



Univerza v Ljubljani

*Biotehniška* fakulteta, *sedemdesetletnica*

*Oddelek za agronomijo*



CENTER ZA PEDOLOGIJO  
IN VARSTVO OKOLJA

# TLA

## PONOR IN IZVOR POTENCIALNO NEVARNIH SNOVI V OKOLJU

prof. dr. Helena Grčman

Okoljski dan gospodarstva 1.junij 2017

# KAJ SO TLA?





# DEGRADACIJE TAL

Thematic Strategy for Soil Protection (COM(2006) 231)

erozija

plazovi

zmanjševanje organske snovi

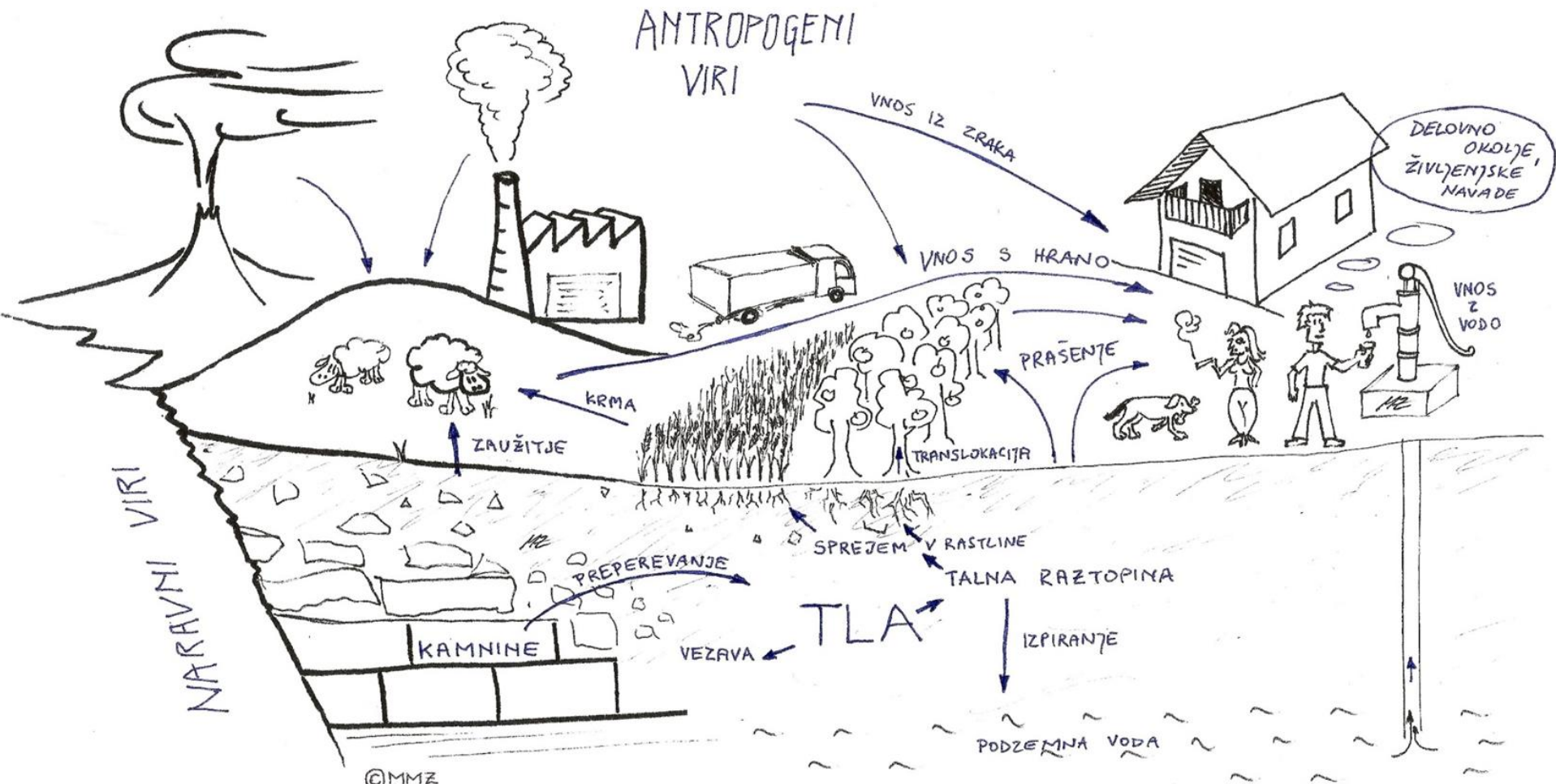
zmanjševanje biodiverzitet

povečanje slanosti tal

zbijanje

**onesnaževanje**

pozidava



Ali so tla strupena,  
tudi če so koncentracije posameznih  
snovi nizke, saj vsebujejo koktajl  
nevarnih snovi?



Ali je vsako povečanje potencialno  
nevarnih snovi v tleh antropogenega  
izvora?

# Geokemična sestava tal na različnih kamninah v Sloveniji (mg/kg)

	istrski fliš	brkinski fliš	apnenec	miocenski sedimenti	savski prod/konglomerat	granodiorit	eklogit	serpentin
As	6,8	5,6	23,1	11,9	14,7	4,4	4,1	21,4
Au	4,4	4,4	3,3	6,5	6,6	3,1	2,5	25,0
Ba	264	223	317	378	391	1157	214	157
Cd	0,2	0,2	1,2	1,3	0,2	0,1	0,3	0,2
Co	18,6	14,4	22,0	9,7	14,2	1,8	25,0	120,0
Cr	205	329	212	116	106	21	185	2097
Cs	5,7	3,7	8,7	8,8	6,3	2,2	2,3	2,2
Cu	35,0	20,5	25,0	26,1	15,7	5,1	12,9	50,6
Ga	12,6	11,8	22,4	17,2	19,9	18,8	13,6	10,8
Hf	4,7	6,1	8,1	5,3	5,6	4,8	7,3	4,0
Hg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Mo	0,4	0,4	5,0	3,0	0,9	0,4	0,3	0,3
Nb	11,0	12,4	19,0	13,4	19,7	16,4	12,5	7,3
Ni	103	54	61	48	26	4	18	598
Pb	17	14	41	29	32	39	29	26
Rb	93	75	121	127	113	43	38	33
Sc	11,0	8,0	18,0	12,0	14,5	0,5	0,3	0,5
Sb	0,2	0,2	0,8	0,6	0,3	495,4	120,9	75,7
Sr	102,7	43,2	82,5	60,0	87,6	1,2	0,9	0,7
Ta	0,9	0,9	1,5	0,9	1,5	20,8	5,6	3,8
Th	7,7	7,4	18,4	9,0	14,2	0,2	0,1	0,1
U	1,9	2,3	4,4	3,0	4,5	6,0	1,9	1,4
V	121	73	252	130	129	54	170	118
W	1,5	1,5	2,9	2,0	2,8	<0.5	0,9	0,9
Zn	69,0	54,5	66,5	153,0	67,5	24,0	34,0	46,5
Zr	172	221	287	194	340	177	255	138



Ali morajo biti  
koncentracije nevarnih snovi v tleh  
0,0?

Sprejemljive vsebnosti potencialno  
nevarnih snovi v tleh

Ocena tveganja

Analize  
tal, hrane, zraka  
in vode

Izračun dnevnih vnosov

Upoštevne starosti in  
življenjskih navad ljudi

# ZAKONODAJA ZA TLA

## Slovenija (Ur.l. RS 68/96)

- Mejna vrednost
- Opozorilna vrednost
- Kritična vrednost

## Druge države EU:

- Vrednosti za različne rabe tal
- Različno poimenovanje

# Uredba o mejnih opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh Ur.l 68/96

## ANORGANSKE SNOVI

Kadmij Cd  
Baker Cu  
Nikelj Ni  
Svinec Pb  
Cink Zn  
Krom Cr, Cr6+  
Živo Srebro Hg  
Kobalt Co  
Molibden Mo  
Arsen As  
Fluoridi F

## ORGANSKE SNOVI

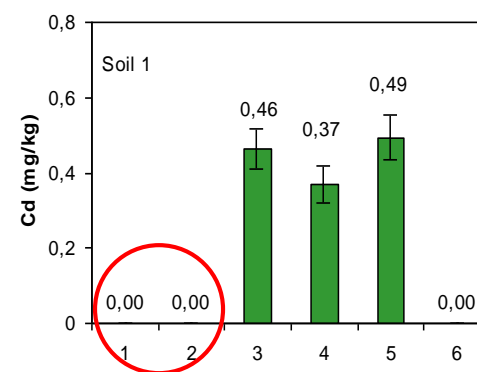
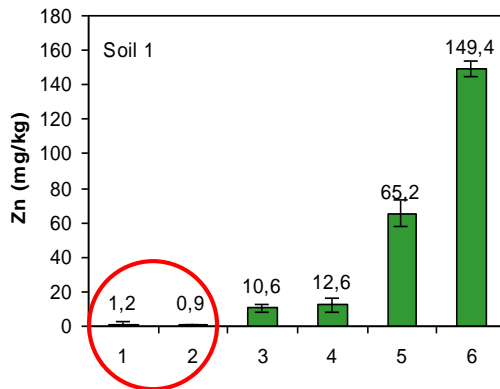
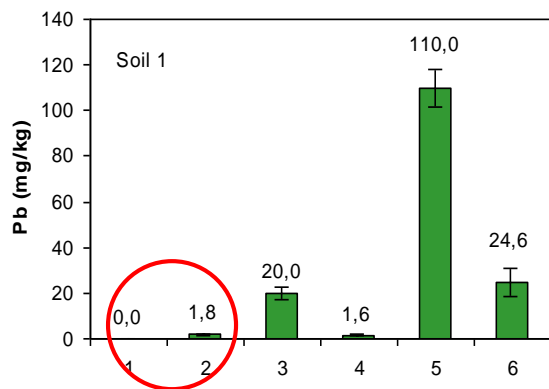
Policiklični aromatski ogljikovodiki PAH  
  
Polikloriranin bifenioli PCB  
  
Insekticidi na osnovi kloriranih ogljikovodikov: DDT, drini, HCH  
  
Druga fitofarmacevtska sredstva

Ali so nevarne snovi v tleh v celoti  
dostopne za organizme?

