

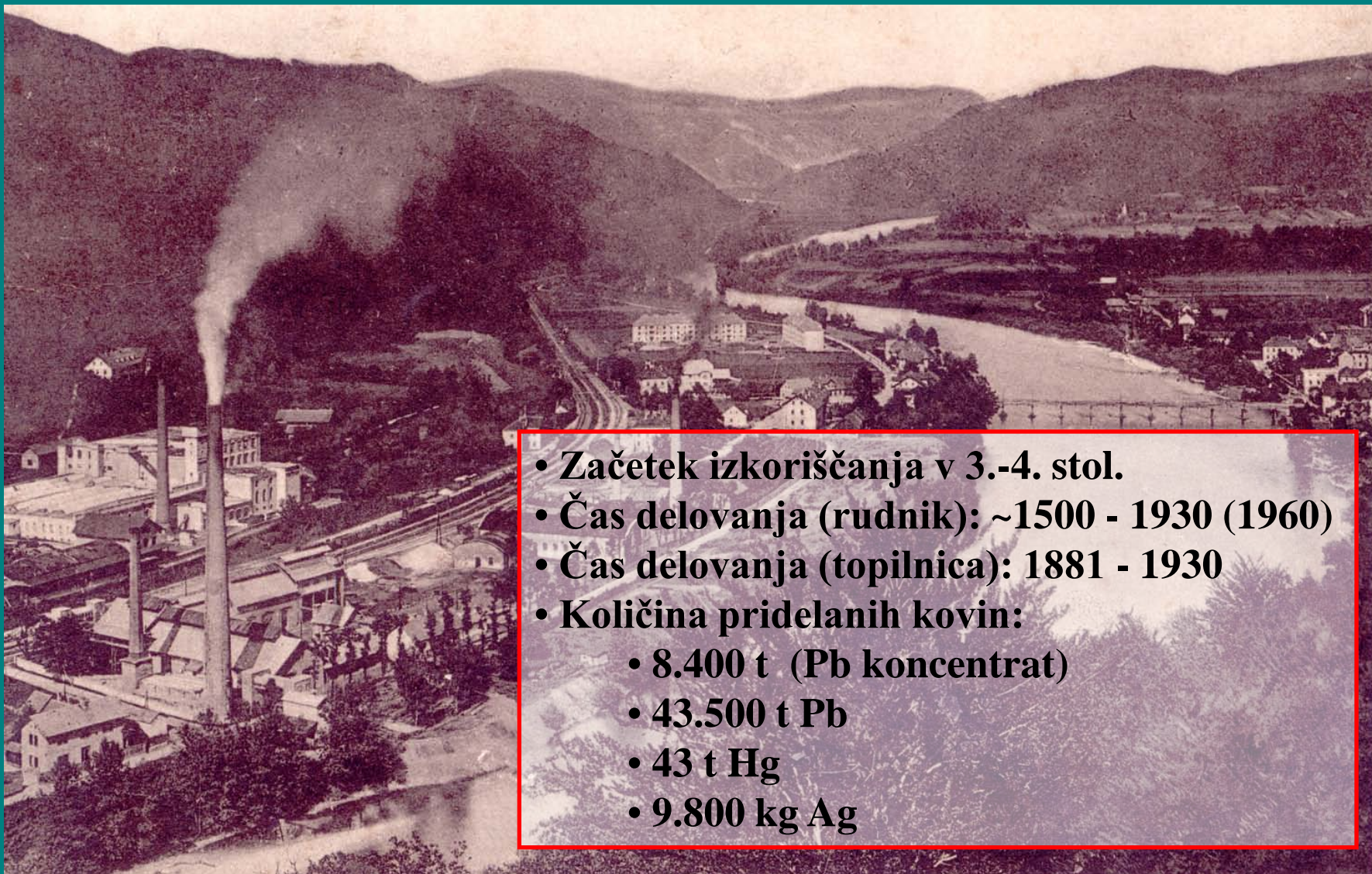
Porazdelitev težkih kovin v tleh na območju občin Litija in Šmartno pri Litiji

Robert Šajn & Mateja Gosar



Raziskovalna skupina za geokemijo in geologijo okolja
Geološki zavod Slovenije

Vplivi Pb-Hg-Ag-Sb rudnika in Pb topilnice v Litiji



- Začetek izkoriščanja v 3.-4. stol.
- Čas delovanja (rudnik): ~1500 - 1930 (1960)
- Čas delovanja (topilnica): 1881 - 1930
- Količina pridelanih kovin:
 - 8.400 t (Pb koncentrat)
 - 43.500 t Pb
 - 43 t Hg
 - 9.800 kg Ag

