuje ostrorob gramoz karbonatnega porekla	1037
Profil 4: 28-45 cm	prani pesek (< 8mm) za igro v starih peskovnikih	54

3.1.7 Sondiranje: slike odvzetih sond

Sondiranje med igrali za zgradbo blizu zelenjavnega vrta: S1, S2 in S3

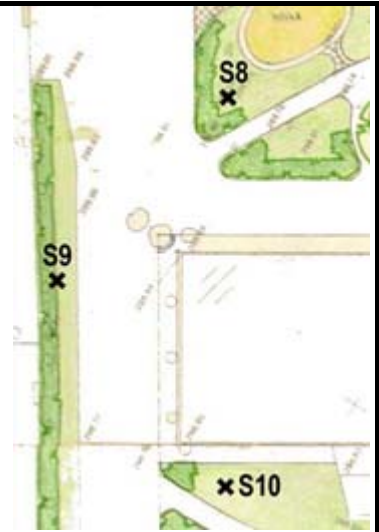


Sondiranje med igrali za gradbo: S4, S5, S6 in S7



S4	S5	S6	S7

Sondiranje ob dovozni poti: S8, S9 in S10



S8



S9



S10



Sondiranje zelenic ob Skapinovi ulici:
S11, S12, S13 in S18



S11



S12



S13



S18



Sondiranje ob zgradbi in zelenicah med lipo in lesenim podestom: S14, S15, S16 in S17



S14



S15



S16



S17



3.1.8 Koncentracije Pb v vzorcih odvzetih iz sond



Ugotovili smo, da je heterogenost tal zelo velika. Močno onesnaženi sloji se pojavljajo večinoma na J delu igrišča (S12-S18). Izjema je sonda S9, kjer so v zgornjem sloju tal koncentracije preko 800 mg/kg. Sonda S9 je bila odvzeta v neposredni bližini asfaltirane dovozne poti, kar je verjetno posledica ostankov gradbenega materiala, to je ostrorobega kamninskega drobirja karbonatnega značaja, ki so ga uporabili ob asfaltiranju poti.

V sondi 12, ki se nahaja v neposredni bližini zidanega objekta ob Skapinovi ulici, so zelo velike koncentracije Pb v celotnem talnem profilu do globine 90 cm, kar bi prav tako lahko bilo posledica ostankov onesnaženega materiala ob gradnji tega objekta.

Ekstremno velike koncentracije Pb, preko kritične vrednosti, se pojavljajo na območju sond S15 - S18, večinoma do globine 50 cm. V spodnjih globinah so vrednosti preko opozorilne vrednosti.

Velika heterogenost v koncentracijah Pb kaže, da je bil material navožen in razporejen po površini zelo neenakomerno in da je verjetno velika variabilnost tudi v vsebnosti Pb v tem materialu. Onesnažen material je bil razporejen po J delu igrišča, kjer so bili prej stari peskovniki in pomešan z rodovitno zemljino, ki je bila pripeljana od drugod ali so jo odstranili iz površin, kjer so urejali poti in igrala.

Preglednica 3: Vsebnost svinca (Pb) v posameznih slojih tal (mg/kg zračno suhih tal) odvzetih iz 18 sond v vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji (Skapinova).

globina	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
cm	Koncentracija Pb (mg/kg)																	
0-10	35	36	107	127	72	79	158	37	825	38	117	469	69	1140	227	2790	985	1140
10-20	37	42	309	131	121	-	289	34	550	32	200	767	128	1220	174	6620	1130	918
20-30	40	65	63	120	187	-	193	32	87	38	268	1400	393	1460	1490	9380	773	2660
30-40	39	52	51	109	30	-	109	49	37	79	222	1970	371	203	1550	4710	2390	5970
40-50	44	44	57	65	-	78	65	62	42	31	122	2030	401	130	105	2070	771	5880
50-60	47	43	51	66	-	50	65	55	132	80	203	2000	720	109	110	399	276	-
60-70	43	27	40	53	-	-	69	28	27	58	111	1280	156	94	345	541	56	133
70-80	36	22	-	39	-	-	-	23	-	45	89	652	81	43	-	331	41	231
80-90	34	30	-	29	-	-	-	24	-	32	79	997	82	-	-	182	109	272