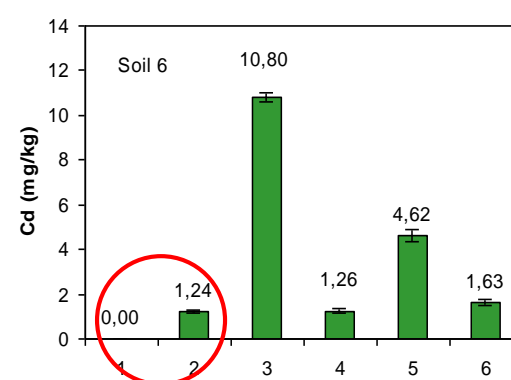
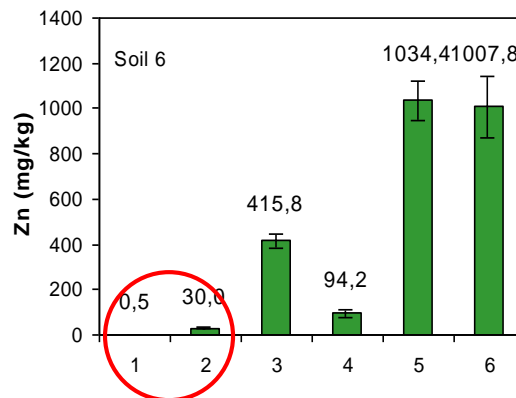
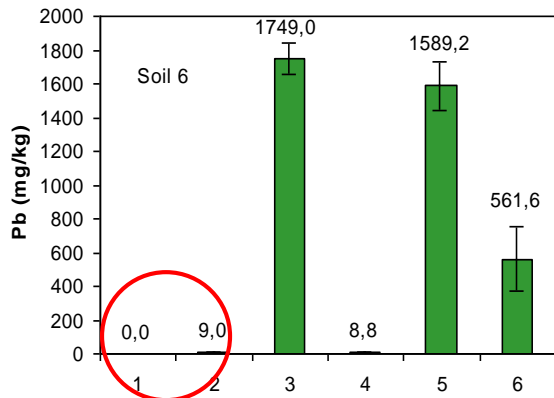
Ali nevarne snovi v tleh prehajajo  
v hrano in pitno vodo?

# Frakcionacija Pb, Zn in Cd v tleh- primer tla Mežiška dolina

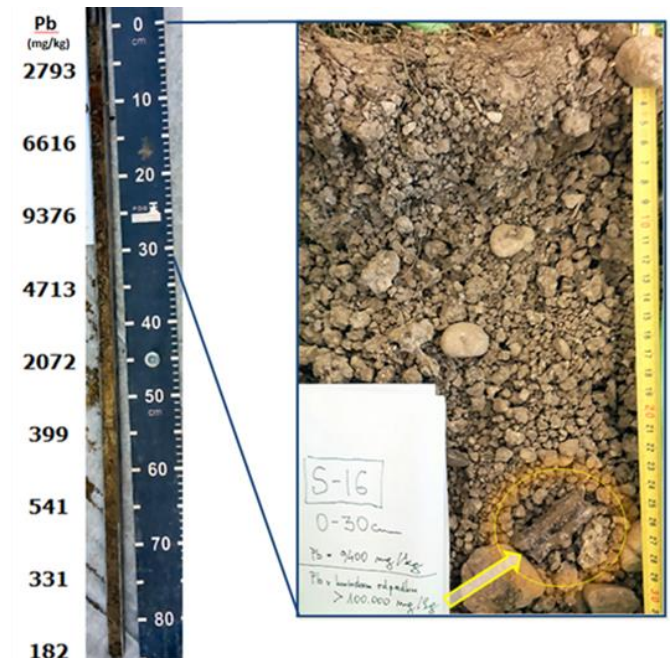
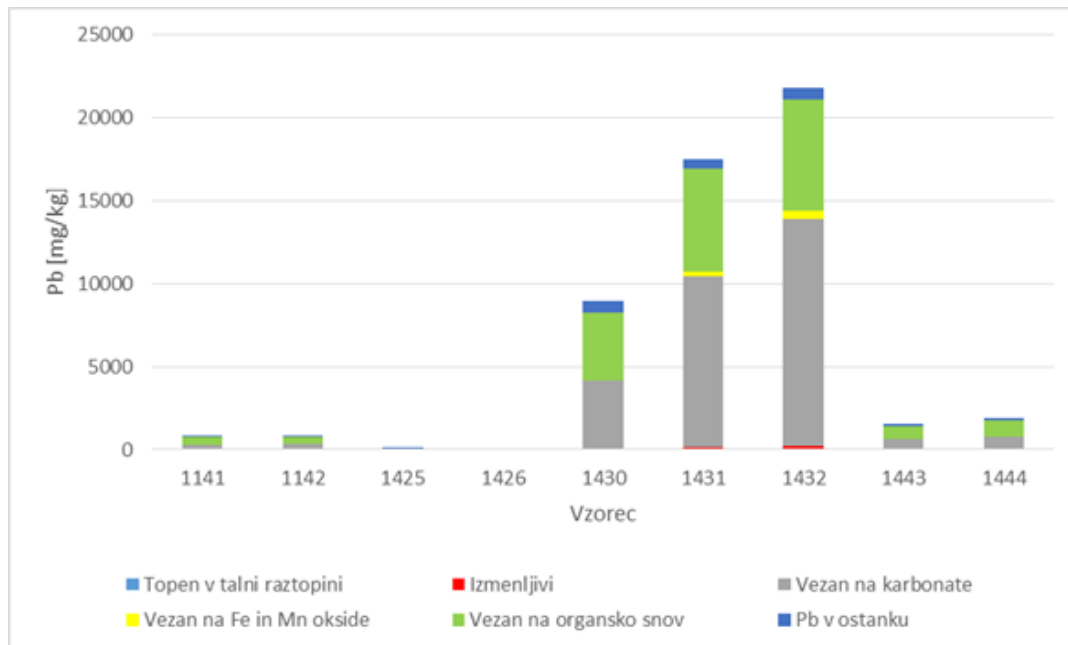
Tla 1: 167 mg/kg Pb; 303 mg/kg Zn; 1.43 mg/kg Cd



Tla 2: 3760 mg/kg Pb; 3046 mg/kg Zn; 20.4 mg/kg Cd



# Frakcionacija Pb v tleh onesnaženih s starimi akumulatorji





# Ugotavljanje biodostopnosti kovin

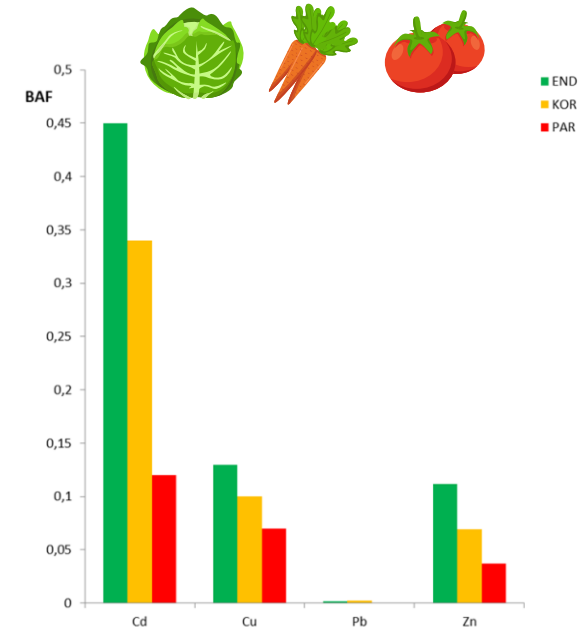
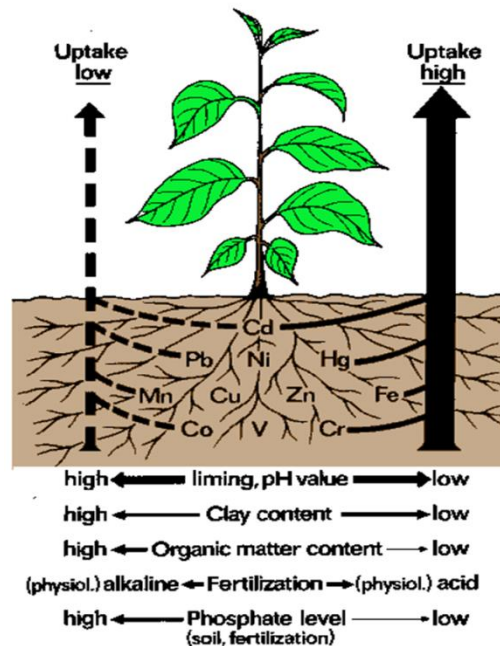
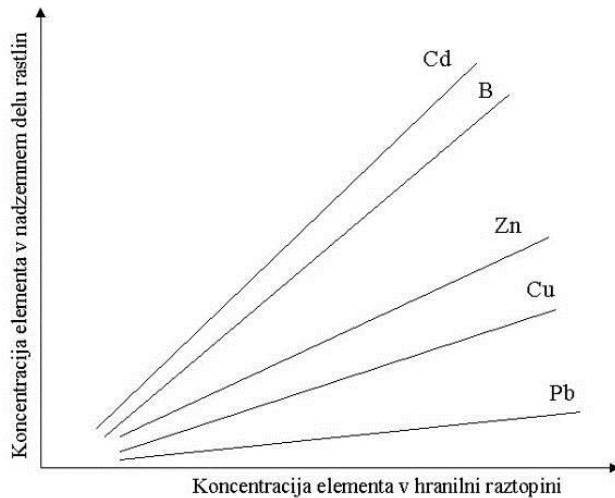
- Skupna (totalna) vsebnost (štirikislinski razkroj)
- Psevdototalna vsebnost (zlatotopka)
- Izmenljiva vsebnost (raztopine soli  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{HN}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{CO}_2$ , EDTA, DTPA)
- Sekvenčne ekstrakcije
- Želodčna, črevesna dosegljivost (Rubijev test)

