



v

RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI V TAL SLOVENIJE

POROČILO ZA LETO 2004

Ljubljana, avgust 2005

Univerza
v Ljubljani

Biotehniška
fakulteta
Oddelek za agronomijo



Center za pedologijo
in varstvo okolja
Jamnikarjeva 101
1000 Ljubljana

Tel: 01 423 11 61
Fax: 01 423 10 88
Davški št: 94761795
Mestna št: 1626914

<http://www.bf.uni-lj.si>
<http://www.bf.uni-lj.si/copo/index.htm>

Datum: 10. avgust 2005
Datoteka: POROCILO_ROT82004.DOC

NAROČNIK: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, Agencija za varstvo okolja,
Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

IZVAJALEC: BIOTEHNIŠKA FAKULTETA V LJUBLJANI, Oddelek za agronomijo, Center za
pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

v sodelovanju z ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR, Center za varstvo okolja
Prvomajska 1, 2000 Maribor

PROJEKT: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE V LETU 2004

POGODBA: 2523 - 04 - 500383

ŠT. IZVODOV: Naročnik 5 izvodov
Izvajalec 2 izvoda

IZVOD 7/7

ODGOVORNİ
VODJA:
mag. Marko ZUPAN
marko.zupan@bf.uni-lj.si

SODELAVCI:
mag. Marko ZUPAN, univ.dipl.ing. agr.
dr. Helena GRČMAN, univ.dipl.ing. agr.
Andreja HODNIK, univ. dipl. ing. kem.
Prof. dr. Franc LOBNIK, univ. dipl. ing. agr.
Tomaž KRALJ, univ.dipl.ing. agr.
spec. Janez RUPREHT, univ.dipl.ing. agr.
Marjan ŠPORAR, univ.dipl.ing. agr.
Vili ŠIJANEC

Irena TiČ, org. dela – infomatik
Jože GLAD
Borut VRŠČAJ, univ.dipl.ing. agr
Svetlana GOJIČ,
mag. Slavko LAPAJNE, univ. dipl. kem.
Bernarda MOHOROVIČ
Zalka ILC,
Blaž ISTENIČ, univ.dipl.ing. agr

Odgovorni vodja projekta

mag. Marko ZUPAN

Prodekan za področje agronomije

prof. dr. Franci ŠTAMPAR

Center za pedologijo in varstvo okolja

prof. dr. Franc LOBNIK

Dekan Biotehniške fakultete

prof. Dr. Jože OSTERC



VSEBINA

1	UVOD.....	4
2	METODE DELA	6
2.1	IZBOR TOČK IN ODVZEM VZORCEV V LETU 2004	6
2.2	ANALIZNE METODE.....	11
2.2.1	Standardna pedološka analiza.....	11
2.2.2	Anorganske nevarne snovi.....	11
2.2.3	Organske nevarne snovi.....	11
2.3	VNOS NOVIH LOKACIJ V BAZO TALNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA.....	18
2.4	RAČUNALNIŠKA OBDELAVA PODATKOV	19
2.4.1	UPORABLJENA PROGRAMSKA IN STROJNA OPREMA	19
2.4.1.1	Baza atributnih podatkov in metapodatkovne baze.....	19
2.4.1.2	Vrednotenje atributnih podatkov, izpisi podatkov	19
2.4.1.3	Izdelava kart, izrisi prostorskih podatkov	19
2.5	BAZA PODATKOV ROTS (informacijski sloj OT)	20
2.6	STRUKTURA IZPISA PODATKOV LOKACIJE IN ANALIZE REZULTATOV MERITEV	
	22	
3	REZULTATI MERITEV STANJA TAL V LETU 2004.....	24
3.1	ŠTEVILLO ODVZETIH IN ANALIZIRANIH VZORCEV ROTS 2004	24
3.2	OBDELAVA PODATKOV ROTS 2004.....	25
3.2.1	Osnovi pedološki podatki	25
3.2.2	Anorganske nevarne snovi	28
3.2.2.1	Arzen	30
3.2.2.2	Kadmij	30
3.2.2.3	Kobalt	31
3.2.2.4	Krom	31
3.2.2.5	Baker	33
3.2.2.6	Živo srebro	33
3.2.2.7	Molibden	34
3.2.2.8	Nikelj	34
3.2.2.9	Svinec	36
3.2.2.10	Cink	36
3.2.2.11	Mangan, talij, selen in vanadij	36
3.2.3	Organske nevarne snovi	40
3.2.4	KOMENTAR PEDOLOŠKIH LASTNOSTI IN VSEBNOST NEVARNIH SNOVI NA	
	POSAMEZNI LOKACIJI	44
4	IZDELAVA TEMATSKIH KART ONESNAŽENOSTI.....	52
5	VIRI.....	70
6	PRILOGE:	72

1 UVOD

Projekt RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE (ROTS) pomeni nadaljevanje raziskav onesnaženosti tal v Sloveniji, kot ga predvideva Nacionalni program varstva okolja (NPVO), ki je bil septembra 1999 sprejet v Državnem zboru (Uradni list RS, 83/99) ter osnutek novega NPVO za obdobje 2004 - 2008 (avgust 2004). NPVO opredeljuje program ukrepov na področju varstva tal in določa preliminarno razporeditev vzorčnih lokacij na podlagi koordinatne mreže. Glede na to, da trenutno še nimamo celovitega pregleda stanja onesnaženosti tal, je nadaljevanje projekta prednostnega pomena za Slovenijo.

S projektom ROTS_2004 smo pridobili dodatne podatke glede stanja (ne)onesnaženosti oziroma kakovosti tal na izbranih lokacijah na podlagi opredeljenega koncepta spremeljanja onesnaženosti tal in v okviru enotne in mednarodno primerljive metodologije. Projekt pomeni tudi dodaten korak naprej k vzpostavitvi monitoringa onesnaženosti tal v RS ter talnega informacijskega sistema, kot to opredeljuje Zakon o varstvu okolja (96. člen ZVO, Ur. l. RS št. 41/04) in osnutek NPVO za obdobje 2004-2008. Podatki bodo služili tudi pri odločanju v upravnih postopkih pri:

- vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla,
- celovitih ali delnih presojah vplivov na okolje,
- vrednotenju zemljišč in
- pripravi drugih strokovnih mnenj s področja tal in zemljišč;

kot to opredeljuje zakonodaja na tem področju.

Ohranitev naravnega vira tal pred fizičnim uničenjem in onesnaževanjem ter ohranitev ravnotesja med tlemi in ostalimi deli ekosistema je danes ena pomembnih aktivnosti v slovenskem in evropskem prostoru. Evropska unija je zato sprejela strategijo varstva tal v kateri je opredelila 8 groženj, katerim je in bo v prihodnje potrebno posvetiti vso pozornost ter sprejeti ustrezne ukrepe za omilitev le-teh (COM (2002) 179):

- erozija tal
- zmanjšanje organske snovi
- onesnaženost tal
- zagrajevanje tal
- zbitost tal
- zmanjšanje biodiverzitete tal
- zaslanjevanje
- poplavlanje in plazenje tal.

Prvi pogoj uspešnega obvladovanja problematike onesnaženosti tal je poznavanje obsega in intenzivnosti onesnaženja in na podlagi tega priprava ustrezne zakonodaje. Tla so tisti del ekosistema, kjer so posledice onesnaževanja okolja v preteklosti zaznavne še danes. Tla v Sloveniji, razen nekaterih izjem (rudniško-topilniška dejavnost), niso močno onesnažena. Območja s fitotoksično koncentracijo nevarnih snovi v tleh, ki onemogočajo rast rastlin, praktično nimamo. Vendar na podlagi do sedaj znanih meritev vemo, da obstajajo območja s prekomerno vsebnostjo nekaterih nevarnih snovi, ki na različne načine lahko ogrožajo zdravje ljudi (neposredno kot prašni talni delci, preko rastlin kot hrana rastlinskega izvora, preko podtalnice, preko krme in živil živalskega izvora, ...). Takšna območja lahko odkrijemo le s sistematičnim vzorčenjem in analizami tal. Glede na to, da trenutno poznamo podatke o onesnaženosti tal le za okoli 13 % slovenskega ozemlja, je prednostnega pomena zaključiti raziskave onesnaženosti tal, kot jih predvideva preliminarna razporeditev vzorčnih lokacij na podlagi koordinatne mreže (NPVO), hkrati pa čim prej pričeti s sanacijo onesnaženih območij in rednim spremljanjem kakovosti tal na izbranih lokacijah (monitoring).

Vsebina poročila za leto 2004 je razdeljena na dva dela: poročilo in priloga. V poročilu navajamo metodologijo dela in vse rezultate stanja tal na izbranih lokacijah leta 2004. Rezultati so prikazani tabelarično in grafično, prikazane so tudi z rezultati ROTS 2004 dopolnjene pregledne tematske karte onesnaženosti tal Slovenije. V prilogi 3 so pregledno podani opisi vzorčnih lokacij, morfološke lastnosti tal, standardne pedološke analize ter vsebnost anorganskih in organskih nevarnih snovi tabelarično in grafično za vsako lokacijo posebej (4 strani/lokacijo).

Za izvedbo projekta je bil izbran Center za pedologijo in varstvo okolja (CPVO) iz Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Zaradi kompleksnosti problematike (predvsem analiz) se je povezal z Inštitutom za varstvo okolja pri Zavodu za zdravstveno varstvo Maribor.

2 METODE DELA

2.1 IZBOR TOČK IN ODVZEM VZORCEV V LETU 2004

Vzorčenje v letu 2004 je bilo izvedeno v skladu z določili razpisa Ministrstva za okolje in prostor. Naročnik projekta (ARSO) je na osnovi preliminarne mreže ROTS pripravil operativno mrežo vzorčnih lokacij za vzorčenje v letu 2004 na predvidenih 40 lokacijah razporejenih po celotnem ozemlju republike Slovenije (Slika 1). Pri izbiri vzorčnih lokacij ni bil upoštevan pogoj iz NPVO, da so vse lokacije pod 600m nadmorske višine in se nahajajo na ne-gozdnih površinah, zato je med vzorčenjem prišlo tudi do nekaterih zamikov vzorčenja (Slika 2 in Preglednica 1).

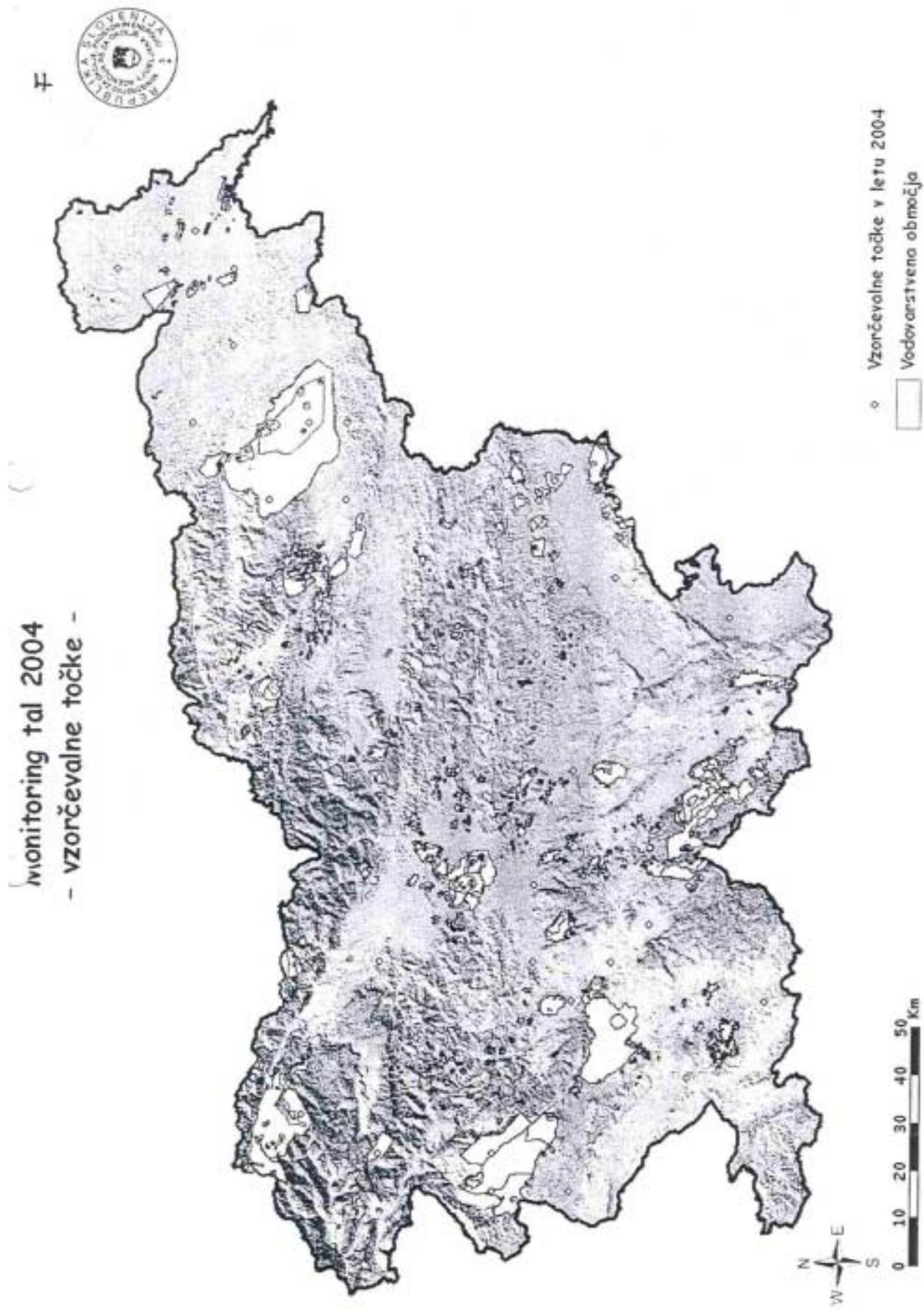
Bazo podatkov je za potrebe projekta Raziskave onesnaženosti tal Slovenije (ROTS) pripravil CPVO v letu 2000. Sloj onesnaženost tal (OT), je del geokodiranega talnega informacijskega sistema (TIS), ki omogoča vnos, obdelavo in izpis podatkov (ne)onesnaženosti tal – kakovosti tal. V okviru TIS je zasnovan tudi sistem za izpis protokola za vzorčenje za vsako v naprej izbrano lokacijo z vsemi potrebnimi informacijami drugih slojev TIS (podatki o talnem tipu oziroma pedokartografski enoti, geografski položaj točke na izrezu TK25, naklon, ekspozicija, koordinate, nadmorska višina,...(Priloga 1). Za vse izbrane vzorčne lokacije so bili poleg formularjev pripravljeni tudi kompleti nalepk za označevanje na terenu in v laboratoriju (Priloga 1) ter topografske karte v merilu 1:25000.

Vzorčenje so oktobra in novembra 2004 opravile štiri vzorčevalne ekipe. Vzorčne lokacije, ki so bile prestavljene, so bile vzorčene spomladvi leta 2005. Vsaka vzorčevalna ekipa je bila sestavljena iz pedologa in tehničnega sodelavca, kar je zagotavljalo strokoven odvzem in opis vzorcev oziroma vzorčnih slojev tal ter izvedbo vzorčenja po normativu 2 – 3 lokacije dnevno. Navodilo za odvzem vzorcev je v prilogi 2. Skupaj je bilo opisanih 39 vzorčnih lokacij (Preglednica 1). Vzorci so bili odvzeti na 38 lokacijah, na eni lokaciji vzorčenje ni bilo možno (poplavljeno)(Slika 2). Lokacija, kjer vzorčenje ni možno je evidentirana, ker je del preliminarne mreže vzorčnih lokacij, kot jih predvideva NPVO.

Sliki na straneh 7 in 8:

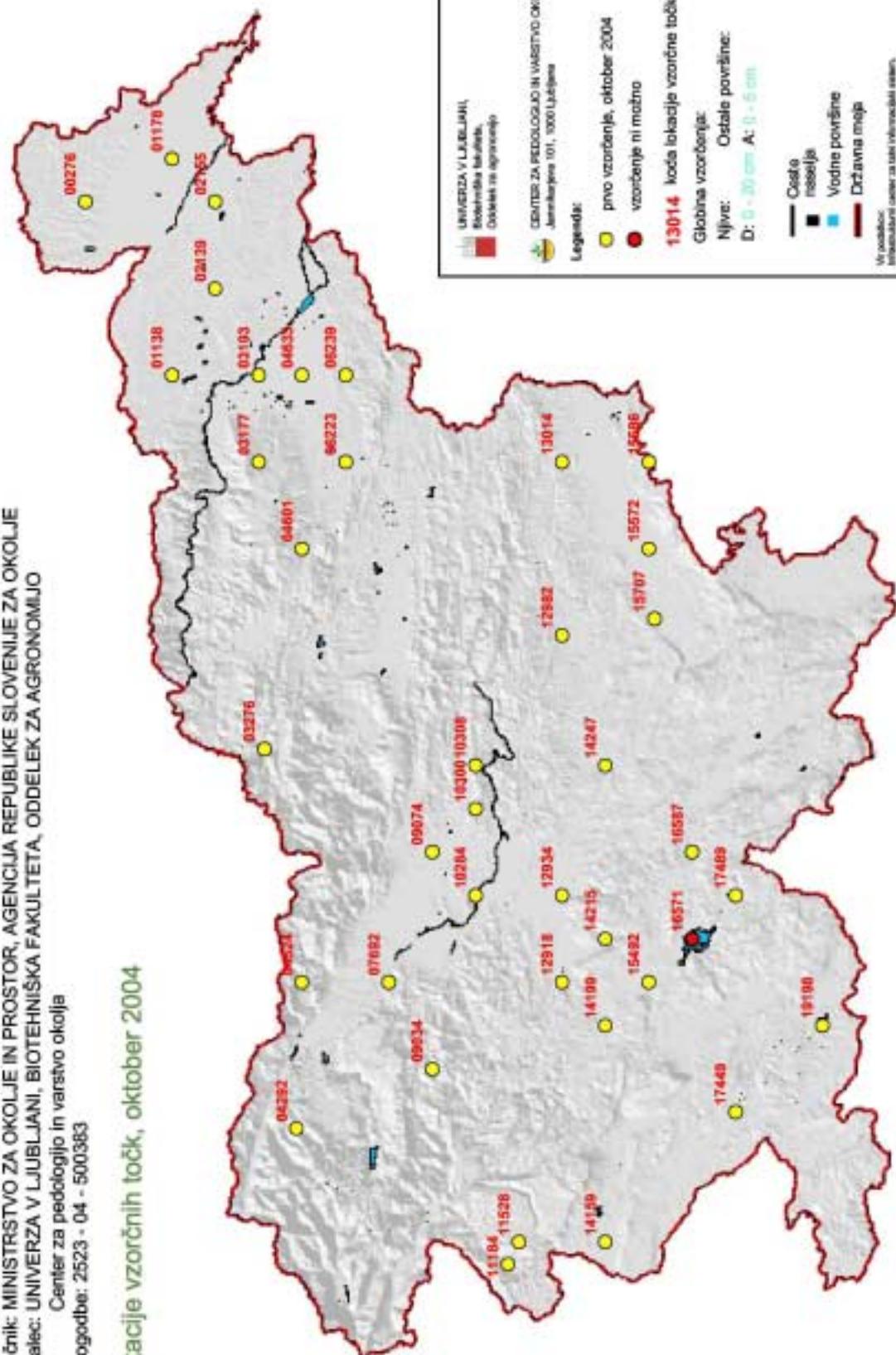
Slika 1: Predvidene vzorčne lokacije ROTS v letu 2004 (karta iz projektne naloge)

Slika 2: Realizirane lokacije ROTS v letu 2004



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE
 Naročnik: MINISTRSTVO ZA PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE
 Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGROKONOMIJO
 Center za pedologijo in varstvo okolja
 Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500363

Lokacije vzorčnih točk, oktober 2004



Preglednica 1: Seznam lokacij ROTS_2004, kjer je bil izveden opis lokacij in odvzem vzorcev tal

OTL	Morebiten zamik točke			Popravek			VZORČIL	BLIŽINA NASELJA	OBČINA	ODVZETI VZORCI*
	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]				
00276	589000	180000	280	75	-75	-8	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	PEČAROVCI	PUCONCI	A, B, C
01138	557000	164000	263	175	25	0	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	DRANKOVEC	PESNICA	A, B, C
01178	597000	164000	176	0	0	1	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	BELTINCI	BELTINCI	D,C
02139	573000	156000	241	0	0	4	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	ŽUPETINCI	CERKVENJAK	A, B, C
02155	589000	156000	179	0	0	6	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	LUKAVCI	KRIŽEVCI	D, C
03177	541000	148000	872	75	0	18	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	ŠMARITNO NA POHORJU	SLOVENSKA BISTRICA	A, B, C
03193	557000	148000	243	0	0	0	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	ROŠNJA	STARŠE	D, C
03276	488000	147000	594	0	100	0	Marko Zupan Metka Suhadolc	ČRNA NA KOROŠKEM	ČRNA NA KOROŠKEM	A, B, C
04292	418000	141000	855	0	0	0	Marko Zupan Blaž Istenič	MOJSTRANA	LED	A, B
04524	445000	140000	702	-100	-50	-24	Marko Zupan Matija Zupan	PODLJUBELJ	TRŽIČ	A, B
04601	525000	140000	816	0	0	15	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	VITANJE	VITANJE	A, B, C
04633	557000	140000	243	0	0	5	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	CIRKOVCE	KIDRIČEVO	D, C
06223	541000	132000	294	50	75	25	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	JERNEJ PRI LOČA	SLOVENSKE KONJICE	A, B, C
06239	557000	132000	321	0	0	4	Vili Šijanec, Tomaž Kralj	PREŠA	MAJŠPERK	A, B, C
07692	445000	124000	441	0	0	-1	Marko Zupan Jože Blaznik	ZGORNJA BESNICA	KRANJ	A, B, C
09034	429000	116000	730	150	75	0	Marjan Šporar Vili Šijanec	ZALI LOG	ŽELEZNIKI	A, B
09074	469000	116000	341	0	-50	0	Rupreht Jani, Hodnik Andreja	ŠMARCA	KAMNIK	D, C
10284	461000	108000	295	0	0	0	Rupreht Jani, Hodnik Andreja	ZGORNJE GAMELJN	LJUBLJANA	A, B, C
10300	477000	108000	663	0	0	0	Rupreht Jani, Hodnik Andreja	ZGORNJA JAVORŠI	MORAVČE	A, B, C
10308	485000	108000	777	0	0	0	Rupreht Jani, Hodnik Andreja	SLIVNA	MORAVČE	A, B, C
11184	393000	102000	92	0	0	0	Marko Zupan Tomaž Kralj	DESKLE	KANAL	A, B, C
11528	397000	100000	535	-30	-100	0	Marko Zupan, Petra Krsnik	GRGARSKE RAVNE	NOVA GORICA	A, B
12918	445000	92000	350	0	0	0	Rupreht Janez Andreja Hodnik	STARA VRHNIKA	VRHNIKA	A, B, C
12934	461000	92000	294	0	0	0	Rupreht Janez Vili Šijanec	BREST	IG	D, C
12982	509000	92000	282	0	0	0	Šporar Marjan Bernarda Mohorovič	VRH	TREBNJE	A, B, C

Preglednica 1: nadaljevanje

OTL	X [m]	Y [m]	Z [m]	Morebiten zamik točke			VZORČIL	BLIŽINA NASELJA	OBČINA	ODVZETI VZORCI*				
				Popravek										
				X [m]	Y [m]	Z [m]								
13014	541000	92000	260	0	0	0	Šporar Marjan Marko Zupan	ANOVEC	KRŠKO	D, C				
14159	397000	84000	47	180	200	0	Marko Zupan, Petric Krsnik	RENČE	NOVA GORICA	A, B, C				
14199	437000	84000	500	0	0	0	Rupreht Janez Andreja Hodnik	KALCE	LOGATEC	A, B, C				
14215	453000	84000	323	0	0	0	Rupreht Janez Andreja Hodnik	BREZOVICA PRI BOROVNICI	BOROVNICA	D, C				
14247	485000	84000	317	0	0	0	Marjan Šporar Bernarda Mohorovič	MULJAVA	IVANČNA GORICA	A, B, C				
15492	445000	76000	518	0	0	0	Rupreht Janez, Vili Šijanec	UNEC	CERKNICA	D, C				
15572	525000	76000	218	0	0	0	Marjan Šporar Bernarda Mohorovič	GORENJA STARA V	ŠENTJERNEJ	A, B, C				
15586	541000	76000	677	0	-150	0	Zupan Marko Marjan Šporar	PLANINA V PODBOČJU	KRŠKO	A, B				
15707	512000	75000	183	0	0	0	Marko Zupan Tomaž Kralj	NOVO MESTO	NOVO MESTO	A, B, C				
16571	453000	68000	548	0	0	0	Janez Rupreht Marko Zupan	OTOK	CERKNICA	poplavljeno!				
16587	469000	68000	686	0	0	0	Rupreht Janez, Hodnik Andreja	JANEŽI	SODRAŽICA	A, B, C				
17449	421000	60000	442	0	0	0	Marjan Šporar Bernarda Mohorovič	DOLNJE LEŽEČE	DIVAČA	A				
17489	461000	60000	603	0	0	0	Rupreht Janez, Vili Šijanec	PODGORA PRI LOŽU	LOŠKA DOLINA	A, B, C				
19198	437000	44000	528	0	-100	0	Marjan Šporar Bernarda Mohorovič	SABONJE	ILIRSKA BISTRICA	A, B, C				

* A=0-5 cm, B=5-20 cm, C=20-30 cm, D=0-20 cm

2.2 ANALIZNE METODE

Vzorci so bili homogenizirani in ustrezeno pripravljeni za arhiv in analize v laboratoriju Centra za pedologijo in varstvo okolja (Priloga 2). Meritve parametrov so bile izvedene v dveh laboratorijsih:

- pedološke analize in razklop z zlatotopko:

Laboratorij Centra za pedologijo in varstvo okolja (Univerza v Ljubljani, BF)

Vodja laboratorija: Andreja HODNIK, univ. dipl. ing. kem. teh.

- anorganske in organske nevarne snovi:

Laboratorij Inštituta za varstvo okolja, Oddelek za analizno kemijo (ZZV Maribor)

Vodja dejavnosti: mag. Slavko LAPAJNE, univ. dipl. kem.

Pri izvajjanju analiz so bili upoštevani kriteriji koncepta ROTS oziroma Uredb in Pravilnikov, ki veljajo za področje tal in ugotavljanja ter vrednotenja onesnaženosti tal vključno z upoštevanjem standardov o zagotavljanju kakovosti podatkov; laboratorij IVO-ZZV Maribor ima za izvajanje meritve ustrezeno akreditacijo, v postopku pridobitve le-te je tudi laboratorij CPVO/BF Univerze v Ljubljani.

2.2.1 Standardna pedološka analiza

Analize smo izvedli v zračno suhih vzorcih tal presejanih skozi sito velikosti odprtin 2mm v vseh odvzetih vzorcih tal (sloji: A, B, C in D). Parametri, princip in referenca metode določanja, LOD in LOQ ter merilna negotovost so podani v preglednici 2.

2.2.2 Anorganske nevarne snovi

Vzorce tal slojev A, B in D smo predhodno zmleli na velikost 150 µm in jih pripravili za meritve po postopku mokrega sežiga z zlatotopko (SIST ISO 11466). Parametri, princip in referenca metode določanja, LOD in LOQ ter merilna negotovost so podani v preglednici 3.

2.2.3 Organske nevarne snovi

Analizo organskih nevarnih snovi smo izvedli v zračno suhih talnih vzorcih presejanih skozi sito 2mm. V prvi fazi jih izvajamo meritve le v slojih A in D. Parametri, princip in referenca metode določanja, LOD in LOQ ter merilna negotovost so podani v preglednici 4.

Preglednica 2: Pedološki parametri določeni v vzorcih projekta ROTS

Šif_para metra	Parameter	Anal_ metoda	Mer_princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovost	Valid	Dat_vpisa	Izvajalec	Komentar
	PESEK		Sedimentacija in pipetiranje	Janytzki 1986 /Soil survey laboratory methods manual, 1992/	%			11%	DA	31. jan. 2000		
	MELJ		Sedimentacija in pipetiranje	Janytzki 1986 /Soil survey laboratory methods manual, 1992/	%			8%	DA	31. jan. 2000		
	GLINA		Sedimentacija in pipetiranje	Janytzki 1986 /Soil survey laboratory methods manual, 1992/	%			13,50%	DA	31. jan. 2000		
	TRZ	Teksturni razred po ameriški teksturni klasifikaciji	Izračun	Ameriška teksturna klasifikacija /Soil survey laboratory methods manual, 1992/					DA	31. jan. 2000		
	ORG. SNOV	Organska snov	Izračun: %ORG. SNOV = %C _{org} x 1.724	Jackson, 1962 /Soil chemical analysis/	%	0,02	0,1	18%	DA	31. jan. 2000		
	C	Vsebnost organškega ogljika	Mokra oksidacija in titracija	SIST ISO 14235 – modificirano po Walkely- Black-u	%	0,01	0,05	18%	DA	31. jan. 2000		
	N	Celokupni dušik	Mokri razklop, destilacija in titracija	SIST ISO 11261	%	0,01	0,03	7%	DA	31. jan. 2000		
	C/N	CN razmerje	Izračun	Soil survey laboratory method mantal, 1992					DA	31. jan. 2000		
	pH v CaCl ₂	pH v kalcijevem kloridu	Elektrometrija	SIST ISO 10390				0.5%	DA	31. jan. 2000		

Preglednica 2: Pedološki parametri določeni v vzorcih projekta ROTS -nadaljevanje

Šif para metra	Parameter	Anal_meto da	Mer_princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovos t	Valid	Dat_vpisa	Izvajalec	Komentar
P	Rastlinam dostopni fosfor (P_{2O_5})		Ekstrakcija in spektrofotometrija	ÖNORM L 1087 - modifikacija: amonlaktatna ekstrakcija	mg $P_{2O_5}/100g$	0,34	1	14%	DA	31. jan. 2000		
K	Rastlinam dostopni kalij (K_2O)		Ekstrakcija in spektrofotometrija	ÖNORM L 1087 - modifikacija: amonlaktatna ekstrakcija	mg $K_2O/100g$	0,96	1,2	13.5%	DA	31. jan. 2000		
Ca	Izmenljivi kalcij (Ca)		Ekstrakcija in AAS	Amon-acetatna ekstrakcija Soil survey laboratory methods manual, 1992	mmol C+/100g	0	0,01	6%	DA	31. jan. 2000		
Mg	Izmenljivi magnezij (Mg)		Ekstrakcija in AAS	Amon-acetatna ekstrakcija Soil survey laboratory methods manual, 1992	mmol C+/100g	0	0,01	7%	DA	31. jan. 2000		
K	Izmenljivi kalij (K)		Ekstrakcija in AAS	Amon-acetatna ekstrakcija Soil survey laboratory methods manual, 1992	mmol C+/100g	0,01	0,01	6%	DA	31. jan. 2000		
Na	Izmenljivi natrij (Na)		Ekstrakcija in AAS	Amon-acetatna ekstrakcija Soil survey laboratory methods manual, 1992	mmol C+/100g	0	0	11%	DA	31. jan. 2000		
H	Izmenljiva kislost		Ekstrakcija in titracija	Melichova metoda, modificirana po Peechu /Soil survey laboratory method manual, 1992/	mmol C+/100g	0,05	0,15	19%	DA	31. jan. 2000		
S	Vsota bazičnih kationov	Izračun		Seštevek bazičnih kationov /Soil survey laboratory methods manual, 1992/	mmol C+/100g				DA	31. jan. 2000		
T	Izmenjalna kapaciteta tal	Izračun		Izmenjalna kapaciteta tal / Soil survey laboratory methods manual, 1992/	mmol C+/100g				DA	31. jan. 2000		
V	Stopnja nasičnosti z bazami	Izračun		Stopnja nasičnosti z bazami / Soil survey laboratory methods manual, 1992/	%				DA	31. jan. 2000		

Preglednica 3: Izbrane anorganske nevarne snovi določene v vzorcih projekta ROTS (Vzorci pripravljeni po postopku razgradnje v zlatotopki: SIST ISO 11466).

