

**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<br>Markušovce – okolie – ťažba rúd<br>Rudňany – ťažba a úprava rúd<br>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<br>Smolník – ťažba pyritových rúd<br>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><br>Prieskum prioritných pravdepodobných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Košického kraja: Nižná Slaná – odkalisko a haldy, Rudňany – ťažba a úprava rúd, Slovinčany – 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.<br>RNDr. Z. Matiová<br>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.<br>RNDr. Z. Matiová                      |
|   | Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže <b>Slovinčany 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><br>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.<br>Banská Bystrica  | RNDr. P. Tupý  |
| <b>Časť 16:</b><br>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<br>HES-COMGEO, spol. s r.o., Banská Bystrica | RNDr. A. Auxt<br>RNDr. Ľ. Jurkovič, PhD.                               |
|   | Prieskum environmentálnej záťaže <b>Smolník – ťažba pyritových rúd</b> (SK/EZ/GL/237)   | Centrum environmentálnych služieb, s.r.o., Bratislava<br>HES-COMGEO, spol. s r.o., Banská Bystrica | RNDr. A. Auxt<br>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<br>HES-COMGEO, spol. s r.o., Banská Bystrica | RNDr. A. Auxt<br>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

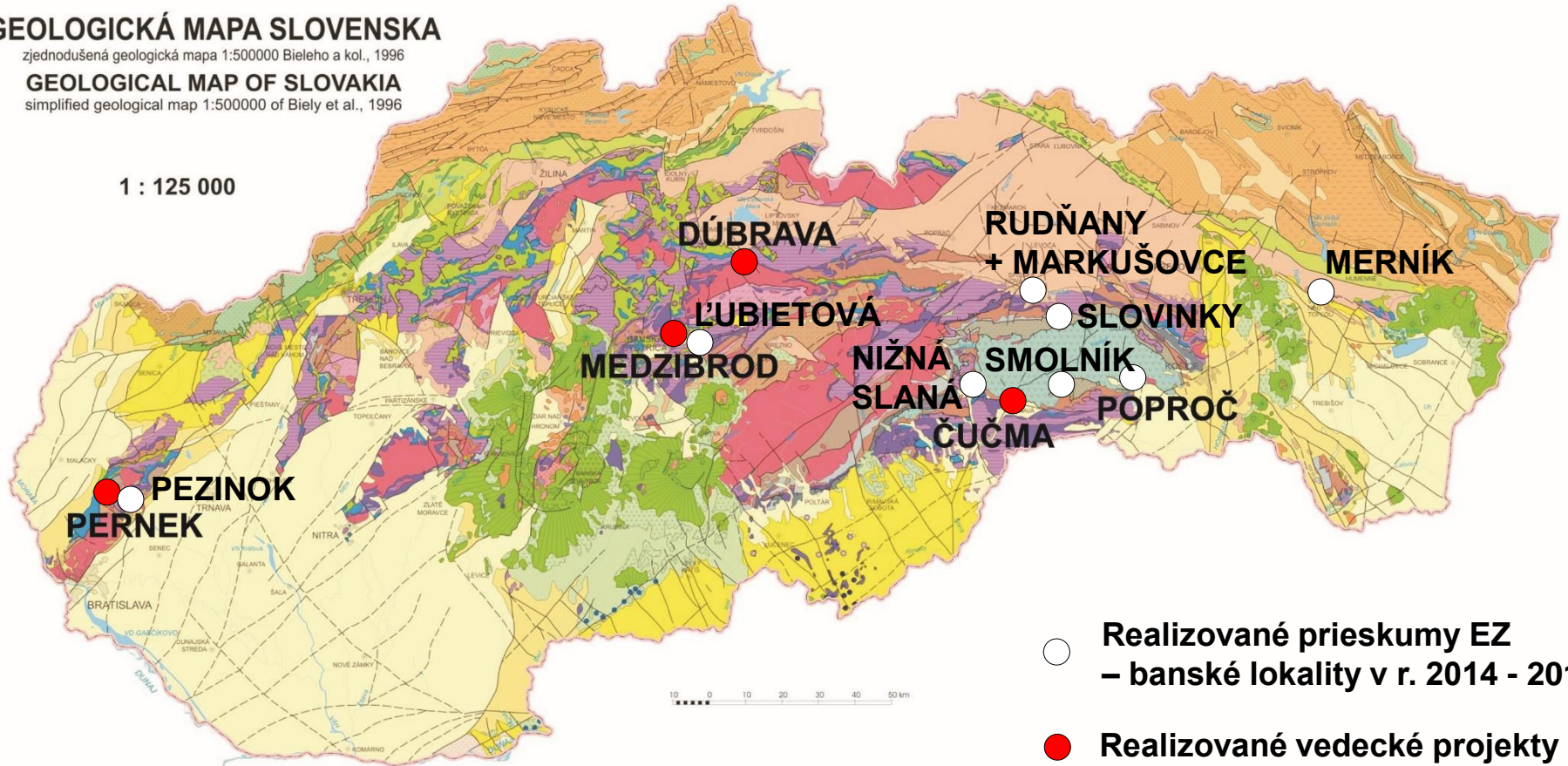
### GEOLOGICKÁ MAPA SLOVENSKA

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.*

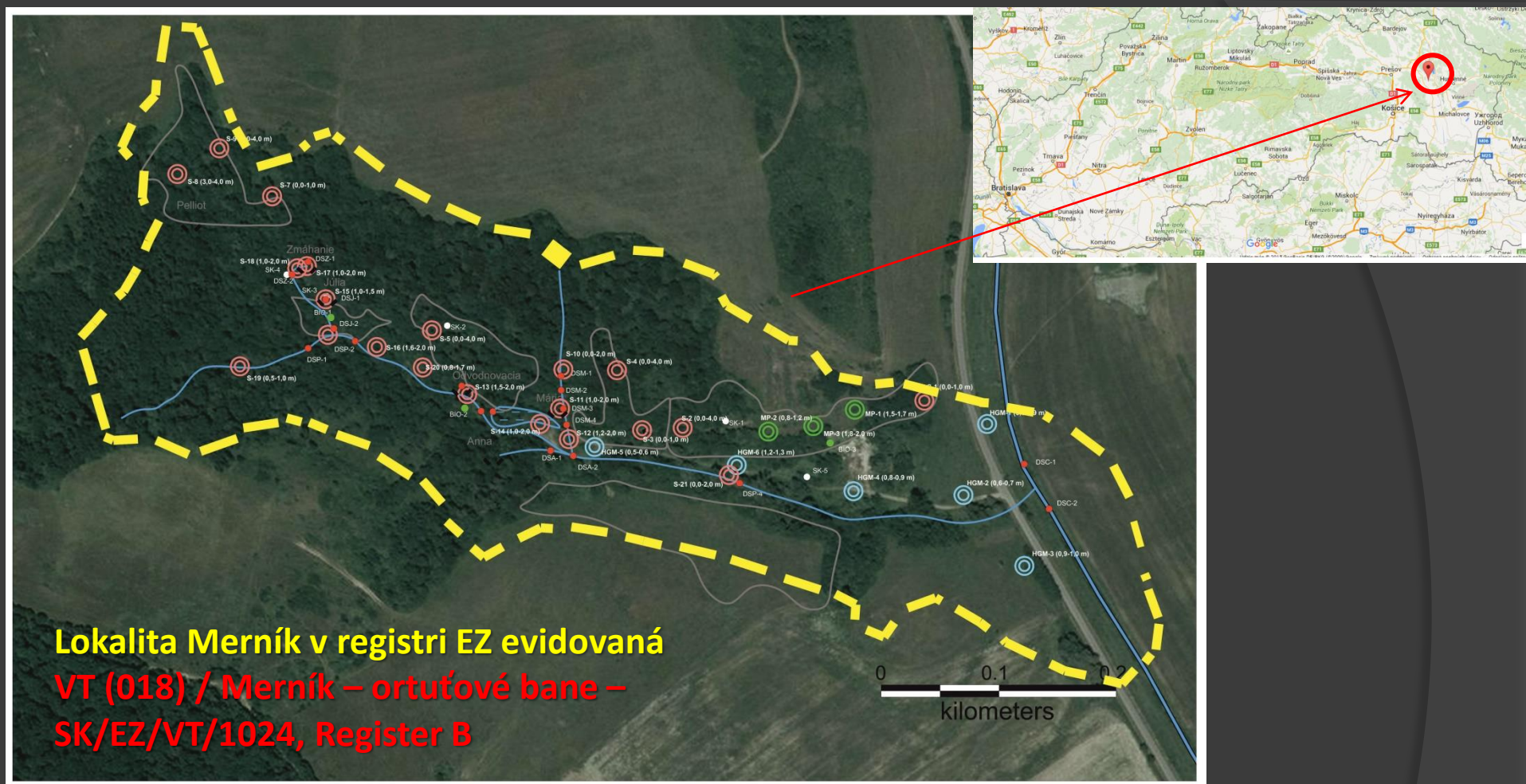


# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*



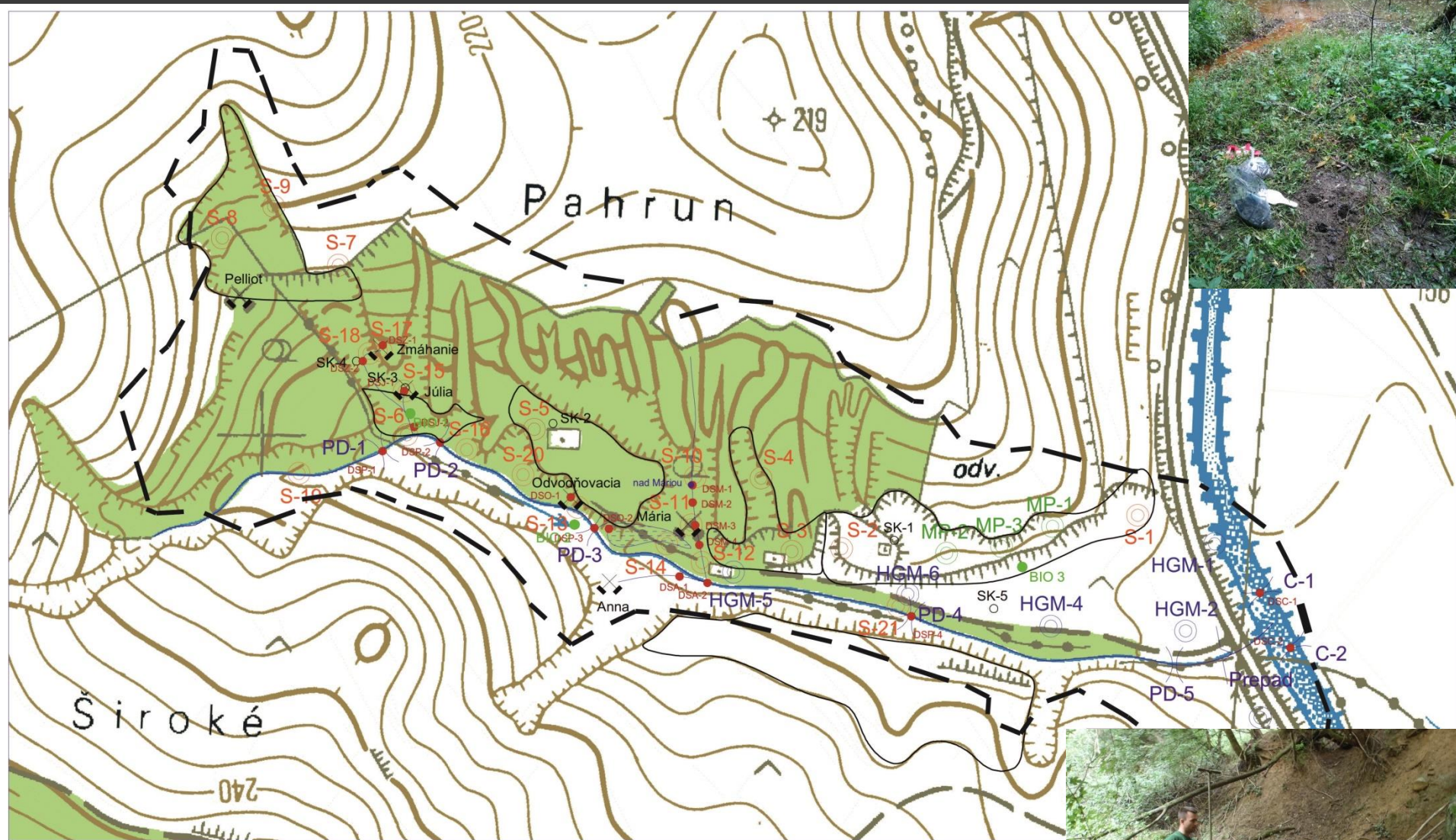
## **Prieskum environmentálnej záťaže VT (018) / Merník – ortuťové bane – SK/EZ/VT/1024, Register B**



