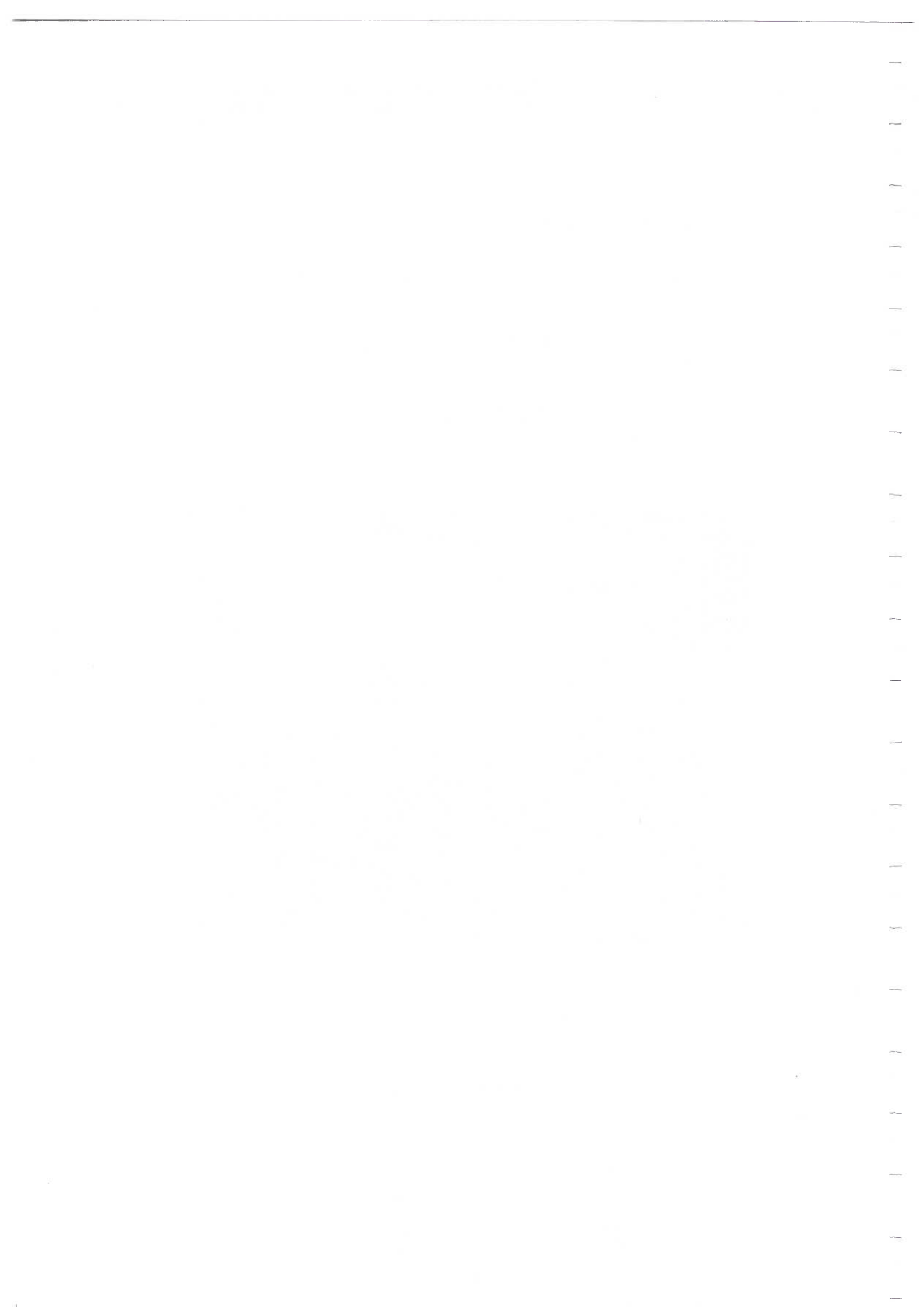


Pregled onesnaženosti tal s težkimi kovinami na območju dveh vrtcev v občini Kanal ob Soči

Končno poročilo



Ljubljana, 26.5.2017



Pregled onesnaženosti tal s težkimi kovinami na območju dveh vrtcev v občini Kanal ob Soči

Končno poročilo

Avtorji:

Marjan Šinkovec, univ.dipl.inž.geol., Petra Mežič, mag.inž.agr., dr. Borut Vrščaj, univ.dipl.inž.agr.

Izvajalec: Kmetijski inštitut Slovenije

Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire

Odgovori nosilec

dr. Borut Vrščaj, Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire;
Hacquetova ulica 17, SI1000 Ljubljana; Slovenija

E: Borut.Vrscaj@kis.si; T: +386 (0)1 280 52 90;

<http://www.kis.si/okenv/>

Dodatne informacije

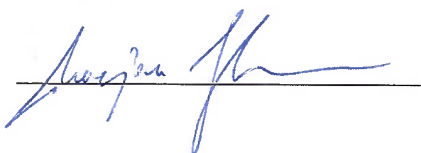
Marjan Šinkovec E: Marjan.Sinkovec@kis.si; T: +386 (0)1 280 52 29;

Kontaktna oseba na Občini Kanal ob Soči: Matejka Maver Pregelj

Obdobje izvajanja: april-maj 2017

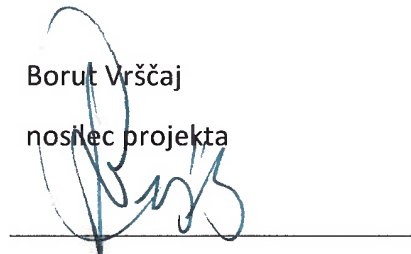
Marjan Šinkovec

vodja projekta



Borut Vrščaj

nosilec projekta



Izveček

Predhodne raziskave so pokazale, da so na območju Občine Kanal ob Soči (OKS) vrednosti posameznih težkih kovin v tleh povišane in lahko pri določenih vrstah rabe pomenijo verjetnost škodljivih učinkov in vplivov na zdravje človeka ali okolje. Pri pregledu onesnaženosti tal treh vrtcev v občini Kanal ob Soči junija 2016 so glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. list RS, št. 68/96) določeni parametri presegali mejne imisijske (baker, kadmij, nikelj in kobalt) in opozorilne imisijske vrednosti (nikelj). Glede na navedeno uredbo smo stanje na dveh otroških igriščih opredelili s srednjo stopnjo tveganja (Vrtec Kal nad Kanalom in Vrtec Kanal) in eno z majhno stopnjo tveganja za otroke (Vrtec Deskle).

Namen projektne naloge je bil ponoven pregled in ugotovitev stopnje onesnaženosti tal na otroških igriščih Vrtca Kanal in Vrtca Deskle ter glede na pretekle rezultate:

- oceniti obseg onesnaženja in pripraviti konkretne sanacijske ukrepe oz. ukrepe za zmanjšanje tveganj za zdravje;
- oceniti stopnje tveganja za otroke, glede na izmerjene vrednosti težkih kovin.

Rezultati so pokazali, da glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. list RS, št. 68/96) določeni parametri presegajo mejne imisijske (baker, kadmij, nikelj, živo srebro) in opozorilne imisijske vrednosti (živo srebro). Glede na Uredbo (Ur. list RS, št. 68/96) smo stanje na otroškem igrišču Vrtca Kanal opredelili s srednjo stopnjo tveganja, na otroškem igrišču Vrtca Deskle pa z majhno stopnjo tveganja za zdravje otrok. Glede vrednosti naravnega ozadja parametrov v tleh pa smo stanje tal na obeh lokacijah ocenili kot slabo, saj vrednosti za živo srebro presegajo tudi 20-kratnik vrednosti naravnega ozadja.

Za otroški igrišči Vrtca Kanal in Vrtca Deskle tako ocenjujemo, da je stanje slabo in da so za zagotovitev ponovnega dobrega stanja potrebni dodatni ukrepi za zmanjšanje tveganj prehajanja težkih kovin iz tal v človeka/otroka. V tej študiji priporočamo zamenjavo zgornjega dela tal na otroških igriščih.