Sif_parametra	Parameter	Anal_metoda	Mer_princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovost	Valid	Dat_vpisa	Izvajalec	Komentar
	Hg	Živo srebro v zlatotopki		AAS - HP	ISO 5666 modificirana	mg/kg	0,01	0,06	20%	DA		
	Cd	Kadmij v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,01	0,09	20%	DA		
	Pb	Svinec v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,15	20%	DA		
	Zn	Cink v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,3	20%	DA		
	Tl	Talij v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,09	20%	DA		
	Mo	Molibden v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,01	0,07	20%	DA		
	Cu	Baker v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,15	20%	DA		
	Co	Kobald v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,15	20%	DA		
	As	Arzen v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,4	20%	DA		
	Ni	Nikelj v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,2	20%	DA		
	Cr	Krom v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,07	20%	DA		
	V	Vanadij v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,05	0,2	20%	DA		
	Se	Selen v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,1	0,3	20%	DA		
	Mn	Mangan v zlatotopki		ICP-MS	ISO 17294-2	mg/kg	0,5	0,18	20%	DA		

Preglednica 4: Organske nevarne snovi določene v vzorcih projekta ROTS

Sif_parametra	Parameter	Anal_metoda	Mer_princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovost	Valid	Dat_vpisa	Izvajalec	Komentar
	Acenaften		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Acenaftilen		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Acetoklor		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg	0,003	0,005	25%	DA			
	Alaklor		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg	0,003	0,005	25%	DA			
	Aldrin		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	alfa-HCH		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Antracen*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Atrazin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg	0,003	0,005	25%	DA			
	Benzo(a)antracen*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Benzo(a)piren*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Benzo(b)fluoranten*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Benzo(ghi)perilen*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Benzo(k)fluoranten*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	beta-HCH		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Cianazin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg	0,003	0,005	25%	DA			
	DDD(o,p)		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	DDD(p,p)		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	DDE(o,p)		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	DDE(p,p)		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	DDT(o,p)		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	DDT(p,p)		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			

Preglednica 4: Organske nevarne snovi določene v vzorcih projekta ROTS – nadaljevanje

Sif_parametra	Parameter	Anal_metoda	Mer_princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovost	Valid	Dat_vpisa	Izvajalec	Komentar
	delta-HCH		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Desetil-atrazin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg	0,003	0,005	25%	DA			
	Desizopropil-atrazin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg	0,003	0,005	25%	DA			
	Dibenzo(a,h)antracen		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Dieldrin		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Endrin		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Fenantren*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Fluoranten*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Fluoren		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	gama-HCH		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Heptaklor		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Heptaklorepoksid-cis		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Heptaklorepoksid-trans		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Indeno(1,2,3-cd)piren*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Klordan-cis		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Klordan-trans		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,005	16%	DA			
	Krizen*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Metolaklor		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg	0,003	0,005	25%	DA			
	Naftalen*		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,01	0,01	25%	DA			
	PCB-101		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,003	20%	DA			
	PCB-118		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,003	20%	DA			

Preglednica 4: Organske nevarne snovi določene v vzorcih projekta ROTS - nadaljevanje

Sif_parametra	Parameter	Anal_metoda	Mer_princip	Referenca	Enota	LOD	LOQ	Merilna negotovost	Valid	Dat_vpisa	Izvajalec	Komentar
	PCB-138		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,003	20%	DA			
	PCB-153		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,003	20%	DA			
	PCB-180		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,003	20%	DA			
	PCB-28		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,003	20%	DA			
	PCB-52		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,001	0,003	20%	DA			
	PCB-vsota		GC/ECD	ISO 10382-mod.	mg/kg	0,005	0,02	20%	DA			
	Piren		GC/MS/SIM	Interna metoda	mg/kg	0,005	0,01	25%	DA			
	Prometrin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg		0,003	0,005	25%	DA		
	Propazin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg		0,003	0,005	25%	DA		
	Sebutilazin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg		0,003	0,005	25%	DA		
	Simazin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg		0,003	0,005	25%	DA		
	Terbutilazin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg		0,003	0,005	25%	DA		
	Terbutrin		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg		0,003	0,005	25%	DA		
	PAH1		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg		0,005	0,010	25%	DA		
	PAH2		GC/MS/SIM	IM/GC-MSD/SOP 093	mg/kg		0,005	0,010	25%	DA		

*PAH – seštevek posameznih parametrov

PAH1 -seštevek vseh PAH-ov (Antracen, Benzo(a)antracen, Benzo(a)piren, Benzo(GHI)perilen, Benzo(k)fluoranten, Fenantren, Fluoranten, Indeno(123-cd)piren, Krizen, Naftalen, Acenaften, Acenaftilen, Benzo(b)fluoranten, Dibenzen(a,h)antracen, Fluoren, Piren)

PAH2 - seštevek PAH-ov, ki so kancerogeni (Antracen, Benzo(a)antracen, Benzo(a)piren, Benzo(GHI)perilen, Benzo(k)fluoranten, Fenantren, Fluoranten, Indeno(123-cd)piren, Krizen, Naftalen)

2.3 VNOS NOVIH LOKACIJ V BAZO TALNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Podatki opisov lokacij in rezultatov meritev so bili dodani v bazo talnega informacijskega sistema (TIS) in sicer v sloj OT (onesnaženost tal). Podatki onesnaženosti tal Slovenije se hranijo v Talnem informacijskem sistemu (TIS) na Centru za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. TIS je relacijska baza podatkov o tleh Slovenije in je največja in najbolj kompleksna zbirka podatkov tal za območje celotne države. Sestavlja ga trije osnovni sloji geokodiranih podatkov:

- digitalna pedološka karta (DPK) vsebuje poligone kartografskih enot (PKE-pedokartografske enote) in podatek o sestavi PKE glede na talno tvorbo (PSE-pedosistematska enota: tip tal, podtip, varieteta ali forma tal); v bazi DPK 1:25000 je za celotno območje Slovenije 10787 poligonov, ki jih predstavlja 1861 različnih PKE sestavljenih iz 935 PSE;
- fizikalne in kemijske lastnosti tal (PP), točkovni podatek z opisom in analizami naravnih geomorfološko določenih talnih horizontov (PP); v bazi TIS je 1680 pedoloških profilov s 5409 opisanimi in analiziranimi pedološkimi profili;
- onesnaženost tal (OT); točkovni podatek z opisom in analizami osnovnih pedoloških pedoloških lastnosti po vnaprej določenih globinah tal glede na rabo tal (sloji A(0-5cm), B(5-20cm), C(20-30cm) in D(0-20cm)) ter podatki o vsebnosti 15 anorganskih nevarnih snovi in 7 skupin organskih nevarnih snovi (48 različnih organskih substanc); v bazi TIS (stanje avgust 2005) je 386 lokacij OT z opisom in analizo 1127 različnih slojev tal.

2.4 RAČUNALNIŠKA OBDELAVA PODATKOV

2.4.1 UPORABLJENA PROGRAMSKA IN STROJNA OPREMA

V projektu je uporabljena programska oprema ArcInfo na NT platformi ter ArcView (oboje ESRI Redlands, USA). Center za pedologijo in varstvo okolja je lastnik komercialnih licenc omenjenih programskeh orodij.

2.4.1.1 Baza atributnih podatkov in metapodatkovne baze

Baze podatkov vzorčnih točk, rezultatov analiz in sorodni podatki vključno, z metapodatkovnimi bazami, so vnesene in vzdrževane v Microsoft SQL podatkovni bazi.

2.4.1.2 Vrednotenje atributnih podatkov, izpisi podatkov

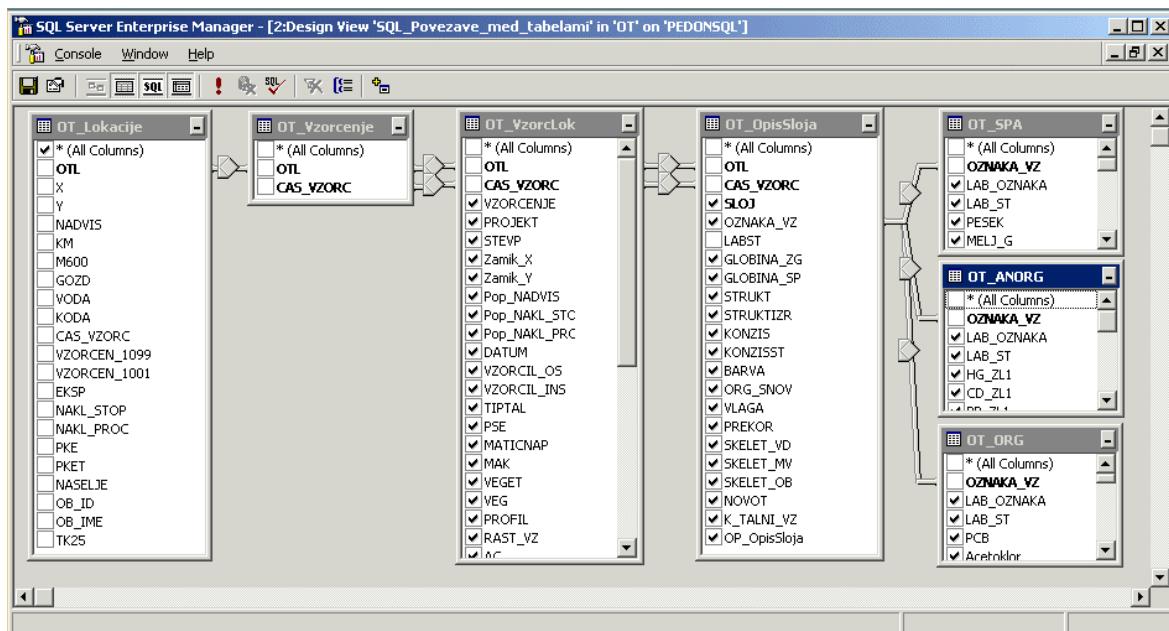
Interpretacija in vrednotenje atributov ter izpis podatkov območij je izdelan s programskim paketom Microsoft Access, s katerim smo zajemali podatke iz SQL baze. V Access-u je tudi vzpostavljeno relacijsko okolje, ki omogoča spajanje večjega števila atributnih tabel (Slika 3).

2.4.1.3 Izdelava kart, izrisi prostorskih podatkov

Za izris vseh kart smo uporabili program ArcMap8.3, ki zajema prostorske podatke in atribute iz ArcInfo informacijskih slojev in SQL atributnih baz.

2.5 BAZA PODATKOV ROTS (informacijski sloj OT)

Vsi podatki zabeleženi pri odvzemu vzorcev (morebitni zamik lokacije vzorčenja, opisi lokacije in morfološki opis vzorčnih slojev) so bili dodani v bazo podatkov OT(ROTS), ki je bila zasnovana v Access okolju. Izdelano je bilo več osnovnih podatkovnih baz s pripadajočimi kodnimi tabelami. (Slika 3).



Slika 3: Relacijski model glavnih tabel v Access okolju.

Podatkovna baza **OT_Lokacie** vsebuje podatke vseh točk/lokacij v km mreži v Sloveniji. Vsaka lokacija ima enotno petmestno število – koda točke, kateri pripadajo osnovni geografski podatki: x, y koordinate, nadmorska višina, naklon, ekspozicija, gozd, urbano, itd.

Podatkovna baza **OT_Vzorcenje** je pomožna tabela za izbiro oziroma določitev točk vzorčenja po obdobjih/letih.

Podatkovna baza **OT_VzorcLok** vsebuje podatke o lokaciji vzorčne točke. To so podatki, ki jih je terenska ekipa vpisala na mestu lokacije vzorčne točke v obrazec za opis podatkov o vzorčenju:

- koda vzorčne točke (OTL), čas vzorčenja,
- lokacija vzorčne točke: morebitni zamik Gauss - Kruegerjevih koordinat (X, Y), nadmorska višina, naklon pobočja, ime bližnjega naselja,
- datum vzorčenja in ime in priimek vzorčevalca,
- tip tal in matična podlaga na lokaciji vzorčne točke,
- podatki o bližini prometnic, makroreliefu, površinski organski snovi, rabi tal, o potencialnem viru onesnaženja, o mikroreliefu, skalovitost, kamnitosti,... na lokaciji vzorčne točke.

V podatkovni bazi **OT_OpisSloja** so shranjeni morfološki opisi slojev A, B, C in D. Tudi zajem teh podatkov poteka preko obrazca ob izvedbi vzorčenja:

- koda vzorčne točke, čas vzorčenja, sloj in globina,
- opis strukture, izraženost strukture, konzistenco, barva sloja, organska snov, vlažnost ob opisu, prekoreninjenost sloja, skelet, novotvorbe,...
- koda vzorca za standardne pedološke analize, koda vzorca za anorganske substance, koda vzorca za organske substance.

Podatkovna baza **OT_SPA** vsebuje rezultate standardne pedološke analize (Preglednica 2): koda vzorca za standardne pedološke analize, % peska, grobega in finega melja ter gline v tleh, teksturni razred, organska snov, vsebnost ogljika in dušika v tleh ter razmerje med njima, pH, fosfor, kalij, izmenjalna kapaciteta tal, stopnja nasičenosti z bazami in razmerje med kationi.

Podatkovna baza **OT_ANORG** vsebuje rezultate analiz anorganskih snovi v tleh (Preglednica 3): koda vzorca za anorganske substance, rezultati analiz z zlatotopko za elemente: živo srebro, kadmij, svinec, cink, talij, molibden, baker, kobalt, arzen, nikelj, krom, vanadij, selen in mangan; vsebnost celokupnih fluoridov v talnih vzorcih.

Podatkovna baza **OT_ORG** vsebuje rezultate analiz organskih substanc v tleh (Preglednica 4): koda vzorca za organske substance, poliklorirani bifenili (PCB), a fitofarmacevtska sredstva in policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH).

2.6 STRUKTURA IZPISA PODATKOV LOKACIJE IN ANALIZE REZULTATOV MERITEV

Rezultati meritev so bili vneseni v relacijsko bazo OT. Razvili smo sistem analize in interpretacije podatkov, kot je razviden v izpisu za vsako lokacijo posebej (Priloga 3), pri čemer smo upoštevali zakonsko določene normative (Preglednica 5). Osrednji del izpisa je za vsako točko sestavljen iz štirih strani; informacije izpisa so podane v preglednici 6.

Preglednica 5: Izpis podatkov iz Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96, st. 5774)

Nevarna snov	Mejna vrednost (mg/kg suhih tal)	Opozorilna vrednost (mg/kg suhih tal)	Kritična vrednost (mg/kg suhih tal)
1. Kovine ekstrahirane z zlatotopko:			
kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	1	2	12
baker in njegove spojine, izražene kot Cu	60	100	300
nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni	50	70	210
svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	85	100	530
cink in njegove spojine, izražene kot Zn	200	300	720
celotni krom Cr	100	150	380
živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg	0,8	2	10
kobalt in njegove spojine, izražene kot Co	20	50	240
molibden in njegove spojine, izražene kot Mo	10	40	200
arzen in njegove spojine, izražene kot As	20	30	55
2. Druge anorganske spojine			
fluoridi (F-, celotni)	450	825	1200
4. Poliklični aromatski ogljikovodiki (PAH)			
Skupna koncentracija PAH ⁽¹⁾	1	20	40
5a. Poliklonirani bifenili (PCB)			
Skupna koncentracija PCB ⁽²⁾	0,2	0,6	1
5b. insekticidi na bazi kloriranih ogljikovodikov			
DDT/DDD/DDE ⁽³⁾	0,1	2	4
drini ⁽⁴⁾	0,1	2	4
HCH spojine ⁽⁵⁾	0,1	2	4
5c. Druga fitofarmacevtska sredstva			
atrazin	0,01	3	6
simazin	0,01	3	6
PAH ⁽¹⁾	skupna koncentracija PAH je seštevek naftalena, antracena, fenantrena, fluorantena, benzo(a)antracena, krizena benzo(a)pirena, benzo(ghi)perilena, benzo(k)fluorantena in indeno(1,2,3)pirena)		
PCB ⁽²⁾	skupna koncentracija PCB je seštevek PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 in 180		
DDT/DDD/DDE ⁽³⁾	skupna koncentracija je seštevek DDT, DDD in DDE		
drini ⁽⁴⁾	skupna koncentracija je seštevek aldrina, dieldrina in endrina		
HCH spojine ⁽⁵⁾	skupna koncentracija je seštevek alfa-HCH, beta-HCH, gama-HCH in delta-HCH		

Preglednica 6: Informacije podane pri izpisu vzorčne točke iz baze ROTS

STRAN IZPISA	INFORMACIJE
1. stran	<ul style="list-style-type: none"> • osnovni podatki vzorčne točke in izrez iz karte v merilu 1:25000 • kraj, občina in geografske koordinate • datoteka elektronsko shranjenega zapisa o vzorčenju • datoteka digitalne fotografije • podatki o lokaciji: tla, matična podlaga, relief, morebitni izvori onesnaženja, ... • podatek o izvajalcu vzorčenja
2. stran	<ul style="list-style-type: none"> • morfološki opis vzorčnih slojev • rezultati standardne pedološke analize za vse sloje tal • grafični prikaz izbranih pedoloških parametrov za vse sloje tal • podatek o opisovalcu in analitskem laboratoriju
3 stran	<ul style="list-style-type: none"> • rezultati meritev vsebnosti anorganskih nevarnih snovi v slojih A, B, in D • analiza vsebnosti 10 kovin v slojih A, B in D glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96) • podatek o analitskem laboratoriju
4. stran	<ul style="list-style-type: none"> • rezultati meritev vsebnosti organskih nevarnih snovi v slojih A in D • analiza vsebnosti 7 organskih nevarnih snovi v slojih A in D glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96) • podatek o analitskem laboratoriju

Izpis za lokacijo 16571, kjer vzorčenje ni bilo možno (poplavljeno), je skrajšan na eno stran.

3 REZULTATI MERITEV STANJA TAL V LETU 2004

3.1 ŠTEVilo ODVZETIH IN ANALIZIRANIH VZORCEV ROTs 2004

V letu 2004 je bilo opravljeno prvo vzorčenje na 38 lokacijah, na eni lokaciji vzorčenje ni bilo možno (močvirje), vendar smo jo vseeno evidentirali in vpisali v informacijski sloj OT, ker je del nacionalne mreže vzorčnih točk (Slika 2). Večina vzorčnih lokacij (n=24) je na zelenih površinah (travniki, zelenice, pašniki), 9 lokacij ima njivsko rabo in 5 vzorčnih lokacij je bilo v gozdu. Vzorci so bili odvzeti v predpisanih globinah; njive iz slojev D in C, ostale površine iz slojev A, B, in C. Na petih lokacijah so bila tla plitva (< 20 cm) in vzorčenje sloja C ni bilo možno, na eni od teh ni bilo možno niti vzorčenje v globini 5 – 20 cm. Odvzetih je bilo 98 vzorcev tal, skupaj s kontrolnimi vzorci 103; opravljenih je bilo 4305 meritev, kar z dodatnimi izračuni pomeni 5642 podatkov o pedoloških lastnostih tal ter vsebnosti anorganskih in organskih nevarnih snovi Pregled vseh odvzetih vzorcev in opravljenih analiz je podan v preglednici 7.

Preglednica 7: Število odvzetih vzorcev po slojih oziroma globinah, število opravljenih analiz in izračunov v projektu ROTs 2004

Sloj	Globina	število vzorcev	Število vzorcev in analiz pedoloških parametrov	Število vzorcev in analiz anorganskih nevarnih snovi	Število vzorcev in analiz organskih nevarnih snovi
A	0-5 cm	29	29	29	25
B	5-20 cm	28	28	28	0
C	20-30 cm	32	32	0	0
D	0-20 cm	9	9	9	9
kontrolni vzorci		5	5	5	5
Skupaj vzorcev		103	103	71	39
število analiz			1545	924	1836
število izračunov			1133		204
Σ podatki meritev			2678	924	2040

3.2 OBDELAVA PODATKOV ROTS 2004

3.2.1 Osnovi pedološki podatki

Opisni podatki lokacije, morfološki opis tal ter rezultati standardne pedološke analize so pomembni za interpretacijo usode nevarnih snovi v tleh. Pri tem so najpomembnejši sledeči parametri: globina tal, tekstura oziroma delež gline, pH, delež organske snovi in kationska izmenjalna kapaciteta. Pomembne so tudi morfološke lastnosti tal, kot sta struktura in konzistenco, saj neposredno odražata fizikalne lastnosti tal predvsem zračno vodni režim v tleh, od katerega so odvisni tudi mikrobiološki procesi.

Eden najpomembnejših faktorjev, ki vpliva na topnost in s tem dostopnost anorganskih nevarnih snovi (kovin), je reakcija tal, ki jo izražamo s pH vrednostjo (Alloway, 1990). Rakcija tal oziroma talne raztopine vpliva tako na adsorpcijske razmere v tleh (količina disociiranih organskih radikalov) kot na speciacijo kovinskih kationov. Na splošno je dostopnost kovin večja v kislem okolju, ko je na razpolago manj negativno nabitih mest za adsorpcijo (Evans, 1989). V literaturi najdemo različne dokaze, kako pH poveča topnost in s tem mobilnost in biodostopnost kovin. Neposredno merjenje aktivnosti kovinskih ionov v tleh z različno pH vrednostjo pokaže, da so predvsem Zn, Cd, Cu in v manjši meri tudi Pb veliko bolj topni v območju pH 4–5 kot v območju pH 5–7, pri čemer je zaporedje Cd > Zn ≥ Cu > Pb (Brummer in Herms, 1983). Za večino kovinskih kationov velja, da jih je zelo malo topnih v talni raztopini pri pH 6–7 in več (Rieuwerts, 1998). pH vpliva tako na adsorpcijo kovin kot na specifično sorpcijo oziroma vezavo kovinskih kationov v netopne oborine oziroma komplekse z organo-mineralnim delom trdne faze tal.

Organsko snov v tleh aerobnih kopenskih ekosistemov v glavnem predstavljajo odmrli rastlinski ostanki ter živa in mrtva mikrobna biomasa. Humus je tisti stabilizirani del organske snovi, ki predstavlja bolj ali manj stalno zalogo organske snovi v tleh, čeprav je v procesu mineralizacije tudi humus podvržen razgradnji. Proses razgradnje humusa je bistveno počasnejši kot proces razgradnje organskih ostankov in humifikacije, zato ne glede na to, da se organska snov oziroma humus nahaja le v površinskih horizontih tal, ta v precejšnji meri vpliva na lastnosti tal, saj je v organskem delu tal največja biološka aktivnost. Najpomembnejši način razgradnje organskih nevarnih snovi (npr. fitofarmacevtskih sredstev) je ravno mikrobiološka razgradnja spojin, ki v končni fazi poteka do anorganskih komponent (CO_2 , H_2O , ...). Poleg pozitivnega vpliva na tvorbo strukturnih agregatov in s tem povezanimi fizikalnimi lastnostmi tal (optimalni zračno-vodni režim) organska snov vpliva na kroženje makro- in mikroelementov. Glede na lastnosti in nahajanje (površinski sloji tal) ima delež organske snovi velik pomen pri vnisu nevarnih snovi iz zraka v tla (Rieuwerts, 1998).

Večina anorganskih nevarnih snovi ima v ionski obliki pozitivni nabojo, zato je nespecifična vezava na talne delce z negativnim nabojem v veliki meri odvisna od količine oziroma gostote negativnega naboja na površini tal. Tega s skupnim imenom imenujemo kationska izmenjalna kapaciteta (KIK) tal in jo izražamo v mmol+/100 g tal. Za proces, ki poteka v talni raztopini oziroma na meji med tekočo in trdno fazo tal, je značilno, da je reverzibilen, stehiometričen (ravnotežje med vezano in nevezano količino kationov), da je vezava elektrostatična in da je selektiven glede na vrsto kationa in vrsto nosilcev negativnega naboja. Selektivnost se kaže v sposobnosti za zamenjavo na mestu adsorpcije in je odvisna od valenčnega stanja kationa ter njegovega hidratacijskega ovoja. Praviloma imajo večivalentni ioni prednost pred nižje valentnimi in manj hidratizirani pred bolj hidratiziranimi (Alloway, 1990).

Nosilci negativnega naboja v tleh so mineralnega in organskega izvora. Mineralni delci z nabojem so glinasti delci tal oziroma posamezni glineni minerali (kaolinit, ilit, montmorilonit, vermekulit), ki imajo zaradi različne sestave glede na njihovo površino različno količino negativnega naboja. K skupnemu negativnemu naboju prispevajo tudi oksidi železa in mangana, ki v tleh nastopajo samostojno, kot kristali in geli v hidroksidni obliki ali kot prevleke na glinastih delcih. Zato je v organski sestavi tal prek disociiranih radikalov (karboksil, fenolhidroksil, ...) na voljo veliko negativnih mest. Kako velika je KIK organskega dela tal, nam pove primerjava KIK v mineralnih tleh, ki se običajno giblje med 20 in 40 mmol+/100g tal (maksimalno 60 mmol+/100g), z vrednostjo KIK v organskih tleh, ki lahko znaša prek 200 mmol+/100g (Alloway, 1990). Vendar je treba poudariti, da je disociacija H^+ iz aktivnih skupin organskih molekul odvisna od pH. To velja tudi za Fe in Mn okside, medtem ko je negativni nabojo glinenih mineralov tipa 2:1 (ilit, montmorilonit) neodvisen od pH (Alloway, 1990). Tla s fino teksturo in tla z visoko vsebnostjo organskega materiala in glinenih mineralov imajo višjo adsorpcijsko sposobnost za reverzibilno vezavo kationov v tleh obenem pa predstavljajo tudi 'gostejše sito' za velike molekule kovinsko organskih kompleksov ali nekaterih organskih nevarnih snovi.

Rezultati vseh meritev standardne pedološke analize so podani v preglednici 8. Morfološki opis vzorčnih slojev (A, B, C, ali D) in analize ter grafični prikaz pomembnih lastnosti tal (pH, tekstura, delež organske snovi, kationska izmenjalna kapaciteta in delež zasičenosti z bazičnimi kationi) so prikazani pri izpisu podatkov za vsako lokacijo posebej (Slika 4, Priloga 3).

Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE - ROTs 2004

Naravn. MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA ONOJE

Institucija: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, DODELEK ZA AGROKEMIJO, Center za morfoložijo in geološko uporablj.

Vzorčna tocka: 14159

Cas vzorčenja: Oktober 2004

Datum izpisa: 8.8.2005 Stanec: 24

Vzorčenje 14159/1004Terenski opis slojev vzorčne tocke

Postav: Matjaž Župan, Franc Pihaj, UNIVERZA V LJUBLJANI,
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, Dodelek za Agrokemijo, Center za morfoložijo in
geološko uporablj.

Globina A (0-5cm)

Konsistencija: drobljiva

Stopnja kons.: lahka

Struktura: gnezast

izraženoč: sl.: dobra

Barva: 10YR 3/3

Organiska snov: humozem

Volumski delež skelata: 0%

Vlažnost ob opisu: vlažen

Praktiranjljivost: zelo grata korenine

Globina B (5-20cm)

Konsistencija: drobljiva

Stopnja kons.: težka

Struktura: gnezast

izraženoč: sl.: dobra

Barva: 10YR 3/4

Organiska snov: srednje humozem

Volumski delež skelata: 0%

Vlažnost ob opisu: vlažen

Praktiranjljivost: igrek korenine

Globina C (20-30cm)

Konsistencija: drobljiva

Stopnja kons.: težka

Struktura: gnezast, pričvrščen

izraženoč: sl.: dobra

Barva: 10YR 4/3

Organiska snov: slabu humozem

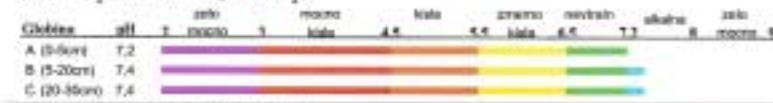
Volumski delež skelata: 0%

Vlažnost ob opisu: svetl vlažen

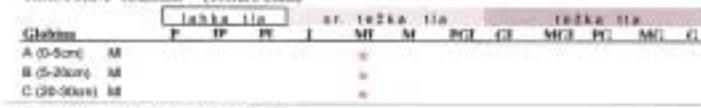
Praktiranjljivost: posamezne korenine

Osnovni pedološki parametri

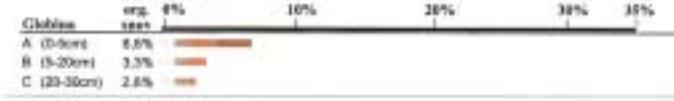
Globina / Lab. N	pešč. msl	glina	TRZ	TOC	kotlo						izm. na zemlji						V		
					org.	C	N	OM	neti	%	pH	P	K	CaCO ₃	Ca	Mg	K	S	
A (0-5cm)	15.9	71.2	12.8	MH	4.8	3.8	0.38	10	7.2	51.8	25.8	20.23	1	8.79	0.96	3.1	20.2	31.2	30.1
B (5-20cm)	18	68.8	15.2	MH	3.3	1.9	0.21	9	7.4	19.5	15.7	27.83	0.6	8.36	0.07	2.26	26.7	31	90.8
C (20-30cm)	13.3	64.3	18.4	MH	2.6	1.5	0.17	8.8	7.4	—	26.12	0.94	0.26	0.08	2.15	29	31.2	92.9	

pH (v CaCl_2) VREDNOST: (pH in CaCl_2)

TERSTURNE RAZREDI (Texture Class)

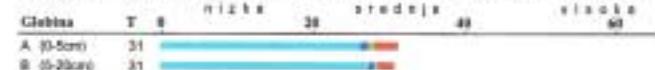


ORGANSKA SNOV (Organic Matter)



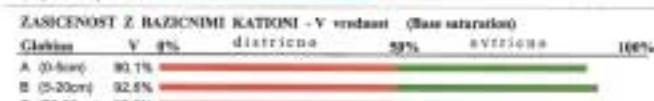
LEGENDA:
 0-1: mineralna tl
 1-2: male humus
 2-4: srednje hum.
 4-6: redki hum.
 6-10: veliki dolgi hum.
 10-20: ekstremno hum.

KATIÖNSKA IZMENJVALNA KAPACITETA - T vrednost (mmolc/100g) (Cation Exchange Capacity)



LEGENDA:
 Kalijski (K)
 Magnezij (Mg)
 Natrij (Na)
 Vodor (H)
 ————— = 80 mmolc/100g

ZASHCENOST Z BAZICNIM KATONI - V vrednost (Base saturation)



LEGENDA:
 ————— = 100%

Slika 4: Primer morfološkega opisa in analiz slojev tal ter grafični prikaz pomembnih lastnosti tal na vzorčni lokaciji

3.2.2 Anorganske nevarne snovi

Od štirinajst analiziranih anorganskih nevarnih snovi so za deset kovin predpisane normativne vrednosti (Ur. l. RS 68/96)(Preglednica 5). Presežene mejne vrednosti smo zabeležili pri As, Cd, Co, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb in Zn v skupno 36 vzorcih na 21 lokacijah (kar je dobra polovica lokacij ROTS 2004). Opozorilno vrednost vsaj en element presega v 16 vzorcih iz 9 lokacij (23,7%), kar pomeni, da je 23,7 % lokacij ROTS 2004 onesnaženih s težkimi kovinami. Izstopata dve lokaciji, ki sta močno onesnaženi saj je vsebnost vsaj enega elementa večja od kritične imisijске vrednosti v tleh: 03177 Šmartno na Pohorju, kjer smo v slojih A in B določili izredno visoko koncentracijo As in lokacija 03276 v Pristavi ob Črni na Koroškem, kjer so zaradi rudniško-topilniške dejavnosti tla onesnažena s Pb, Zn in Cd. Rezultati vseh meritev so navedeni v preglednici 9.