**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

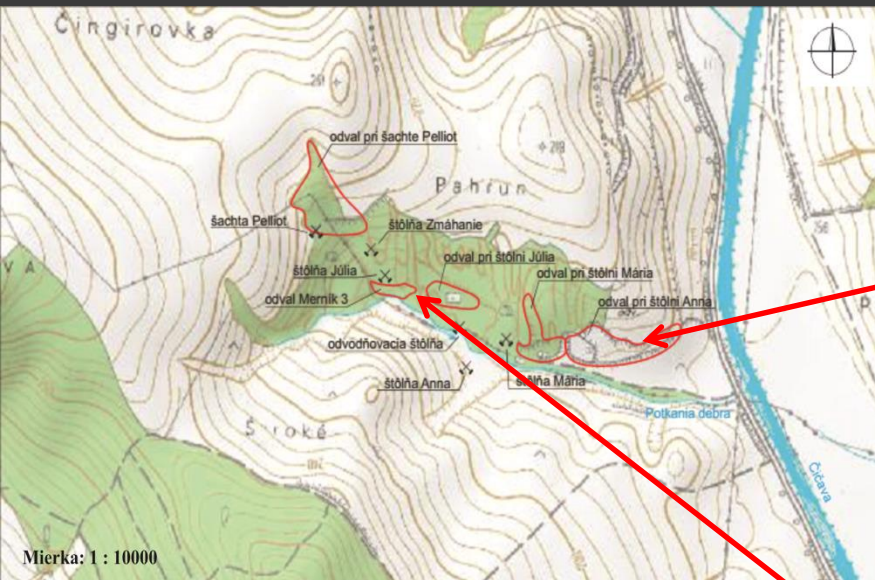


**21 KOPANÝCH SOND - ZEMINY**  
**3 NEVYSTROJENÉ VRTY**  
**6 HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOV**

**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 štôlnie „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.

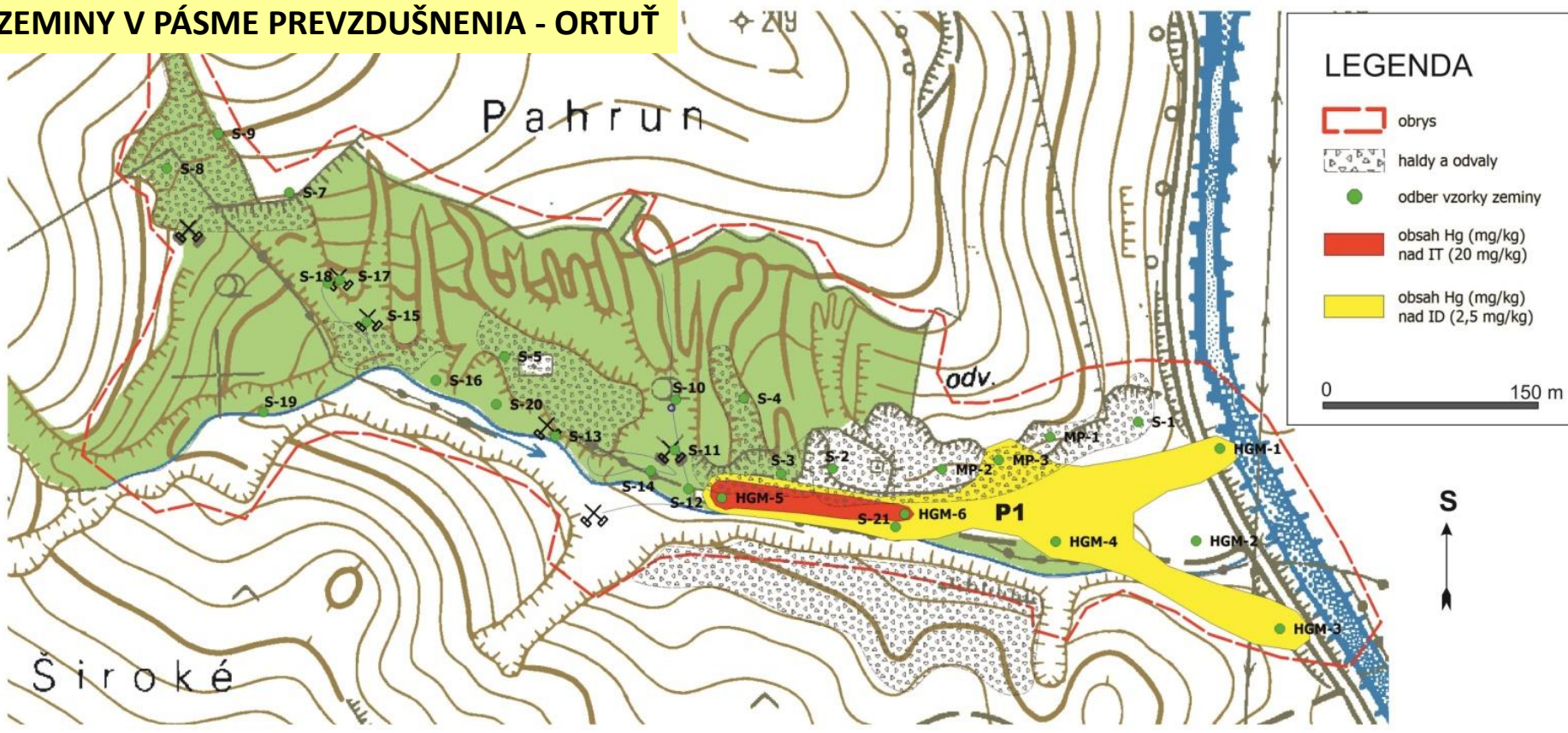


# DISTRIBÚCIA KONTAMINANTOV V ZLOŽKÁCH ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

## 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





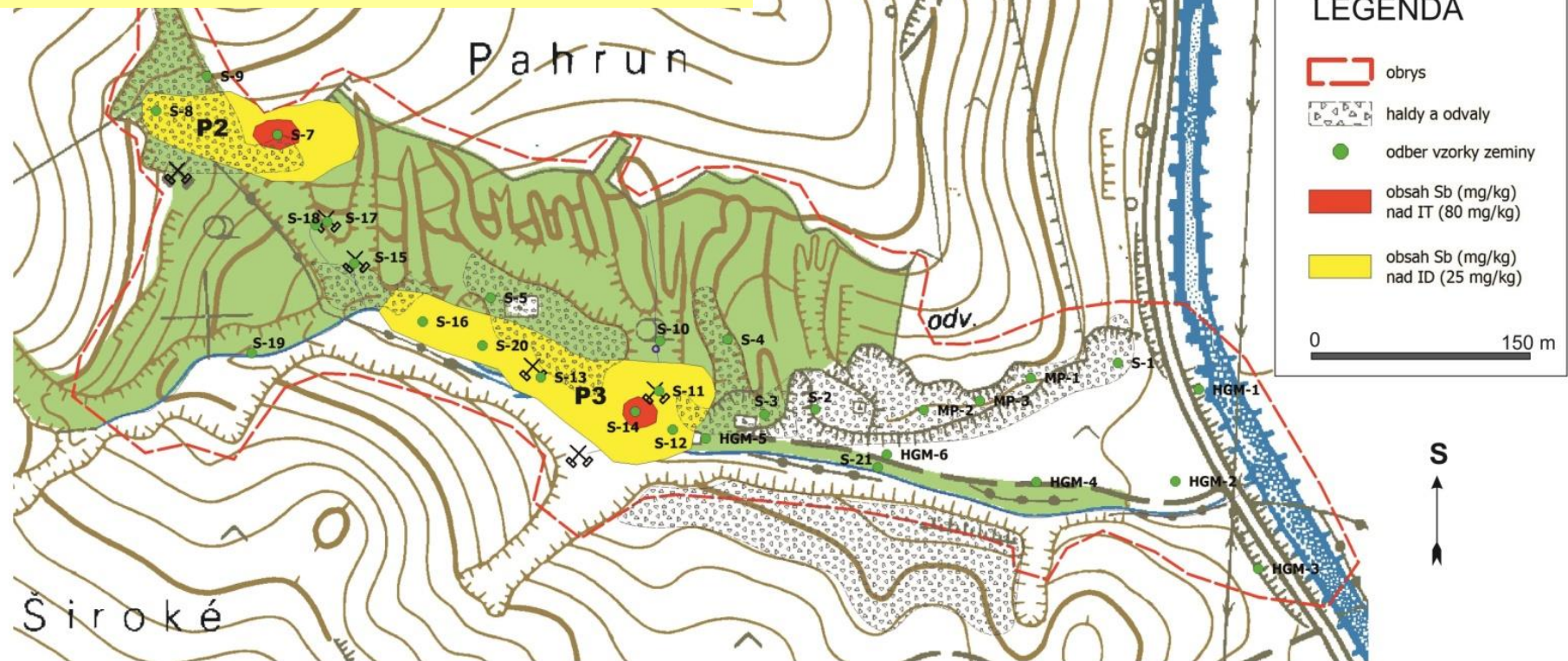
# DISTRIBÚCIA KONTAMINANTOV

## 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



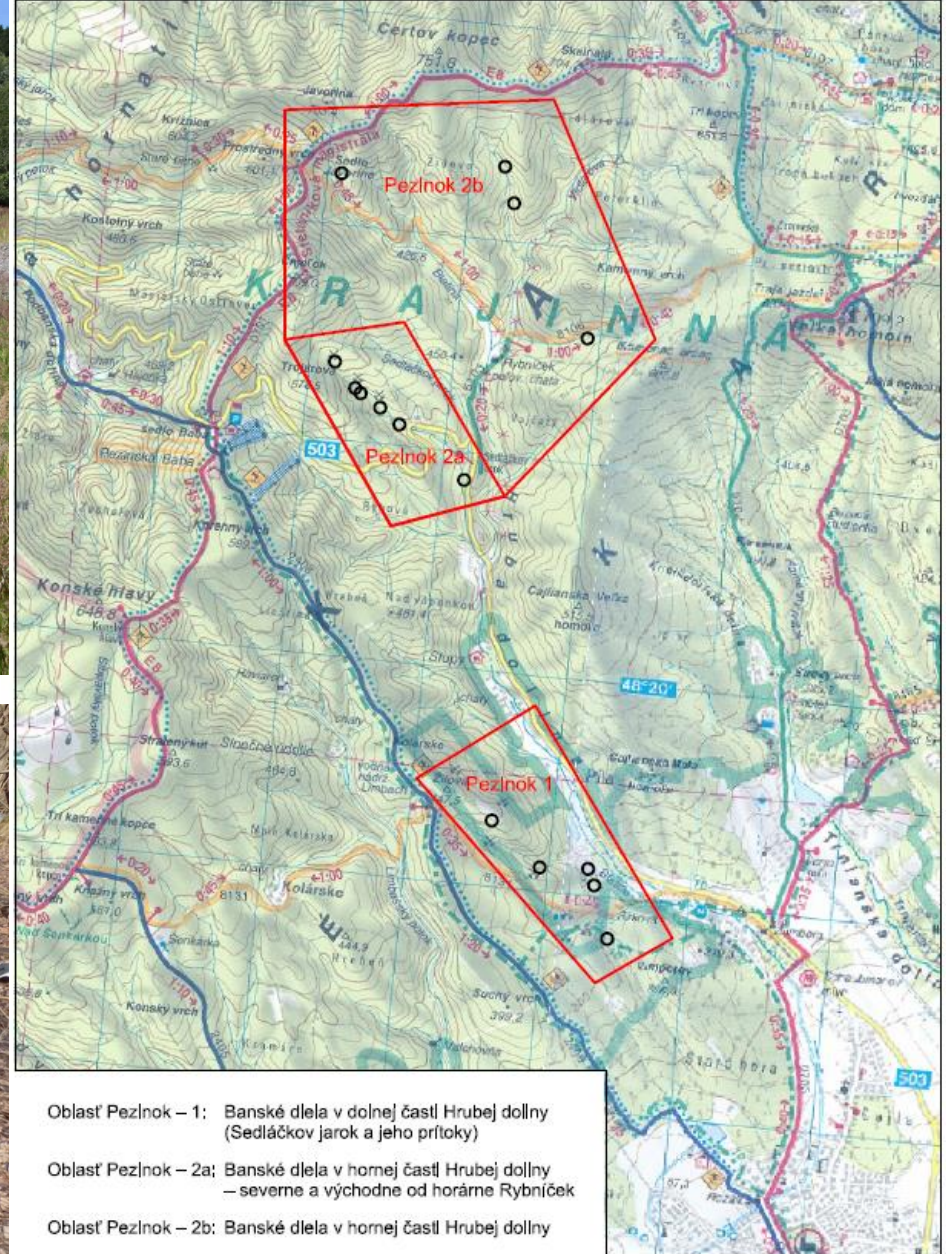
# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*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)

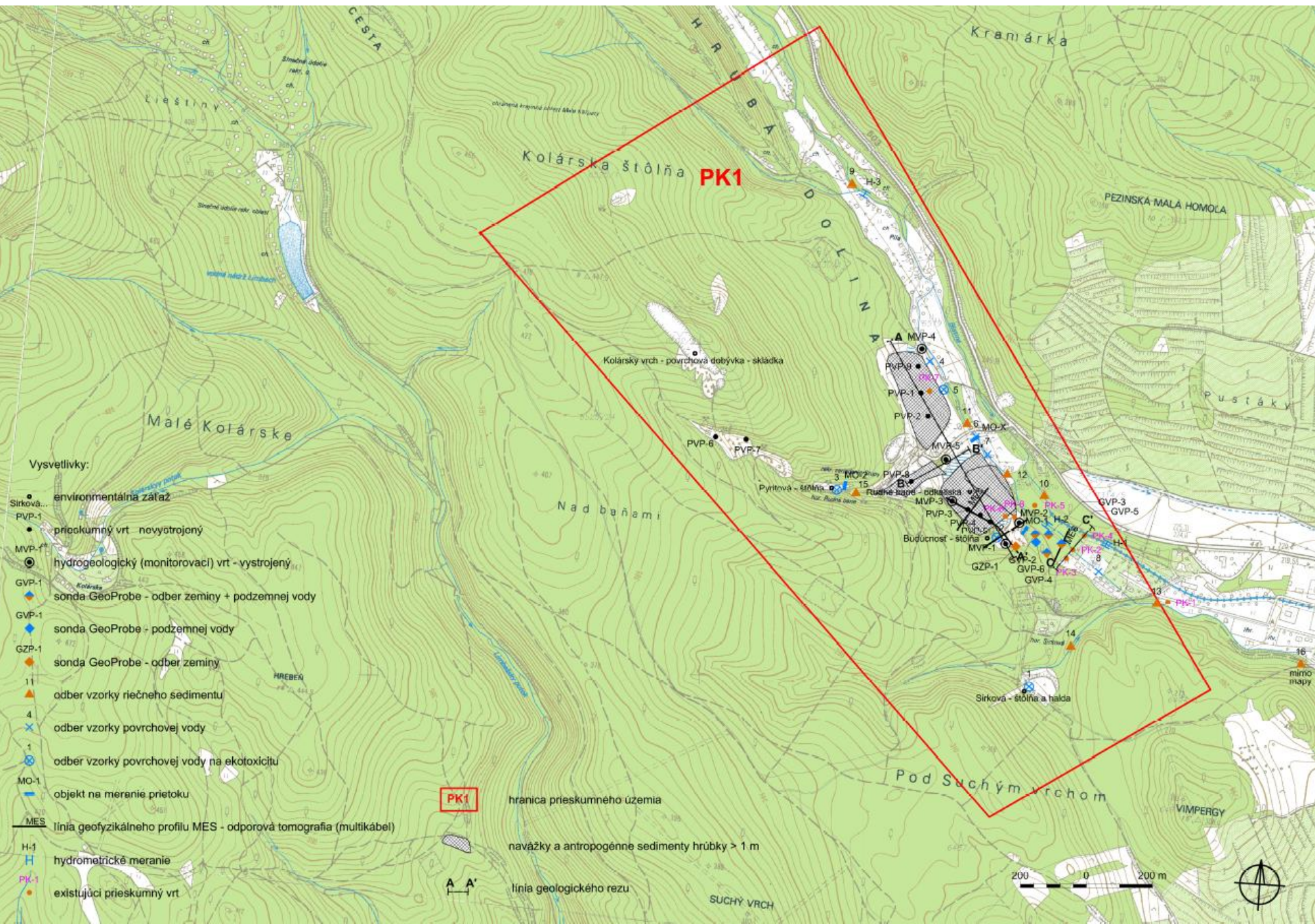


Vysvetlivky:

-  hranice skúmaného územia
-  environmentálna záťaž



# Mapa dokumentačných bodov, oblasť PK 1



# Odkalisko sever




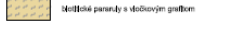
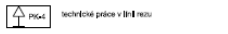