Vsebina

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | UVOD IN OZADJA | 1 |
| 1.1 | Problematika in ozadja | 1 |
| 1.2 | Vrednotenje rezultatov v skladu z Uredbo o vrednosti nevarnih snovi v tleh | 3 |
| 2 | NAMEN RAZISKAVE..... | 3 |
| 3 | POSTOPKI IN METODE DELA | 3 |
| 3.1 | Vzorčenje | 3 |
| 3.2 | Laboratorijske analize | 5 |
| 3.3 | Obdelava podatkov onesnaženja tal | 6 |
| 4 | REZULTATI..... | 7 |
| 4.1 | Stanje in vzorčenje tal..... | 7 |
| 4.2 | Rezultati kemijskih analiz vzorcev tal | 13 |
| 5 | POVZETEK UGOTOVITEV | 16 |
| 5.1 | Interpretacija rezultatov glede na Uredbo1996 in parametre naravnega ozadja v tleh..... | 16 |
| 5.2 | Predlog ukrepov | 16 |
| 6 | VIRI IN LITERATURA | 17 |
| 7 | PRILOGE | 18 |

Kazalo slik

| | | |
|----------|--|----|
| Slika 1: | Lokaciji vzorčnih mest..... | 2 |
| Slika 2: | Primer razporeditve vzorčnih mest na preiskovanem otroškem igrišču..... | 4 |
| Slika 3: | Čiščenje talnega profila in vzorčenje z leseno lopatko do globine 10 cm. | 4 |
| Slika 4: | Lokacije vzorčenj pri Vrtcu Kanal. | 7 |
| Slika 5: | Območja A, B, C in D in izkopani profili na otroškem igrišču Vrtca Kanal. | 9 |
| Slika 6: | Lokacije vzorčenj pri Vrtcu Deskle. | 10 |
| Slika 7: | Območja A, B in C in izkopani profili na otroškem igrišču Vrtca Deskle..... | 12 |
| Slika 8: | Vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih glede na vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji. *večkratniki presežkov | 14 |

Kazalo preglednic

| | |
|--|----|
| Preglednica 1: Nabor merjenih težkih kovin v tleh. Mejne vrednosti povzete po Uredbi1996. | 5 |
| Preglednica 2: Nabor merjenih parametrov v tleh s podatki za naravna ozadja v tleh Slovenije. | 5 |
| Preglednica 3: Vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih glede na mejne vrednosti *Uredba1996..... | 13 |
| Preglednica 4: Stopnje tveganja za zdravje otrok glede na izmerjene vrednosti težkih kovin na otroških igriščih Vrtca Kanal in Vrtca Deskle.*Glede na Uredbo1996. | 15 |

Kazalo prilog

| | |
|--|----|
| Priloga 1: <i>Dejanske vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih območja A in B Vrtca Kanal glede na mejne vrednosti težkih kovin v tleh po Uredbi1996 in vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.</i> | 18 |
| Priloga 2: <i>Dejanske vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih območja C in D Vrtca Kanal glede na mejne vrednosti težkih kovin v tleh po Uredbi1996 in vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.</i> | 19 |
| Priloga 3: <i>Dejanske vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih območja A in B Vrtca Deskle glede na mejne vrednosti težkih kovin v tleh po Uredbi1996 in vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.</i> | 20 |
| Priloga 4: <i>Dejanske vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih območja C Vrtca Deskle glede na mejne vrednosti težkih kovin v tleh po Uredbi1996 in vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.</i> | 21 |
| Priloga 5: Laboratorijski izvid preiskovanih vzorcev (Centralni laboratorij, KIS). | 22 |
| Priloga 6: Karta vzorčnih lokacij. | 23 |
| Priloga 7: Karta vzorčnih mest na otroškem igrišču pri Vrtcu Kanal..... | 24 |
| Priloga 8: Karta vzorčnih mest na otroškem igrišču pri Vrtcu Deskle..... | 25 |

1 UVOD IN OZADJA

1.1 Problematika in ozadja

Na otroških igriščih prihajajo otroci v neposreden stik s tlemi in s potencialno nevarnimi snovmi v njih. V stik z onesnaženimi tlemi lahko pridejo po daljšem sušnem vremenu preko prašenja tal z vdihavanjem prašnih talnih delcev in z zaužitjem talnih delcev preko umazanih rok (Romih in sod., 2016). Namen ugotavljanja vsebnosti težkih kovin v tleh je priprava predloga ukrepov za zmanjšanje negativnih vplivov onesnaženih tal na zdravje otrok.

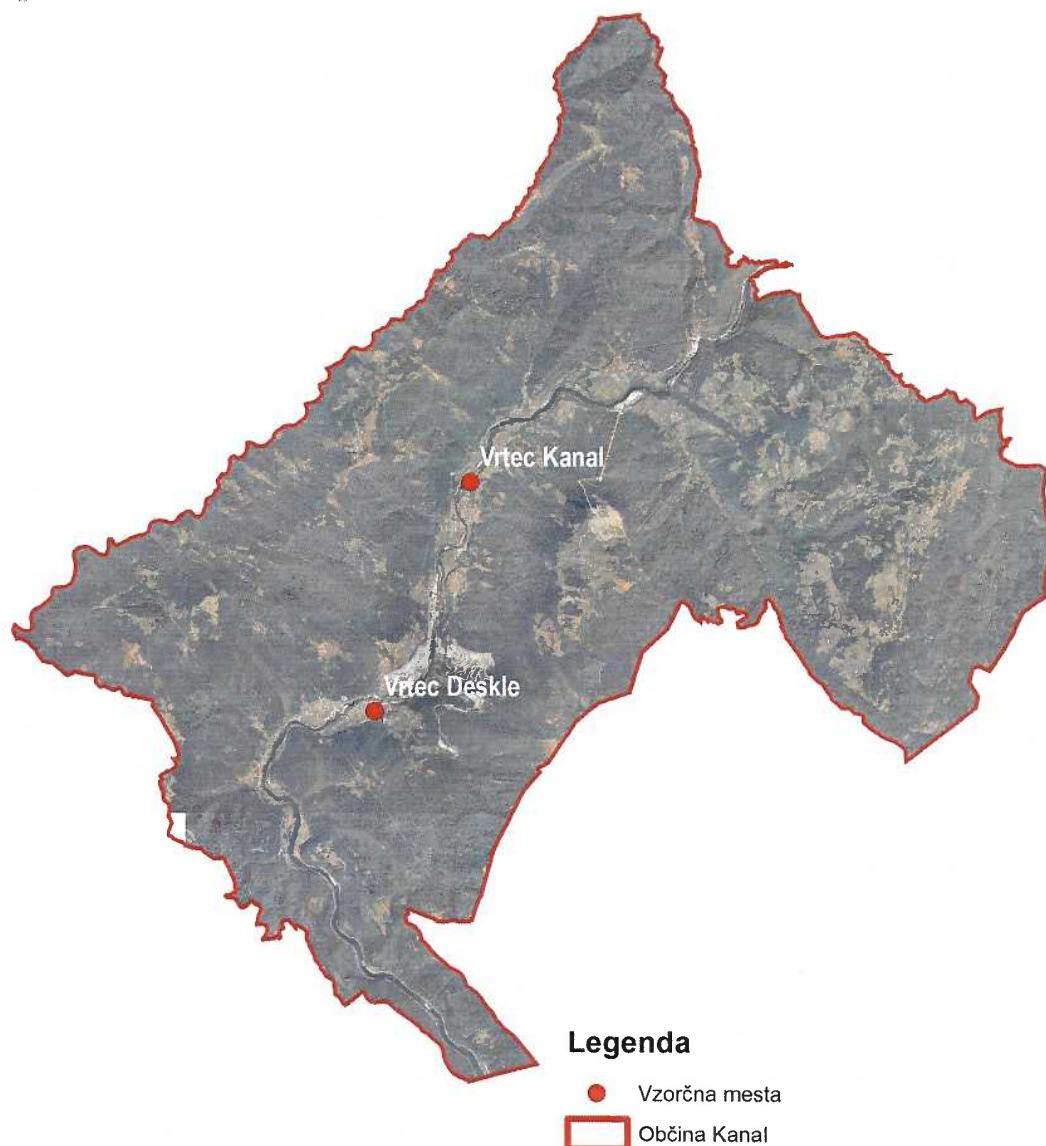
Predhodne raziskave onesnaženosti tal na območju Občine Kanal ob Soči (OKS) so se izvajale v okviru raziskav onesnaženosti tal Slovenije v letih 2004 v naselju Deskle in 2008 v naselju Gorenja vas. V letu 2004 sta bili v Desklah v dolini Soče na obrečnih tleh preseženi opozorilna vrednost za živo srebro (Hg) in mejna vrednost za kadmij (Cd). Na vzorčni lokaciji Gorenja vas so bile leta 2008 vsebnosti težkih kovin pod mejnimi vrednostmi, z izjemo niklja (Ni), ki je presegal opozorilno vrednost, ter kobalta (Co), ki je presegal mejno vrednost.

V letu 2015 smo v okviru Kmetijskega inštituta Slovenije izvedli preiskave onesnaženosti tal na območju OKS na dveh njivskih površinah. Na preiskovani njivi v naselju Gorenja vas je vsebnost kadmija (Cd) presegala mejno imisijsko vrednost, vrednost niklja (Ni) pa je presegla opozorilno imisijsko vrednost. Na preiskovani lokaciji v naselju Močile je ob upoštevanju merilne negotovosti in načela previdnosti kadmij (Cd) presegel mejno imisijsko vrednost, prav tako pa je vsebnost niklja (Ni) presegla opozorilno imisijsko vrednost (Karo Bešter P. idr., 2015).