Lega raziskanega ozemlja



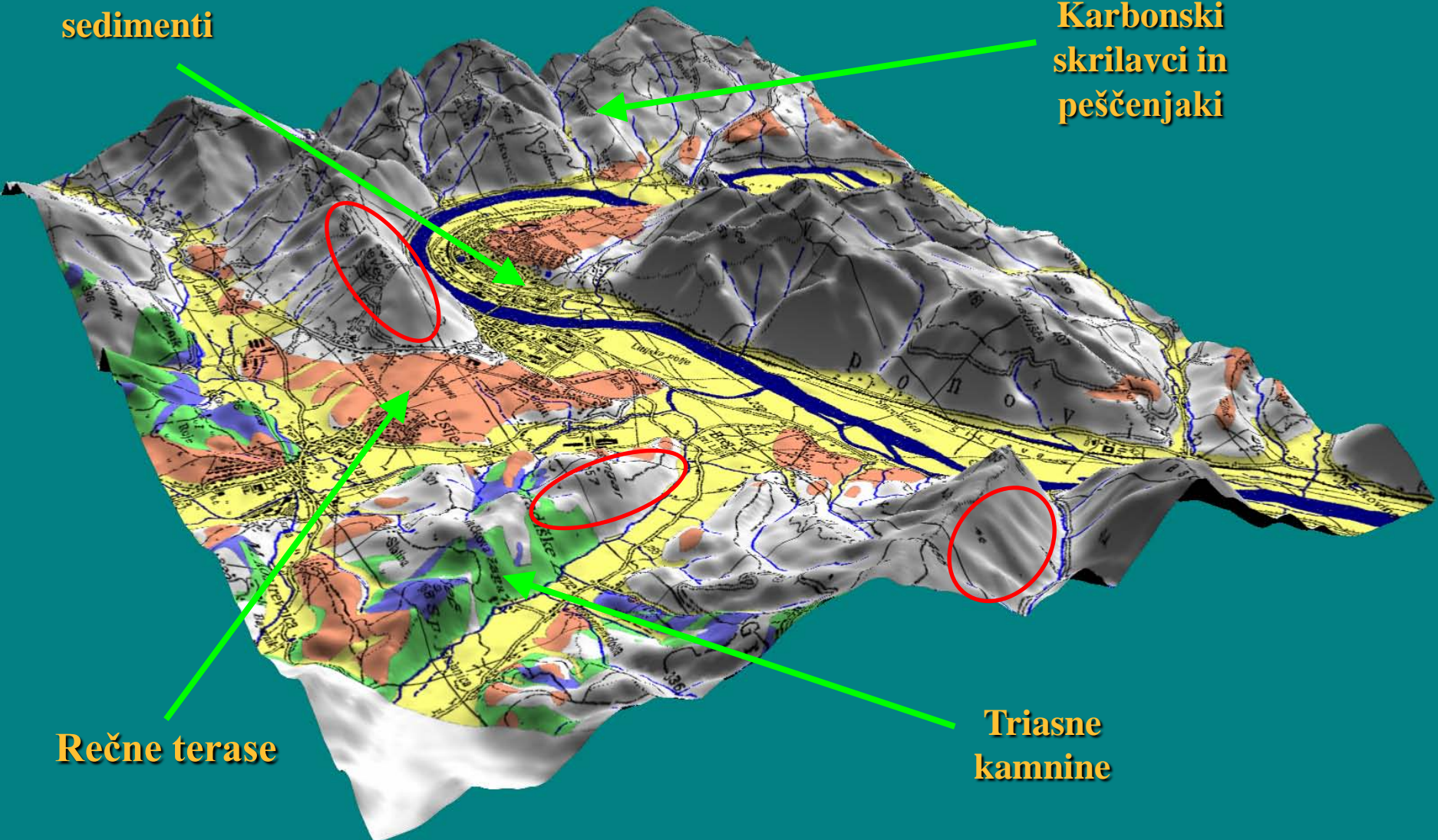
Geološki opis raziskanega ozemlja

Aluvialni sedimenti

Karbonski skrilavci in peščenjaki

Rečne terase

Triasne kamnine



Lega rudniških rogov

Sitarjevec
56 rudniških vhodov

Maljek
20 rudniških vhodov

Zagorica
21 rudniških vhodov













Lega odlagališč jalovine in metalurških žlinder

Litija

odlagališče metalurških
ostankov

Maljek

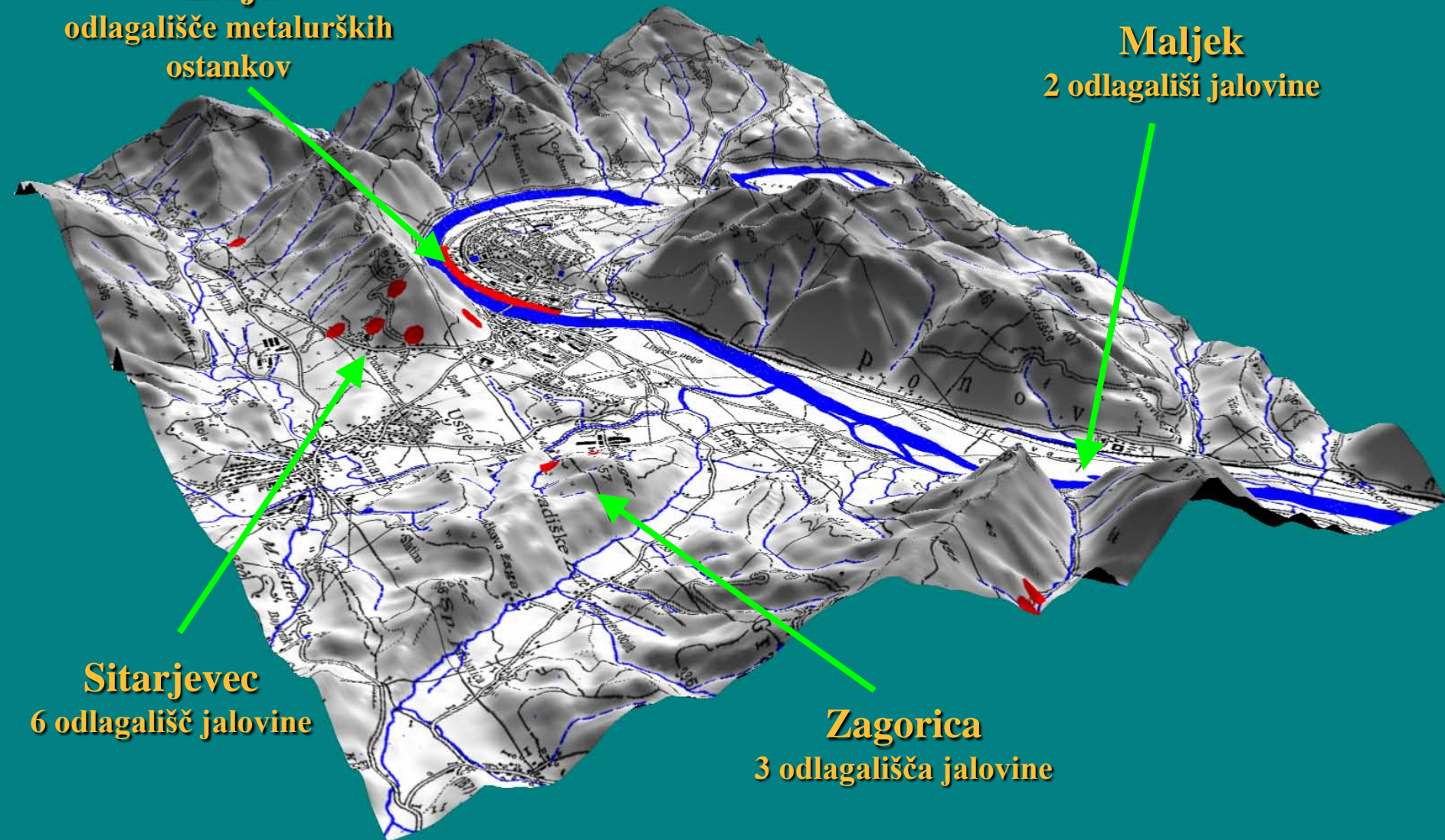
2 odlagališi jalovine

Sitarjevec

6 odlagališč jalovine

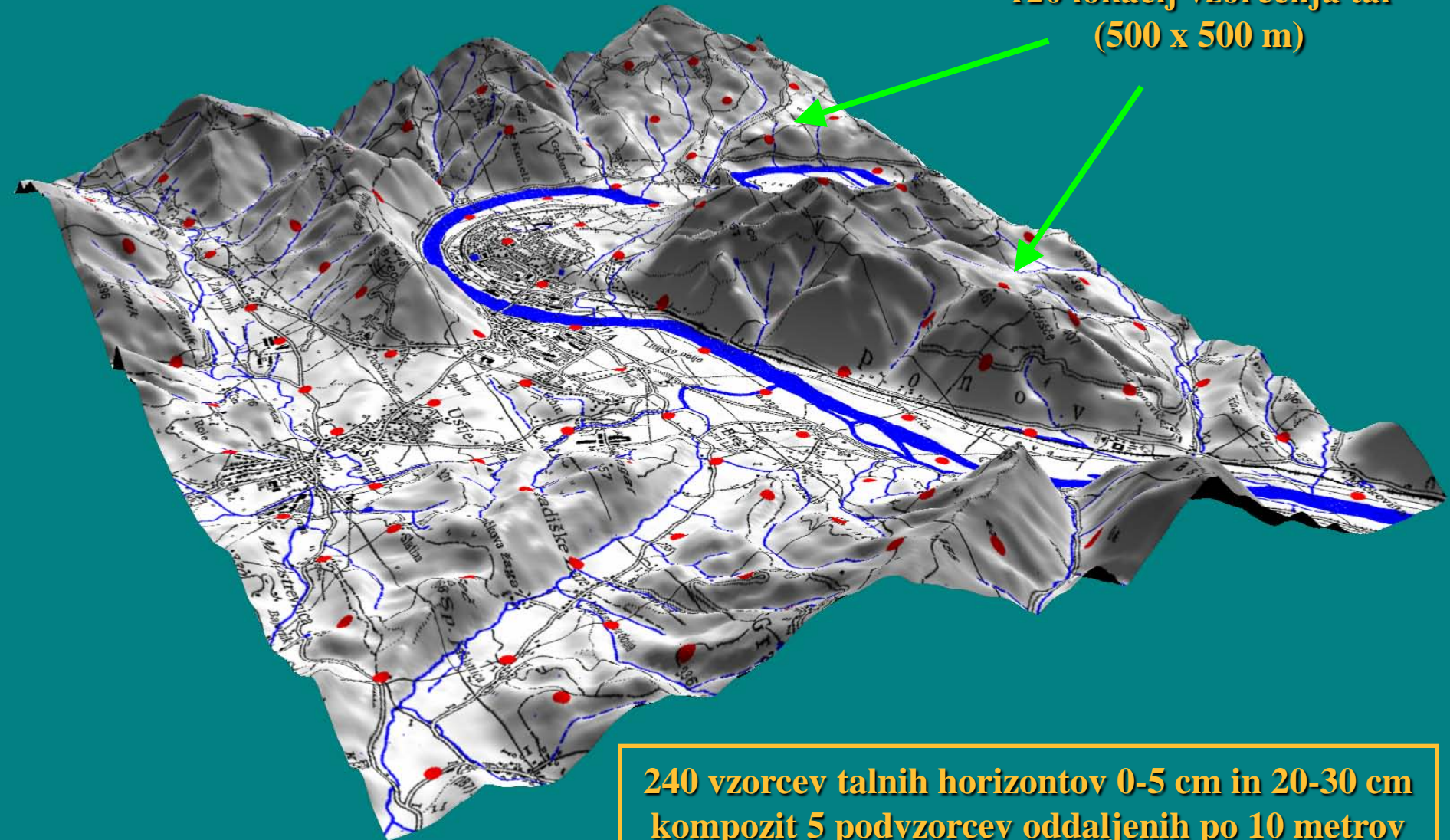
Zagorica

3 odlagališča jalovine



Shema vzorčenja tal

120 lokacij vzorčenja tal
(500 x 500 m)



240 vzorcev talnih horizontov 0-5 cm in 20-30 cm
kompozit 5 podvzorcev oddaljenih po 10 metrov

Priprava vzorcev

Vzorci so bili zračno posušeni, pretrti, sejani na zrnnavost 2 mm ter zmleti na analizno zrnnavost

Analitika

Vzorčni material je analiziran s plazemsko emisijsko spektrometrijo (ICP) po štirikislinskem razklopu (HClO_4 , HNO_3 , HCl in HF) na 41 prvin (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S, Ti, Ag, As, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Hf, La, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Y, Zn in Zr)

Vsebnosti Hg so določene z atomsko absorpcijsko spektrometrijo (AAS) po postopku hladnega izparevanja

Osnovne statistike

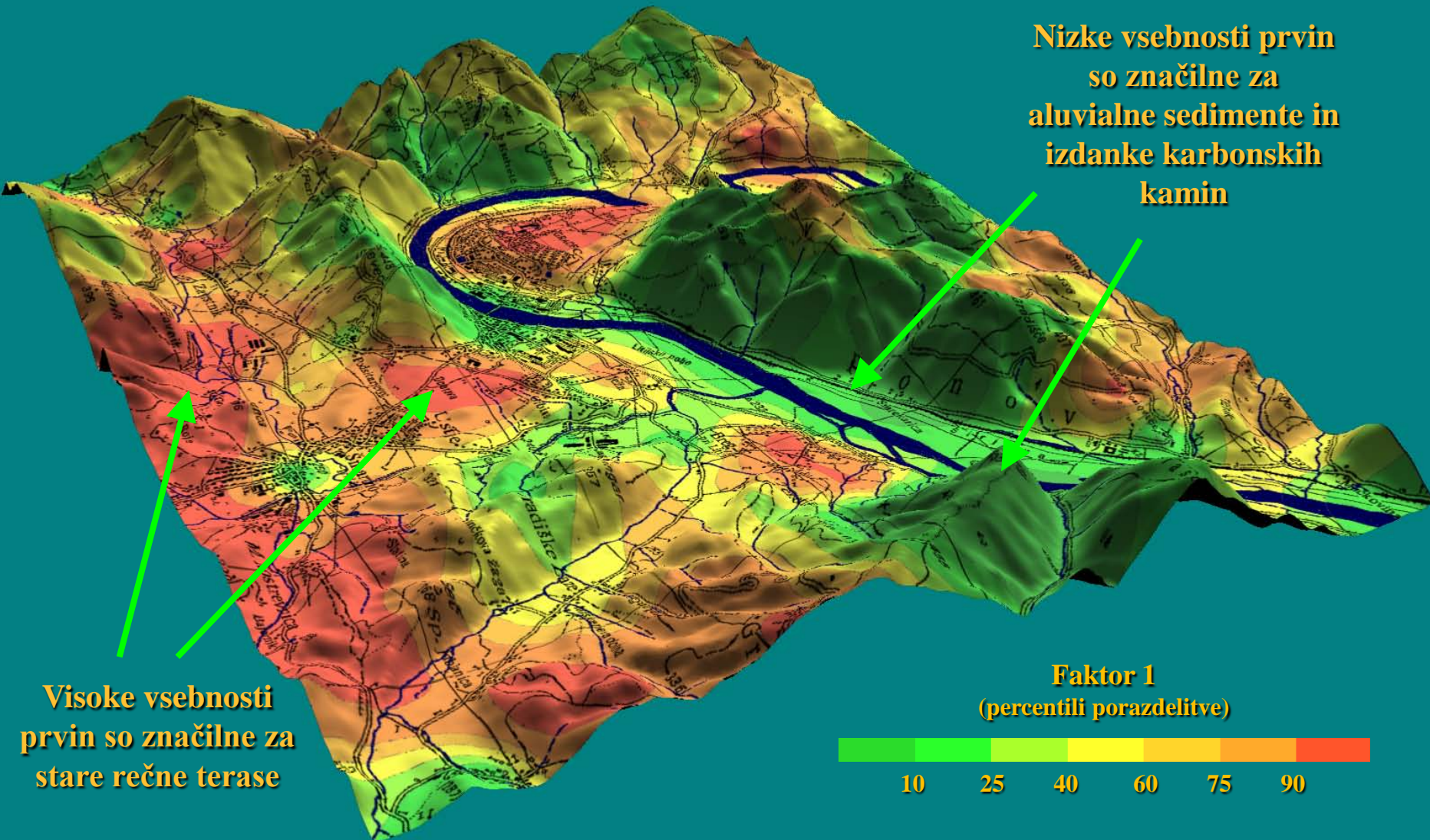
Prvina	Slovenija	Litija (tla 0-5 cm)		Litija (tla 20-30 cm)	