# Odkalisko juh

Vysvetlivky ku geologickým rezom

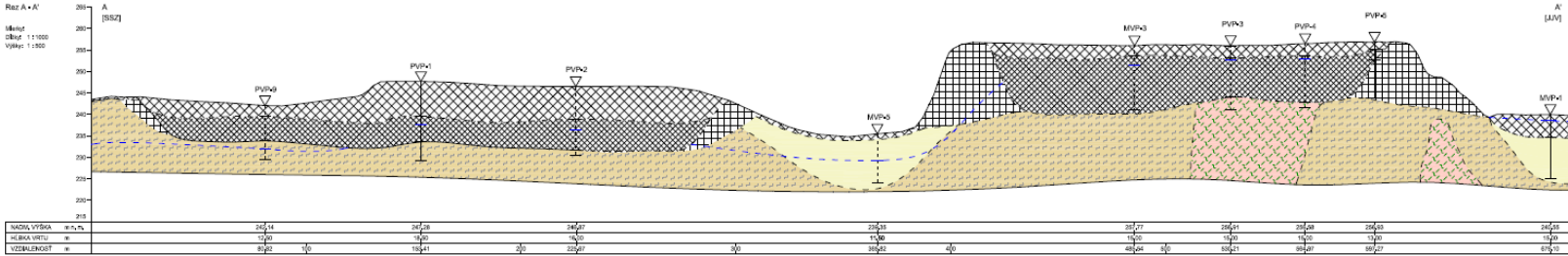
Kvartér

-  antropogénna navážka
-  stavebný násep, hriada
-  obrátený kal
-  šedivá sedimenty voľkú hlinu s rozdielne svedčenie a súly

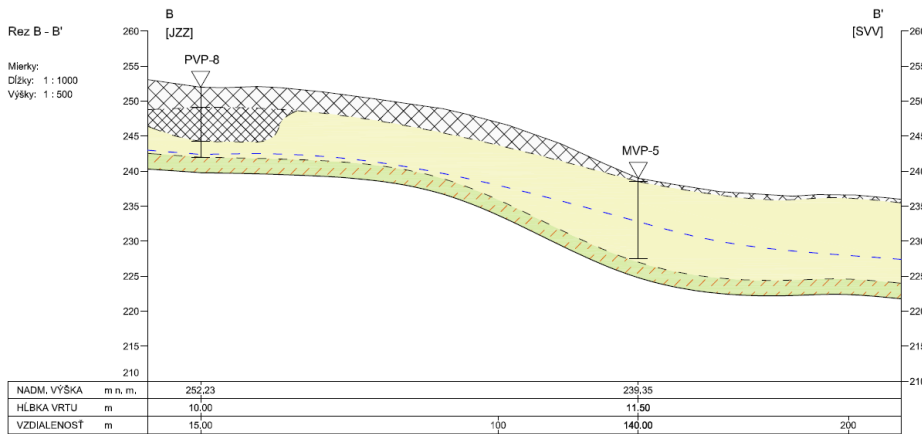
Staršie paleozoikum

-  masivná hornina s podklad metamorfizovaných a metamorfizovaných hornin
-  andžlíkové hliny
-  hlinité pánvy s slobodným granitom
-  technické práce v I. štádiu
-  technické práce mimo I. štádiu
-  geologické hranice zistené a prepocítané
-  nameraná hladina podzemnej vody

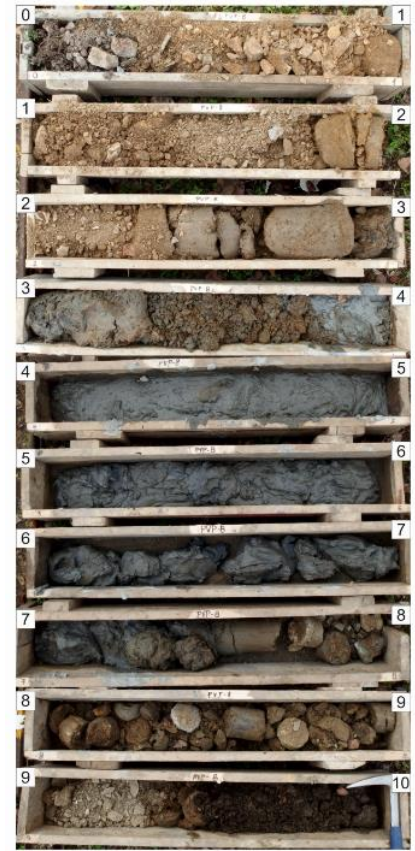
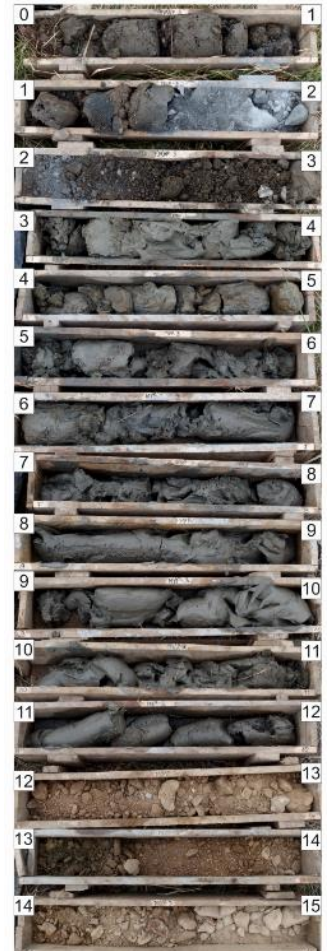
PVP-8



Príloha A3.2 Geologický rez B - B'