# Dostopnost nevarnih snovi rastlinam

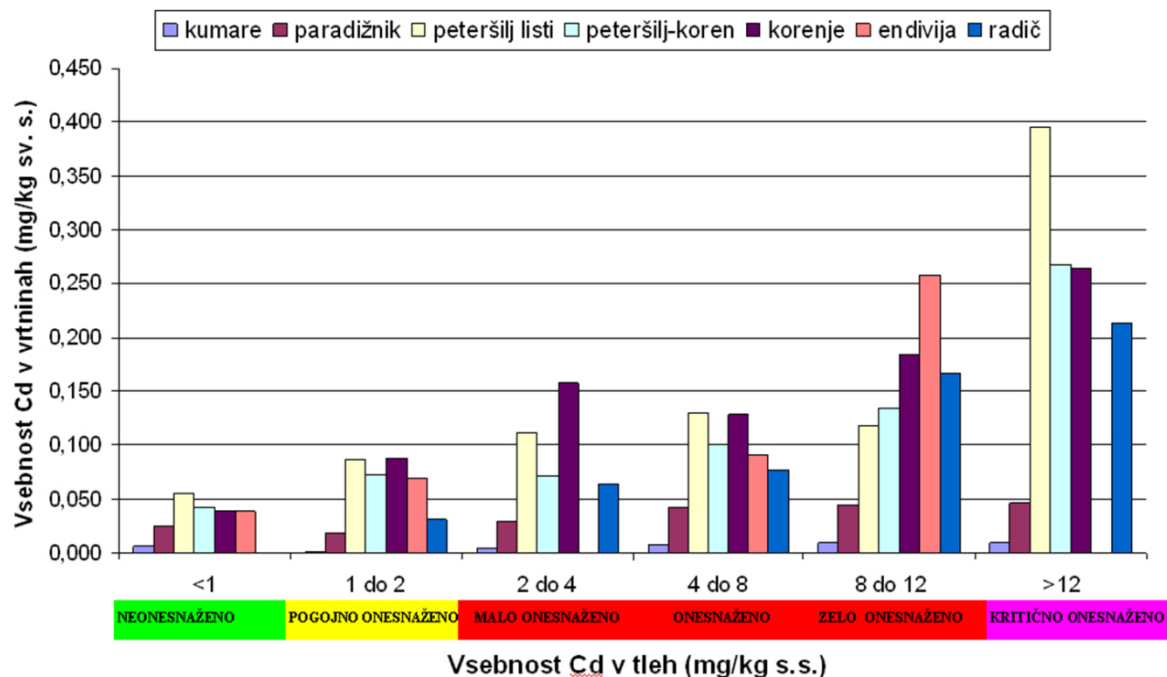
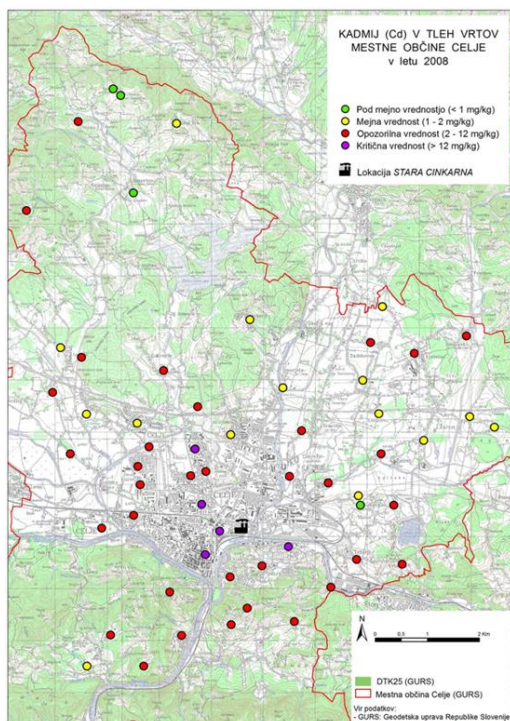
Vrste nevarne snovi  
 Koncentracije nevarne snovi  
 Oblike nevarne snovi

Lastnosti tal

Vrste rastlin



# Sprejem kovin v različne rastline: primer kadmij v vrtninah na območju Celja



Izračunani dnevni vnos:

V celem letu: 3.5 – 13.9 ( $\mu\text{g}/\text{dan}/\text{osebo}$ )

V treh mesecih: 13.9 – 55.7 ( $\mu\text{g}/\text{dan}/\text{osebo}$ )

FAO/WHO priporočena vrednost = 70  $\mu\text{g}$  Cd / dan / osebo (70 kg telesne teže)

Ali se potencialno nevarne snovi v  
tleh lahko razgradijo?

NE

Anorganske snovi:  
Cd, Pb, Zn, .....

DA

Organske snovi

**ZELO POČASI**

Dolgožive organske snovi:  
DDT, PCB, klorirani  
ogljikovodiki...

Ali je potrebno onesnažena tla  
vedno zamenjati?

# Ukrepi v primeru ugotovljenih preseženih vrednosti

Stopnje onesnaženosti, ocene tveganja

Rabe tal (pot vnosa nevarnih snovi v organizem)

Velikost onesnaženega območja

Finančnih možnosti



# Ureditev javnih površin (parki, šole, vrtci)

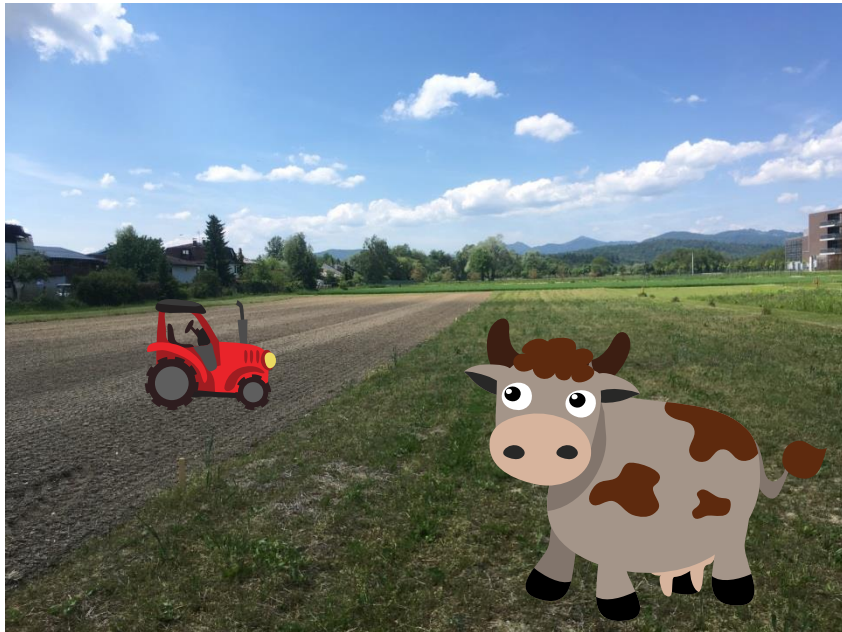








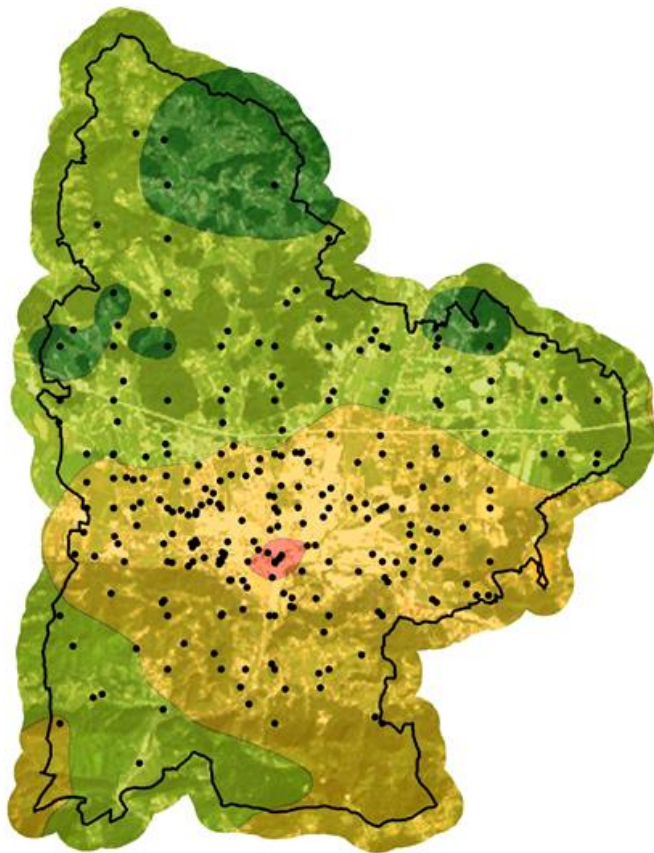
# Prilagoditev kmetijske rabe



Ali so tla v Sloveniji onesnažena?