	Md	Md	(Min - Max)	Md	(Min - Max)
Al	6.9	5.1	(1.4 - 9.9)	6.0	(3.1 - 9.9)
Ca	0.72	0.36	(0.050 - 15)	0.21	(0.020 - 15)
Fe	3.5	2.2	(0.59 - 5.2)	2.7	(0.88 - 6.4)
K	1.6	1.4	(0.31 - 2.7)	1.6	(0.82 - 2.6)
Mg	0.74	0.44	(0.080 - 6.7)	0.5	(0.16 - 4.3)
P	0.11	0.073	(0.029 - 0.32)	0.041	(0.014 - 0.12)
Ti	0.33	0.29	(0.10 - 0.56)	0.34	(0.13 - 0.60)
As	14	14	(5.0 - 78)	14	(7.0 - 41)
Ba	360	380	(90 - 1600)	430	(140 - 1400)
Cd	0.45	0.41	(0.10 - 2.5)	0.24	(0.050 - 1.7)
Ce	61	54	(15 - 100)	68	(30 - 100)
Co	16	7.7	(1.0 - 25)	9.0	(1.0 - 30)
Cr	91	54	(16 - 160)	61	(22 - 230)
Cu	31	18	(7.7 - 210)	16	(4.8 - 41)
Hf	1.4	1.0	(0.30 - 2.9)	1.2	(0.60 - 2.3)
Hg	0.065	0.35	(0.065 - 21)	0.22	(0.080 - 6.0)
La	32	27	(7.5 - 48)	31	(14 - 44)
Li	50	37	(4.7 - 100)	47	(24 - 140)
Mn	1100	550	(47 - 1800)	540	(55 - 1700)
Mo	0.80	0.83	(0.30 - 4.1)	0.62	(0.20 - 1.5)
Nb	8.3	7.0	(1.9 - 22)	8.1	(3.4 - 14)
Ni	50	18	(4.6 - 41)	20	(4.5 - 47)
Pb	42	120	(24 - 5300)	74	(28 - 610)
Rb	110	87	(18 - 180)	105	(47 - 140)
Sb	1.1	1.6	(0.80 - 19)	1.3	(0.70 - 12)
Sc	12	6.9	(2.0 - 14)	8.8	(5.0 - 17)
Sn	3.1	3.5	(1.9 - 19)	3.3	(1.8 - 55)
Sr	77	53	(18 - 270)	59	(21 - 130)
Ta	0.60	0.53	(0.20 - 1.0)	0.64	(0.30 - 1.0)
Th	11	9.1	(2.4 - 17)	11	(5.5 - 16)
U	2.2	2.1	(0.70 - 6.0)	2.4	(1.3 - 4.4)
V	100	62	(23 - 140)	77	(32 - 160)
W	1.4	1.4	(0.50 - 3.7)	1.5	(0.70 - 2.4)
Y	17	7.7	(2.3 - 36)	8.6	(2.9 - 19)
Zn	130	93	(31 - 1200)	95	(30 - 490)
Zr	39	26	(8.9 - 110)	31	(14 - 150)