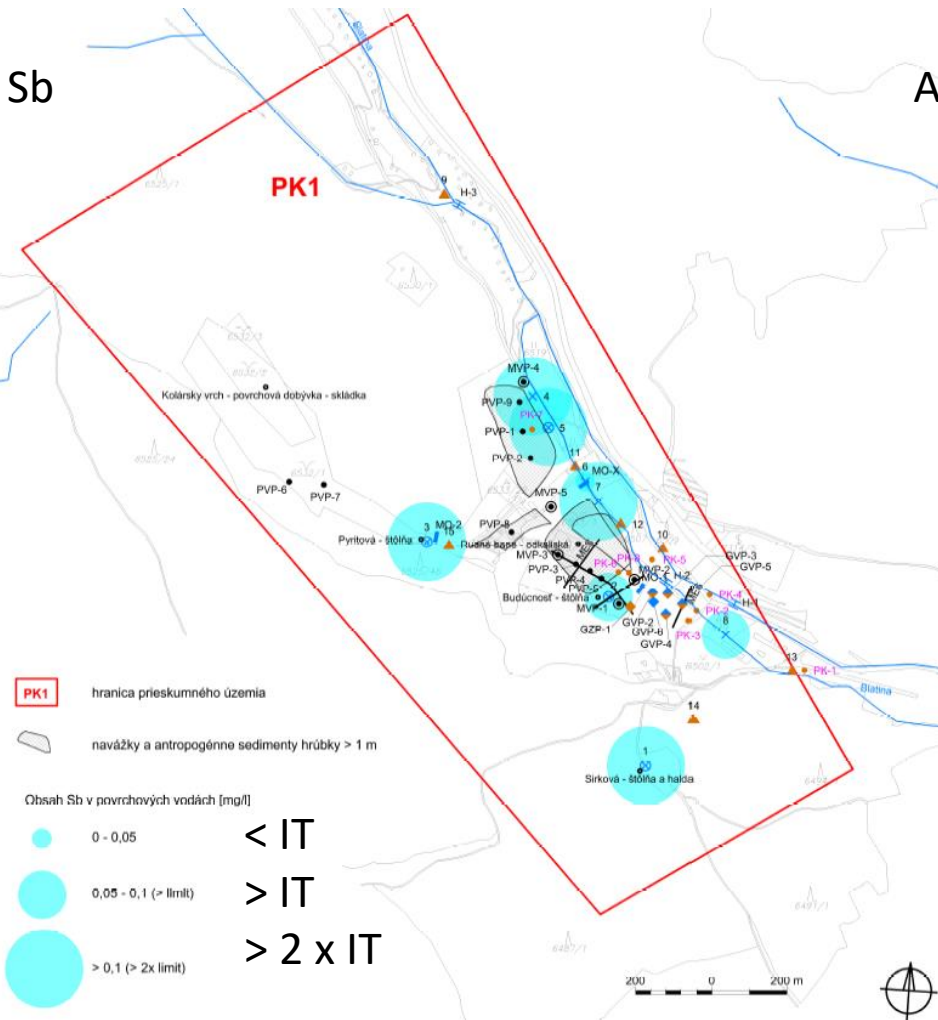


PVP-3

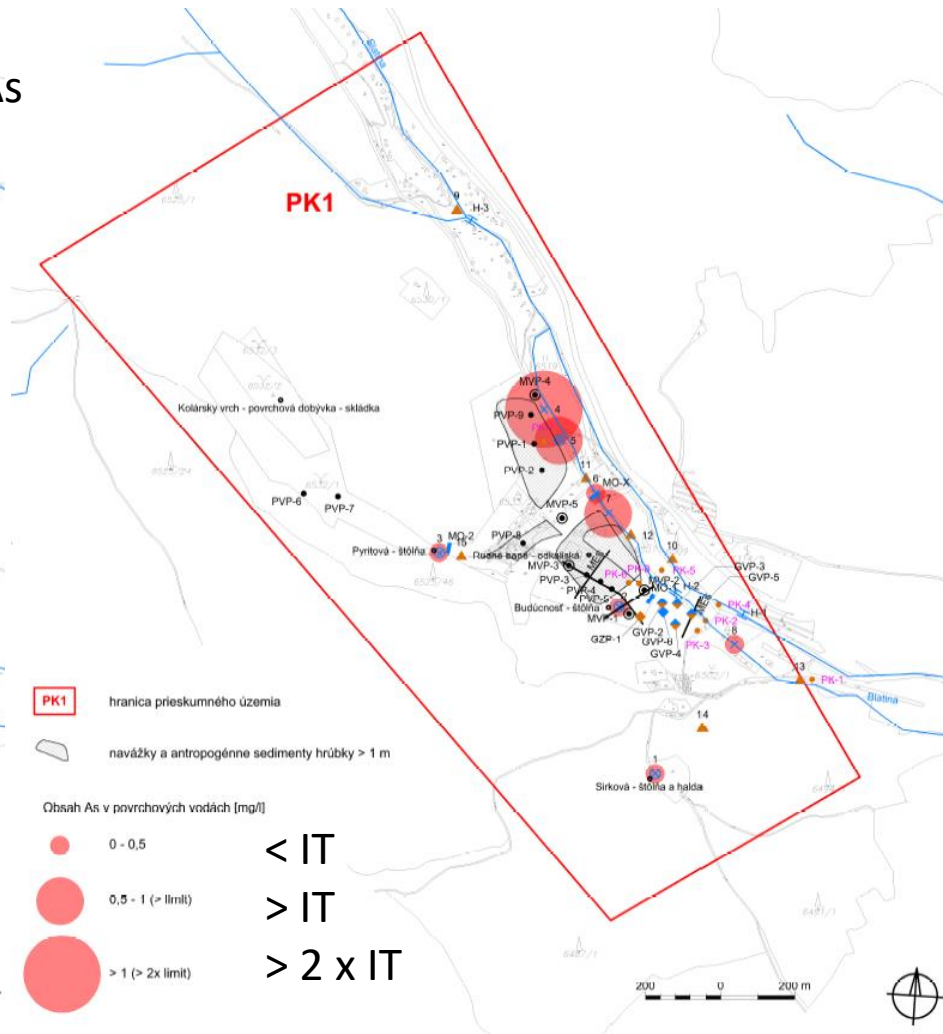


# Distribúcia Sb a As v povrchovéch vodách, oblasť PK 1

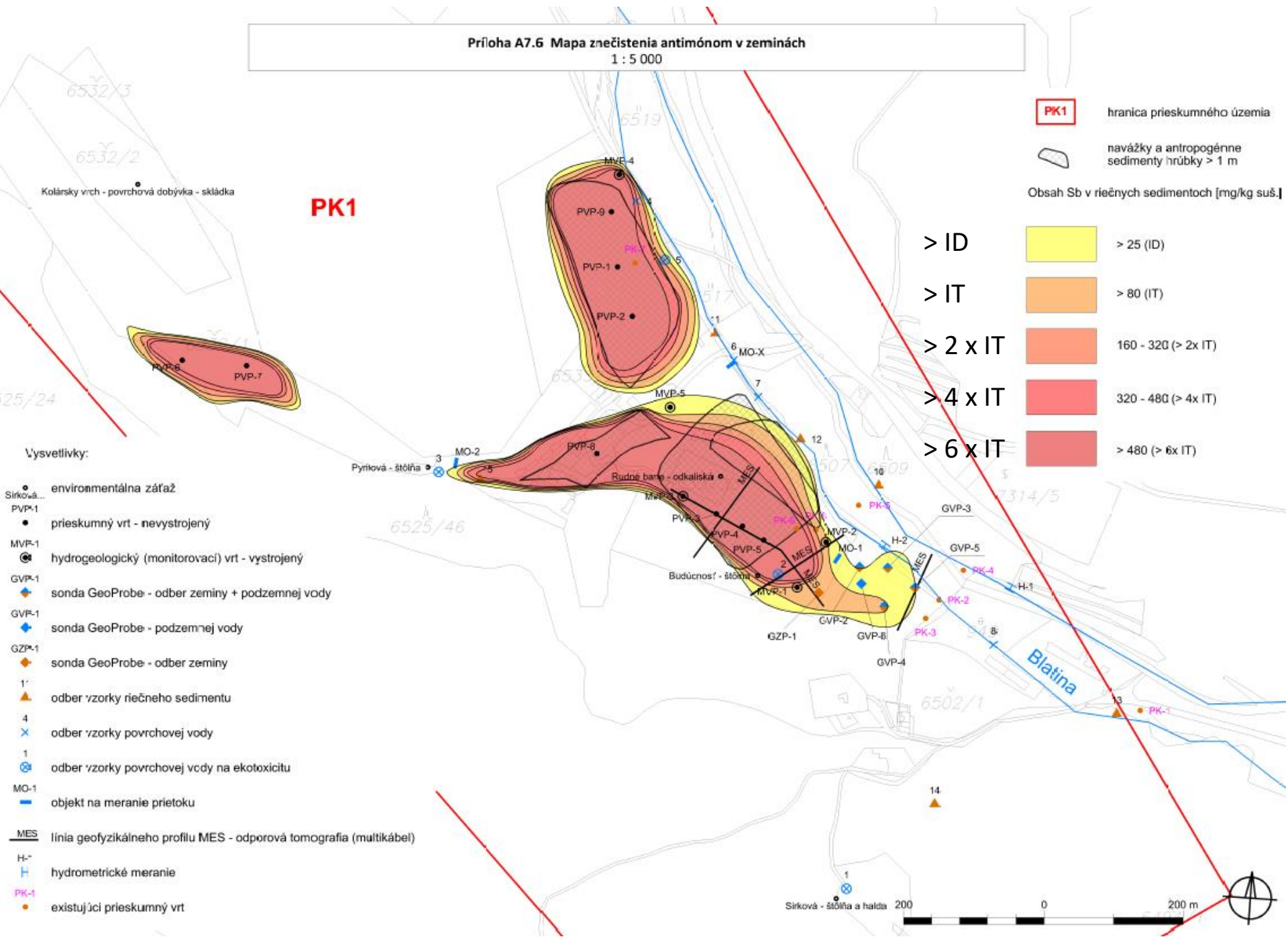
Sb



As

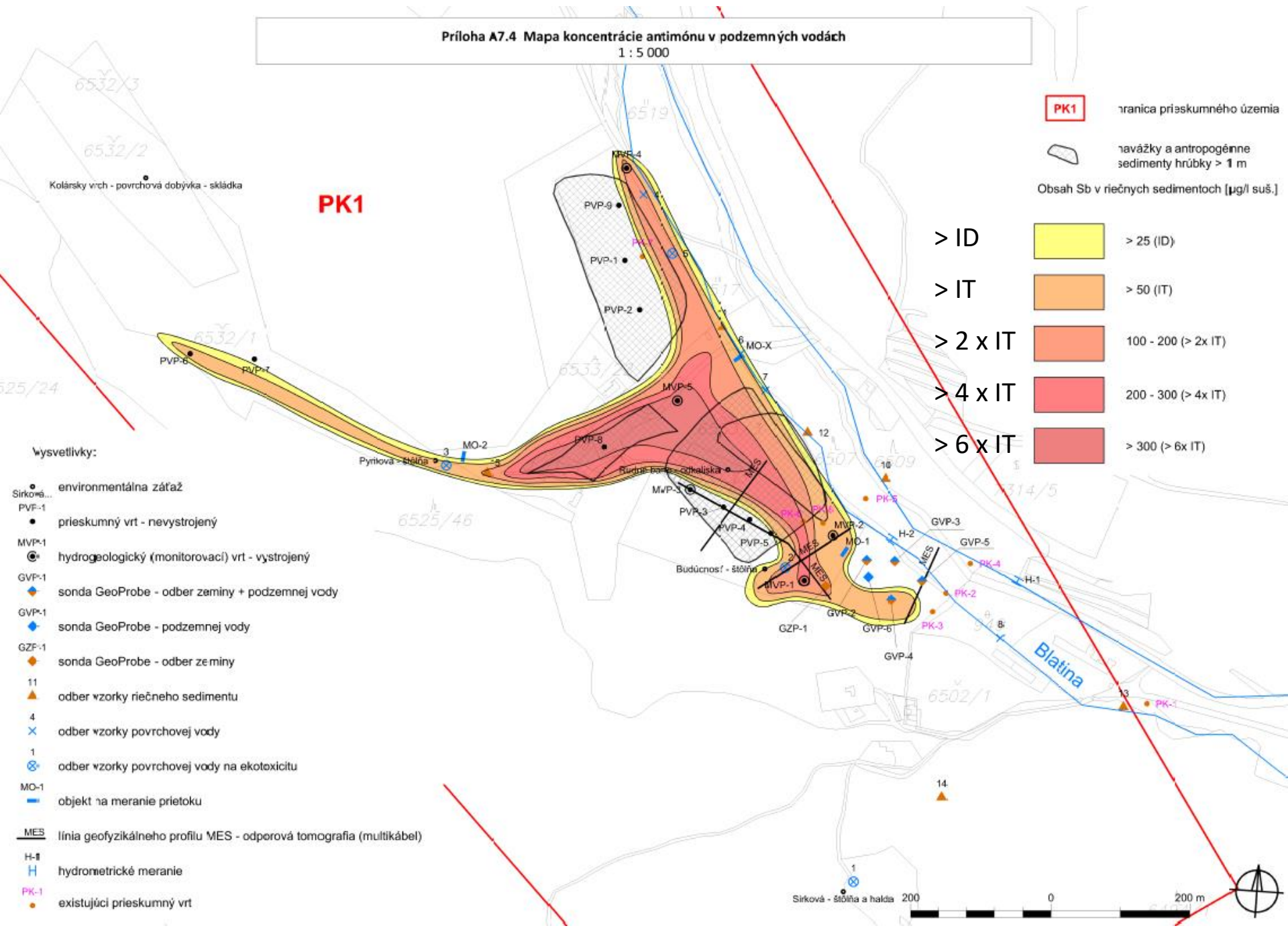


Príloha A7.6 Mapa znečistenia antimónom v zeminách  
1 : 5 000





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



**PK1**

**PK1** hranica prísledného územia

navážky a antropogénne sedimenty hrúbky > 1 m

Obsah Sb v riečnych sedimentoch [µg/l suš.]

- > ID  > 25 (ID)
- > IT  > 50 (IT)
- > 2 x IT  100 - 200 (> 2x IT)
- > 4 x IT  200 - 300 (> 4x IT)
- > 6 x IT  > 300 (> 6x IT)

**wysvetlivky:**

- environmentálna záťaž
- PVP-1 prieskumný vrt - nevystrojený
- MVP-1 hydrogeologický (monitorovací) vrt - vystrojený
- GVP-1 sonda GeoProbe - odber zeminý + podzemnej vody
- GVP-1 sonda GeoProbe - podzemnej vody
- GZF-1 sonda GeoProbe - odber ze miny
- ▲ 11 odber vzorky riečného 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-II hydrometrické meranie
- PK-1 existujúci prieskumný vrt



## 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.

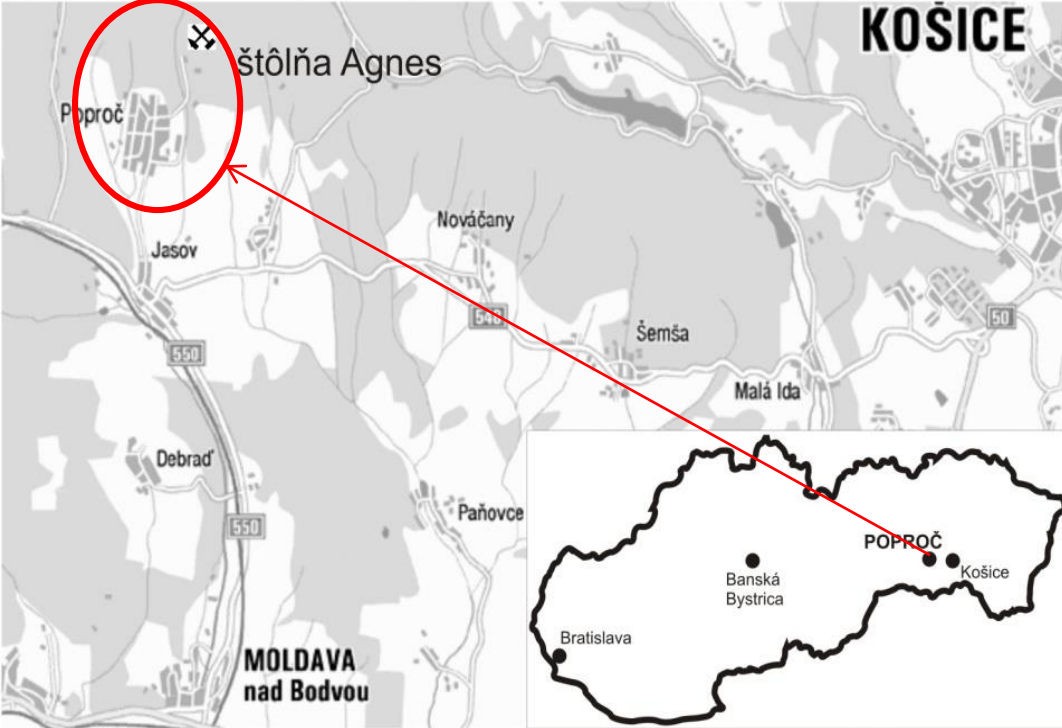


# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*



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



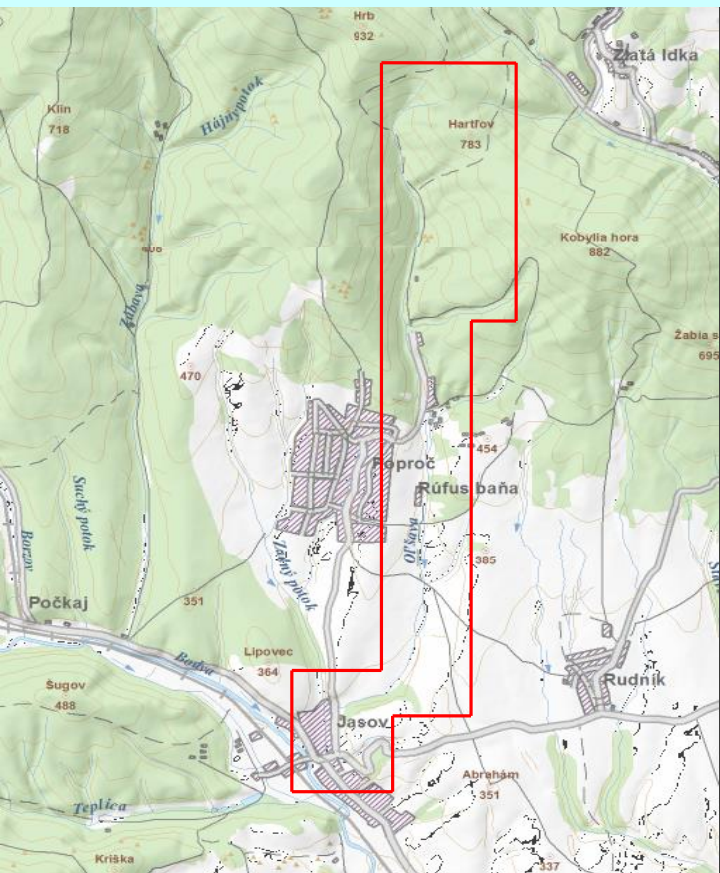
**Lokalita Poproč v registri EZ evidovaná  
KS (012) / Poproč - Petrova dolina  
SK/EZ/KS/353, Register B.**

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

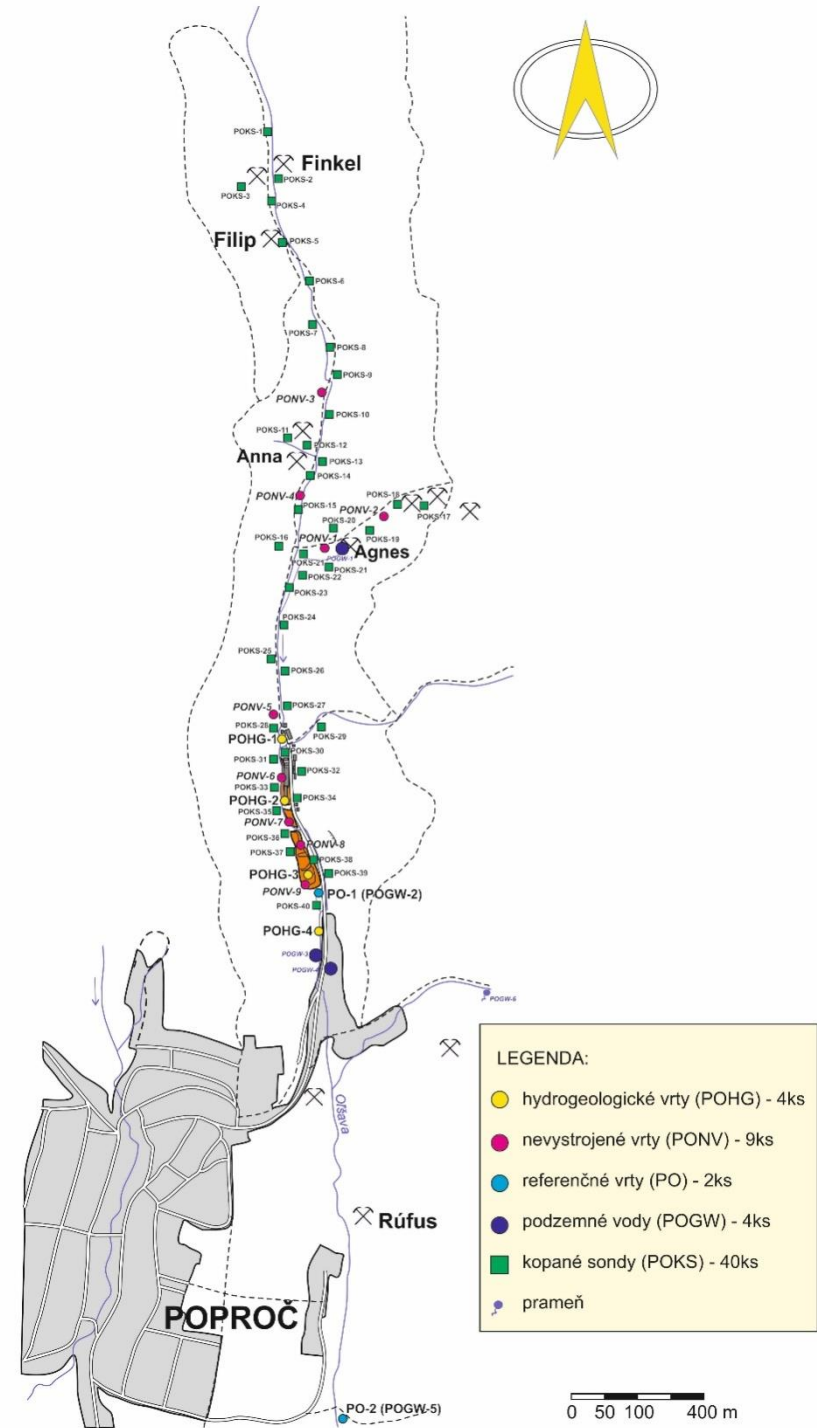
**Hlavným minerálom Sb žíl je vždy kremeň a antimonit, vedľajšie minerály sú pyrit, arzenopyrit, markazit, pyrotit, berthierit, chalkopyrit, tetraedrit, sfalerit, zinkenit, füllöpit, jamesonit, chalkostibit a senarmontit.**