V juniju 2016 smo v okviru Kmetijskega inštituta Slovenije izvedli nove meritve težkih kovin (baker, cink, kadmij, krom, nikelj, svinec, arzen, kobalt in molibden) v tleh na otroških igriščih treh vrtcev: Vrtec Kanal, Vrtec Kanal - enota Kal in Vrtec Deskle. Rezultati so glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. list RS, št. 68/96; v nadaljevanju 'Uredba1996') pokazali presežene **mejne imisijske vrednosti** za **baker** (Vrtec Kal nad Kanalom, Vrtec Deskle), **kadmij** (Vrtec Deskle), **nikelj** (Vrtec Deskle) in **kobalt** (Vrtec Kal nad Kanalom), kar glede na Uredba1996 pomeni takšno obremenitev tal, da še zagotavljajo življenjske razmere za rastline in živali in ne poslabšujejo kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so **učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi**. Presežene **opozorilne imisijske vrednosti** za **nikelj** (Vrtec Kal nad Kanalom in Vrtec Kanal) po Uredba1996 pa predstavljajo pri določenih vrstah rabe verjetnost **škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje**. Glede na dobljene rezultate in predlog ukrepov se je naročnik (Občina Kanal ob Soči) odločil za ponovno vzorčenje tal na otroških igriščih dveh vrtcev (Vrtec Kanal in Vrtec Deskle) z namenom dodatnega preverjanja onesnaženosti tal in določitev mikrolokacij večjega/manjšega onesnaženja za oceno obsega in pripravo konkretnih sanacijskih ukrepov oz. ukrepov za zmanjšanje tveganj za zdravje otrok. Na območju Vrtca Kanal - enota Kal, kjer je bila presežena opozorilna vrednost za

nikelj, pa se je naročnik odločil, da ne bodo opravljali dodatnih raziskav, ampak bodo izvedli predlagan ukrep odkopa zemljine do globine 40 cm in zamenjave zgornjega sloja tal v debelini 15 do 20 cm na celotni površini otroškega igrišča.

V aprilu 2017 smo tako izvedli še bolj detajlno vzorčenje težkih kovin v tleh otroških igrišč Vrtca Kanal in Vrtca Deskle (vzorčenje po območjih) (Slika 1) ter razširili nabor preiskovanih težkih kovin in drugih elementov v tleh (24 elementov).



Slika 1: Lokaciji vzorčnih mest.

1.2 Vrednotenje rezultatov v skladu z Uredbo o vrednosti nevarnih snovi v tleh

Vzorčenje tal, analize in interpretacija dobljenih rezultatov, ki smo jih izvajali v sklopu projektne naloge, so v največji meri temeljili na uredbi:

- Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. list RS, št. 68/96), ki določa mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti za posamezne nevarne snovi (razen za radioaktivne snovi) v tleh (Uredba1996).

Za vrednotenje izmerjenih vsebnosti ostalih elementov, ki niso določeni v Uredba1996, smo uporabili vrednosti elementov naravnega ozadja, ki so jih ugotovili za tla v Sloveniji (Geokemijski atlas Evrope, 2005&2006).

2 NAMEN RAZISKAVE

Namen projektne naloge je bil, da na otroških igriščih dveh vrtcev v Občini Kanal ob Soči z bolj detajlnim vzorčenjem in povečanim naborom preiskovanih elementov v tleh ponovno ocenimo stopnjo onesnaženosti tal ter v primeru preseženih vrednosti predlagamo sanacijske ukrepe oz. ukrepe za zmanjšanje tveganj z namenom ustvarjanja primernih pogojev za bivanje in varstvo otrok.

3 POSTOPKI IN METODE DELA

3.1 Vzorčenje

Igralne površine, s katerih smo vzeli vzorce, so umeščene v urbani prostor, v katerem so težke kovine pogosto onesnažilo in predvsem kazalec pretekle človekove dejavnosti (izgradnja objekta, industrija, kmetijstvo, promet, kurišča in odlaganje odpadkov).

Vzorčenje na otroških igriščih Vrtca Kanal in Vrtca Deskle smo izvedli 13.4.2017. Po pregledu igralnih površin okoli vrtcev smo lokaciji razdelili na območja z bolj ali manj enotno rabo (igrala, travnata površina, umetno narejene grbine,...) in znotraj njih razporedili vzorčna mesta na način, da smo s tem zajeli najbolj reprezentativne vzorce tal (Slika 2).

Velikost in obliko območij za vzorčenje smo na izbranih dveh lokacijah prilagodili tudi velikosti otroških igrišč.



Slika 2: Primer razporeditve vzorčnih mest na preiskovanem otroškem igrišču.

Vzorce tal smo vzeli iz izkopanih talnih profilov na globini 0 - 10 cm v skladu s standardom SIST ISO 10381-5:2005. Z lopato smo izkopalni cca. 20 cm globoko kvadratno jamo z eno navpično steno in odstranili travno rušo s površine. Z lesenim orodjem smo enakomerno odstranili vrhno plast zemlje na navpični steni in na zgornji odkriti in ravni podlagi. Z metrom smo izmerili globino 10 cm in jo označili, pri tem pa pazili, da se z metrom nismo dotaknil površine izkopanega profila. Na vsaki posamezni lokaciji smo iz očiščenih profilov z lesenim orodjem odvzeli vzorce tal do globine 10 cm in jih zbrali v plastično vedro (Slika 3). Ob koncu vzorčenja smo iz skupka vzorcev odstranili rastlinske ostanke, kamenje in morebitne druge primesi ter ga močno premešali in del tako homogeniziranega vzorca shranili v povoščeno papirnato vrečko za vzorce, ki smo jo predhodno označili. Pred vsakim vzorčenjem na posamezni lokaciji smo leseno lopatko očistili z deionizirano vodo. Vse vrečke s talnimi vzorci smo za namene analiz težkih kovin v tleh dostavili v akreditiran Centralni laboratorij na Kmetijskem inštitutu Slovenije.



Slika 3: Čiščenje talnega profila in vzorčenje z leseno lopatko do globine 10 cm.

Vzorčenje na terenu smo opravili tudi s pomočjo prej pripravljene kartografskega materiala, kamor smo označili lokacije odvzemnih mest. Vrisane podatke iz kart smo nato prenesli še v računalniško (digitalno) obliko (Slika 4, Slika 6).

3.2 Laboratorijske analize

Zbrane vzorce tal smo shranili v vrečke ter jih ustrezno označili s kodo, ki zagotavlja anonimnost vzorca v nadaljnjih laboratorijskih analizah. Vzorce smo analizirali v Centralnem laboratoriju (KIS) ter Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano Novo mesto (ponovitev meritve živega srebra (Hg) v vzorcih tal) z namenom določitve vsebnosti težkih kovin v tleh glede na mejne vrednosti, ki so določene v Uredbi1996 (Preglednica 1) ter glede na vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji (Preglednica 2). Z analizami smo določili vsebnost onesnažil v vzorcih in te rezultate uporabili za določitev nadaljnjih ukrepov na preiskovanih območjih.

Preglednica 1: Nabor merjenih težkih kovin v tleh. Mejne vrednosti povzete po Uredbi1996.

| Težke kovine | Mejna imisijska vrednost suhih tal | Opozorilna imisijska vrednost suhih tal | Kritična imisijska vrednost suhih tal |
|------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| baker (Cu) | ≥ 60 | ≥ 100 | ≥ 300 |
| cink (Zn) | ≥ 200 | ≥ 300 | ≥ 720 |
| kadmij (Cd) | ≥ 1 | ≥ 2 | ≥ 12 |
| krom (Cr) | ≥ 100 | ≥ 150 | ≥ 380 |
| nikelj (Ni) | ≥ 50 | ≥ 70 | ≥ 210 |
| svinec (Pb) | ≥ 85 | ≥ 100 | ≥ 530 |
| arzen (As) | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 55 |
| kobalt (Co) | ≥ 20 | ≥ 50 | ≥ 240 |
| molibden (Mo) | ≥ 10 | ≥ 40 | ≥ 200 |
| živo srebro (Hg) | ≥ 0.8 | ≥ 2 | ≥ 10 |

Preglednica 2: Nabor merjenih parametrov v tleh s podatki za naravna ozadja v tleh Slovenije.

| Parameter | Enota | Vrednosti naravnega ozadja |
|------------------|------------|----------------------------|
| antimon (Sb) | mg/kg s.s. | 2 |
| arzen (As) | mg/kg s.s. | 10 |
| baker (Cu) | mg/kg s.s. | 25 |
| berilij (Be) | mg/kg s.s. | 2 |
| cink (Zn) | mg/kg s.s. | 100 |
| fosfor (P) | g/kg s.s. | 1 |
| kadmij (Cd) | mg/kg s.s. | 0,5 |
| kalcij (Ca) | g/kg s.s. | 8 |
| kalij (K) | g/kg s.s. | 14 |
| kobalt (Co) | mg/kg s.s. | 14 |
| krom (Cr) | mg/kg s.s. | 50 |
| magnezij (Mg) | g/kg s.s. | 8 |
| mangan (Mn) | mg/kg s.s. | 850 |
| molibden (Mo) | mg/kg s.s. | 1 |
| nikelj (Ni) | mg/kg s.s. | 50 |
| selen (Se) | mg/kg s.s. | 0,5 |
| stroncij (Sr) | mg/kg s.s. | 82 |
| svinec (Pb) | mg/kg s.s. | 34 |
| talij (Tl) | mg/kg s.s. | 0,6 |
| titan (Ti) | g/kg s.s. | 4 |
| vanadij (V) | mg/kg s.s. | 100 |
| železo (Fe) | g/kg s.s. | 35 |
| živo srebro (Hg) | mg/kg s.s. | 0,15 |



3.3 Obdelava podatkov onesnaženja tal

Rezultate laboratorijskih analiz smo preučili glede na zahteve Uredbe1996

Uredba1996 stopnjo onesnaženosti tal s težkimi kovinami opredeljuje s tremi stopnjami:

- Mejna imisijska vrednost: je gostota posamezne nevarne snovi v tleh nad imisijsko a pod opozorilno vrednostjo in predstavlja obremenitev tal, ki zagotavlja življenjske razmere za rastline in živali in pri katerih se ne poslabšuje kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi.
- Opozorilna imisijska vrednost: nad to vrednostjo je gostota posamezne nevarne snovi v tleh takšna, da je lahko pri določenih vrstah rabe tal večja verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje.
- Kritična imisijska vrednost: tla, v katerih gostota posamezne nevarne snovi presega kritično imisijsko vrednost, so zaradi možnih škodljivih učinkov ali vplivov na človeka in okolje tako onesnažena, da niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali ter za zadrževanje ali filtriranje vode.