Faktorska analiza

	F-1	F-2	F-3	F-4	Comm
Ti	0.92				91
Ta	0.92				89
Nb	0.91				89
Zr	0.87				83
Hf	0.86				74
W	0.83				75
Ce	0.81				84
V	0.77				89
La	0.75				76
Th	0.74				92
Cr	0.70				82
U	0.70				76
Fe	0.60				82
Ca		0.89			88
Mg		0.85			79
Cu		0.84			84
Sr		0.80			73
Cd		0.77			68
Zn		0.76			78
Ni		0.71			78
P		0.70			59
Y		0.69			73
Mn		0.63			61
Co		0.53			73
K			0.90		89
Rb			0.87		88
Al			0.77		92
Sc			0.68		84
Li			0.66		60
Ba			0.64		56
Sb				0.90	83
Pb				0.83	72
Hg				0.72	60
Sn				0.68	57
As				0.67	60
Mo				0.56	58
Var	29.4	19.6	16.8	10.8	71

Porazdelitve kemičnih prvin na območju Litije

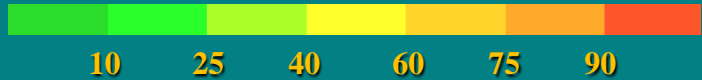
Porazdelitev faktorja 1 (Ti, Ta, Nb, Zr, Hf, W, Ce, V, La, Th, Cr, U, Fe)



Nizke vsebnosti prvin
so značilne za
aluvialne sedimente in
izdanke karbonskih
kamin

Visoke vsebnosti
prvin so značilne za
stare rečne terase

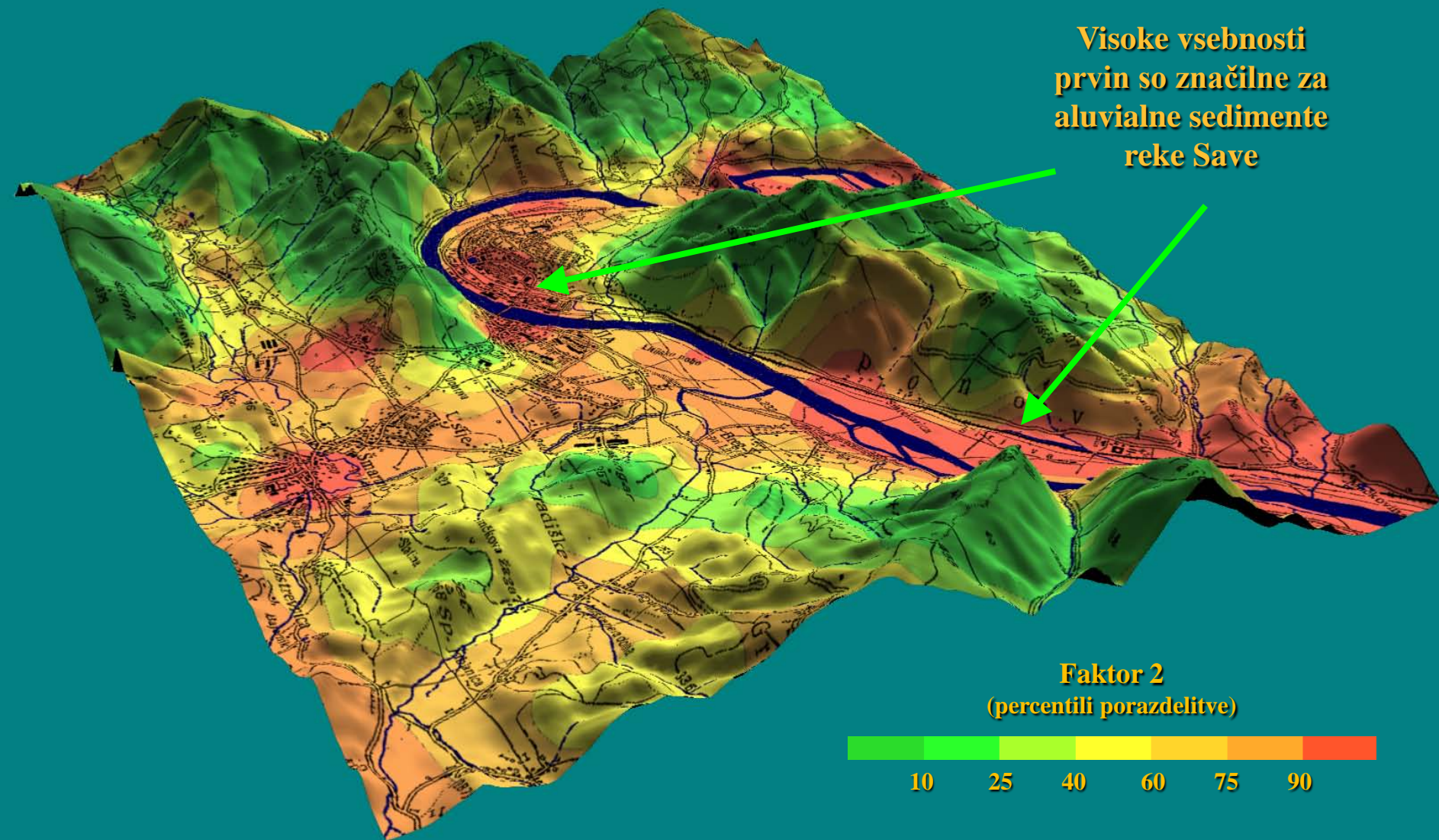
Faktor 1
(percentili porazdelitve)