Preglednica 9: Rezultati analiz anorganskih nevarnih snovi

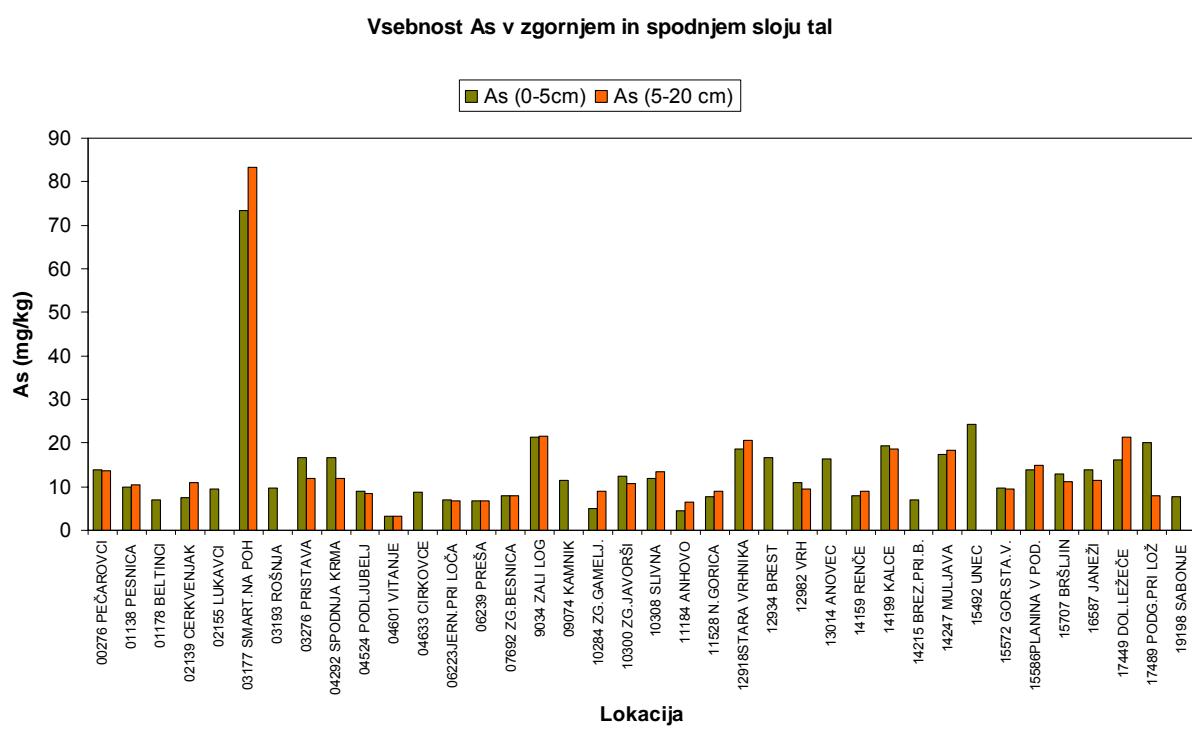
VZORČNA LOKACIJA	KODA VZORCA	Hg	Cd	Pb	Zn	Tl	Mo	Cu	Co	As	Ni	Cr	V	Se	Mn
	Enota	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Meja detekcije (LOD)	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05
	Meja določljivosti (LOQ)	[0,06]	[0,09]	[0,15]	[0,3]	[0,09]	[0,07]	[0,15]	[0,15]	[0,4]	[0,2]	[0,07]	[0,2]	[0,3]	[0,18]
PEČAROVCI	00276/1004/A	0,07	0,27	23,7	73,3	0,24	0,47	25,0	13,00	14,0	32,0	33,3	36,7	<0,1	700
PEČAROVCI	00276/1004/B	[0,06]	0,14	17,7	63,3	0,21	0,40	23,7	12,33	13,7	29,7	31,3	33,3	<0,1	600
DRANKOVEC	01138/1004/A	0,08	0,27	23,3	83,3	0,19	0,70	30,3	12,30	10,0	40,0	32,3	32,7	[0,19]	933
DRANKOVEC	01138/1004/B	0,08	0,30	25,3	86,7	0,22	0,73	33,3	13,00	10,3	40,0	36,7	36,7	<0,1	967
BELTINCI	01178/1004/D	[0,06]	0,14	24,7	53,3	0,27	0,47	17,7	9,00	7,0	22,0	28,3	36,7	<0,1	333
ŽUPETINCI	02139/1004/A	0,08	0,32	23,0	66,7	0,21	0,43	20,3	10,30	7,3	24,0	25,0	27,7	<0,1	1067
ŽUPETINCI	02139/1004/B	0,10	0,32	25,7	66,7	0,26	0,43	22,7	13,67	11,0	28,3	29,7	33,3	<0,1	767
LUKAVCI	02155/1004/D	0,07	0,21	24,3	70,0	0,24	0,67	22,0	11,00	9,3	25,0	31,0	40,0	<0,1	733
ŠMARTNO NA POHORJU	03177/1004/A	0,09	0,60	36,7	110,0	0,47	2,40	36,7	13,30	73,3	28,7	50,0	103,3	[0,24]	1267
ŠMARTNO NA POHORJU	03177/1004/B	0,09	0,37	32,0	113,3	0,53	2,73	40,0	14,33	83,3	31,0	53,3	106,7	[0,2]	1333
ROŠNJA	03193/1004/D	[0,05]	0,37	23,7	76,7	0,29	0,90	21,3	10,00	9,7	31,0	33,3	32,3	<0,1	600
PRISTAVA	03276/1004/A	0,17	7,40	841,0	892,0	0,29	1,20	23,0	11,70	16,6	20,5	22,6	58,1	[0,24]	675
PRISTAVA	03276/1004/B	0,15	5,30	568,0	666,0	0,27	0,90	25,0	9,80	11,9	17,9	23,6	56,7	[0,27]	812
SPODNJA KRMA	04292/1004/A	0,20	1,60	114,0	156,0	0,41	0,90	19,4	5,90	16,5	13,4	44,9	48,9	[0,28]	757
SPODNJA KRMA	04292/1004/B	0,20	1,00	45,1	62,0	0,38	0,75	14,3	2,80	11,8	4,1	21,4	45,7	[0,27]	348
PODLJUBELJ	04524/1004/A	0,47	0,77	53,3	93,3	0,30	6,33	19,0	5,30	9,0	17,7	14,3	31,7	[0,26]	320
PODLJUBELJ	04524/1004/B	0,63	0,57	40,0	66,7	0,30	12,00	16,7	5,00	8,3	19,7	14,7	40,0	[0,3]	283
VITANJE	04601/1004/A	0,09	0,47	27,7	86,7	0,43	0,47	31,0	15,00	3,3	31,7	40,0	60,0	<0,1	700
VITANJE	04601/1004/B	[0,06]	0,28	23,3	83,3	0,50	0,37	36,7	18,33	3,1	43,3	50,0	70,0	<0,1	833
CIRKOVCE	04633/1004/D	[0,05]	0,22	23,7	63,3	0,23	0,77	17,0	9,00	8,7	21,0	26,0	33,3	<0,1	733
JERNEJ PRI LOČAH	06223/1004/A	0,09	0,37	28,3	56,7	0,29	0,63	16,0	11,00	7,0	14,7	25,0	32,3	<0,1	1000
JERNEJ PRI LOČAH	06223/1004/B	0,08	0,26	26,7	56,7	0,30	0,57	14,0	11,33	6,7	14,7	24,7	31,7	<0,1	1033
PREŠA	06239/1004/A	0,07	0,40	23,7	86,7	0,24	1,43	20,3	10,70	6,7	36,7	33,0	30,0	[0,29]	273
PREŠA	06239/1004/B	0,07	0,30	21,7	83,3	0,25	1,43	20,7	10,67	6,7	40,0	33,3	30,7	[0,2]	260
ZGORNA BESNICA	07692/1004/A	0,24	0,40	43,3	83,3	0,47	0,83	14,7	6,00	8,0	13,7	25,7	50,0	<0,1	367
ZGORNA BESNICA	07692/1004/B	0,25	0,22	36,7	60,0	0,47	0,77	12,0	6,00	8,0	13,3	25,3	53,3	<0,1	277
ZALI LOG	09034/1004/A	0,60	1,30	46,7	80,0	0,57	0,67	9,7	3,00	21,3	12,3	28,7	70,0	[0,18]	400
ZALI LOG	09034/1004/B	0,25	1,07	40,0	63,3	0,57	0,67	8,3	3,03	21,7	12,7	28,7	70,0	<0,1	367

Preglednica 9: Rezultati analiz anorganskih nevarnih snovi – nadaljevanje

VZORČNA LOKACIJA	KODA VZORCA	Hg	Cd	Pb	Zn	Tl	Mo	Cu	Co	As	Ni	Cr	V	Se	Mn
	Enota	mg/kg mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg									
	Meja detekcije (LOD)	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
	Meja določljivosti (LOQ)	[0,06]	[0,09]	[0,15]	[0,3]	[0,09]	[0,07]	[0,15]	[0,15]	[0,4]	[0,2]	[0,07]	[0,2]	[0,3]	[0,18]
ŠMARCA	09074/1004/D	0,10	0,73	50,0	86,7	0,33	0,77	21,7	8,30	11,3	26,3	27,7	33,3	1,07	667
ZGORNJE GAMELJNE	10284/1004/A	<0,01	0,27	40,0	53,3	0,11	0,47	13,7	4,30	5,0	13,7	8,7	10,0	0,37	367
ZGORNJE GAMELJNE	10284/1004/B	0,43	0,37	46,7	66,7	0,18	0,60	20,0	8,00	9,0	25,3	15,3	18,0	[0,3]	700
ZGORNJA JAVORŠČICA	10300/1004/A	0,27	0,63	86,7	70,0	0,77	0,87	16,3	22,30	12,3	24,0	50,0	56,7	0,37	1100
ZGORNJA JAVORŠČICA	10300/1004/B	0,19	0,40	50,0	66,7	0,83	0,63	16,0	33,33	10,7	28,3	53,3	60,0	[0,3]	1000
SLIVNA	10308/1004/A	0,29	2,53	80,0	123,3	0,70	0,80	22,7	16,70	12,0	33,3	60,0	63,3	0,50	667
SLIVNA	10308/1004/B	0,23	2,17	43,3	100,0	0,77	0,73	23,0	24,33	13,3	43,3	80,0	83,3	[0,2]	867
DESKLE	11184/1004/A	5,50	1,10	26,2	51,0	0,33	1,20	14,6	4,70	4,5	20,8	16,0	58,9	0,37	433
DESKLE	11184/1004/B	6,30	1,20	31,7	56,7	0,35	1,40	19,0	5,90	6,4	26,0	20,3	63,2	0,37	538
GRGARSKE RAVNE	11528/1004/A	0,19	1,23	43,3	93,3	0,33	1,37	40,0	18,70	7,7	73,3	63,3	66,7	0,50	1133
GRGARSKE RAVNE	11528/1004/B	0,22	1,33	36,7	83,3	0,37	2,17	46,7	22,00	9,0	90,0	106,7	80,0	0,40	1300
STARVA VRHNIKA	12918/1004/A	0,37	1,10	46,7	90,0	0,80	2,73	2,2	15,30	18,7	46,7	53,3	86,7	[0,27]	767
STARVA VRHNIKA	12918/1004/B	0,43	1,27	43,3	86,7	0,83	3,00	23,3	14,33	20,7	50,0	53,3	93,3	2,10	733
BREST	12934/1004/D	0,12	1,03	43,5	66,7	0,71	0,53	17,0	8,30	16,7	25,1	34,7	63,4	0,78	433
VRH	12982/1004/A	0,09	0,20	29,0	50,0	0,24	1,13	18,7	17,70	11,0	12,3	28,0	29,3	1,10	767
VRH	12982/1004/B	0,10	0,20	29,0	50,0	0,28	1,10	17,0	15,33	9,3	11,3	21,3	24,7	0,50	667
ANOVEC	13014/1004/D	0,15	0,97	46,7	56,7	0,50	1,07	23,3	26,70	16,3	33,0	46,7	60,0	[0,29]	2167
RENČE	14159/1004/A	0,10	0,37	26,7	93,3	0,16	0,60	50,0	18,30	8,0	70,0	43,3	36,7	0,53	1367
RENČE	14159/1004/B	0,11	0,37	43,3	83,3	0,22	3,10	50,0	19,33	9,0	73,3	50,0	46,7	0,60	1433
KALCE	14199/1004/A	0,37	0,90	80,0	103,3	1,03	5,33	18,0	17,70	19,3	36,7	50,0	73,3	0,77	1033
KALCE	14199/1004/B	0,40	0,67	53,3	86,7	0,93	3,67	16,3	16,33	18,7	36,7	60,0	76,7	0,50	667
BREZOVICA PRI BOROVNICI	14215/1004/D	0,19	0,10	30,5	53,3	0,40	1,00	12,2	5,20	7,0	17,2	22,7	40,7	0,43	418
MULJAVA	14247/1004/A	0,19	1,00	46,7	76,7	0,67	1,83	25,7	25,00	17,3	29,0	53,3	80,0	<0,1	1833
MULJAVA	14247/1004/B	0,20	1,03	50,0	80,0	0,67	1,90	26,7	27,33	18,3	31,7	56,7	86,7	<0,1	2033
UNEC	15492/1004/D	0,13	1,73	50,0	96,7	1,00	8,67	29,7	19,00	24,3	60,0	53,3	123,3	[0,19]	1367
GORENJA STARVA VAS	15572/1004/A	0,08	0,70	29,3	66,7	0,43	1,37	17,0	12,00	9,7	29,0	46,7	56,7	[0,12]	733
GORENJA STARVA VAS	15572/1004/B	0,07	0,67	30,3	63,3	0,47	1,37	17,7	13,33	9,3	30,3	50,0	63,3	<0,1	833
PLANINA V PODBOČJU	15586/1004/A	0,12	1,03	50,0	93,3	0,63	1,07	20,0	12,00	14,0	36,7	66,7	86,7	[0,2]	733
PLANINA V PODBOČJU	15586/1004/B	0,15	0,97	43,3	93,3	0,70	1,07	21,0	13,33	15,0	43,3	73,3	96,7	[0,2]	733
BRŠLJIN	15707/1004/A	<0,01	0,80	41,5	83,0	0,49	0,80	24,0	20,00	12,8	23,0	45,0	80,2	[0,29]	880
BRŠLJIN	15707/1004/B	<0,01	0,60	43,0	76,0	0,42	0,87	24,0	20,00	11,1	22,0	44,0	75,3	[0,25]	860
JANEŽI	16587/1004/A	0,27	1,30	63,3	93,3	0,63	4,33	11,7	7,30	14,0	40,0	40,0	90,0	0,50	600
JANEŽI	16587/1004/B	0,18	1,07	43,3	70,0	0,63	4,00	8,7	6,33	11,3	33,3	36,7	73,3	[0,2]	467
DOLNJE LEŽEČE	17449/1004/A	0,13	1,50	56,7	93,3	1,07	5,00	36,7	17,70	16,0	73,3	80,0	166,7	0,43	1133
PODGORA PRI LOŽU	17489/1004/A	0,18	1,67	50,0	120,0	1,53	5,00	26,3	17,00	20,0	66,7	70,0	123,3	[0,16]	1100
PODGORA PRI LOŽU	17489/1004/B	0,17	1,77	50,0	116,7	1,53	5,00	27,7	18,67	21,3	66,7	73,3	130,0	[0,2]	1267
SABONJE	19198/1004/A	0,08	0,17	32,3	76,7	0,27	0,43	33,3	18,70	7,7	86,7	66,7	46,7	[0,18]	1000
SABONJE	19198/1004/B	0,07	0,16	3,3	76,7	0,24	0,43	33,3	20,00	8,0	86,7	63,3	43,3	[0,2]	1033
	Povprečje	0,52	0,93	44,46	80,18	0,59	2,04	23,29	16,07	12,79	41,45	49,57	69,66	0,64	942,87
	Minimum	0,07	0,10	3,30	50,00	0,11	0,43	2,20	4,30	4,50	11,30	8,70	10,00	0,37	367,00
	Maximum	6,30	2,53	86,70	123,30	1,53	8,67	50,00	33,33	24,30	90,00	106,70	166,70	2,10	2167,00
	St. deviacija	1,35	0,57	15,58	19,28	0,34	1,87	10,66	6,90	4,99	22,41	20,69	31,92	0,42	426,21
	Mediana	0,18	0,97	43,30	81,50	0,56	1,17	21,35	17,35	11,65	33,30	50,00	65,05	0,50	846,50
	Št. Nad LOQ	35	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	19	38

3.2.2.1 Arzen

Arzen se v vzorcih ROTS 2004 pojavlja v območju od 3 do 83 mg/kg tal, pri čemer je povprečna vrednost 13,79 in mediana 11 mg/kg tal. Na petih lokacijah je presežena mejna vrednost za arzen, od katerih je na eni lokaciji presežena tudi opozorilna in kritična vrednost (03177 Šmartno na Pohorju (Slika 5, Preglednica 9)). Vzrok za takšno vsebnost je lahko lokalna kontaminacija (ostali merjeni parametri ne presegajo mejne imisijске vrednosti) ali naravna obogatitev. Brez dodatnih raziskav ne moremo pojasniti vzroka tako visokih koncentracij na tej lokaciji. Lokacija je primerna za stalni monitoring.



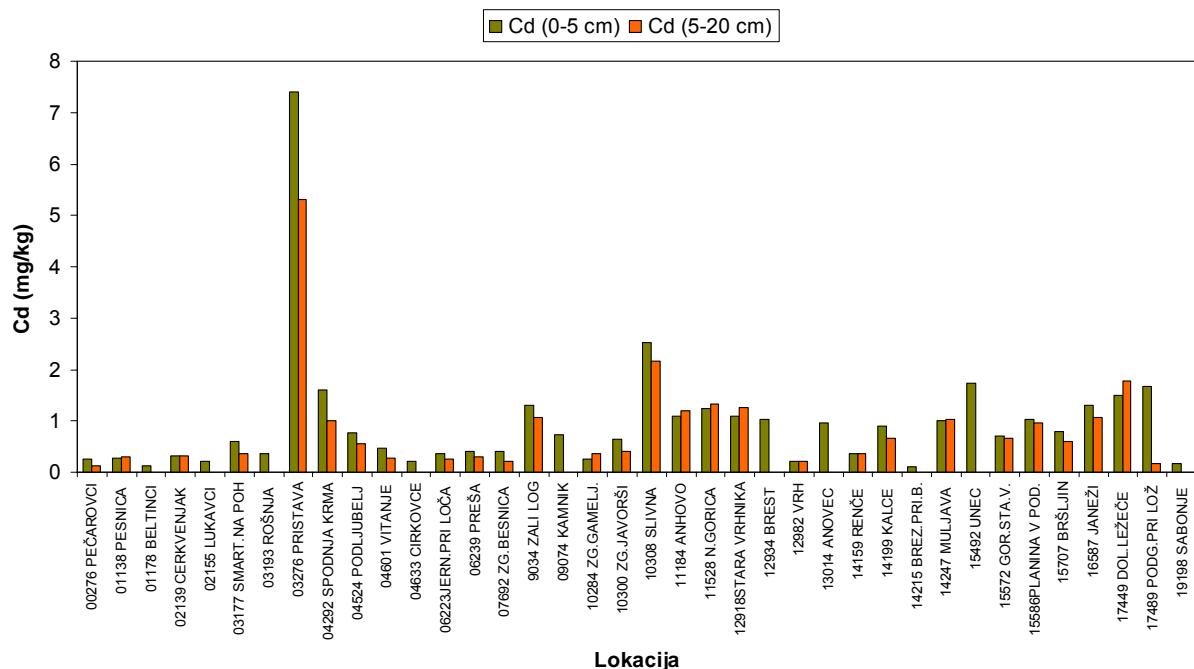
Slika 5: Vsebnost As (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

3.2.2.2 Kadmij

Kadmij se v vzorcih ROTS pojavlja v razponu od 0,1 do 7,4 mg/kg tal pri čemer moramo izpostaviti eno lokacijo v Zgornji Mežiški dolini, ki nekoliko izstopa zaradi vpliva topilnice v Žerjavu. (7,4 mg/kg v zgornjem in 5,3 mg/kg v spodnjem sloju tal). Povprečna vrednost je 0,92 mg/kg in je blizu mejne vrednosti (1 mg/kg), mediana je 0,65 mg/kg in je v tem primeru, ko izstopa ena lokacija, bolj realna srednja vrednost. Tako mediana kot srednja vrednost sta nižji v spodnjem sloju, kar kaže na antropogeni izvor Cd in onesnaževanje preko zraka kot glavni način onesnaževanja. Za kadmij je značilno, da se v tleh pojavlja v majhnih količinah in da ni esencialni

element za rastline. Mejna vrednost 1 mg/kg tal je presežena v 24 vzorcih na 14 lokacijah (Slika 6, Preglednica 9). Na dveh lokacijih je presežena tudi opozorilna vrednost 2 mg/kg tal tako v zgornjem kot v spodnjem sloju tal (Slika 6, Preglednica 9).

Vsebnost Cd v zgornjem in spodnjem sloju tal



Slika 6: Vsebnost Cd (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

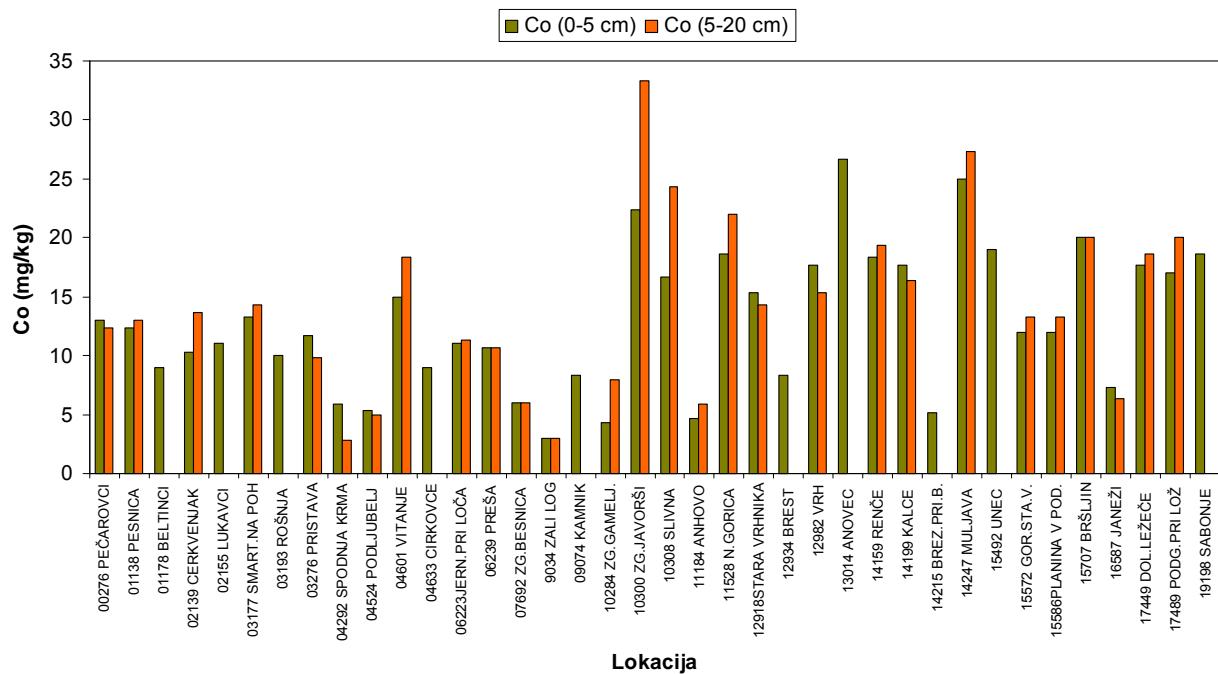
3.2.2.3 Kobalt

Vsebnosti kobalta v vzorcih ROTs 2004 so v razponu od 2,8 do 33,3 mg/kg tal (Preglednica 9). Povprečna vrednost in mediana sta v spodnjem sloju nekoliko višji, kar nakazuje geogeni izvor. Mejna imisijska vrednost je presežena oziroma dosežena v 10 vzorcih na 7 lokacijah (Slika 7, Preglednica 9).

3.2.2.4 Krom

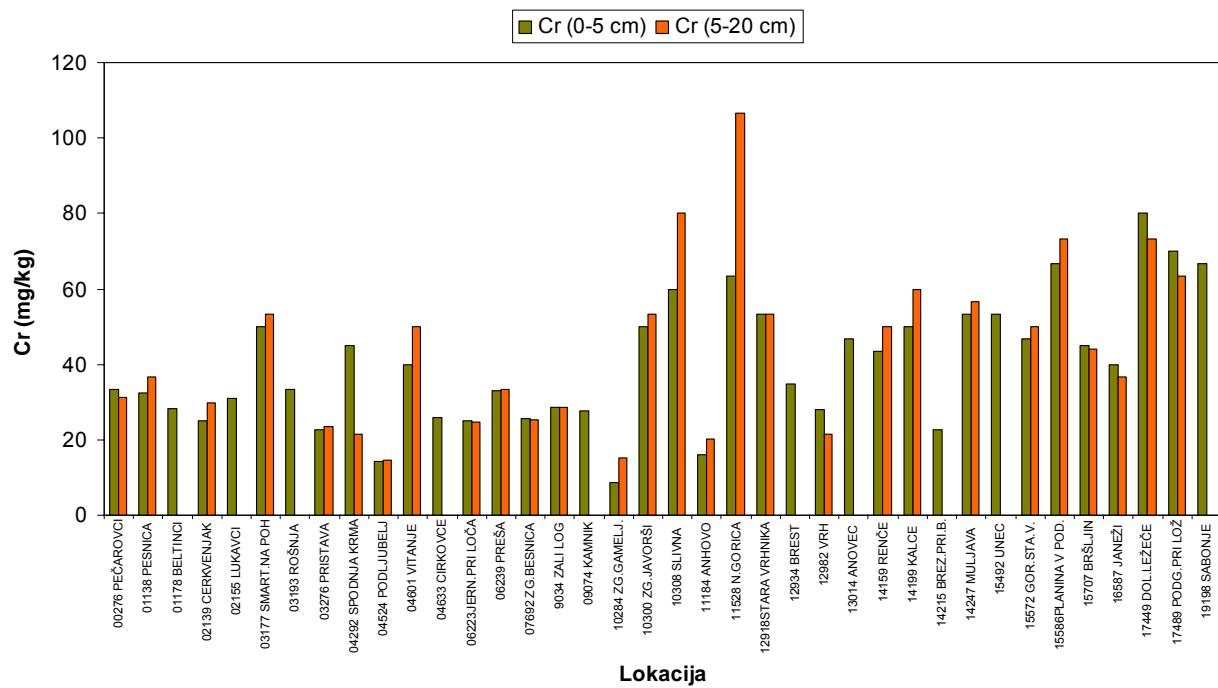
Vsebnosti kroma v tleh so v razponu od 8,7 do 106 mg/kg tal. Koncentracije so v območju naravnega ozadja in samo na eni lokaciji presegajo mejno vrednost v spodnjem sloju tal (Slika 8, Preglednica 9). Tudi povprečna vrednost in mediana sta v spodnjem sloju večji kot v zgornjem, kar nakazuje na geogeni (naravni) izvor Cr v tleh.

Vsebnost Co v zgornjem in spodnjem sloju tal



Slika 7: Vsebnost Co (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

Vsebnost Cr v zgornjem in spodnjem sloju tal

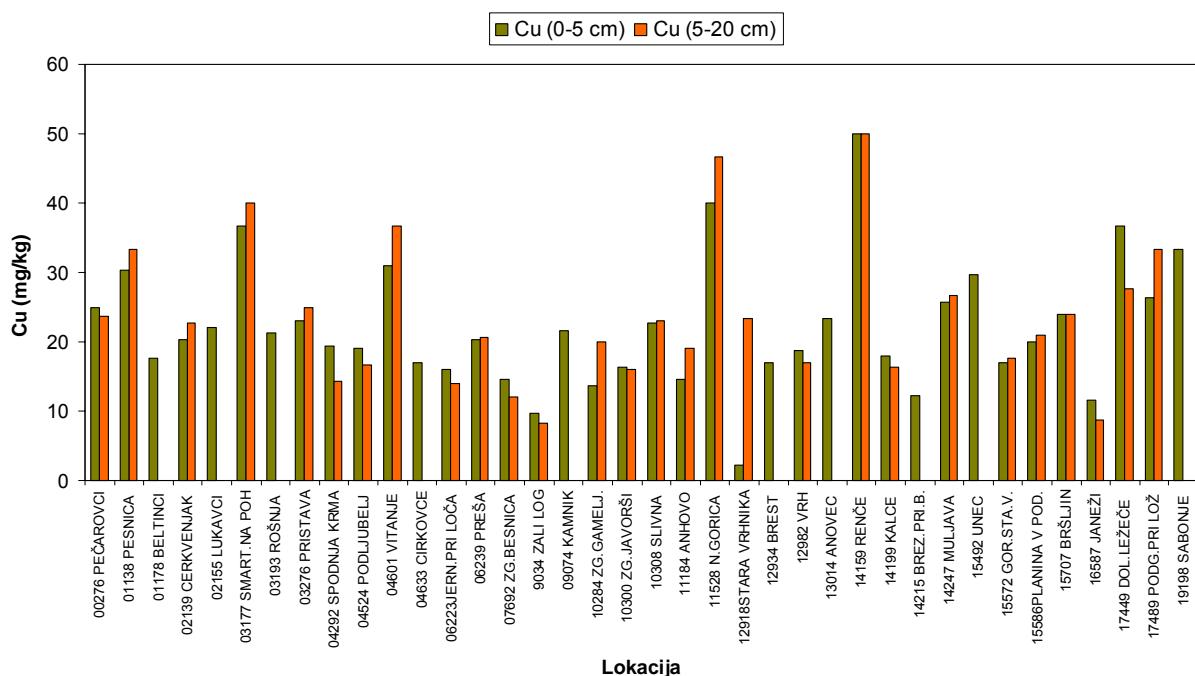


Slika 8: Vsebnost Cr (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

3.2.2.5 Baker

Baker se v vzorcih ROTs 2004 pojavlja v območju od 2,2 do 50 mg/kg tal. Povprečna vrednost je 22,7 mediana pa 20,9, kar nakazuje bolj ali manj naravno porazdelitev Cu v tleh. V primerih onesnaženosti tal oziroma povečanih vsebnosti na nekaterih lokacijah sta namreč mediana in povprečna vrednost bolj oddaljeni med seboj. Na nobeni lokaciji ni presežena mejna imisijska vrednost za Cu v tleh (Slika 9, Preglednica 9).

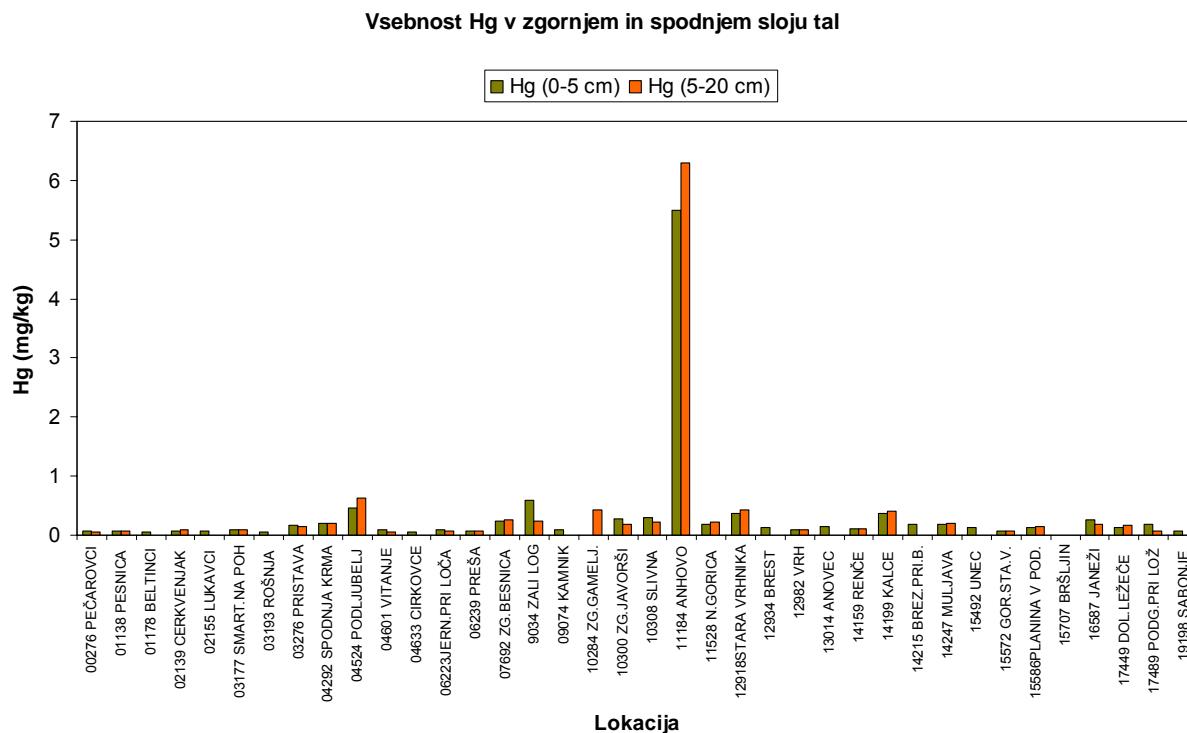
Vsebnost Cu v zgornjem in spodnjem sloju tal



Slika 9: Vsebnost Cu (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

3.2.2.6 Živo srebro

Živo srebro v vzorcih tal ROTs 2004 se pojavlja v nizkih koncentracijah oziroma v območju naravnega ozadja, mediana je 0,16 mg/kg (Preglednica 9). Izbema sta dve lokaciji, kjer so koncentracije večje zaradi rudnikov živega srebra: lokacija 11184 v Anhovem, kjer smo vzorce tal odvzeli neposredno ob reki Soči, kjer se je odlaga s Hg obogaten sediment iz Idrije in lokacija 04524 v Podljubelju, ki je neposredno ob magistralni cesti Podtabor – Ljubelj, za katero so kot podložni material uporabljali jalovino iz Šentanskega rudnika živega srebra v Podljubelju (Slika 10, Preglednica 9). Koncentracije v Podljubelju so le malo povisane in so pod mejno imisijsko vrednostjo, v Anhovem pa v obeh globinah presegajo opozorilno imisijsko vrednost 2 mg/kg (Ur.l. RS 68/96).



