

**SLOVENSKÁ AGENTÚRA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA**

implementuje aktivitu

AKTIVITA 5.3.3.

# WORKSHOP EZ A GEOLOGICKÁ VEREJNOSŤ

**STARÝ SMOKOVEC, GRAND HOTEL BELLEVUE, 21. – 23. 11. 2018 A 26. – 28. 11. 2018**

*Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu*

*Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.*

*Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.*

# Prieskum a analýza rizika environmentálnych záťaží po ťažbe nerastných surovín – skúsenosti, problémy

Ľubomír Jurkovič a Peter Šottník

Univerzita Komenského v Bratislave  
Prírodovedecká fakulta



*Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu*

*Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.*

*Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.*

# Banské lokality = environmentálne záťaže ?

**lokality po ťažbe nerastných surovín** zaradené medzi

**EZ = 10,5 % zo všetkých evidovaných EZ**

podľa „Systematická identifikácia environmentálnych záťaží v Slovenskej republike“

**pravdepodobné EZ = 3,5 %**

**zo sanovaných lokalít iba 2,8 %**

# Banské lokality - výskumné projekty

hodnotenie negatívnych dopadov ťažby nerastných surovín na životné prostredie

*MŠ SR Komplexný model environmentálnych účinkov ťažby rudných nerastných surovín v typových oblastiach SR (1996),*  
Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave (PriF UK).

- *PECOMINES Inventory, regulation and environmental impact of mining waste in Pre-accession countries*
- *MVTS EU/JRC/Tal/SR Fyzikálno-chemická charakteristika banských odpadov na Slovensku a ich vplyv na životné prostredie*

Pilotná štúdia interdisciplinárneho štúdia odkaliska (modelové odkalisko v Pezinku) - aplikovaný výskum MŠ SR  
*Stanovenie rizika kontaminácie okolia Sb, Au, S ložiska Pezinok a návrh na remediáciu: toxicita As a Sb, acidifikácia.*

vedecký projekt MŠ SR, zameraný na vybrané banské lokality po ťažbe Sb rúd

*APVV-0268-06 Zhodnotenie vplyvu banskej činnosti na okolie opustených Sb ložísk Slovenska s návrhmi na remediáciu*  
odberateľ výsledkov MŽP SR - opustené Sb ložiská (Pernek, Dúbrava, Medzibrod, Čučma, Poproč).

2009–2012 aplikovaný výskum na modelových odkaliskách v Rudňanoch a Slovinkách MŠ SR APVV-VMSP-P-0115-09

*Metodický postup pre komplexný audit odkalísk obsahujúcich odpad po ťažbe nerastných surovín*

EL spol. s r. o., Spišská Nová Ves a PriF UK v BA

2011–2015 aplikovaný výskum č. *APVV-0344-11 „Pilotná realizácia sanácie banských vôd na vybranom opustenom Sb*

*ložisku“* = použitie nula-valentného železa a kontrolovanej kryštalizácie/precipitácie sekunárnych minerálov Sb na čistenie kontaminovaných vôd na lokalite Poproč

opustené ložiská medi na strednom Slovensku (lokality Ľubietová, Špania Dolina, Staré Hory)

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici v spolupráci s Geologickým ústavom SAV v Banskej Bystrici

*Štúdium kontaminácie baníckej krajiny toxickými prvkami na vybraných Cu-ložiskách a možnosti jej remediácie, 11–13*

*Definovanie možností ozdravenia baníckej krajiny v okolí Ľubietovej na základe štúdia distribúcie ťažkých kovov a toxických*

# Banské lokality – systematický prieskum

**„Systematická identifikácia environmentálnych záťaží v Slovenskej republike“ (Paluchová et al., 2008) 2006–2008**

Slovenská agentúra životného prostredia (SAŽP) z poverenia MŽP SR - systematická identifikácia environmentálnych záťaží

identifikované EZ viazané na banské lokality (vrátane odkalísk)

Z celkového počtu identifikovaných EZ na Slovensku (1819 lokalít v REZ) bolo charakterizovaných cca 100 ako vysoko rizikových lokalít, ktoré predstavujú závažné nebezpečenstvo pre zdravie človeka a životné prostredie. Z tohto počtu približne 20 lokalít reprezentuje environmentálne záťaže viazané na ťažobné činnosti (rudy, nerudné suroviny, ropa a zemný plyn, odkaliská).

V nadväznosti na schválený Štátny program sanácie environmentálnych záťaží (2010 – 2015) (ŠPS EZ) a prijatie zákona č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku EZ a o zmene a doplnení niektorých zákonov bol MŽP SR vypracovaný rámcový projekt geologickej úlohy **„Prieskum environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“**. Spomedzi všetkých identifikovaných environmentálnych záťaží v ŠPS EZ, bolo pre rámcový projekt vybraných 54 lokalít, ktoré boli rozdelené na prioritné pravdepodobné environmentálne záťaže (PP EZ, 31 lokalít) a prioritné environmentálne záťaže (P EZ, 23 lokalít). Medzi týmito lokalitami bolo aj 8 lokalít po ťažbe nerastných surovín

Typ EZ	Kraj	Názov EZ
PP EZ	KI	Nižná Slaná - odkalisko a haldy Markušovce – okolie – ťažba rúd Rudňany – ťažba a úprava rúd Slovinky – ťažba a úprava rúd
P EZ	BL	Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk
P EZ	KI, PV	Poproč – Petrova dolina Smolník – ťažba pyritových rúd Merník – ortuťové bane

# Banské lokality – realizované projekty prieskumu EZ a sanácie EZ (2014-2015)

**„Prieskum environmentálnych záťaží na  
vybraných lokalitách SR“** v rokoch 2014–2015

**„Sanácia environmentálnych záťaží na  
vybraných lokalitách SR“** vybraná len jedna  
prioritná lokalita určená na sanáciu  
environmentálnej záťaže - Ľubietová –  
Podlipa.

Názov časti geologickej úlohy	Názov podčasti geologickej úlohy	Zhotoviteľ geologických prác	Zodpovedný riešiteľ a spoluriešiteľ zodpovedný za lokalitu
<b>Časť 8:</b> Prieskum prioritných pravdepodobných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Košického kraja: Nižná Slaná – odkalisko a haldy, Rudňany – ťažba a úprava rúd, Slovinok – ťažba a úprava rúd, Michalovce – mestské kasárne – autopark, Čelovce - areál PD.	Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže <b>Nižná Slaná – odkalisko a haldy</b> , (RV (010) / <b>Nižná Slaná - banský závod a okolie</b> , SK/EZ/RV/784)	GEO Slovakia s. r. o, Košice	Ing. Mgr.V. Pramuk, MPH, PhD.
	Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže SN (005) / <b>Markušovce – okolie – ťažba rúd</b> , SK/EZ/SN/898	GEO Slovakia s. r. o, Košice	Ing. Mgr.V. Pramuk, MPH, PhD. RNDr. Z. Matiová Ing. M. Čižmárová
	Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže SN (006) / <b>Rudňany – ťažba a úprava rúd</b> , SK/EZ/SN/899	GEO Slovakia s. r. o, Košice	Ing. Mgr.V. Pramuk, MPH, PhD. RNDr. Z. Matiová
	Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže <b>Slovinok ťažba a úprava rúd</b> , (SK/EZ/SN/900)	GEO Slovakia s. r. o, Košice	Ing. Mgr.V. Pramuk, MPH, PhD.
<b>Časť 10:</b> Prieskum prioritných pravdepodobných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Bratislavského kraja: Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk; Kuchyňa – letisko	Prieskum environmentálnej záťaže <b>Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk</b> (SK/EZ/PK/653, SK/EZ/PK/654, SK/EZ/PK/656)	ENVIGEO, a. s. Banská Bystrica	RNDr. P. Tupý
<b>Časť 16:</b> Prieskum prioritných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Košického a Prešovského kraja: Poproč – Petrova dolina, Smolník – ťažba pyritových rúd, Merník – ortuťové bane,	Prieskum environmentálnej záťaže KS (012) / <b>Poproč – Petrova dolina</b> (SK/EZ/KS/353)	Centrum environmentálnych služieb, s.r.o., Bratislava HES-COMGEO, spol. s r.o., Banská Bystrica	RNDr. A. Auxt RNDr. Ľ. Jurkovič, PhD.
	Prieskum environmentálnej záťaže <b>Smolník – ťažba pyritových rúd</b> (SK/EZ/GL/237)	Centrum environmentálnych služieb, s.r.o., Bratislava HES-COMGEO, spol. s r.o., Banská Bystrica	RNDr. A. Auxt Ing. J. Kotuč, PhD.
	Prieskum environmentálnej záťaže VT (018) / <b>Merník – ortuťové bane</b> (SK/EZ/VT/1024)	Centrum environmentálnych služieb, s.r.o., Bratislava HES-COMGEO, spol. s r.o., Banská Bystrica	RNDr. A. Auxt Ing. J. Kotuč, PhD.



# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie



## Banské lokality – realizované prieskumy EZ a sanácia EZ

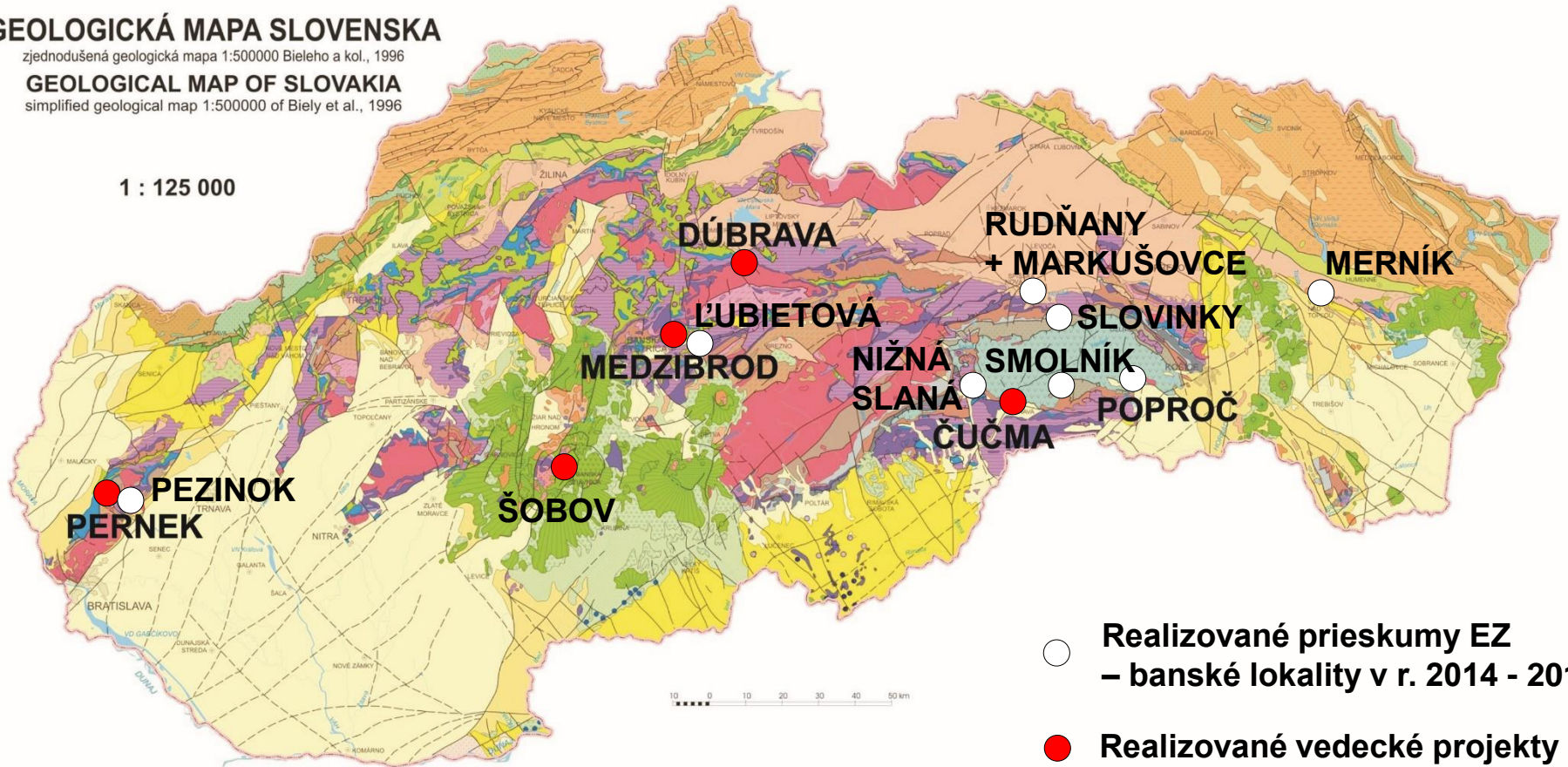
### GEOLOGICKÁ MAPA SLOVENSKA

zjednodušená geologická mapa 1:500000 Bieleho a kol., 1996

GEOLOGICAL MAP OF SLOVAKIA

simplified geological map 1:500000 of Biely et al., 1996

1 : 125 000



- Realizované prieskumy EZ  
– banské lokality v r. 2014 - 2015
- Realizované vedecké projekty



# skúsenosti vs. problémy

*Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu*

*Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.*

*Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.*

## Komplikácie:

- Rozsiahle prieskumne územia
- Zadefinovanie presného vymedzenie prieskumného územia
- Rozsah chemických analýz pre lokality EZ po ťažbe nerastných surovín

*Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu*

*Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.*

*Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.*



# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*



## **Prieskum environmentálnej záťaže KS (012) / Poproč - Petrova dolina SK/EZ/KS/353, Register B**

Lokalita **Poproč** je v registri EZ evidovaná ako záťaž KS (012) / Poproč - Petrova dolina - SK/EZ/KS/353, Register B.

V predmetnom území sa nachádza aj pravdepodobná environmentálna záťaž evidovaná ako záťaž KS (014) / Poproč – Slovpedal, SK/EZ/KS/355, Register A.



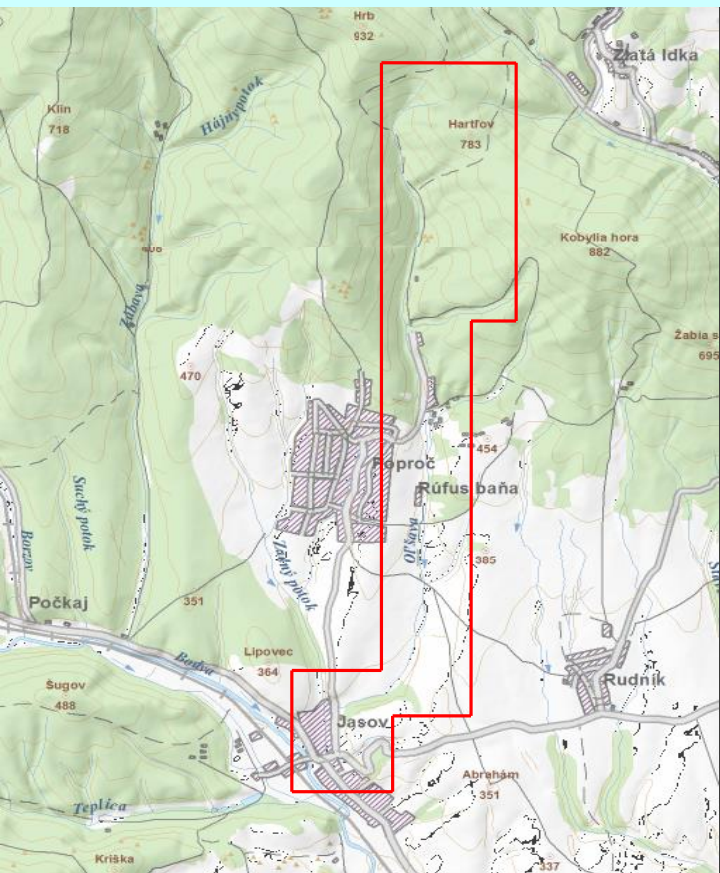
Opustené Sb ložisko Poproč je situované v JV časti Spišsko-gemerského Rudohoria, ťažba Sb rudy začala pravdepodobne užv 17. storočí a definitívne bola ukončená v roku 1965.

Hlavným minerálom Sb žíl je vždy kremeň a antimonit, vedľajšie minerály sú pyrit, arzenopyrit, markazit, pyrotit, berthierit, chalkopyrit, tetraedrit, sfalerit, zinkenit, füllöpit, jamesonit, chalkostibit a senarmontit.

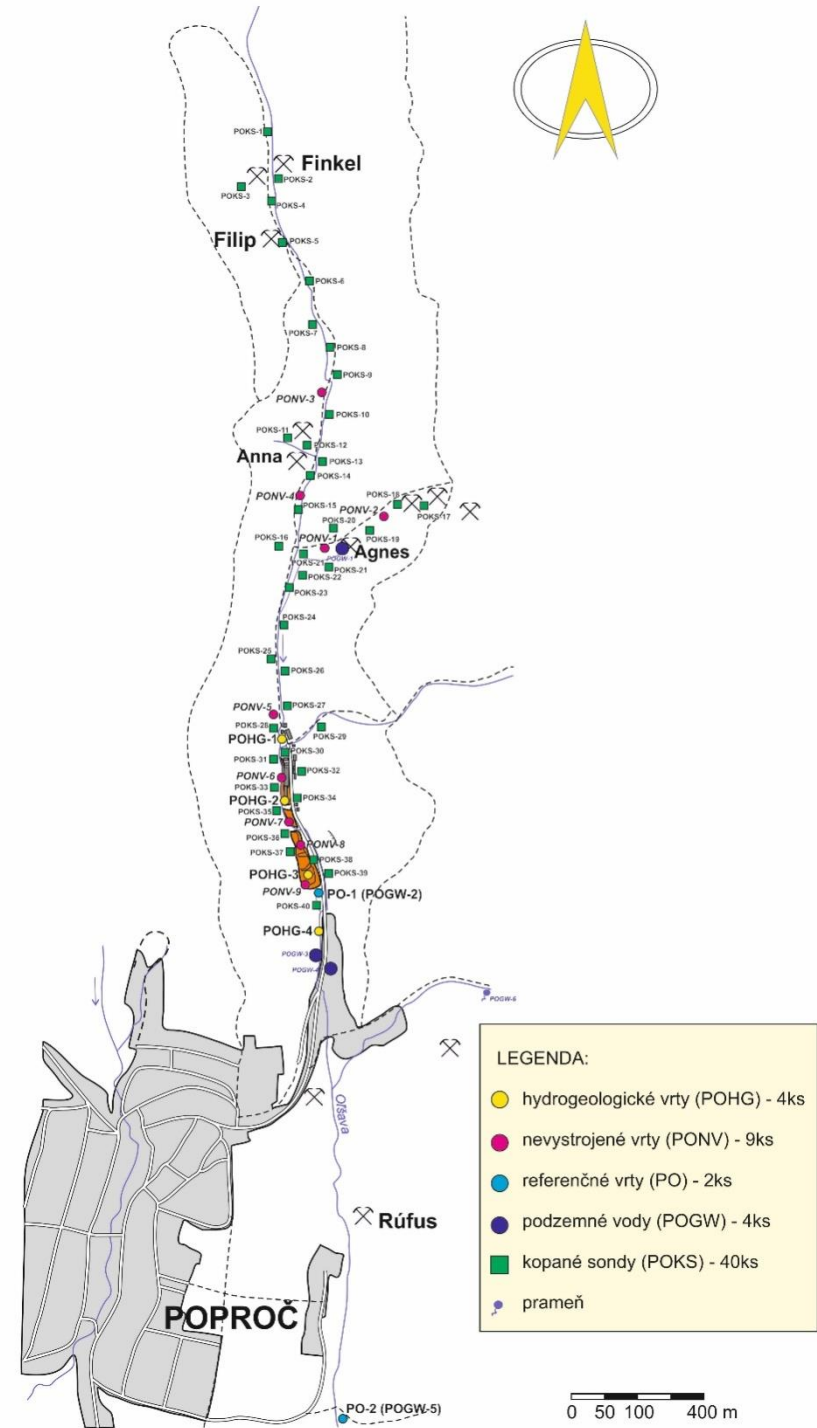
V rokoch 1931 – 1965 sa v Poproči vyťažilo 10,3 kt antimónu a 80 kg zlata. Kvalita rúd tu bola 1,85% Sb, 12,6% Fe, 0,12% Cu, 0,01% Zn, 0,19% As a 0,4% Pb s obsahom 3 – 6 g.t-1 Au v koncentráte.



# Vytýčenie predmetného územia



**40 KOPANÝCH SOND - ZEMINY**  
**9 NEVYSTROJENÝCH VRTOV**  
**6 HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOV**  
**10 MONITOROVACÍCH BODOV**  
- POVRCHOVÉ VODY A RIEČNE SEDIMENTY  
**4 MONITOROVACIE BODY - STUDNE**  
**2 VÝTOKY ZO ŠTÔLNÍ (AGNES A ANNA)**  
**+ 1 STARŠÍ HYDROGEOLOGICKÝ VRT**



## Identifikácia zdroja úniku znečisťujúcich látok

Po banskej činnosti a spracovaní Sb rúd sú v prieskumnom území početné haldy, skládky a odkaliská. Podstatná časť týchto hald, deponovaných pred ústiami starých banských diel, sú haldy malého rozsahu, ktorých časť bola použitá na výstavbu banských a lesných ciest ako aj zväžnic, alebo tieto sú vedené po ich povrchu.

Sú to haldy pred banskými dielami: Nižná a Vyšná Anna, Filip - Jakub, Barbora, Finkel, Horná a Dolná Berta, Horná a Dolná Lukáška a Lazy. Haldy pozostávajú väčšinou z jaloviny rôzneho stupňa oxidácie (rôzne typy fylitov, porfýroidy, kremenná žilná výplň). Ruda, hlavne antimonit, je zriedkavá, zrejme v dôsledku ručného triedenia a haldy sú zarastené vegetáciou, hlavne listnatými stromami.

Väčšie **haldy a odkaliská** sú nasledovné:

1. Halda bane Agnes pred ústím hlavnej štôlne bola najväčšia v Petrovej doline. V dôsledku využívania jej materiálu boli odťažené asi 2/3 pôvodného objemu.
2. Halda pri zásobníkoch rudy pre flotačnú úpravu je situovaná v bočnom údolí na pravej strane doliny.
3. **Odkaliská v Petrovej doline** vznikli pri spracovaní antimonitovej rudy vo flotačnej úpravni.

Najväčším zdrojom kontaminácie vôd v okolí ložiska Poproč je **banská voda** vytekajúca zo **štôlne Agnes**.

štôľňa Agnes

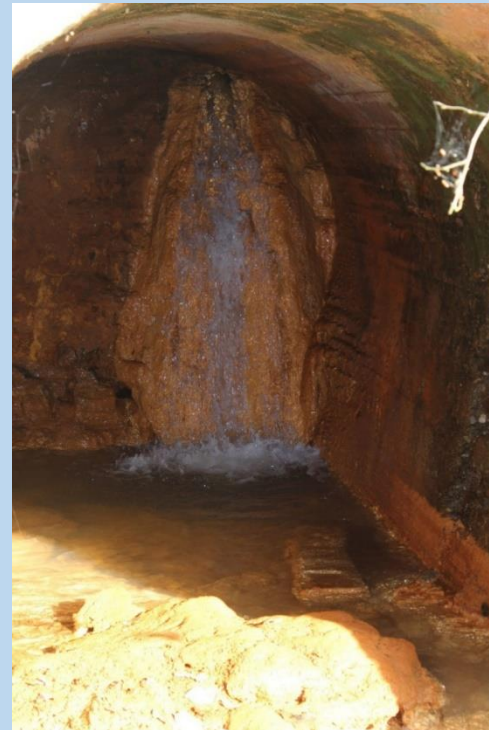


September 2004

štôľňa Agnes

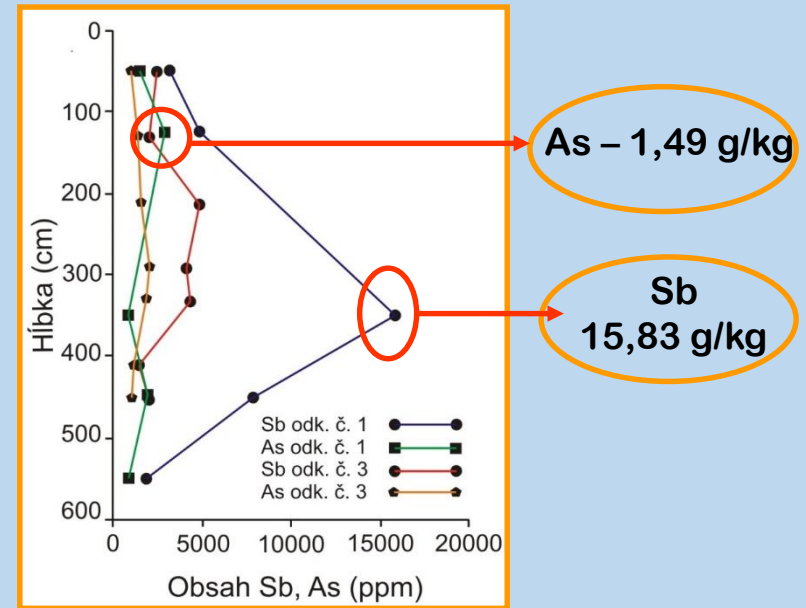
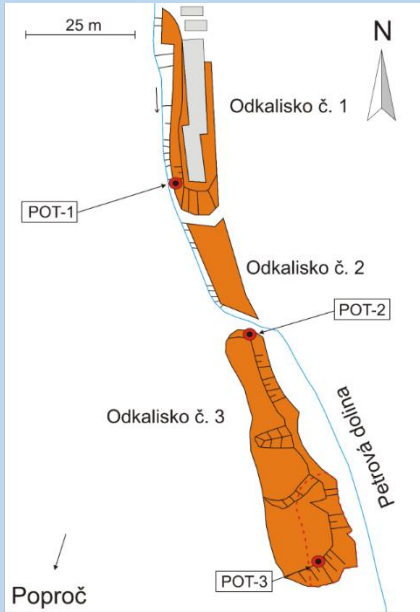