Porazdelitev faktorja 2 (Ca, Mg, Cu, Sr, Cd, Zn, Ni, P, Y, Mn, Co)

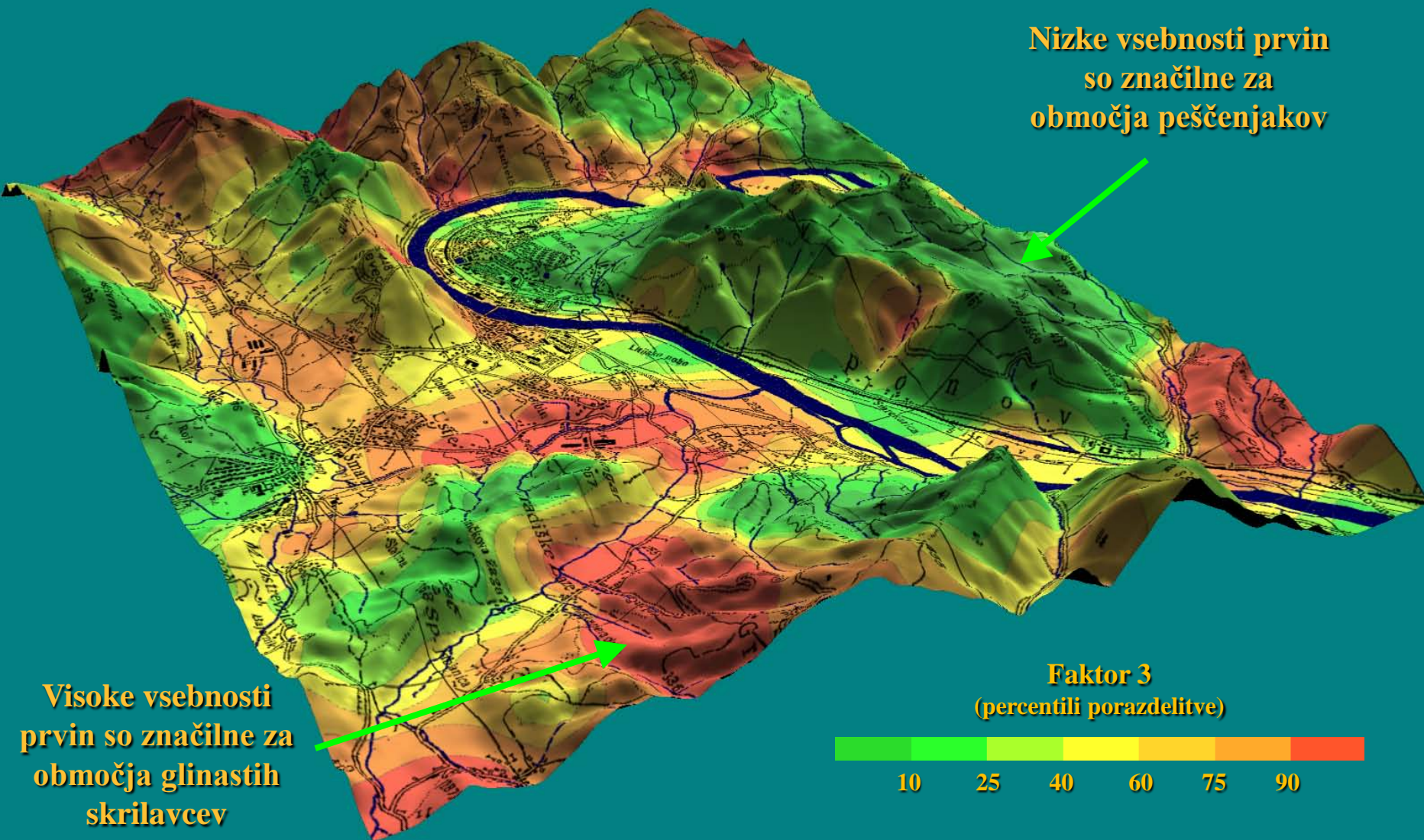
Visoke vsebnosti
prvin so značilne za
aluvialne sedimente
reke Save

Faktor 2
(percentili porazdelitve)



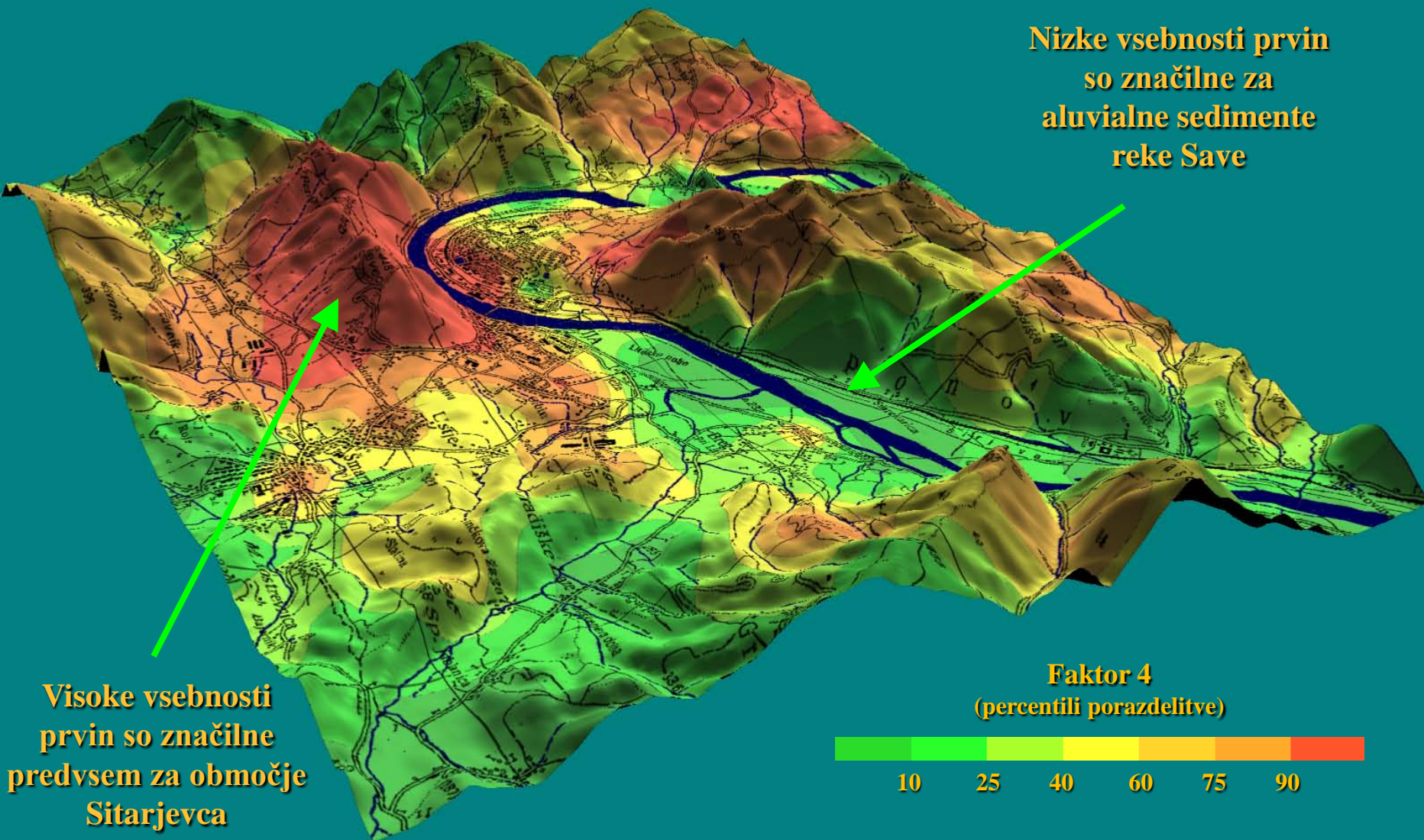
Porazdelitev faktorja 3 (K, Rb, Al, Sc, Li in Ba)