Za vrednotenje vsebnosti ostalih analiziranih elementov, ki niso določeni v Uredbi 1996 smo uporabili vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.

Otroški igrišči obravnavanih vrtcev smo uvrstili v skupine tveganja za zdravje otrok, glede na izmerjene vrednosti težkih kovin po Uredbi1996. Po uvrstitvi vzorcev v posamezne skupine smo predlagali možno, oziroma smiselno ukrepanje s preiskovano zemljino, ki temelji na določilih iz navedene Uredbe1996.

4 REZULTATI

4.1 Stanje in vzorčenje tal

Ob pregledu tal na otroških igriščih Vrta Kanal in Vrta Deskle ni bilo opaziti večjih posebnosti, ki bi nakazovale na potencialno večje onesnaženje tal z nevarnimi snovmi. Trdna kamninska podlaga se je mestoma spreminjala v odvisnosti od bližine objekta, kjer je bilo opaziti več kamnitega skeleta in tudi nekaj ostankov gradbenega materiala (opeke,...).

Najmanjšo zračno oddaljenost od največjega industrijskega obrata v OKS, Salonit Anhovo, d.d., ima Vrtec Deskle (0,7 km), temu pa sledi Vrtec Kanal (3,7 km).

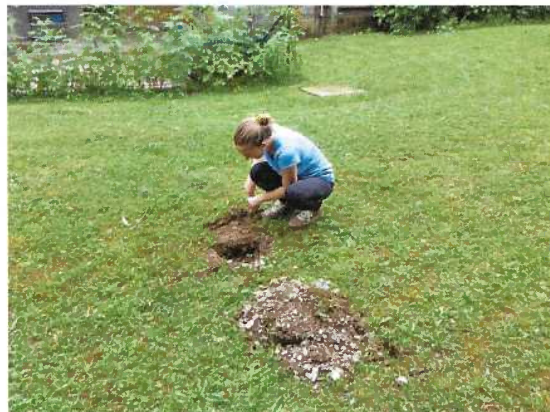
Vrtec Kanal

Površino otroškega igrišča Vrta Kanal smo razdelili na štiri območja (A, B, C in D) ter iz vsakega od njih odvzeli 1 vzorec tal (skupaj 4 vzorci) iz skupno 21 profilov (Območje A: 4 profili, B: 6 profilov, C: 6 profilov in D: 5 profilov) (Slika 4, Slika 5). Število izkopanih profilov smo prilagajali glede na značilnosti posamezne lokacije (velikost območja, mesta z največjim zadrževanjem otrok, homogenost površine). Vzorčenje smo izvedli na vseh štirih območjih do zahtevane globine 10 cm. Mestoma je bilo kopanje oteženo zaradi večje količine skeleta v tleh, kar je posledica nasutij okoli objektov in večjih igral.



Slika 4: Lokacije vzorčenj pri Vrta Kanal.

Območje A:



A1



A2



A3



A4

Območje B:



B1



B2



B3



B4



B5



B6

Območje C:



C1



C2



C3



C4



C5



C6

Območje D:



D1



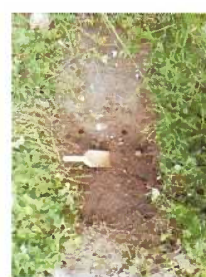
D2



D3



D4

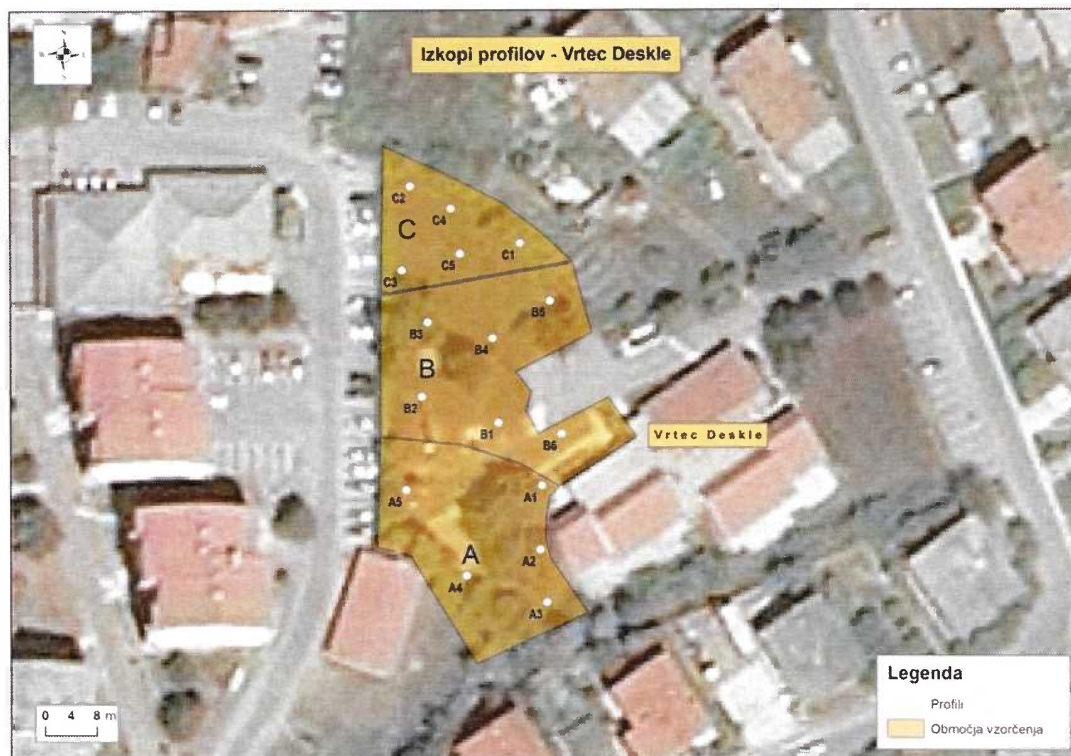


D5

Slika 5: Območja A, B, C in D in izkopani profili na otroškem igrišču Vrtca Kanal.

Vrtec Deskle

Površino otroškega igrišča Vrta Deskle smo razdelili na tri območja (A, B in C) ter iz vsakega od njih prav tako odvzeli 1 vzorec tal (skupaj 3 vzorci) iz skupno 16 profilov (Območje A: 5 profilov, B: 6 profilov, C: 5 profilov) (Slika 6, Slika 7). Manjše število območij in izkopanih profilov je bilo posledica manjše površine otroškega igrišča in bolj homogene rabe prostora. Vzorčenje smo izvedli na vseh treh območjih do zahtevane globine 10 cm. Tla v izkopanih profilih so bila manj skeletna kot na prvi lokaciji.



Slika 6: Lokacije vzorčenj pri Vrta Deskle.

Območje A:



A1



A2



A3



A4



A5

Območje B:



B1



B2



B3



B4



B5



B6

Območje C:



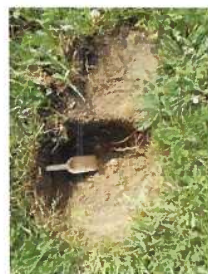
C1



C2



C3



C4



C5

Slika 7: Območja A, B in C in izkopani profili na otroškem igrišču Vrtca Deskle.

4.2 Rezultati kemijskih analiz vzorcev tal

Meritve vzorcev tal z namenom določitve vsebnosti težkih kovin so bile opravljene v suhi snovi. Rezultati laboratorijskih analiz so pokazali, da glede na **Uredbo1996**, vsebnosti določenih težkih kovin na preiskovanih dveh lokacijah presegajo mejno imisijsko in opozorilno imisijsko vrednost (Preglednica 3, Priloga 1, Priloga 2, Priloga 3, Priloga 4, Priloga 5).