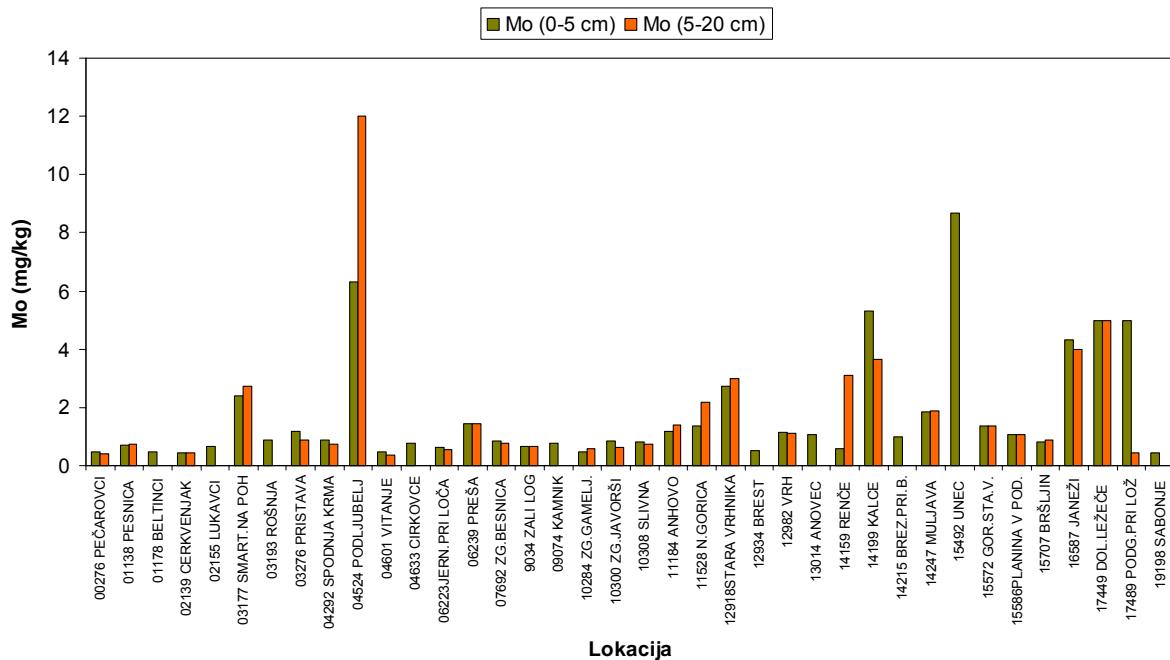
Slika 10: Vsebnost Hg (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

3.2.2.7 Molibden

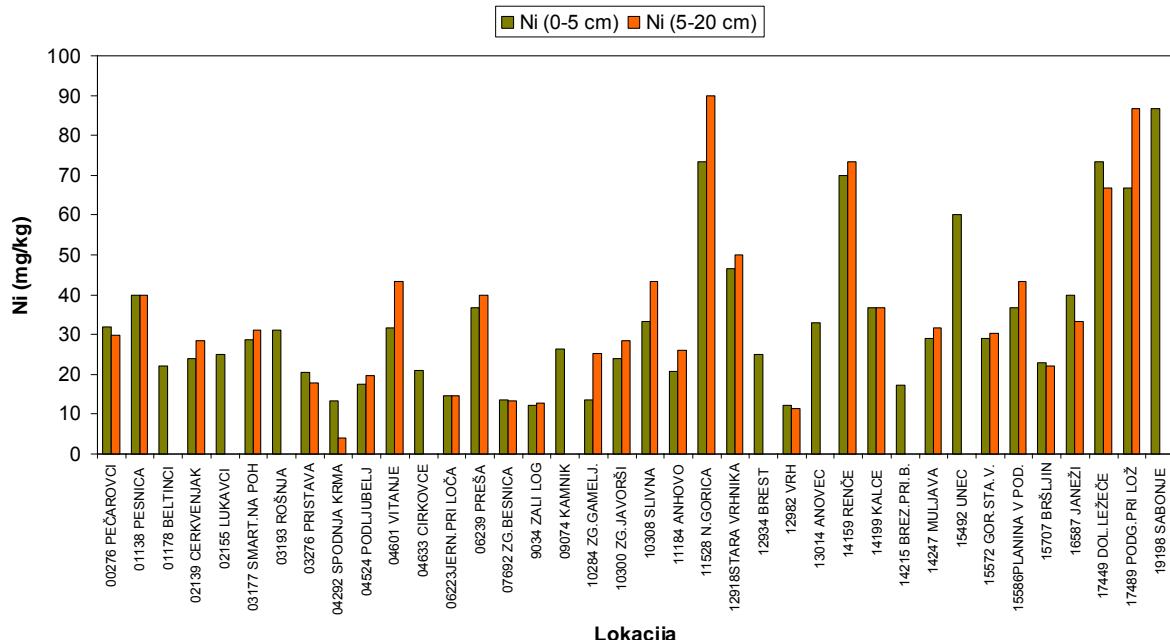
Molibden se v vzorcih ROTs 2004 pojavlja v območju naravnega ozadja, mediana je 0,9 mg/kg. Nekoliko višje vsebnosti so samo na treh lokacijah: 04524 Podljubelj, kjer vsebnost Mo v spodnjem sloju presega mejno imisijsko vrednost; 14199 Kalce in 15492 Unec (Slika 11, Priloga 9). Predvidevamo, da gre za nekoliko bolj obogatena območja naravnega ozadja; le lokacija v Podljubelju je lahko posledica človekove dejavnosti v preteklosti, kar pa bi morali potrditi z dodatnimi raziskavami.

3.2.2.8 Nikelj

Povprečna vsebnost Ni v vzorcih tal ROTs 2004 je 34,2 mg/kg tal, mediana pa 29,35 mg/kg, kar kaže na naravne koncentracije Ni v tleh (Preglednica 9). Na sedmih lokacijah vsebnosti Ni sicer presegajo mejno imisijsko vrednost, na štirih od teh pa tudi opozorilno imisijsko vrednost (Slika 12). Glede na geografsko lokacijo povečanih vsebnosti smo prepričani, da so koncentracije posledica obogatitve v matični podlagi (predvsem fliš na Primorskem). To kažejo tudi tematske karte vsebnosti Ni v tleh (Slika 26 in Slika 16 v tretjem faznem poročilu).

Vsebnost Mo v zgornjem in spodnjem sloju tal

Slika 11: Vsebnost Mo (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

Vsebnost Ni v zgornjem in spodnjem sloju tal

Slika 12: Vsebnost Ni (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

3.2.2.9 Svinec

Vsebnost svinca v vzorcih tal je v povprečju nizka in je rahlo večja v zgornjem sloju tal (A) kot v spodnji sloju (B), kar nakazuje, da je glavni vir obogatitve iz zraka.. Glavni antropogeni izvor Pb so bile v preteklosti emisije iz prometa, zaradi česar je vsebnost Pb v tleh večja v zgornjem sloju. Večina lokacij vzorčenih leta 2004 se ne nahaja blizu večjih izvorov emisij, izjema je le lokacija v Zgornji mežiški dolini (03276 Pristava), kjer je vpliv topilnice svinca v Žerjavu evidenten, saj je vsebnost Pv v obeh slojih tal večja od kritične imisilske vrednosti (Slika 13, Preglednica 9).

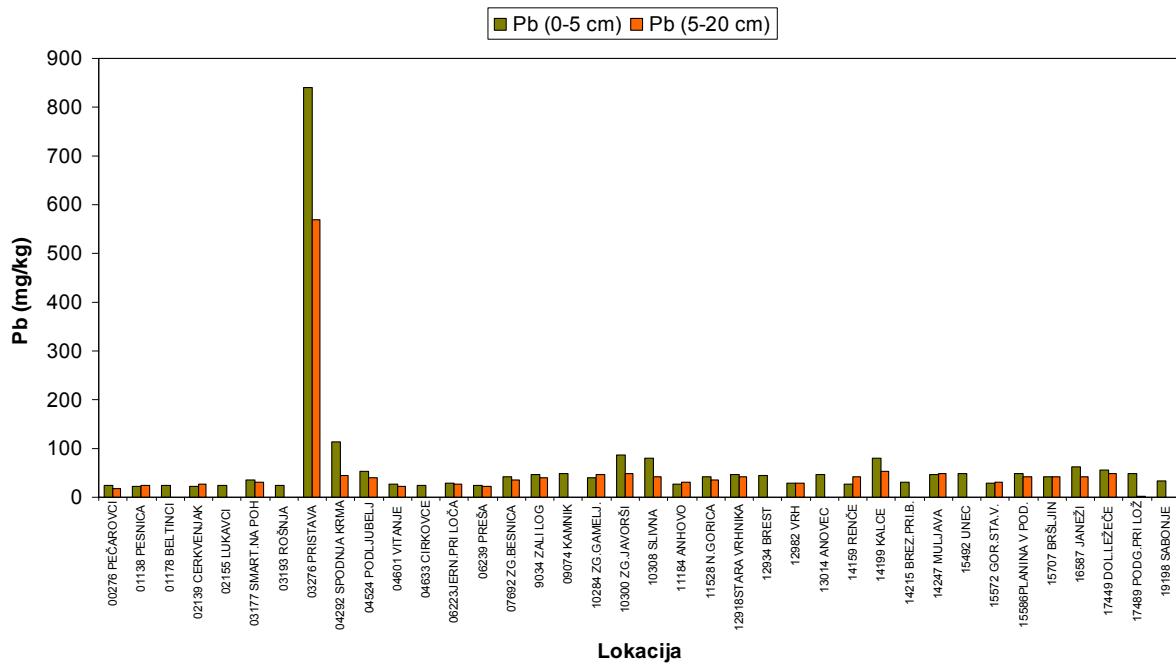
3.2.2.10 Cink

Vsebnosti Zn v vzorcih tal ROTs 2004 so v območju naravnega ozadja, povprečna vrednost je 100 mg/kg, mediana pa 80 mg/kg (Slika 14, Preglednica 9). Izjema je ena lokacija v Zgornji mežiški dolini (03276 Pristava), kar je posledica obratov v Žerjavu (separacija Pb-Zn rude, topilnica Pb).

3.2.2.11 Mangan, talij, selen in vanadij

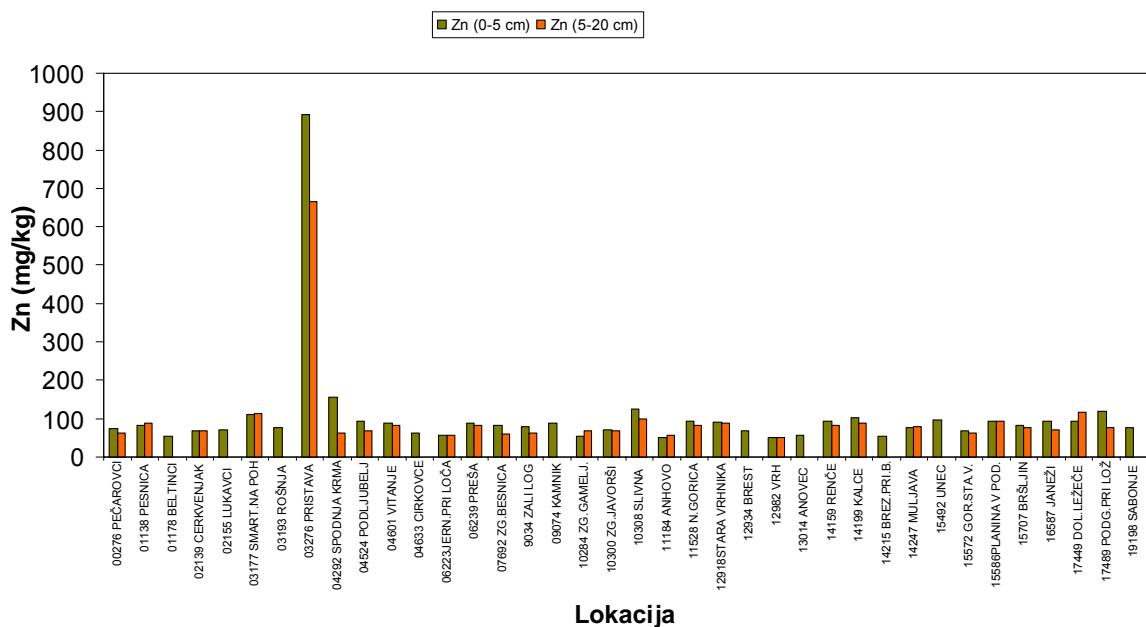
Vsebnost vseh štirih elementov je v območju naravnih vrednosti in nihanj. Vsebnosti elementov so prikazane v slikah 15, 16, 17 in 18 ter v preglednici 9.

Vsebnost Pb v zgornjem in spodnjem sloju tal



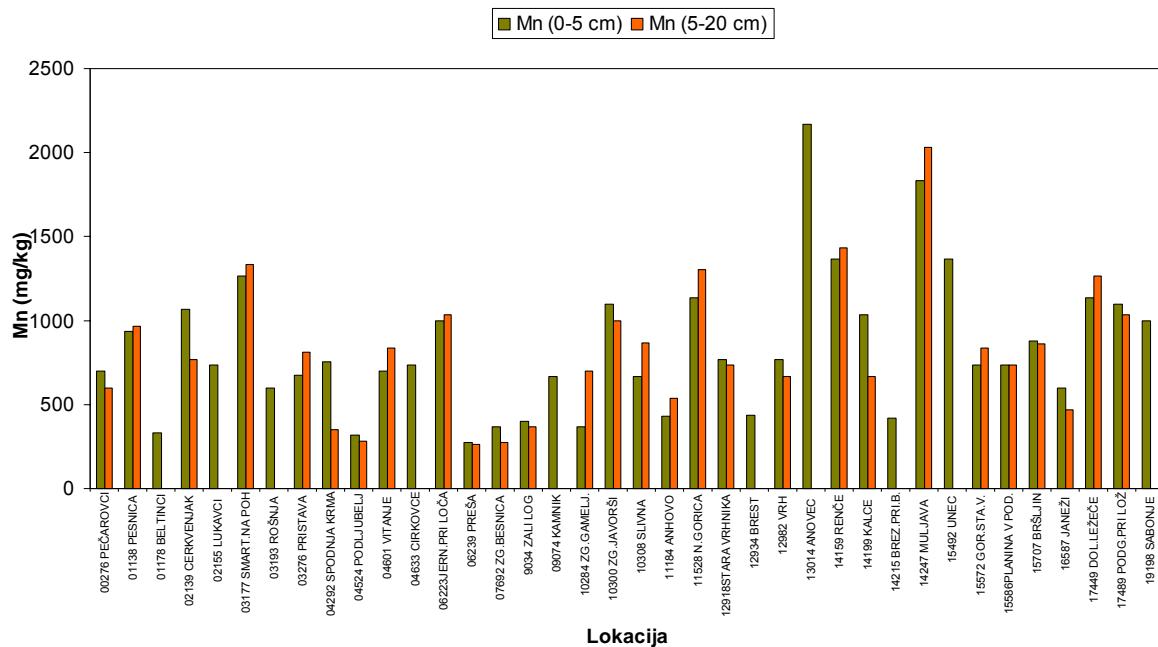
Slika 13: Vsebnost Pb (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

Vsebnost Zn v zgornjem in spodnjem sloju tal



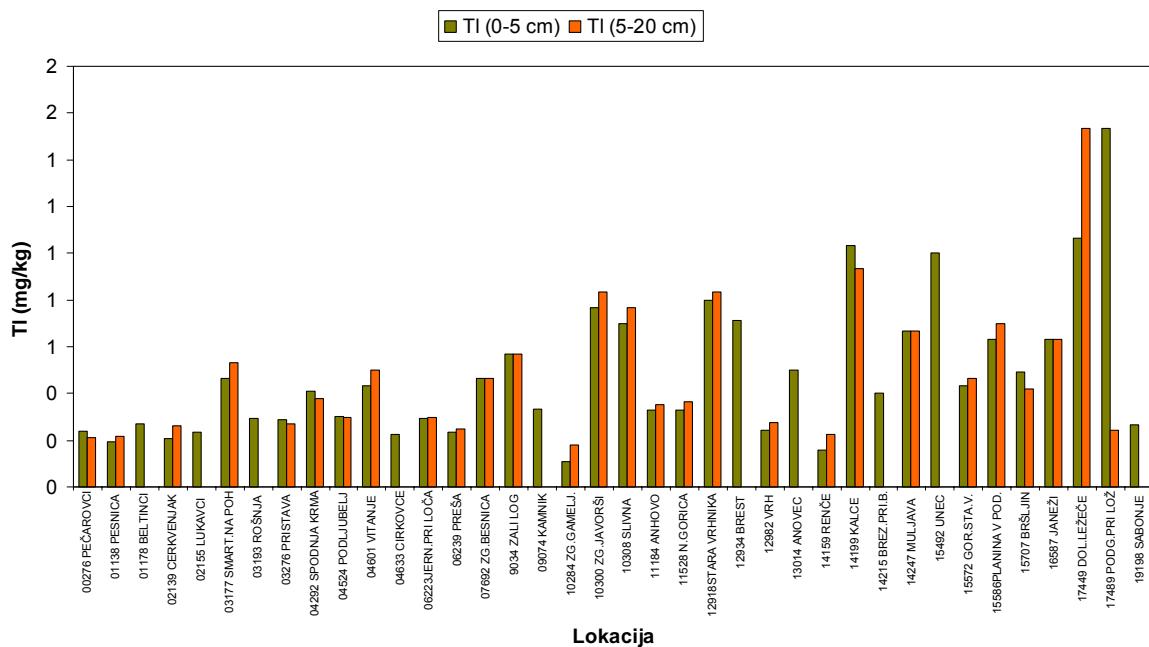
Slika 14: Vsebnost Zn (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

Vsebnost Mn v zgornjem in spodnjem sloju tal



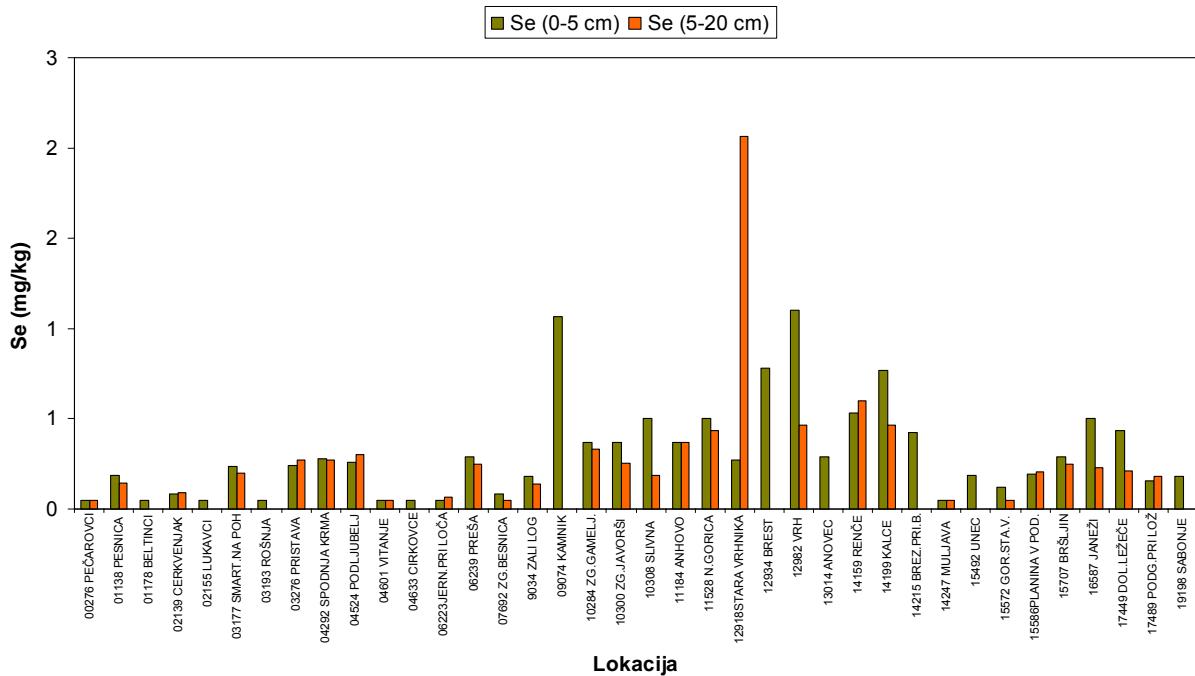
Slika 15: Vsebnost Mn (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

Vsebnost Ti v zgornjem in spodnjem sloju tal



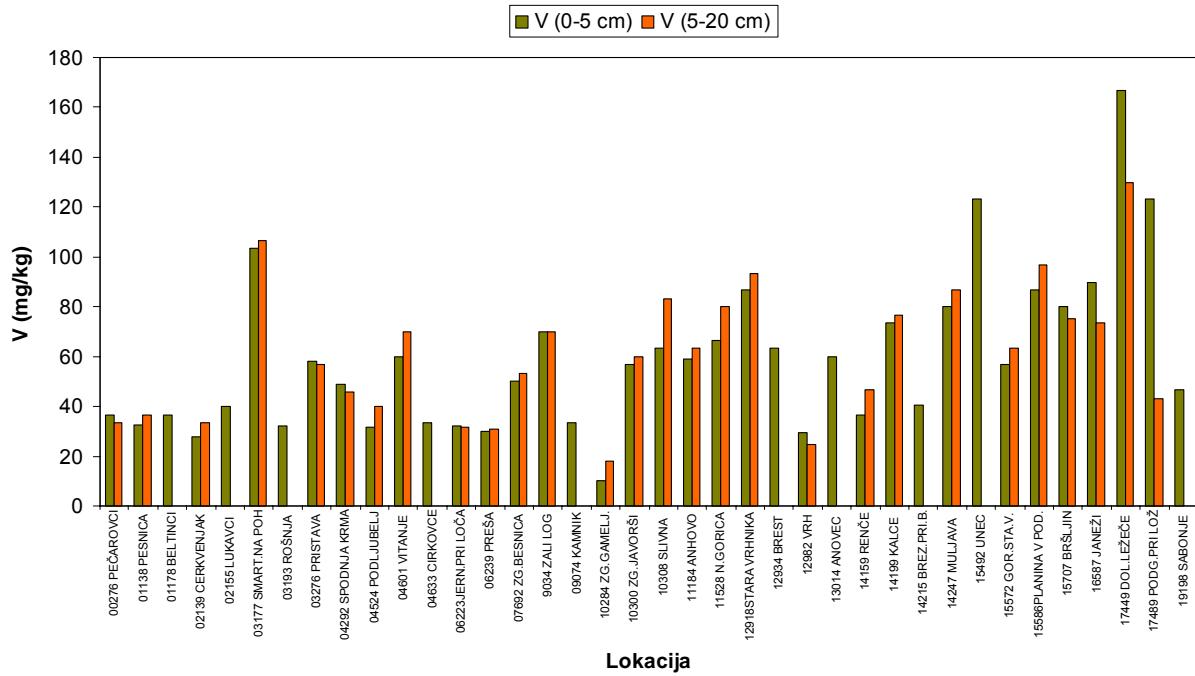
Slika 16: Vsebnost Tl (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

Vsebnost Se v zgornjem in spodnjem sloju tal



Slika 17: Vsebnost Se (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

Vsebnost V v zgornjem in spodnjem sloju tal



Slika 18: Vsebnost V (mg/kg) v zgornjem (0-5 cm) in spodnjem sloju tal (5-20 cm).

3.2.3 Organske nevarne snovi

V 34 površinskih vzorcih tal (sloji A in D) je bilo analiziranih 54 različnih organskih spojih (Preglednica 10). V Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96) so nekatere organske spojine upoštevane le kot seštevek vrednosti (Preglednica 5), zato v nadaljevanju komentiramo sledečih 7 skupin organskih nevarnih snovi:

- policiklični aromatski ogljikovodiki (PAO) predstavljajo seštevek vsebnosti 10 različnih spojin: naftalen, antracen, fenantren, fluoranten, benzo(a)antracen), krizen, bezno(a)piren, benzi(ghi)perilen, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3)piren;
- poliklorirani bifenili (PCB) so vsota 7 različnih PCB spojin, ki jih označimo glede na število C atomov v formuli: PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180;
- za vrednotenje vsebnosti insekticidov DDT in njegovih derivatov uporabljamo seštevek koncentracij DDT, DDD in DDE;
- drini predstavljajo seštevek vrednosti za: aldrin, dieldrin in endrin;
- vsota HCH je seštevek vsebnosti spojin: α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH;
- herbicida atrazin in simazin sta navedena neposredno s koncentracijo.

Izmed vseh analiziranih organskih spojin so le nekatere spojine iz skupine PAO prisotne v tleh zaradi naravnih procesov razgradnje organske snovi. Vse ostale spojine so sintetične in vsaka detekcija pomeni antropogen vpliv. Analize vzorcev tal odvzetih v letu 2004 so pokazale, da so tla neonesnažena z organskimi nevarnimi snovmi, izjema je ena lokacija - njiva v kraju Cirkovce 04633, kjer vsota DDT in njegovih derivatov presega mejno imisijsko vrednost. Prisotni so ostanki fitofarmacevtskih sredstev predvsem na njivah in lokacijah, kjer je bila v preteklosti intenzivna kmetijska raba. Koncentracije niso visoke, še vedno pa so prisotni ostanki DDT in njegovih derivatov, čeprav je uporaba teh sredstev že dve desetletji prepovedana.

Vsebnosti PAO so v okviru normalnih vrednosti v tleh, povprečna vrednost je 0,091 mg/kg in maksimalna 0,43 mg/kg, ki smo jo izmerili v ruralnem območju (Grgarske ravne 11528).

Še vedno so v tleh prisotni ostanki DDT in njegovi derivati prisotni v ornici oziroma zgornjem sloju tal, kjer je bila včasih intenzivna kmetijska raba (zatravljeni njive in trajni nasadi). Na eni lokaciji (Cirkovce 04601) seštevek DDT spojin presega mejno imisijsko vrednost za tla, na ostalih lokacijah so vrednosti nizke.

Ostanke herbicidov z aktivno snovjo atrazin smo določili na dveh lokacijah z intenzivno kmetijsko rabo: njiva (Lukavci 02155) in nekdanji trajni nasad (Renče 14). Obe vrednosti sta nizki, malo nad spodnjo mejo določanja in ne presegata mejne imisilske vrednosti za tla.

Preglednica 10: Rezultati analiz organskih nevarnih snovi, 1 DEL

Preglednica 10: Rezultati analiz organskih nevarnih snovi, 2 DEL

PAH1 -seštevek vseh PAH-ov (Antracen, Benzo(a)antracen, Benzo(a)piren, Benzo(GHI)perilen, Benzo(k)fluoranten, Fenantren, Fluoranten, Indeno(123-cd)piren, Krizen, Naftalen, Acenaften, Acenaftilen, Benzo(b)fluoranten, Dibenzen(a,h)antracen, Fluoren, Piren)

PAH2 - seštevek PAH-ov, ki so kancerogeni (Antracen, Benzo(a)antracen, Benzo(a)piren, Benzo(GHI)perilen, Benzo(k)fluoranten, Fenantren, Fluoranten, Indeno(123-cd)piren, Krizen, Naftalen)

3.2.4 KOMENTAR PEDOLOŠKIH LASTNOSTI IN VSEBNOST NEVARNIH SNOVI NA POSAMEZNI LOKACIJI

Komentar pedoloških lastnosti in vsebnosti nevarnih snovi za posamezno lokacijo je izdelan na osnovi standardnega izpisa, ki je bil zasnovan ob pripravi koncepta projekta ROTS (Zupan et al., 2000). Izpis podatkov za vsako točko posebej (4 strani) z opisom lokacije, s komentarjem pedoloških lastnosti in vsebnosti nevarnih snovi, tabelami in grafičnimi prikazi nevarnih snovi je vezan v posebni prilogi (Priloga 3). Primer izpisa je prikazan na sliki 19. Sklepni komentarji za vsako posamezno lokacijo so podani v preglednici 11.

Preglednica 11: Povzetek oziroma komentar pedoloških lastnosti in vsebnosti nevarnih snovi po posameznih lokacijah

VZOR-ČNA LOKACIJA (m)	NAD-MORSKA VIŠINA	KRAJ	POVEZETEK - KOMENTAR
00276	280	PEČAROVCI	Ruralno območje na Goričkem. Evtrična rjava tla na pliocenskih sedimentih so srednje težke tekture s srednjo kationsko izmenjalno kapaciteto. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOQ uporabljene metode.
01138	263	DRANKOVEC	Ruralno območje v Slovenskih goricah. Evtrični hipoglej nevtralne reakcije z visokim deležem melja. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOQ uporabljene metode.
01178	176	BELTINCI	Ravninsko območje v Prekmurju – njivska raba tal. Distrična (kisla) rjava tla, lahka, z majhno kationsko izmenjalno kapaciteto. Prisotni so ostanki insekticidov in herbicidov (DDT, metolaklor, prometrin).
02139	241	ŽUPETINCI	Ruralno območje v Slovenskih goricah. Evtrični hipoglej z visokim deležem melja, srednje težke tekture. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOQ uporabljene metode.
02155	179	LUKAVCI	Ravninsko območje pri Ljutomeru – njivska raba tal. Obrečna distrična tla s kislo reakcijo so ilovnate tekture (srednje težka) in dobro založena s hranili. Prisotni so ostanki herbicidov (atrazin, terbutilazin).
03177	872	ŠMARTNO NA POHORJU	Južno pobočje Pohorja. Distrična rjava tla, ilovnate tekture s srednjo kationsko izmenjalno kapaciteto. Danes travnik v preteklosti njiva. V sledeh prisotni ostanki DDT. Izredno visoka koncentracija As (> kitična vrednost) v slojih A in B!
03193	243	ROŠNJA	Dravsko polje – njivska raba. Distrična rjava tla, ilovnate tekture z majhno izmenjalno kapaciteto. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOQ uporabljene metode.
03276	594	PRISTAVA	Zgornja mežiška dolina – travnik v preteklosti njiva. Obrečna tla, nevtralne reakcije s srednjo kationsko izmenjalno kapaciteto. Točka je v območju vpliva emisij topilnice v Žerjavu, kritično vrednost presegajo vsebnosti Pb in Zn, opozorilno pa Cd!

VZOR-ČNA LOKACIJA	NAD-MORSKA VIŠINA (m)	KRAJ	POVEZETEK - KOMENTAR
04292	855	SPODNJA KRMA	Dolina Krme – plitev travnik/pašnik, odvzeti le sloji A in B. Prhninasta rendzina na moreni je nevralne reakcije z visokim deležem organske snovi. Vsebnost Pb malo presega opozorilno vrednost v zgornjem sloju (vpliv emisij iz Jesenic?)!
04524	702	PODLJUBELJ	Šentalska dolina (Podljublej) – travnik/pašnik ob magistralni cesti. Plitva tla, vzorčenje možno le do globine 10 cm (A in B). Povišana vsebnost Mo (> mejna vrednost), nekoliko tudi Hg (rudnik v 19 st.). Detektiranih veliko spojin iz skupine PAH.
04601	816	VITANJE	Jugozahodni obronki Pohorja. Travnik, v preteklosti njiva. Srednje težka distrična rjava tla, kisle reakcije s srednjo izmenjalno kapaciteto. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOQ uporabljene metode.
04633	243	CIRKOVCE	Dravsko polje – intenzivna njivska raba. Srednje težka, distrična (kisla) rjava tla z nizko izmenjalno kapaciteto. Prisotni so ostanki insekticidov (vsota DDT > mejne vrednosti) in herbicidov (metolaklor). Detektiranih veliko spojin iz skupine PAH.
06223	294	JERNEJ PRI LOČAH	Hribovit svet JV od Slovenskih Konjic, danes travnik v preteklosti njiva. Distrična rjava tla, meljasto-ilovnate teksture. Prisotni so ostanki insekticidov na osnovi DDT (< mejno vrednostjo), anorganske nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti.
06239	321	PREŠA	Obronki Dravinske doline - ruralno območje. Srednje težka evtrična tla, kisle reakcije, izmenjalna kapaciteta je srednja. Zaznanih je nekaj spojin iz skupine PAH, vendar so vsebnosti le-teh in anorganskih nevarnih snovi v območju naravnih vrednosti.
07692	441	ZGORNJA BESNICA	Stranska dolina ob vznožju Jelovice proti Savi – ekstenzivni sadovnjak. Delno izprana tla, kisle reakcije s srednjo izmenjalno kapaciteto. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOQ uporabljene metode.
09034	730	ZALI LOG	Dolina Davče (Selška Sora), predalpski pretežno gozdni svet. Tla so plitva (rendzina), vzorca odvzeta na jasi do globine 20 cm. Vsebnost As in Cd presega mejno vrednost v obeh slojih, blizu mejne vrednosti je tudi vsebnost Hg!
09074	341	ŠMARCA	Polje južno od Kamnika – njivska raba. Plitva, skeletna srednje težka evtrična tla s srednjo izmenjalno kapaciteto, dobro založena z rastlinam dostopnim P. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOQ uporabljene metode.
10284	295	ZGORNJE GAMELJNE	Obrežje Save severno od naselja Kleče–nekmetijska raba. Tipičen limvkast nanos, srednje težka evtrična obrečna tla, šibko alkalne reakcije. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOQ uporabljene metode.
10300	663	ZGORNJA JAVORŠČICA	Hribovje južno nad moravško dolino. Pokarbonatna tla, nekoliko izprana, kisle reakcije z nizko do srednjo izmenjalno kapaciteto. Pb (A) in Co (A in B) presegata mejno vrednost, zaznanih je nekaj spojin iz skupine PAH in DDT.