August 2007





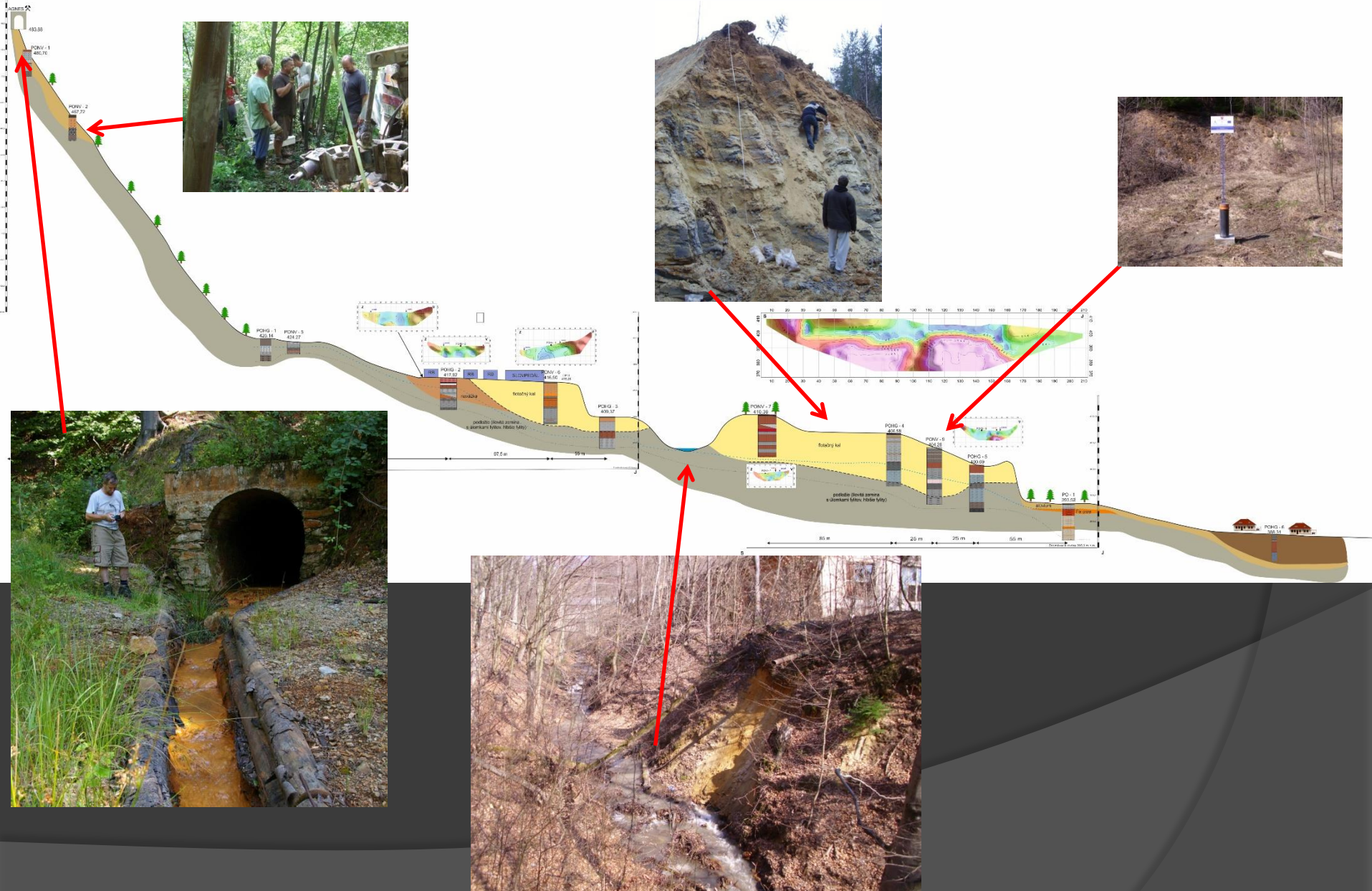
# Odkalisko a haldy flotačních kalov

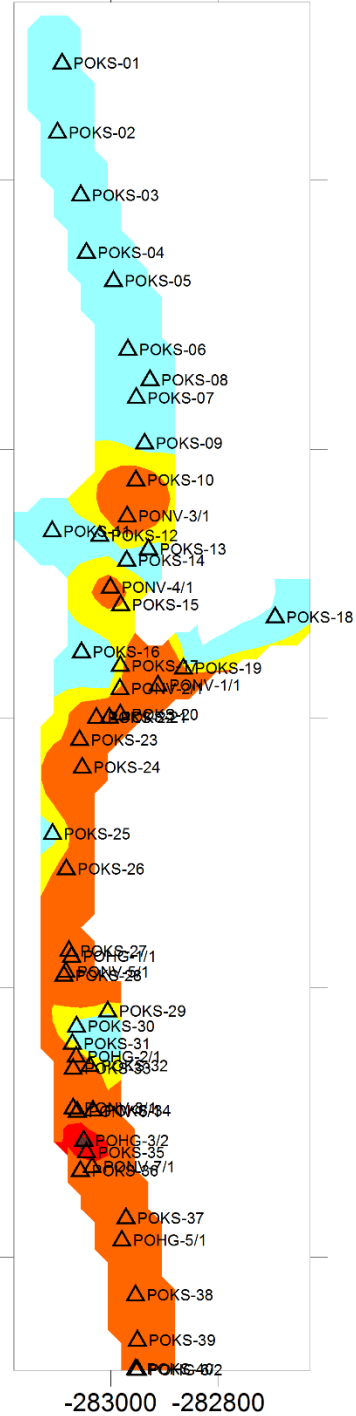


# voľne deponované odkaliskové kaly a ťažobné odpady na lokalite Poproč



# Situačný model lokality EZ Poproč – Petrova dolina





**As**

-1236500

1800

1400

140

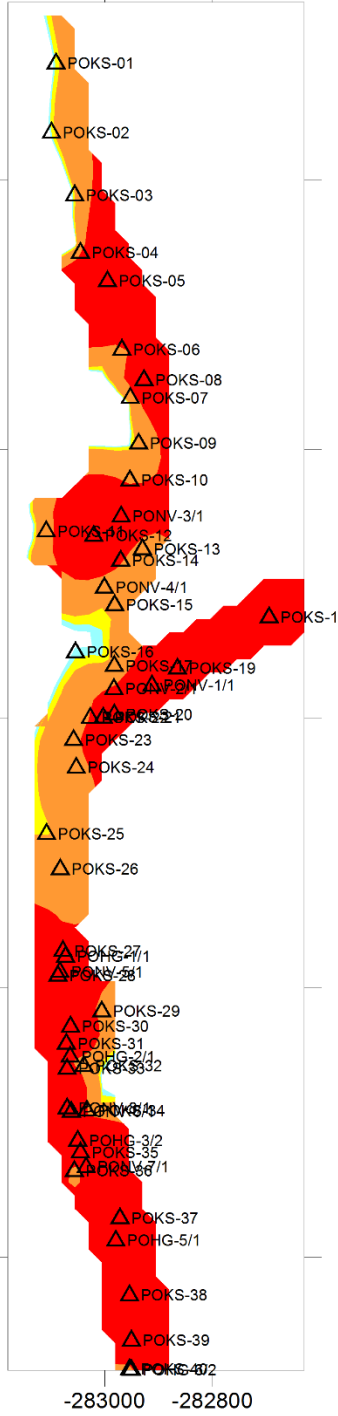
65

0

-1237000

-1238000

-1238500



**Sb**

-1236500

7500

800

80

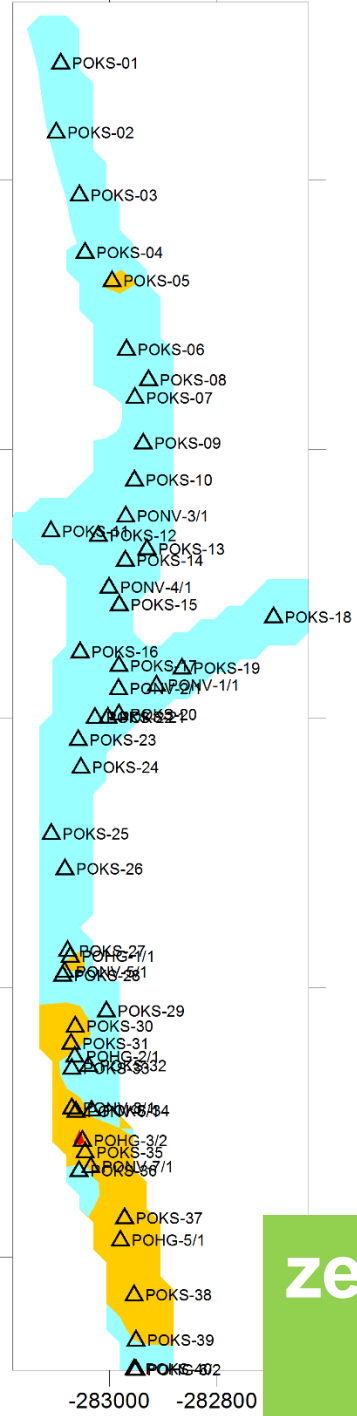
25

0

-1237000

-1238000

-1238500



**Pb**

-1236500

900

800

250

0

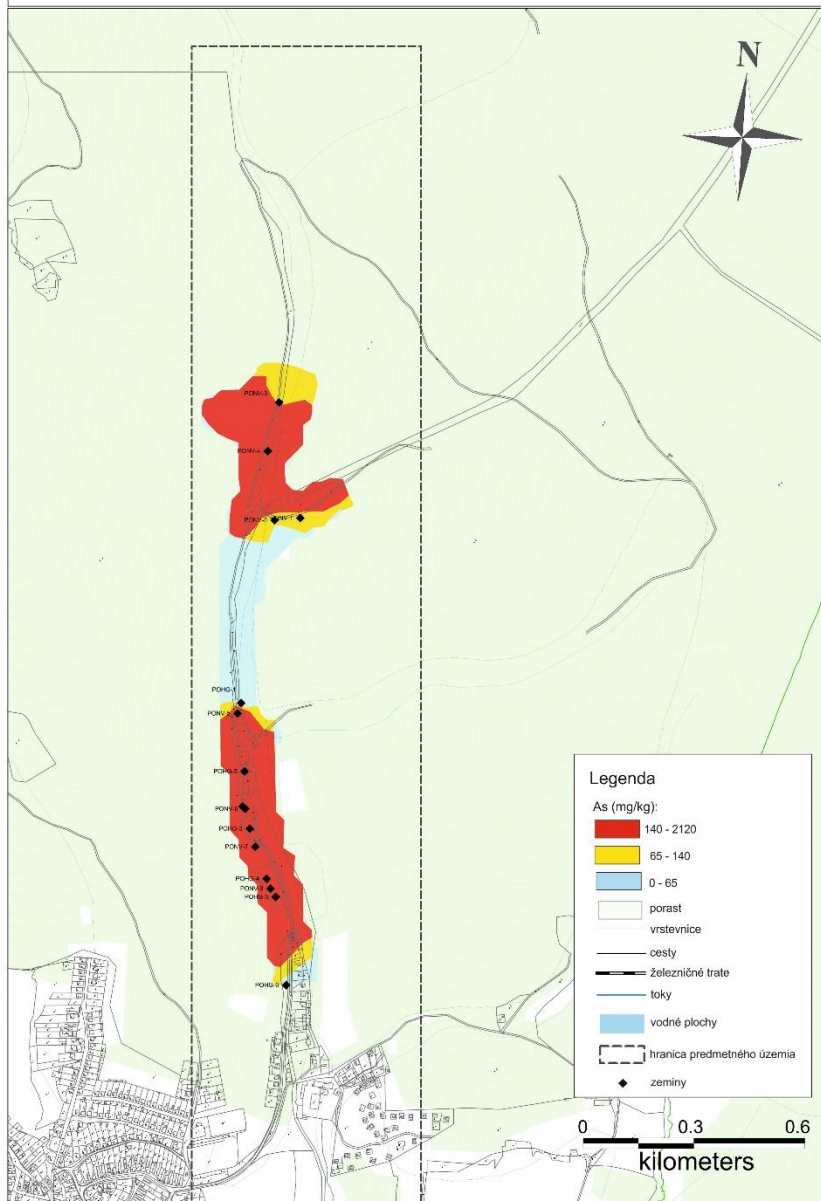
-1237000

-1238000

-1238500

**zeminy  
PP**

Príloha A6/6 Mapa distribúcie As v zeminách v pásme nasýtenia

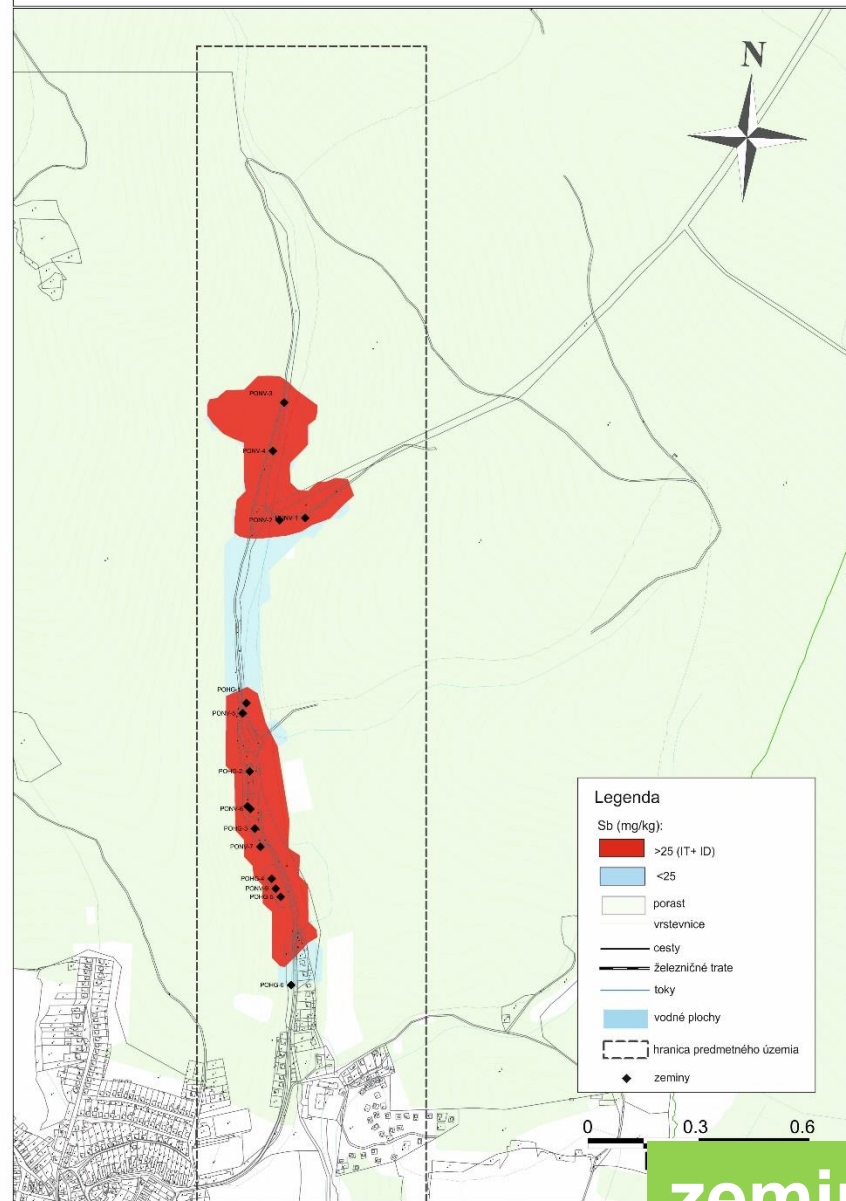


Prieskum environmentálnej záťaže KS (012) / Poproč – Petrova dolina (SK/EZ/KS/353)

Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Anton Auxt  
 Zodpovedný riešiteľ za lokalitu: RNDr. Ľubomír Jurkovič, PhD.  
 Autor: Mgr. Jana Brčková, PhD.  
 Číslo geologickej úlohy: 16/2014/7.2

HES-COMGEO, spol. s r.o., Banská Bystrica  
 ENVIRONCENTRUM, s.r.o., Košice  
 Banské odpady, s.r.o., Bratislava  
 apríl 2015

Príloha A6/7 Mapa distribúcie Sb v zeminách v pásme nasýtenia



Prieskum environmentálnej záťaže KS (012) / Poproč – Petrova dolina (SK/EZ/KS/353)

Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Anton Auxt  
 Zodpovedný riešiteľ za lokalitu: RNDr. Ľubomír Jurkovič, PhD.  
 Autor: Mgr. Jana Brčková, PhD.  
 Číslo geologickej úlohy: 16/2014/7.2

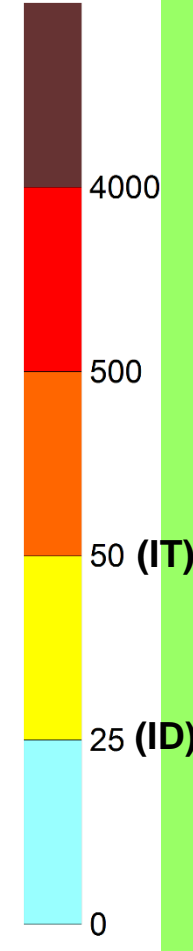
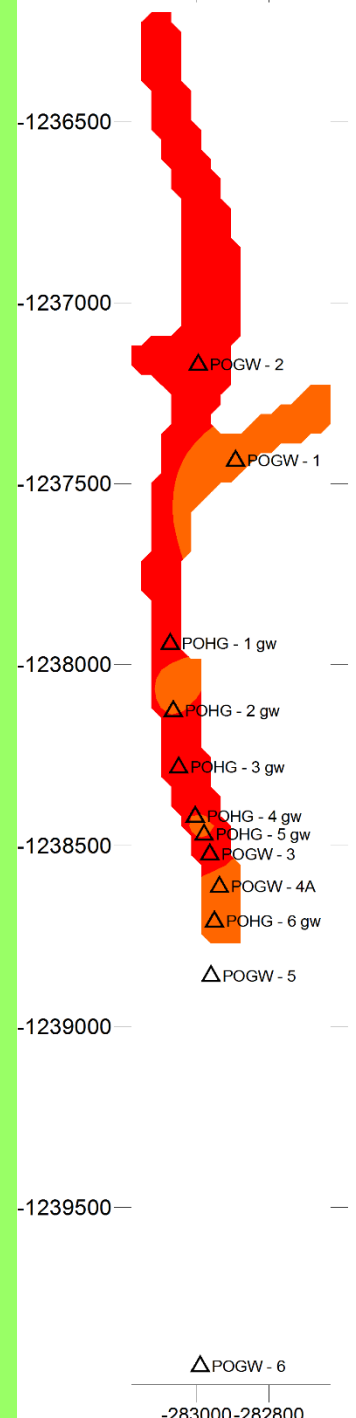
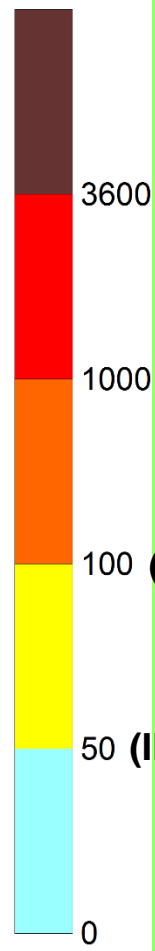
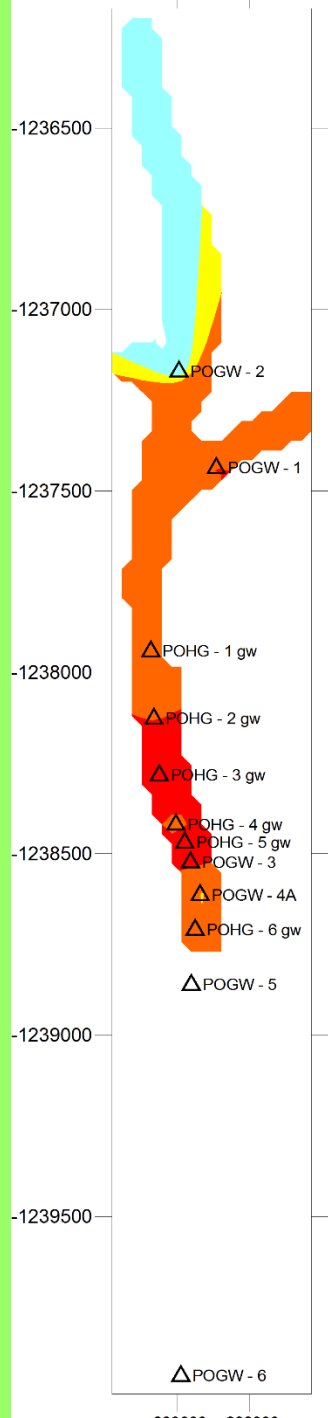
HES-COMGEO, spol. s r.o., Banská Bystrica  
 ENVIRONCENTRUM, s.r.o., Košice  
 Banské odpady, s.r.o., Bratislava  
 apríl 2015

**zeminy**  
**PN**

As

Podzemné vody

Sb



# 1. Doplnujúce údaje o skúmanom území

1.1 Ekologické charakteristiky skúmaného územia – pedologické pomery, ochrana prírody a krajiny, chemický stav útvaru podzemných vôd

1.2 Materiálová bilancia znečistených zemín a znečistených podzemných vôd

Množstvo znečisťujúcej látky (As) v zeminách v pásme prevzdušnenia						
územie s koncentraciami znečisťujúcej látky (As) nad IT hodnotu						
Označenie znečistenej plochy	Priemerná hrúbka vrstvy [m]	Priemerná koncentrácia zneč. látky [mg.kg-1 suš.]	Rozloha znečistenej plochy [m <sup>2</sup> ]	Objem znečistenej zemin y [m <sup>3</sup> ]	Hmotnosť znečistenej zemin y [t]	Hmotnosť znečisťujúcej látky [t]
N1	1	378,89	71028	71028	143903	54,52
N2	1,5	863,73	100000	150000	315750	272,72

Množstvo znečisťujúcej látky (As) v zeminách v pásme nasýtenia						
územie s koncentraciami znečisťujúcej látky (As) nad IT hodnotu						
Označenie znečistenej plochy	Priemerná hrúbka vrstvy [m]	Priemerná koncentrácia zneč. látky [mg.kg-1 suš.]	Rozloha znečistenej plochy [m <sup>2</sup> ]	Objem znečistenej zemin y [m <sup>3</sup> ]	Hmotnosť znečistenej zemin y [t]	Hmotnosť znečisťujúcej látky [t]
N1	3,75	472	79530	298237,5	604229	285,20
N2	5,7	1580,26	77430	441351	929044	1468,13

**Množstvo znečisťujúcej látky (Sb) v zeminách v pásme prevzdušnenia**

územie s koncentraciami znečisťujúcej látky (Sb) nad IT hodnotu

Označenie znečistenej plochy	Priemerná hrúbka vrstvy [m]	Priemerná koncentrácia zneč. látky [mg.kg-1 suš.]	Rozloha znečistenej plochy [m2]	Objem znečistenej zeminy [m3]	Hmotnosť znečistenej zeminy [t]	Hmotnosť znečisťujúcej látky [t]
N1	1	1859,10	227320	227320	460550	856,21
N2	1,5	2285,19	109300	163950	345115	788,65

**Množstvo znečisťujúcej látky (Sb) v zeminách v pásme nasýtenia**

územie s koncentraciami znečisťujúcej látky (Sb) nad IT hodnotu

Označenie znečistenej plochy	Priemerná hrúbka vrstvy [m]	Priemerná koncentrácia zneč. látky [mg.kg-1 suš.]	Rozloha znečistenej plochy [m2]	Objem znečistenej zeminy [m3]	Hmotnosť znečistenej zeminy [t]	Hmotnosť znečisťujúcej látky [t]
N1	3,75	205,2	77480	290550	588654	120,79
N2	5,7	4251,5	78340	446538	939962	3996,25



**Množstvo znečisťujúcej látky (As) v podzemných vodách****územie s koncentraciami znečisťujúcej látky (As) nad IT hodnotu**

Označenie znečistenej plochy	Priemerná hrúbka vrstvy [m]	Priemerná koncentrácia zneč. látky [mg.kg-1 suš.]	Rozloha znečistenej plochy [m2]	Objem znečistenej zvodnenej vrstvy [m3]	Objem znečistenej vody [m3]	Hmotnosť znečisťujúcej látky [kg]
N1	2,26	1033,5				
N2	2,78	1242,428571	103453	287599,34	71324,6363	88,62

**Množstvo znečisťujúcej látky (Sb) v podzemných vodách****územie s koncentraciami znečisťujúcej látky (Sb) nad IT hodnotu**

Označenie znečistenej plochy	Priemerná hrúbka vrstvy [m]	Priemerná koncentrácia zneč. látky [mg.kg-1 suš.]	Rozloha znečistenej plochy [m2]	Objem znečistenej zvodnenej vrstvy [m3]	Objem znečistenej vody [m3]	Hmotnosť znečisťujúcej látky [kg]
N1	2,26	560,5				
N2	2,78	979,57	103453	287599,34	71324,6363	69,87

## **2.1.2 Identifikovanie možných príjemcov rizík**

Možní príjemcovia rizík – v súčasnosti:

1. Obyvatelia domov v obytnej zóne severný okraj obce Poproč v Petrovej doline, sú v stálom kontakte so znečistenou podzemnou vodou v studniach a kontaminovanými zeminami, a možný je občasný kontakt s kontaminovanou povrchovou vodou potoka Olšava. Do úvahy sa berie ingescia a dermálny kontakt (najmä v prípade používania kontaminovaných vôd na zavlažovanie).
2. Lesní pracovníci pohybujúci sa v Petrovej doline - dermálny kontakt so znečistenými zeminami a vodami.
3. Rekreatanti a návštevníci lesa - dermálny kontakt so znečistenými zeminami a vodami.

## **2.2 Charakteristika dominantne nebezpečných znečisťujúcich látok**

## Hodnotenie environmentálneho rizika pre receptory v biologickej kontaktnej zóne

Názov lokality	Poproč					
<b>As</b>	IT	Nameraná hodnota	Prekročenie llimitu	Znečistená plocha	Využitie územia	Hodnotenie rizika
	mg.kg <sup>-1</sup> suš	mg.kg <sup>-1</sup> suš	NH/IT	m <sup>2</sup>	skupina	ÁNO/NIE
<b>N1</b>	140	378,89	2,71	71028	2	ÁNO
<b>N2</b>	140	863,73	6,17	100000	2	ÁNO

Názov lokality	Poproč					
<b>Sb</b>	IT	Nameraná hodnota	Prekročenie llimitu	Znečistená plocha	Využitie územia	Hodnotenie rizika
	mg.kg <sup>-1</sup> suš	mg.kg <sup>-1</sup> suš	NH/IT	m <sup>2</sup>	skupina	ÁNO/NIE
<b>N1</b>	80	1859,10	23,24	227320	2	ÁNO
<b>N2</b>	80	2285,19	28,56	109300	2	ÁNO

Názov lokality	Poproč					
<b>Pb</b>	IT	Nameraná hodnota	Prekročenie llimitu	Znečistená plocha	Využitie územia	Hodnotenie rizika
	mg.kg <sup>-1</sup> suš	mg.kg <sup>-1</sup> suš	NH/IT	m <sup>2</sup>	skupina	ÁNO/NIE
<b>N1</b>						
<b>N2</b>	800	894	1,12	231,6	2	NIE

# Hodnotenie aktuálnosti environmentálneho rizika pre územia znečistené ukladaním ťažobných odpadov

## *Jednoduchý test aktuálnosti environmentálneho rizika pre územie znečistené ukladaním ťažobných odpadov – krok 1*

<b>Aktuálnosť prítomnosti zdroja</b>		
<b>Kritérium / Rozhodnutie</b>	<b>Áno</b>	<b>Nie</b>
1. Vznikol ťažobný odpad pri ťažbe a spracovaní sulfidických rúd alebo obsahuje ťažobný odpad sulfidické minerály v podstatnom množstve?	<b>X</b>	
2. Vznikol ťažobný odpad pri ťažbe a spracovaní rúd, z ktorých sa získavali kovy Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Te, Tl, V, Zn?	<b>X</b>	
3. Obsahuje ťažobný odpad nebezpečné chemické látky a nebezpečné chemické zmesi, ktoré boli použité pri spracovaní nerastnej suroviny?		<b>X</b>
4. Obsahuje ťažobný odpad zvyšky z ťažby a spracovania ropy?		<b>X</b>
5. Sú v telese úložiska alebo v jeho okolí viditeľné prejavy acidifikácie (tvorba okrov, povlakov alebo zrazenín), alebo pozorovateľné zmeny senzorických vlastností vody, či zmeny na vegetačnom pokryve, či iné zmeny indikujúce prítomnosť znečistenia?	<b>X</b>	

## *Jednoduchý test aktuálnosti environmentálneho rizika pre územie znečistené ukladaním ťažobných odpadov – krok 2*

<b>Aktuálnosť prítomnosti receptorov</b>		
<b>Kritérium / Rozhodnutie</b>	<b>Áno</b>	<b>Nie</b>
1. Je podložie úložiska budované priepustnými horninami (koeficient filtrácie $k_f > 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ )?		<b>X</b>
2. Nachádza sa vo vzdialenosti 50 m od úložiska povrchový tok alebo iný recipient?	<b>X</b>	
3. Nachádza sa vo vzdialenosti 100 m od úložiska územie chránené podľa osobitných predpisov (napr. chránené územie prírody, ochranné pásmo vodárenského zdroja a podobne)?		<b>X</b>
4. Nachádza sa vo vzdialenosti 1 km od úložiska obec, alebo osídlenie?	<b>X</b>	

Na základe jednoduchého testu bola potvrdená potenciálna rizikovosť úložiska ťažobných odpadov ako zdroja znečistenia a prítomnosť receptorov úložiska, preto je potrebné zhodnotiť:

- 1. aktuálnosť rizika šírenia sa znečistenia podzemnou vodou,**
- 2. aktuálnosť rizika zo znečistenia zemín**

## Hodnotenie aktuálnosti rizika šírenia sa znečistenia podzemnou vodou

		Plocha			
		N1		N2	
<b>ρ</b>	objemová hmotnosť horniny v nasýtenej zóne [g.cm <sup>-3</sup> ]	2,221		2,309	
<b>n</b>	obsah vody v nasýtenej zóne (efektívna pórovitosť)	0,248		0,248	
<b>Kd</b>	distribučný koeficient pre danú znečisťujúcu látku	As (29)	Sb (45)	As (29)	Sb (45)
<b>R</b>	retardačný faktor (bezrozmerný koeficient),	260,71	404,00	271,00	419,97
<b>vp</b>	rýchlosť prúdenia podzemnej vody [m.s <sup>-1</sup> , m.rok <sup>-1</sup> ]	8,52.10 <sup>-8</sup>	2,687	2,892.10 <sup>-8</sup>	0,912
<b>i</b>	hydraulický gradient [-]	0,17463592		0,047506329	
<b>k</b>	koeficient filtrácie [m.s <sup>-1</sup> ]	1,21.10 <sup>-7</sup>		1,51.10 <sup>-7</sup>	
<b>P</b>	kontaktná plocha [m <sup>2</sup> ]	307,5		467,4	

### Ročný prírastok znečistenia

$$d = (vp/R)*P$$

$$d(N1, As) = (2,687/260,71)* 307,5 = 3,169 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$d(N1, Sb) = (2,687/404,00)* 307,5 = 2,045 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$d(N2, As) = (0,912/271,00)* 467,4 = 1,572 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$d(N2, Sb) = (0,912/419,97)* 467,4 = 1,015 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Ak je vypočítaný ročný prírastok znečistenej podzemnej vody väčší ako **100 m<sup>3</sup>** za rok, hovoríme o vážnom riziku šírenia sa znečistenia v podzemnej vode. V takom prípade je potrebné pokračovať v hodnotení environmentálneho rizika prostredníctvom ďalších výpočtov krokovej metódy (príloha č. 6a).

#### **4. Výpočet koncentrácie znečistenia rozpusteného v podzemnej vode v referenčnom mieste a v referenčnom čase – koncentrácia $C_2$ .**

Nasledujúcim krokom je výpočet koncentrácie  $C_2$ , čo je výpočet koncentrácie v referenčnom mieste a v referenčnom čase (proces miešania v smere prúdenia). Pritom ako východisko použijeme koncentrácie  $C_1$ , ktorá zodpovedá koncentrácii znečisťujúcich prvkov v podzemnej vode vytekajúcej zo zdroja znečistenia.

Hodnota  $C_2$  bola stanovená pre referenčné miesto, ktoré reprezentuje vrt POGW-3. Referenčné miesto 1 (POGW-3) je vzdialené 58 m od zdroja kontaminácie. Toto referenčné miesto nebolo možné umiestniť do väčšej vzdialenosti od zdroja kontaminácie z dôvodu blízkosti vodného recipientu, ktorý sa nachádza hneď za vrtom POGW-3. Aby sme mohli prikročiť k výpočtu, potrebujeme si zadať parametre, ktoré definujú skúmané územie, resp. kolektor (tab. 25). V ďalšom kroku sa vypočítala hrúbka zóny miešania pre dané referenčné miesto (prípadne referenčný čas).