Preglednica 3: Vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih glede na mejne vrednosti

*Uredba1996

| | Vrtec Kanal | | | | Vrtec Deskle | | |
|-------------|-------------|------|-------|-------|--------------|------|------|
| | A | B | C | D | A | B | C |
| | mg/kg | | | | mg/kg | | |
| baker | 35,9 | 43,1 | 60,6 | 53,0 | 33,3 | 38,3 | 61,9 |
| cink | 89,6 | 88,2 | 121,6 | 103,1 | 74,2 | 82,9 | 92,4 |
| kadmij | 0,51 | 0,46 | 0,66 | 0,57 | 0,83 | 1,00 | 1,06 |
| krom | 37,5 | 46,4 | 44,3 | 39,8 | 35,9 | 41,5 | 37,7 |
| nikelj | 49,3 | 65,3 | 62,8 | 55,3 | 41,8 | 50,3 | 47,3 |
| svinec | 29,0 | 29,0 | 64,5 | 34,5 | 26,3 | 35,3 | 34,0 |
| arzen | 7,06 | 8,25 | 7,32 | 7,43 | 6,07 | 7,62 | 7,62 |
| kobalt | 15,6 | 18,0 | 19,1 | 16,0 | 11,3 | 13,7 | 12,8 |
| molibden | 2,13 | 0,73 | 0,40 | 0,99 | 0,59 | 0,85 | 0,73 |
| živo srebro | 2,30 | 0,43 | 0,84 | 3,40 | 0,89 | 0,30 | 0,46 |

mejna vrednost
 opozorilna vrednost
 kritična vrednost

- vsebnost **bakra** (Cu) **presega** mejno imisijsko vrednost na lokaciji Vrtec Kanal (območje C) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območje C);
- vsebnost **kadmija** (Cd) **presega** mejno imisijsko vrednost na lokaciji Vrtec Deskle (območje B in C);
- vsebnosti **niklja** (Ni) **presega** mejno imisijsko vrednost na lokaciji Vrtec Kanal (območje B, C in D) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območje B);
- vsebnost **živega srebra** (Hg) **presega** mejno imisijsko vrednost na lokaciji Vrtec Kanal (območje C) in na lokaciji Vrtec Deskle (območje A) ter **presega** opozorilno imisijsko vrednost na lokaciji Vrtec Kanal (območje A in D);
- vsebnosti **cinka** (Zn), **kroma** (Cr), **kobalta** (Co), **svinca** (Pb), **arzena** (As) in **molibdena** (Mo) na nobeni od obeh lokacijah **ne presegajo** zakonodajne mejne vrednosti.

Rezultati laboratorijskih analiz so pokazali, da glede na **vrednost naravnega ozadja** vsebnosti določenih elementov na preiskovanih otroških igriščih Vrtca Kanal in Vrtca Deskle presegajo vrednost naravnega ozadja (Slika 8).

| | Vrtec Kanal | | | | | | | | Vrtec Deskle | | | | | | |
|-------------|-------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|--------------|---------|-------|---------|-------|---------|-----------------------------------|
| | A | | B | | C | | D | | A | | B | | C | | Vrednost naravnega ozadja (mg/kg) |
| | mg/kg | | | | | | | | mg/kg | | | | | | |
| baker | 35,9 | *(1,4) | 43,1 | *(1,7) | 50,6 | *(2,4) | 53 | *(2,1) | 33,3 | *(1,3) | 38,3 | *(1,5) | 61,9 | *(2,5) | 25 |
| cink | 89,6 | | 88,2 | | 121,6 | *(1,2) | 103,1 | *(1,03) | 74,2 | | 82,9 | | 92,4 | | 100 |
| kadmij | 0,51 | *(1,02) | 0,46 | | 0,66 | *(1,32) | 0,57 | *(1,14) | 0,83 | *(1,66) | 1 | *(2,00) | 1,06 | *(2,12) | 0,5 |
| krom | 37,5 | | 46,4 | | 44,3 | | 39,8 | | 35,9 | | 41,5 | | 37,7 | | 50 |
| nikelj | 49,3 | | 65,3 | *(1,3) | 62,8 | *(1,26) | 55,3 | *(1,11) | 41,8 | | 50,3 | *(1,01) | 47,3 | | 50 |
| svinec | 29 | | 29 | | 64,5 | *(1,90) | 34,5 | *(1,01) | 26,3 | | 35,3 | *(1,04) | 34 | | 34 |
| arzen | 7,06 | | 8,25 | | 7,32 | | 7,43 | | 6,07 | | 7,62 | | 7,62 | | 10 |
| kobalt | 15,6 | *(1,11) | 18 | *(1,29) | 19,1 | *(1,36) | 16 | *(1,14) | 11,3 | | 13,7 | | 12,8 | | 14 |
| molibden | 2,13 | *(2,13) | 0,73 | | 0,4 | | 0,99 | | 0,59 | | 0,85 | | 0,73 | | 1 |
| berilij | 0,68 | | 0,77 | | 0,87 | | 0,78 | | 0,49 | | 0,68 | | 0,6 | | 2 |
| magnezij | 26855 | *(3,36) | 22059 | *(2,76) | 15661 | *(1,96) | 21497 | *(2,69) | 11419 | *(1,43) | 6797 | | 6270 | | 8000 |
| fosfor | 630 | | 737 | | 946 | | 974 | | 552 | | 630 | | 737 | | 1000 |
| kalij | 1899 | | 2319 | | 2548 | | 2265 | | 1488 | | 1911 | | 1765 | | 14000 |
| kalcij | 7876 | | 5390 | | 4937 | | 6321 | | 3671 | | 2590 | | 1585 | | 8000 |
| titan | 57,3 | | 44,4 | | 48,2 | | 41,5 | | 52,3 | | 51,9 | | 51,9 | | 4000 |
| vanadij | 50,6 | | 48,7 | | 44 | | 47 | | 28,8 | | 36,8 | | 33,1 | | 100 |
| mangan | 1159 | | 1234 | *(1,45) | 1370 | *(1,61) | 1169 | *(1,38) | 993 | *(1,17) | 1224 | *(1,44) | 1211 | *(1,42) | 850 |
| železo | 21389 | | 26036 | | 24379 | | 23409 | | 15965 | | 20415 | | 18487 | | 35000 |
| selen | 1,1 | *(2,2) | 1 | *(2,00) | 0,94 | *(1,88) | 0,98 | *(1,96) | 0,79 | *(1,85) | 0,99 | *(1,98) | 0,99 | *(1,98) | 0,5 |
| stroncij | 93,1 | *(1,14) | 63,6 | | 63,5 | | 83,8 | *(1,02) | 51,3 | | 41,6 | | 27,6 | | 82 |
| antimon | 0,22 | | 0,18 | | 0,32 | | 0,14 | | 0,29 | | 0,26 | | 0,42 | | 2 |
| talij | 0,24 | | 0,24 | | 0,22 | | 0,2 | | 0,31 | | 0,32 | | 0,3 | | 0,6 |
| živo srebro | 2,3 | *(15,3) | 0,43 | *(2,87) | 0,84 | *(5,6) | 3,4 | *(22,7) | 0,89 | *(5,93) | 0,3 | *(2,00) | 0,46 | *(3,07) | 0,15 |

Slika 8: Vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih glede na vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji. *večkratniki presežkov

- vsebnosti **bakra** (Cu) na obeh lokacijah **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **cinka** (Zn) na lokaciji Vrtec Kanal (območji C in D) **presejajo** vrednost naravnega ozadja;
- vsebnosti **kadmija** (Cd) na lokaciji Vrtec Kanal (območja A, C in D) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območja A, B in C) **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **niklja** (Ni) na lokaciji Vrtec Kanal (območja B, C in D) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območje B) **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **svinca** (Pb) na lokaciji Vrtec Kanal (območji C in D) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območje B) **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **kobalta** (Co) na lokaciji vrtec Kanal (območja A, B, C in D) **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnost **molibdena** (Mo) na lokaciji Vrtec Kanal (območje A) **presega** vrednost naravnega ozadja

- vsebnosti **magnezija** (Mg) na lokaciji Vrtec Kanal (območja A, B, C in D) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območje A) **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **mangana** (Mn) na lokaciji Vrtec Kanal (območja B, C in D) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območja A, B in C) **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **selena** (Se) na lokaciji Vrtec Kanal (območja A, B, C in D) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območja A, B in C) **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **stroncija** (Sr) na lokaciji Vrtec Kanal (območji A in D) **presejata** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **živega srebra** (Hg) na lokaciji Vrtec Kanal (območja A, B, C in D) ter na lokaciji Vrtec Deskle (območja A, B in C) **presejajo** vrednost naravnega ozadja
- vsebnosti **kroma** (Cr), **arzena** (As), **berilij** (Be), **fosfor** (P), **kalij** (K), **kalcij** (Ca), **talij** (Tl), **vanadij** (V), **železo** (Fe), **antimon** (Sb), **talij** (Tl) na nobeni od lokacij **ne** presejajo vrednosti naravnega ozadja.

Glede na presežene mejne vrednosti po Uredbi1996 za baker, kadmij in nikelj ter presežene opozorilne vrednosti po Uredbi1996 za živo srebro smo za obe preiskovani lokaciji določili **stopnje tveganja za zdravje otrok**. Za otroško igrišče **Vrtca Kanal** smo na podlagi preseženih mejnih in opozorilnih vrednosti določili **srednjo stopnjo tveganja**, saj koncentracije živega srebra pri določenih vrstah rabe tal pomenijo verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje. Za **Vrtec Deskle** pa smo na podlagi preseženih mejnih vrednosti določili **majhno stopnjo tveganja**, saj glede na koncentracije lahko ocenimo, da so učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi (Preglednica 4).