VZOR-ČNA LOKACIJA	NAD-MORSKA VIŠINA (m)	KRAJ	POVEZETEK - KOMENTAR
10308	777	SLIVNA	Gričevnato območje nad Kresnicami – skalovit gozd. Tipična pokarbonatna tla. Vsebnost Cd presega opozorilno vrednost v slojih A in B, vsebnost Co mejno vrednost v sloju B! Vsebnost Pb je povišana v sloju A, zaznanih je nekaj spojin iz skupine PAH.
11528	535	GRGARSKE RAVNE	Banjska planota–pašnik v zaraščanju. Evtrična tla na apnencu z vložki peščenjaka. Tla so plitva (A in B), vendar imajo visoko izmenjalno kapaciteto (veliko organske snovi). Vsebnost Cd presega mejno vrednost, zaznanih je veliko spojin iz skupine PAH.
11184	92	DESKLE	Anhovo v dolini Soče. Obrečna tla so nastala na peščeno meljasti naplavini, so lahka s srednjo izmenjalno kapaciteto. Vsebnost Hg presega opozorilno vrednost v slojih A in B, kar je posledica rudarsko-topilniške dejavnosti v Idriji (rečni sediment)!
12918	350	STARA VRHNIKA	Nekdanje vojaško vežbališče ob Vrhniki. Rjava pokarbonatna tla so precej atropogenizirana. Mejno imisijsko vrednost v sloju B presegata koncentraciji As in Cd! Organskih nevarnih snovi nismo zaznali.
12934	294	BREST	Vodovarstveno območje vodarne Brest ob Igu. Raba tal je njiva. Izrazit hipoglej s podtalno vodo na globini 40 cm. Velik delež organske snovi in visoka izmenjalna kapaciteta. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti.
12982	282	VRH	Obročni doline Mirne. Distrična rjava tla so rahlo psevdooglejena zaradi visokega deleža melja, vsebnost gline in organske snovi je relativno majhna, zato je nizka tudi izmenjalna kapaciteta. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti.
13014	260	ANOVEC	Bizeljsko gričevje. Raba tal je njiva-ob sadovnjaku. Evtrična rjava tla so srednje težka, z nizko izmenjalno kapaciteto in nevtralno reakcijo. Zaznali smo ostanke insekticidov na osnovi DDT, vsebnost anorg. nevarnih snovi je v okviru naravnih vrednosti.
14159	47	RENČE	Spodnja vipavska dolina. Raba tal je travnik,(v preteklosti trajni nasad). Obrečna tla so šibko alkalne reakcije s srednjo izmenjalno kapaciteto. Zaznali smo ostanke insekticidov (DDT) in herbicida atrazina. Blizu mejne vrednosti je vsebnost Cu.
14199	500	KALCE	Kraška planota na Notranjskem (Kalce)-kmetijsko manj intenzivno območje. Rjava pokarbonatna tla so sprana. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti- nekoliko so povišane vsebnosti As, Cd, Co in Pb (blizu mejni vrednosti).
14215	323	BREZOVICE PRI BOROVNICI	Stično območje Ljubljanskega Barja in Dinarskega kraša pri Borovnici. Obrečna tla so občasno poplavljena. Raba tal je njiva, v tem sloju smo zaznali ostanke herbicida metolaklora in insekticida DDT. Anorganske nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti.
14247	317	MULJAVA	Osrednje območje Dolenjske pri Muljavi. Rjava pokarbonatna tla na apnencu in dolomitu so nekoliko izprana. Vsebnost Cd in Co je nad mejno vrednostjo, blizu le-te je tudi vsebnost As. Organskih nevarnih snovi nismo zaznali.

VZOR-ČNA LOKACIJA	NAD-MORSKA VIŠINA (m)	KRAJ	POVEZETEK - KOMENTAR
15707	183	BRŠLJIN	Severno predmestje Novega Mesta-obrtno industrijska cona Bršljin. Rjava pokarbonatna tla so nekoliko izprana. Tla imajo meljasto ilovnato teksturo, zmerno kislo reakcijo in nizko izmenjalno kapaciteto. Vsebnost Co je enaka mejni vrednosti.
15492	518	UNEC	Kraško polje pri kraju Unec s tipičnimi pokarbonatnimi tlemi. Raba tal je njiva. Vsebnost Cd in As presega mejno imisijsko vrednost, zaznali smo tudi insekticide na osnovi DDT in veliko spojin iz skupine PAH.
15572	218	GORENJA STARA VAS	Okolica Šentjerneja na Dolenjskem-ruralno območje. Tla so nevtralne reakcije, možnost zastajanja padavinske vode (srednje izražen psevdoglej), tla so srednje težka z visokim deležem melja. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti.
15586	677	PLANINA V PODBOČJU	Gorjanci- travnik ob državni meji. Tla so plitva (le sloja A in B). Renzina je nekoliko težje teksture, nevtralne reakcije z velikim deležem organske snovi in visoko izmenjalno kapaciteto. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti .
16571	548	OTOK	Območje presihanja vode na Cerkniškem jezeru. Konec oktobra 2004 vzorčenje na predvideni lokaciji ni bilo možno, glede na vodostaj predlagamo premik točke 2 km vzhodno (lokacija 16573). Na območju Cerkniškega jezera prevladujejo hidromorfni talni tipi.
16587	686	JANEŽI	Prehod med Notranjsko in Dolenjsko-hribovje nad Sodražico. Lokacija je v zelo strmem pobočju (ob gradnji ceste nekoliko antropogenizirana). Sprsteninasta rendzina -koluvialna. Vsebnost Cd je nad mejno vrednostjo. Prisotni so insekticidi na osnovi DDT.
17449	442	DOLNJE LEŽEČE	Kras, neposredno ob Divači. Odvzet je bil vzorec globine 0-5 cm (plitva tla). Talni tip je sprsteninasta rendzina, nevtr. reakcije z visoko izmenjalno kapaciteto. Vsebnost Cd presega mejno imisijsko vrednost; prsotne so tudi spojine iz skupine PAH.
17489	603	PODGORA PRI LOŽU	Notranjski kras pri Ložu. Rjava pokarbonatna tla so zmerno kisle do nevtralne reakcije, težke teksture z veliko organske snovi in visoko izmenjalno kapaciteto. Vsebnosti As in Cd presegajo mejno imisijsko vrednost. Org. nevarnih snovi nismo zaznali.
19198	528	SABONJE	Brkini ob pregradi Molja. Evtrična rjava tla na flišu z zmerno kislo reakcijo, lahke teksture z nizko do srednjo izmenjalno kapaciteto. Raba tal je travnik. Prisotni so insekticidi na osnovi DDT. Co v sloju B doseže mejno vrednost.

Slika na straneh 48 – 51:

Slika 19: Primer izpisa vseh podatkov za posamezno lokacijo (14159 Renče)

Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE - ROTS 2004

Vzorcna tocka: 14159

Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Cas vzorcenja: Oktober 2004

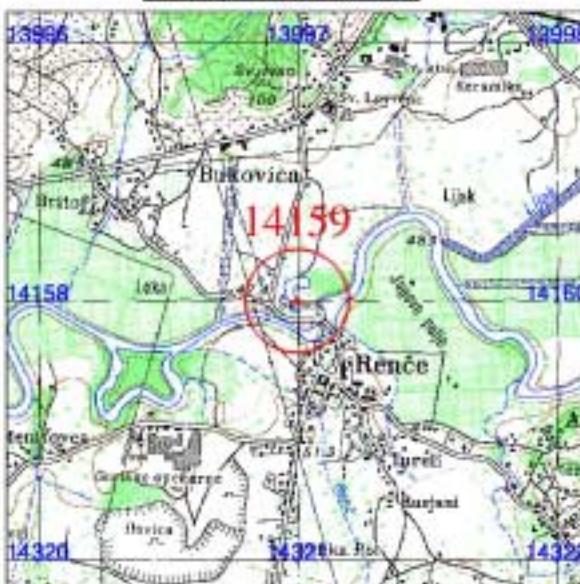
Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDILEK ZA AGRONOMIJO, Center za pedologijo in varstvo okolja

Datum izpisa: 14.9.2005 Stran: 1/4

Vzorcna tocka: 14159**KRAJ:** RENCE**OBCINA:** NOVA GORICA**GK:** X= 397000m Y= 84000m**Nadmorska višina:** 47m**Vzorcenje:** 14159/1004

Obrázec terenskega opisa: T14159_1004.tif

Cas vzorcenja: Oktober 2004

Lokacija vzorcne tocke**Terenski opis lokacije vzorcne tocke**

Opis: Matko Župan, UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja

Tip tal: obrečna tla

Makrorelief: dolina

Maticna podlaga: aluvij vrapave

Mikrorelief: ravnina

Vegetacija: trave, srobot, galium

Oblika mikroreliefsa: enakomerna

Raba tal: pašnik

Kamnitost: nekamnitno

Oddaljenost prometnic od vzorcne tocke:

Skalovitost: neskalovito

lok. cesta: 125m kolovoz: 50m

Površinska org. snov: surov humus, prhnina

Potencialni viri onesnaženja: promet/cesta, kmetijski obrat,

Dreniranost: dobra

Vreme ob vzorcenju: oblaczno

Opombe: Tocka zazaknjena 200m S in 100m V



Komentar:

Spodnja vrapavska dolina. Raba tal je travnik, (v preteklosti trajni nasad). Obrečna tla so šibko alkalne reakcije s srednjo izmenjalno kapaciteto. Zaznali smo ostanke insekticidov (DDT) in herbicida atrazina. Blizu mejne vrednosti je vsebnost Cu.

Datum izpisa: 14.9.2005 Stran: 2/4

Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE - ROTS 2004

Vzorčna točka: 14159

Naravnost MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Cas vzorcenja: Oktober 2004

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ČODELEK ZA AGRONOMIJO, Center za pedologijo in varstvo okolja

Vzorcenje 14159/1004**Terenski opis slojev vzorcne tocke**

Opisatelj Mario Žipan, UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja

Globina A (0-5cm)

Konzistencija: drobljiv

Barva: 10YR 3/3

Stopnja konz.: lahko

Organska snov: humozen

Struktura: grudicast

Vlažnost ob opisu: vlažen

Izraženost str.: dobra

Prekoreninjenost: zelo goste korenine

Volumski delež skeleta: 0%

Globina B (5-20cm)

Konzistencija: drobljiv

Barva: 10YR 3/4

Stopnja konz.: lahko

Organska snov: srednje humozen

Struktura: oreškast

Vlažnost ob opisu: vlažen

Izraženost str.: dobra

Prekoreninjenost: redka korenine

Volumski delež skeleta: 0%

Globina C (20-30cm)

Konzistencija: drobljiv

Barva: 10YR 4/3

Stopnja konz.: težko

Organska snov: slabo humozen

Struktura: oreškast, prizmatičen

Vlažnost ob opisu: svež do vlažen

Izraženost str.: dobra

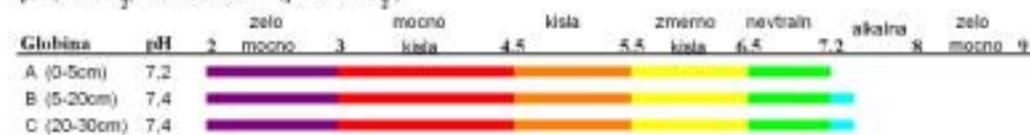
Prekoreninjenost: posamezne korenine

Volumski delež skeleta: 0%

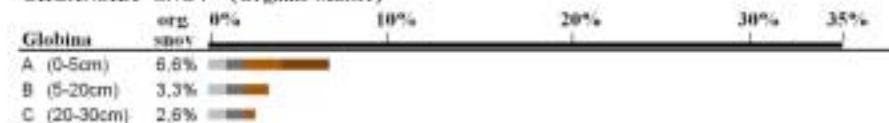
Osnovni pedološki parametri

Analitički laboratorijski: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja

Globina	Lab. št.	pešek	mlej	gлина	TRZ	TOC	org. snov	karbo			CaCO ₃	pH	izmenljivi									
								C	N	CIN	nati		P	K	Ca	Mg	K	Na	H	S	T	V
A (0-5cm)		15,9	71,2	12,9	Ml		6,6	3,8	0,38	10		7,2	51,8	35,8	26,33	1	0,79	0,06	3,1	28,2	31,3	90,1
B (5-20cm)		18	66,6	15,2	Ml		3,3	1,9	0,21	9		7,4	19,5	15,7	27,63	0,6	0,35	0,07	2,25	28,7	31	92,6
C (20-30cm)		18,3	64,3	16,4	Ml		2,6	1,5	0,17	8,8		7,4		28,12	0,54	0,25	0,08	2,15	29	31,2	92,9	

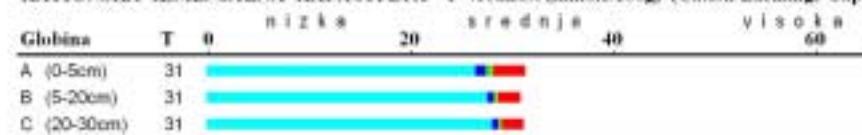
pH (v CaCl₂) VREDNOST (pH in CaCl₂)**TEKSTURNI RAZRED (Texture Class)**

Globina	Lahka tla				St. 1+2x m. tla				Težka tla			
	P	IP	PI	I	MH	M	PGI	GI	MGI	PG	MG	G
A (0-5cm)	M				*							
B (5-20cm)	M				*							
C (20-30cm)	M				*							

ORGANSKA SNOV (Organic Matter)

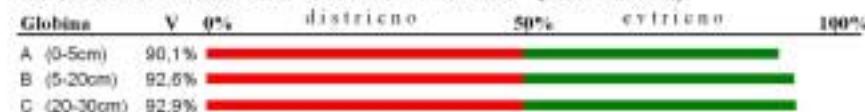
LEGENDA:

- 0-1: mineralna tla
- 1-2: mlo humozen
- 2-4: srednje hum.
- 4-8: dobro hum.
- 8-16: zelo dobro hum.
- >16: ekstremno hum.

KATIJSKA IZMENJALNA KAPACITETA - T vrednost (mmolc/100g) (Cation Exchange Capacity)

LEGENDA:

- Kalcij (Ca)
- Magnij (Mg)
- Kalij (K)
- Natrij (Na)
- Vodik (H)
- >60mmolH/100g

ZASICENOST Z BAZICNIMI KATIONI - V vrednost (Base saturation)

Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE - ROTS 2004

Vzorčna točka: 14159

Naravnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Cas vzorcenja: Oktobar 2004

Inovator: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO, Center za pedologijo in varstvo okolja

Datum izpisa: 14.9.2005 Stran: 3/4

Vzorcenje 14159/1004

Anorganske nevarne snovi

Analitik laboratorij:

Globina mesta	Hg	Cd	Pb	Zn	Mo	Cu	Co	As	Ni	Cr	V	Se	Mn	Tl	Fe	Fluoridi vodotopeni totalni
							ng / kg vseh snovi									
A (0-5cm)	0,1	0,37	26,7	93,3	0,6	50	18,3	8	70	43,3	36,7	0,53	1367	0,16		
B (5-20cm)	0,11	0,37	43,3	83,3	3,1	50	19,33	9	73,3	50	46,7	0,6	1433	0,22		

Opombe: Analiza opravljena; vsebnost pod mejo določanja (LOQ): [\[LOQ\]](#)Analiza opravljena; vsebnost pod mejo detekcije (LOD): [\[LOD\]](#)

Globina Vsebnost

Nevarna snov: As

A (0-5cm)	8 mg/kg	
B (5-20cm)	9 mg/kg	

podzemna vrednost <0.0mg/kg pod mejo določenosti <0.0mg/kg pod mejo vrednosti <0.0mg/kg nizka vrednost <10mg/kg spodnja vrednost >10mg/kg visoka vrednost >100mg/kg

Nevarna snov: Cd

A (0-5cm)	0,37 mg/kg	
B (5-20cm)	0,37 mg/kg	

podzemna vrednost <0.0mg/kg pod mejo določenosti <0.0mg/kg pod mejo vrednosti <0.0mg/kg nizka vrednost <10mg/kg spodnja vrednost >10mg/kg visoka vrednost >100mg/kg

Nevarna snov: Co

A (0-5cm)	18,3 mg/kg	
B (5-20cm)	19,33 mg/kg	

podzemna vrednost <0.0mg/kg pod mejo določenosti <0.0mg/kg pod mejo vrednosti <0.0mg/kg nizka vrednost <10mg/kg spodnja vrednost >10mg/kg visoka vrednost >100mg/kg

Nevarna snov: Cu

A (0-5cm)	50 mg/kg	
B (5-20cm)	50 mg/kg	

podzemna vrednost <0.0mg/kg pod mejo določenosti <0.0mg/kg pod mejo vrednosti <0.0mg/kg nizka vrednost <10mg/kg spodnja vrednost >10mg/kg visoka vrednost >100mg/kg

Nevarna snov: Hg

A (0-5cm)	0,1 mg/kg	
B (5-20cm)	0,11 mg/kg	

podzemna vrednost <0.0mg/kg pod mejo določenosti <0.0mg/kg pod mejo vrednosti <0.0mg/kg nizka vrednost <10mg/kg spodnja vrednost >10mg/kg visoka vrednost >100mg/kg

Nevarna snov: Mo

A (0-5cm)	0,6 mg/kg	
B (5-20cm)	3,1 mg/kg	

podzemna vrednost <0.0mg/kg pod mejo določenosti <0.0mg/kg pod mejo vrednosti <0.0mg/kg nizka vrednost <10mg/kg spodnja vrednost >10mg/kg visoka vrednost >100mg/kg

Nevarna snov: Pb

A (0-5cm)	26,7 mg/kg	
B (5-20cm)	43,3 mg/kg	

podzemna vrednost <0.0mg/kg pod mejo določenosti <0.0mg/kg pod mejo vrednosti <0.0mg/kg nizka vrednost <10mg/kg spodnja vrednost >10mg/kg visoka vrednost >100mg/kg

Nevarna snov: Zn

A (0-5cm)	93,3 mg/kg	
B (5-20cm)	83,3 mg/kg	

podzemna vrednost <0.0mg/kg pod mejo določenosti <0.0mg/kg pod mejo vrednosti <0.0mg/kg nizka vrednost <10mg/kg spodnja vrednost >10mg/kg visoka vrednost >100mg/kg

LEGENDA:

Dejanska vsebnost elementa.

Vsebnost snovi je zelo majhna in pod mejo detekcije instrumenta.

Vsebnost snovi je zelo majhna pod mejo določnosti.

Analitički postopek in instrument so zaznali manjšo količino snovi, katera skupna vsebnost je pod MEJNO vrednostjo.

Vsebnost snovi v tleh je presegla in nad MEJNO vrednostjo, a še pod OPZOZILNINO vrednost.

Vsebnost snovi v tleh je presegla OPZOZILNINO vrednost in je manjša od KRTICNE vrednosti.

Vsebnost snovi presega KRITICNO vrednost.

Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE - ROTS 2004

Narodno MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Univerza v Ljubljani BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO, Center za pedologijo in varstvo okolja

Vzorčna točka: 14159

Cas vzorcenja: Oktobar 2004

Datum izpisa: 14.9.2005 Stan: 44

Vzorcenje 14159/1004**Organske nevarne snovi**Analitički laboratorijski Zavod za zdravstveno varstvo
Maribor, Institut za varstvo okolja

Globina	PCB	Aceto-	Alo-	Aldrin	Dield	Endrin	Drini	alfa-	beta-	delta-	gama-	HCH	Alra	Cia	Hepf	Kloroda	Klerda	
metra	Lab. št	klor	klor					HCH	HCH	HCH	HCH	spojis	zin	narin	zklor	n	n	
A (0-5cm)	<0.02	<0.003	<0.023	<0.002	<0.005	<0.003	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.007	<0.003	<0.002	<0.005	<0.005	
Globina	DDD	DDD	DDO	DDO	DDT	DDT	DDT	Metola	Meksa	Desetil-	Propri-	Prima	Prop	Sebuti	Simsa	Terbu	Terbu	
metra	Lab. št	(o,p)	(p,p)	(o,p)	(p,p)	(o,p)	(p,p)	DDD	klor	benzo	atrazin	atrazin	trin	azin	lazin	zin	lazin	trin
A (0-5cm)	<0.003	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	0.005	(0.003)		<0.003	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	(0.003)	
Globina	Lab. št.	Atrac-	Benzo-	Benz-	Benz-	Benz-	Fenast-	Indeno-	Krizen-	Natta-	Acenaf-	Benz-	Benz-	Flue-	Pins-	PAH-	PAH*	
metra		an*	an*	a(a)	a(b)	(b)fluo	Fluor	(1,2,3-cd)	len*	len*	len*	benz	benz	benz	benz	benz	benz	
A (0-5cm)		(0.005)	<0.01	0.011	<0.01	(0.005)	0.01	0.013	0.015	<0.01	0.01	(0.005)	(0.005)	0.02	(0.005)	(0.005)	0.00	0.00

Opombe: Analiza opravljena; vsebnost pod mejo določanja (LOQ): <0.005

Analiza opravljena; vsebnost pod mejo detekcije (LOD): <0.005

Globina Vrednost:

Nevarna snov: Atrazin

A (0-5cm): 0,007 mg/kg |

pod mejo določenja: <0.005 mg/kg pod mejo detekcije: <0.005 mg/kg nizka vrednost: <0.005 mg/kg spodnja vrednost: <0.005 mg/kg visoka vrednost: >0.005 mg/kg

Nevarna snov: DDT/DDO/DDE

A (0-5cm): 0,005 mg/kg |

pod mejo določenja: <0.005 mg/kg pod mejo detekcije: <0.005 mg/kg nizka vrednost: <0.005 mg/kg spodnja vrednost: <0.005 mg/kg visoka vrednost: >0.005 mg/kg

Nevarna snov: Drini

A (0-5cm): <0.005 mg/kg |

pod mejo določenja: <0.005 mg/kg pod mejo detekcije: <0.005 mg/kg nizka vrednost: <0.005 mg/kg spodnja vrednost: <0.005 mg/kg visoka vrednost: >0.005 mg/kg

Nevarna snov: HCH spojine

A (0-5cm): <0.005 mg/kg |

pod mejo določenja: <0.005 mg/kg pod mejo detekcije: <0.005 mg/kg nizka vrednost: <0.005 mg/kg spodnja vrednost: <0.005 mg/kg visoka vrednost: >0.005 mg/kg

Nevarna snov: PAH*

A (0-5cm): 0,059 mg/kg |

pod mejo določenja: <0.005 mg/kg pod mejo detekcije: <0.005 mg/kg nizka vrednost: <0.005 mg/kg spodnja vrednost: <0.005 mg/kg visoka vrednost: >0.005 mg/kg

Nevarna snov: PCB

A (0-5cm): <0.02 mg/kg ||

pod mejo določenja: <0.005 mg/kg pod mejo detekcije: <0.005 mg/kg nizka vrednost: <0.005 mg/kg spodnja vrednost: <0.005 mg/kg visoka vrednost: >0.005 mg/kg

Nevarna snov: Simazin

A (0-5cm): <0.003 mg/kg ||

pod mejo določenja: <0.005 mg/kg pod mejo detekcije: <0.005 mg/kg nizka vrednost: <0.005 mg/kg spodnja vrednost: <0.005 mg/kg visoka vrednost: >0.005 mg/kg

LEGENDA:

Dejanska vrednost elementa.

Vsebnost snovi je zelo nizka in pod mejo detekcije instrumenta.

Vsebnost snovi je zelo visoka in pod mejo določitve.

Analitički postopek in instrumenti so izrazili enakost kolikšnih snovi, kolikor skupna vsebnost je pod MEJNO vrednosjo.

Vsebnost snovi v tleh je povzeta in pod MEJNO vrednostjo, a še pod OPZOZILNO vrednostjo.

Vsebnost snovi v tleh je presegla glede na OPZOZILNO vrednost in je manjša od KRITICNE vrednosti.

>>> Vsebnost snovi presegajo KRITICNO vrednost.

4 IZDELAVA TEMATSKIH KART ONESNAŽENOSTI

Izdelanih je 15 tematskih kart, ki geografsko prikazujejo stanje onesnaženosti tal na vseh lokacijah, kjer so potekale sistematične raziskave onesnaženosti tal Slovenije (ROTS), vključno s podatki 38 lokacij ROTS 2004. Legenda je univerzalna, pri čemer smo upoštevali različne normativne vrednosti za nevarne snovi glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96)(Preglednica 12).

Sledeče tematske karte sledijo preglednici 12:

Slika 20: Raziskave onesnaženosti tal Slovenije (ROTS) – vzorčenje po letih

Slika 21: Vsebnost As v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 22: Vsebnost Cd v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 23: Vsebnost Cr v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 24: Vsebnost Cu v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 25: Vsebnost Hg v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 26: Vsebnost Mo v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 27: Vsebnost Ni v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 28: Vsebnost Pb v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 29: Vsebnost Zn v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 30: Vsebnost ATRAZINA v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 31: Vsebnost vsote DDT in derivatov (glej preglednico 5) v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 32: Vsebnost vsote HCH spojin (glej preglednico 5) v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 33: Vsebnost vsote PAH (10 spojin – glej preglednico 5) v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 34: Vsebnost vsote PCB (7 spojin – glej preglednico 5) v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Slika 35: Vsebnost SIMAZINA v zgornjem sloju tal (0 – 5 cm ali 0 – 20 cm) na lokacijah ROTS

Preglednica 12: Legenda tematskih kart onesnaženosti tal, vrednosti so v mg/kg zračno suhih tal; upoštevane so mejna, opozorilna in kritična imisijska vrednost za posamezno nevarno snov v tleh glede na slovensko zakonodajo (Ur. l. RS 68/96)

oznaka	dosežena koncentracija merjene nevarne snovi	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn
svetlo modra 	pod mejo detekcije uporabljene metode	<0,05	<0,013	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,05
modra 	pod mejo določivosti uporabljene metode	<0,4	<0,09	<0,07	<0,15	<0,06	<0,07	<0,2	<0,15	<0,3
zelena 	do mejne imisijske vrednosti	<20	<1	<100	<60	<0,8	<10	<50	<85	<200
rumena 	mejna imisijska vrednost do opozorilne vrednosti	≥20	≥1	≥100	≥60	≥0,8	≥10	≥50	≥85	≥200
rdeča 	opozorilna imisijska vrednost do kritične vrednosti	≥30	≥2	≥150	≥100	≥2	≥40	≥70	≥100	≥300
vijolična 	kritična imisijska vrednost in več	≥55	≥12	≥380	≥300	≥10	≥200	≥210	≥530	≥720

oznaka	dosežena koncentracija merjene nevarne snovi	Atrazin	Simazin	vsota DDT	vsota HCH	vsota PAO	vsota PBC
svetlo modra 	pod mejo detekcije uporabljene metode	<0,003	<0,003	<0,001	<0,001	<0,005	<0,005
modra 	pod mejo določivosti uporabljene metode	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,02
zelena 	do mejne imisijske vrednosti	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<1	<0,2
rumena 	mejna imisijska vrednost do opozorilne vrednosti	≥0,01	≥0,01	≥0,1	≥0,1	≥1	≥0,2
rdeča 	opozorilna imisijska vrednost do kritične vrednosti	≥3	≥3	≥2	≥2	≥20	≥0,6
vijolična 	kritična imisijska vrednost in več	≥6	≥6	≥4	≥4	≥40	≥1

Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

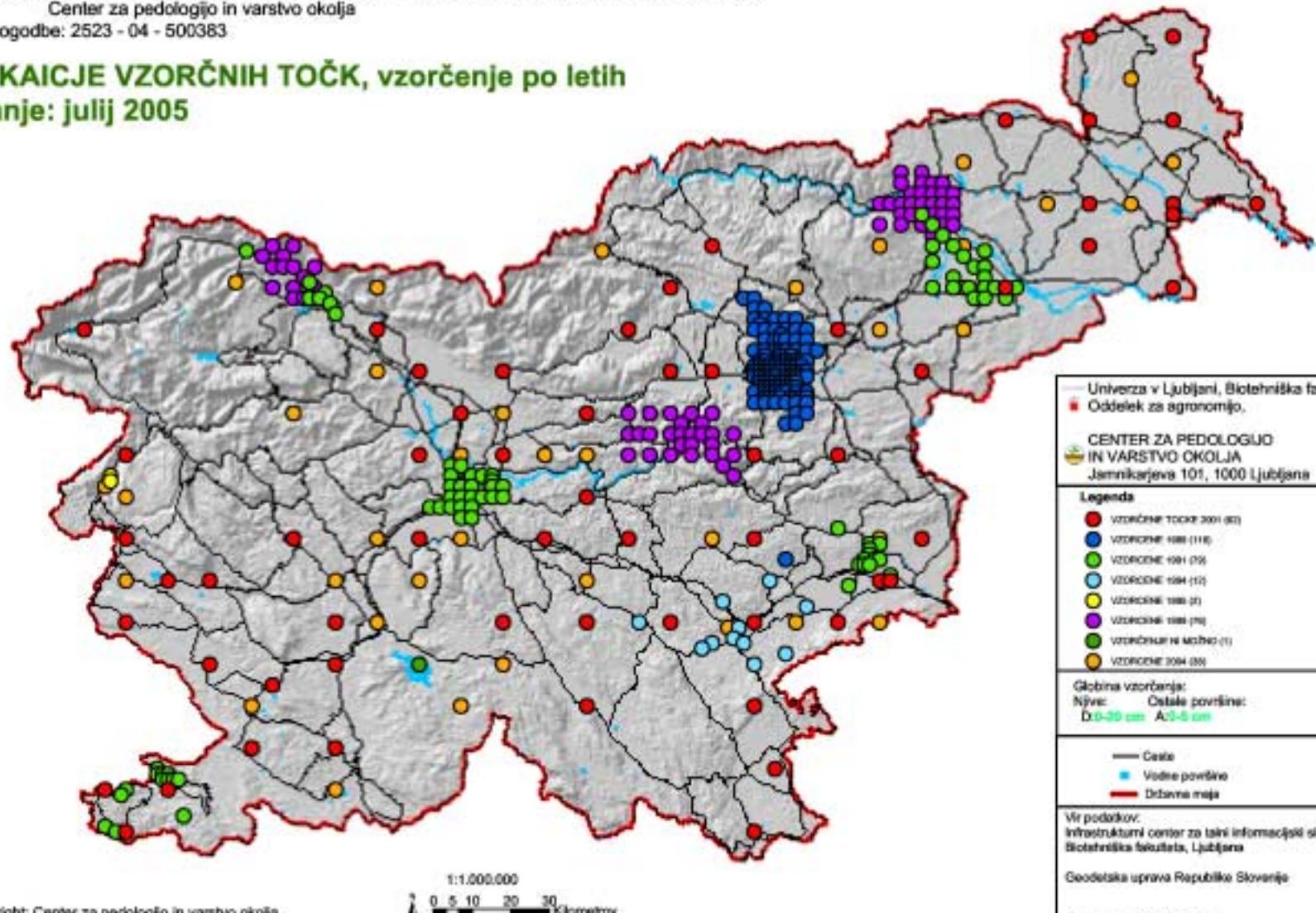
Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