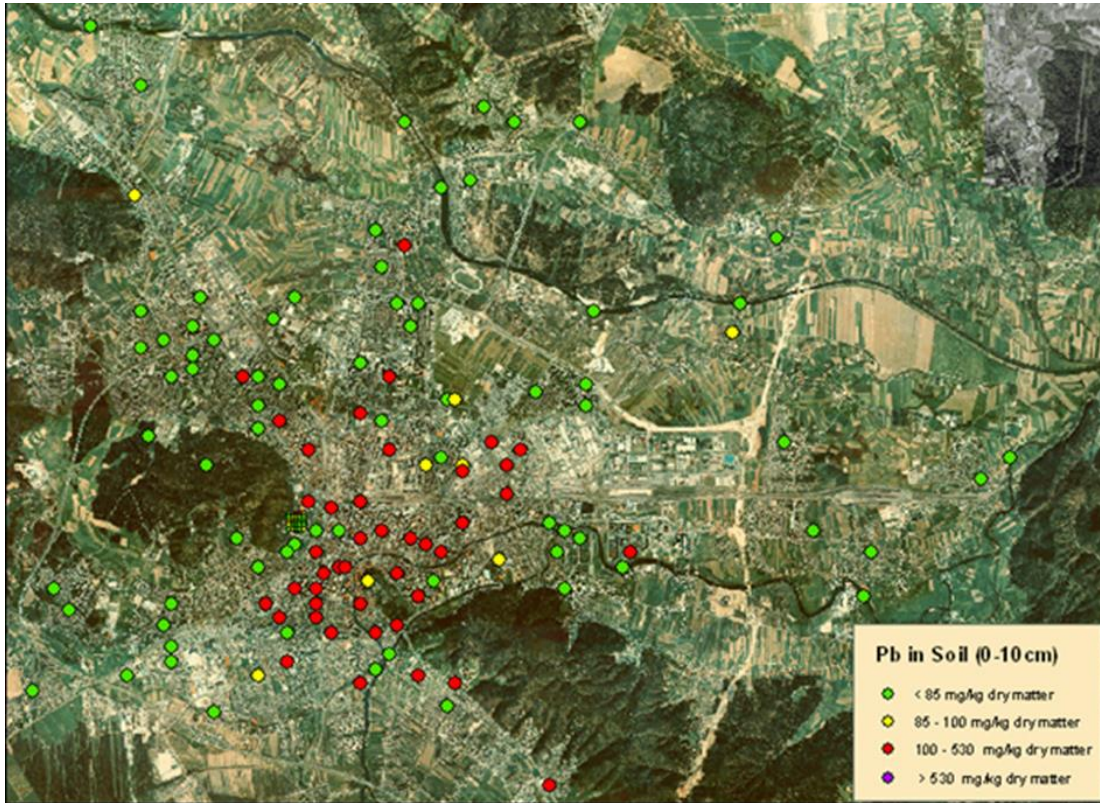


# Celje



	Onesnaženost tal s Cd mg/kg (ha)				SUM
	<1	1-2	2-12	>12	
Raba tal	<1	1-2	2-12	>12	
Obdelovalna zemljišča	125,4	500,2	332,5	0,0	958,1
hmeljišča	4,7	43,1	47,8	0,0	95,5
vinogradi	8,9	14,4	24,7	0,0	48
sadovnjaki	39,8	89,8	79,8	0,0	209,4
Travniki/pašniki	327	1090,5	865,8	4,3	2287,6
Močvirja	0,00	0,05	10,5	0,0	10,5
Opuščena zemljišča	13	48,5	84,8	0,0	146,5
Gozd	385,4	2001,5	1286,1	0,0	3673
Urbano	84,6	512,1	1193,3	52,0	1842,1
Druge rabe	6,3	103,7	98,9	1,3	210,2
Vsota	995,2	4403,9	4033,7	57,6	9490,5

# Ljubljana



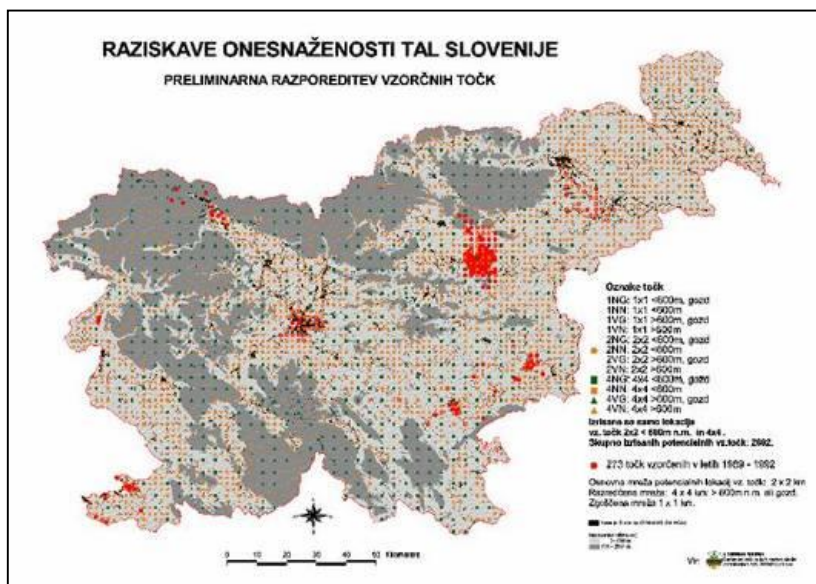
Mesto	Pb mg/kg
Uppsala	29
Aveiro	38
Warsaw	53
Ljubljana	87
Hong Kong	95
Nanjing	104
Sevilla	123
Madrid	161
Torino	175
Glasgow	202
Palermo	253
Napoli	262

Mesto	Zn mg/kg
Uppsala	90
Nanjing	96
Sevilla	105
Hong Kong	125
Aveiro	129
Warsaw	140
Ljubljana	148
Torino	181
Madrid	210
Glasgow	220
Palermo	251
Napoli	251

Viri: Biasoli et al. 2005, Li et al., 2004; De Miguel et. Al., 1998, Lu et al., 2003, Imperato et al. 2003; Manta et. al., 2002; Pitchel et. al. 1998

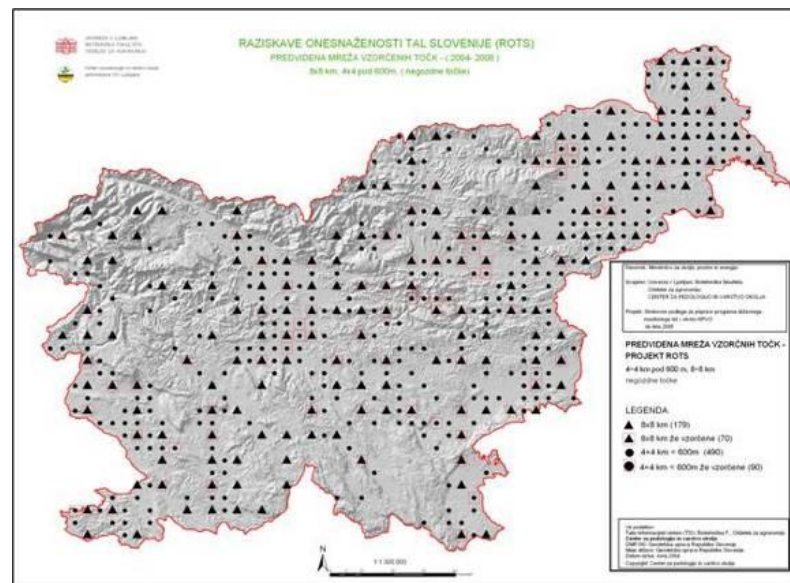
# Sistematično ugotavljanje kakovosti tal