*Preglednica 4: Stopnje tveganja za zdravje otrok glede na izmerjene vrednosti težkih kovin na otroških igriščih Vrtca Kanal in Vrtca Deskle. *Glede na Uredbo1996.*

| Otroško igrišče | Stopnje tveganja | | |
|-----------------|------------------|---------|--------|
| | majhna | srednja | velika |
| Vrtec Kanal | NE | DA | NE |
| Vrtec Deskle | DA | NE | NE |



5 POVZETEK UGOTOVITEV

5.1 Interpretacija rezultatov glede na Uredbo1996 in parametre naravnega ozadja v tleh

Rezultati analiz so pokazali, do so vsebnosti posameznih težkih kovin v tleh na obeh lokacijah med seboj primerljive.

V skladu z **Uredbo1996** vsebnosti **cinka, kroma, svinca, kobalta, arzena in molibdena** na obeh lokacijah **ne presegajo** zakonodajne mejne vrednosti in **ne predstavljajo** nevarnosti za zdravje človeka ali okolje.

V skladu z **Uredbo1996** presežene mejne imisijske vrednosti za:

- **baker** (Vrtec Kanal – območje C; Vrtec Deskle - območje C),
- **kadmij** (Vrtec Deskle – območje B, C),
- **nikelj** (Vrtec Kanal – območje B, C, D; Deskle – območje B) in
- **živo srebro** (Vrtec Kanal – območje C; Vrtec Deskle – območje A)

pomenijo takšno obremenitev za tla, da še zagotavljajo življenjske razmere za rastline in živali in ne poslabšujejo kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so **učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi**.

V skladu z **Uredbo1996** presežene opozorilne imisijske vrednosti za:

- **živo srebro** (Vrtec Kanal – območje A, D)

pomenijo pri določenih vrstah rabe tal verjetnost **škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje**.

Presežene mejne imisijske vrednosti težkih kovin v tleh ne predstavljajo nevarnosti za zdravje otrok in iz tega vidika ukrepi za izboljšanje stanja niso potrebni. Po drugi strani pa presežene opozorilne imisijske vrednosti težkih kovin v tleh že pomenijo določeno stopnjo onesnaženosti in narekujejo izvedbo ukrepov za izboljšanje stanja. **Zaradi visokih vrednosti živega srebra ocenjujemo, da je stanje na območju Vrtca Kanal slabo in bi bilo potrebno izvesti ukrepe za izboljšanje stanja tal in zmanjšanje tveganj za zdravje otrok.** Stanje tal na območju Vrtca Deskle glede na Uredbo1996 ni slabo in ne zahteva dodatnih ukrepov.

Glede na vrednosti parametrov naravnega ozadja v tleh pa ocenjujemo, da stanje tal na obeh lokacijah ni dobro, saj kar 12 elementov presega vrednosti naravnih ozadij, od tega še posebej **živo srebro**, ki na lokaciji Vrtec Kanal presega naravne vrednosti tudi do 22-krat in na lokaciji Vrtec Deskle do 6-krat.

5.2 Predlog ukrepov

Glede na presežene mejne in opozorilne imisijske vrednosti (Uredba1996) in glede na presežene vrednosti parametrov naravnega ozadja na posameznih območjih Vrtca Kanal in Vrtca Deskle, predlagamo ukrepe, ki naj se izvršijo na obeh prej navedenih območjih:

- **odkop zemljine** na celotnem območju Vrtca Kanal in Vrtca Deskle do globine 40 cm;

- **nasutje kamenega drobljenca** (t.i. tampon) na območje odkopa v debelini 15 do 20 cm. Kamni drobir naj bo znanega izvora (npr. kamnolom), z dokazili o neonesnaženi sestavi in ga ni potrebno pretirano zbijati (kot je to npr. ob izgradnji vozišč);
- **prekritje** kamenega drobirja z **geotekstilom**, ki prepušča vodo in onemogoča ascendenčni tok vode;
- **preplastitev** z novim slojem **tal** (zemlja) v priporočeni debelini do cca. 20 cm, za katero je opravljen predhodni preizkus o neonesnaženosti tal glede na Uredbo1996 in Uredbo o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. 34/2008, 61/2001);
- **vzdrževanje** goste travne ruše na površini obeh otroških igrišč, ki po potrebi vključuje namakanje (razpršilci) ter občasno rahljanje z dosejavanjem trave;
- **ohranitev dreves**; dela morajo biti skrbno izvedena, da se ne poškoduje dreves, ki že rastejo na otroških igriščih.

6 VIRI IN LITERATURA

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96).

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

Karo Bešter P., Vrščaj B. 2015. Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči. Kmetijski inštitut Slovenije. Ljubljana, 26 str.

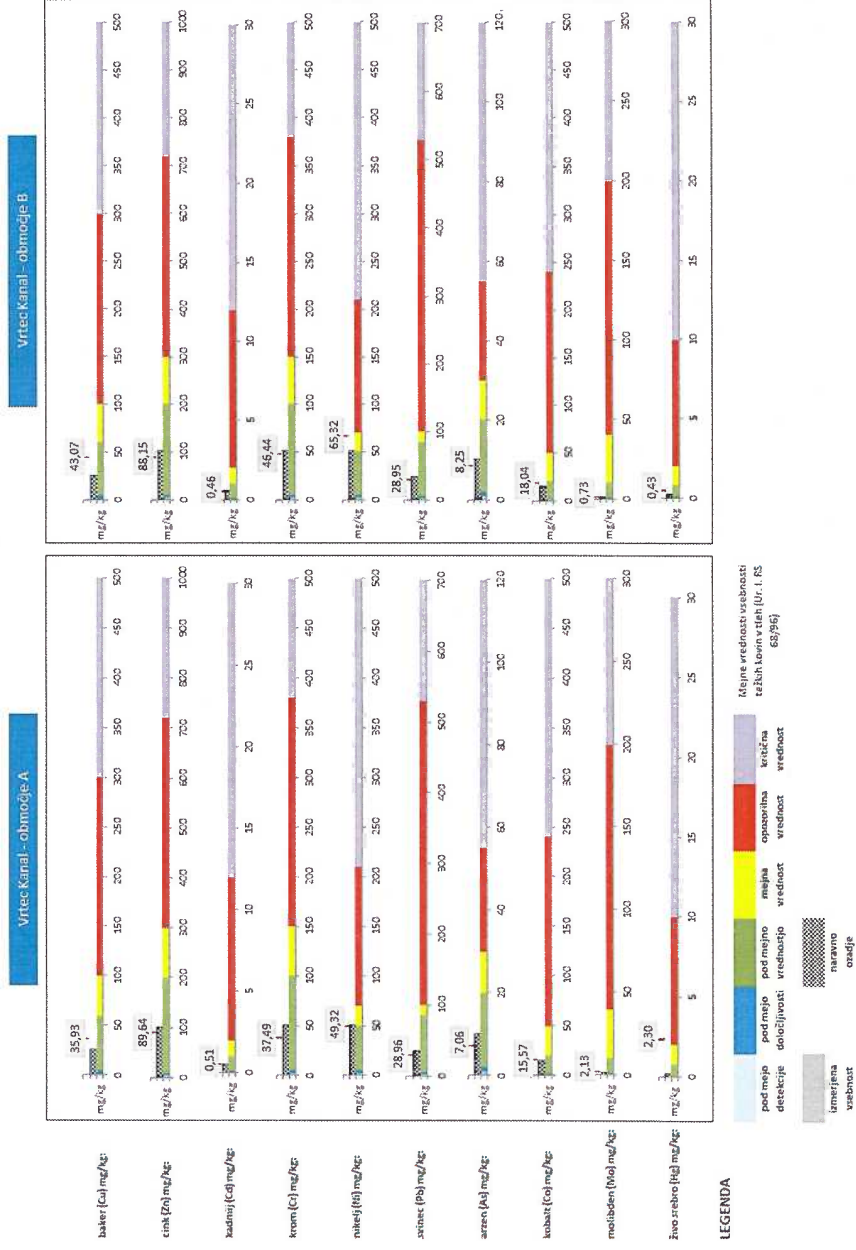
Romih N., Grabner B., Ribarič Latnik C. Remediacija onesnaženih tal s težkimi kovinami. Inštitut za okolje in prostor. Celje, 8 str.

http://www.kis.si/f/docs/Publikacije_in_objave_OKTE/PRIROCNIK_IOP-1.pdf (avgust, 2016)