*Tab. 25: Výpočet hrúbky zóny miešania pre referenčné miesto vo vzdialenosti 58 m*

<b>parameter</b>	<b>referenčné miesto – 58 m</b>
rýchlosť prúdenia podzemnej vody $v$ ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	$2,89 \cdot 10^{-8} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
referenčná vzdialenosť (m)	58
referenčný čas pre vzdialenosť 58 m (dni)	23212,72
pozdlžna disperzia $a_L$ (m)	4
hrúbka zóny miešania $d_m$ (m)	4,308

Pre výpočet koncentrácie  $C_2$  sme použili vzorec, kde sme namiesto hodnoty  $C_0$  použili hodnotu  $C_1$ , ktorá zodpovedá koncentrácii znečisťujúcich prvkov v podzemnej vode vytekajúcej zo zdroja znečistenia.

$$C_2 = \frac{A \cdot N \cdot C_1 + B \cdot d_m \cdot k \cdot i \cdot C_g}{A \cdot N + B \cdot d_m \cdot k \cdot i}, \text{ kde}$$

- N** = čistá infiltrácia = 2,04528E-08 m.s<sup>-1</sup>  
**A** = plocha znečisteného územia = 103 453 m<sup>2</sup>  
**B** = šírka znečisteného územia = 82 m  
**C<sub>1</sub>** = koncentrácia v zdroji (1,242 mg.l<sup>-1</sup> (As) a 0,979 mg.l<sup>-1</sup> (Sb))  
**d<sub>m</sub>** = hrúbka zóny miešania = 4,3 m  
**C<sub>g</sub>** = prirodzená pozad'ová koncentrácia podzemnej vody = 0 g.m<sup>-3</sup>  
**k** = koeficient filtrácie [m.s<sup>-1</sup>] (viď tab. 19)  
**i** = hydraulický gradient [-] (viď tab. 19)  
**vp** = priemerná pórová rýchlosť podzemnej vody [m.s<sup>-1</sup>] (viď tab. 19)

Pre výpočet bola použitá hodnota  $C_g = 0$  vzhľadom na nízku hodnotu pozad'ovej koncentrácie pre As a Sb v podzemných vodách (pre útvar podzemnej vody SK200500FK je pozad'ová hodnota stanovená na 0,001 mg.l<sup>-1</sup> pre As resp. 0,0001 mg.l<sup>-1</sup> pre Sb, podľa Bodiš a kol., 2010) v porovnaní s koncentráciami nameranými počas prieskumu EZ.

V tab. 26 sú uvedené vypočítané hodnoty  $C_2$  pre znečisťujúce látky As a Sb pre plochu N2.

Tab. 26: Vypočítané hodnoty  $C_2$  pre znečisťujúce látky As a Sb pre plochu N2

Kontaminant	C <sub>1</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	C <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	IT (mg.l <sup>-1</sup> )	Násobok prekročenia
As	1,24243	1,24094	0,1	12,41
Sb	0,97957	0,97840	0,05	19,57



### 3.3.2 Výpočet rizika vo vzťahu k povrchovým vodám

$$C_v = (C_2 * Q_3) + (C_t * Q_t) / (Q_3 + Q_t)$$

kde:

$C_2$  = koncentrácia znečisťujúcej látky v podzemnej vode na brehu povrchového recipientu [mg.l<sup>-1</sup>]

$Q_3$  = množstvo znečistenej podzemnej vody prestupujúcej do povrchového recipientu [l.s<sup>-1</sup>]

$C_t$  = koncentrácia znečisťujúcej látky v povrchovom recipiente pred zmiešaním [mg.l<sup>-1</sup>]

$Q_t$  = prietok v povrchovom recipiente [l.s<sup>-1</sup>]

$C_p$  = prírastok znečistenia v povrchovom recipiente [mg.l<sup>-1</sup>]

$C_v$  = výsledná koncentrácia v povrchovom recipiente po zmiešaní [mg.l<sup>-1</sup>]

## Výpočet pre plochu N1

**C2** = koncentrácia znečisťujúcej látky v podzemnej vode na brehu povrchového recipientu [mg.l-1] (POPV-5 = **As = 0,051 mg.l-1**, **Sb = 0,275 mg.l-1**)

**Q3** = množstvo znečistenej podzemnej vody prestupujúcej do povrchového recipientu [l.s-1] **5 l.s-1**

**Ct** = koncentrácia znečisťujúcej látky v povrchovom recipiente pred zmiešaním [mg.l-1] (POPV-3= **As = 0,003 mg.l-1**, **Sb = 0,199 mg.l-1**)

**Qt** = prietok v povrchovom recipiente [l.s-1] (**26,4 l.s-1**)

**Cp** = prírastok znečistenia v povrchovom recipiente [mg.l-1]

**Cv** = výsledná koncentrácia v povrchovom recipiente po zmiešaní [mg.l-1]

$$Cv (Sb) = \mathbf{0,211}$$

$$Cv (Sb) = Cv - Ct$$

$$Cp (Sb) = 0,211 - 0,199$$

$$Cp (Sb) = \mathbf{0,012 mg.l-1}$$

$$\text{Nameraná hodnota Sb po zmiešaní} = \mathbf{0,306 mg.l-1}$$

$$Bk (Sb) = 43,362 \text{ kg.rok-1}$$

$$Cv (As) = \mathbf{0,010}$$

$$Cp (As) = Cv - Ct$$

$$Cp (As) = 0,010 - 0,003$$

$$Cp (As) = \mathbf{0,007 mg.l-1}$$

$$\text{Nameraná hodnota As po zmiešaní} = \mathbf{0,01 mg.l-1}$$

$$Bk (As) = 8,041 \text{ kg.rok-1}$$

## Výpočet pre plochu N2

**C2** = koncentrácia znečisťujúcej látky v podzemnej vode na brehu povrchového recipientu [mg.l-1] (POGW-3= **As** = 2,173 mg.l-1, **Sb** = 1,028 mg.l-1)

**Q3** = množstvo znečistenej podzemnej vody prestupujúcej do povrchového recipientu [l.s-1] **0,0135172** l. s-1

**Ct** = koncentrácia znečisťujúcej látky v povrchovom recipiente pred zmiešaním [mg.l-1] (POPV-6= **As** = 0,1 mg.l-1, **Sb** = 0,369 mg.l-1)

**Qt** = prietok v povrchovom recipiente [l.s-1] **40,7** (l.s-1)

**Cp** = prírastok znečistenia v povrchovom recipiente [mg.l-1]

**Cv** = výsledná koncentrácia v povrchovom recipiente po zmiešaní [mg.l-1]

$$Cv (Sb) = \mathbf{0,36921 \text{ mg.l-1}}$$

$$Cp (Sb) = Cv - Ct$$

$$Cp (Sb) = 0,36921 - 0,369 = \mathbf{0,00021 \text{ mg.l-1}}$$

$$\text{Nameraná hodnota Sb po zmiešaní} = \mathbf{0,261 \text{ mg.l-1 (POPV-7)}}$$

$$Bk (Sb) = 0,438192 \text{ kg.rok-1}$$

$$Cv(As) = \mathbf{0,10068 \text{ mg.l-1}}$$

$$Cp (As) = Cv - Ct$$

$$Cp (As) = 0,10068 - 0,1 = \mathbf{0,00068 \text{ mg.l-1}}$$

$$\text{Nameraná hodnota As po zmiešaní} = \mathbf{0,093 \text{ mg.l-1 (POPV-7)}}$$

$$Bk (As) = 0,926 \text{ kg.rok-1}$$

# OBSAHY VYBRANÝCH ANORGANICKÝCH ZNEČIŠŤUJÚCICH LÁTKOK VO VZORKÁCH POVRCHOVÝCH VÔD

vzorka	As_1	As_2	Sb_1	Sb_2	Zn_1	Zn_2	Cd_1	Cd_2	Fe_1	Fe_2
POPV -1	2	3	< DL	< DL	12	5	< DL	< DL	0,21	0,21
POPV -2	< DL*	2	154	133	16	< DL	< DL	< DL	0,18	0,08
POPV -3	< DL	3	119	199	12	< DL	< DL	< DL	0,15	0,18
POPV -4	46	10	313	306	130	55	< DL	< DL	2,76	0,25
POPV -5	17	51	144	275	809	48	3	< DL	22,85	0,58
POPV -6	23	100	278	369	75	58	< DL	< DL	1,09	0,79
POPV -7	42	93	285	261	51	49	< DL	< DL	0,84	0,58
POPV -8	14	57	201	173	19	18	< DL	< DL	1,41	1,63
POPV -9	2	2	5	5	6	7	< DL	< DL	0,45	0,63
POPV -10	3	3	9	8	13	6	< DL	< DL	0,42	0,66
MH NV 269/2010	50 µg/l		25 µg/l		1000 µg/l		5 µg/l		2 mg/l	



**Materiálová bilancia transportu kontaminantov v povrchovej vode  
vo forme suspenzií (pevná fáza, Fe oxyhydroxidy, frakcia nad 0,45 µm)**

	suspenzia (g.l <sup>-1</sup> )	prietok (l.s <sup>-1</sup> )	transport (kg denne)	transport (kg ročne)	Sb (g/kg)	As (g/kg)	ročne Sb (kg)	ročne As (kg)
Agnes	0,0025	5	0,54	197,10	14	58	2,76	11,43
Olšava pod Agnes	0,01	26,4	11,40	4162,75	14	58	58,28	241,44

**Obsahy As a Sb boli použité z analýzy okrového sedimentu**

# Závery pre lokalitu EZ Poproč

- Veľké množstvo kontaminantov v prostredí
- Preukázané riziko šírenia znečistenia
- Preukázané zdravotné riziko, najmä pitím vody zo studní
- Najnebezpečnejšie kontaminanty As a Sb
- Úplná sanácia nemožná
- Zabezpečiť ochranu ľudského zdravia – opätovné zdôraznenie využívania podzemných vôd, BOZP pre pracovníkov miestnych lesov

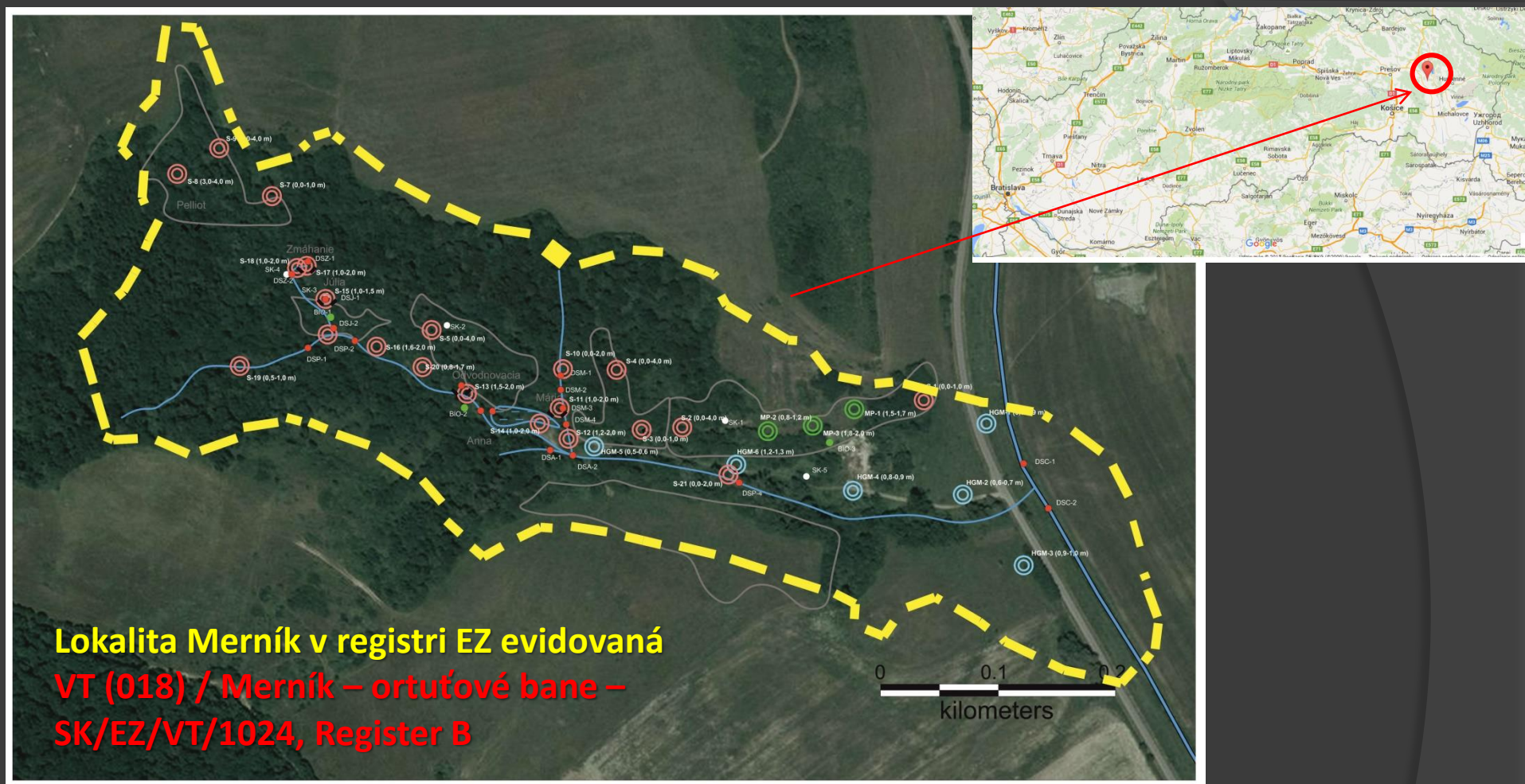


# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*



## **Prieskum environmentálnej záťaže VT (018) / Merník – ortuťové bane – SK/EZ/VT/1024, Register B**

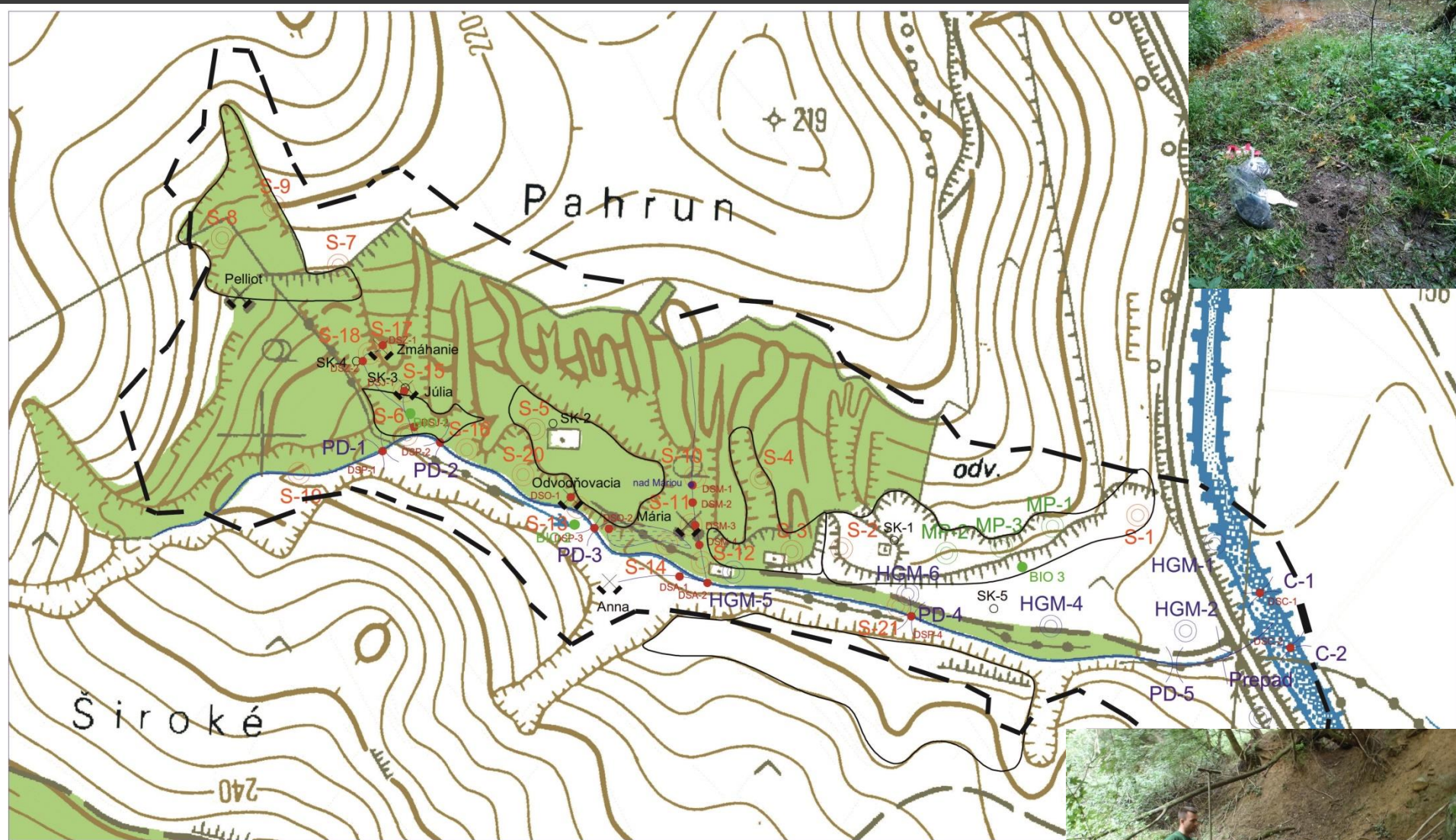


**Opustené Hg ložisko Merník je situované v Prešovskom kraji (okr. Vranov n/Topľou), od obce Merník vzdialené asi 1,3 km JZ, je situované na konci údolia „Potkania debra“.**

**Ložisko je známe od konca 17. storočia, najintenzívnejšia exploatacia ložiska prebiehala od r. 1923 s maximálnou ťažbou v rokoch 1935 – 36 (32 t kovu). Z dôvodu vyčerpania zásob došlo v roku 1937 k definitívnemu zastaveniu prevádzky a v roku 1940 k zatopeniu bane.**



# Lokalizácia odberových miest

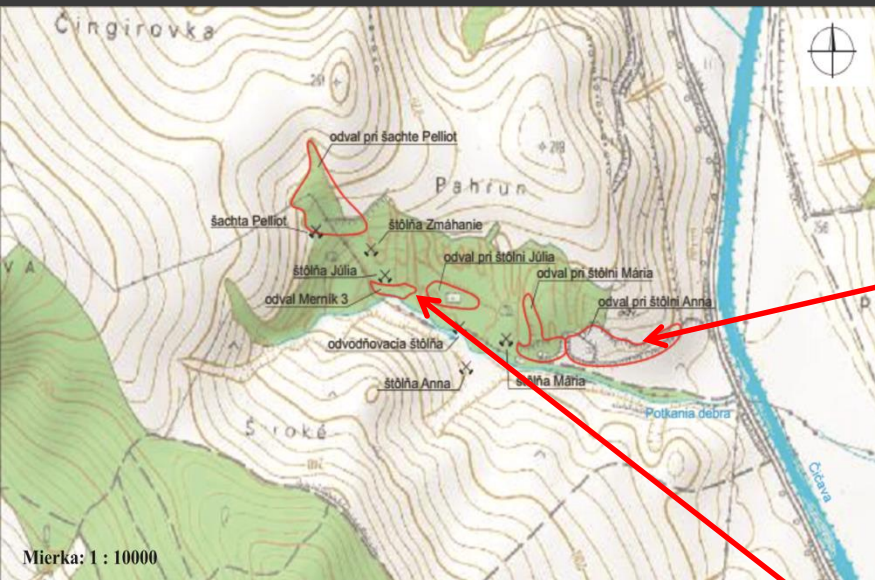


**21 KOPANÝCH SOND - ZEMINY**  
**3 NEVYSTROJENÉ VRTY**  
**6 HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOV**

**10 MONITOROVACÍCH BODOV**  
**- POVRCHOVÉ VODY A RIEČNE SEDIMENTY**  
**5 VÝTOK ZO ŠTÔLNÍ**



# voľne deponované ťažobné odpady na odvaloch



štôľňa Mária a odval pri štôľni (ø výška odvalu 35 m, plocha 32000 m<sup>2</sup>)

Pelliot šachta a odval pri šachte (ø výška odvalu 10 m, plocha 8000 m<sup>2</sup>)

štôľňa Zmáhanie

Júlia štôľňa (cca 2500 m chodieb) a odval pri štôľni (ø výška odvalu 5 m, plocha 2000 m<sup>2</sup>)

Odvodňovacia štôľňa a odval

štôľňa Anna a odval pri štôľni (ø výška odvalu 35 m, plocha 30 000 m<sup>2</sup>)

odval Merník 3 (ø výška 1 m, plocha 1000 m<sup>2</sup>).



# GEOLOGICKÉ OSOBITOSTI LOKALITY MERNÍK

## TVORBA OKROV

Zvýšené obsahy  $Fe_{\text{celk.}}$  a Fe vo forme pevných/koloidných fáz (Fe-oxyhydroxidy) vo vodách zo štôlní, spôsobujú precipitáciu Fe-okrov v priľahlých terénnych depresiách. Fe-okre môžu predstavovať transportné médium pre kontaminanty (Hg, Sb). Obsahy Fe vo vodách prekračujú MH cca 10x ( $Fe_{\text{max}}$  vo výtoku štôlne „Júlia“ 20,2 mg/l).



## „SERPENTINICKÉ PÔDY“

Vysoké obsahy Ni v zeminách EZ Merník majú geogénny pôvod a sú dané zvetrávaním substrátov zubereckého súvrstvia s podielom ultrabázických hornín (mernické zlepenca s Ni-Co mineralizáciou obliakov ultrabázik mernického zlepenca). Ich zvetrávaním vznikajú tzv „serpentinické pôdy“, ktoré sú typické vysokými obsahmi Ni a Cr v širokej oblasti flyšového pásma s výskytom zubereckého súvrstvia a šambrónskej zóny.

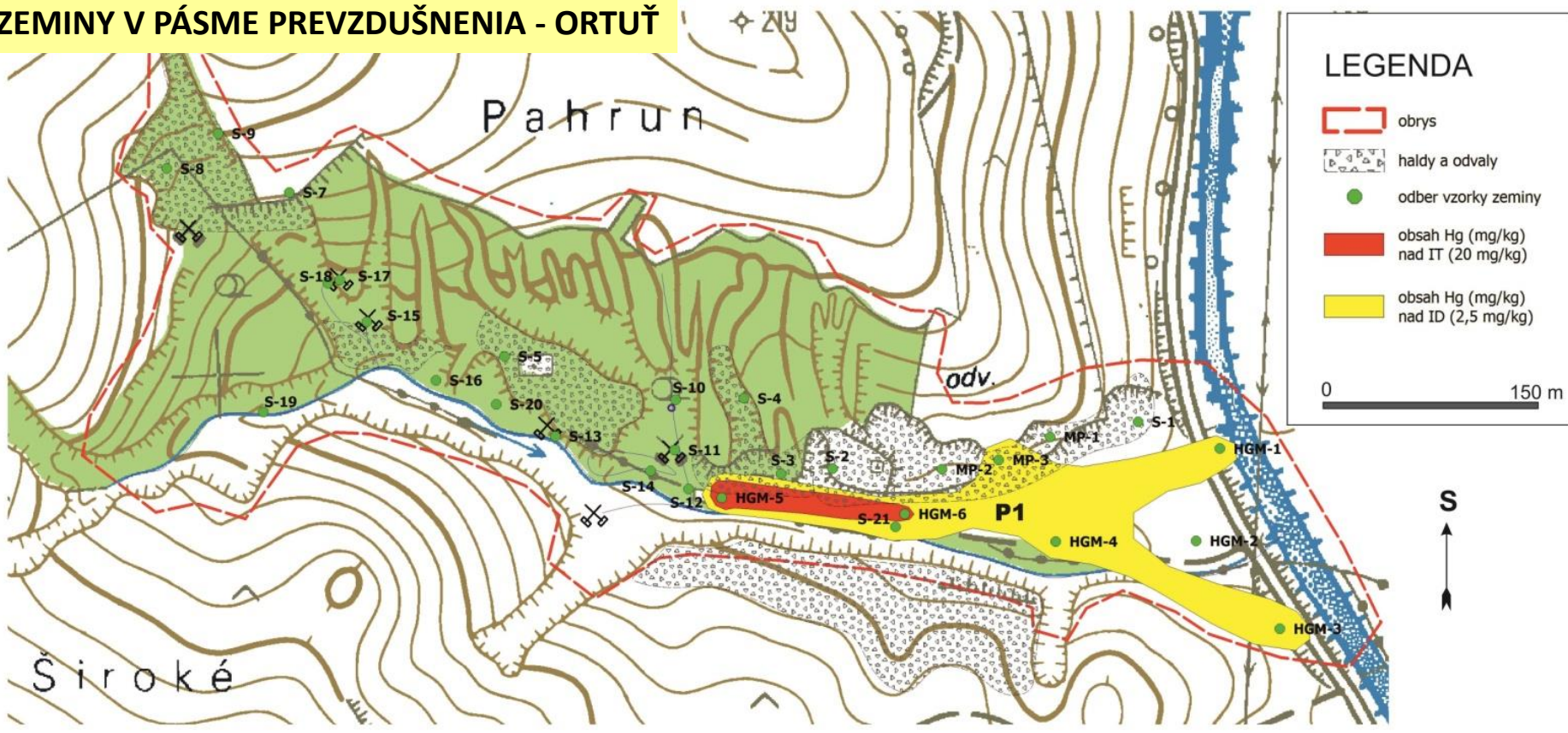


# DISTRIBÚCIA KONTAMINANTOV V ZLOŽKÁCH ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

## PÔDY A ZEMINY

V prípade Hg boli prekročené hodnoty IT limitu ( $IT_{Hg} = 20 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) vo vzorkách zemín odvalov pred štôľňami „Mária“ a „Anna“ - vo vrtoch HGM-5 ( $53,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) a HGM-6 ( $32,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) - situované v blízkosti najdôležitejších častí priestoru ťažobného a úpravárenského podniku

## ZEMINY V PÁSME PREVZDUŠNENIA - ORTUŤ



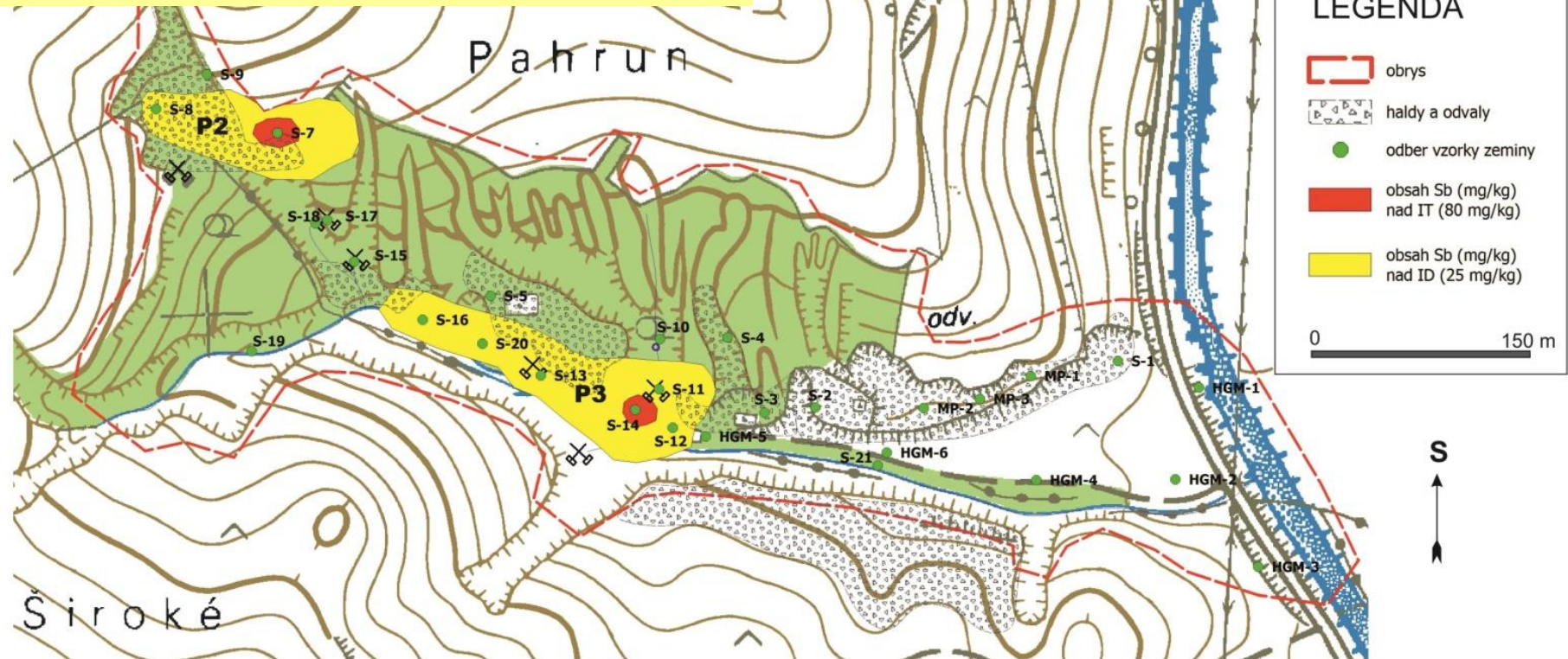
# DISTRIBÚCIA KONTAMINANTOV

## PÔDY A ZEMINY

**Vysoké obsahy Ni (geogénny pôvod Ni)** sú dané zvetrávaním substrátov zubereckého súvrstvia (s podielom ultrabázických hornín) - prekročenie  $IT_{Ni} = 500 \text{ mg/kg}$ , s maximom ( $Ni_{max} = 1471 \text{ mg/kg}$ ).

**Zvýšené obsahy Sb** v pásme prevzdušnenia odrážajú zvetrávanie sekundárnej mineralizácie viazanej na samotné ložisko Hg - vo vzorkách zemín odvalov pred štôľňami Júlia, Mária, Odvodňovacia, Pelliot (nad eróznou ryhou celého dobývacieho priestoru).