**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

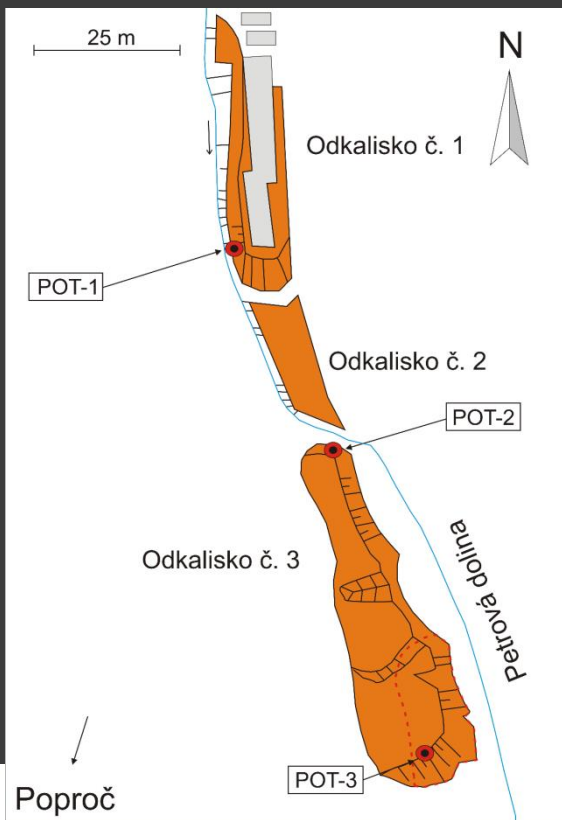


**40 KOPANÝCH SOND - ZEMINY**  
**9 NEVYSTROJENÝCH VRTOV**  
**6 HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOV**  
**10 MONITOROVACÍCH BODOV**  
- POVRCHOVÉ VODY A RIEČNE SEDIMENTY  
**4 MONITOROVACIE BODY - STUDNE**  
**2 VÝTOKY ZO ŠTÔLNÍ (AGNES A ANNA)**  
**+ 1 STARŠÍ HYDROGEOLOGICKÝ VRT**



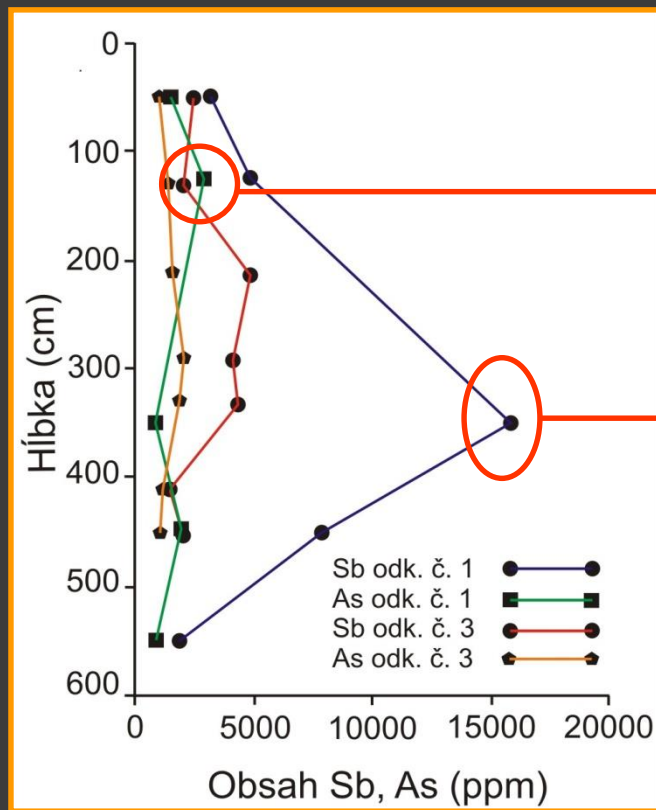
# voľne deponované odkaliskové kaly a ťažobné odpady na lokalite Poproč







# odkaliskové sedimenty/kaly

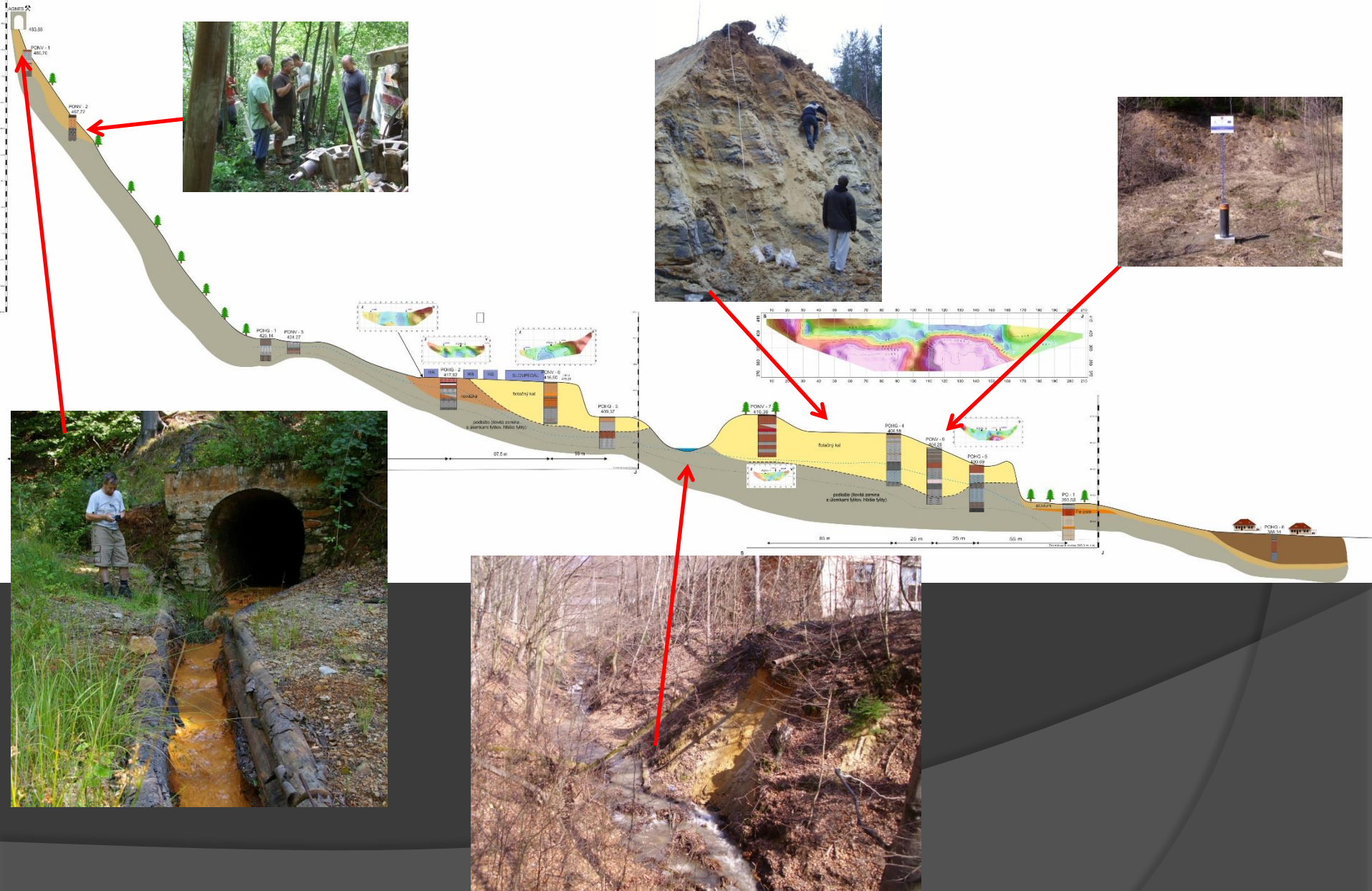


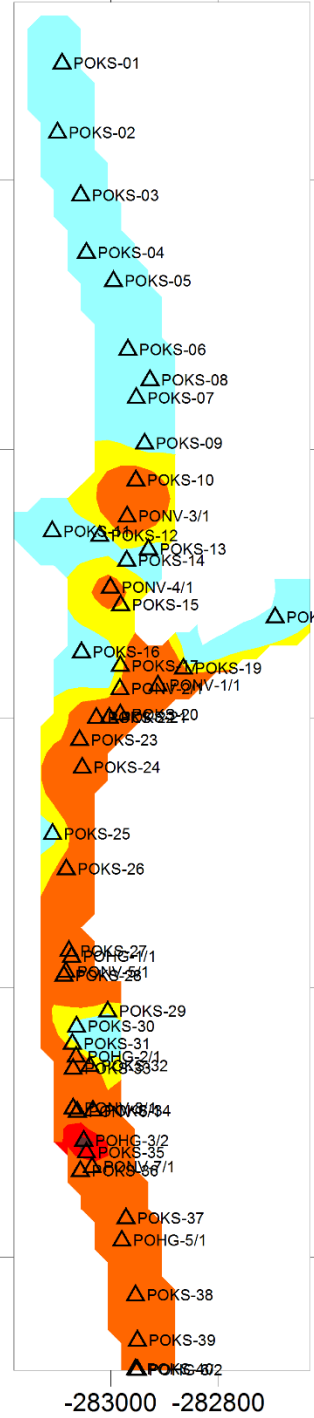
As – 1,49 g/kg

Sb  
15,83 g/kg

- Neutralizačný potenciál: priemer pre odk. 1+3 → 17 ton  $\text{CaCO}_3$ /100 ton materiálu
- Tvorba  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : priemer pre odk. 1+3 → 2 kg/tonu materiálu

# Situačný model lokality EZ Poproč – Petrova dolina





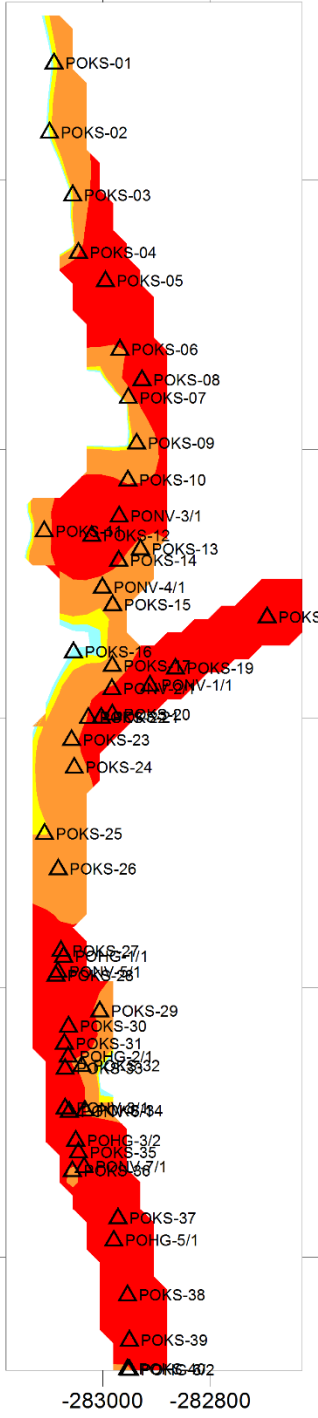
-1236500

-1237000

-1237500

-1238000

-1238500



**Sb**

-1236500

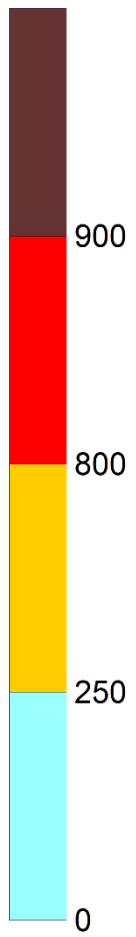
-1237000

-1237500

-1238000

-1238500

**Pb**



# štôľňa Agnes 2015



# 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<br>NV 269/2010 | 50 µg/l |      | 25 µg/l |      | 1000 µg/l |      | 5 µg/l |      | 2 mg/l |      |



štôľňa Agnes



September 2004

štôľňa Agnes



August 2007

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

|                     | suspenzia<br>(g.l <sup>-1</sup> ) | prietok<br>(l.s <sup>-1</sup> ) | transport<br>(kg denne) | transport<br>(kg ročne) | Sb<br>(g/kg) | As<br>(g/kg) | ročne<br>Sb (kg) | ročne<br>As (kg) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------|
| Agnes               | 0,0025                            | 5                               | 0,54                    | 197,10                  | 14           | 58           | 2,76             | 11,43            |
| Olšava<br>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 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**



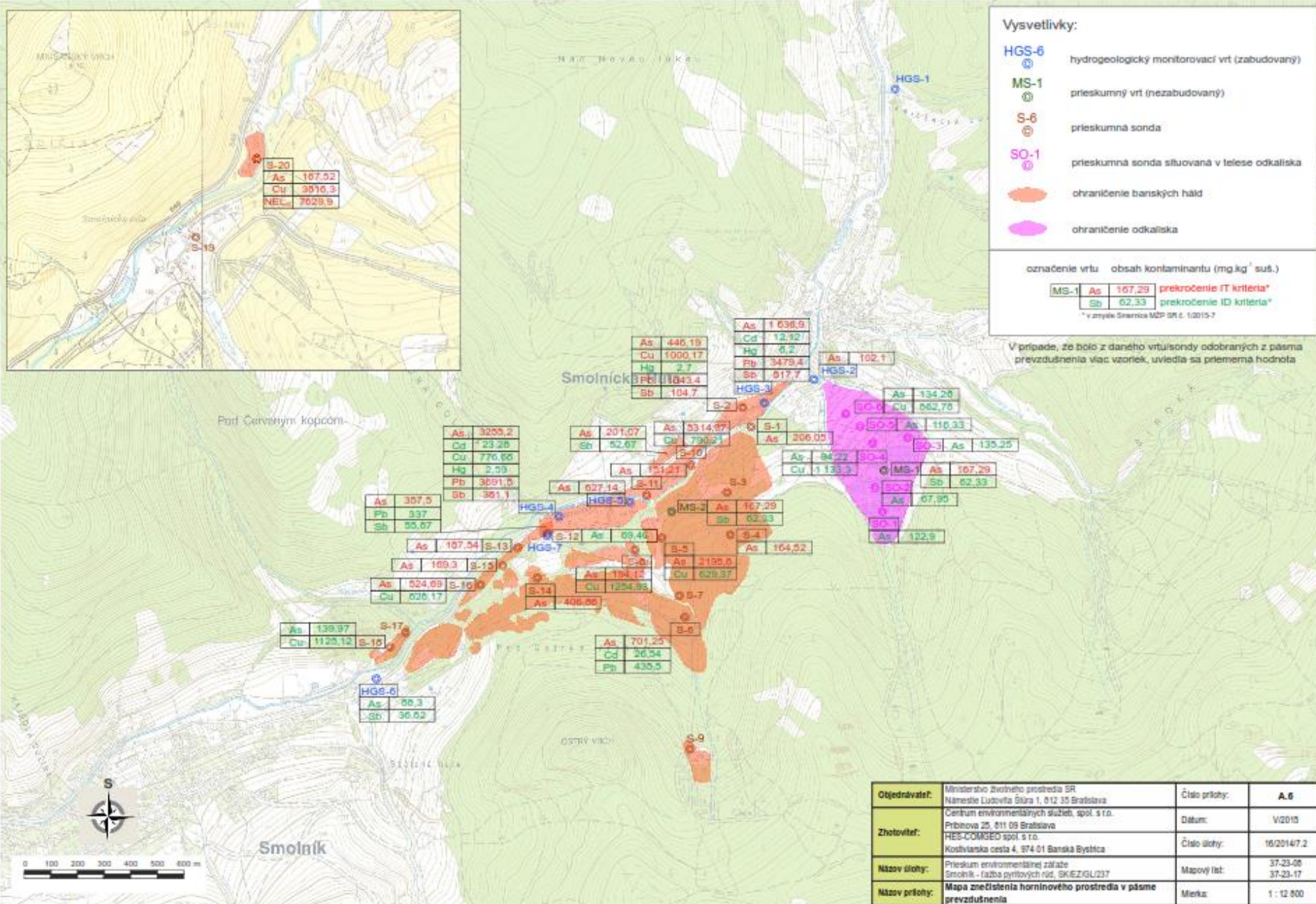
**Obr. č. 57 Rozsiahle závalové pásmo v halde nad starým banským závodom**