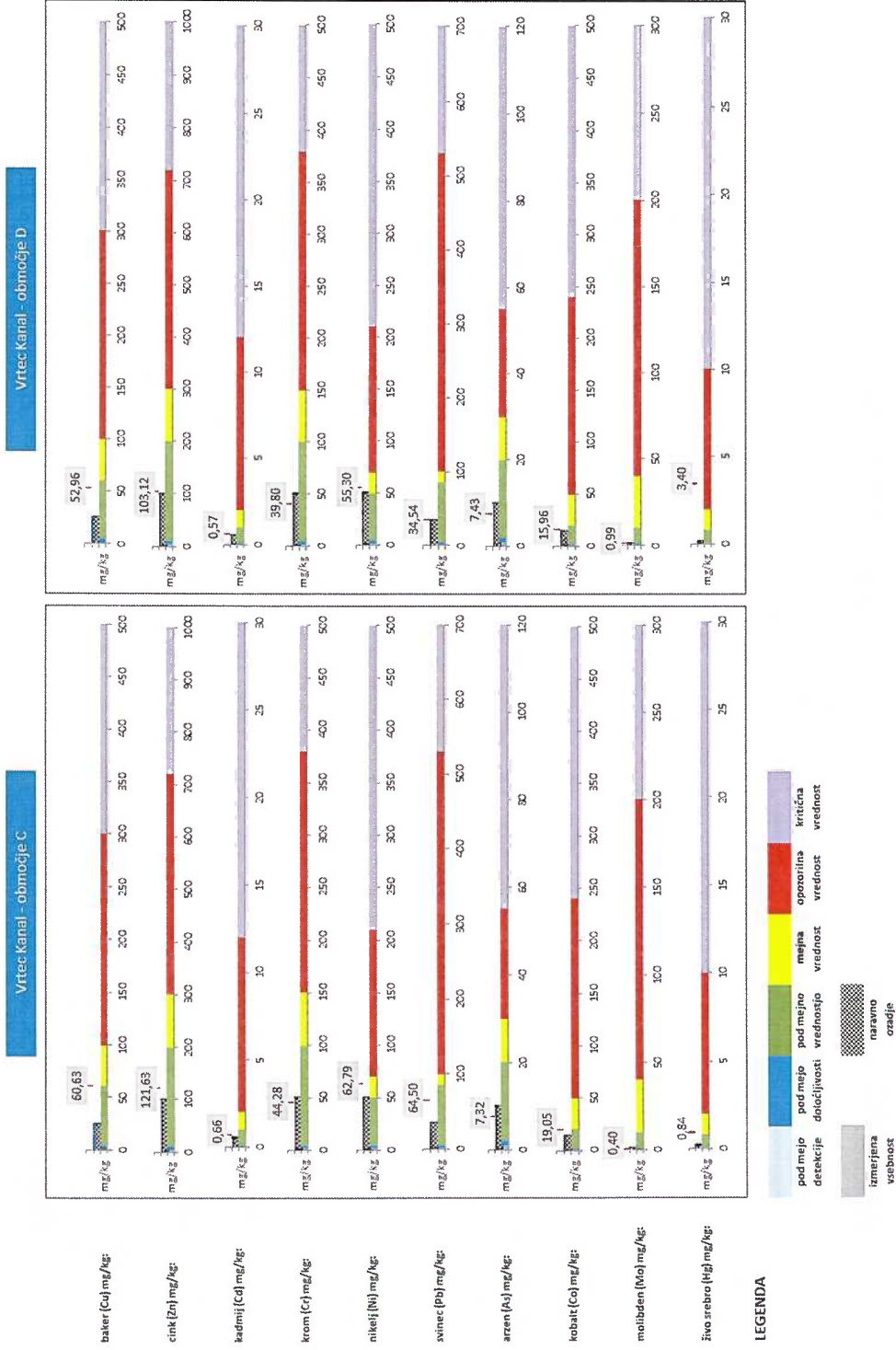
Salminen et al., 2005 & De Vos et al., 2006. Geochemical Atlas of Europe. Geological Survey of Finland.

7 PRILOGE

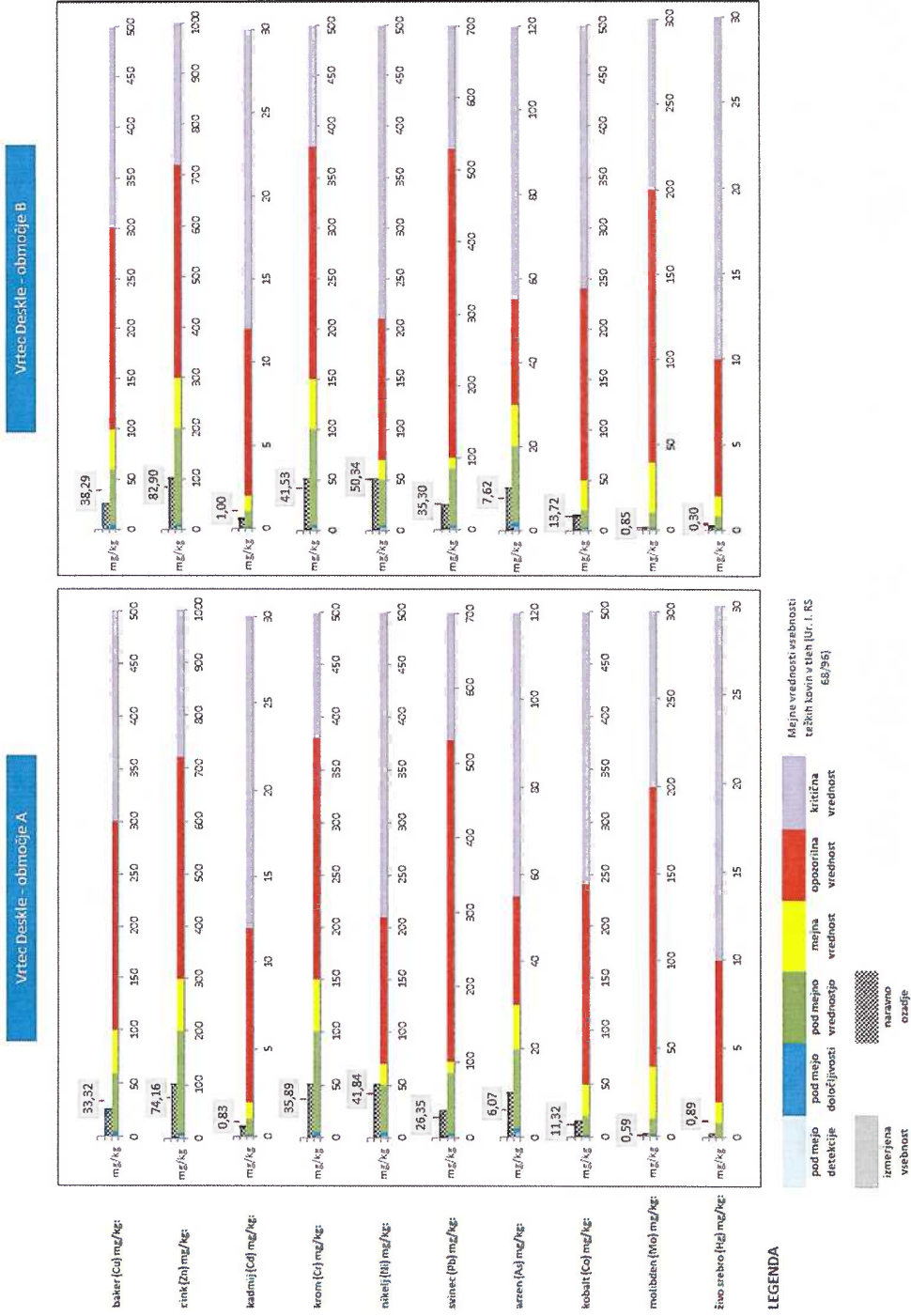
Priloga 1: Dejanske vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih območja A in B Vrtače Kanal glede na mejne vrednosti težkih kovin v tleh po Uredbi1996 in vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.



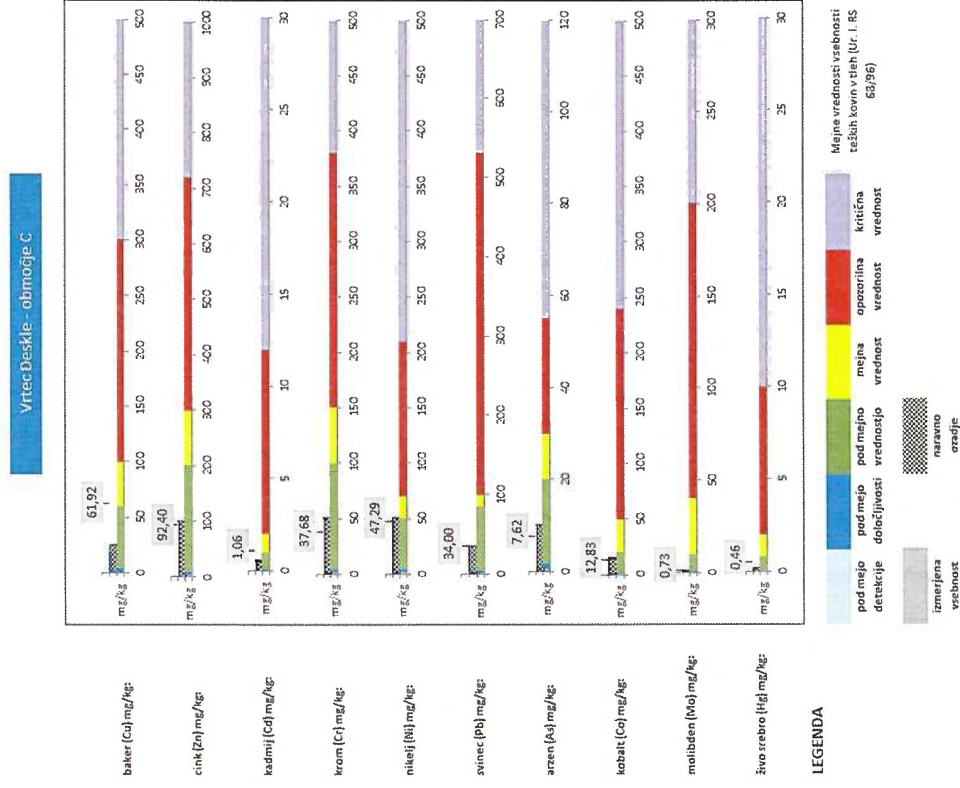
Piloga 2: Dejanske vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih območja C in D Vrta Kanal glede na mejne vrednosti težkih kovin v tleh po Uredbi1996 in vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.