Nizke vsebnosti prvin
so značilne za
območja peščenjakov



Porazdelitev faktorja 4 (Sb, Pb, Hg, Sn, As, Mo)

Nizke vsebnosti prvin
so značilne za
aluvialne sedimente
reke Save



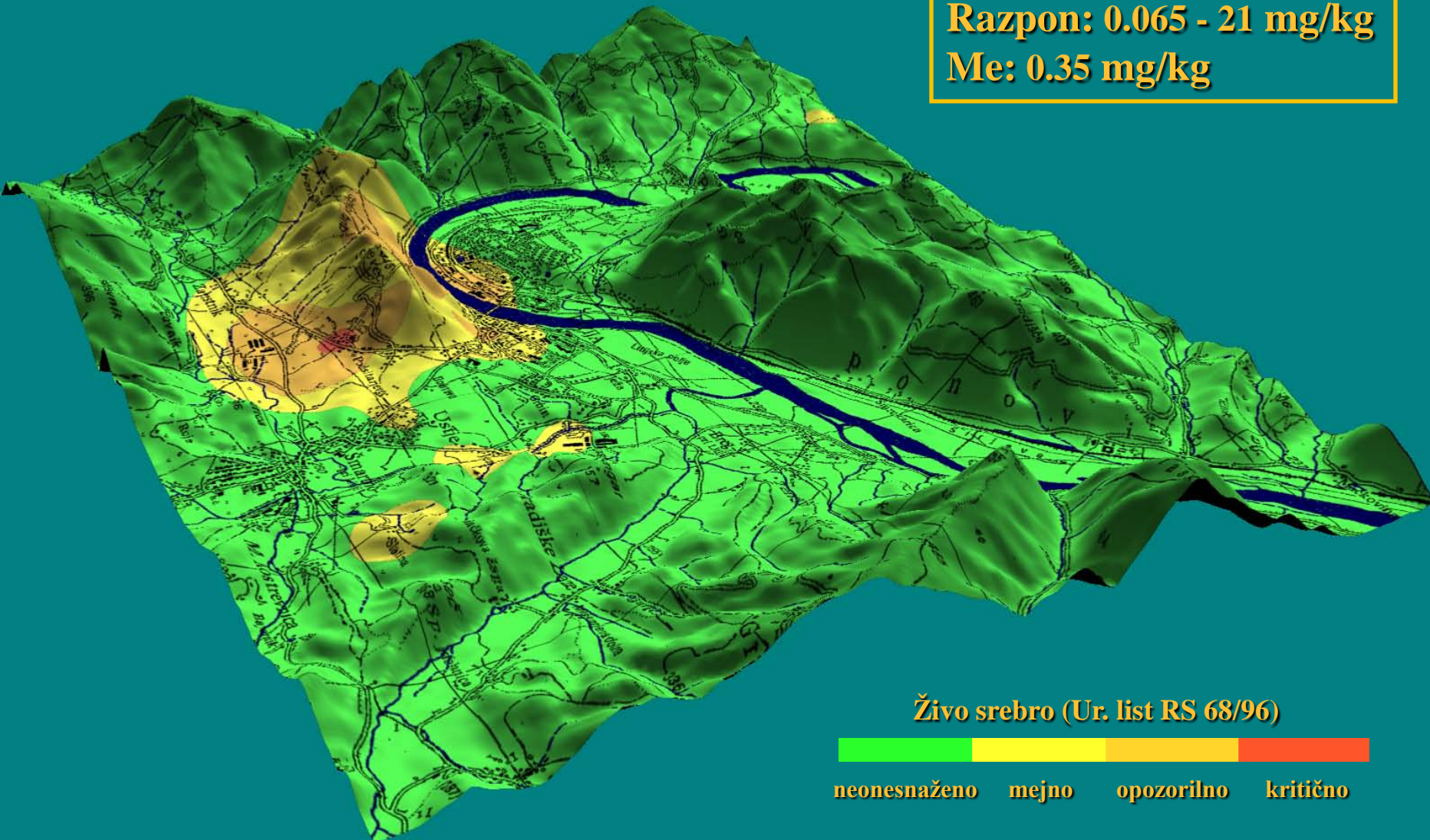
Onesnaženost tal litijskega območja s težkimi kovinami (Hg, As, Pb)

Mejne, opozorilne in kritične vrednosti težkih kovin v tleh (Ur. list RS 68/96)

kovina	mejna vrednost (mg/kg)	opozorilna vrednost (mg/kg)	kritična vrednost (mg/kg)
As	20	30	55
Cd	1.0	2.0	12
Co	20	50	240
Cr	100	150	380
Cu	60	100	300
Hg	0.8	2.0	10
Mo	10	40	200
Ni	50	70	210
Pb	85	100	530
Zn	200	300	720

Onesnaženost tal z živim srebrom (Hg)

Razpon: 0.065 - 21 mg/kg
Me: 0.35 mg/kg



Živo srebro (Ur. list RS 68/96)



Onesnaženost tal s arzenom (As)