## ZEMINY V PÁSME PREVZDUŠNENIA - ANTIMÓN



# ZÁVERY PRE LOKALITU EZ MERNÍK – ORTUŤOVÉ BANE

Na základe analýzy rizika vypracovanej v zmysle Smernice MŽP SR č. 1/2015-7 pre lokalitu EZ Merník môžeme preukázať nasledovné závery a odporúčania:

- na lokalite je prítomné environmentálne riziko znečistenia zemín v kontaktnej (biologickej) zóne
- na lokalite nie je prítomné environmentálne riziko zo šírenia sa znečistenia podzemnou vodou
- znečistenie podzemnej vody ortuťou a antimónom na lokalite predstavujú bodové prekročenia limitov a nevytvárajú preto riziko pre povrchové vody (podzemné vody prestupujúce do povrchového recipientu),
- na lokalite nie je prítomné zdravotné riziko - nebola identifikovaná žiadna cieľová skupina príjemcov
- hlavným environmentálnym problémom na skúmanej lokalite sú výtoky z opustených banských štôlní, ktoré kontaminujú povrchové vody toku Potkania debra a zároveň okrové zrazeniny, ktoré sa z nich vyzrážajú a sú následne transportované vo forme suspenzie



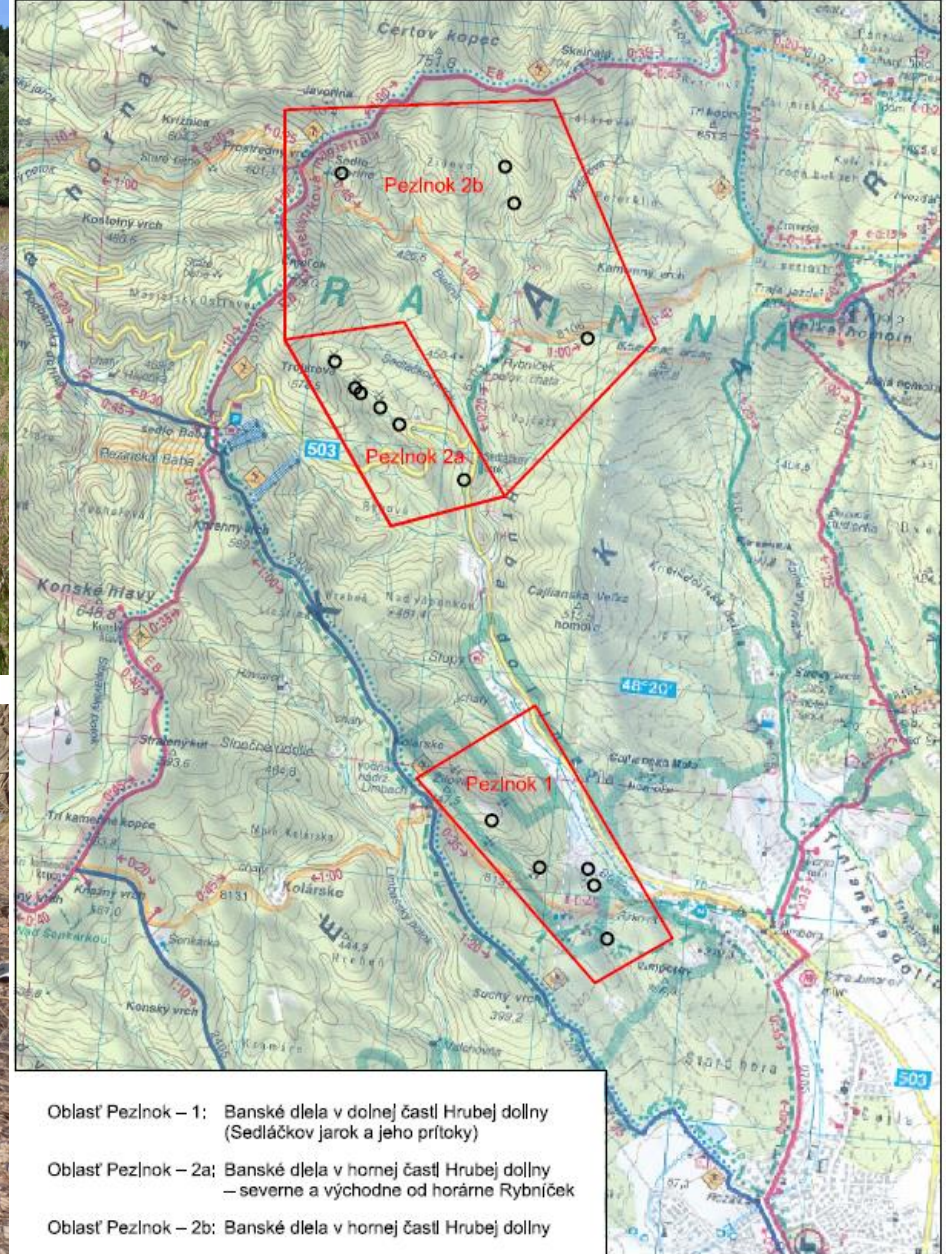
# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*





## **Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk**

(SK/EZ/PK/653, SK/EZ/PK/654, SK/EZ/PK/656)



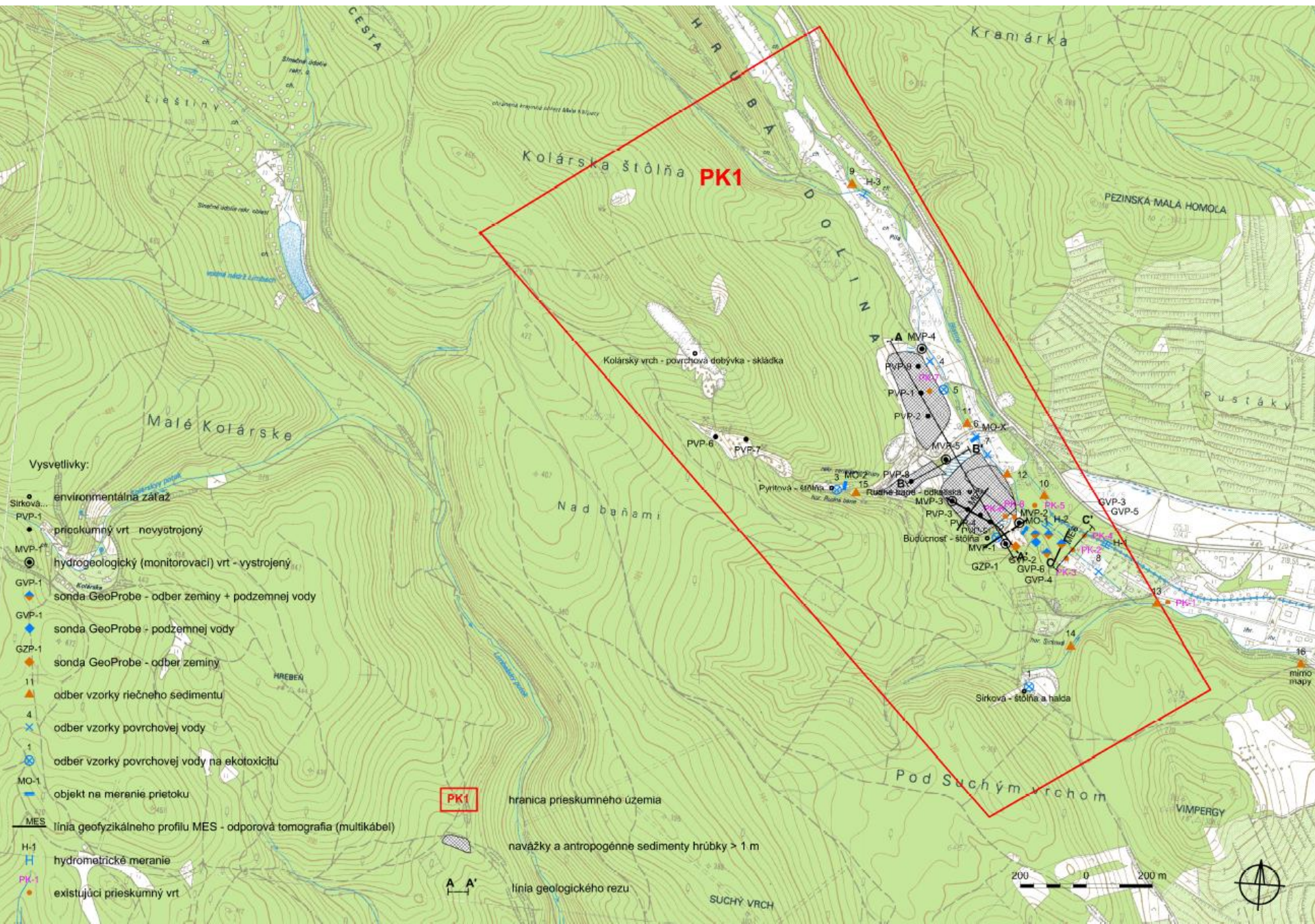
Vysvetlivky:

-  hranice skúmaného územia
-  environmentálna záťaž





# Mapa dokumentačných bodov, oblasť PK 1



# Odkalisko sever




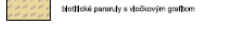
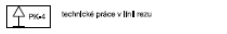


# Odkalisko juh

Vysvetlivky ku geologickým rezom

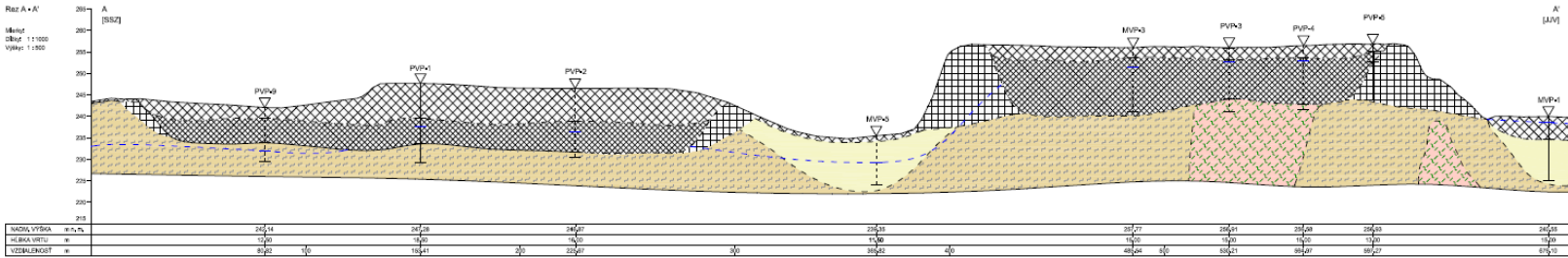
Kvartér

-  antropogénne nadväzka
-  stáročný násep, hriada
-  obilný kol
-  škvŕňové sedimenty voľkú Borúľčieho nesúdržne usporiadané a súdry

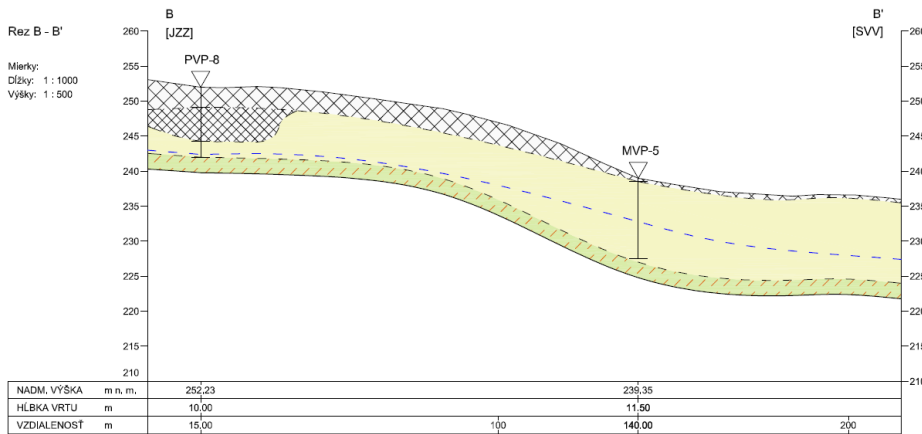
Staršie paleozoikum

-  masivná křídová íľina s podklad metamorfizovan a metamórf (dŕavý komol)
-  íľnité íľiny
-  íľnité pánny s škvŕňovým grafitom
-  technické práce v íľe nazu
-  technické práce v íľe nazu
-  geologické hranice zistené a prepocítané
-  nameraná hladina podzemnej vody

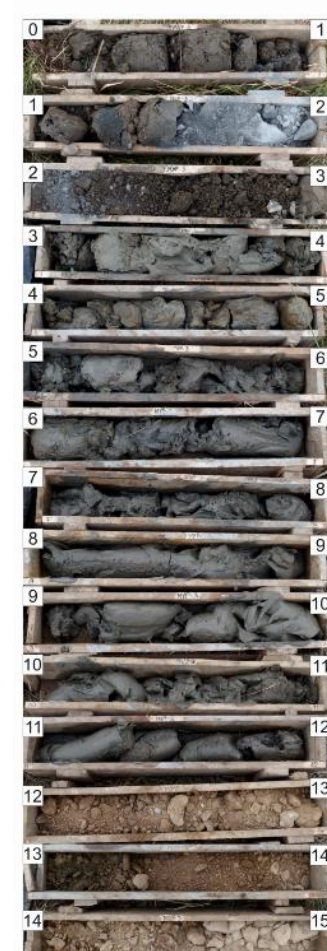
PVP-8



Príloha A3.2 Geologický rez B - B'



PVP-3

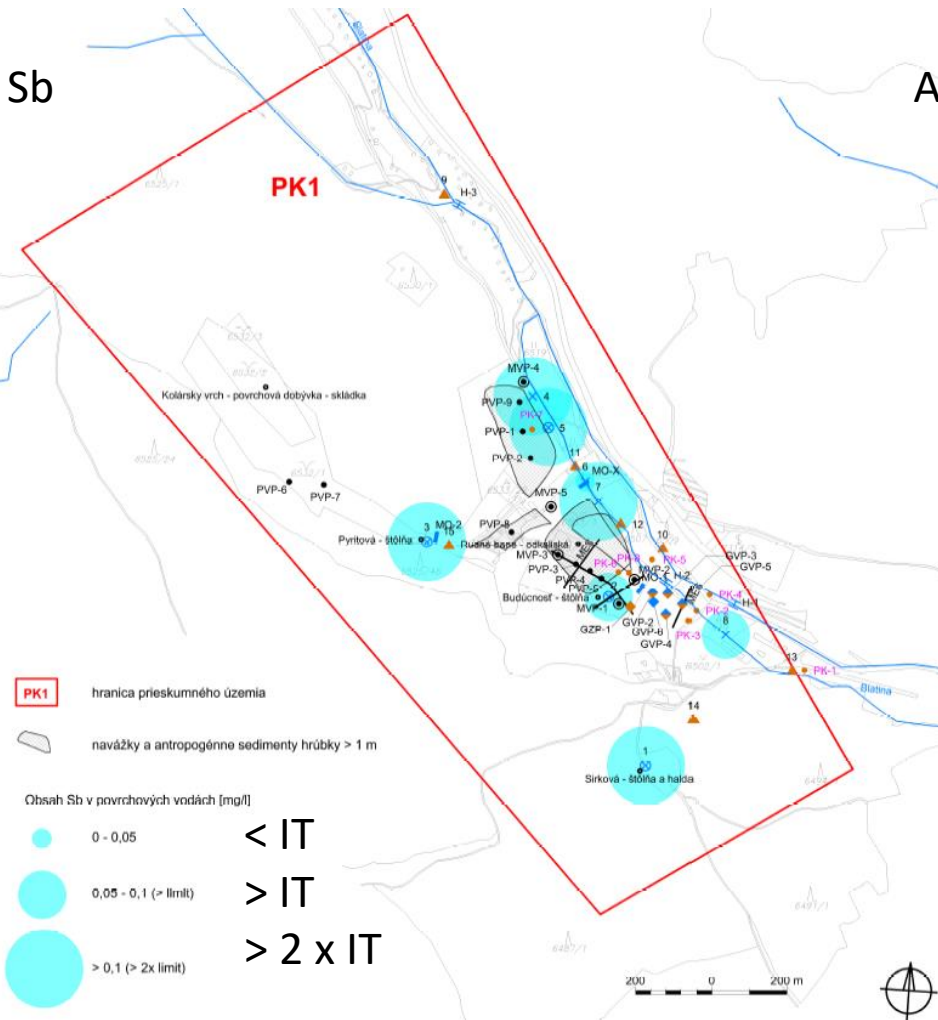


PVP-8

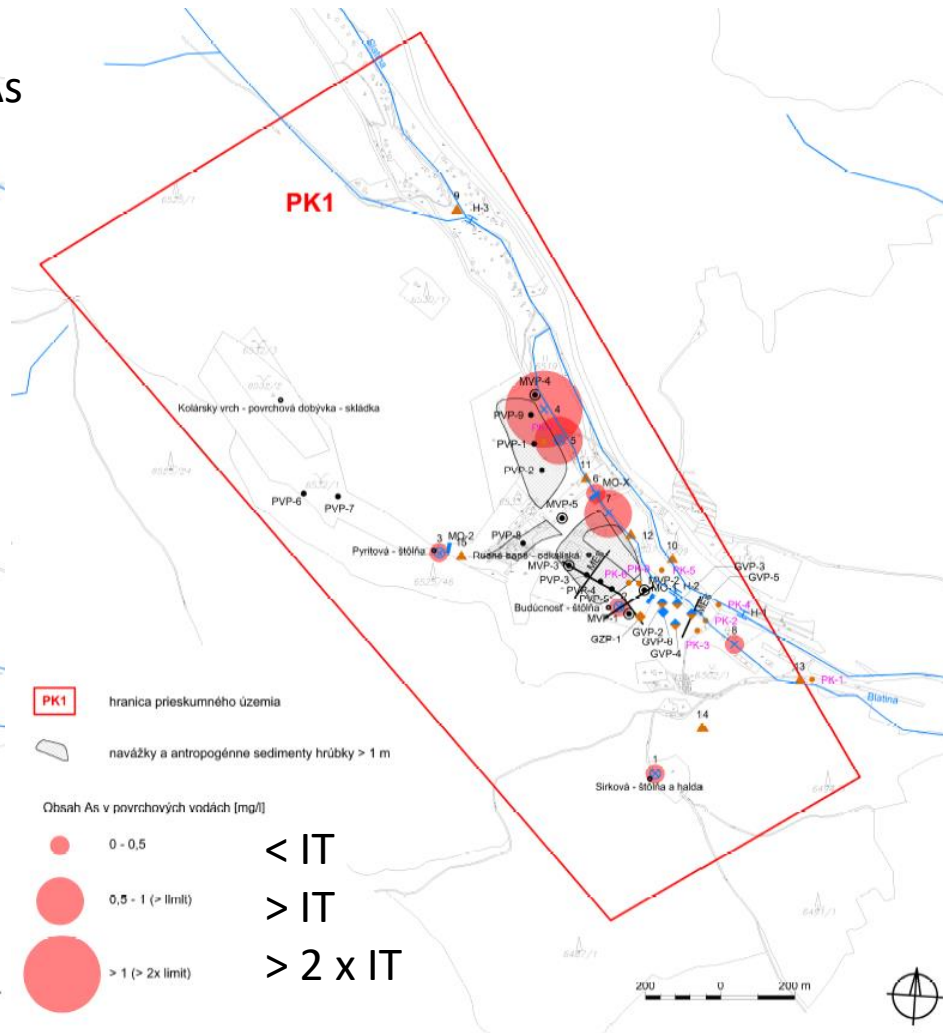


# Distribúcia Sb a As v povrchovéch vodách, oblasť PK 1

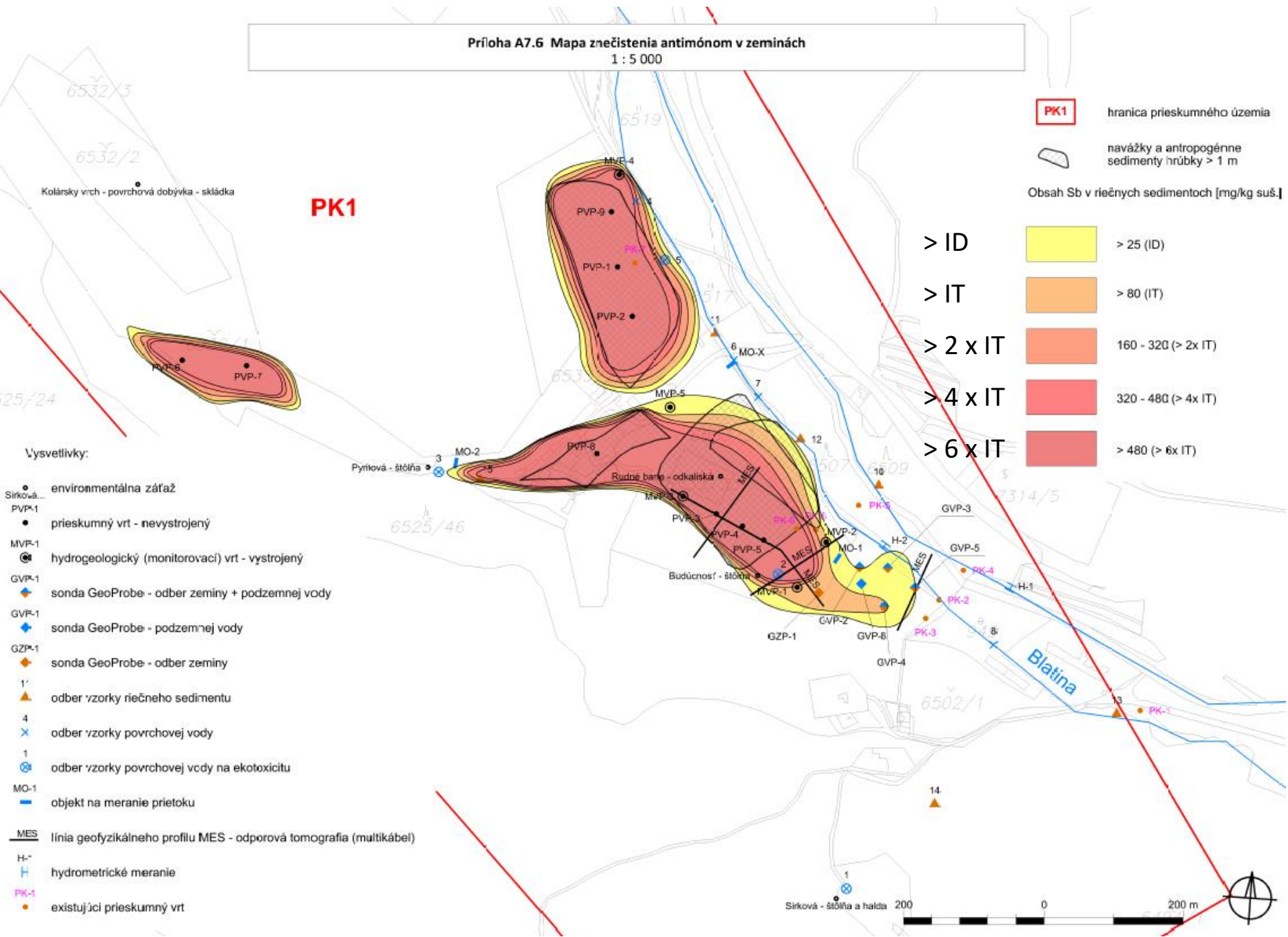
Sb



As



Príloha A7.6 Mapa znečistenia antimónom v zeminách  
1 : 5 000



PK1

- PK1 hranica prieskumného územia
- navážky a antropogénne sedimenty hrúbky > 1 m

Obsah Sb v riečnych sedimentoch [mg/kg suš.]

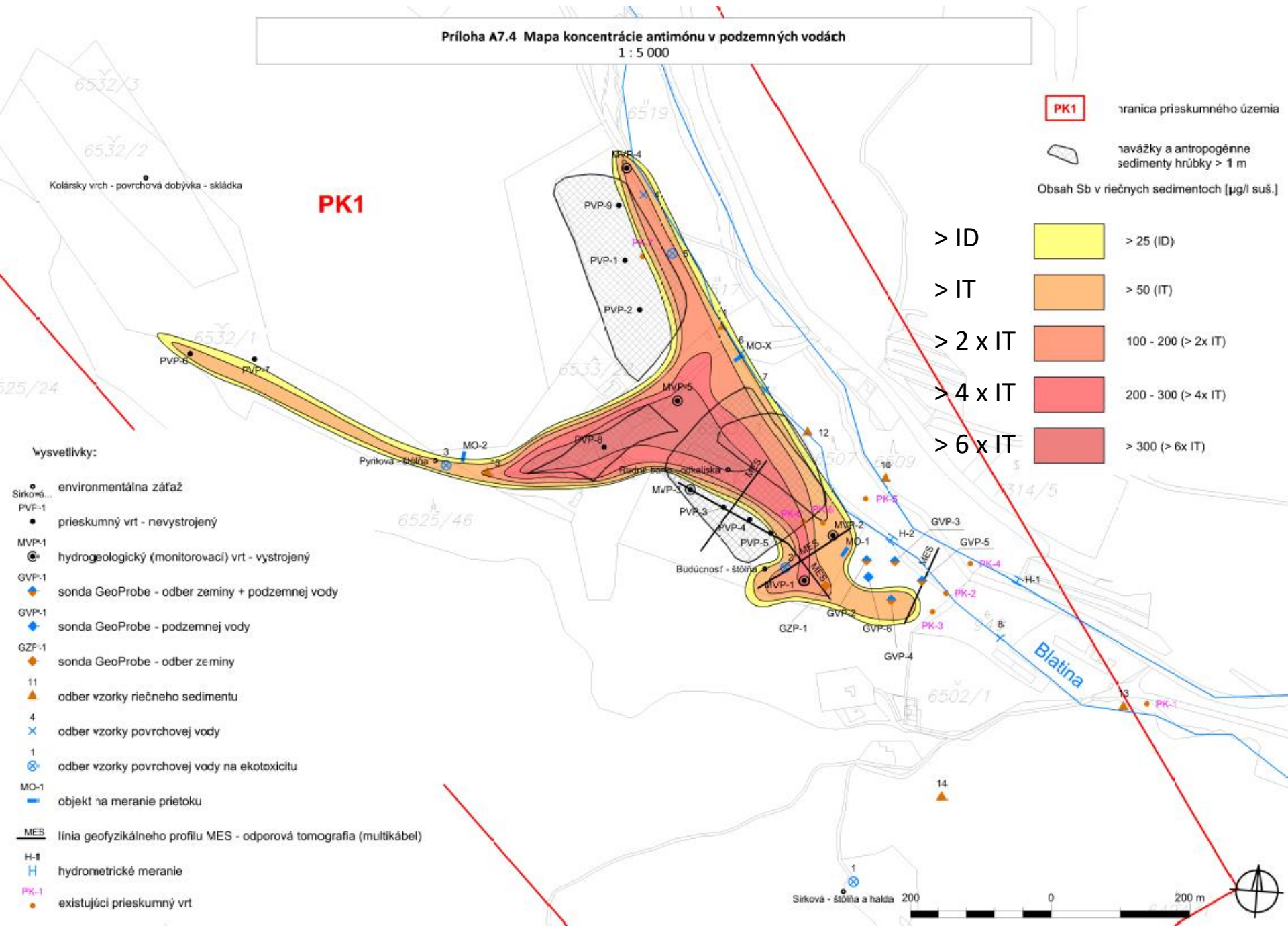
- > ID  > 25 (ID)
- > IT  > 80 (IT)
- > 2 x IT  160 - 320 (> 2x IT)
- > 4 x IT  320 - 480 (> 4x IT)
- > 6 x IT  > 480 (> 6x IT)

Vysvetlivky:

- environmentálna záťaž
- PVP-1 Sirková...
- prieskumný vrt - nevystrojený
- MVP-1 hydrogeologický (monitorovací) vrt - vystrojený
- GVP-1 sonda GeoProbe - odber zeminy + podzemnej vody
- GVP-1 sonda GeoProbe - podzemnej vody
- GZP-1 sonda GeoProbe - odber zeminy
- 1' odber vzorky riečneho sedimentu
- 4 odber vzorky povrchovej vody
- 1 odber vzorky povrchovej vody na ekotoxicitu
- MO-1 objekt na meranie prietoku
- MES línia geofyzikálneho profilu MES - odporová tomografia (multikábel)
- H- hydrometrické meranie
- PK-1 existujúci prieskumný vrt



Príloha A7.4 Mapa koncentrácie antimónu v podzemných vodách  
1 : 5 000



## Záver analýzy rizika

**Environmentálne riziká** hodnotené pre **As** a **Sb** v biologickej kontaktnej zóne pre územie znečistené ukladaním ťažobných odpadov **potvrdil riziko znečistenia pôd a zemín** – materiál odkaliska, hald flotačného kalu a banských hald. Na posúdenie environmentálneho rizika boli použité hodnoty pre skupinu využitia územia č. **3** – Stavby, priemysel, infraštruktúra, nevyužívané lokality.

### Zdravotné riziká

#### **Karcinogénne (As):**

Jednotlivec: ingescia podz. vody:

- obyvateľ (dospelý, adolescenti)
- lesný pracovník

Populácia: ingescia podz. vody a zeleniny

- obyvateľ (dospelý)
- : ingescia závlahovej vody
- obyvateľ (adolescent)

# Záver analýzy rizika

**Zdravotné riziká** hodnotené pre **As** a **Sb**:

**Nekarcinogénne (Sb a As):**

ingescia podz. vody -stav vyžadujúci okamžitý sanačný zásah

- obyvateľ (dospelý, adolescenti)
- lesný pracovník

## Návrh sanácie

- Nakoncentrovanie zdrojov kontaminantov
- Izolácia a drenáž telies odkalísk
- Zvedenie podzemných vôd do sedimentačnej nádrže v kombinácii s prevzdušnením a dosycovaním Fe do roztoku.



# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*



## **Prieskum environmentálnej záťaže Smolník – ťažba pyritových rúd (SK/EZ/GL/237)**





**Rôznofarebné okre vyzrážané na výtoku banskej vody zo šachty Pech a na sútoku s potokom Smolník**



**Obr. č. 53 Sútok potoka Smolník s riekou Hnilec**



**Obr. č. 55 Akumulácia zrážkovej vody na halde metalurgickej trosky**



**Obr. č. 56 Akumulácia zrážkovej vody na halde ťažobného odpadu pri pile v obci Smolnícka Huta**



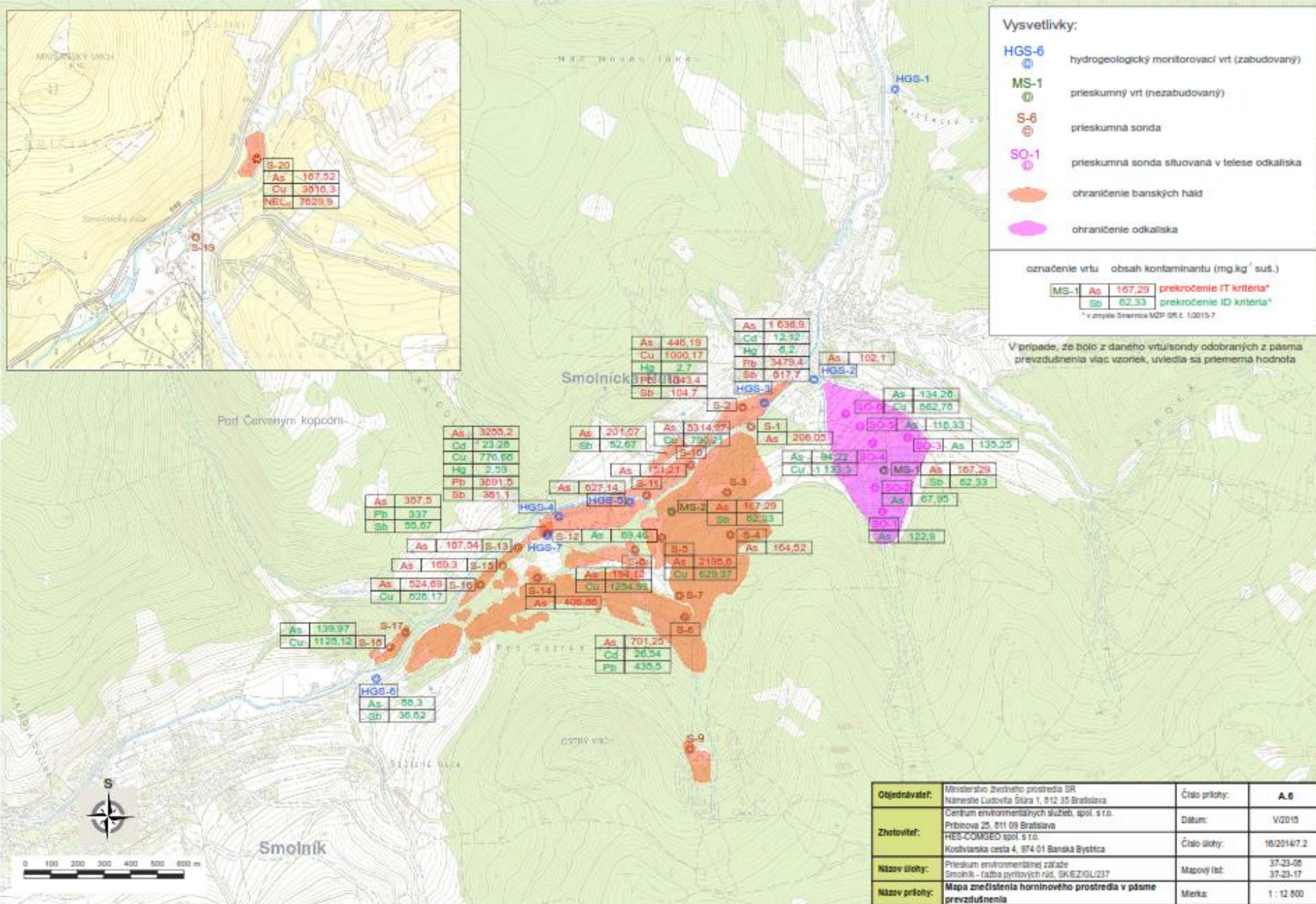
**Obr. č. 57 Rozsiahle závalové pásmo v halde nad starým banským závodom**

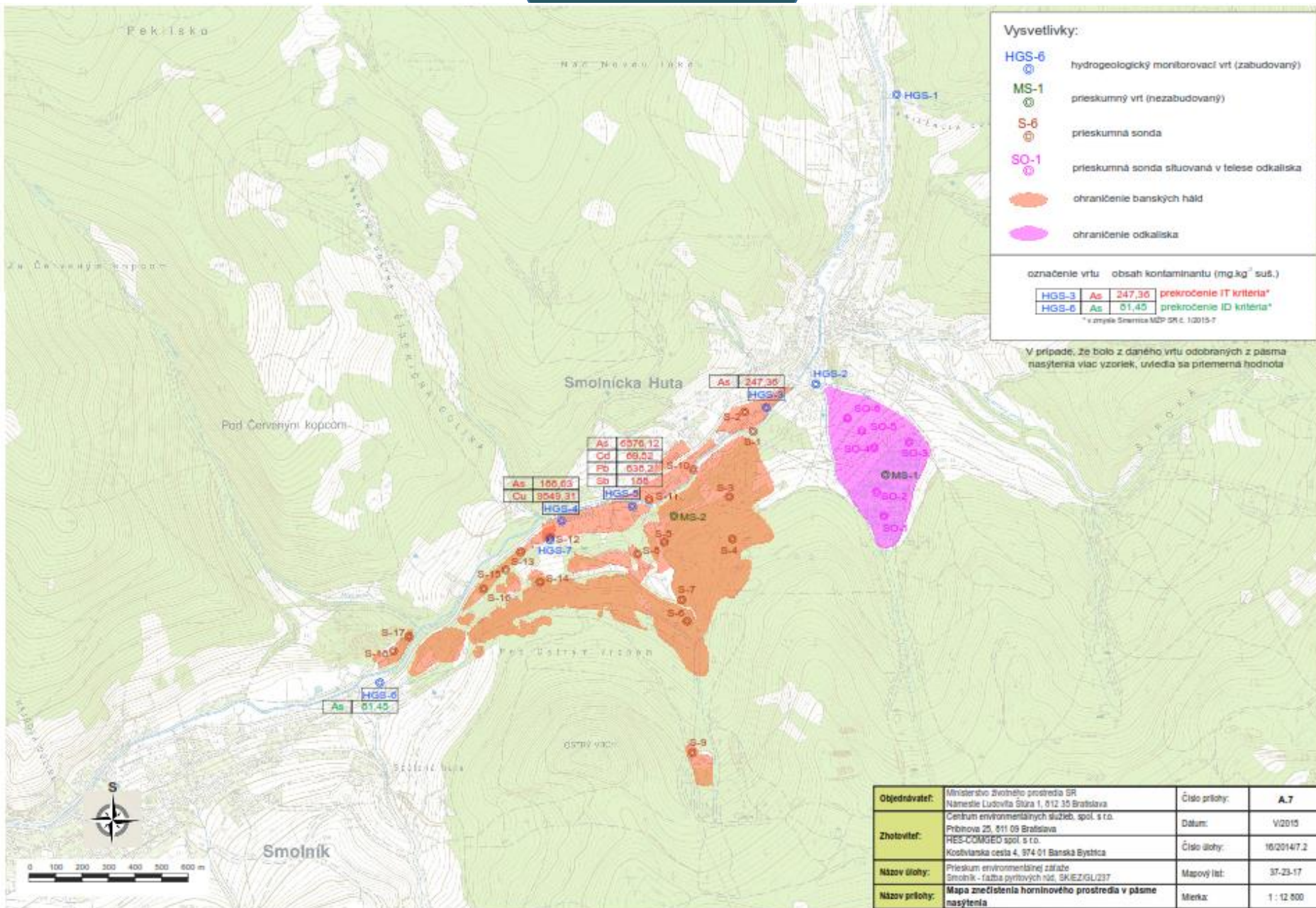


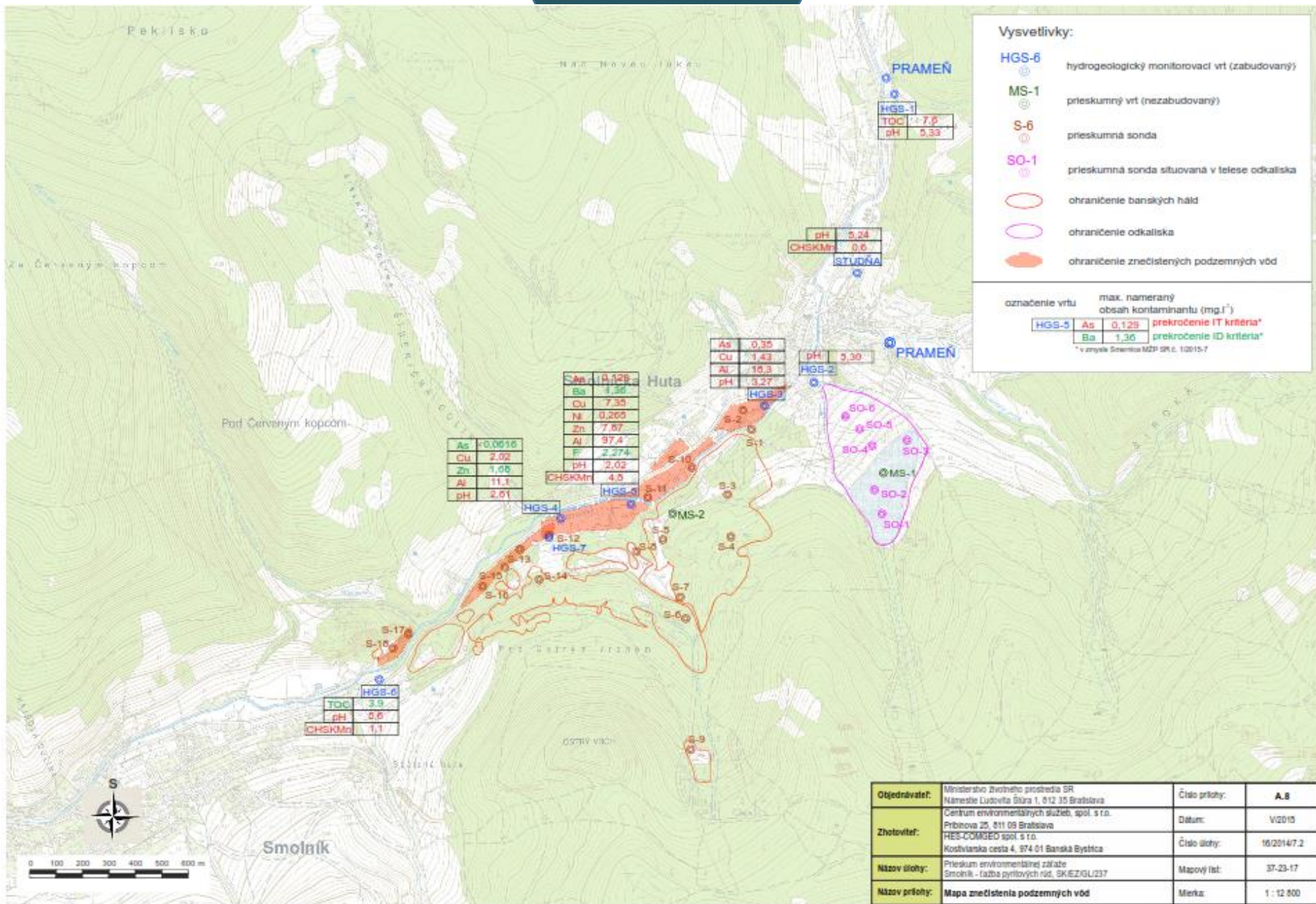
**Obr. č. 29: Vrchná výúst drenážnej vody z odkaliska**

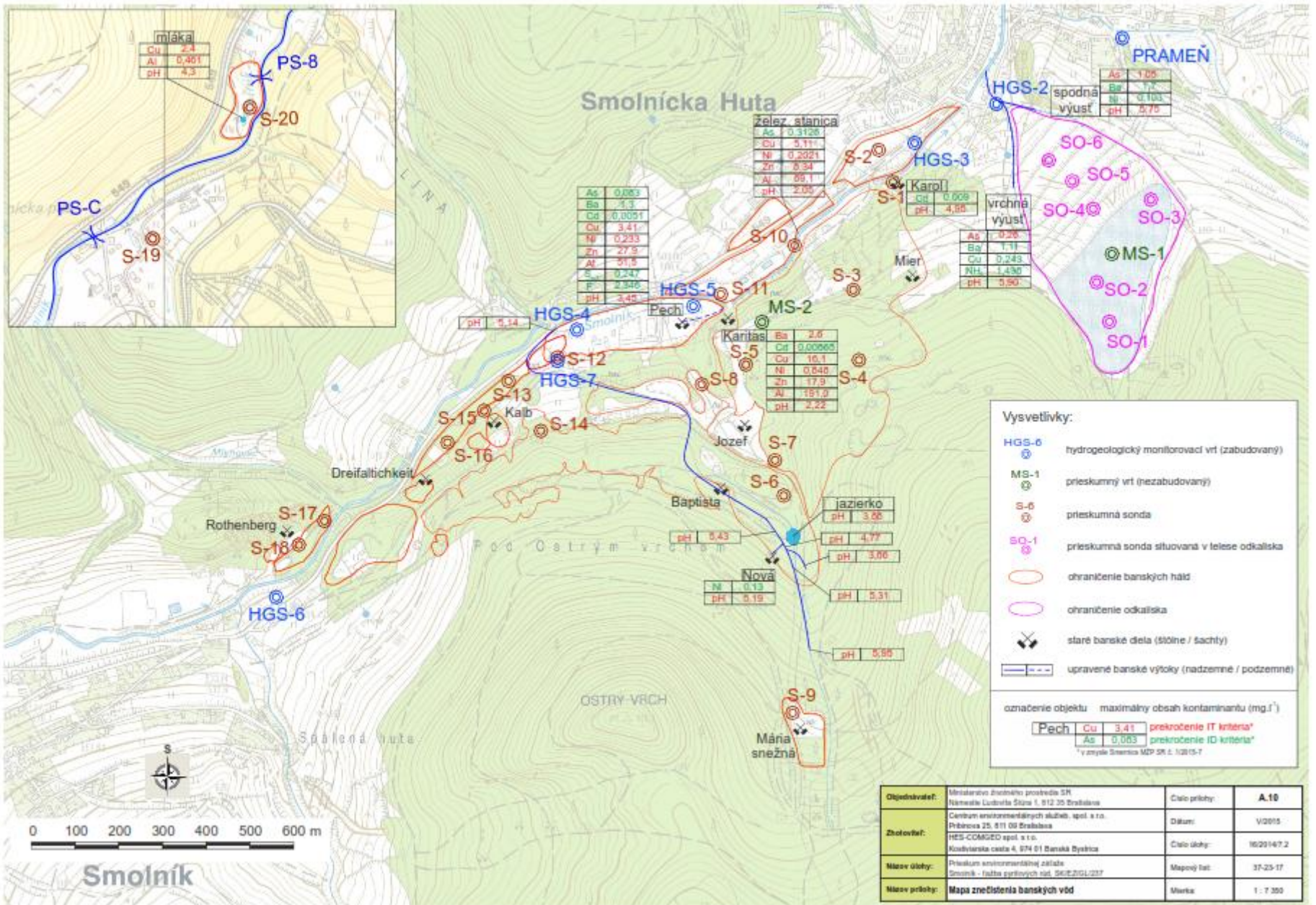


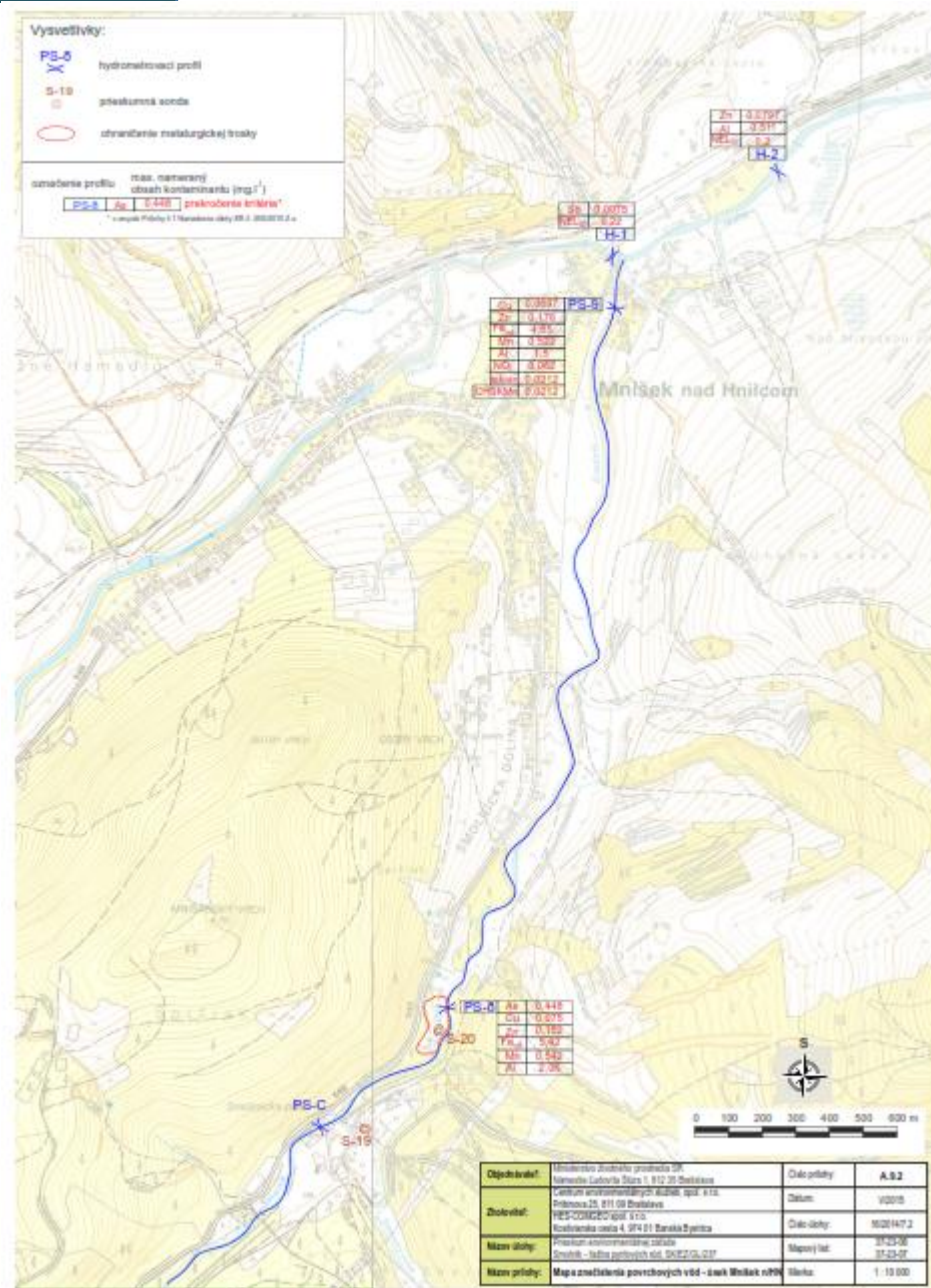
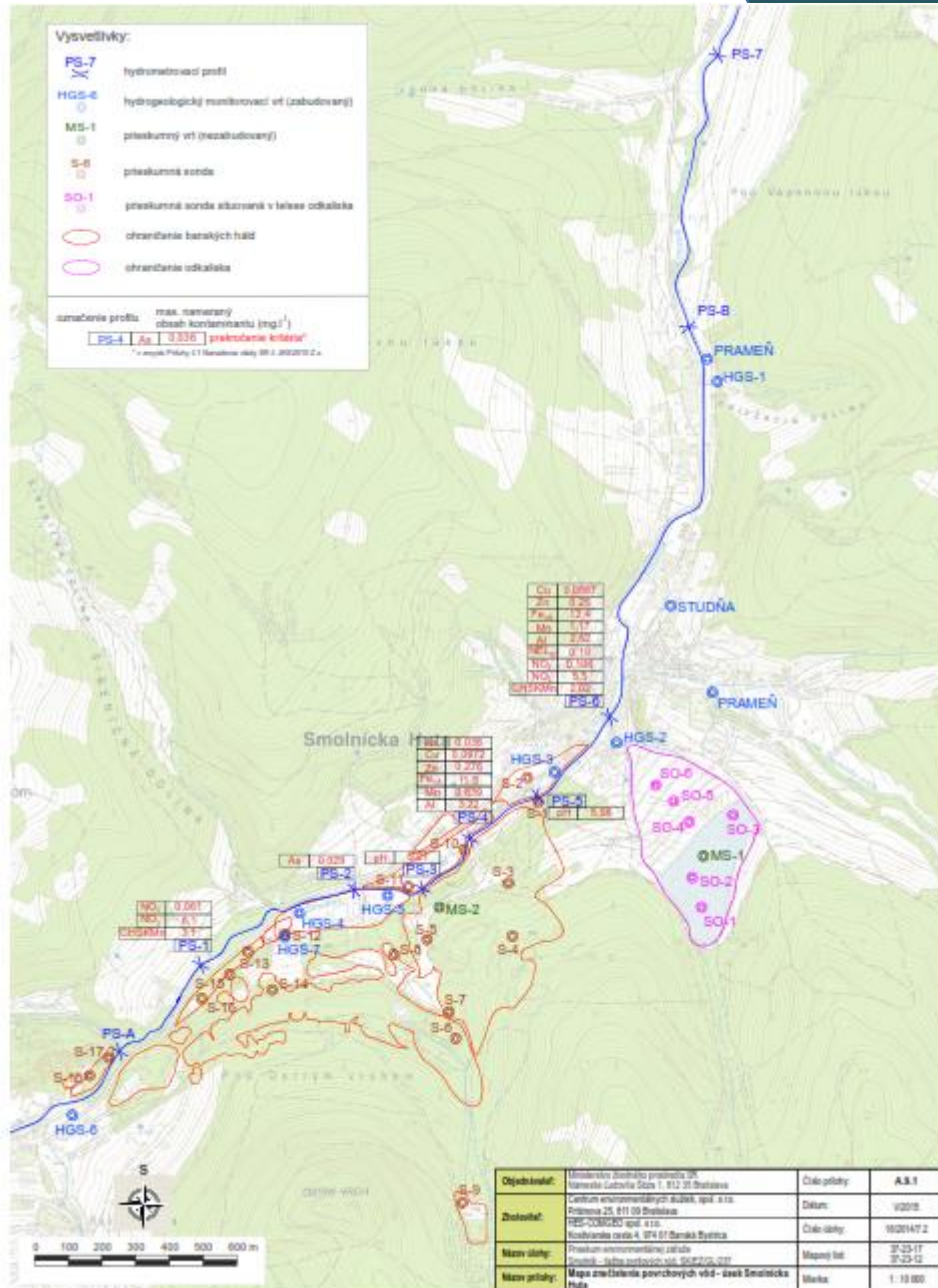
**Obr. č. 30: Spodná výúst drenážnej vody z odkaliska**













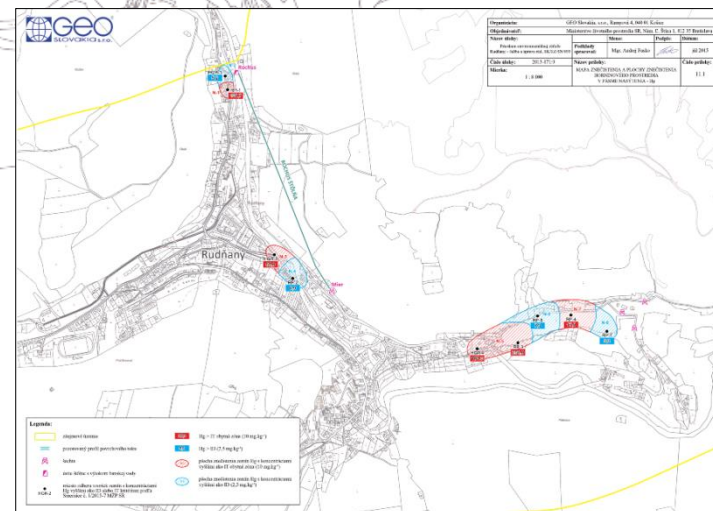
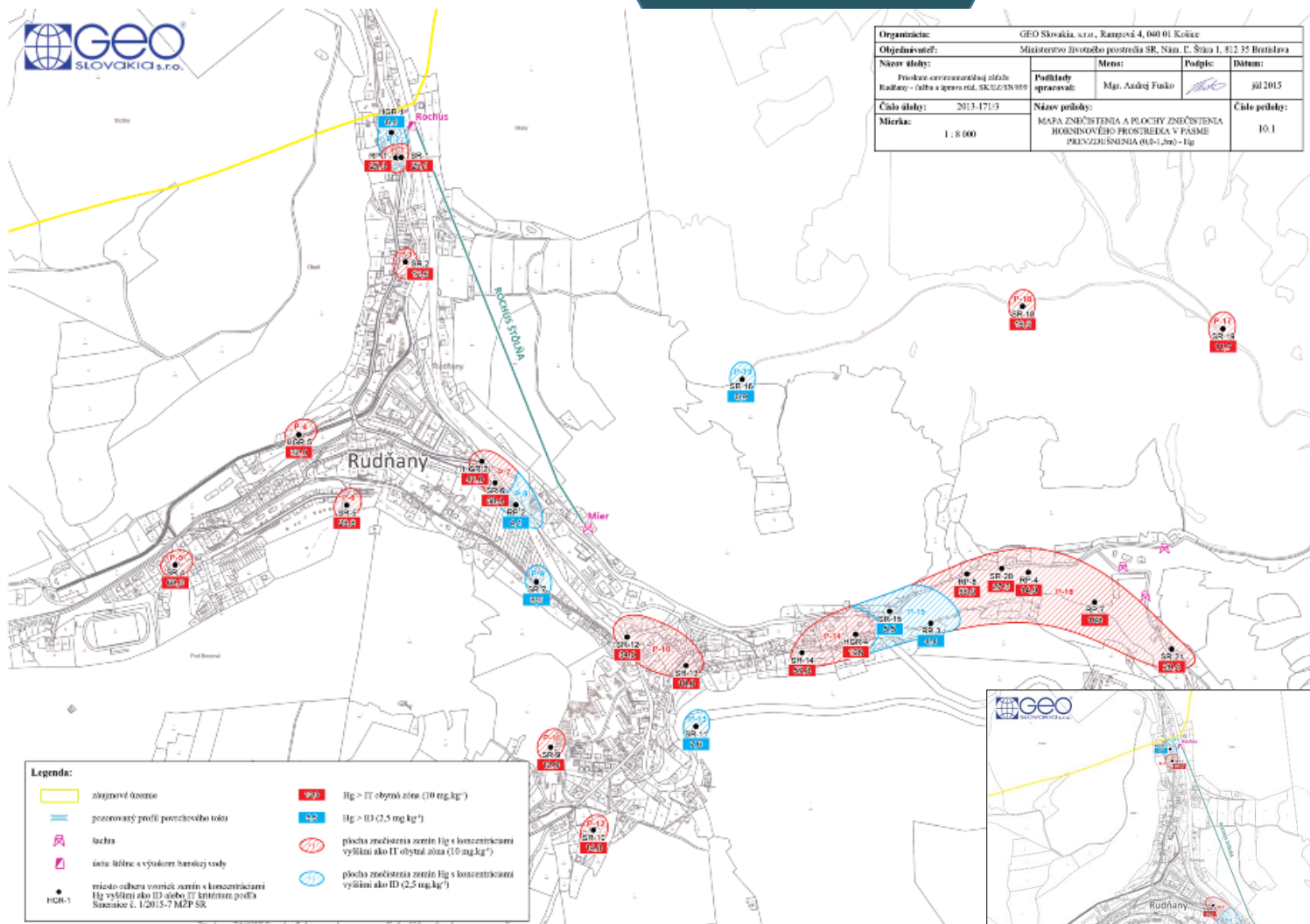
# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*