Priloga 3: Dejanske vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih območja A in B Vrta Deskle glede na mejne vrednosti težkih kovin v tleh po Uredbi1996 in vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.



Priloga 4: Dejanske vrednosti elementov v preiskovanih vzorcih območja C Vrta Deskle glede na mejne vrednosti težkih kovin v tleh po Uredbi1996 in vrednosti parametrov naravnega ozadja za tla v Sloveniji.



Priloga 5: Laboratorijski izvid preiskovanih vzorcev (Centralni laboratorij, KIS).
Rezultati analiz vzorcev tal

 priprava vzorcev: ekstrakcija z zlatotopko (ISO 11466:1995)
 tehnika merjenja: ICP-MS

| | | | Kanal A | Kanal B | Kanal C | Kanal D | Deskle A | Deskle B | Deskle C |
|-------------|----|----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | | 17-1633 | 17-1634 | 17-1635 | 17-1636 | 17-1637 | 17-1638 | 17-1639 |
| litij | Li | mg/kg ss | 18,4 | 21,7 | 20,3 | 20,1 | 12,1 | 14,9 | 13,2 |
| berilij | Be | mg/kg ss | 0,68 | 0,77 | 0,87 | 0,78 | 0,49 | 0,68 | 0,60 |
| magnezij | Mg | mg/kg ss | 26855 | 22059 | 15661 | 21497 | 11419 | 6797 | 6270 |
| fosfor | P | mg/kg ss | 630 | 737 | 946 | 974 | 552 | 630 | 737 |
| kalij | K | mg/kg ss | 1899 | 2319 | 2548 | 2265 | 1488 | 1911 | 1765 |
| kalcij | Ca | mg/kg ss | 7876 | 5390 | 4937 | 6321 | 3671 | 2590 | 1585 |
| titan | Ti | mg/kg ss | 57,3 | 44,4 | 48,2 | 41,5 | 52,3 | 51,9 | 51,9 |
| vanadij | V | mg/kg ss | 50,6 | 48,7 | 44,0 | 47,0 | 28,8 | 36,8 | 33,1 |
| krom | Cr | mg/kg ss | 37,5 | 46,4 | 44,3 | 39,8 | 35,9 | 41,5 | 37,7 |
| mangan | Mn | mg/kg ss | 1159 | 1234 | 1370 | 1169 | 993 | 1224 | 1211 |
| zelezo | Fe | mg/kg ss | 21389 | 26036 | 24379 | 23409 | 15965 | 20415 | 18487 |
| kobalt | Co | mg/kg ss | 15,6 | 18,0 | 19,1 | 16,0 | 11,3 | 13,7 | 12,8 |
| nikelj | Ni | mg/kg ss | 49,3 | 65,3 | 62,8 | 55,3 | 41,8 | 50,3 | 47,3 |
| baker | Cu | mg/kg ss | 35,9 | 43,1 | 60,6 | 53,0 | 33,3 | 38,3 | 61,9 |
| cink | Zn | mg/kg ss | 89,6 | 88,2 | 121,6 | 103,1 | 74,2 | 82,9 | 92,4 |
| arzen | As | mg/kg ss | 7,06 | 8,25 | 7,32 | 7,43 | 6,07 | 7,62 | 7,62 |
| selen | Se | mg/kg ss | 1,10 | 1,00 | 0,94 | 0,98 | 0,79 | 0,99 | 0,99 |
| stroncij | Sr | mg/kg ss | 93,1 | 63,6 | 63,5 | 83,8 | 51,3 | 41,6 | 27,6 |
| molibden | Mo | mg/kg ss | 2,13 | 0,73 | 0,40 | 0,99 | 0,59 | 0,85 | 0,73 |
| kadmij | Cd | mg/kg ss | 0,51 | 0,46 | 0,66 | 0,57 | 0,83 | 1,00 | 1,06 |
| antimon | Sb | mg/kg ss | 0,22 | 0,18 | 0,32 | 0,14 | 0,29 | 0,26 | 0,42 |
| talij | Tl | mg/kg ss | 0,24 | 0,24 | 0,22 | 0,20 | 0,31 | 0,32 | 0,30 |
| svinec | Pb | mg/kg ss | 29,0 | 29,0 | 64,5 | 34,5 | 26,3 | 35,3 | 34,0 |
| zivo srebro | Hg | mg/kg ss | 2,30 | 0,43 | 0,84 | 3,40 | 0,89 | 0,30 | 0,46 |

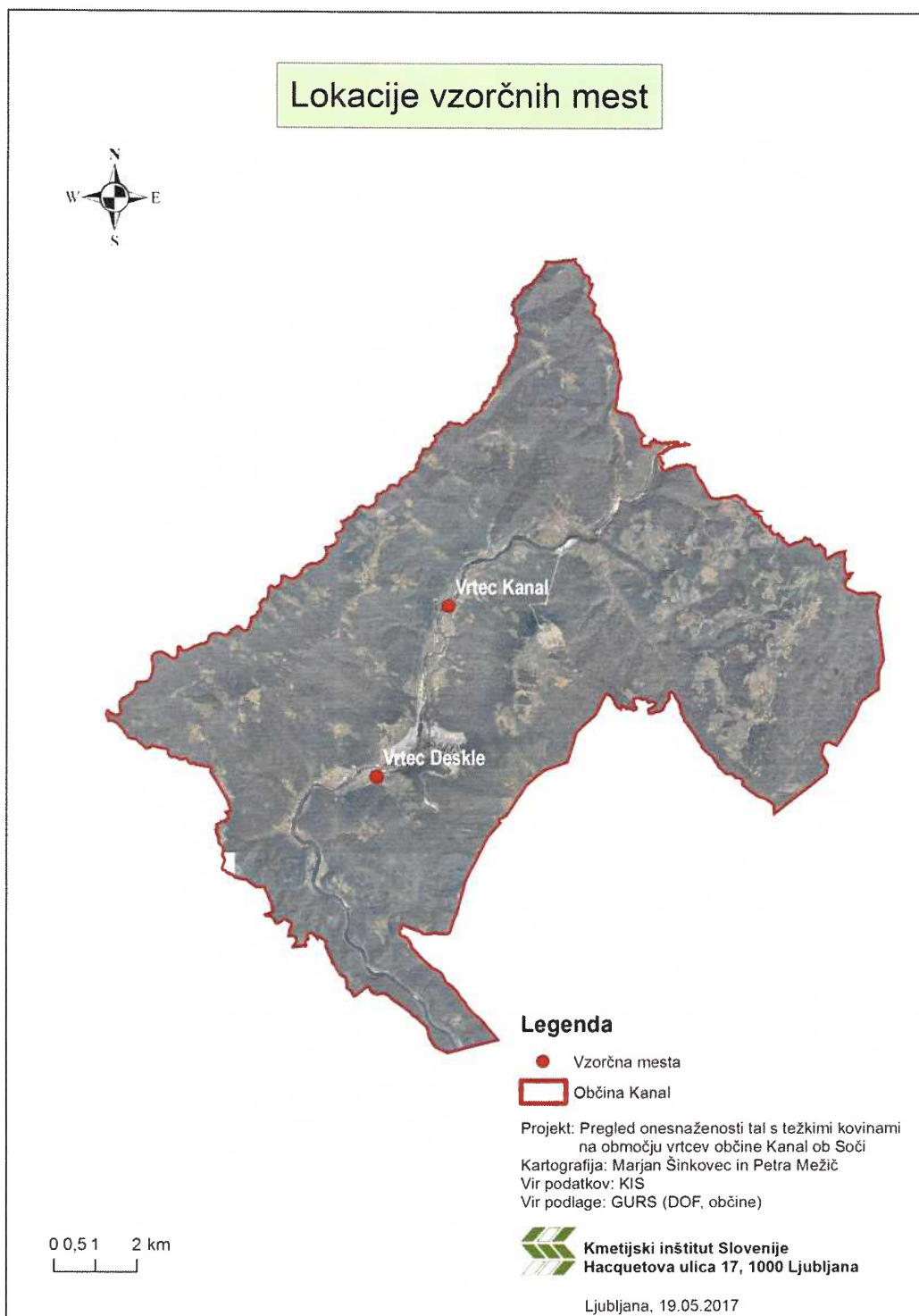
Op.: meritve Hg izvedene v NLZOH Novo mesto na instrumentu DMA.

12.5.2017

Vida Znidarsic Pongrac



Priloga 6: Karta vzorčnih lokacij.



Priloga 7: Karta vzorčnih mest na otroškem igrišču pri Vrtec Kanal.



Priloga 8: Karta vzorčnih mest na otroškem igrišču pri Vrtec Deskle.