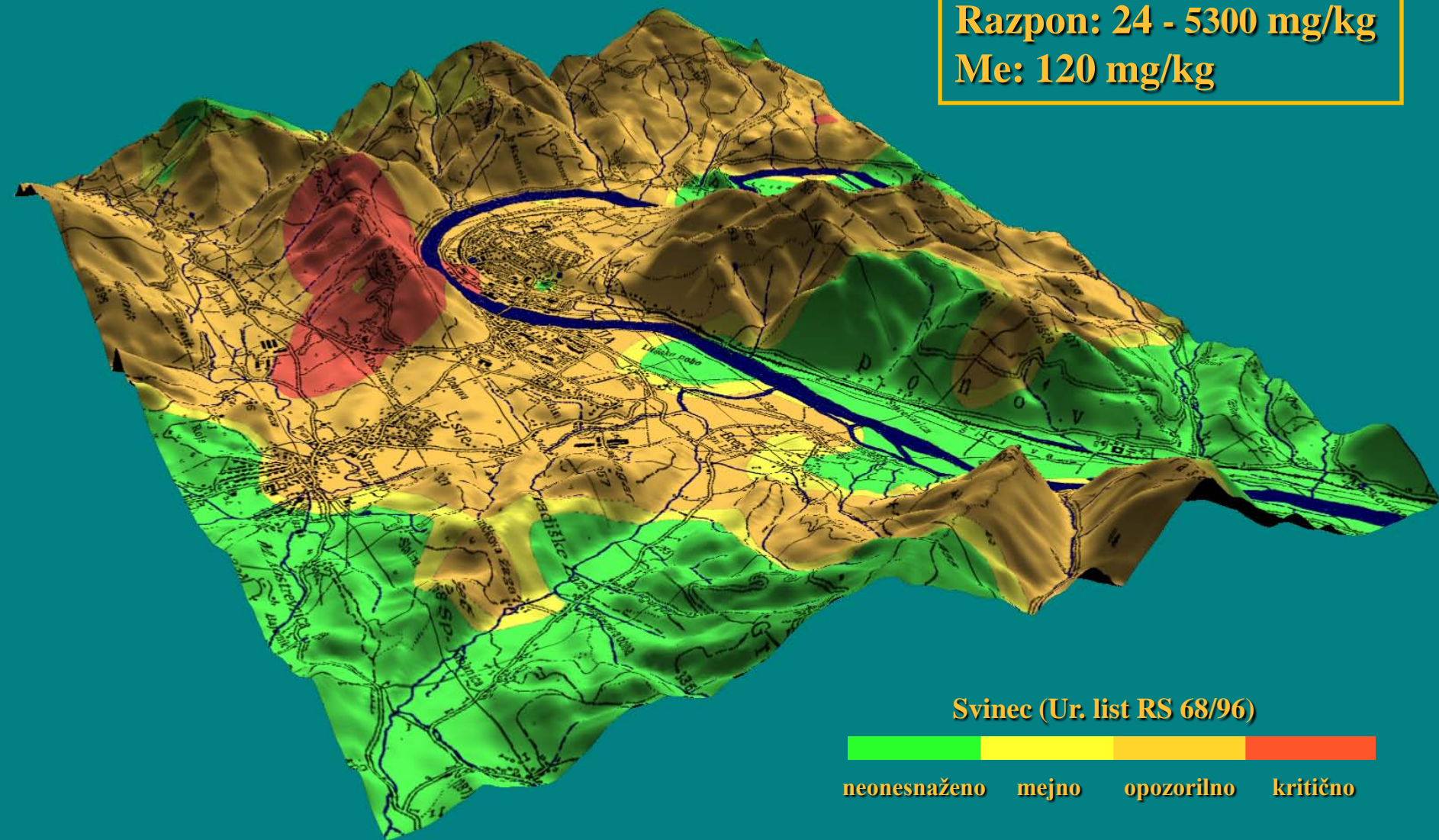
Razpon: 5.0 - 78 mg/kg
Me: 14 mg/kg

Arzen (Ur. list RS 68/96)

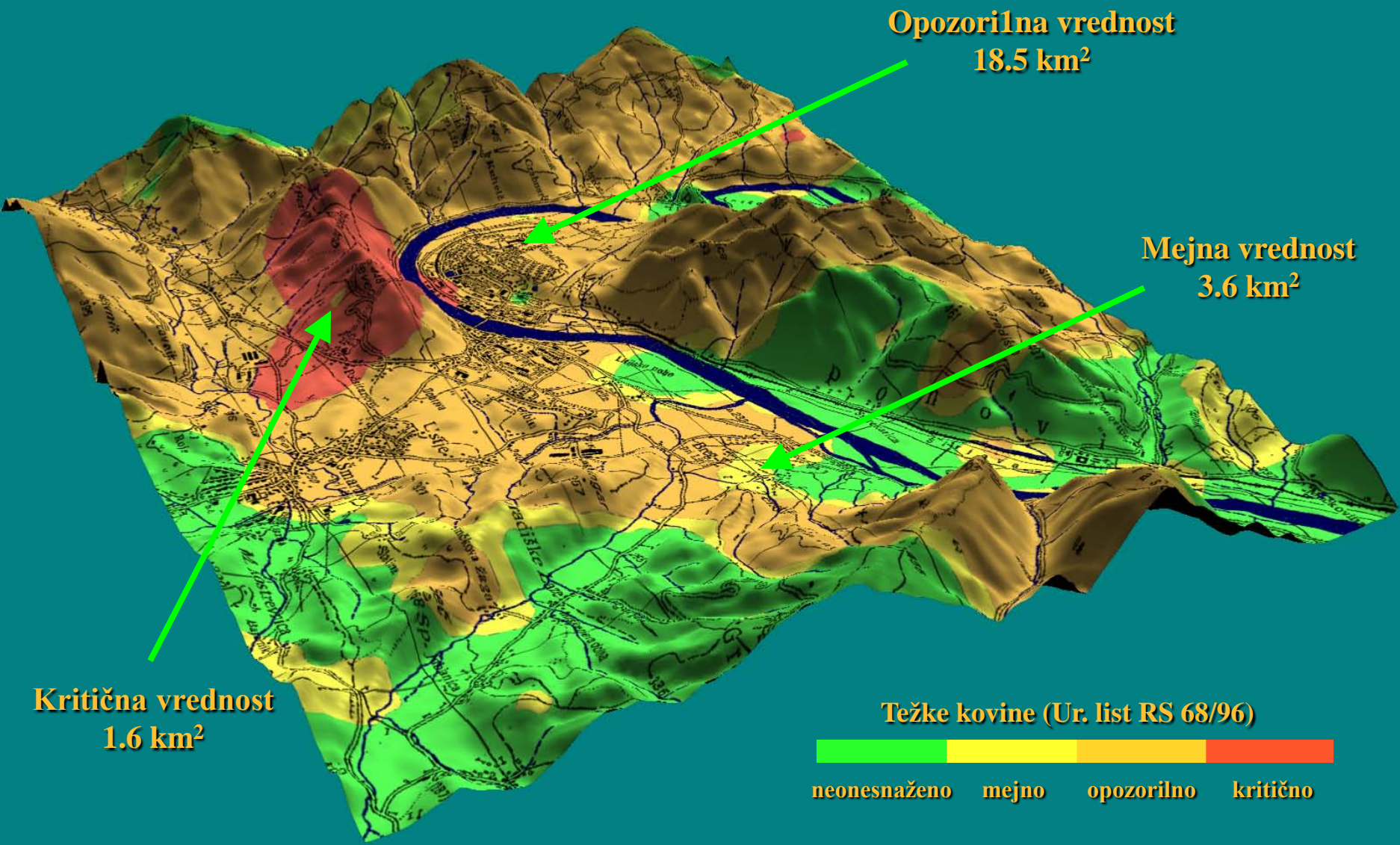


Onesnaženost tal s svincem (Pb)