LOKAICJE VZORČNIH TOČK, vzorčenje po letih

Stanje: julij 2005



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

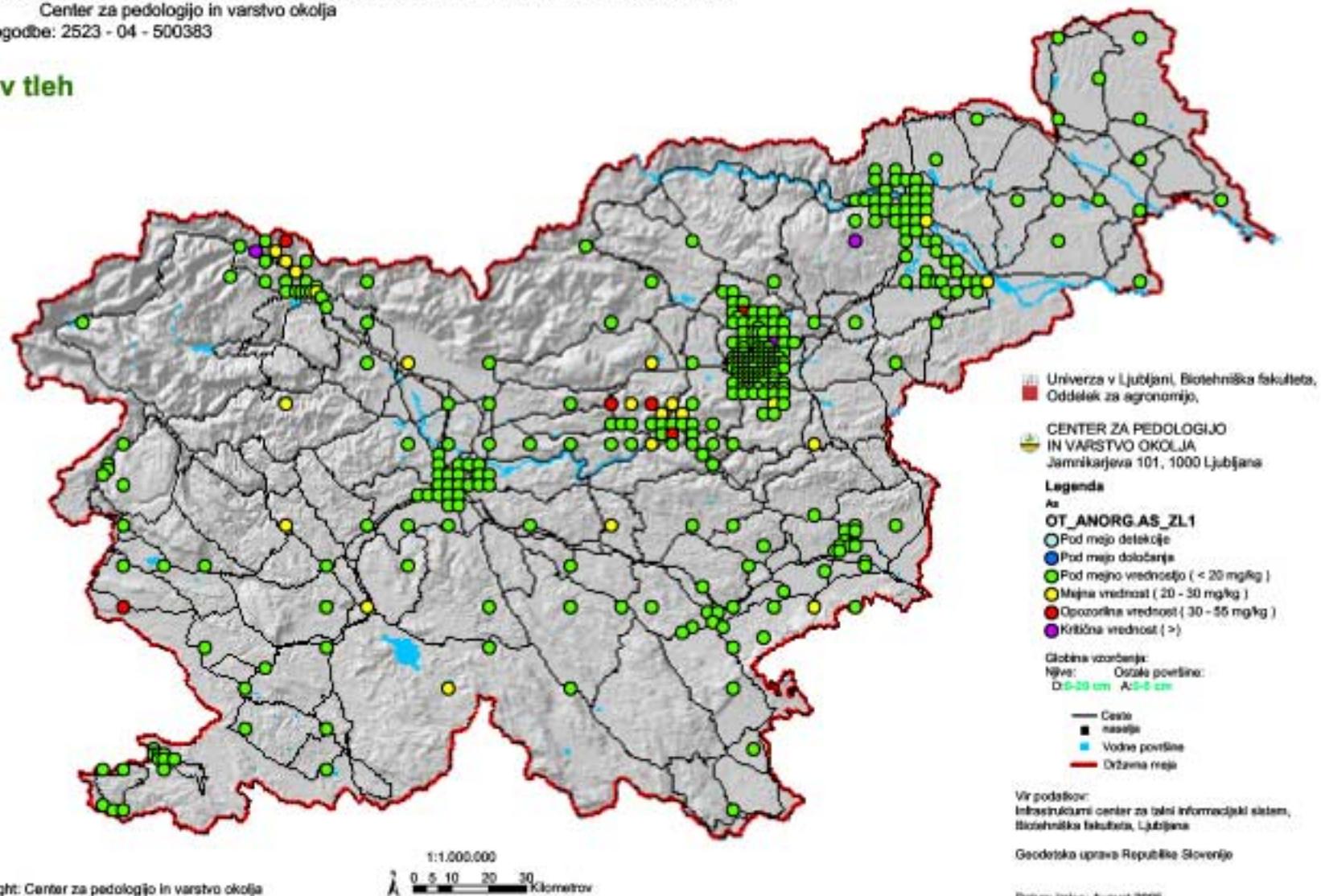
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

As v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

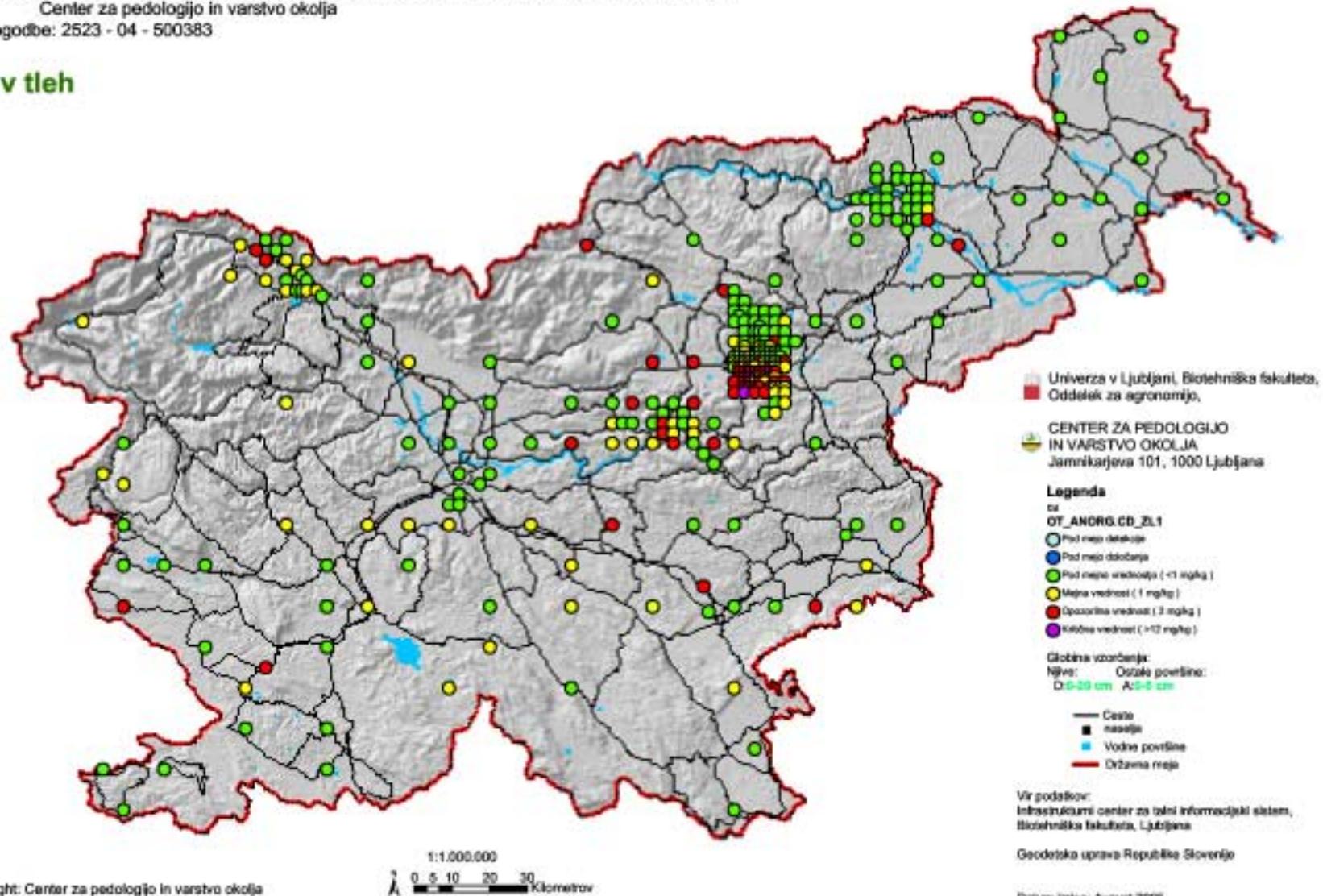
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

Cd v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

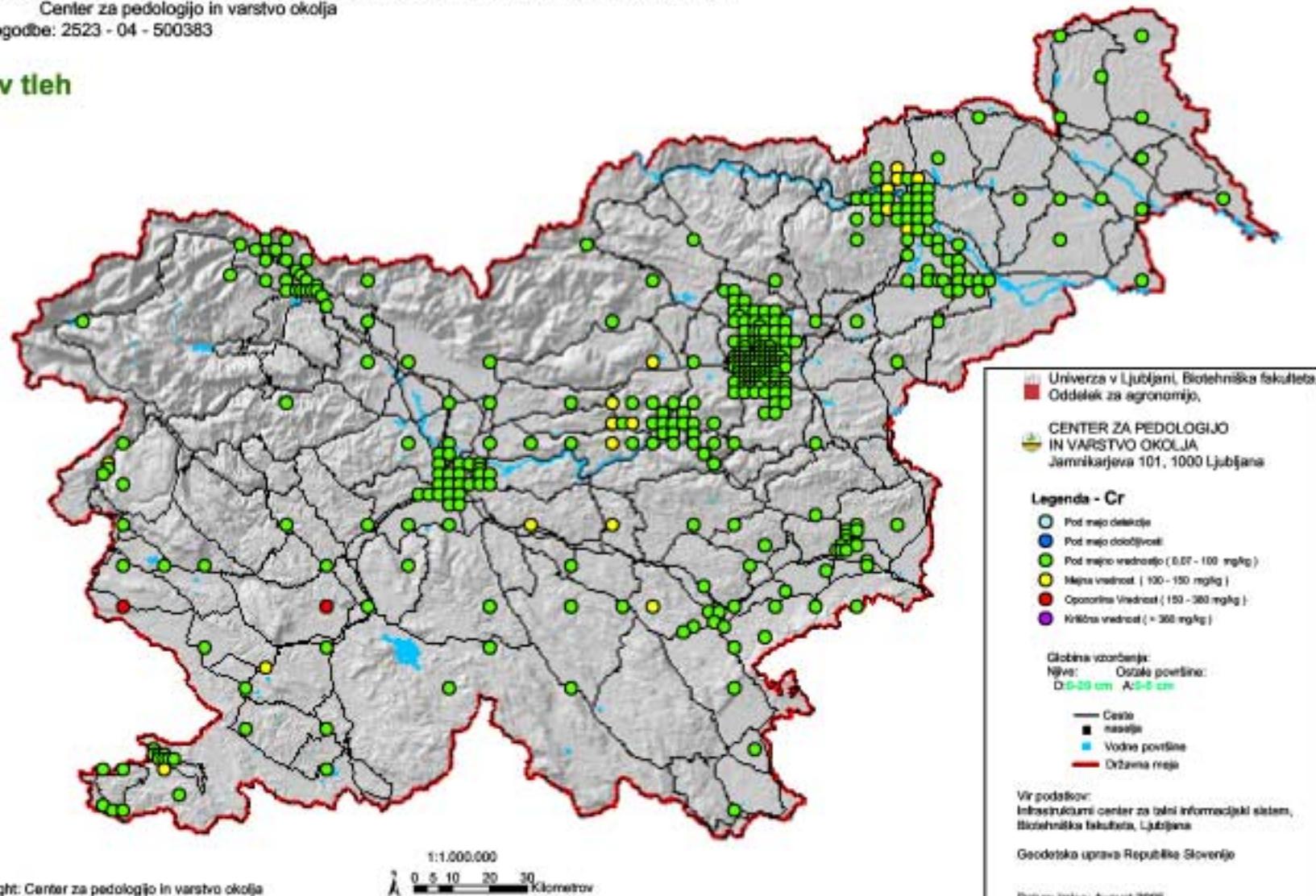
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

Cr v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

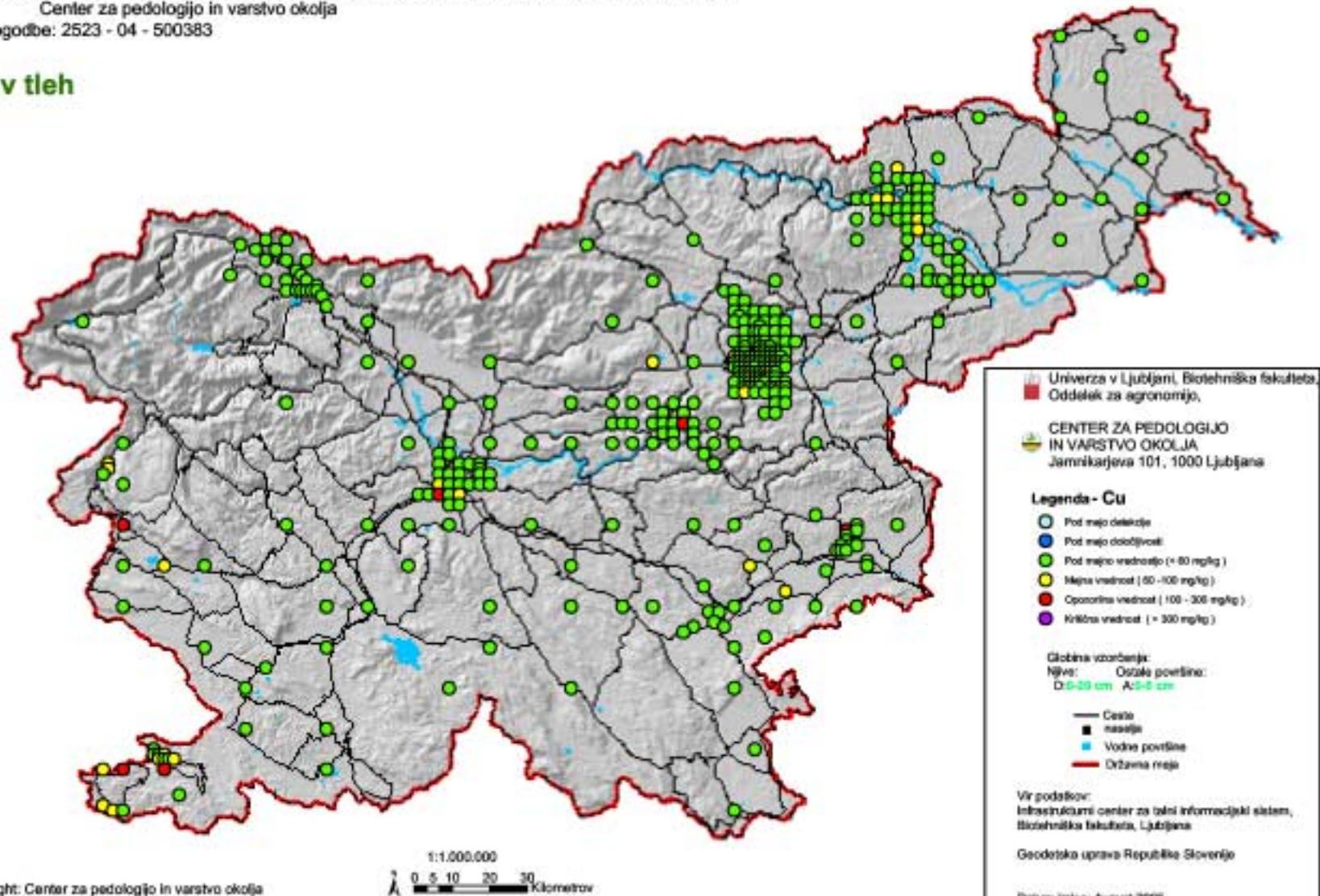
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

Cu v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

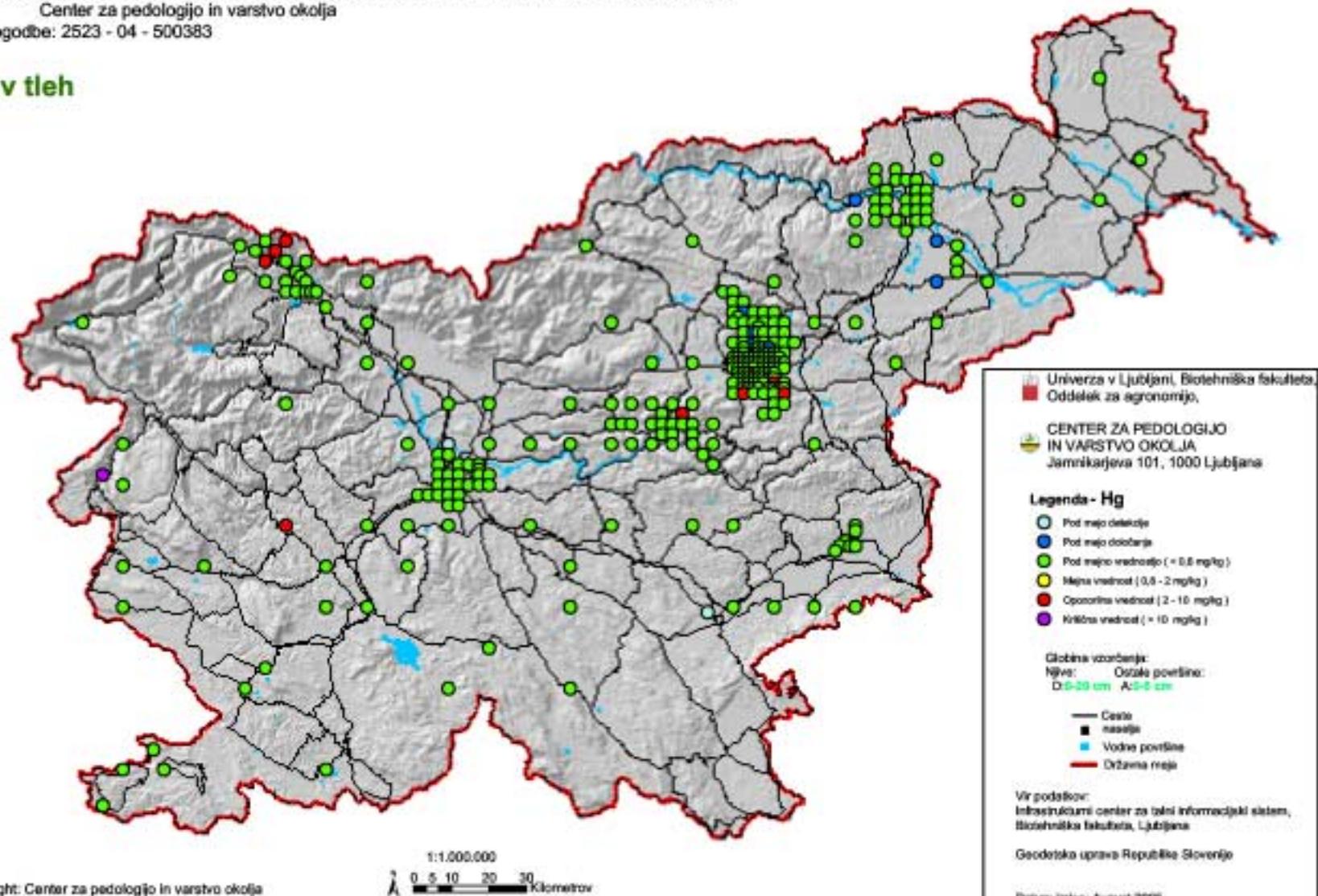
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

Hg v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

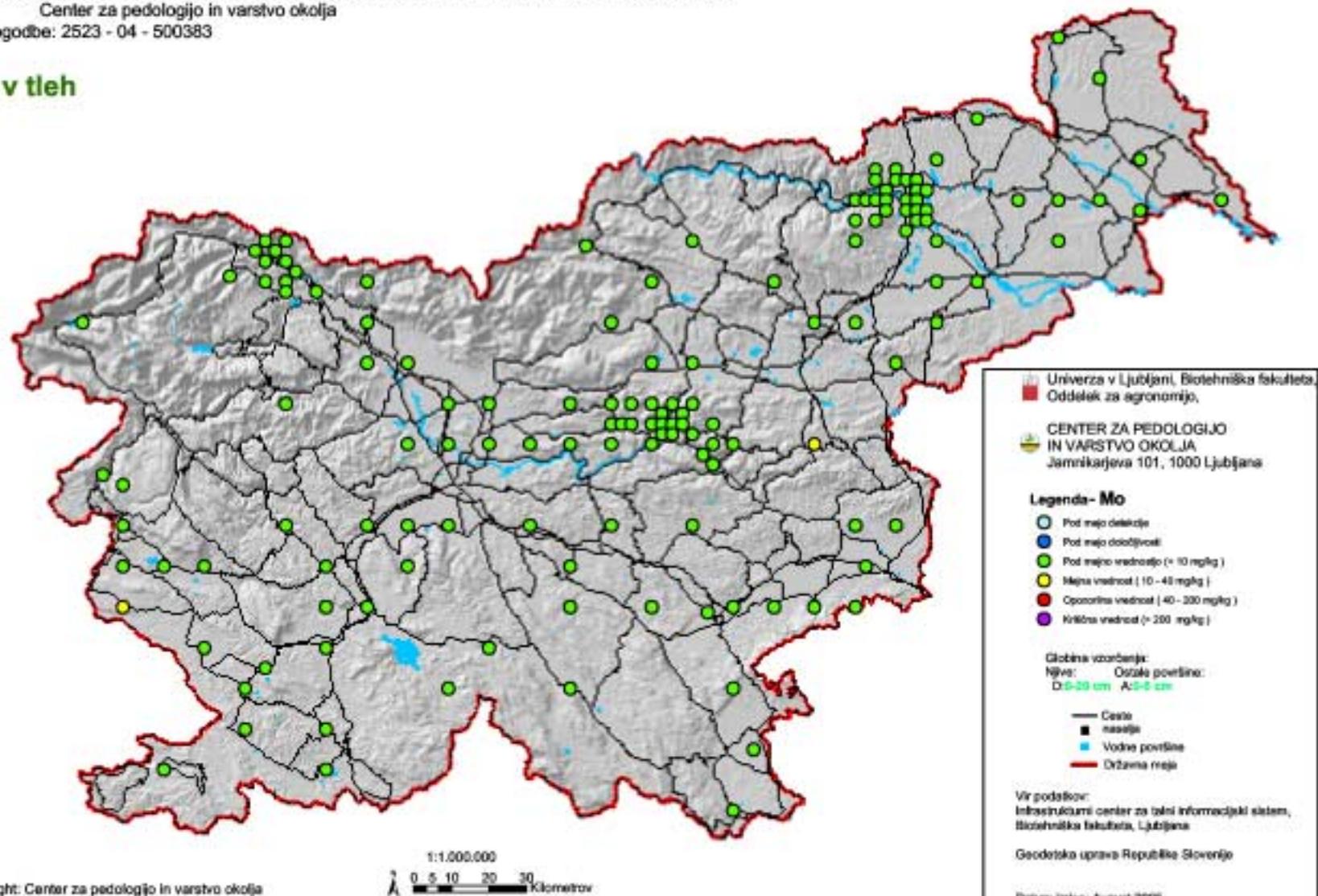
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

Mo v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

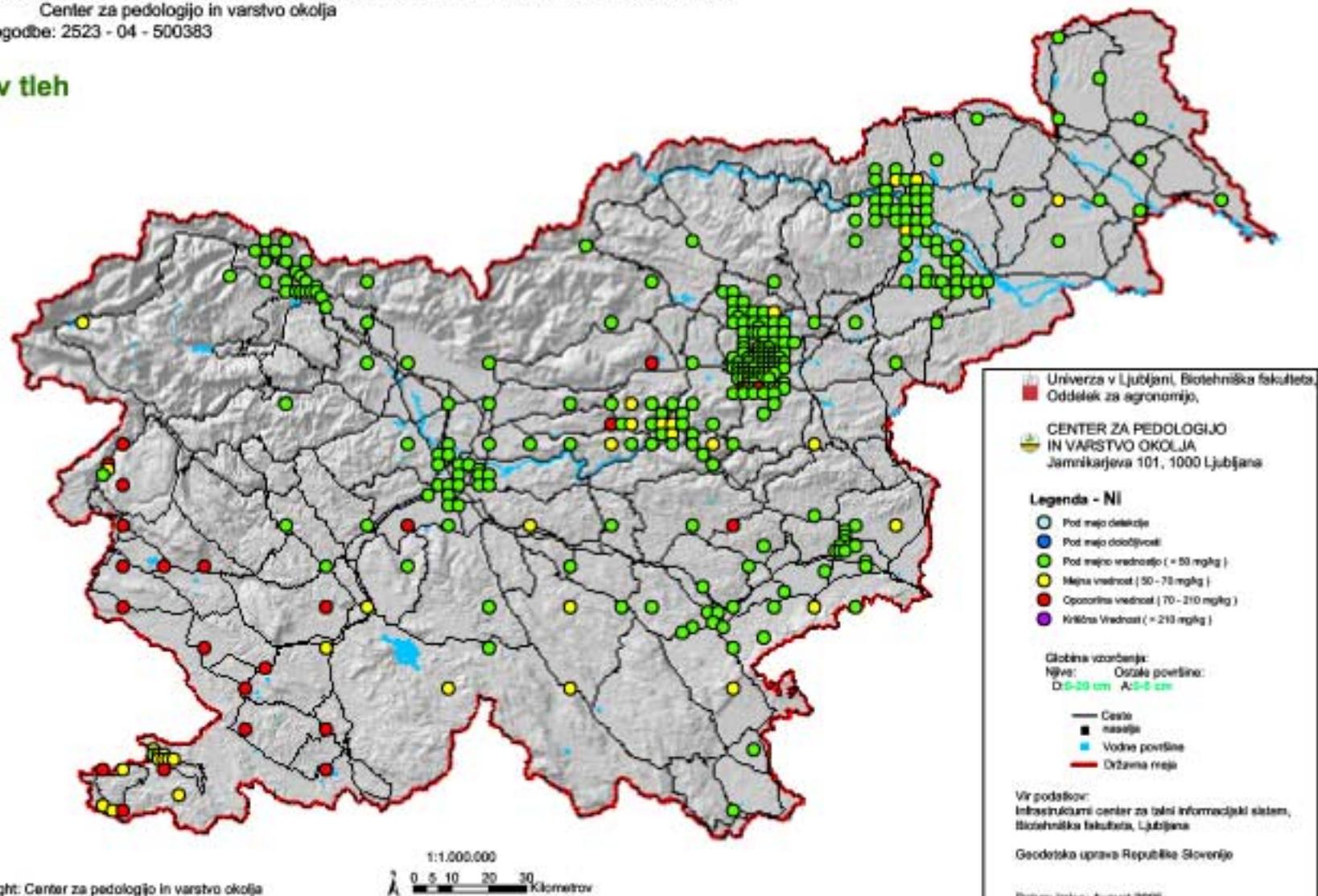
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

Ni v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

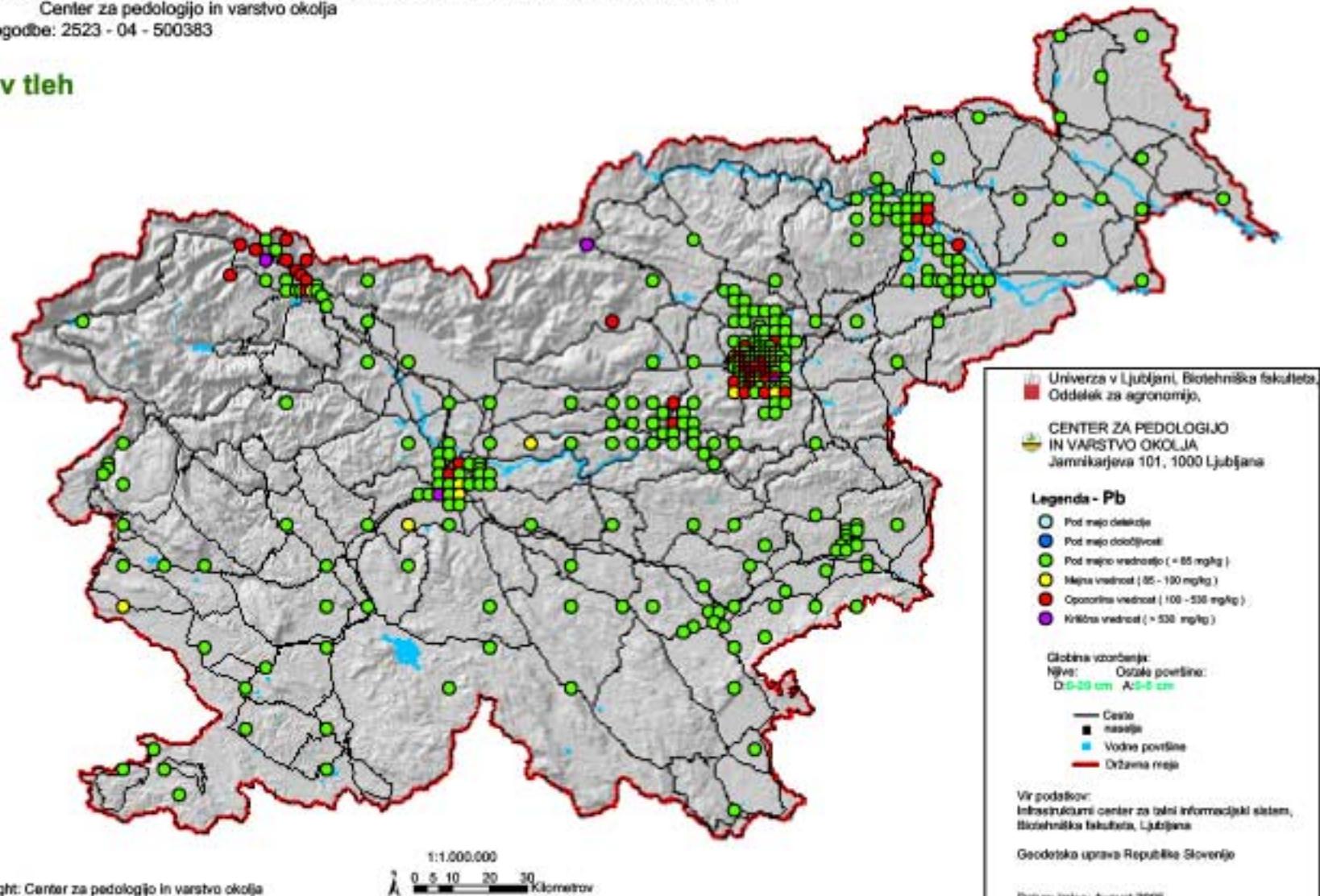
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

Pb v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

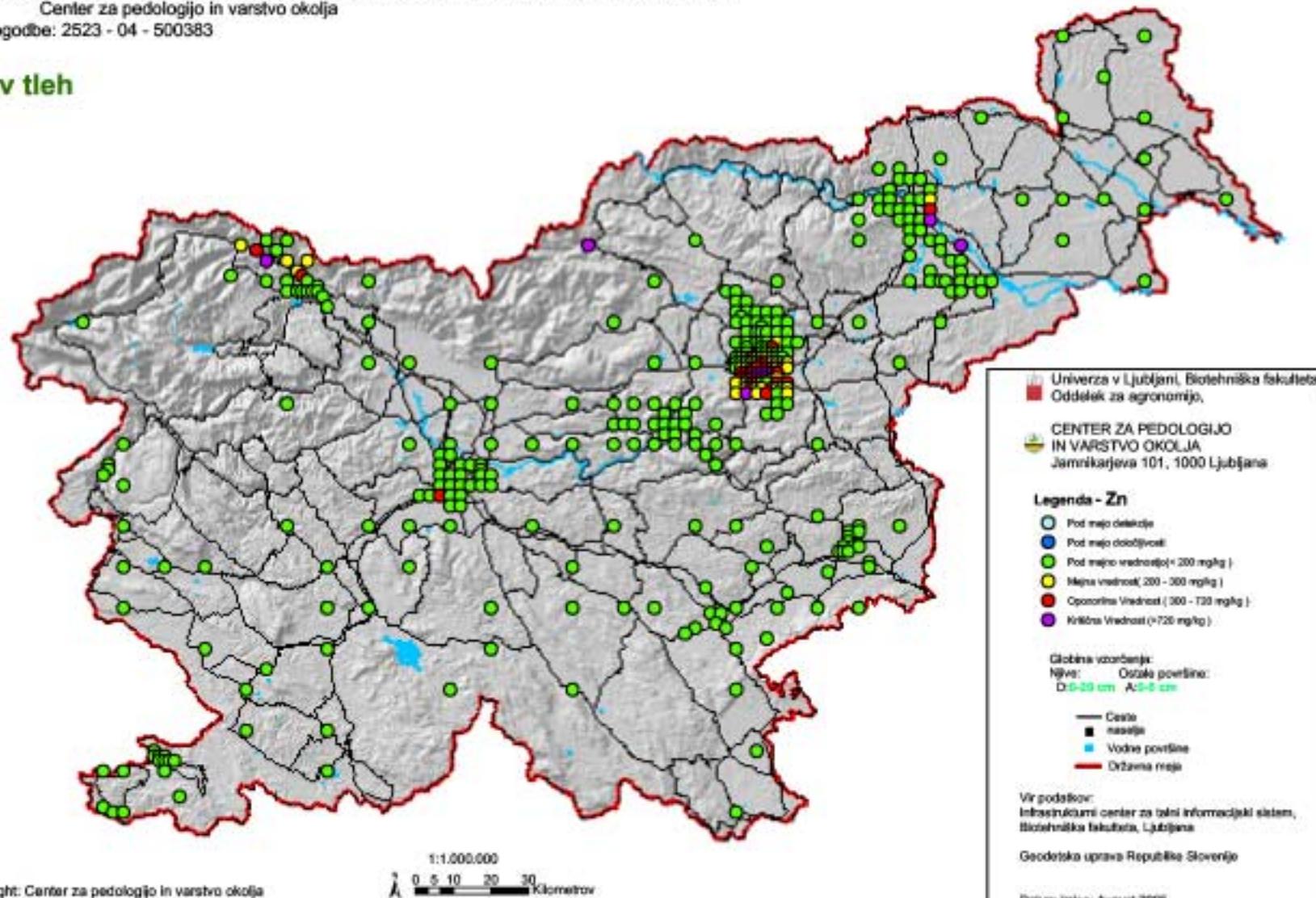
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodb: 2523 - 04 - 500383