Polja so pobarvana v skladu z Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l. RS 68/96). Vrednosti pod mejno vrednostjo so pobarvane zeleno; med mejno in opozorilno rumeno; med opozorilno in kritično rdeče in nad kritično vrednostjo vijolično. Za nekatere globine pri posameznih sondah ni podatka ker so bila tla plitva oziroma smo naleteli na oviro (npr. S3, S5, S7, S9, S15) ali je pri izvleku sonde material izpadel iz sonde (S6, S18).

4 SKLEPNE UGOTOVITVE IN PREDLOGI

Na osnovi opisa talnih profilov in analize materialov iz profilov in sond smo ugotovili, da je sestava tal zelo heterogena. Našli smo dva izvora svinca: (I) leš na globini 76-95 cm v drugem profilu in (II) ostrorobi kamninski drobir karbonatnega značaja (profili 1, 3 in 4), ki se je verjetno kot gradbeni material uporabil pri zadnji prenovi igrišča (asfaltiranje poti, izgradnja objekta ob Skapinovi ulici, zasutje starih peskovnikov).

Koncentracije Pb v tleh v sloju, kjer smo našli kurilne ostanke (leš) so malo nad kritično vrednostjo (660 mg/kg). Leš smo identificirali le v profilu 2 na globini 76 do 95 cm, vendar se verjetno mestoma pojavlja tudi drugod. Po pripovedovanju hišnika vrtca, je bil leš nekoč uporabljen za nasutje poti, ki je bila nato asfaltirana.

Drugi izvor onesnaženja je verjetno ostrorobi kamninski drobir karbonatnega značaja, ki so ga verjetno uporabili kot gradbeni material pri prenovah igrišča (asfaltiranju poti, zidanju objekta ob Skapinovi, ob nasutju starih peskovnikov). Pojavlja se ob dovozni asfaltirani poti, ob zidanem objektu in na J delu igrišča, kjer prekriva stare peskovnike. Pomešan je z rodovitnim delom tal, ki je bil bodisi prinešen ali so ga odrinili pri gradnji poti in objekta ob Skapinovi.

Velika heterogenost v koncentracijah Pb v tleh (od nekaj sto do več tisoč mg/kg tal) kaže, da je bil material navožen in razporejen po površini zelo neenakomerno in da je verjetno velika variabilnost tudi v vsebnosti Pb v tem materialu. V nadaljevanju bi bilo smiselno ugotoviti, kdaj so omenjene gradnje potekale, ter pregledati dokumentacijo uporabljenega materiala.

Predlagamo, da se za analizo odpadka odvzame povprečni reprezentativni vzorec iz J dela igrišča do globine 50 cm (območje sond S11-S18). Na osnovi analize skupne vsebnosti nevarnih snovi in snovi v izlužku, ter na osnovi ugotovljenega izvora tega materiala, naj se poišče primerno deponijo.

5 LITERATURA

Grčman H., Zupan M., Tič I. 2014 Monitoring stanja tal izbranih otroških igrišč javnih vrtcev v Mestni občini Ljubljana - leto 2014: poročilo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja, 42 str.

Grčman, Helena, Zupan, Marko, Tič Irena. 2015. Dodatne meritve onesnaženosti tal v Vrtcu Viški vrtci, enota Hiša pri ladji (Skapinova): poročilo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja, 44 str.

ISO 11407. Soil quality – Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc- Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods. 1995: 29 str.

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

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

Zupan M., Grčman H., Lobnik F. 2008. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 63 str.

Prus T., Kralj T., Vrščaj B., Zupan M., Grčman H. 2015. Slovenska klasifikacija tal. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 46 str.