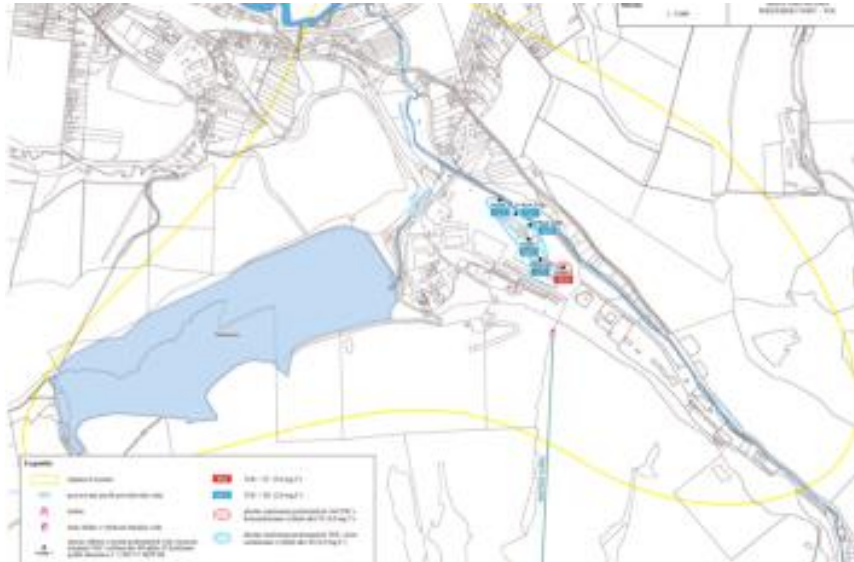
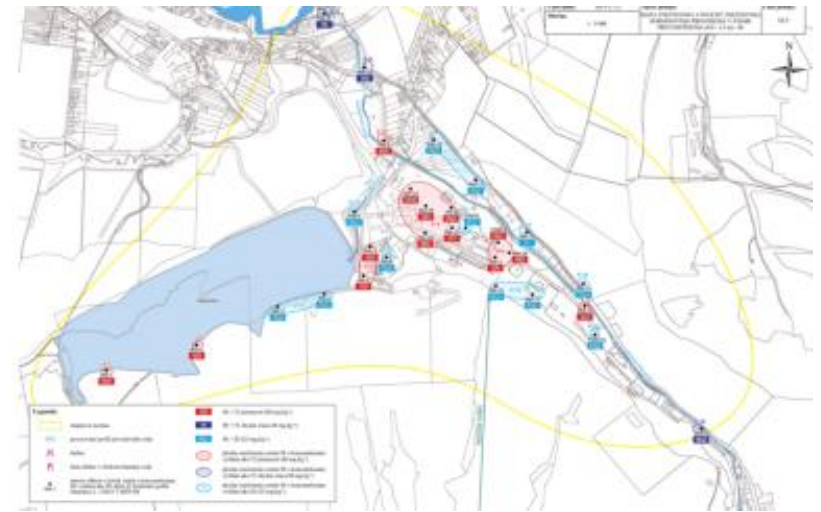
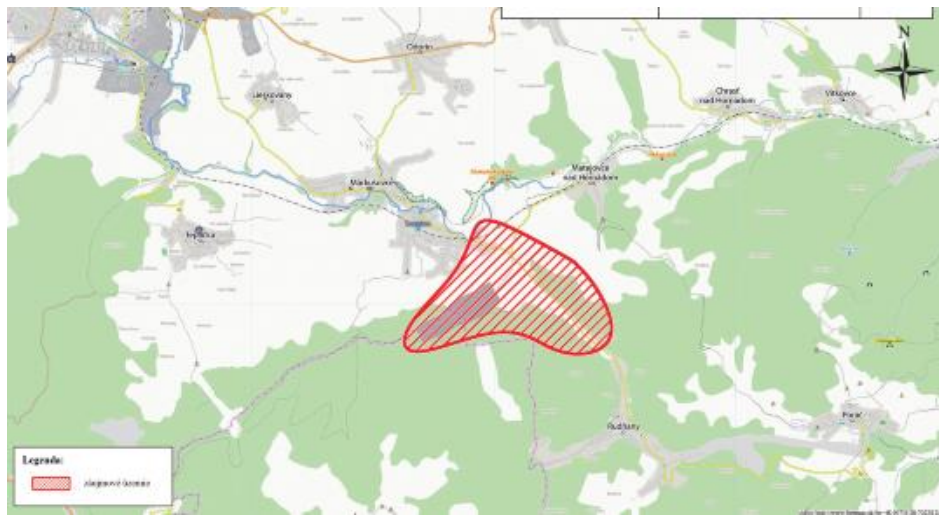


## **Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže SN (006) / Rudňany – ťažba a úprava rúd SK/EZ/SN/899**

Organizácia: GEO Slovakia, s.r.o., Rantová 4, 040 01 Košice			
Objedávateľ: Ministerstvo životného prostredia SR, Nám. Ľ. Štúra 1, 812 35 Bratislava			
Názov úlohy:	Metóda:	Podpis:	Dátum:
Prírodné environmentálny zážitok Radničný - zážitek a igrový súd, SK:ELZ:SN:005	Postupnosť spracovania:	Mgr. Andrej Fialko	júl 2015
Číslo úlohy:	Názov prílohy:	Číslo prílohy:	
2013-171-0	MAPA ZNEČISTENIA A PLOCHY ZNEČISTENIA HORNINOVÉHO PROSTREDIA V PÁSME PRÍROZDURNENIA (045-1-200)-14g	10.1	
Mierka:			
1 : 8 000			









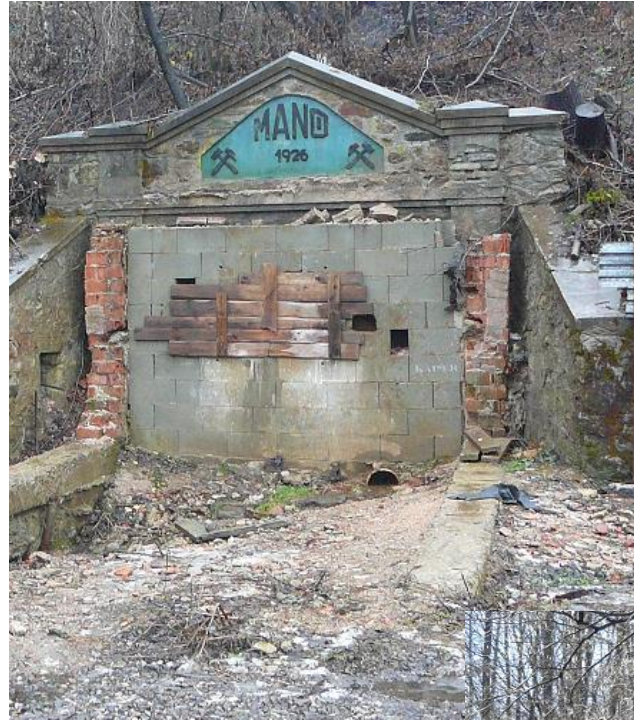
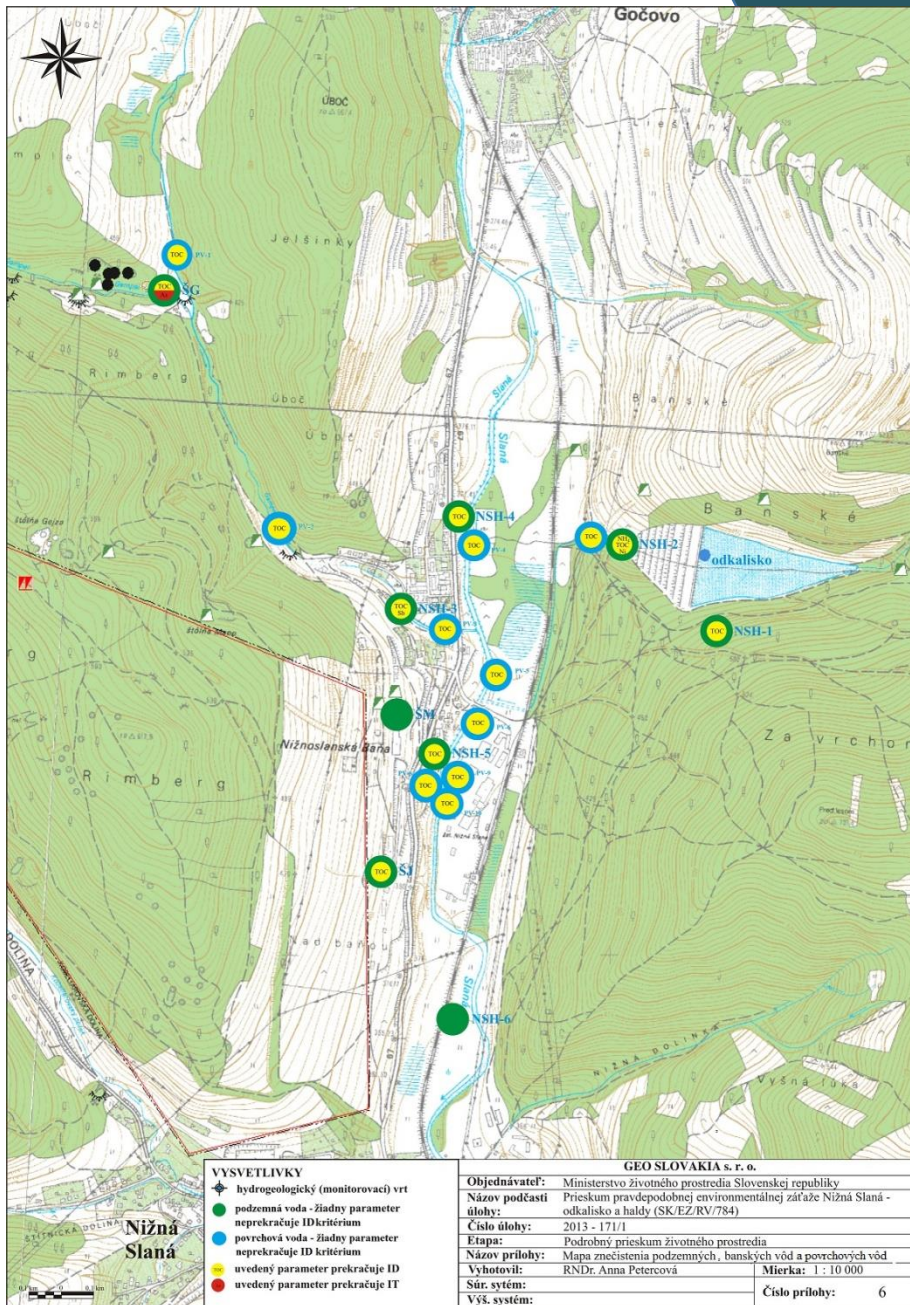
# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*

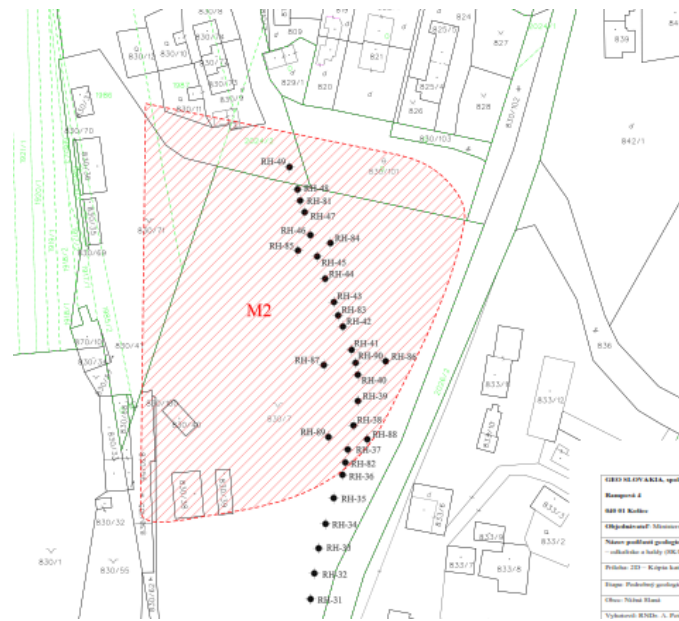
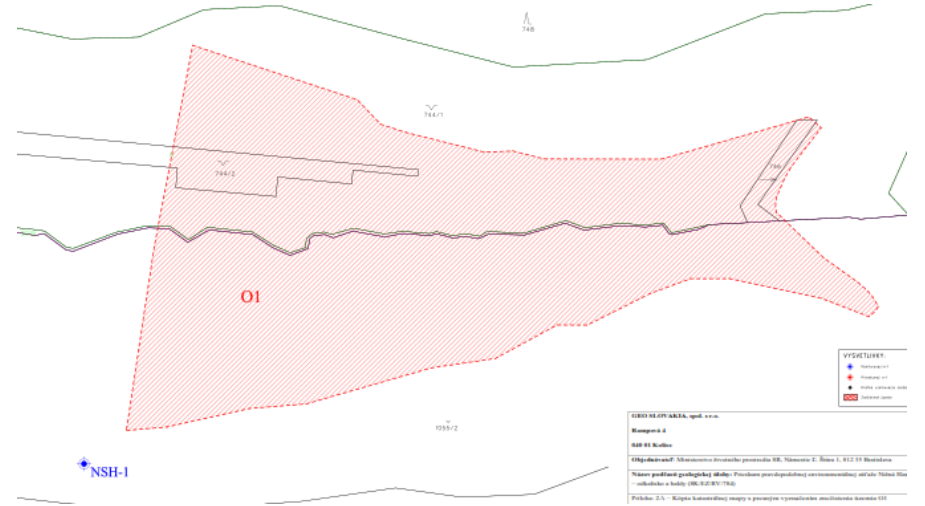


## **Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Nižná Slaná – odkalisko a haldy (RV (010) / Nižná Slaná - banský závod a okolie (SK/EZ/RV/784)**

# Portál štôlne Manó s výtokom banskej vody



## Výtok banskej vody do rieky Slaná





# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*



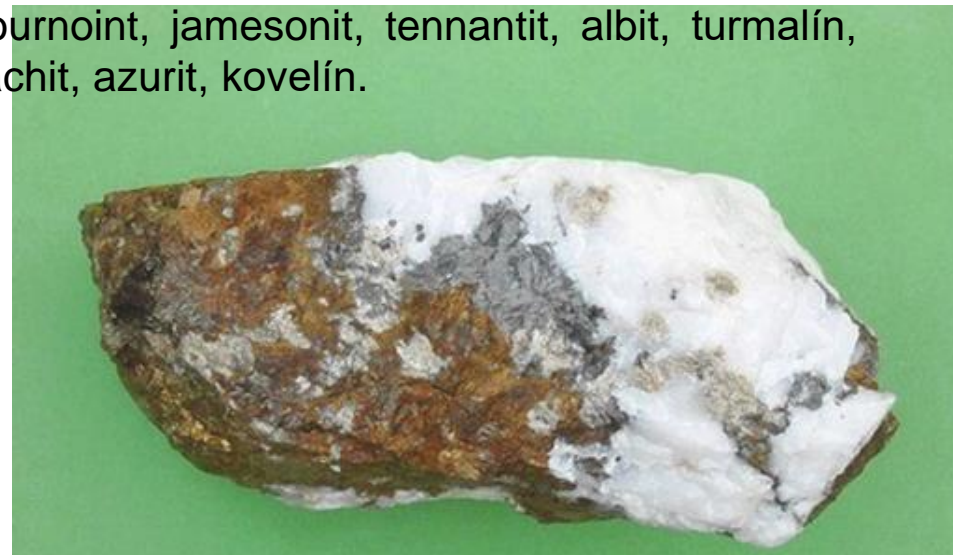
## **Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Slovinky ťažba a úprava rúd (SK/EZ/SN/900)**

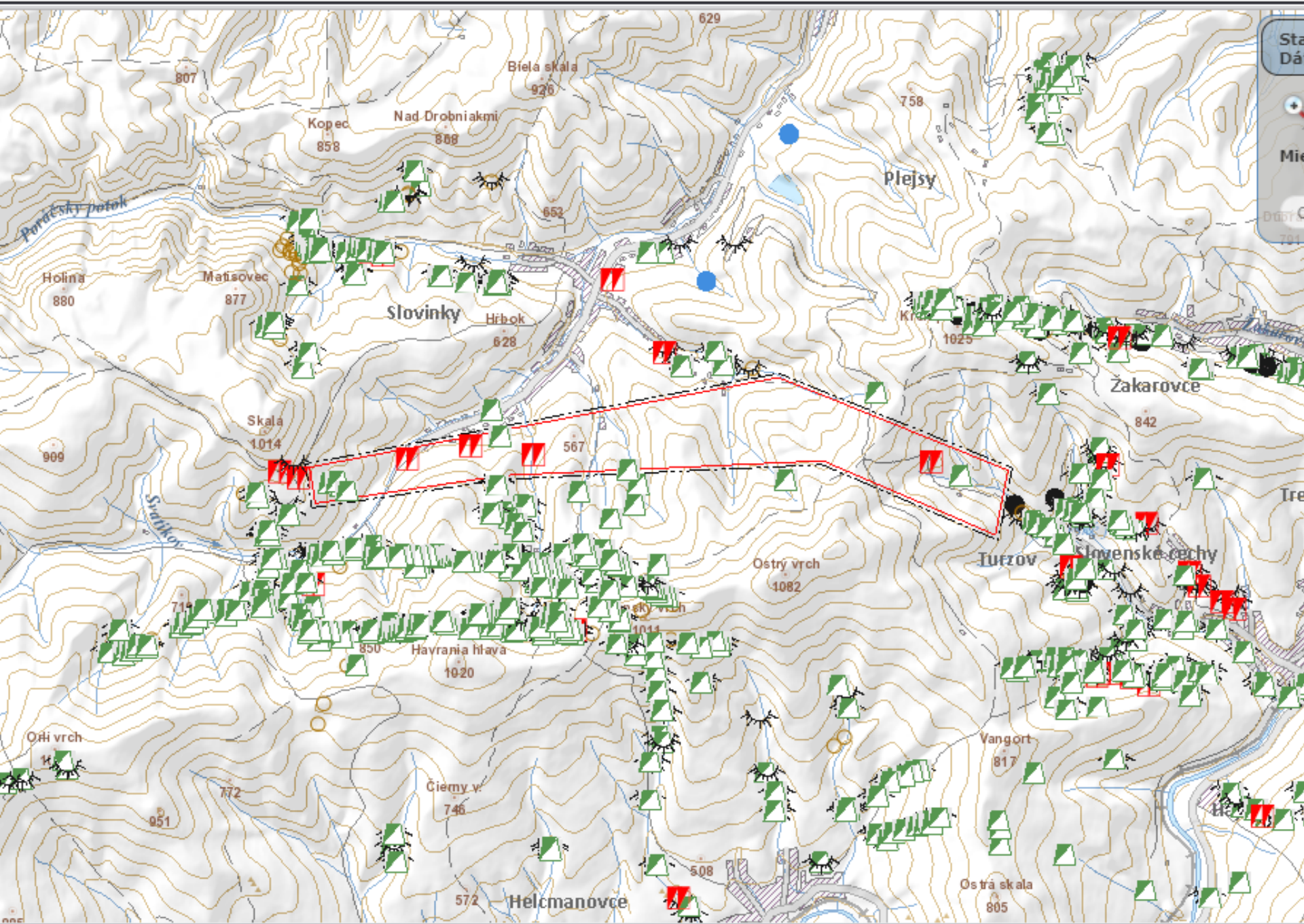
Slovinky sa v 15 str. sformovali postupne zo sídiel baníkov, roztrúsených blízko banských štôlní, otvárajúcich Hrubú slovineckú žilu a ďalšie žily medených rúd - v 18.storočí tu pôsobili početné ťažiarstva,

V 70.rokoch 19.storočia dochádza k úpadku dobývanie miestnych medených rúd, v roku 1897 ťažba medených rúd zanikla. Do popredia sa v tom čase dostáva dobývanie železných rúd. Slovinecké železné rudy však boli chudobné na železo, preto sa ich dobývanie čoskoro skončilo. V roku 1925 obnovila ťažbu medených rúd nemecká firma Beer und Sondheimer Franfurkt, neskôr v nej pokračovala firma Krompašské závody na meď uč.spol.

Po znárodnení baní po roku 1945 prešli slovinecké bane pod Železorudné bane, n.p. Spišská Nová Ves, ktoré zmodernizovali banské i úpravárenské zariadenia. Dobývanie tunajších medených rúd skončil útlm rudného baníctva. Posledný symbolický vyťažený vozík medenej rudy uzrel svetlo sveta dňa 30.6.1993.

Žilná výplň jednotlivých žíl pozostáva zo sideritu a kremeňa, zo sulfidov sú to predovšetkým chalkopyrit, tetraedrit, arzenopyrit a pyrit. Okrem týchto minerálov sa v podradnejšom množstve vyskytujú: galenit, sfalerit, bornit, bournoint, jamesonit, tennantit, albit, turmalín, sericit, chlorit. V oxidačnej zóne sú limonit, malachit, azurit, kovelín.





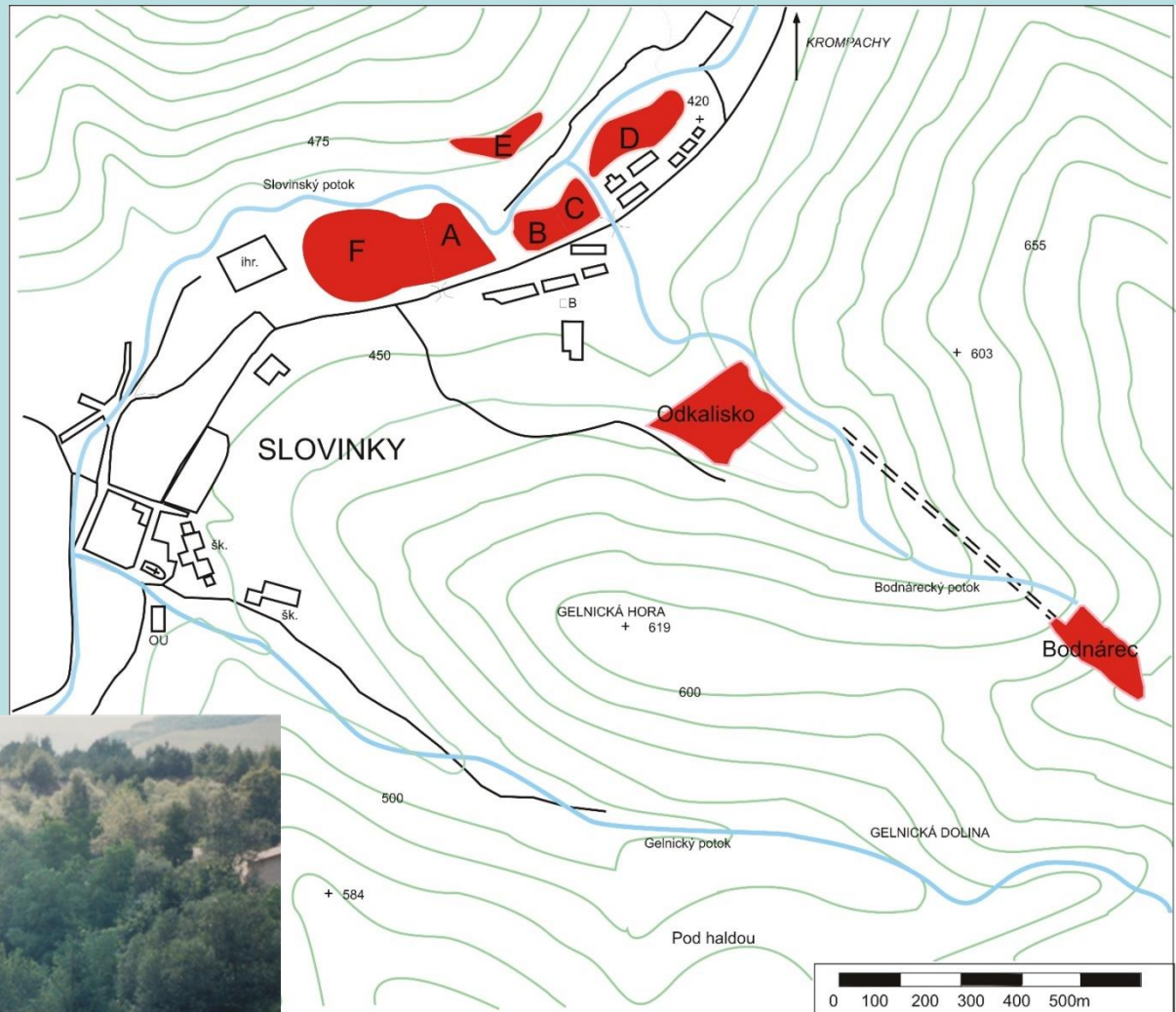
Sta  
Dá  
  
Mie  
Dát  
701

**Predpokladanými zdrojmi potenciálneho znečistenia môžu byť:**

- **telesá odkalísk (Bodnárec a Kalligrund) a telesá odvalov – háld z ťažby a úpravy rúd**
- **vyústenie banských vôd z dedičných štôlní Alžbeta** a Ladislav,
- okolie ťažobných jám (hlavne najmladšej Dorota)
- priestory bývalých kompresorovni a remíz,
- areál starého závodu (priestory drviarne, skladov a dielní),
- odtokové priekopy a kalovody



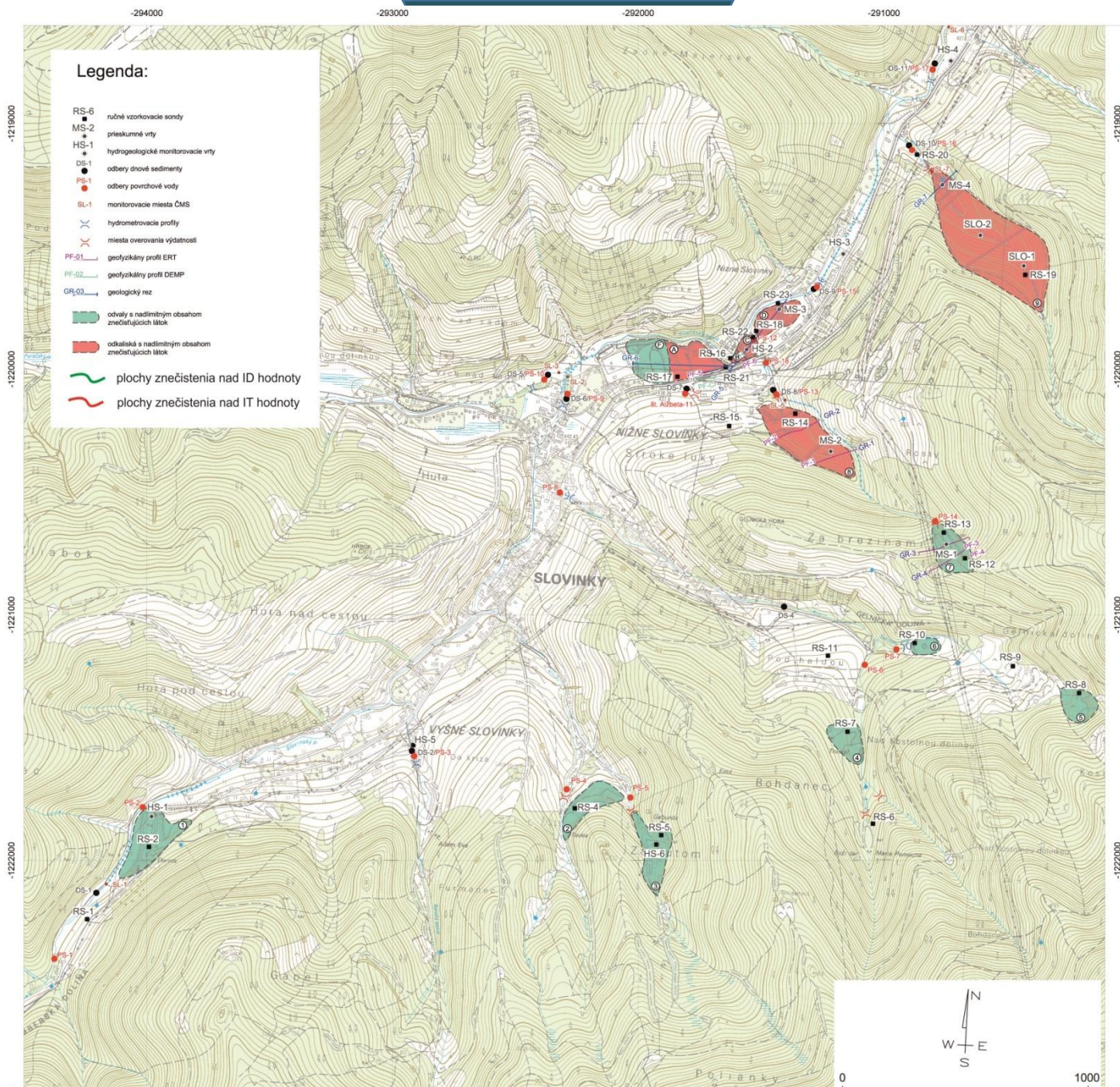




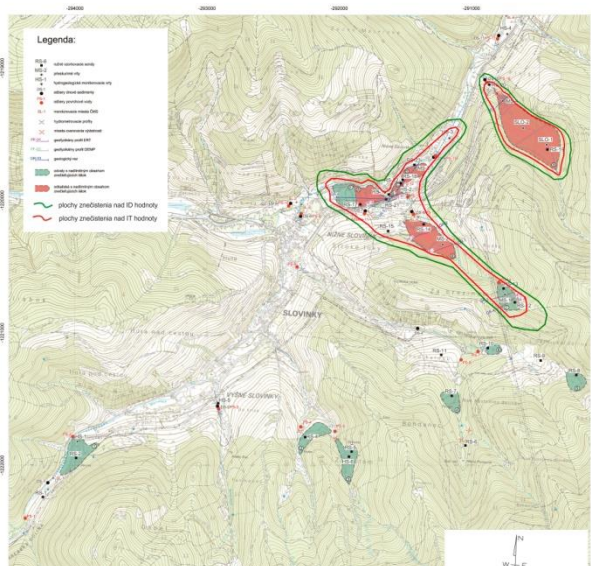


**Súčasný stav na lokalite Slovinky**

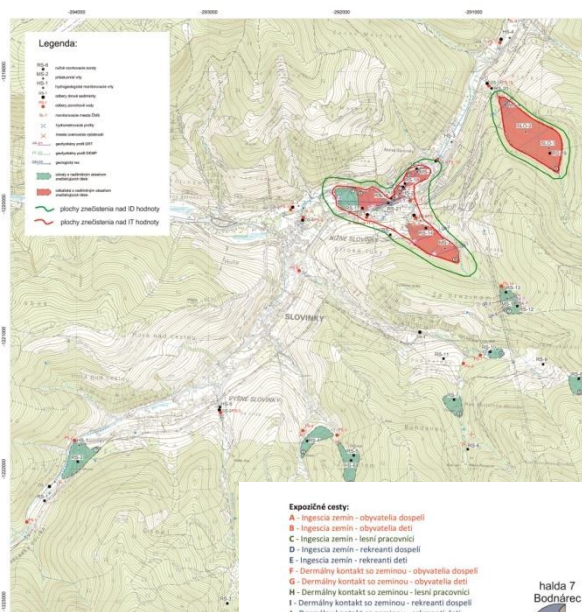




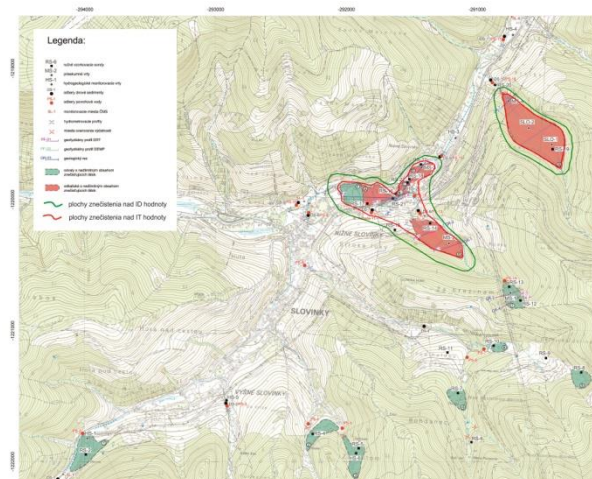
Príloha A 7.3. Plochy znečistenia zemin v pásme nasýtenia - As