Zn v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

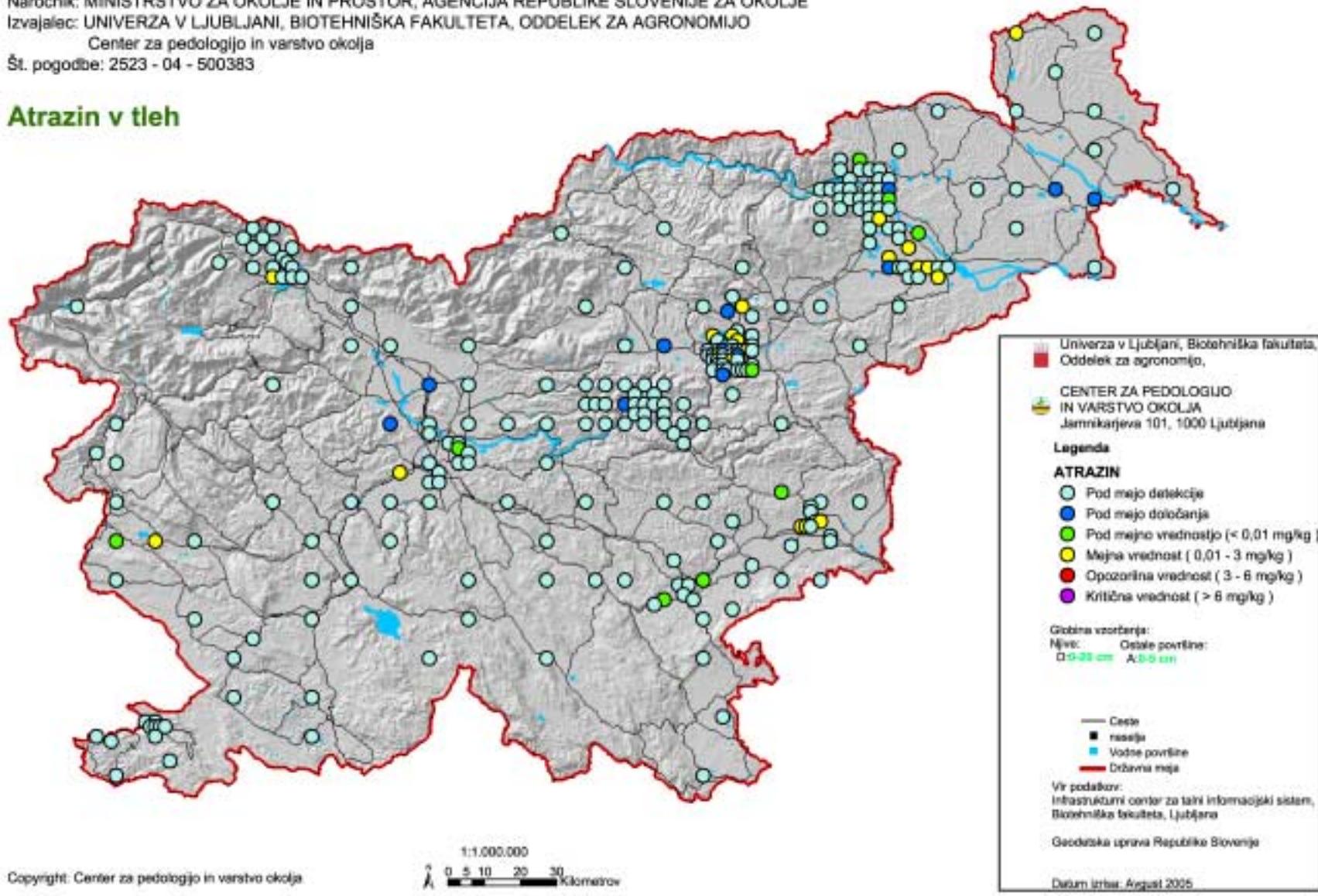
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodb: 2523 - 04 - 500383

Atrazin v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

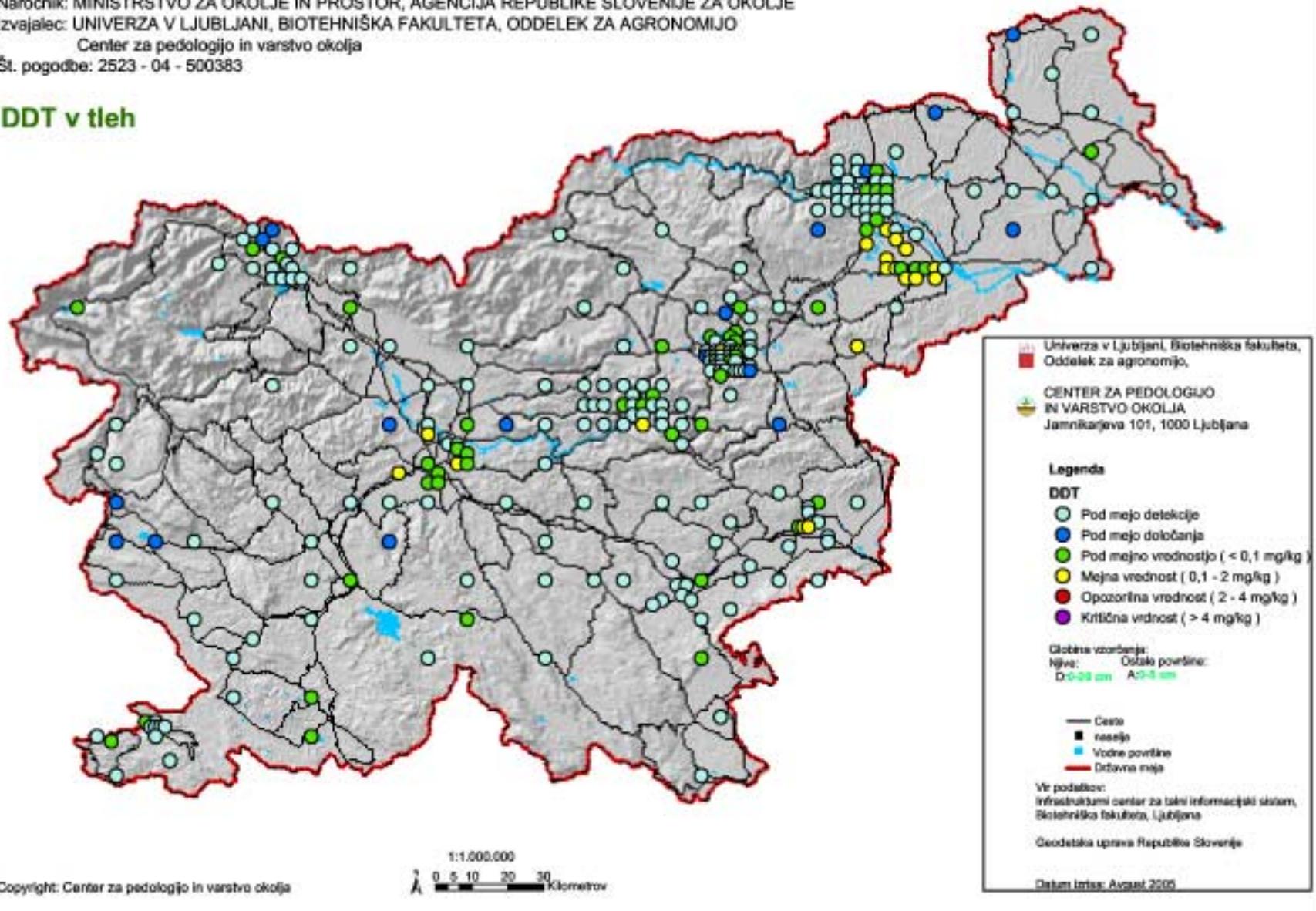
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

DDT v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

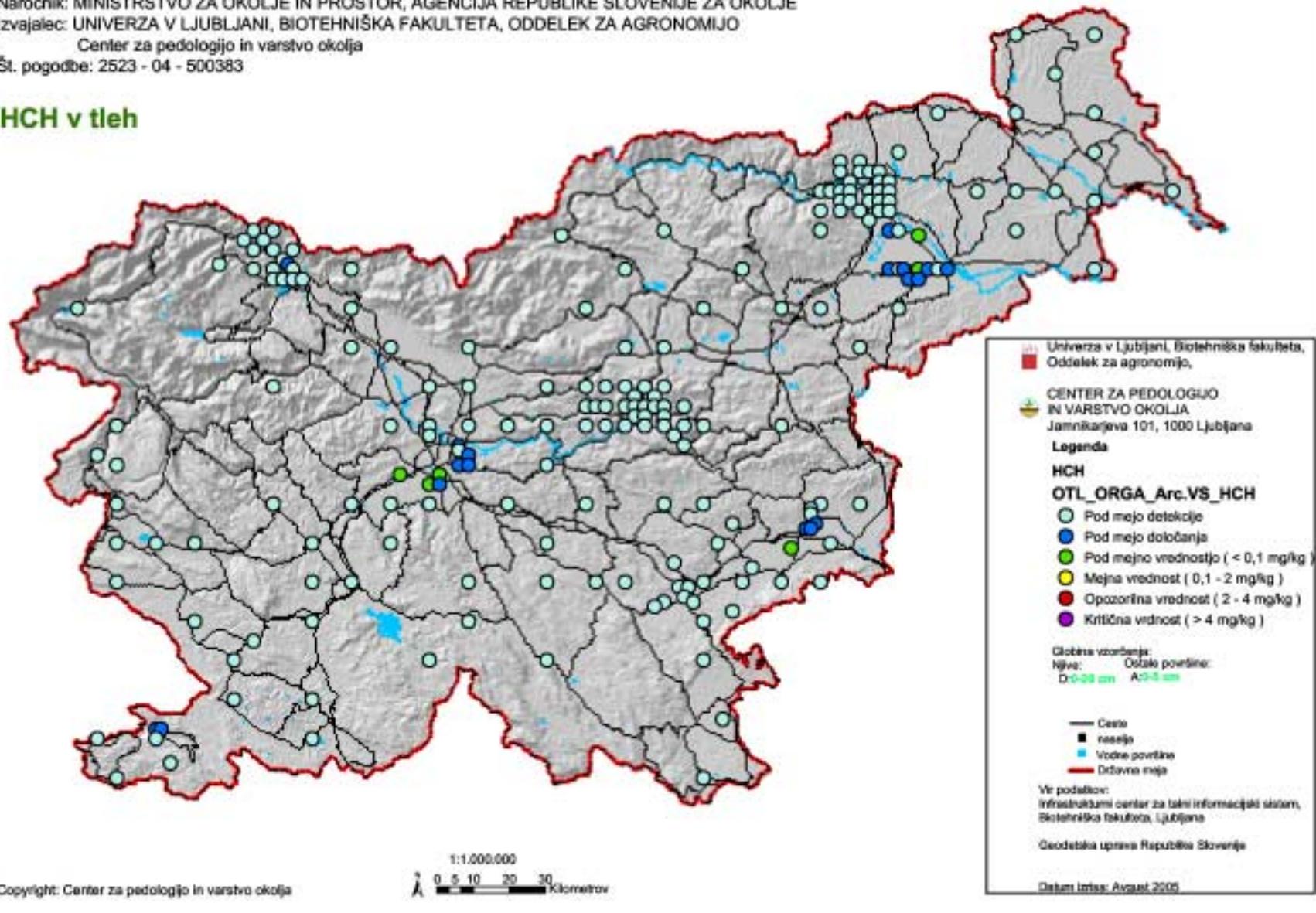
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

HCH v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

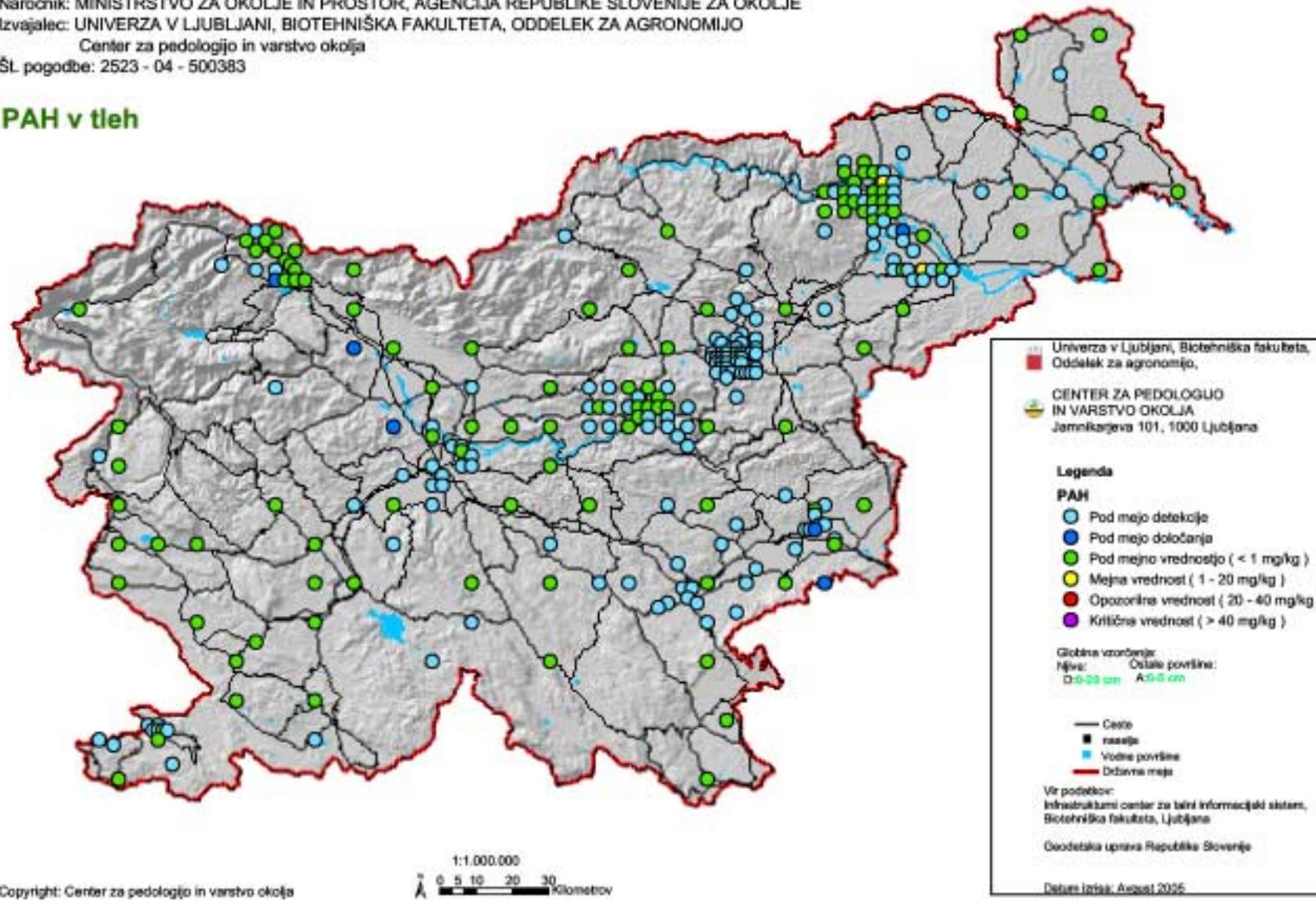
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

PAH v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

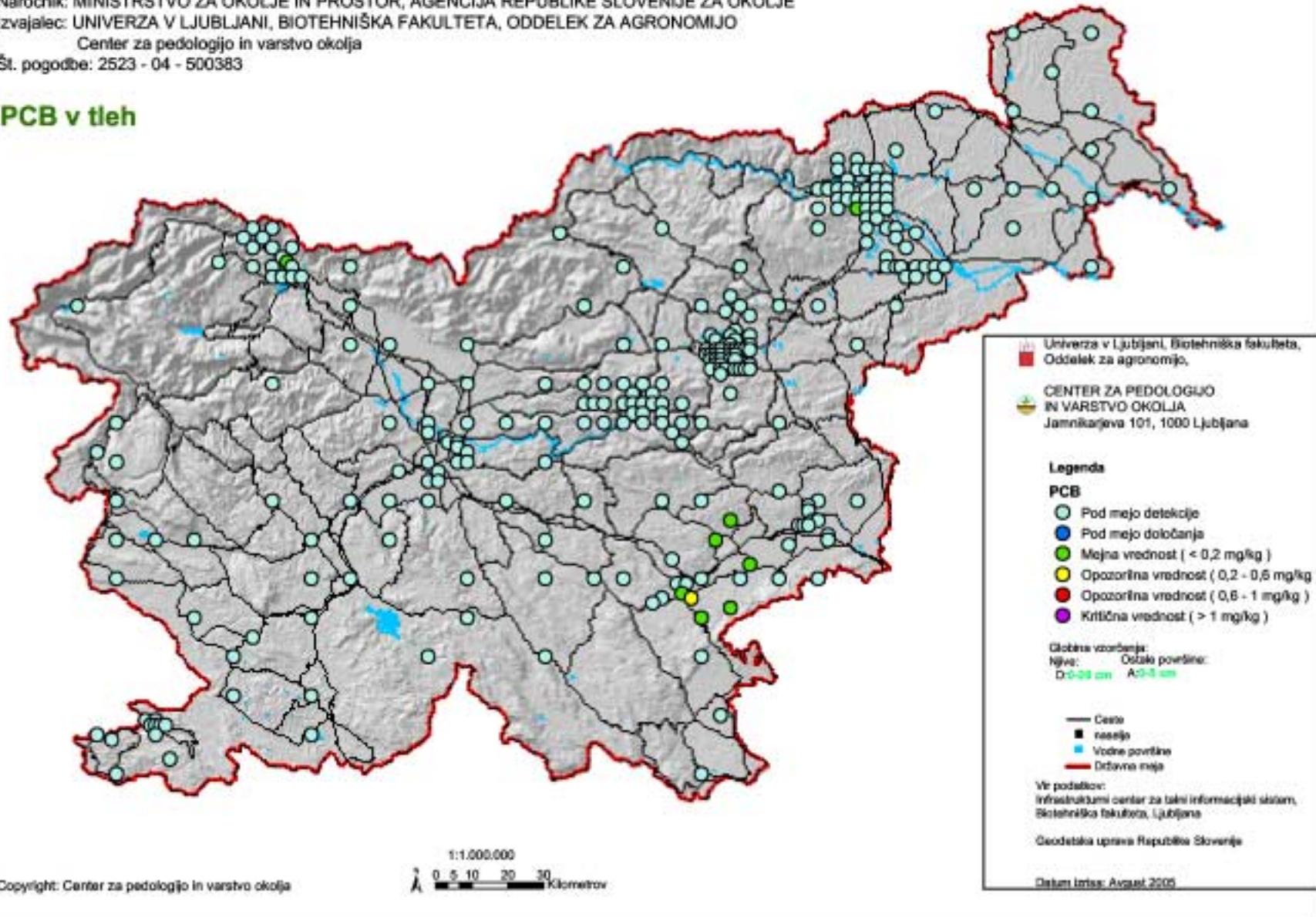
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodb: 2523 - 04 - 500383

PCB v tleh



Projekt: RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE

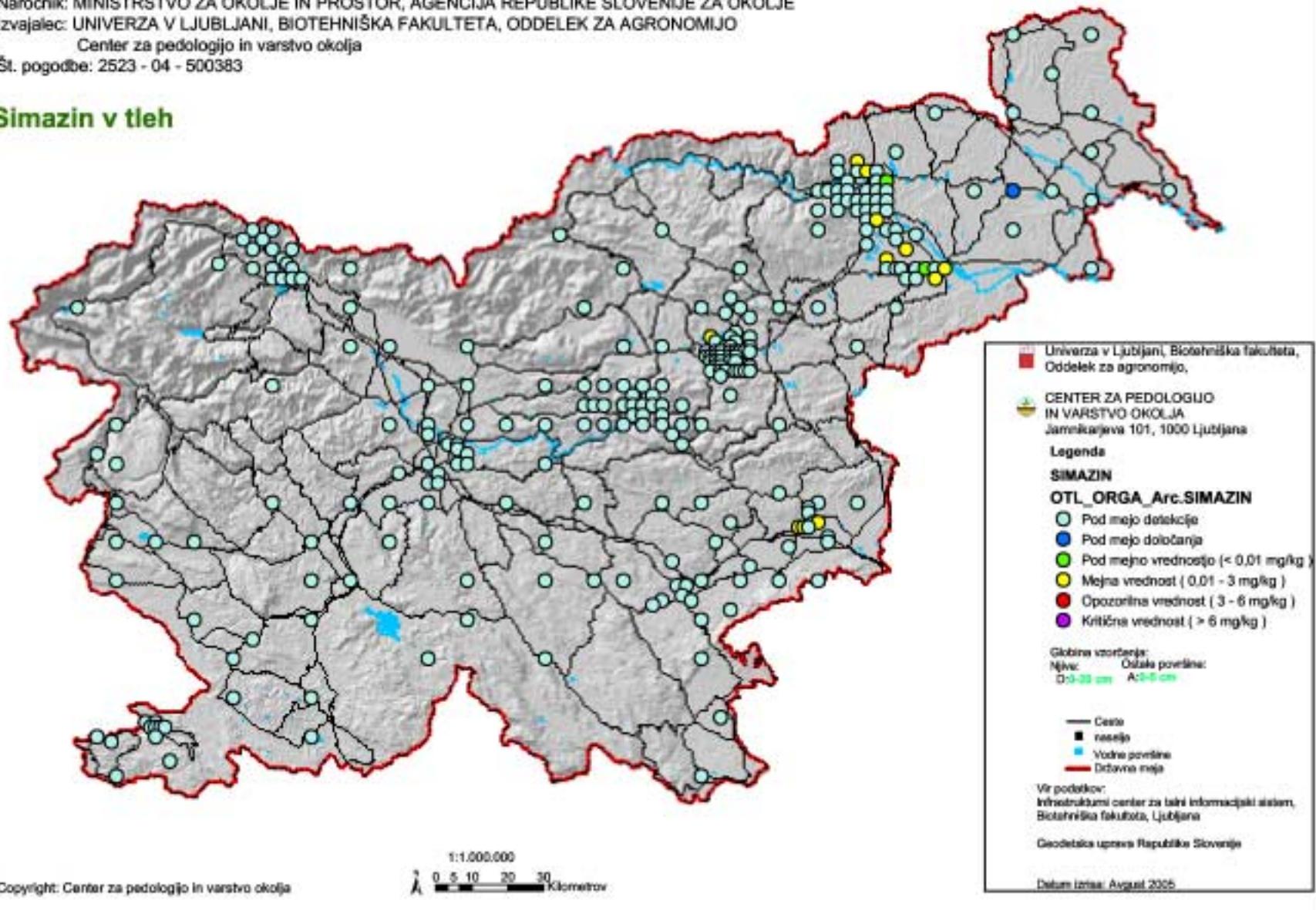
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2523 - 04 - 500383

Simazin v tleh



5 VIRI

- ADRIANO D. C. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, Springer-Verlag: 533 str.
- ALLOWAY, B. J.: Heavy Metals in Soils.- Blackie, John Wiley & Sons, Inc, London and Glasgow, New York. 1990
- BERLINER LISTE 1996: Praxisratgeber Altlastensanierung, WEKA Praxishandbuch, 1997, Augsburg
- BLUM W. E. H., DANNEBERG O. H., GLATZEL G., GRALL H., KILIAN W., MUTSCH F., STOHR D.: Waldbodenuntersuchung.- Oesterreichische bodenkundliche Gesellschaft, 1986.
- Bodenschutzprogramm 1991, Bayer, Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 1991
- ENTHOFER, E., SHEIRING,H., et al.: Bericht über den Zustand der Tiroler Böden 1988 (Bodebkataster), Amt der Titoler Landesregierung Innsbruck, 1989
- EVANS L. J. 1989. Chemistry of metal retention by soils. Environmental Science and Techonology, 23: 1046–1056
- KABATA PENDIAS A., PENDIAS H: Trace Elements in Soils and Plants.- CRC Press, Inc., Boca Ration 1984, 315p.
- KIEKENS L.: Behaviour of Heavy Metals in Soils.- 1984, p. 126-135.
- LOBNIK F. et al: Monitoring onesnaženosti tal in vegetacije.- Poročilo za MOP, Ljubljana 1991, 322p.
- RIEUWERTS J. S., THORNTON I., FARAGO M. E., ASHMORE M. R. 1998a. Factors influencing metal bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals. Chemical Speciation and Bioavailability, 10 (2): 61–75
- Uradni List RS 6/90: Uredba o ugotavljanju onesnaženosti kmetijskih zemljišč in gozda.- Ljubljana, 1990, s. 354-357.
- Uradni List RS 7-9/90: Pravilnik o normativih, analitskih postopkih in metodah ugotavljanja onesnaženosti tal in vegetacije ter pogojih za uporabo nekaterih snovi v kmetijstvu in gozdarstvu.- Ljubljana 1990, s. 416-417.
- Uradni list RS 68/96: Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, Ljubljana 1996
- Uradni list RS 68/96: Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, Ljubljana 1996
- Uradni list RS 55/97: Pravilnik o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, Ljubljana 1997

ZUPAN M., VRŠČAJ B., TIČ I., HODNIK A., LOBNIK F., HUDNIK V., LAPAJNE S., KUGONIČ N., PRUS T., RUPREHT J., ŠPORAR M., KNAPIČ M. 2000. Raziskave onesnaženosti tal s predlogom programa ukrepov nujnih sanacij. I del: Koncept izvajanja monitoringa onesnaženosti tal RS.- Poročilo za leto 1999 (MOP,UVN), Biotehniška fakulteta, 2002, 39 str.

ZUPAN M., TIČ I., PAČNIK T., GRČMAN H., LOBNIK F., HUDNIK V., ŠPORAR M., HODNIK A., VRŠČAJ B., RUPREHT J., ŠIJANEV V. 2002. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije.- Poročilo za leto 2001 (ARSO), Biotehniška fakulteta, 2002, 60 str.

6 PRILOGE:

Priloga 1: Obrazec za opis vzorčenja in nalepke za označevanje vzorcev

Priloga 2: Navodilo za odvzem vzorcev

Priloga 3: Prikaz meritev ter komentar pedoloških lastnosti in vsebnosti nevarnih snovi na vzorčnih lokacijah ROTS 2004 (155 strani vezanih ločeno)

Imisijski monitoring kakovosti zraka v Sloveniji

Nalepka – lokacja töökä

ZAPIS O VZORBENJU NA TOČKI: 11536

Vzprčenie: prvo posledne posekno

Datum: 2004

pondělí

I. Podatki tekacila

Tip tal:	črna načrtna PSE koda: L L L L	Nalepka – kontrolni vzorec		
Matična podlaga:	črna načrtna MAK koda: L L L L			
Vegetacija:	črna načrtna VEG koda: L L L L			
Horizonti v profilu:				
GK X: 405000 m	GK Y: 100000 m	Z: 894 m	Naklon: 17 °	Expozicija: 

• **Design**

SKICA VZORČENJA: Časnili vzorčne točke in pomembne objekte in značilnosti:

III. *Dalea silvatica*

SKICA POMPREČNEGA TAI NEGA PROJEKA:

SLOVSKA POUFREČNAŠA TALNIČEGA PROFILA		Opisitele ob vzorcevju:
Sloji (cm)	označi vzorčne sloje in talne horizonte	
A 5		
10		
D B 15		
20		
C C 25		
30		
35		

ROTS, okt. 2004: Točka : 11536 naselje: ČEPOVAN PKE: RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA _20%	ROTS Okt. 04 CPVO	ROTS Okt. 04 CPVO	ROTS Okt. 04 CPVO
Točka: 11536 Kraj: ČEPOVAN Nad.v.:894m Eksp.: N Naklon: 17° PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO NE ODLEPI	Točka: 11536 Kraj: ČEPOVAN Nad.v.:894m Eksp.: N Naklon: 17° PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA 20%	ROTS Okt. 04 CPVO VPISNI LIST
Točka: 11536 Kraj: ČEPOVAN rastlinski vzorec vrečka	ROTS Okt. 04 CPVO	Točka: 11536 Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO vreča SLOJ A (0-10cm)
Vz.: 11536/1004/R Kraj: ČEPOVAN rastlinski vzorec	ROTS Okt. 04 CPVO	Točka: 11536 Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO vreča SLOJ B (5-20cm)
Vz.: 11536/1004/A/SU Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO vrečka sušilnik SLOJ A	Vz.: 11536/1004/A/AV Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO arhiv
Vz.: 11536/1004/B/SU Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO vrečka sušilnik SLOJ B	Vz: 11536/1004/B/AV Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO arhiv
Vz.: 11536/1004/C/SU Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO vrečka sušilnik si n.i.	Vz: 11536/1004/C/AV Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO arhiv
Vz.: 11536/1004/D/SU Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO vrečka sušilnik si n.i.	Vz.: 11536/1004/D/AV Kraj: ČEPOVAN PKE:RENDZINA/apn.+dol.SPRSTENINASTA 80%, RENDZINA/apn.+dol.PRHNINASTA	ROTS Okt. 04 CPVO arhiv
Kraj: ČEPOVAN standardna ped. anal. SLOJ A	ROTS	Kraj: ČEPOVAN organska anal. SLOJ A	Kraj: ČEPOVAN kovine zlat.
Vz.: 11536/1004/A/SPA Kraj: ČEPOVAN standardna ped. anal. SLOJ B	Okt. 04 CPVO ROTS	Vz.: 11536/1004/A/ORG Kraj: ČEPOVAN organska anal. SLOJ B	Vz.: 11536/1004/A/KZL Kraj: ČEPOVAN kovine zlat.
Vz.: 11536/1004/B/SPA Kraj: ČEPOVAN standardna ped. anal. SLOJ C	Okt. 04 CPVO ROTS	Vz.: 11536/1004/B/ORG Kraj: ČEPOVAN organska anal. SLOJ C	Vz.: 11536/1004/B/KZL Kraj: ČEPOVAN kovine zlat.
Vz.: 11536/1004/C/SPA Kraj: ČEPOVAN standardna ped. anal. SLOJ D	Okt. 04 CPVO ROTS	Vz.: 11536/1004/C/ORG Kraj: ČEPOVAN organska anal. SLOJ D	Vz.: 11536/1004/C/KZL Kraj: ČEPOVAN kovine zlat.
Vz.: 11536/1004/D/SPA Kraj: ČEPOVAN standardna ped. anal. SLOJ E	Okt. 04 CPVO ROTS	Vz.: 11536/1004/D/ORG Kraj: ČEPOVAN organska anal. SLOJ E	Vz.: 11536/1004/D/KZL Kraj: ČEPOVAN kovine zlat.

NAVODILO ZA ODVZEM VZORCEV

Vzorčenje v projektu ROTS (Raziskave Onesnaženosti Tal Slovenije) poteka **sistematično po koordinatni mreži** na lokacijah, ki so prostorsko opredeljene kot presečišča kilometrske mreže v Gaus-Kruegerjevi projekciji. Namen toge postavitve vzorčne mreže je ohraniti **objektivnost** in prostorsko ter vsebinsko **primerljivost podatkov**. Presečišča so določena matematično. Potencialne vzorčne točke so oddaljene od državne meje vsaj 250m. Slovenijo pokriva 19992 točk v mreži 1x1 km, katere so enovito opredeljene z zaporedno številko od 00001 do 19992. Za potrebe projekta ROTS je bilo v letu 2004 **izbranih 40 točk** (glej prilogo).

POTREBNA OPREMA ZA IZVEDBO VZORČENJA

Za odvzem vzorcev je potrebna **osnovna** in **dodatna** oprema za delo na terenu, ki onemogoča kontaminacijo vzorcev. Osnovna oprema je osebna oprema za delo na terenu (primerna obutev in obleka), za orientacijo in opis morfoloških lastnosti tal (Preglednica 2).

Preglednica 2: Osnovna in dodatna oprema potrebna za izvedbo vzorčenja

OSNOVNA OPREMA	DODATNA OPREMA
<ul style="list-style-type: none">• Lopata, nož, meter,• Topografska karta 1:25.000 ali detajnejša, aerofotoposnetek• Kompas, višinomer, GPS• Munsell Soil Color Chart• Solna kislina (1:3), pH meter/indikator• Torbica, nahrbtnik• Ustrezna obutev in obleka• Ustrezno prevozno sredstvo	<ul style="list-style-type: none">• Pregledna karta ROTS točk• Formularji (protokol) za opis vzorčne točke• Mapa z nalepkami za oznako vzorčne točke in vzorcev• Jekleni merilni trak 50m• Orodje za čiščenje čela 'profilu' in odvzem vzorcev (lopatke iz lesa oziroma nerjavne pločevine)• Vedra (3 kom.)• Testirane vrečke za odvzem vzorcev (PE vrečke ali vrečke za odvzem živilskih vzorcev)• Deionizirana voda in papirnate brisače za čiščenje• Hladilna torba oziroma ustrezno urejen prostor (zaprt) v avtu za transport vzorcev

ČAS VZORČENJA

Čas vzorčenja je **september** oziroma **oktober**.