## Raziskave onesnaženosti tal Slovenije



### 1. Plan NPVO:

Mreža: 2x2, 4x4 km; 2689 vzorčnih mest



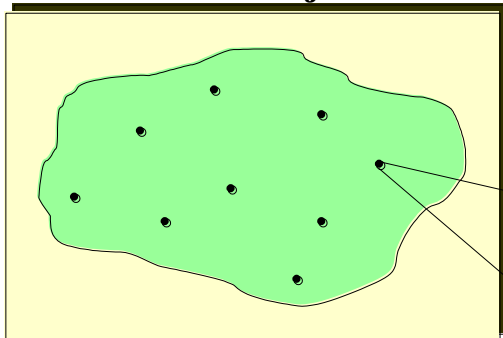
### 2. Plan: ReNPVO

Mreža : 4x4, 8x8 km; 530 vzorčnih mest  
Realizacija do leta 2015- 299 točk

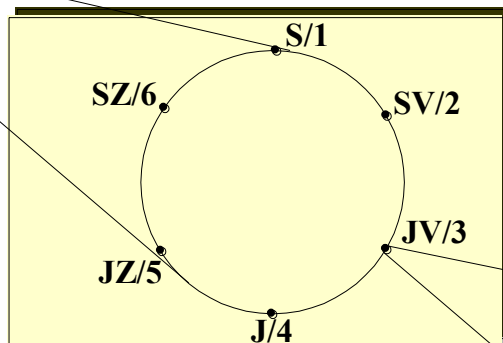


# Raziskave onesnaženosti tal Slovenije

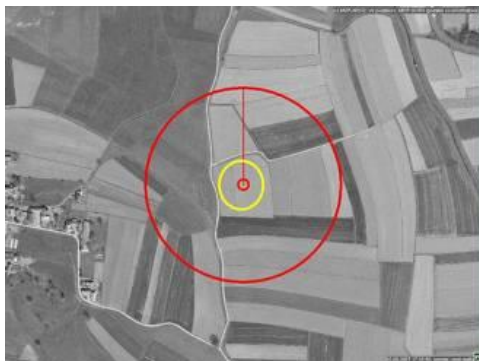
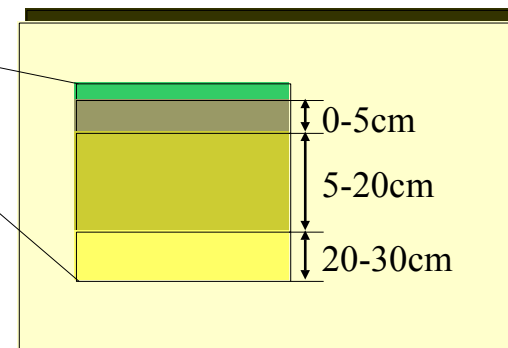
## Vzorčno območje



## Vzorčno mesto

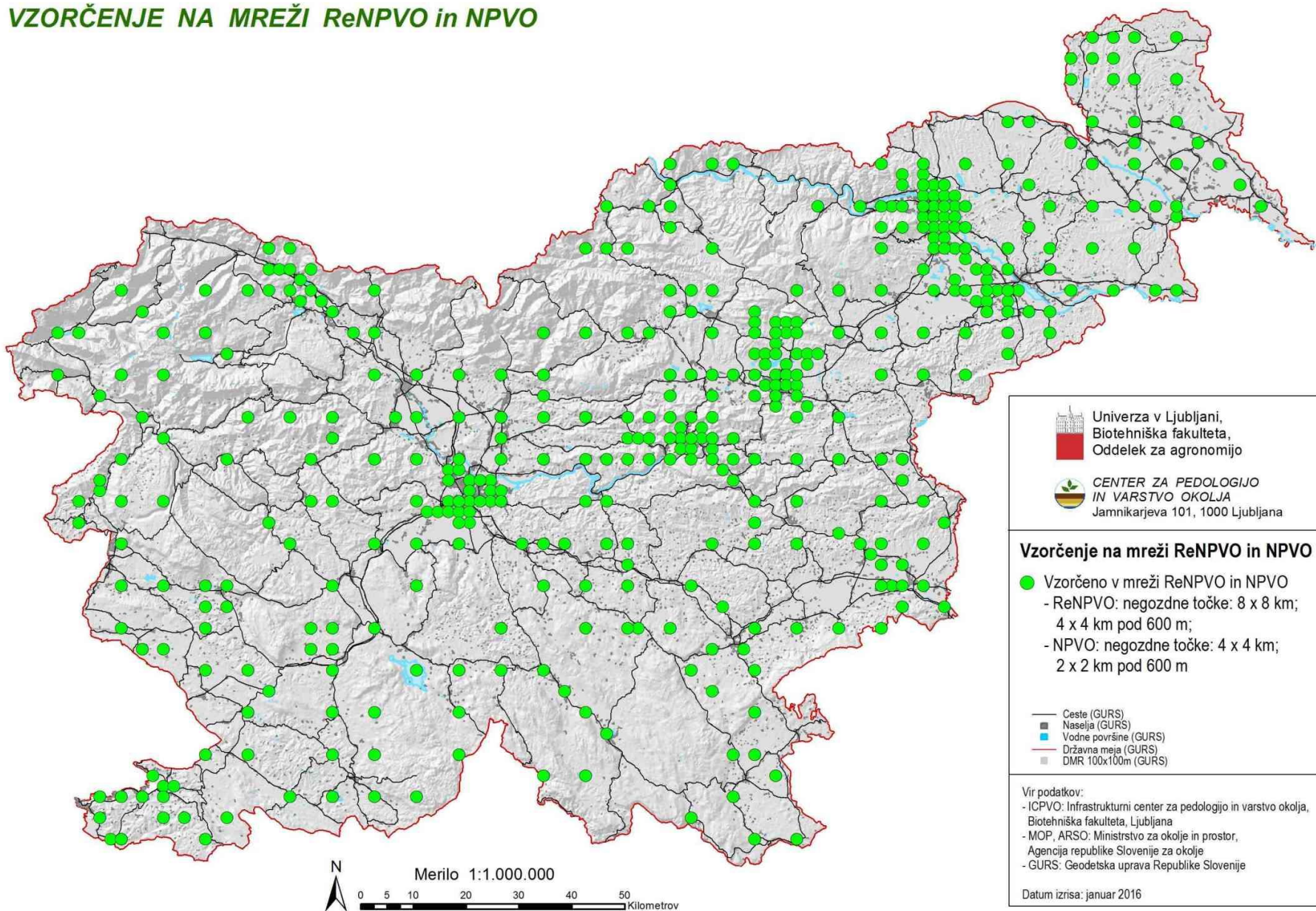


## Odvzemno mesto

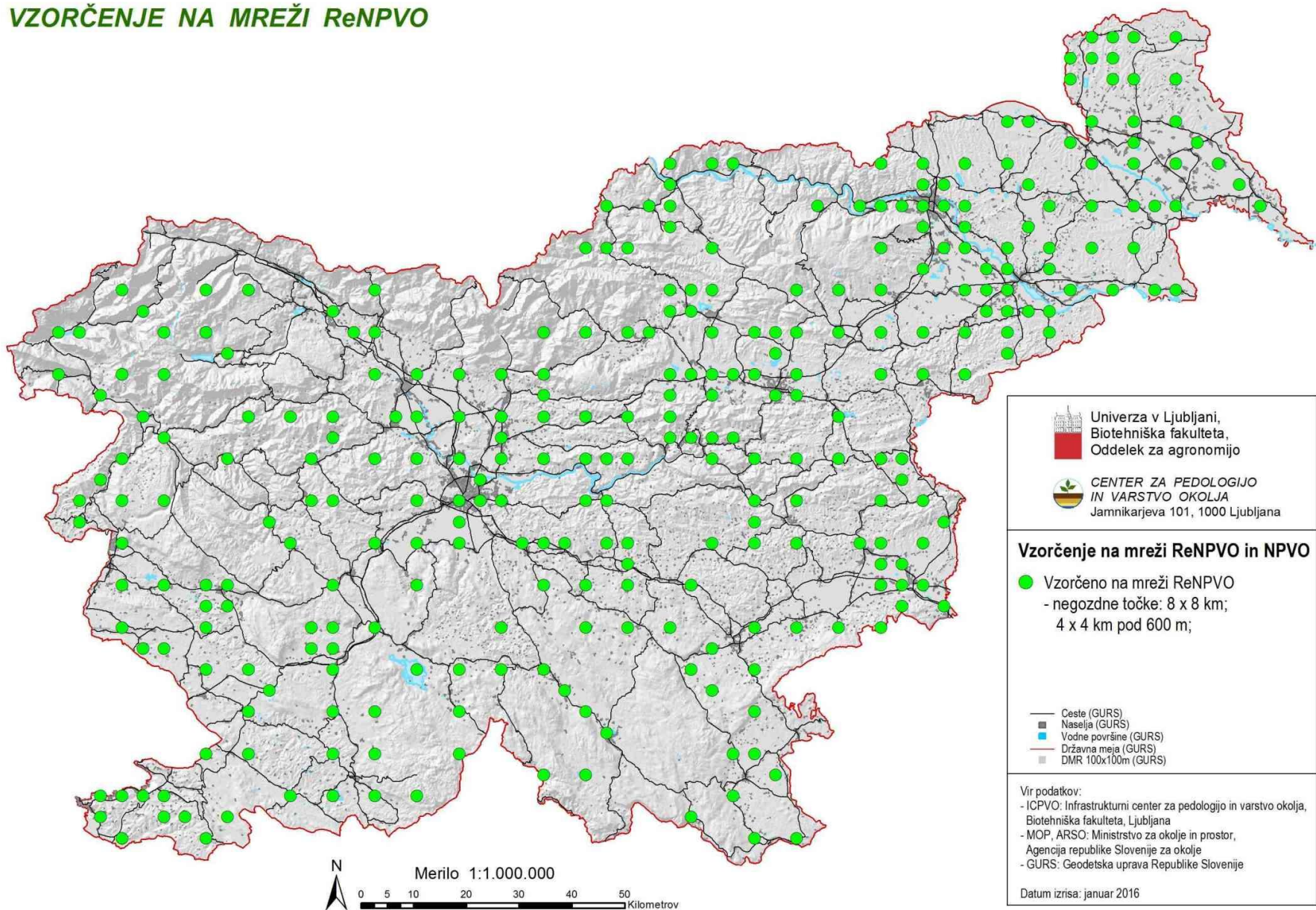


[http://agromet.mkgp.gov.si/Publikacije/raziskave\\_onesnazenosti\\_tal.pdf](http://agromet.mkgp.gov.si/Publikacije/raziskave_onesnazenosti_tal.pdf)