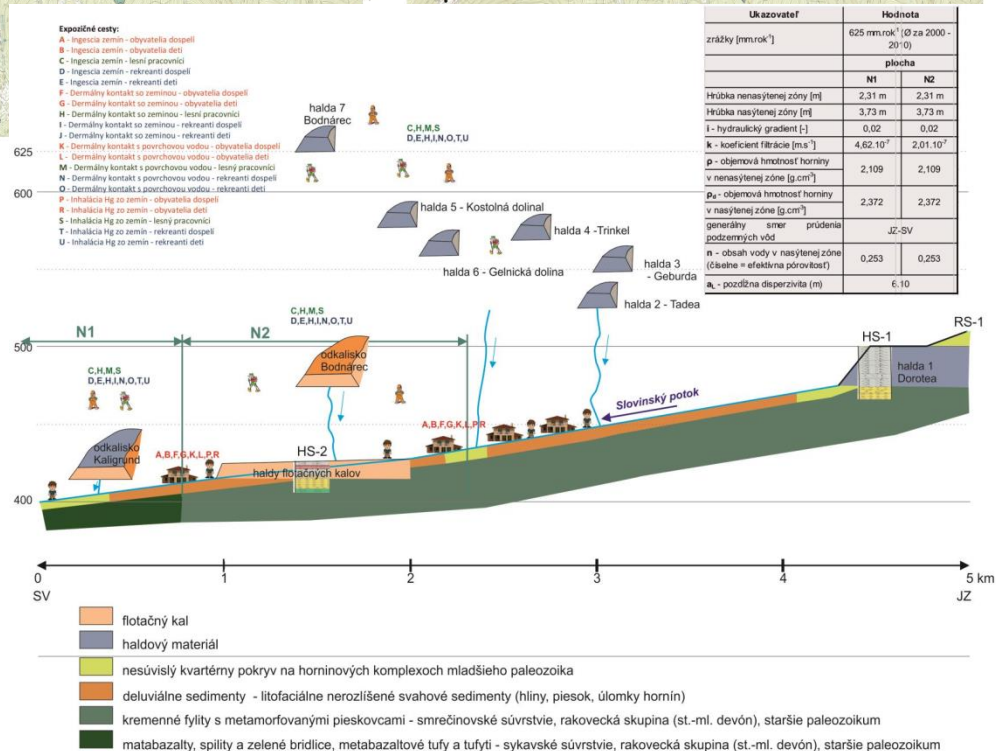
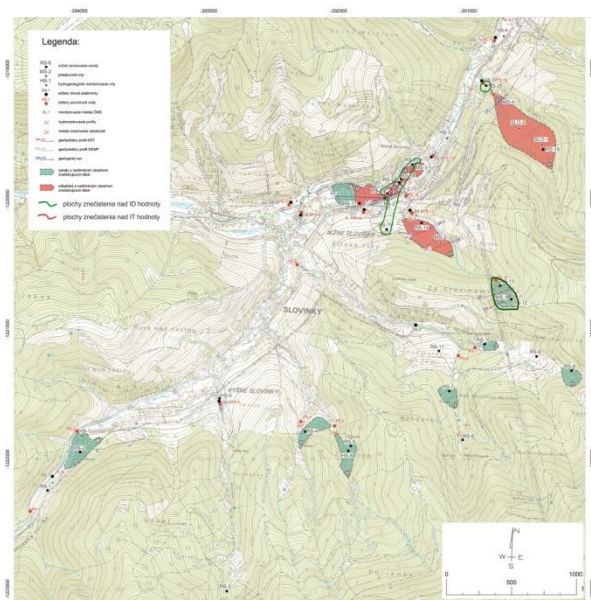
Príloha A 7.4. Plochy znečistenia zemin v pásme nasýtenia - Sb



Príloha A 7.2. Plochy znečistenia zemin v pásme nasýtenia - Cu



Príloha A 6.1. Plochy znečistenia zemin v pásme prevzdušnenia - Hg



# Odkalisko SLOVINKY



Odkalisko sa začalo stavať v roku 1967 s projektovanou výškou jej navýšenia aby hrádza dosiahla 133 m. Jeho životnosť bola plánovaná do roku 2000. Plánovaný maximálny objem odkaliska je 6 468 000 m<sup>3</sup>.

# Odkalisko SLOVINKY – environmentálna záťaž?

Odkalisko nad obcou Slovinky - údolné odkalisko s druhom ukladaného materiálu R (kal z úpravy rudy), podľa zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch kategórie O (ostatný odpad). Odkalisko je nevyužitú, vo vrchnej časti súvislá vrstva jemnozrnnej priemyselnej strusky (cca 5-6 m) z Kovohút Krompachy. Povrchová vrstva nie je zrekultivovaná, jedná sa o tzv. „suché odkalisko“.

Mineralogické zloženie kalov: kremeň, siderit, tetraedrit, chalkopyrit, pyrit. Sulfidy: chalkopyrit, tetraedrit, arzenopyrit, pyrit, zriedkavo galenit, sfalerit, bornit, bournonit, jamesonit, antimonit, Bi sulfosoli, Cu - arzenopyrit (Antal, 1990).

Významným kontaminantom je As, Cu, Sb, Ba, Hg a Mo. Lokalita Slovinky (ťažba Fe-rúd) bola vyčlenená ako ôsma najohrozenejšiu, kde sanačné riešenie negatívnych vplyvov banskej činnosti na životné prostredie je nevyhnutné (MŽP SR, SAŽP, 2005), ale okrem technických prác zameraných na úpravu drenážneho systému odkaliska sa k sanačným prácam dodnes nepristúpilo.

Vrtné jadro  
flotačný kal  
- vrt SLO 1

	SiO2	Al2O3	Fe celk.	CaO	MgO	TiO2	MnO
	% suš.	% suš.	% suš.	% suš.	% suš.	% suš.	% suš.
200-300	38,96	5,68	41,61	7,18	2,97	0,239	0,318
900-1000	61,24	7,98	13,4	1,9	3	0,3	0,396
1800-1900	58,11	7,37	14,86	1,8	3,57	0,293	0,483

	Na2O	K2O	P2O5	Scelk.	Ssulf	SO3	strz_950
	% suš.	% suš.	% suš.	% suš.	% suš.	% suš.	% suš.
200-300	0,38	0,38	0,09	0,47	0,44	0,08	-0,02
900-1000	0,06	0,22	0,06	0,37	0,33	0,12	7,87
1800-1900	0,05	0,15	0,06	0,16	0,13	0,06	8,5

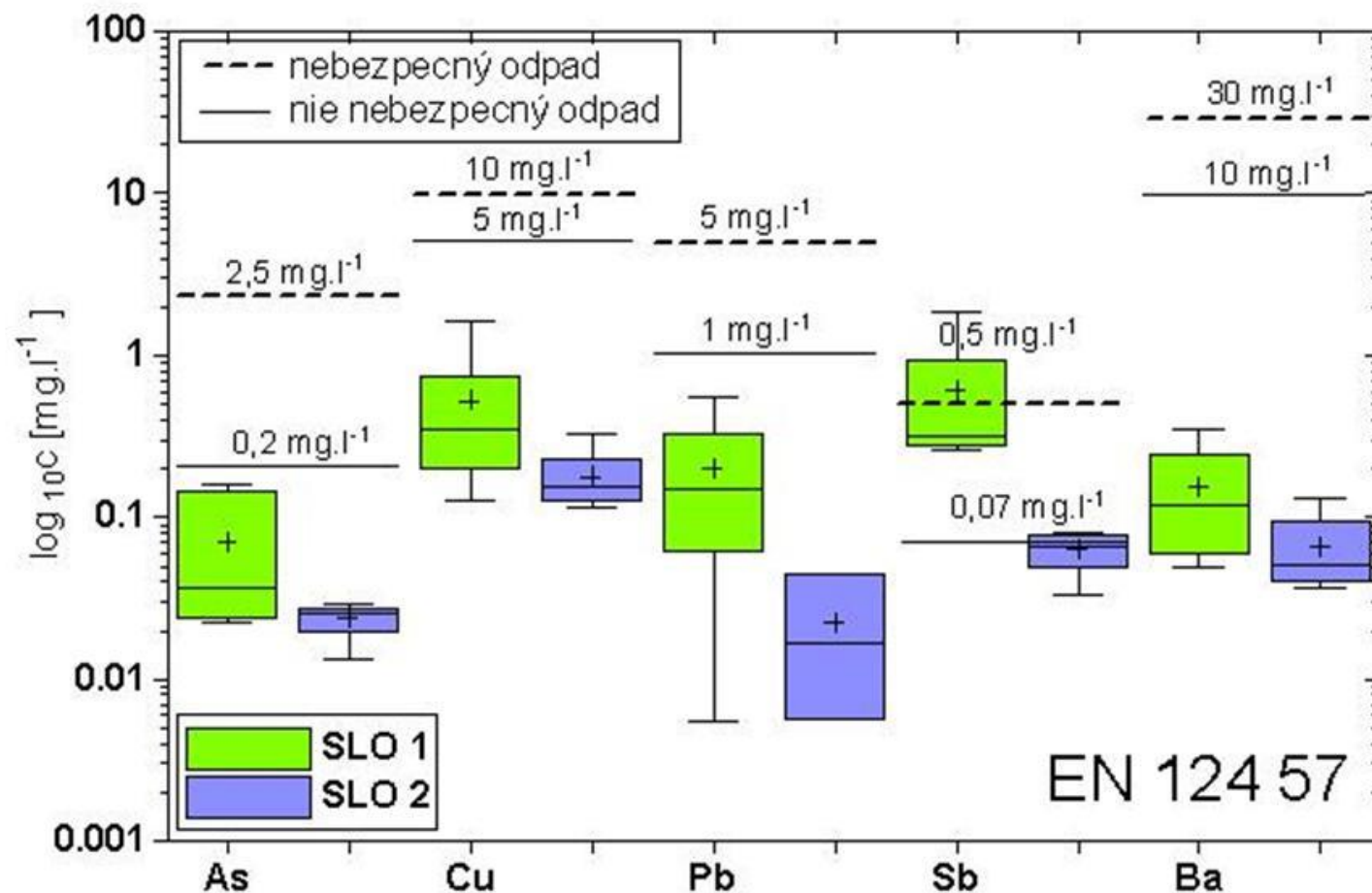
	Cu	Zn	Pb	Cd	Co	Ni	As
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
200-300	6682	35931	1397	2,788	244	321	188,9
900-1000	1635	2389	221	-0,3	27	50	230,6
1800-1900	1775	5167	439	-0,3	26	62	98,4

	Sb	Hg	Ba	Sn	Cr
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
200-300	350,6	0,325	1011,1	1295	2695
900-1000	101,1	1,305	1075,4	1451	2843
1800-1900	139,4	2,049	1083,9	235	527



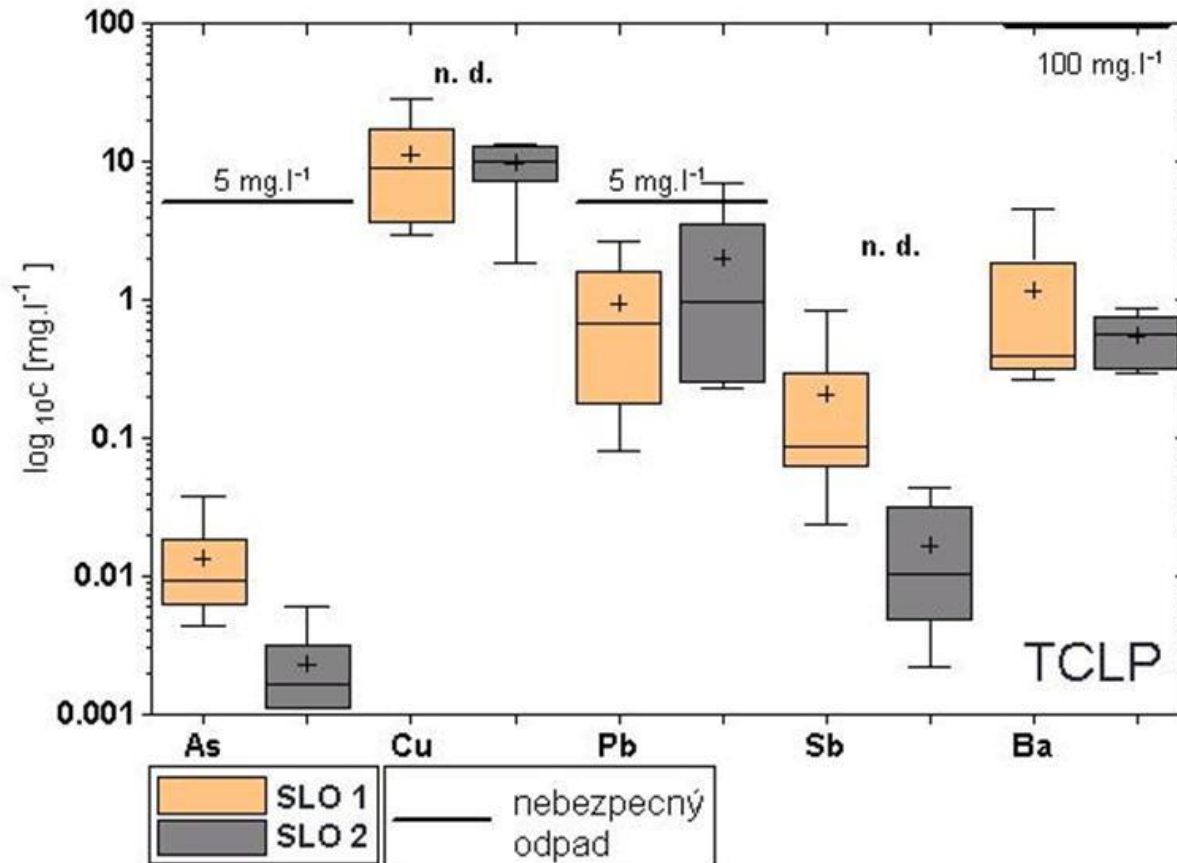
# Koncentrácie sledovaných stopových prvkov vo vodnom výluhu z odkaliskových sedimentov podľa EN 12457

## limitné hodnoty pre hodnotenie pre nie-nebezpečný odpad





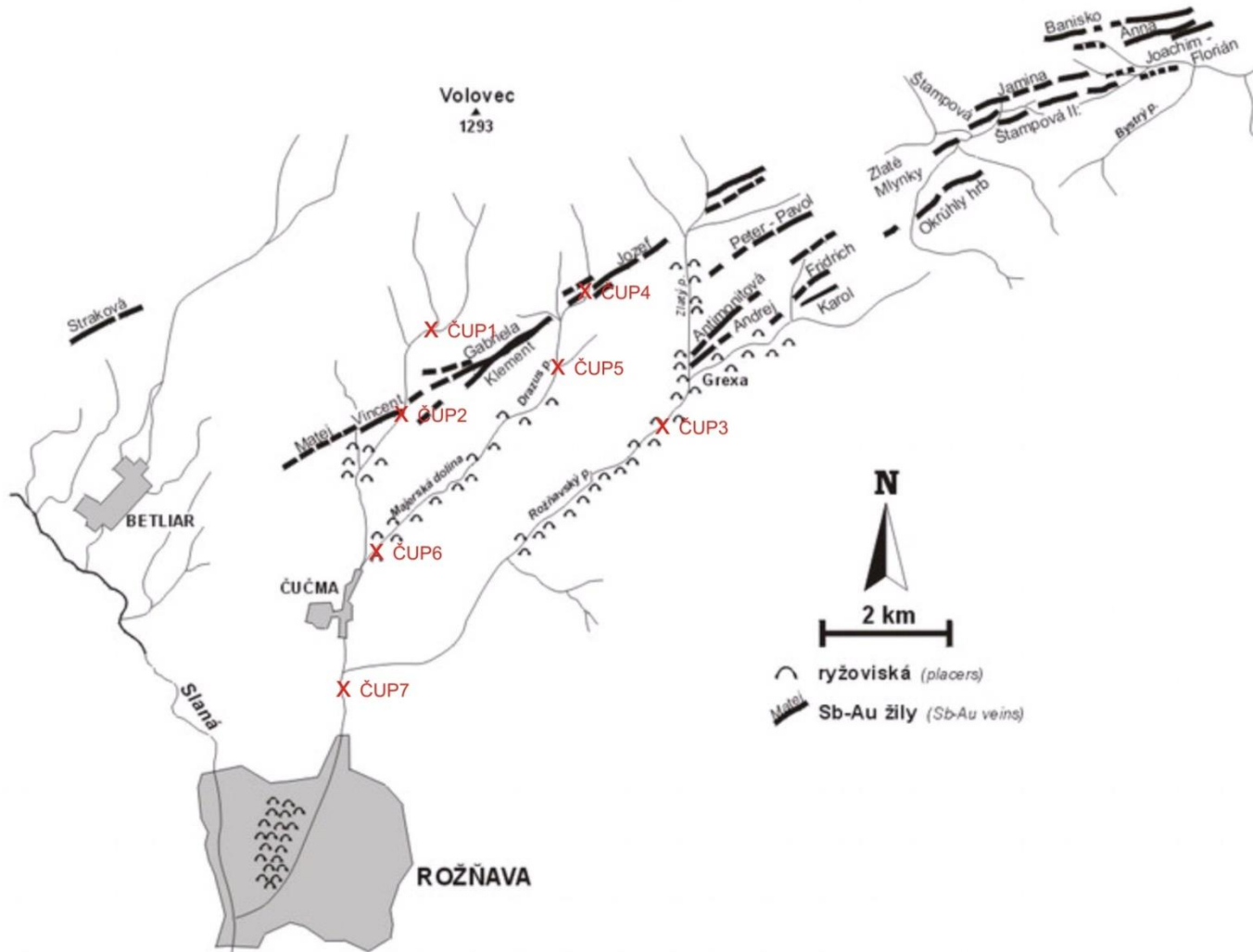
# Koncentrácie sledovaných stopových prvkov v slabokyslom výluhu z odkaliskových sedimentov podľa metodiky TCLP 1311.



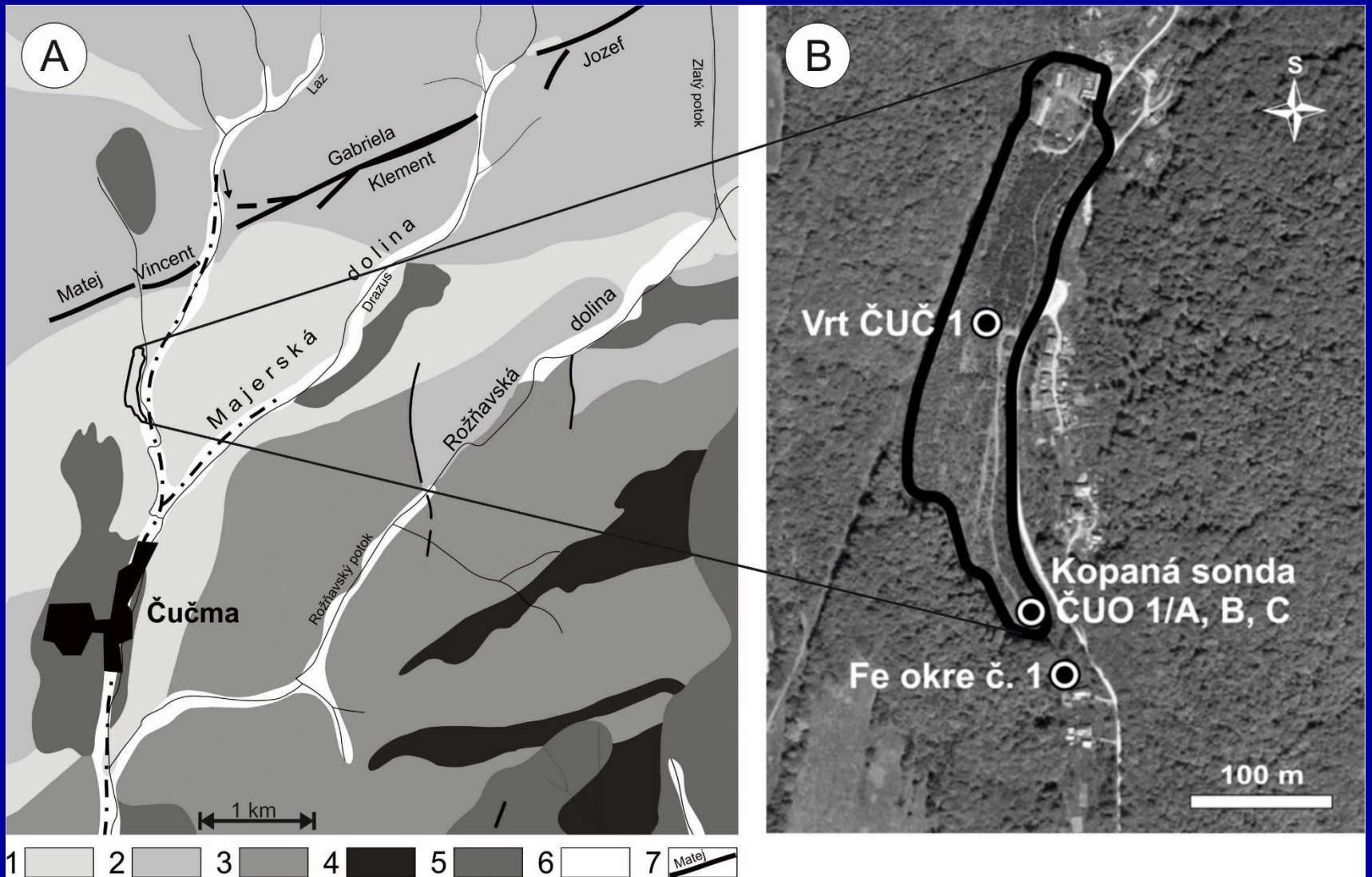
limitné hodnoty pre Sb (0,05 mg.l<sup>-1</sup> pre triedu vylúhovateľnosti I, 0,1 mg.l<sup>-1</sup> pre triedu vylúhovateľnosti II, 5 mg.l<sup>-1</sup> pre triedu vylúhovateľnosti III.), Cu (0,1 mg.l<sup>-1</sup> pre triedu vylúhovateľnosti I, 1,0 mg.l<sup>-1</sup> pre triedu vylúhovateľnosti II, 10 mg.l<sup>-1</sup> pre triedu vylúhovateľnosti III) podľa limitných hodnôt zákona 606/1992 Zb.z.

I. trieda vylúhovateľnosti predstavuje najnižšie vylúhované množstvo prvku, III. trieda najvyššie množstvo vylúhovaných prvkov.

# ANTIMONITOVÉ ŽILY V OKOLÍ ČUČMY



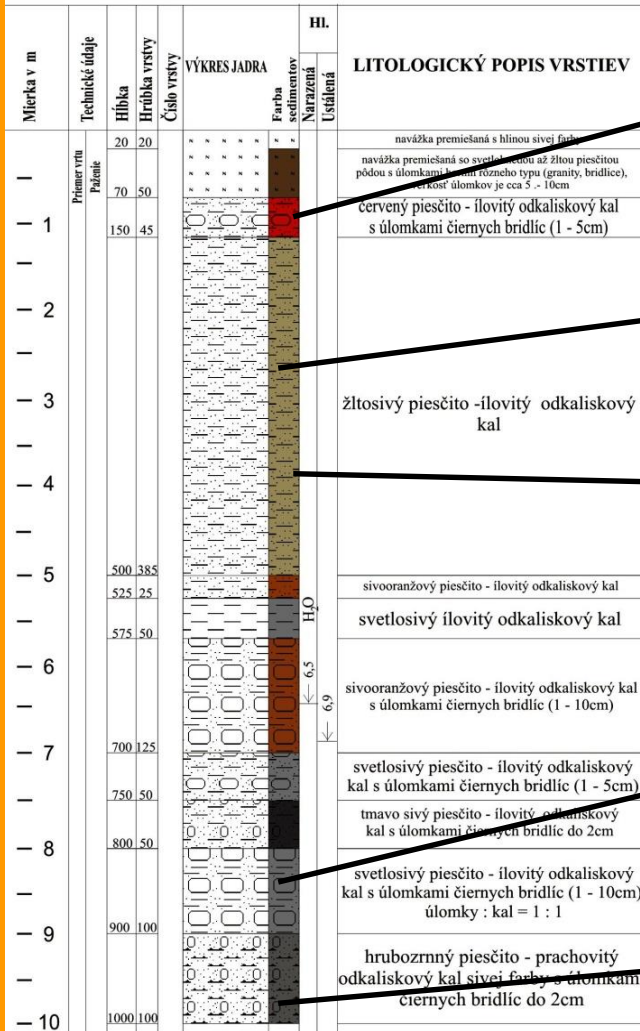
# BANSKÉ ODPADY A ICH DOPAD NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE OKOLIA SB LOŽISKA ČUČMA - ODKALISKO



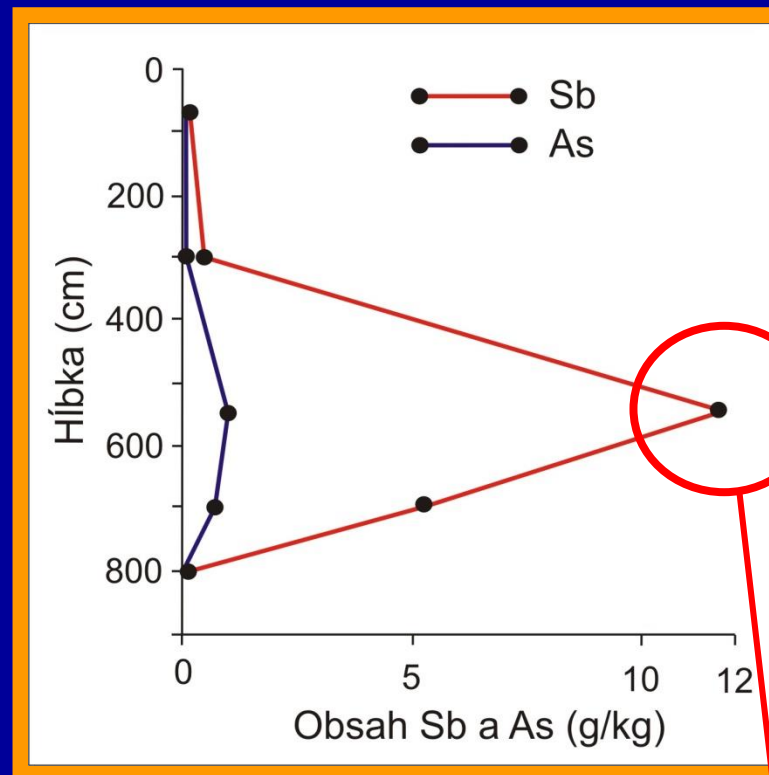
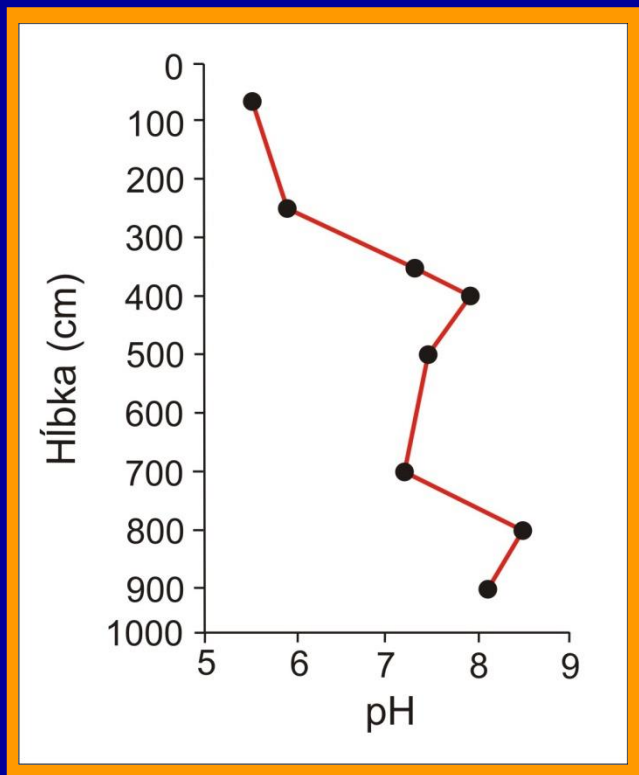
# CHARAKTERISTIKA ODKALISKOVÉHO MATERIÁLU

LOKALITA: ČUČMA  
 OKRES: ROŽŇAVA  
 KRAJ: VÝCHODOSLOVENSKÝ  
 SÚRADNICE: X=  
 Y=  
 Z=  
 KÓTA VRTU:

VRT ě. ČUČMA ODK.  
 ÚČEL: prieskumný monitorovací vrt  
 M = 1: 200  
 HĽBKA VRTU: 10m