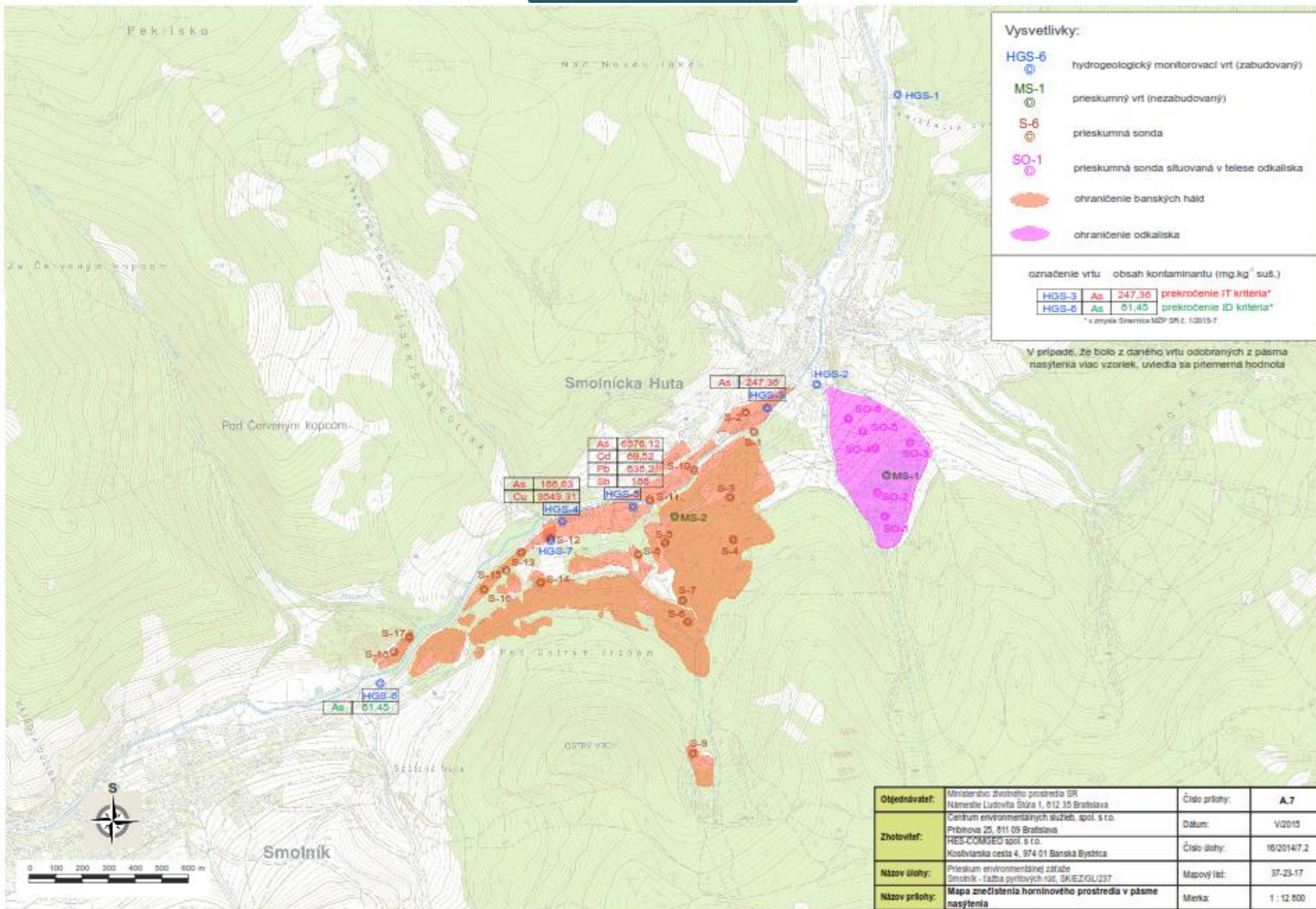


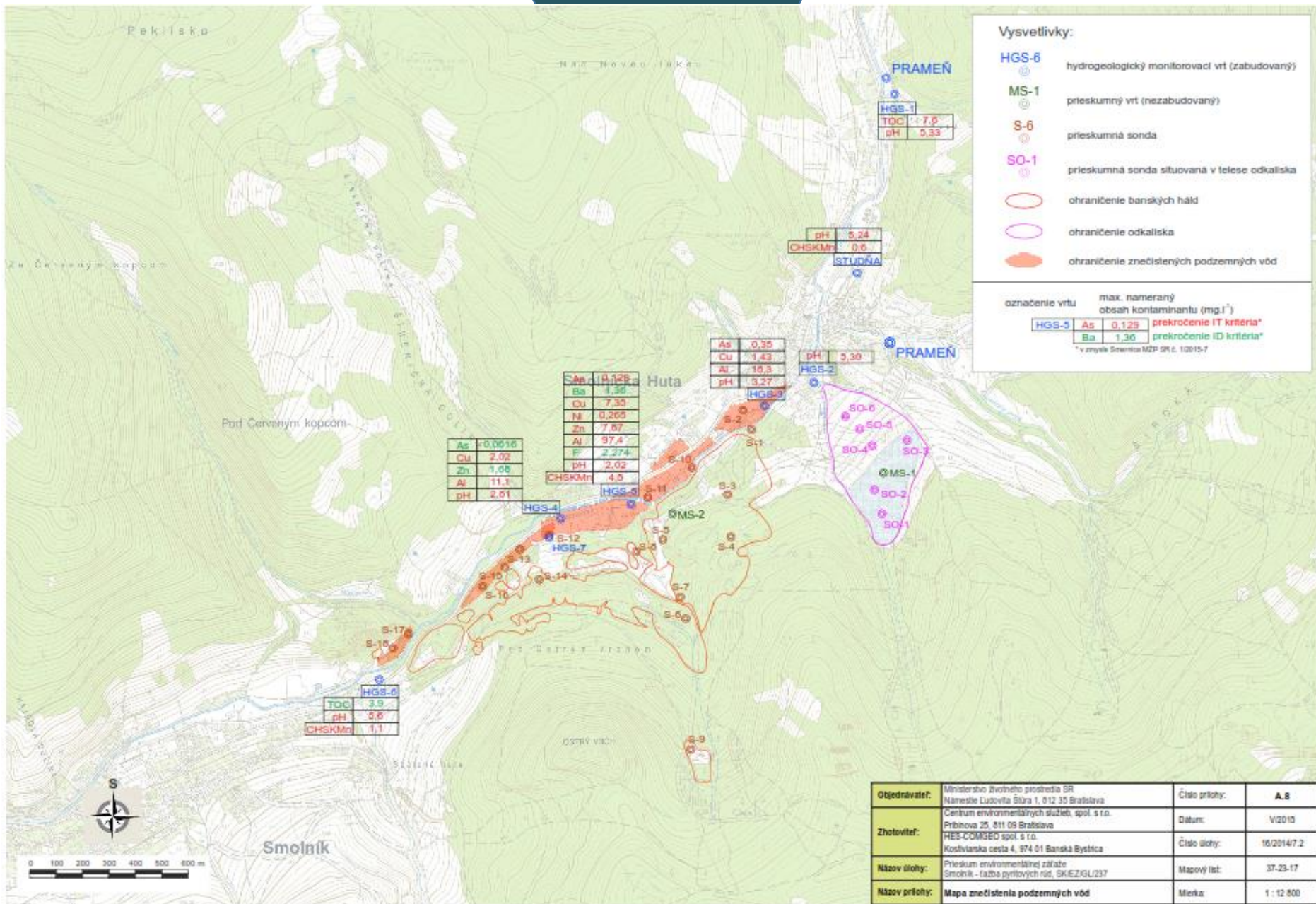
**Obr. č. 29: Vrchná výúst drenážnej vody z odkaliska**