# VZORČENJE NA MREŽI ReNPVO in NPVO



# VZORČENJE NA MREŽI ReNPVO

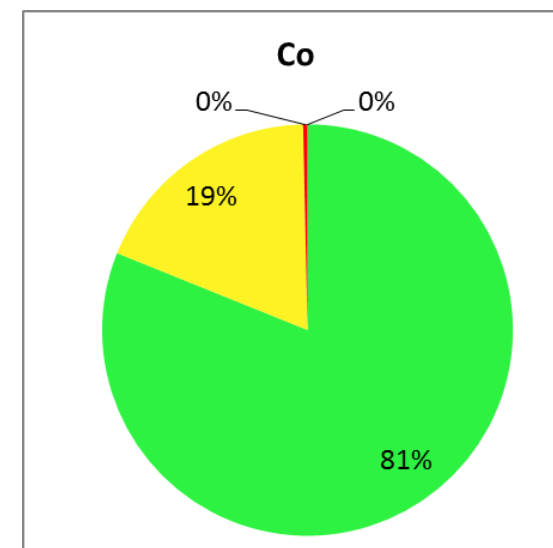
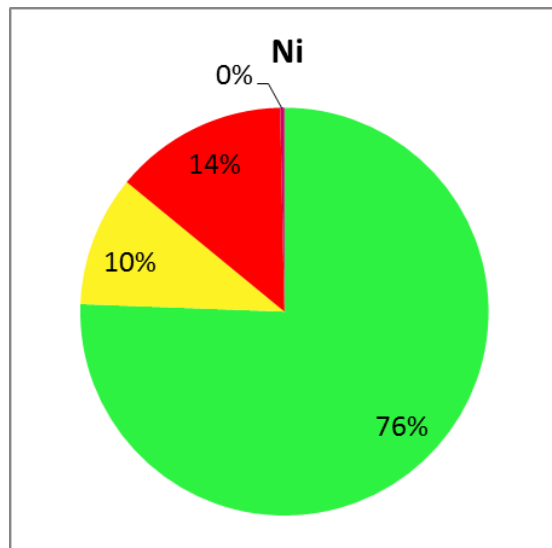
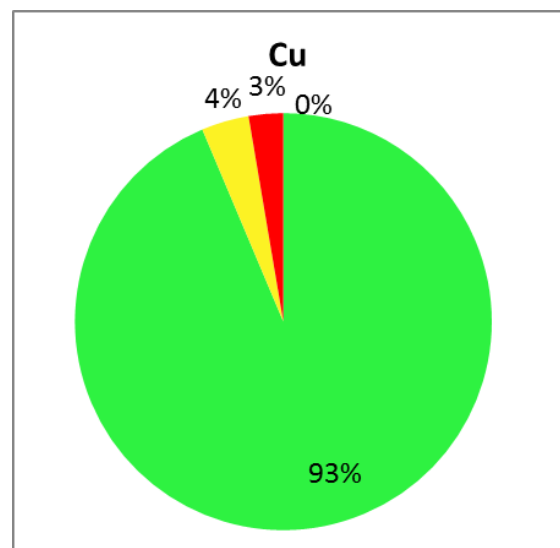
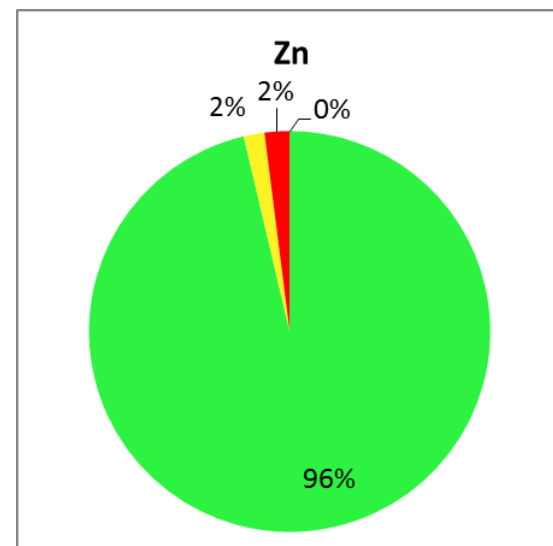
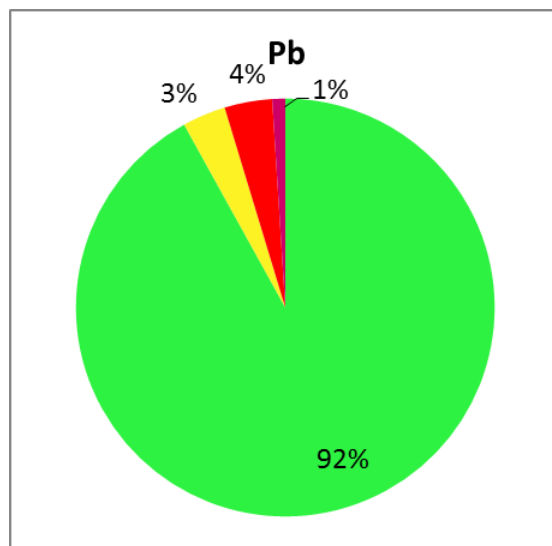
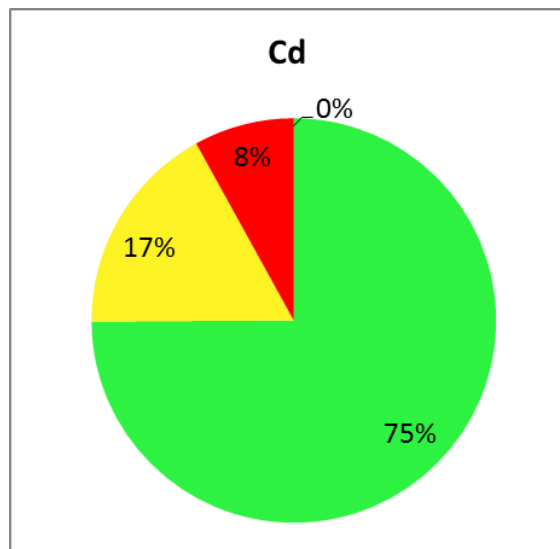


# Rezultati ROTS - NPVO (n=500)

Snov	n	Pod mejo določljivosti	Pod mejno vrednostjo	Med mejno in opozorilno vrednostjo	Med opozorilno in kritično vrednostjo	Nad kritično vrednostjo
PCB	397	385 (97 %)	11 (3 %)	1 (< 1 %)		
Drini	568	568 (100 %)				
HCH	568	544 (96 %)	24 (4 %)			
Atrazin	567	509 (90 %)	33 (6 %)	25 (4 %)		
DDT/DDD/DDE	568	429 (75 %)	113 (20 %)	26 (5 %)		
Simazin	567	551 (97 %)	3 (1 %)	13 (2 %)		
PAHi	415	124 (30 %)	284 (68 %)	7 (2 %)		

# Rezultati ROTS - ReNPVO (n=299)

- pod mejno vrednostjo
- med mejno in opozorilno vrednostjo
- med opozorilno in kritično vrednostjo
- nad kritično vrednostjo