V omenjenem terminu se najlažje izognemo neposrednim vnosom gnojil in fitofarmacevtskih sredstev na kmetijskih površinah. Jesen je večinoma čas, ko se travniki in njive ne obdelujejo. Specifični klimatski pogoji in pogoste temperaturne inverzije v nekaterih dolinah in kotlinah povzročijo različne imisije v prostoru. Čeprav tla akumulirajo večino nevarnih snovi in na časovni interval vzorčenja niso tako 'občutljiva' kot na primer voda ali zrak, je odvzem vzorcev v istem letnem obdobju pogoj za objektivno primerljive rezultate predvsem zgornjega sloja tal.

NAČIN IN GLOBINA VZORČENJA

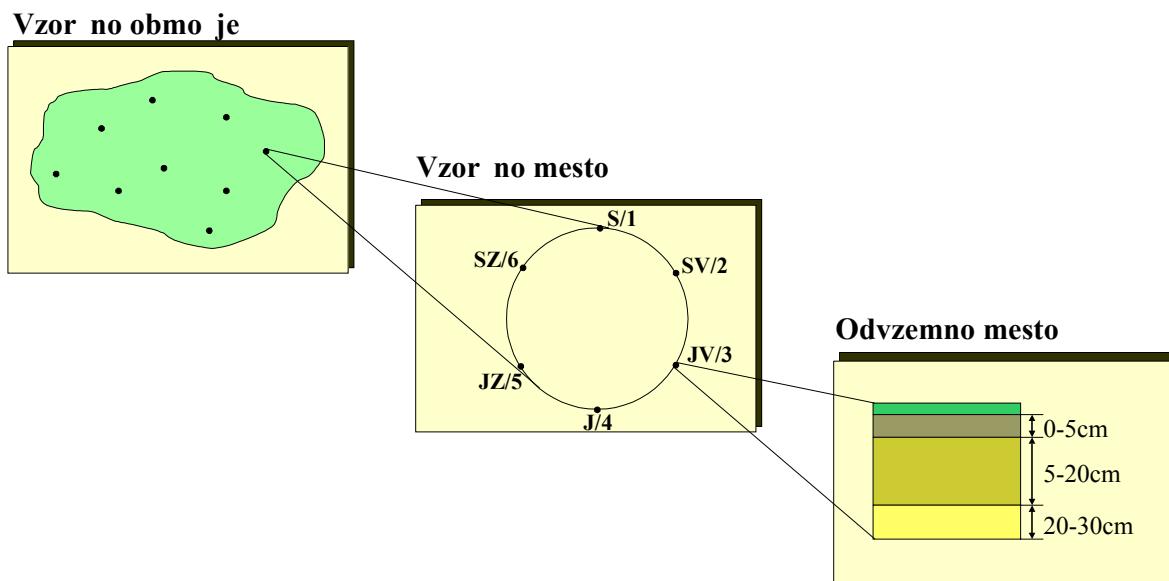
Metoda vzorčenja je odvzem vzorcev iz šestih odvzemnih mest **v krogu premera 70 - 90 m** pri čemer je središče kroga presečišče koordinat vzorčne točke (Slika 1). Odvzem vzor v dveh oziroma v treh globinah, odvisno od rabe tal (Preglednica 1).

Preglednica 1: Globine vzorčenja glede na rabo tal in oznaka odvzetih slojev

TRAVINJE IN DRUGE ZELENE POVRŠINE		GOZD		NJIVA	
globina	oznaka sloja	globina	oznaka sloja	globina	oznaka sloja
0 – 5 cm	A	0 – 5 cm	A	0 – 20 cm	D
5 – 20 cm	B	5 – 20 cm	B	20 – 30 cm	C
20 – 30 cm	C	20 – 30 cm	C		

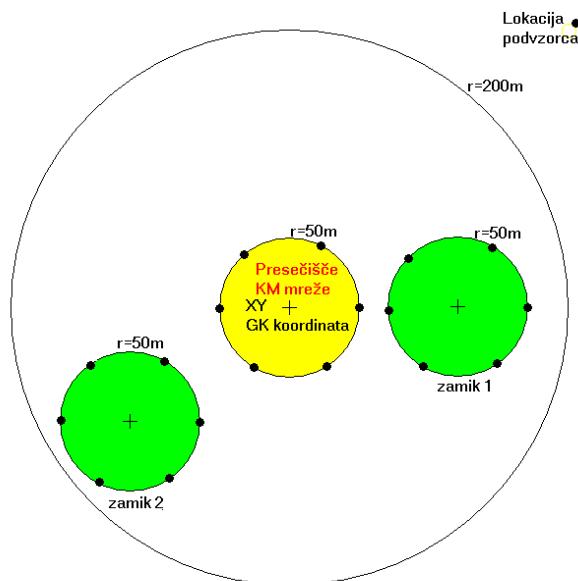
POZICIONIRANJE VZORČNE TOČKE

Pri pozicioniranju vzorčne točke uporabljamo topografske karte 1:25000 v kombinaciji s kompasom in višinomerom ali z GPS aparatom. Premer kroga **prilagodimo** tako ($r = 40 \pm 5$ m), da zajamemo **homogeno rabo tal**, pri tem lahko delno spremenimo lik kroga v bolj ali manj elipsoidno obliko. Pomembno je, da zagotovimo **6 odvzemnih mest** iste rabe tal (Slika 1).



Slika 1: Opredelitev vzorčne točke oziroma vzorčnega mesta

V kolikor zaradi različnih ovir (vodna površina, stavba, tlakovano, infrastrukturni objekt, skalovitost, jarek, ...) in vzrokov (pestra raba tal, meja med dvema ali več vrstami rabe tal, ...) ni možno ali ni smotrno vzorčiti na točno določeni lokaciji, središčno točko vzorčenja **zamaknemo** za največ do 160 m od središča. Pri tem upoštevamo sledečo prioriteto določitve vzorčenja: **trajni nasadi z orano/rigolano vrhnjo plastjo > njive > travniki, pašniki > vrtovi > gozd.**



Slika 2: Zamik vzorčne točke je dovoljen v krogu polmera 200 m od presečišča km mreže

S tem zagotovimo odvzem vzorcev v **krogu premera 200 m** od matematično izračunane pozicije točke (Slika 2). Zamik vzorčenja označimo na formularju in ustrezno popravimo koordinate središčne točke. Večji odmik ni dovoljen; v primeru, da tudi radij 200 m ne zadošča za odvzem vzorcev, vzorčenja na tej točki **ne izvedemo**. Glede na navodila koordinatorja oziroma naročnika projekta, se nadomestno vzorčenje izvede na bližnji točki presečišča mreže 1x1km. V tem primeru se uporabijo oznake novo izbrane točke.

POSTOPEK VZORČENJA

Postopek vzorčenja zajema sledeče faze dela:

1. Določitev središča kroga vzorčne točke
2. Določitev lokacij šestih odvzemnih mest
3. Opis lokacije in vpis/popravek podatkov lokacije v primeru zamika
4. Izkop 'profilov' na odvzemih mestih
5. Opis morfoloških lastnosti tal
6. Odvzem vzorcev
7. Označevanje vzorcev
8. Zasutje 'profilov' oziroma vzpostavitev prvotnega stanja

S pomočjo opreme za orientacijo v prostoru **določimo središče vzorčne točke** (sečišče km koordinat Gauss – Kruegerjeve koordinatne mreže). Središče vzorčne točke **označimo s trasirko** in preverimo, če lahko zagotovimo potrebne pogoje vzorčenja t.j. enaka raba tal v krogu premera 100m. V kolikor vzorčenje na presečišču km koordinat ni izvedljivo, premaknemo središče vzorčne točke po navodilih. Spremembo označimo v formularju.

V kolikor je vzorčenje določene točke možno, določimo sredino vzorčne točke in s tračnim metrom ali z ustreznim številom korakov (prej določimo povprečno dolžino koraka) **lokacije šestih odvzemnih mest v krogu s polmerom 40 m ± 5m**. Odvzemna mesta razporedimo čim bolj **enakomerno** (glej slike 1 in 2) in upoštevamo **reprezentativnost mikrolokacije** (izogibamo se posebnostim kot so: nepokošen košček travnika, skalni osamelec, jama v gozdu, strma in erodirana brežina, in podobno). **Na formular** prilepimo nalepko z **oznako ustrezne vzorčne** točke **in vpišemo vse značilnosti vzorčne lokacije**. Računalniško shranjen formular je del baze podatkov državnega monitoringa tal (ROTS baza) oziroma projekta ROTs.

Na vsakem odvzemnem mestu **izkopljemo 'profil' do globine 40 cm**, pri čemer zgornji horizont tal odložimo na eno stran jame, spodnji pa na drugo stran. V kolikor je vzorčno mesto na travniku oziroma zeleni površini, travno rušo odstranimo v večjih kosih tako, da je možna vzpostavitev prvotnega stanja po odvzemu vzorcev. V gozdu pred izkopom **odstranimo** nanos listja in delno razkrojenih organskih ostankov (**OI in Of horizont**). Jame oziroma 'profile' izkopljemo tako, da eno stran, to je **čelo 'profila', namenimo opisovanju in vzorčenju**. Na nagnjenih terenih je to zgornja stranica vzporedna s plastnico, na ravnih terenih pa 'profil' obrnemo tako, da sonce sije neposredno v čelo 'profila'. Za pravilen odvzem vzorcev mora biti čelo 'profila' **široko 40 - 50 cm**. Pred odvzemom vzorcev naredimo **morfološki opis tal** po plasteh vzorčenja po metodi pedološkega kartiranja oziroma standarda SIST ISO 11259 - osnovni opis tal in skiciramo 'talni profil'. Zabeležimo tudi **zaporedje pedoloških horizontov** (glej formular). Pedološke horizonte označujemo vedno s celotno oznako (npr. Ah, Bv, Bt, ..) v izogib zamenjavi z določenimi vzorčnimi sloji projekta ROTs.

Pred odvzemom vzorcev **očistimo** čelo 'profila' z orodjem, ki **ne povzroča kontaminacije** in označimo sloje vzorčenja kot jih predvideva preglednica 1. Za odvzem vzorcev uporabimo lesene lopatke ali orodje iz ustreznega drugega preverjenega materiala (plastika, nerjavno jeklo, ...). **Ne smemo** uporabiti kovinskega barvanega oroda.

Odvzem vzorcev v posameznem vzorčnem sloju poteka **z odvzemom cca 100 g tal na petih mestih** vsakega sloja (Slika 4). Kljub temu, da vzorčimo v vnaprej določenih globinah v sloju B 5 – 20 cm pazimo, da **ne mešamo** talnih horizontov. Upoštevamo pravilo, da se izogibamo vzorčenju humognega horizonta Ah, če le ta sega do polovice debeline vzorčnega sloja B (do globine 12 cm). Sloj B vzorčimo na travnikih in drugih zelenih površinah ter v gozdu, kjer je debelina zgornjega humognega horizonta Ah običajno manjša od 10 cm, zato je omenjeno pravilo smisleno. V nasprotnem primeru vzorčimo tla tistega pedološkega horizonta, ki v vzorčnem sloju B prevladuje (tudi Ah, če je globina Ah večja od skupno 12 cm). Enako velja tudi za sloje A, C in D. Pri slednjem se oziramo na globino ornice; sloj D vedno predstavlja ornico in je pogojen z globino brazde, ki je v Sloveniji povprečno 20 cm.

Vzorce vedno jemljemo od spodaj navzgor; vrstni red vzorčenja slojev je: C, B, A oziroma C, D. Za vsak sloj uporabljamo svoje orodje za odvzem vzorcev.

Vzorec vsakega sloja tal v projektu državnega monitoringa tal oziroma v projektu ROTS je torej **sestavljeni vzorec** s čemer je zagotovljena pedološka in okoljska **reprezentativnost**. Združevanje vzorcev poteka neposredno na terenu, saj 5 odvzemov iz enega sloja na enem odvzemnem mestu ponovimo na vseh šestih odvzemnih mestih ($5 \times 6 = 30$ vzorčkov). Vzorčke dajemo v ustrezeno velike **vreče** (volumen 10 litrov ustreza, vreča je dovolj velika, da jo lahko dobro zapremo – zavežemo), ki jih zaradi lažjega dela prenašamo **v vedrih**. Vzorčkov **nikoli** ne dajemo neposredno v vedro! Na vsako vrečko nalepimo ustrezeno nalepko z oznako vzorca kot predvideva enoten kodni sistem.

SLOJ globina (cm)

A	5	○	○	○	○
	10				
B	15	○	○	○	○
	20				
C	25	○	○	○	○
	30				

SLOJ globina (cm)

D	5				
	10	○	○	○	○
	15				
C	20				
	25	○	○	○	○
	30				



odvzemno
mesto
vzorčka v plasti
vzorčenja

Slika 4: Odvzem vzorcev tal v vzorčnih slojih

Velikost vzorca

Za zagotavljanje reprezentativnosti vzorcev za izvedbo vseh predvidenih analiz in kontrole v laboratoriju ter za potrebe arhiviranja je potrebno odvzeti cca 3 kg svežega talnega vzorca, kar z zgoraj opisano metodo tudi dosežemo.

OZNAČEVANJE VZORCEV

Vse potencialne vzorčne točke imajo **enotno zaporedno petmestno številko**, ki je tudi osnova kodnemu sistemu označevanja vzorcev tal. Koda je sestavljena iz črk in številk in vsebuje sledeče informacije:

**vzorčna točka/mesec,leto/globina/vrsta vzorca/analitika –
9999/9999/X/X/XXX**

Preglednica 3: Predviden sistem označevanja vzorcev v projektu ROTS

Št. nalep k	Uporaba v/na	Vsebina nalepke	Primer kodiranja
TEREN			
3	Lokacija in mesec <i>1 na vpisni list – formular 1 v vpisno knjigo v lab. 1 ne odlepí</i>	Zaporedna številka lokacije: od 00001 do 19992 oznaka 1x1 km / mesec leto vzorčenja: MMLL – mesec mesec leto leto	01606/1099
4	<u>Globina vzorca</u> po 1 na vrečo z vzorcem	Globina A= 0-5cm Globina B= 5-20cm Globina C= 20-30cm Globina D= 0-20 cm Globina X= mešan, nedoločljiva globina	01606/1099/A 01606/1099/B 01606/1099/C 01606/1099/D
1	Rastlinski vzorec*	<i>Regrat ali trpotec- označi na vpisnem listu</i>	01606/1099/R
LABORATORIJ			
4	Laboratorij	Arhivski vzorec, svež/vlažen, nezmlet (po slojih)	01606/1099/A/AV 01606/1099/B/AV 01606/1099/C/AV 01606/1099/D/AV
4	Laboratorij	Homogenizirani vzorec, za v sušilnik (po slojih)	01606/1099/A/SU 01606/1099/B/SU 01606/1099/C/SU 01606/1099/D/SU
4	Laboratorij	Arhivski vzorec, suh, zmlet (po slojih)	01606/1099/A/AS 01606/1099/B/AS 01606/1099/C/AS 01606/1099/D/AS
4	Laboratorij	Standardna pedološka analiza (po slojih)	01606/1099/A/SPA 01606/1099/B/SPA 01606/1099/C/SPA 01606/1099/D/SPA
4	Laboratorij	Anorganska analitika - kovine po zlatotopki (po slojih)	01606/1099/A/KZL 01606/1099/B/KZL 01606/1099/C/KZL 01606/1099/D/KZL
4	Laboratorij	Organska analitika – organske nevarne snovi (po slojih)	01606/1099/A/ORG 01606/1099/B/ORG 01606/1099/C/ORG 01606/1099/D/ORG

*rastlinski vzorec je opcija, ki jo predlagamo za travniška območja in je lahko indikator splošnega stanja vegetacije (v listih testne rastline naj bi bile opravljene le analize izbranih nevarnih snovi)

Pred vsako izvedbo vzorčenja se izdelajo **kompleti nalepk** za terenske ekipe in laboratorij, ki je zadolžen za homogenizacijo in predpripravo vzorcev. Predvideno število nalepk za vzorčno točko in primer kodiranja je podan v preglednici 3.

POSTOPKI ZA ZAŠČITO PRED KONTAMINACIJO VZORCEV

Kontaminiranje vzorcev tal pri odvzemu lahko nastane zaradi nevestnega in nestrokovnega dela. Dovoljena je samo uporaba **materiala**, ki ga **predpiše** in **zagotovi** odgovorni vodja projekta oziroma v njegovem imenu odgovorni vodja vzorčenja: lopatke, vrečke, rokavice, in podobno. Za vsak sloj se uporablja druga lopatka. Vzorce dajemo in združujemo neposredno v vrečo, ki je enkratna embalaža (po homogenizaciji vzorcev v laboratoriju se vreče zavržejo). Pri odvzemu vzorcev iz slojev upoštevamo naveden vrsti red; vedno najprej vzorčimo spodnji sloj C in nato B in A oziroma D. Po vzorčenju očistimo vzorčne lopatke in roke v kolikor nismo uporabljali rokavic. Priporočljiva je uporaba laboratorijskih rokavic. Za čiščenje uporabljamo papirnate brisače in deionizirano vodo.

Med naravnimi dejavniki, ki lahko vplivajo na kontaminiranje in odvzem vzorca so:

- močan veter v bližini izvora onesnaževanja,
- matična osnova, ki vsebuje veliko količino preiskovanih snovi.

POSTOPEK TRANSPORTA IN PREDAJE VZORCEV V LABORATORIJ

Vreče takoj po končanem vzorčenju na točki zavežemo, preverimo, da je oznaka vzorca dobro pritrjena in odložimo v hladilni torbi. Upoštevati moramo, da na vsaki lokaciji odvzamemo 6 - 9 kg vzorcev tal.

Vzorce dostavimo v laboratorij še isti dan oziroma najkasneje v 48 urah od odvzema. Vzorce predamo osebi za sprejem vzorcev (osebno) ali na ustrezeno mesto za sprejem vzorcev v skladu z navodili vodje vzorčenja. Mesto za sprejem vzorcev je hladilna omara ali prostor za hrambo vzorcev s temperaturo 4 °C. V sprejemni knjigi označimo (napišemo) vse dostavljene vzorce, datum dostave in se podpišemo.

2.1.9 HOMOGENIZACIJA, ARHIVIRANJE IN PREDPRIPRAVA VZORCEV

Shema celotne predpriprave vzorca je prikazana na sliki 5. Laboratorij zadolžen (pooblaščen) za homogenizacijo in predpripravo vzorcev mora imeti za to ustrezné kapacitete:

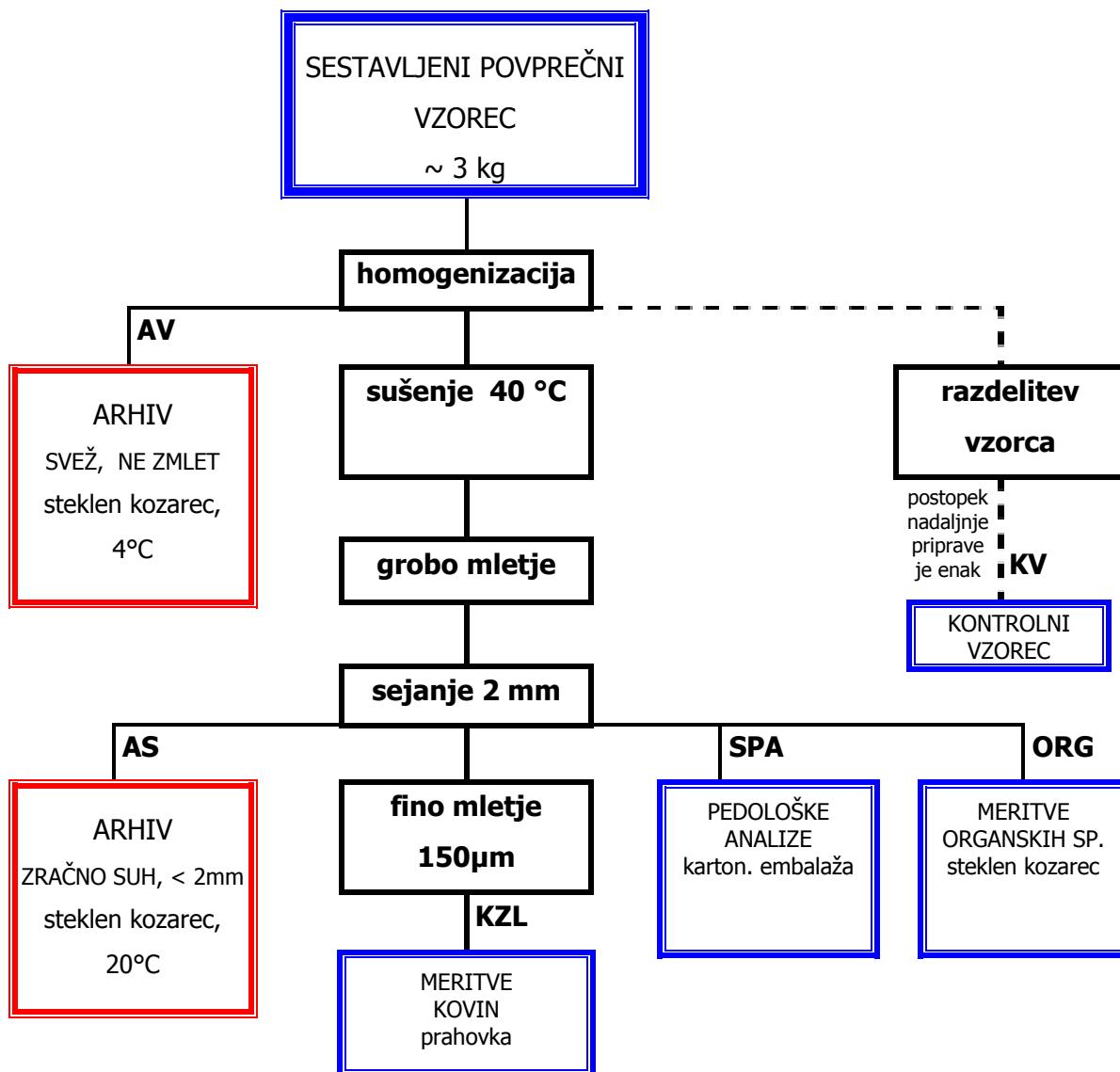
- usposobljeno osebje,
- prostor za sprejem vzorcev,
- prostor za homogenizacijo,
- prostor za hrambo suhih in svežih vzorcev.

Homogenizacija vzorcev je postopek, kjer sestavljeni vzorec z mešanjem čim bolj homogeniziramo, pri čemer odstranimo možne primesi kot so večji skelet, sveži ali suhi rastlinski ostanki in drugo.

Od homogenizirane celote odvzamemo približno 1 kg vzorca in ga shranimo v steklen kozarec za sveži arhiv (AV). Preostalo količino damo v sušilnik in sušimo pri 40 °C. Zračno suhe vzorce zdrobimo v keramični terilnici ali ustreznem mlinu. Zmlet vzorec presejemo in razdelimo na štiri alikvote (250–500g): en del vzorca, shranimo v steklen kozarec – suhi arhiv (AS), drugi del prav tako v stekleni kozarec za analizo organskih nevarnih snovi, tretji del shranimo v kartonsko embalažo in je namenjen analizi osnovnih pedoloških parametrov, četrти del pa analizi kovin (Slika 5). Pred izvedbo postopka razklopa z zlatotopko je potrebno vzorec dodatno zmleti na velikost delcev < 150 µm.

Sveži arhiv se hrani 2 leti od vzorčenja, suhi arhiv do zaključka projekta ROTS oziroma tudi dlje, v kolikor tako zahteva naročnik projekta.

Vodja laboratorija izbere naključne vzorce (5 -10 % od celotnega števila vzorcev v enem letu projekta ROTS), ki se v fazi homogenizacije razdelijo na pol – podvojeni vzorec. Podvojeni vzorec služi kot kontrolni vzorec laboratorijskih postopkov.



Slika 5: Shema predpriprave vzorcev

Seznam predlaganih lokacij za projekt ROTS 2004

OTL	X	Y	NASELJE	OBČINA_IME	TK25	VZORČIL
00276	589000	180000	PEČAROVCI	PUCONCI	005	
01138	557000	164000	DRANKOVEC	PESNICA	031	
01178	597000	164000	BELTINCI	BELTINCI	036	
02139	573000	156000	ŽUPETINCI	CERKVENJAK	033	
02155	589000	156000	LUKAVCI	KRIŽEVCI	035	
03121	485000	148000	PODPECA	ČRNA NA KOROŠKEM	049	
03177	541000	148000	ŠMARTNO NA POHO	SLOVENSKA BISTRICA	055	
03193	557000	148000	ROŠNJA	STARŠE	056	
04492	413000	140000	MOJSTRANA	KRANJSKA GORA	041	
04524	445000	140000	PODLJUBELJ	TRŽIČ	045	
04601	525000	140000	VITANJE	VITANJE	053	
04633	557000	140000	CIRKOVCE	KIDRIČEVO	056	
06223	541000	132000	JERNEJ PRI LOČA	SLOVENSKE KONJICE	081	
06239	557000	132000	PREŠA	MAJŠPERK	082	
07652	405000	124000	ČADRG	TOLMIN	067	
07692	445000	124000	ZGORNJA BESNICA	KRANJ	071	
09034	429000	116000	ZALI LOG	ŽELEZNIKI	092	
09074	469000	116000	ŠMARCA	KAMNIK	096	
10284	461000	108000	ZGORNJE GAMELJN	LJUBLJANA	115	
10300	477000	108000	ZGORNJA JAVORŠI	MORAVČE	117	
10308	485000	108000	SLIVNA	MORAVČE	118	
11528	397000	100000	GRGARSKE RAVNE	NOVA GORICA	109	
11536	405000	100000	ČEPOVAN	NOVA GORICA	110	
12918	445000	92000	STARA VRHNIKA	VRHNIKA	133	
12934	461000	92000	BREST	IG	134	
12982	509000	92000	VRH	TREBNJE	139	
13014	541000	92000	ANOVEC	KRŠKO	143	
14159	397000	84000	RENČE	NOVA GORICA	128	
14199	437000	84000	KALCE	LOGATEC	132	
14215	453000	84000	BREZOVICA PRI B	BOROVNICA	134	
14247	485000	84000	MULJAVA	IVANČNA GORICA	137	
15492	445000	76000	UNEC	CERKNICA	151	
15572	525000	76000	GORENJA STARA V	ŠENTJERNEJ	159	
15586	541000	76000	PLANINA V PODBO	KRŠKO	161	
16571	453000	68000	OTOK	CERKNICA	152	
16587	469000	68000	JANEŽI	SODRAŽICA	153	
17449	421000	60000	DOLNJE LEŽEČE	DIVAČA	164	
17489	461000	60000	PODGORA PRI LOŽ	LOŠKA DOLINA	168	
18417	517000	52000	VINJI VRH PRI S	METLIKA	190	
19198	437000	44000	SABONJE	ILIRSKA BISTRICA	182	

Priloga 2: Protokol zapisa o vzorčenju točke imisijskega monitoringa

Raziskave onesnaženosti tal Slovenije		Nalepka – lokacija točke
Projekt: ROTS		ZAPIS O VZORČENJU NA TOČKI:
Datum: <u>_____</u> . <u>2</u> (popravek)	Vzorčil: _____	
Kraj: _____		

I. Morebitni popravki podatkov		
Tip tal: (vpis) Matična podlaga: (vpis) Vegetacija: (vpis) Horizonti v profilu:	(vpis nakanadno) PSE koda: <u> </u> (vpis nakanadno) MAK koda: <u> </u> (vpis nakanadno) VEG koda: <u> </u>	Nalepka – kontrolni vzorec
(popravek) GK X: <u> </u> (m) Viši morebiten pomik vzorčenja in ga ovrednoti in metrih.	(popravek) GK Y: <u> </u> (m)	(popravek) Z: <u> </u> (m) (popravek) Naklon: <u> </u> (°)

II. Opis lokacije					
SKICA VZORČENJA Označi vzorčeno točko in pomembne objekte ozrom na značilnosti: ceste, hiše, različna raba tal. Viši morebiten pomik vzorčenja in ga ovrednoti in metrih.	obkrožaj→	BLIŽINA PROMETNIC	MAKRORELIEF	POVRŠINSKA ORG. SNOV	RABA TAL
		01 AC: _____ m 02 Regionalna cesta: _____ m 03 Lokalna cesta: _____ m 04 Kolovoz: _____ m 05 Drugo: _____ m	01 ravnila 02 dolina 03 kotlina 04 planota 05 rečna terasa 06 gricjeve 07 hribovje 08 gorat 09 kraško polje 10 kraška planota	1 surovi humus 2 pruhna 3 pruhinasta sprstenina 4 sprstenina	01 njiva 02 travnik 03 pašnik 04 travniki/pašnik 05 ekst.sadovnjak 06 int.sadovnjak 07 vinograd 08 hmeljščice 09 _____
		POTENCIALNI VIRI ONESNAŽENJA	MIKRORELIEF	SKALOVITOST (%)	11 gozdni nasad 12 gozd 13 park 14 grmišče 15 trstičje 16 deponija 17 mestna zelenica 18 _____ 20 nerodovitno
		01 tovama 02 deponija 03 (dive) smetišče 04 cesta/promet 05 privatna kuršča 06 kmetiški obrat 07 gnojische 10	1 ravnila 2 greben 3 sredina pobočja 4 vzhodno pobočja 5 plato 6 dno doline 7 vrtača 8 terasa	7 dominantna > 80 6 pretežna 40-80 5 pogosta 15-40 4 zmerna 5-15 3 redka 2-5 2 neznatna <2 1 neskalovito	
		NEBESNA SMER (popravek)	OBLIKA MIKRORELIEFA	KAMNITOST (%)	DRENIRANOST MIKROLOKACIJE
			1 ni pobočja 2 enakomerna 3 konkavna 4 konveksna 5 terasasta 9 nepravilna	7 dominantna > 80 6 pretežna 40-80 5 pogosta 15-40 4 zmerna 5-15 3 redka 2-5 2 neznatna <2 1 nekamnitno	7 zelo hitra 6 hitra 5 dobra 4 zmerna 3 nepopolna 2 slaba 1 zelo slaba

III. Opis slojev																									
SKICA POVPREČNEGA TALNEGA PROFILA:	Vremenske razmere:																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>sloji</th> <th>(cm)</th> <th>označi vzorčne sloje in talne horizonte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>15</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>30</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>35</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	sloji	(cm)	označi vzorčne sloje in talne horizonte	A	5		D	10		B	15			20		C	25		C	30			35		
sloji	(cm)	označi vzorčne sloje in talne horizonte																							
A	5																								
D	10																								
B	15																								
	20																								
C	25																								
C	30																								
	35																								
Opombe: _____																									

SLOJ	STRUKTURA	izraženost	KONZISTENCA	stopnja	BARVA	ORGANSKA SNOV	VLAŽNOST OB OPISU	PREKORENINJENOST	SKELET vol. delež %	max velikost cm	oblika	NOVOTRVORBE
A	---	—	---	—		—	—	—	—	—	—	—
B	---	—	---	—		—	—	—	—	—	—	—
C	---	—	---	—		—	—	—	—	—	—	—
D	---	—	---	—		—	—	—	—	—	—	—
	Nestrukturen Brezstrukturen Mnvičast Grudičast Oreškast Poledričen pRizmatičen Srebričast Llističast	4 dobra 3 srednja 2 slaba 1 ni strukture	Sipek Droblijiv Zbit Mazav Lepljiv	Rahel Gost Trd gNetljiv Plastičen	Lahko Nekoliko Soil Colour Chart	šifra barve iz Munsell Soil Colour Chart	7 organski 6 zelo močno 5 močno hum. 4 humozem 3 srednje hum. 2 slabo hum. 1 mineralen 8 po rovih	1 suh 2 suhi/svež 3 svež 4 svež/vlažen 5 vlažen 6 moker	6 zelo goste 5 goste 4 srednje goste 3 redke 2 posamezne 1 neprekorenjen	1 ostro-rob 2 za-oblijen 3 ploščat 4 mešan	L lisje M marmoracija G prevleke gline O koloidne prevleke F prevleke Fe, Mn, C konkrekcije CaCO ₃ K konkrekcije Fe, Mn	