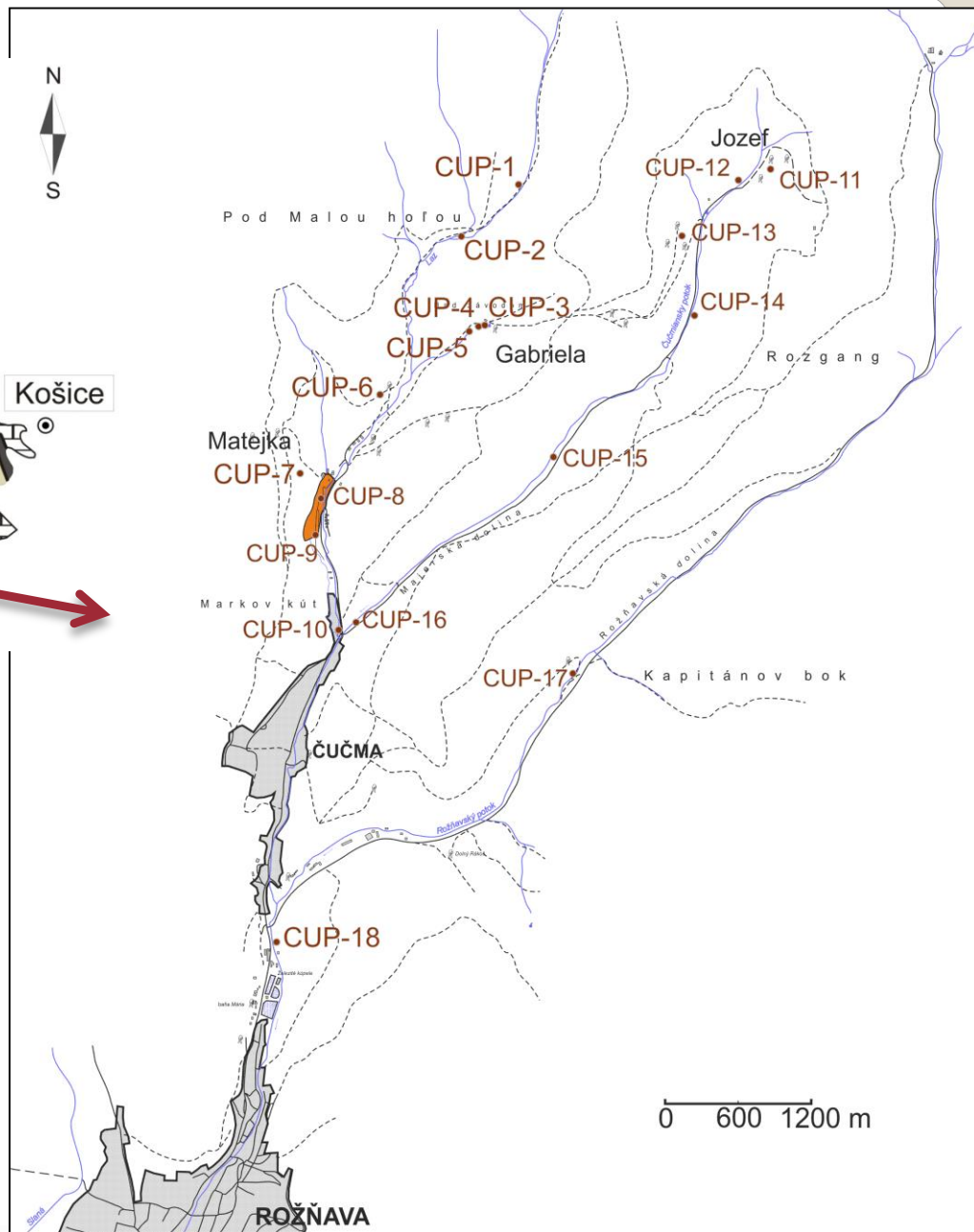
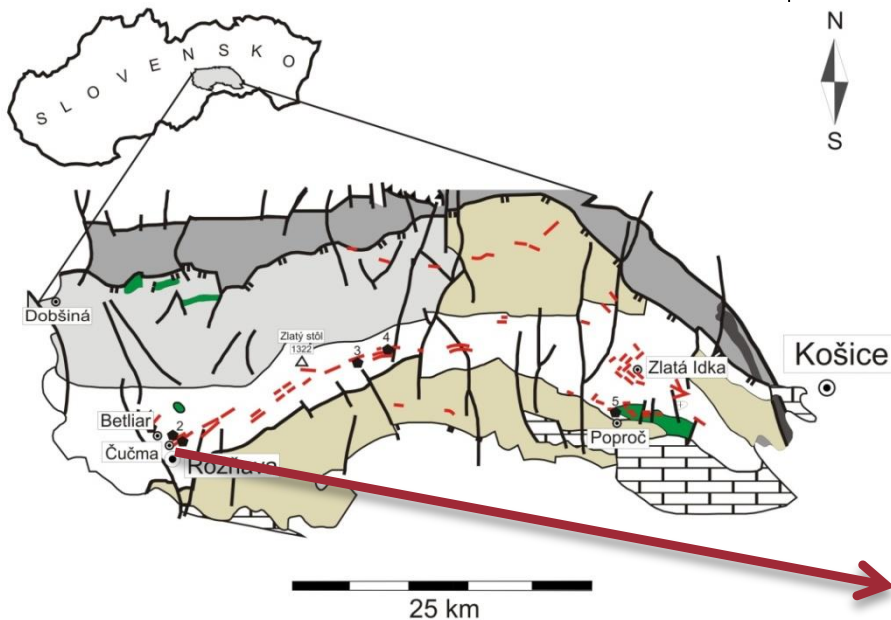


# OBSAH KONTAMINANTOV (ANTIMÓN A ARZÉN) V MATERIÁLI ODKALISKA



Hĺbka odberu vzorky	Fe (%)	As (g/kg)	Sb (g/kg)
70 – 115	24,77	0,05	0,16
300 – 350	20,47	0,08	0,49
<b>525 – 570</b>	<b>1,31</b>	<b>1,02</b>	<b>11,74</b>
570 – 700	2,54	0,70	5,23
750 - 800	4,26	0,01	0,09

**Najvyšší obsah Sb  
kyslíkatých  
minerálnych fáz**



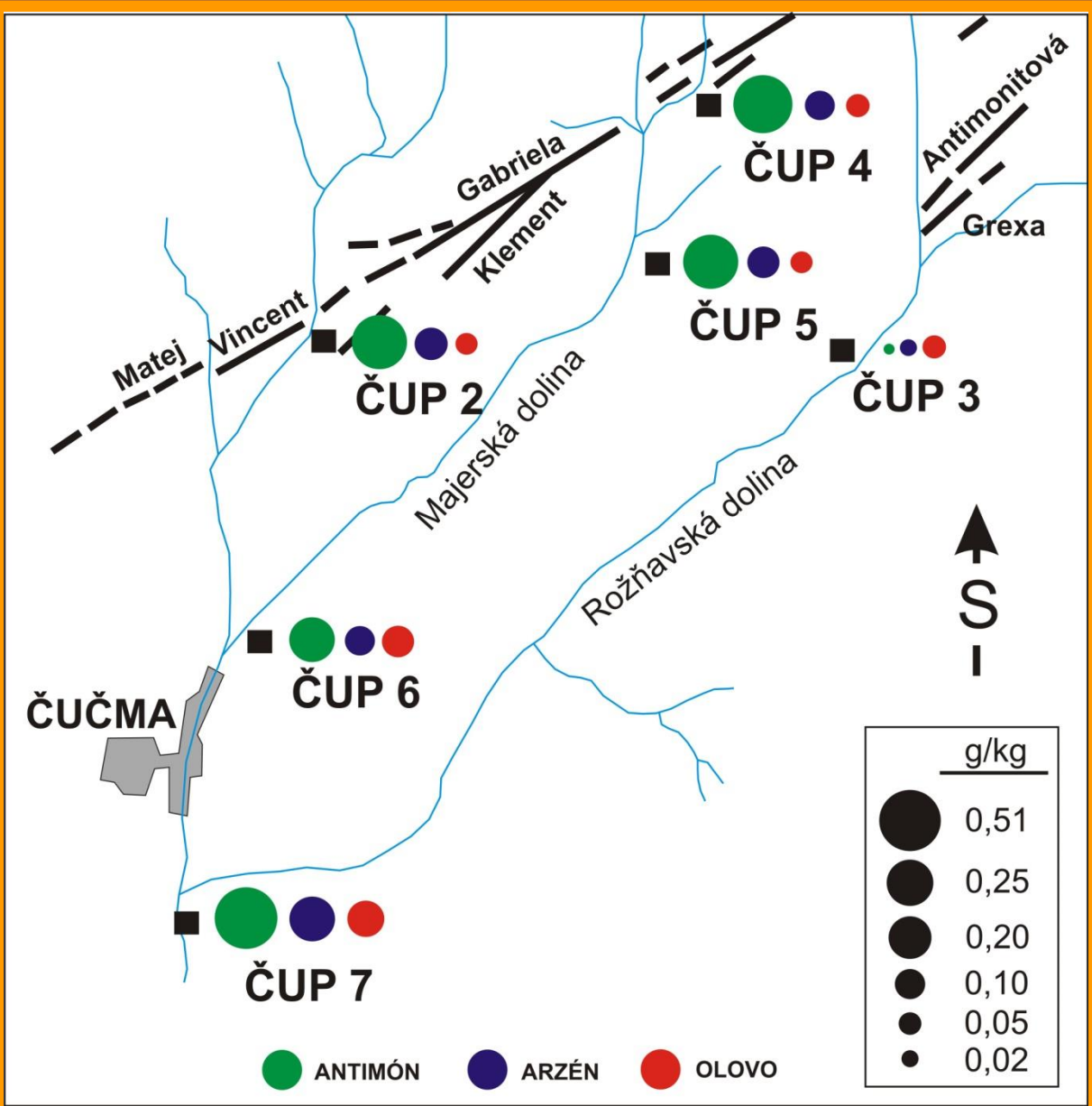
## Lokalizácia odberových miest na lokalite ČUČMA

# Základné geochemické parametre pôd

Vzorka	As	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	Zn
CUP-2	32,0	6,2	12,8	0,1	11,0	23,5	12,2	95,0
CUP-3A	2 253,0	23,9	19,8	0,4	13,1	52,0	755,5	76,0
CUP-3B	763,0	15,0	17,9	0,3	11,1	73,2	2 013,0	101,0
CUP-4	185,0	9,4	16,9	0,3	8,1	37,6	484,3	57,0
CUP-6A	134,0	195,0	97,5	2,0	37,3	46,7	1 180,0	140,0
CUP-6B	110,0	16,4	53,3	1,6	24,6	32,4	882,0	90,0
CUP-7	469,0	9,4	31,7	0,6	19,0	83,5	4 106,0	189,0
CUP-8A	16,0	13,6	17,8	0,2	16,2	23,1	6,9	43,0
CUP-8B	19,0	12,2	54,6	0,4	16,0	24,7	13,4	44,0
CUP-10	98,0	15,1	55,4	0,8	44,5	35,2	297,3	98,0
CUP-11A	557,0	5,9	77,9	0,2	7,4	253,8	142 322,0	93,0
CUP-11B	498,0	5,1	64,0	0,5	6,2	215,8	121 061,0	73,0
CUP-13	43,0	11,2	11,3	0,1	9,7	27,1	78,2	33,0
CUP-14	171,0	6,3	13,0	0,2	10,0	45,8	1 644,0	60,0

Vzorka	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	EC (uS/kg)
CUP-2	5,41	4,45	109,00
CUP-3A	6,91	6,3	391,00
CUP-3B	7,74	7,42	254,00
CUP-4	6,71	6,02	110,00
CUP-6A	6,23	5,43	108,00
CUP-6B	6,63	5,78	70,00
CUP-7	5,58	4,67	78,00
CUP-8A	5,83	4,5	64,00
CUP-8B	5,95	4,72	66,00
CUP-10	7,34	6,98	237,00
CUP-11A	2,84	2,06	718,00
CUP-11B	2,82	2,24	711,00
CUP-13	7,17	6,8	169,00
CUP-14	4,07	3,31	126,00

# OBSAH TOXICKÝCH PRVKOV (Sb A As) V PÔDACH



Názov vzorky	Pb (%)	As (g/kg)	Sb (g/kg)
ČUP 2B	0,04	0,10	0,40
ČUP 3	0,02	0,04	0,01
ČUP 4	0,04	0,07	0,47
ČUP 5	0,04	0,08	0,40
ČUP 6	0,08	0,07	0,19
ČUP 7	0,16	0,20	0,51

Limitná hodnota pre olovo v ílovitej poľnohospodárskej pôde je 0,11 g/kg

Limitná hodnota pre arzén je 0,03 g/kg



**Množstvo Sb v zeminách v zóne prevzdušnenia  
(územie s koncentráciami nad 80 mg.kg<sup>-1</sup> = nad IT hodnotu)**

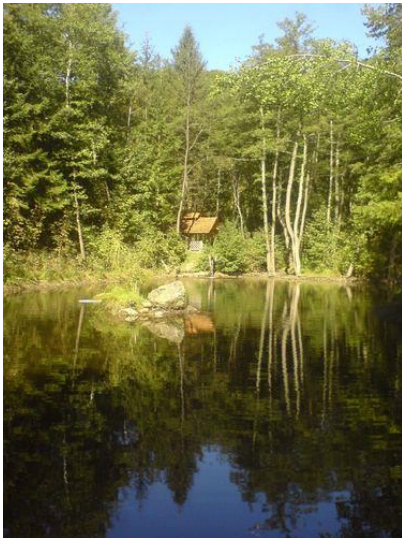
Znečistená plocha	Priemerná hrúbka vrstvy (m)	Priemerná koncentrácia znečisťujúcej látky (mg.kg <sup>-1</sup> suš.)	Rozloha znečistenej plochy (m <sup>2</sup> )	Objem znečistenej zeminy (m <sup>3</sup> )	Hmotnosť znečistenej zeminy (t)	Hmotnosť znečisťujúcej látky (t)
Čučma (s extrémnymi hodnotami v pôdach)	0,5	<b>12 167,56</b>	6 385 875,00	3 192 937,50	4 348 780,88	<b>52 914,05</b>
Čučma (bez extrémnych obsahov v pôdach)		<b>784,33</b>				<b>3 410,88</b>
Celkové množstvo znečisťujúcej látky - Sb v zeminách (t)						

**Čučma – porovnanie celkového množstvo znečisťujúcej látky Sb v zeminách (t) v prípade výpočtu s použitím extrémnych hodnôt obsahov Sb v pôdach**

# Odkalisko MEDZIBROD opustené Sb-Au ložisko (Nízke Tatry)

- ťažba od roku 1926, hlavná doba ťažby a spracovania rudy 1941-1945
- 32 ton rudy denne, cca 9000 ton ročne, opustené od 1950
- spracovanie rudy v miestnej  
flotačnej prevádzke (1935 – 1950)

⇒ **ODKALISKO**



# Odkalisko MEDZIBROD opustené Sb-Au ložisko (Nízke Tatry)





**voľne deponované  
odkaliskové kaly a  
ťažobné odpady na  
lokalite Medzibrod**

# Odkalisko MEDZIBROD opustené Sb-ložisko

## **Materiál odkaliska**

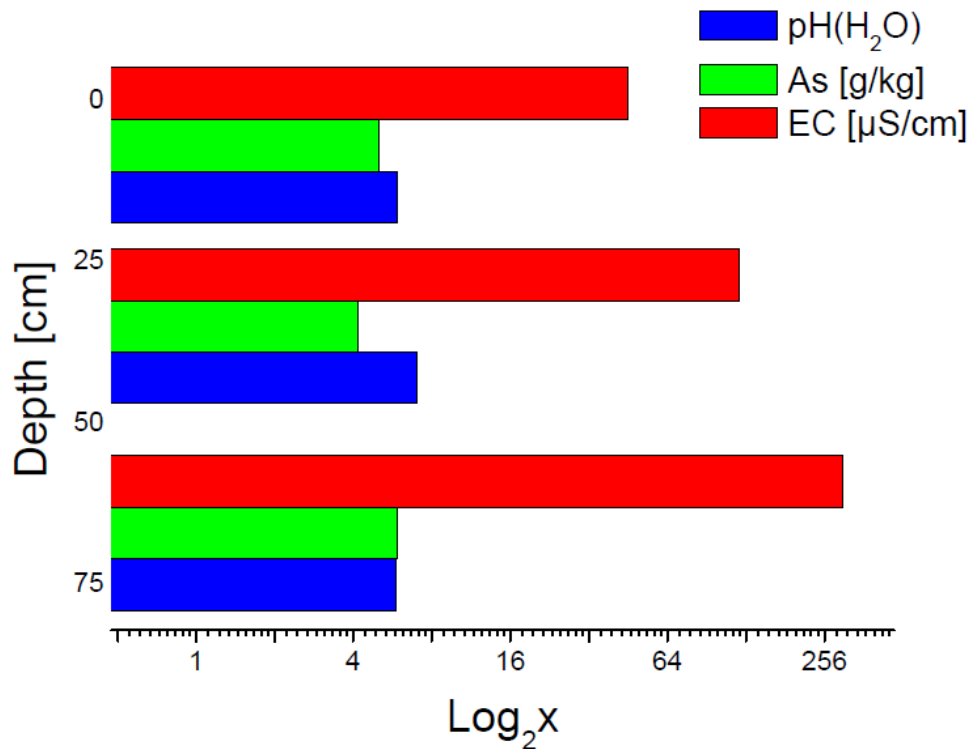
0 – 20 cm, oxidized sediment with yellowish-brown and orange tint

20 – 50 cm, changing of oxidized sediment with layers of fresh waste in the thickness of 1-10 cm, lower part is saturated by water

50 cm – subsoil, fresh clayey sediment saturated by water



# Odkalisko MEDZIBROD opustené Sb-Au ložisko (Nízke Tatry)

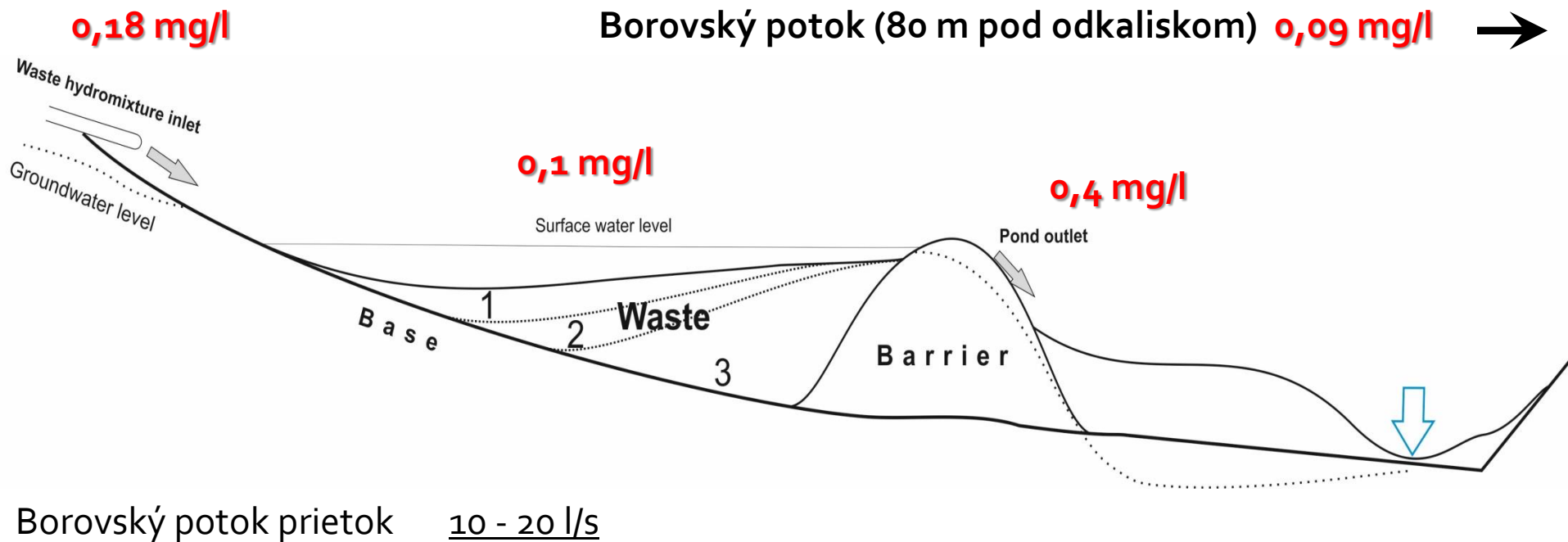


- povrch odkaliska ~ 800 m<sup>2</sup>
- koncentrácie polutantov vo výtoku z odkaliska:  
**As – 0,4 mg/l, Sb – 0,58 mg/l** (Blaha et al., 1993),
- 70 kg kalcitu na 1 tonu odpadu = **NIE AMD** (Chovan et al., 2010)

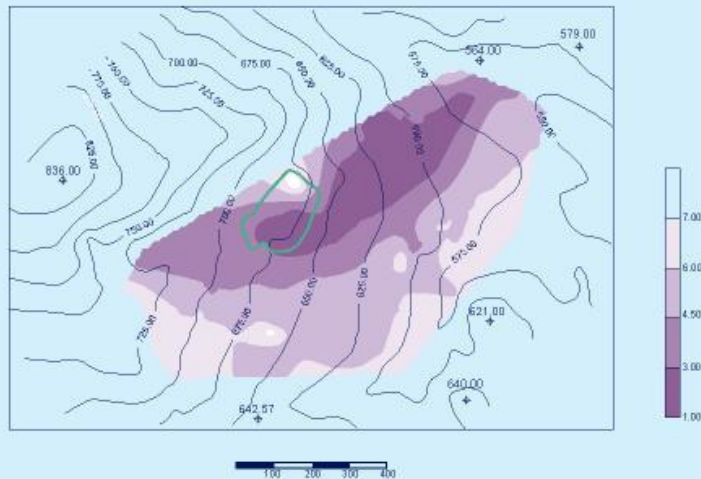
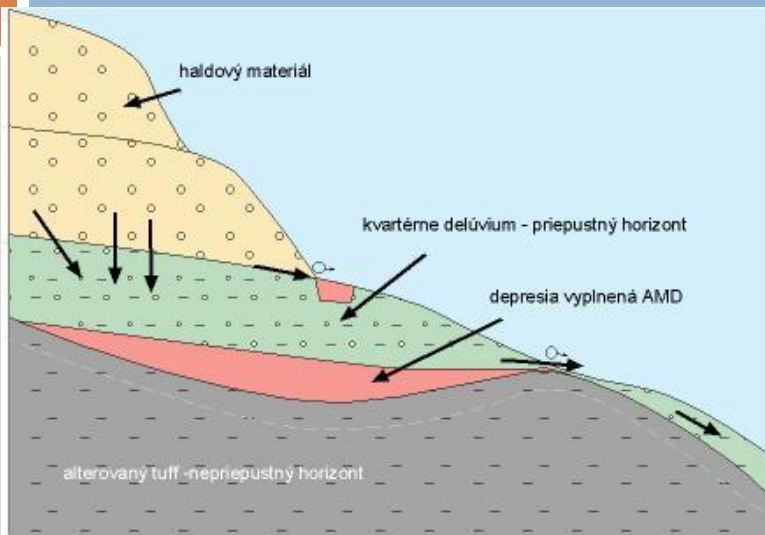
	As	Sb	Pb	Zn	Cu	Hg	Fe
units	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	wt. %
<b>MDZ 6</b>	<b>5295,3</b>	3013,3	150,2	16,5	20	0,4	2,1

# bilancia As v povrchových vodách

← Borovský potok (požadovaná hodnota) = **0,032 mg/l**



# Banská Štiavnica - Šobov



prvok	limit		1993	1995	1996	1998	1999
Al	3	→	1060	923	1119	774	850
As	0.5		-	0.67	-	-	-
Cd	0.01		0.9	0.1	0.1	-	-
Co	-		2.5	-	-	-	-
Cr	0.2		0.3	-	-	-	-
Cu	1		7.9	8.6	7.5	-	4.59
Ca	200		233	-	-	125	248
Fe	15	→	3500	3625	3521	1350	2260
K	-		0.1	-	-	2.0	-
Mg	100		310	-	-	416	-
Mn	0.3		80	71	84	-	51
Na	-		4.23	-	-	3.0	-
Pb	0.5		0.02	-	-	-	-
Zn	2		9	8	10	-	-
SO4	250	→	16540	15986	17890	10000	12876
pH	6-7	→	2.0	2.0	2.1	2.3	2.25



# Banské lokality – **ZÁVERY** pre realizované projekty prieskumu EZ a sanácie EZ

Identifikácia primárneho zdroja znečistenia na týchto lokalitách je komplikovaná vzhľadom na charakter a rozsiahle plochy predmetných území (s výnimkou lokality Merník - relatívne malá plocha územia).

Primárny zdroj znečistenia väčšinou → banské haldy, odvaly, flotačné kaly a ich rozplavovanie a zvetrávanie (spôsobujú znečistenie pôd/zemín, povrchových vôd).

Kontaminácia pôd/zemín v pásme prevzdušnenia (biologická kontaktná zóna) je výsledkom kombinácie procesov prirodzeného zvetrávania hornín s vyšším podielom minerálnych fáz obsahujúcich rizikové prvky z ťažobnej činnosti.

# Banské lokality – **ZÁVERY** pre realizované projekty prieskumu EZ a sanácie EZ

Vytekajúce **banské vody** zo **štôlní** a **drenážne vody** z **odkalísk** = **sekundárny zdroj znečistenia pre povrchové vody**, ako aj **pre pôdy** na predmetných lokalitách.

Znečistenie je ovplyvnené **nevhodným nakladaním s ťažobnými odpadmi** (haldy, odvaly, neriadené odkaliská) → **deponované v lesných porastoch a v alúviách lokálnych potokov.**

# Banské lokality – **ZÁVERY** pre realizované projekty prieskumu EZ a sanácie EZ

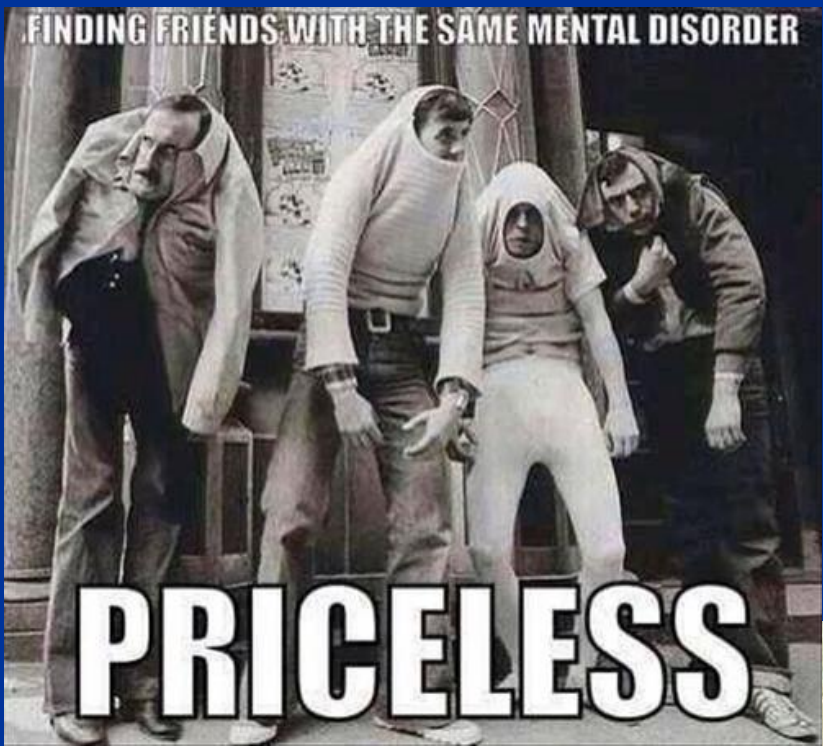
⇒ **hodnotenie šírenia znečistenia** → **absencia hodnotenia mobility kontaminantov v suspenzii (Fe-okre, hydroxyoxidy Fe)** v aktuálnych legislatívnych predpisoch. Tento spôsob šírenia predstavuje kvantitatívne významný spôsob prenosu znečistenia povrchovými vodami.

# Banské lokality – ZÁVERY pre realizované projekty prieskumu EZ a sanácie EZ

⇒ hodnotenie šírenia znečistenia → povaha znečisťujúcich látok, ktoré nepodliehajú degradácii a môžu byť v rozpustnej forme transportované povrchovou vodou na veľké vzdialenosti. Znečisťujúce látky (najmä As, Sb, Zn, Pb, Ni, Cd) majú tendenciu vo vhodných geochemických podmienkach viazať sa na pevné substráty riečnych a dnových sedimentov (→ a tvoria tak ďalší sekundárny zdroj znečistenia).

# Banské lokality – **ZÁVERY** pre realizované projekty prieskumu EZ a sanácie EZ

- ⇒ hodnotenie bioprístupneho podielu stanovených potenciálne rizikových látok na predmetných lokalitách ?
- ⇒ Realizácia dodatočných chemických analýz = stanovenie extrahovaného podielu rizikových prvkov v kontaminovaných maticiach životného prostredia
- ⇒ Aplikácia experimentálnych postupov (výluhy v  $\text{CaCl}_2$ , kyselina octová, chelatačné činidlá,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – súčasť hodnotenia pôd v zákone č. 220/2004 Z. z.)



*Murphy's Law*  
*Never replicate a successful experiment.*





MINISTERSTVO  
ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

SLOVENSKÁ  
ŽIVOTNÉHO  
AGENTÚRA  
PROSTREDIA  
SLOVAK ENVIRONMENT AGENCY

# Ďakujem za pozornosť!



**WORKSHOP EZ A GEOLOGICKÁ VEREJNOSŤ**  
STARÝ SMOKOVEC, GRAND HOTEL BELLEVUE,  
21. – 23. 11. 2018 A 26. – 28. 11. 2018