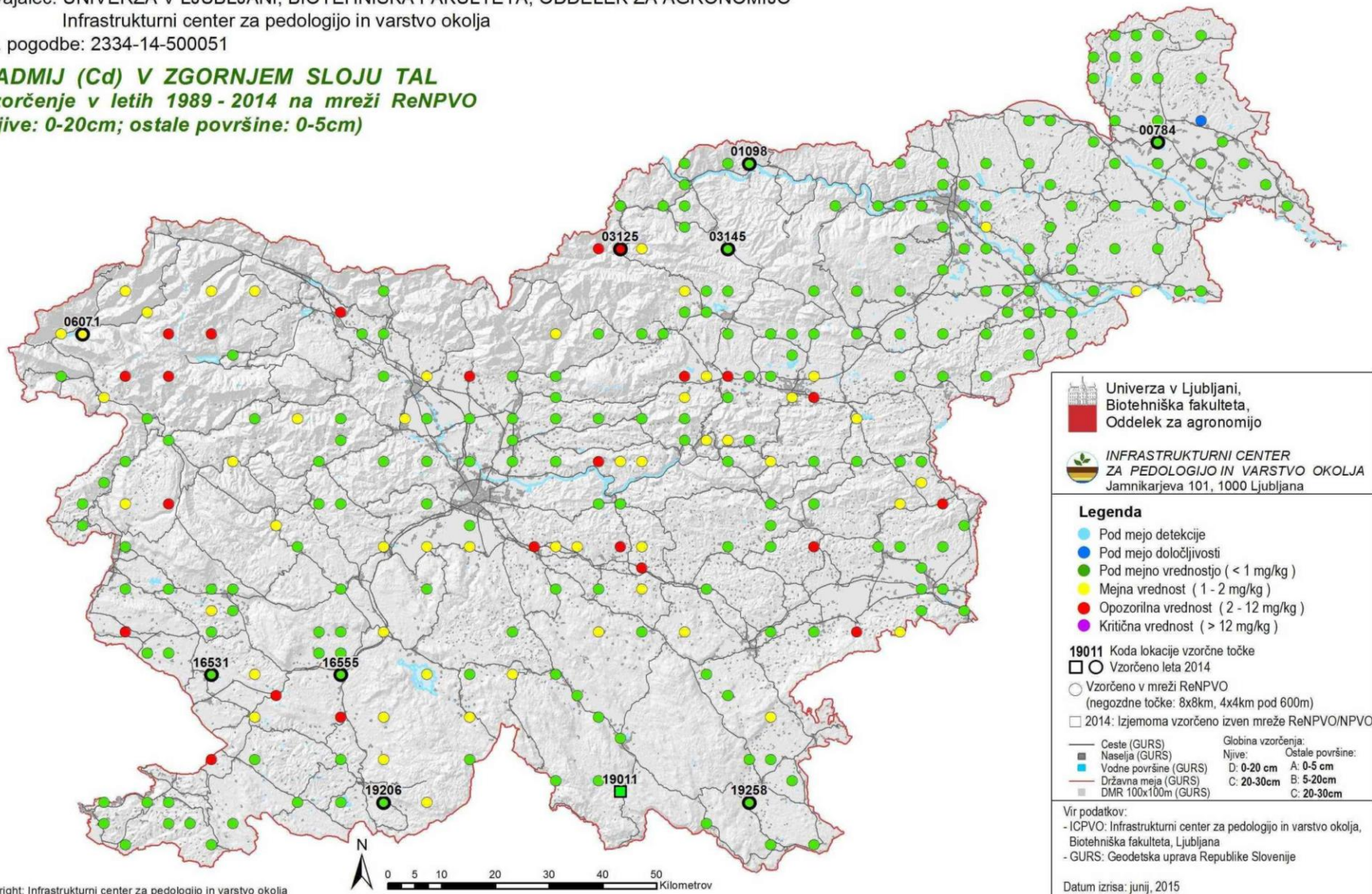
Naročnik: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

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

Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2334-14-500051

**KADMIJ (Cd) V ZGORNJEM SLOJU TAL**  
**Vzorčenje v letih 1989 - 2014 na mreži ReNPVO**  
**(njive: 0-20cm; ostale površine: 0-5cm)**



## Projekt: MONITORING TAL V LETU 2014

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

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

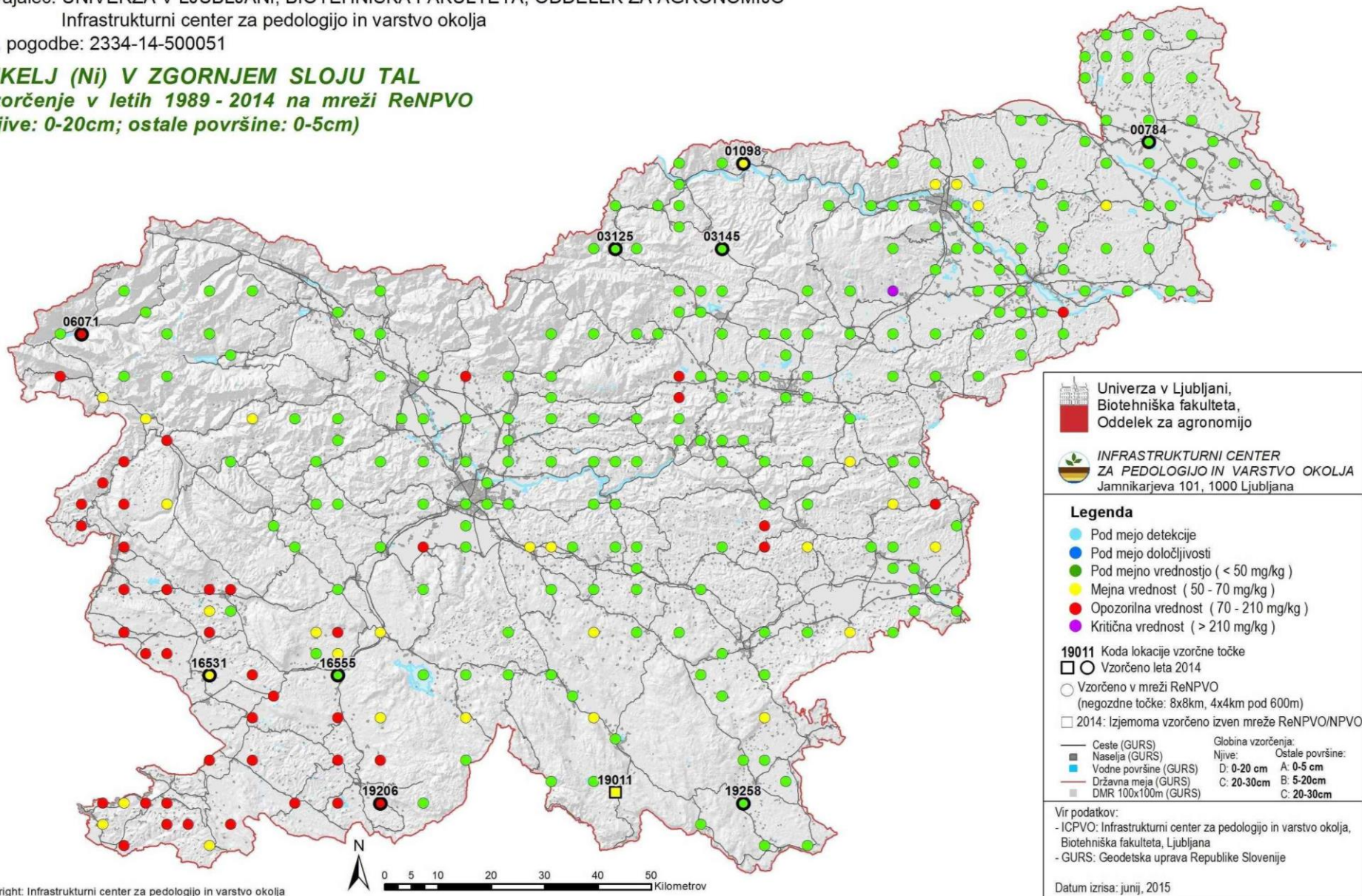
Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja