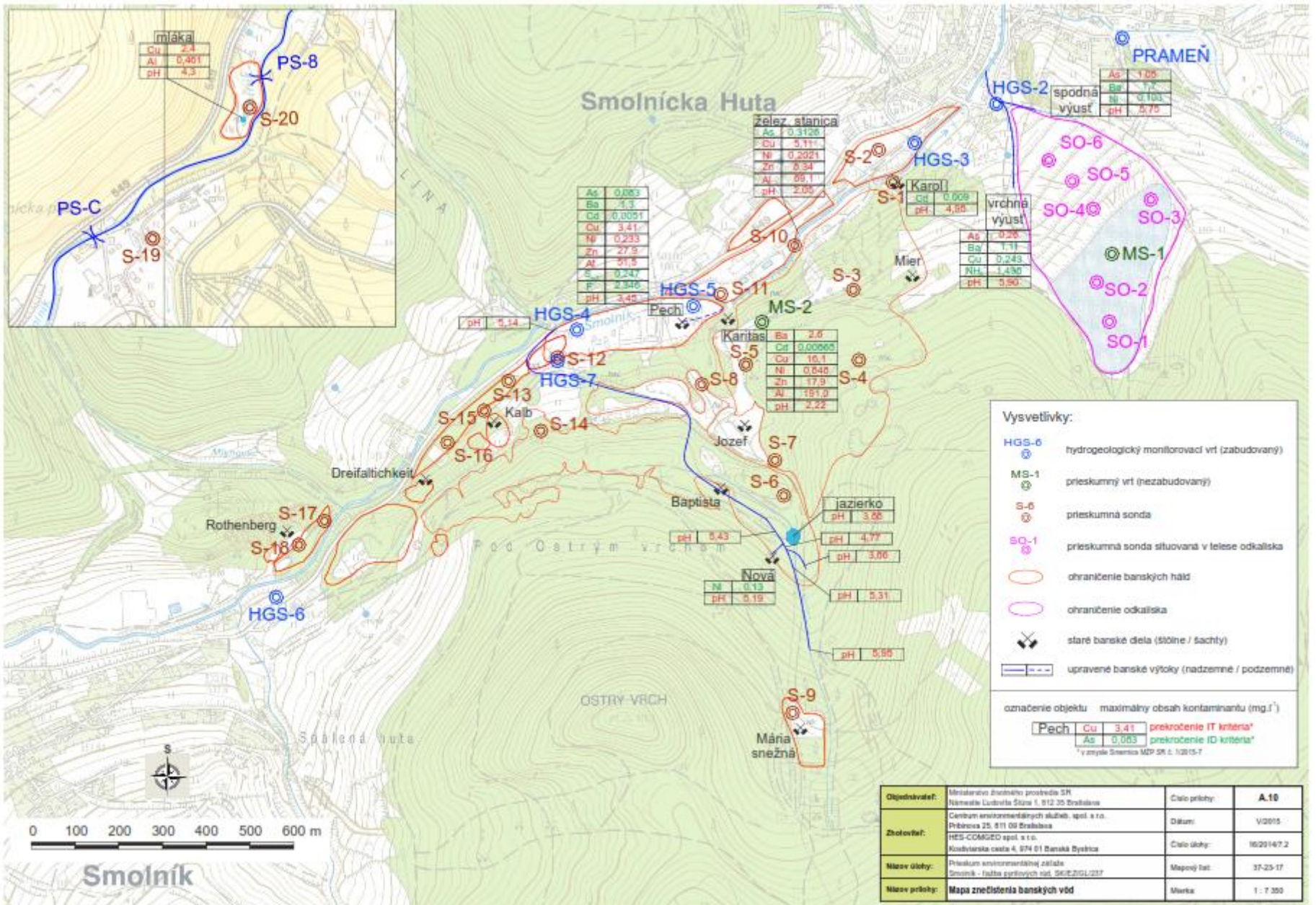


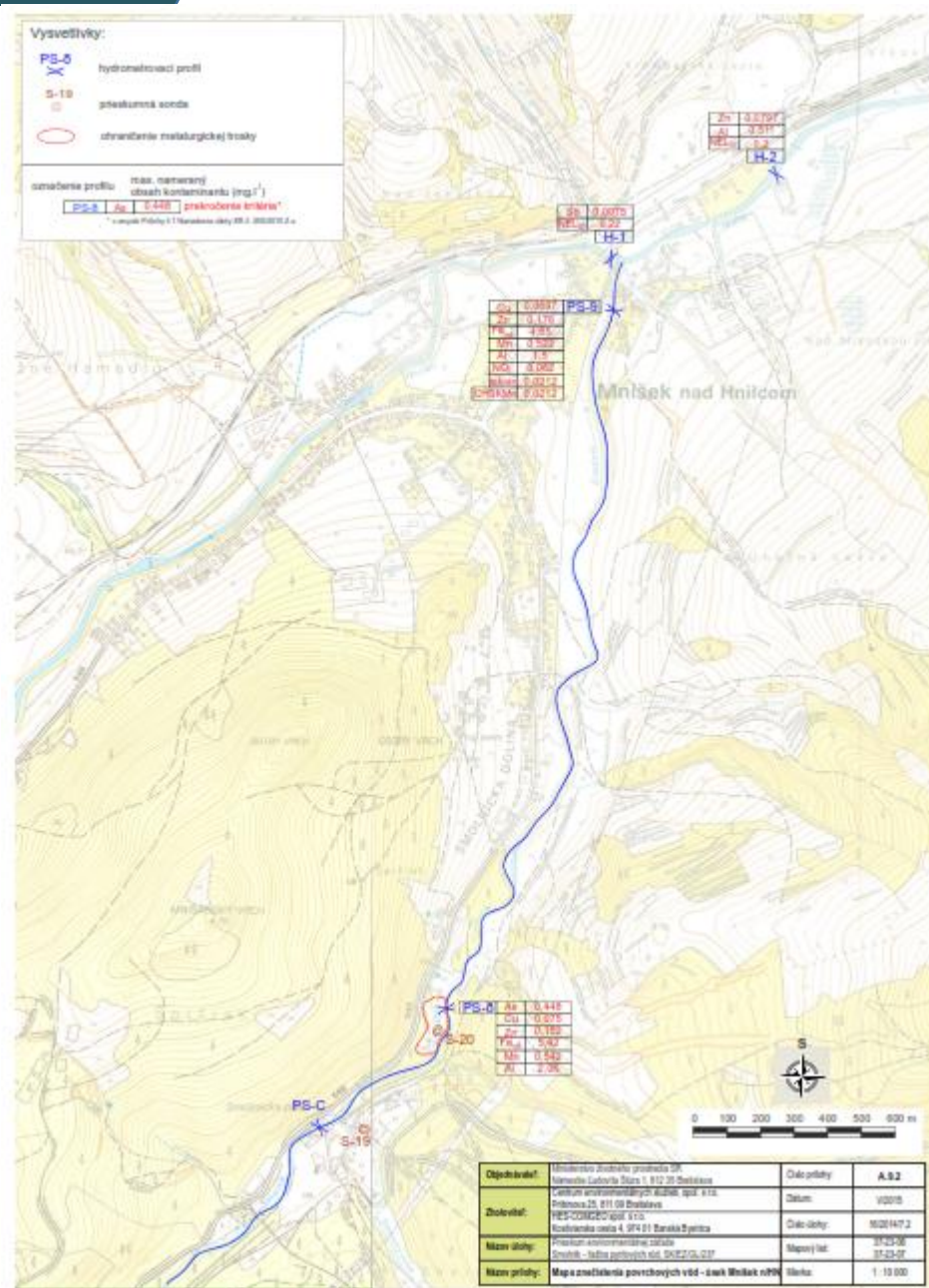
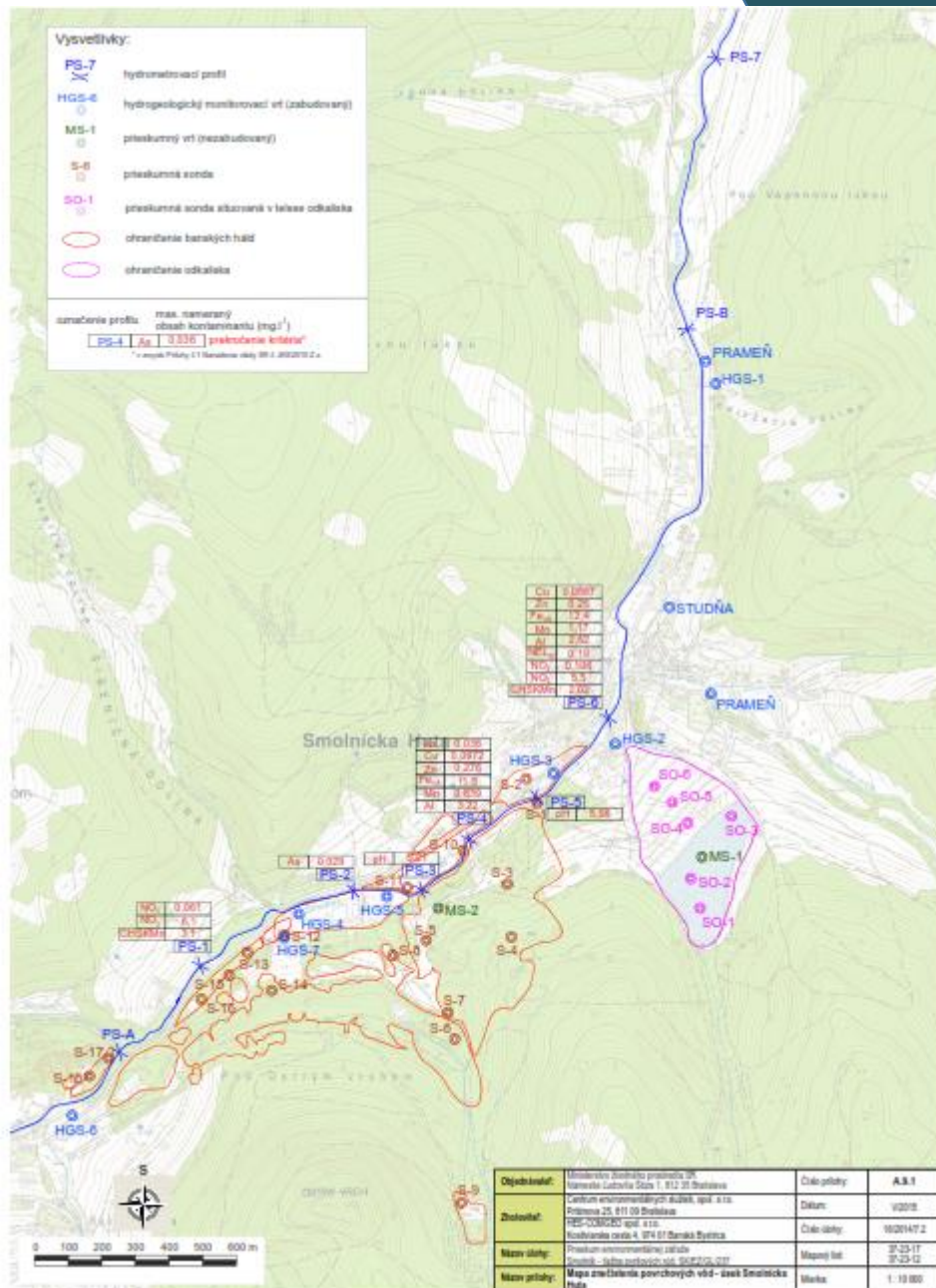
**Obr. č. 30: Spodná výúst drenážnej vody z odkaliska**













# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

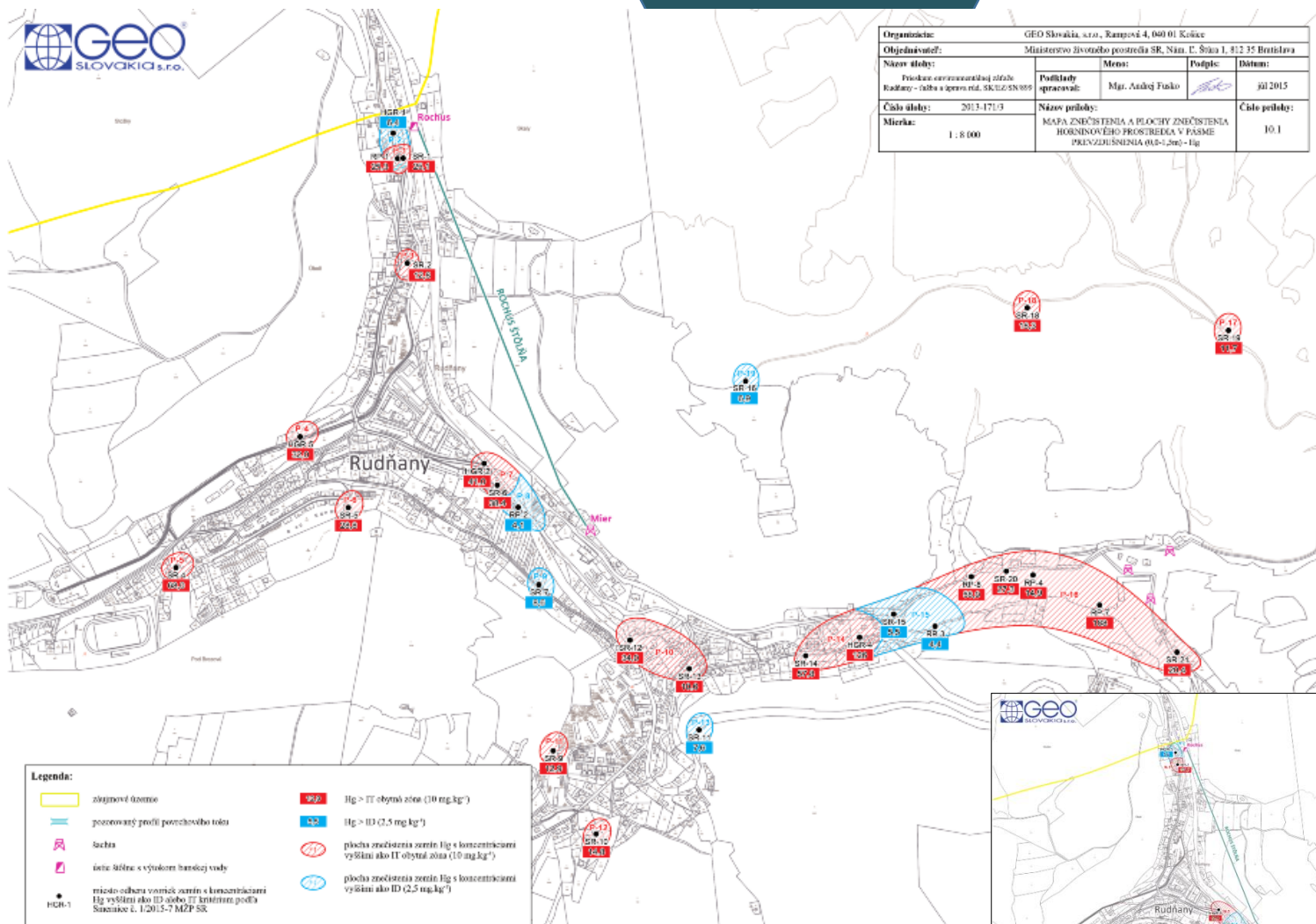
*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*



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

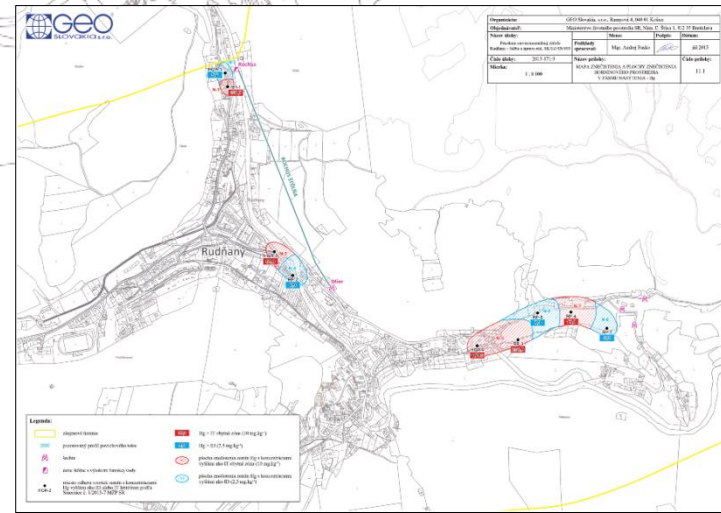


|   |  |                     |                 |
|---|--|---------------------|-----------------|
| Organizácia: GEO Slovakia, s.r.o., Rantová 4, 040 01 Košice                                   |  |                     |                 |
| Objedávateľ: Ministerstvo životného prostredia SR, Nám. Ľ. Štúra 1, 812 35 Bratislava         |  |                     |                 |
| Názov úlohy: Prísložen environmentálnej záťaže Rudnany - úložná a úpravná zóna, SK:ELZ:SN:005 | Poskytnutý spracovateľ: Mgr. Andrej Fialko   | Meno: [Signature]   | Dátum: júl 2015 |
| Číslo úlohy: 2013-171-0   | Názov prílohy: MAPA ZNEČISTENIA A PLOCHY ZNEČISTENIA HORNINOVÉHO PROSTREDIA V PÁSME PRÍRUKUŠENIA 048-0-200-14g | Číslo prílohy: 10.1 |                 |
| Mierka: 1 : 8 000   |  |                     |                 |



**Legenda:**

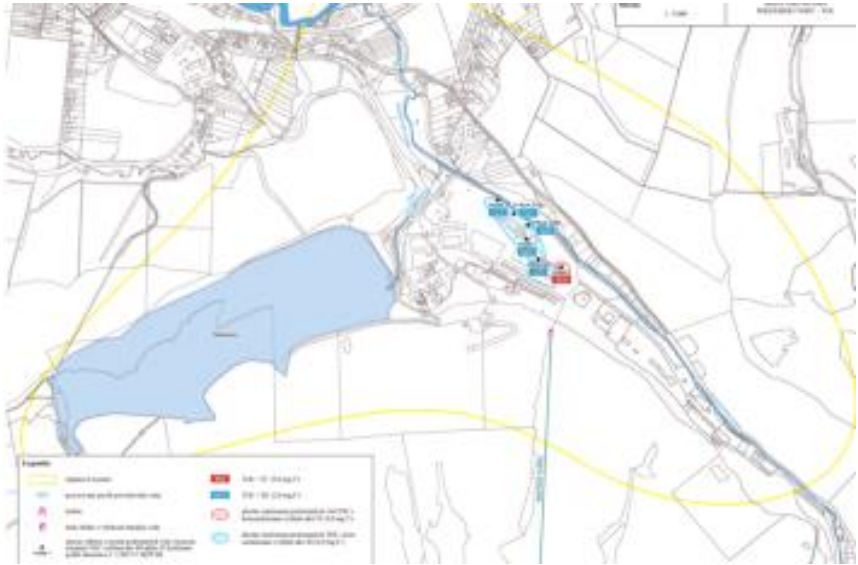
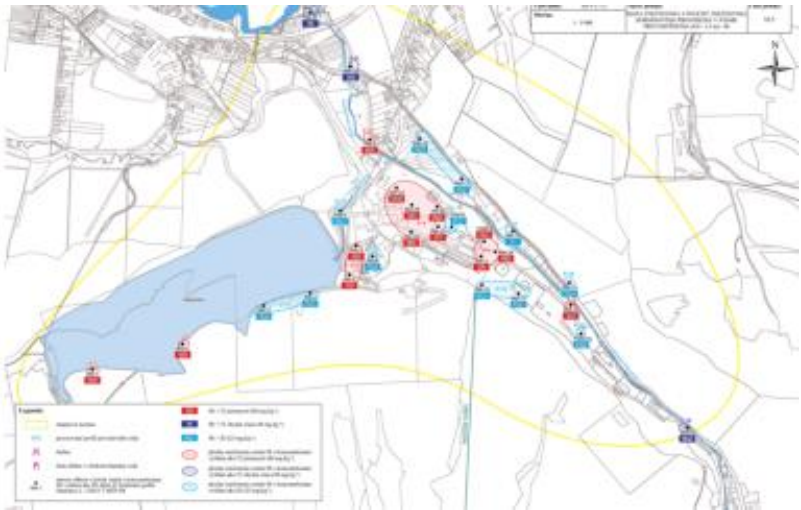
|   |   |
|---|---|
| územné čeranie  | Hg > IT obytná zóna (10 mg.kg <sup>-1</sup> )   |
| pozemkový profil povrchového tolu   | Hg > IZ (2,5 mg.kg <sup>-1</sup> )  |
| ťažba   | plocha znečistenia zemín Hg s koncentraciami vyššími ako IT obytná zóna (10 mg.kg <sup>-1</sup> ) |
| ťažba s výskonom hmotnej sudy   | plocha znečistenia zemín Hg s koncentraciami vyššími ako IZ (2,5 mg.kg <sup>-1</sup> )            |
| miesto odberu vzoriek zemín s koncentraciami Hg vyššími ako IZ alebo IT štatisticky podľa Smernice č. 1/2015-7 MZP SR |   |



|   |  |
|---|--|
| 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: Prísložen environmentálnej záťaže Rudnany - úložná a úpravná zóna, SK:ELZ:SN:005 | Poskytnutý spracovateľ: Mgr. Andrej Fialko   |
| Číslo úlohy: 2013-171-0   | Názov prílohy: MAPA ZNEČISTENIA A PLOCHY ZNEČISTENIA HORNINOVÉHO PROSTREDIA V PÁSME PRÍRUKUŠENIA 048-0-200-14g |
| Mierka: 1 : 8 000   | Číslo prílohy: 10.1  |