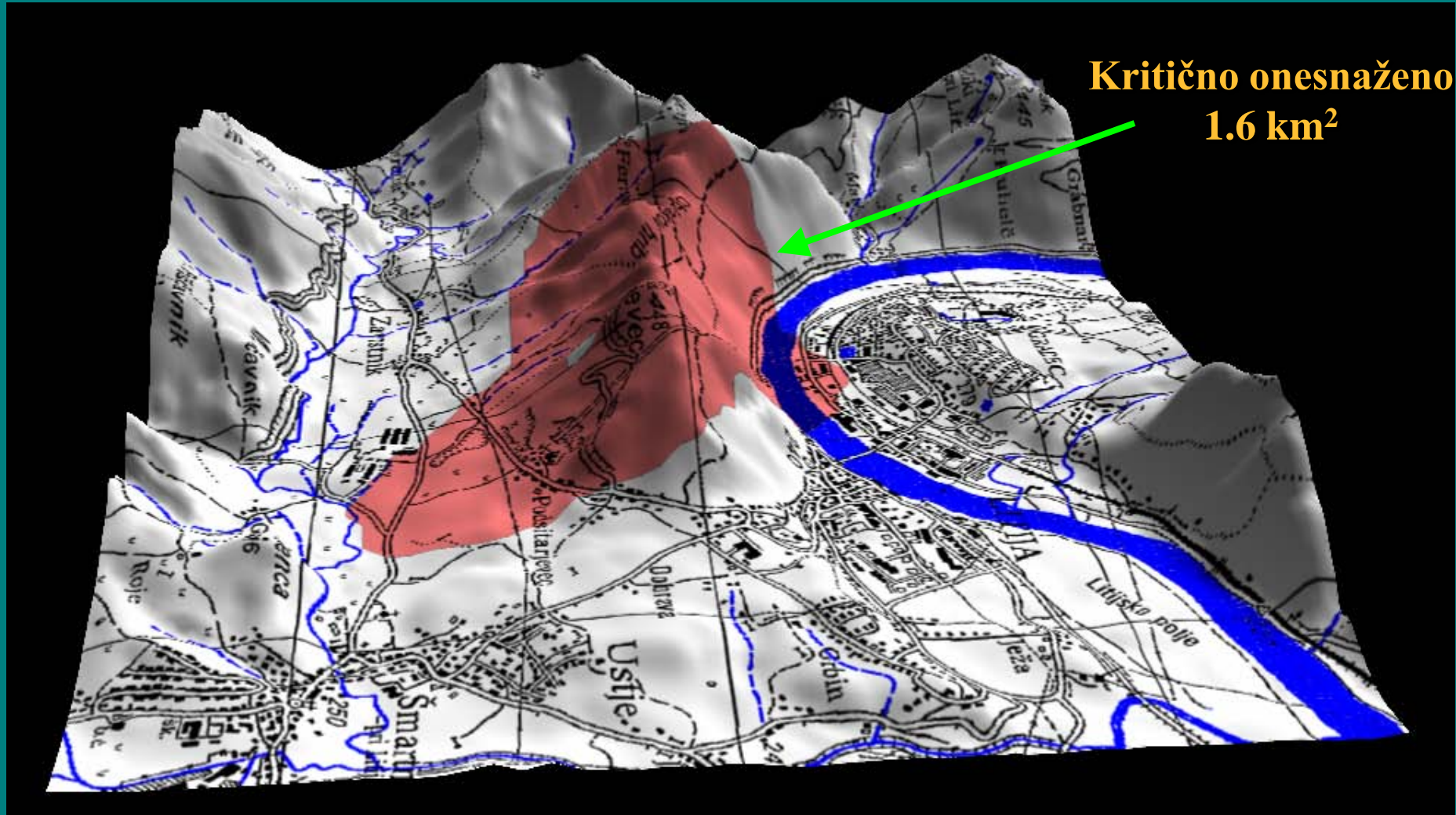
Razpon: 24 - 5300 mg/kg
Me: 120 mg/kg



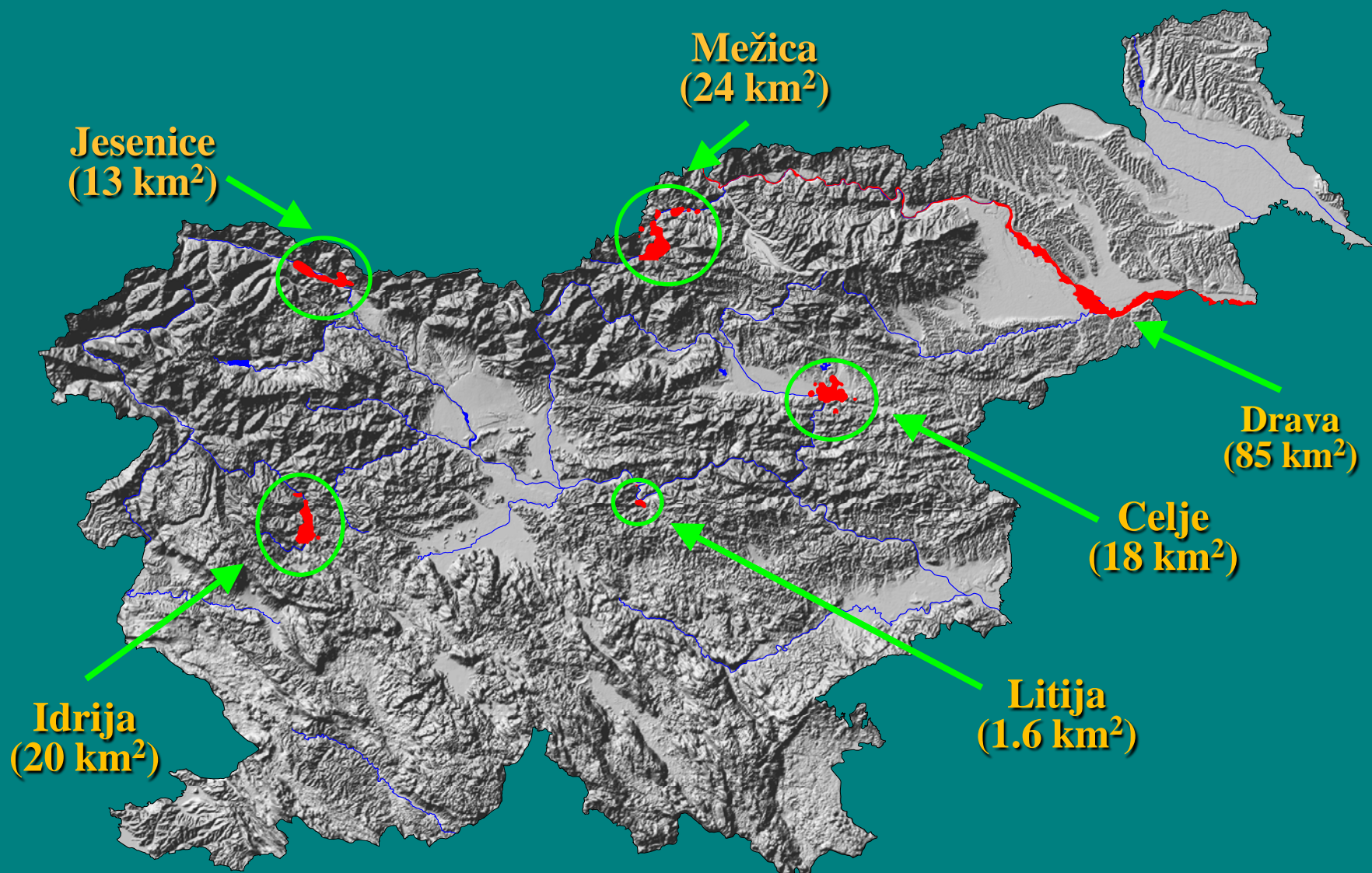
Celotna onesnaženost tal s težkimi kovinami



Kritično onesnažena tla na območju Litije



Kritično onesnažena tla na območju Slovenije





Hvala za pozornost