Št. pogodbe: 2334-14-500051

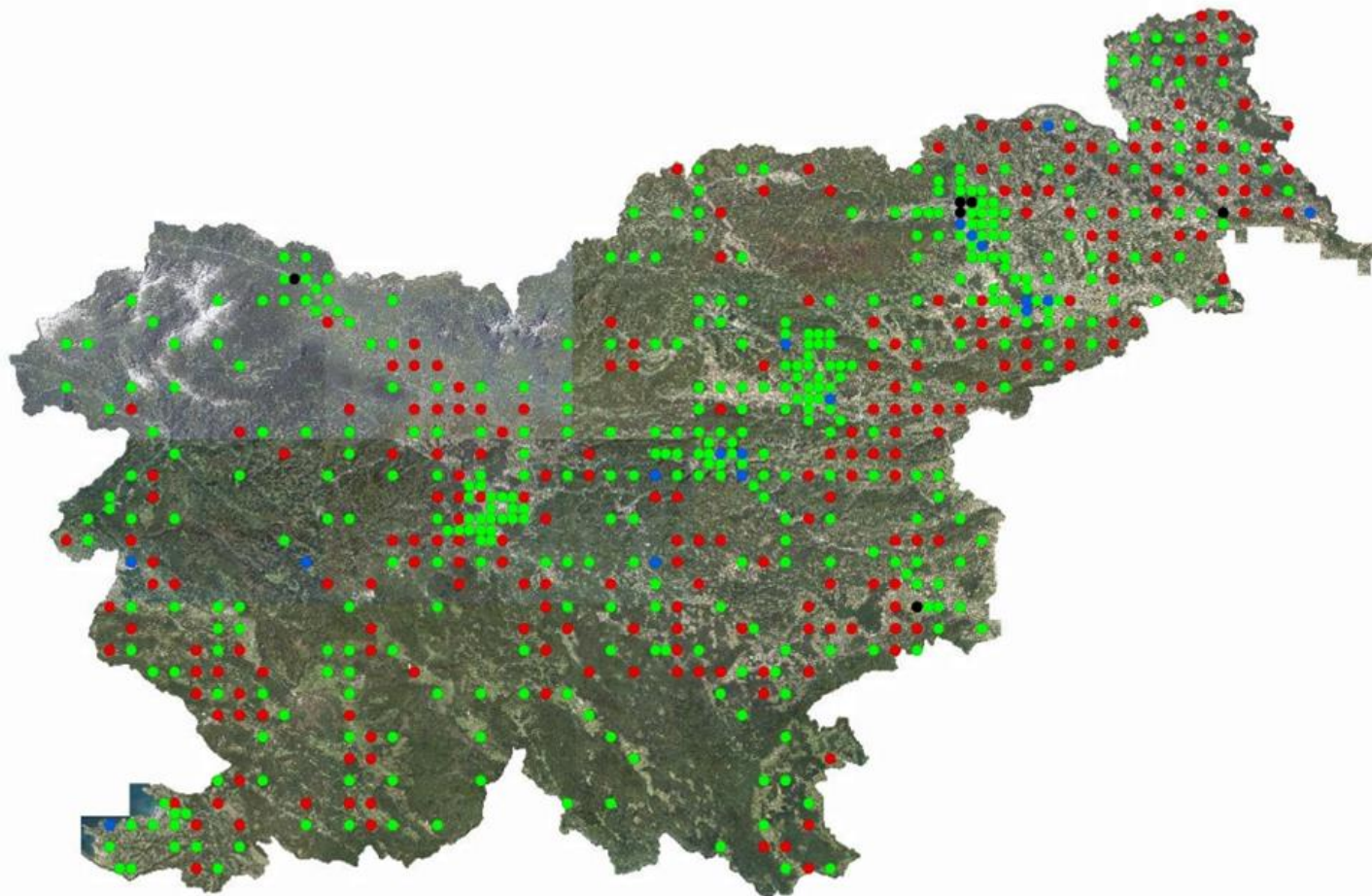
## NIKELJ (Ni) V ZGORNJEM SLOJU TAL

Vzorčenje v letih 1989 - 2014 na mreži ReNPVO

(njive: 0-20cm; ostale površine: 0-5cm)



Podatki so javno dostopni  
portal ARSO/Atlas okolja



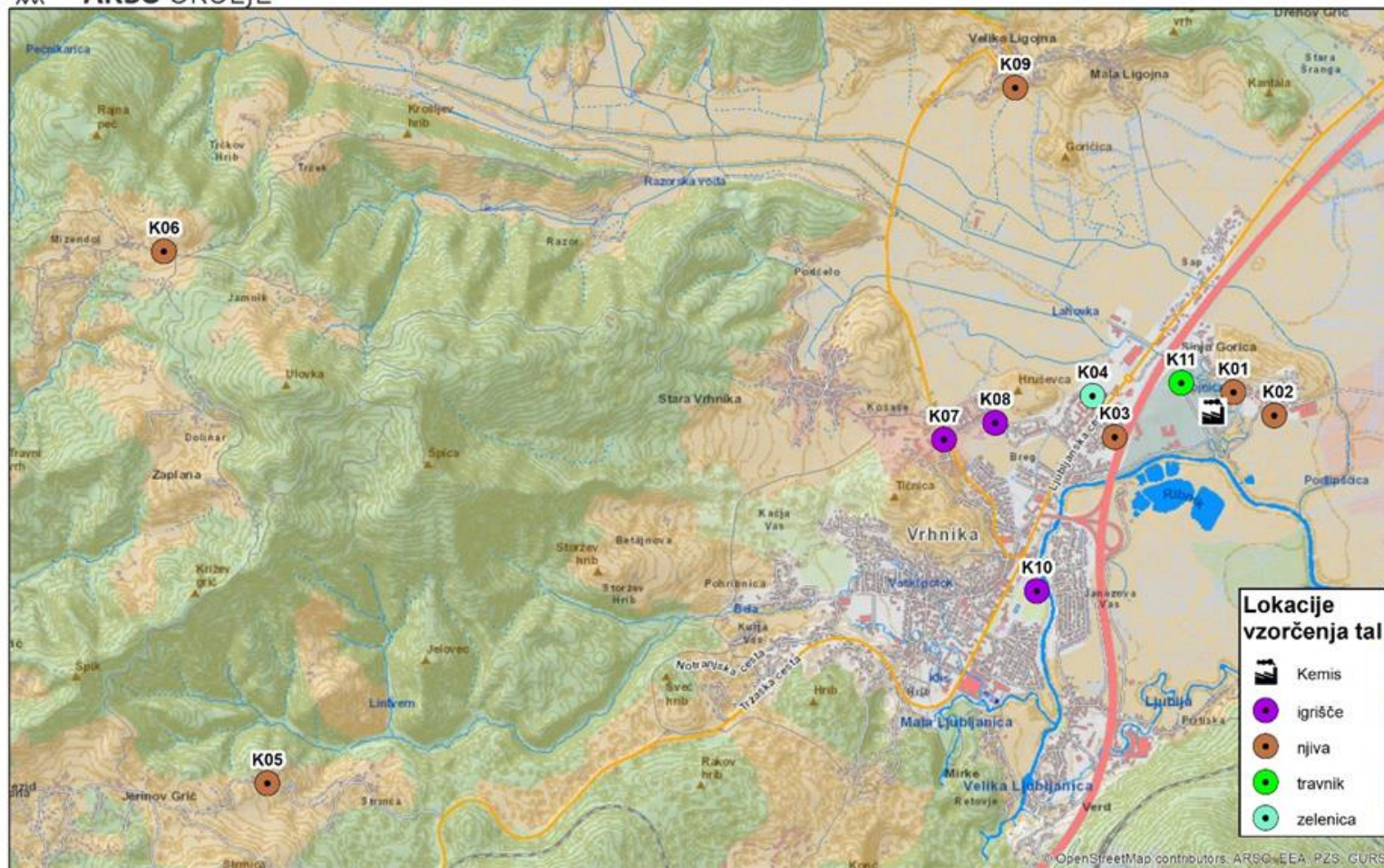
[http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)





# Požar v tovarni Kemis

ARSO OKOLJE



0 375 750 1.500 2.250 3.000 metrov

Vir: ARSO, MOP, GURS  
Datum: 19.5.2017

Kartografija: Primož Kogovšek

**Onesnaževalo (mg/kg suhih tal)**

OZNAKA VZORCA (globina v cm)	Raba tal	Onesnaževalo (mg/kg suhih tal)										
		Mineralna olja	Živo srebro	Cink	Kadmij	Krom	Baker	Nikelj	Svinec	PCB (vsota)	PAH (vsota)	DDT/DDD/DDE (vsota)
K01-Z (0-5)	njiva	<20	0,16	120	4,2	72	27	39	41	<0.01	0,209	0,015
K01-S (5-20)		<20	0,17	120	4,3	78	27	41	40	<0.01	<0.1	5,6
K02-Z (0-5)	vrt	30	0,25	170	3,7	88	40	51	41	<0.01	0,053	<0.01
K02-S (5-20)		32	0,24	160	3,2	75	37	45	39	0,055	0,113	<0.01
K03-Z (0-5)	njiva	38	0,18	150	1,3	160	35	33	64	<0.01	0,32	0,014
K03-S (5-20)		38	0,18	160	1,4	200	36	36	67	<0.01	0,32	<0.01
K04-Z (0-5)	urbana zelenica	<20	0,11	110	0,18	43	22	25	37	<0.01	<0.1	<0.01
K04-S (5-10)		<20	0,098	110	0,15	43	21	25	36	<0.01	<0.1	<0.01
K05-Z (0-5)	njiva	<20	0,16	120	1,6	61	23	36	28	<0.01	<0.1	<0.01
K05-S (5-20)		<20	0,18	120	1,5	64	24	37	29	<0.01	<0.1	<0.01
K06-Z (0-5)	njiva	24	0,096	93	0,37	12	12	7,9	43	<0.01	<0.1	<0.01
K06-S (5-20)		<20	0,11	100	0,36	12	13	6,8	39	<0.01	<0.1	<0.01
K07-Z (0-5)	igrišče - mivka	<0.010	<10	<0.1	<5	<5	<5	<5	<0.01	<0.1	<0.01	
K08-Z (0-5)	igrišče	<20	0,18	110	0,6	49	20	29	27	<0.01	0,013	<0.01
K08-S (5-10)		<20	0,17	89	0,43	57	24	32	31	<0.01	0,059	<0.01
K09-Z (0-5)	njiva	21	0,16	140	0,75	48	37	44	46	<0.01	<0.1	<0.01
K09-S (5-20)		<20	0,18	160	0,74	45	34	42	42	<0.01	<0.1	<0.01
K10-Z (0-5)	igrišče	<20	0,18	100	0,89	40	24	34	54	<0.01	0,057	<0.01
K10-S (5-10)		<20	0,19	78	0,63	31	20	27	43	<0.01	0,023	0,011
K11-Z (0-5)	travnik	<20	0,17	110	0,74	100	23	53	48	<0.01	<0.1	<0.01
K11-S (5-10)		<20	0,18	120	0,77	100	24	52	48	<0.01	<0.1	<0.01
<b>Mejna vrednost*</b>		50	0,8	200	1	100	60	50	85	0,2	1	0,1
<b>Opozorilna vrednost*</b>		2500	2	300	2	150	100	70	100	0,6	20	2
<b>Kritična vrednost*</b>		5000	10	720	12	380	300	210	530	1	40	4

\* Mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti snovi v tleh (mg/kg suhih tal) glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96).



Univerza v Ljubljani

*Biotehniška* fakulteta, *sedemdesetletnica*

*Oddelek za agronomijo*



CENTER ZA PEDOLOGIJO  
IN VARSTVO OKOLJA

Hvala za pozornost