**Legenda:**

|   |   |
|---|---|
| územné čeranie  | Hg > IT obytná zóna (10 mg.kg <sup>-1</sup> )   |
| pozemkový profil povrchového tolu   | Hg > IZ (2,5 mg.kg <sup>-1</sup> )  |
| ťažba   | plocha znečistenia zemín Hg s koncentraciami vyššími ako IT obytná zóna (10 mg.kg <sup>-1</sup> ) |
| ťažba s výskonom hmotnej sudy   | plocha znečistenia zemín Hg s koncentraciami vyššími ako IZ (2,5 mg.kg <sup>-1</sup> )            |
| miesto odberu vzoriek zemín s koncentraciami Hg vyššími ako IZ alebo IT štatisticky podľa Smernice č. 1/2015-7 MZP SR |   |





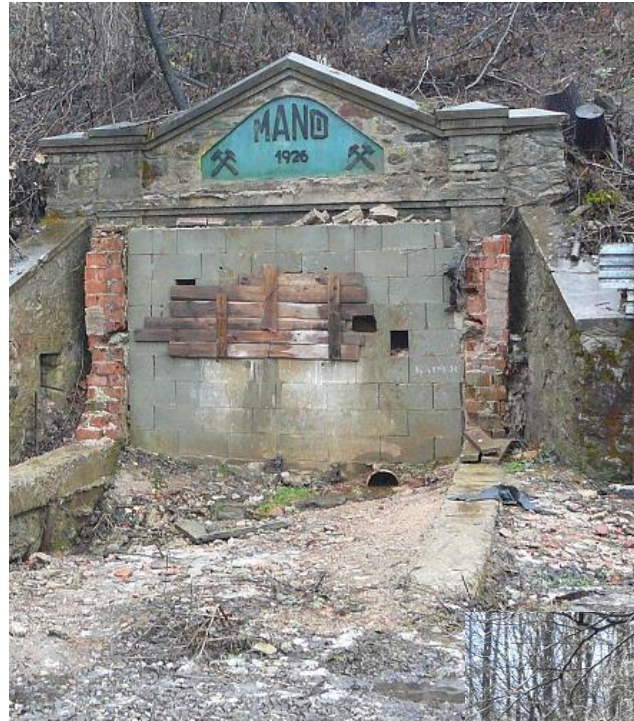
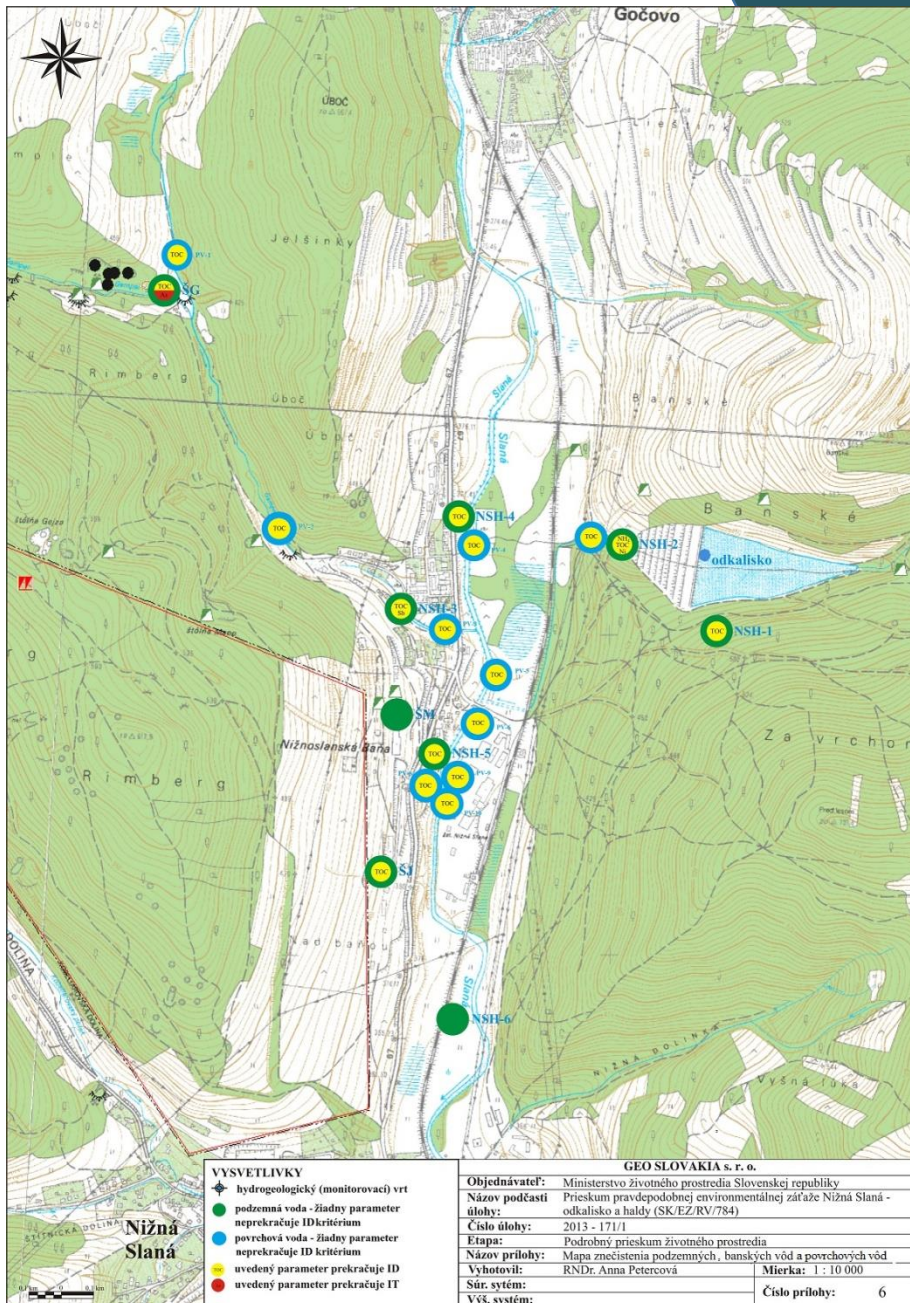
# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*

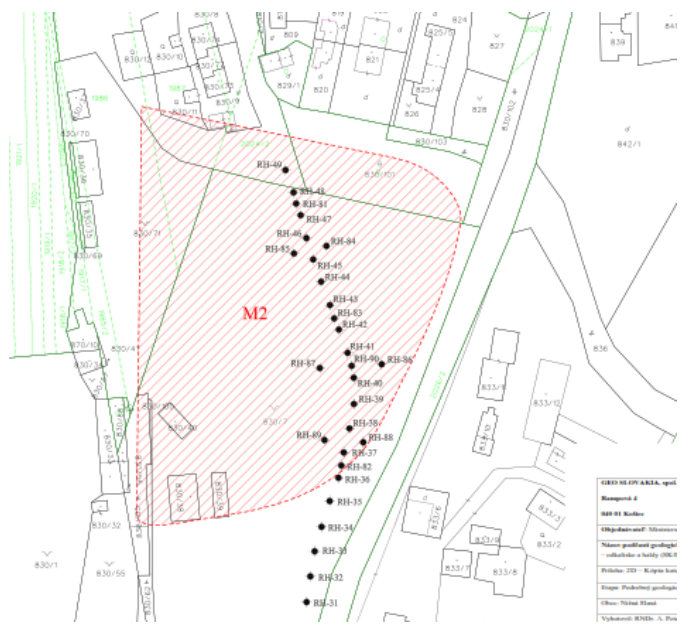
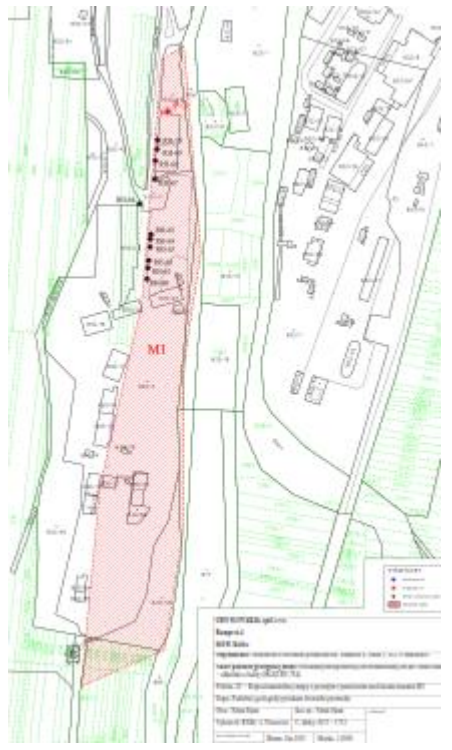
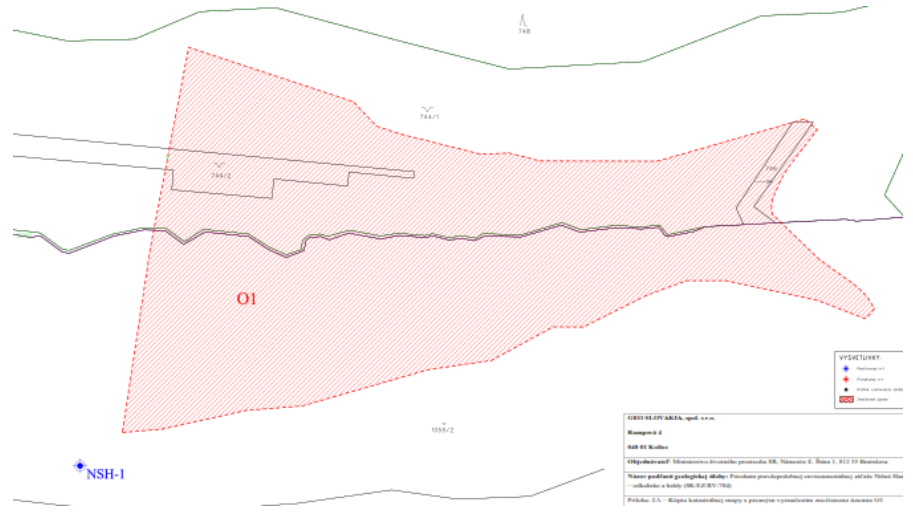


## **Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Nižná Slaná – odkalisko a haldy (RV (010) / Nižná Slaná - banský závod a okolie (SK/EZ/RV/784)**

# Portál štôlne Manó s výtokom banskej vody



## Výtok banskej vody do rieky Slaná



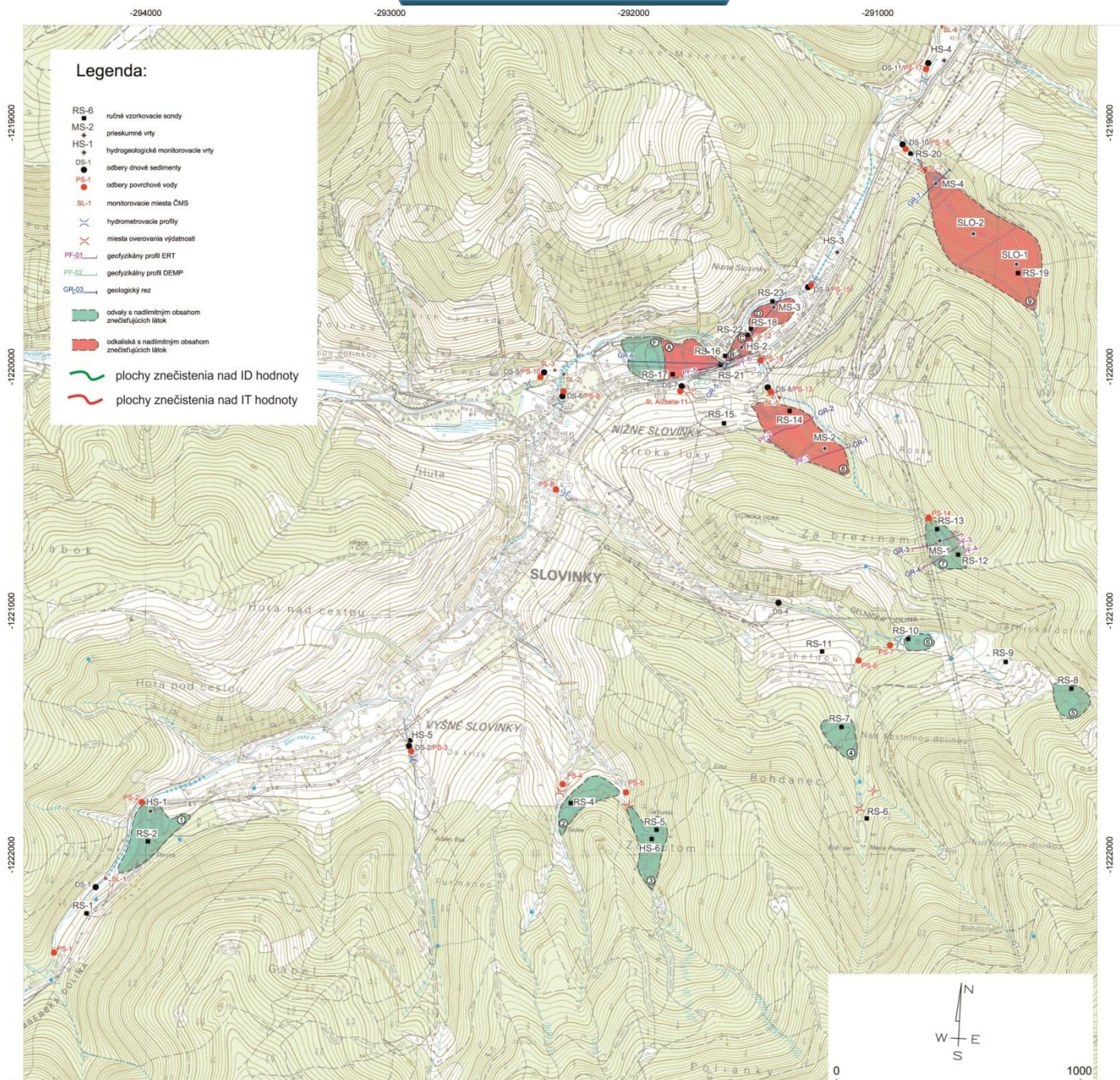


# PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

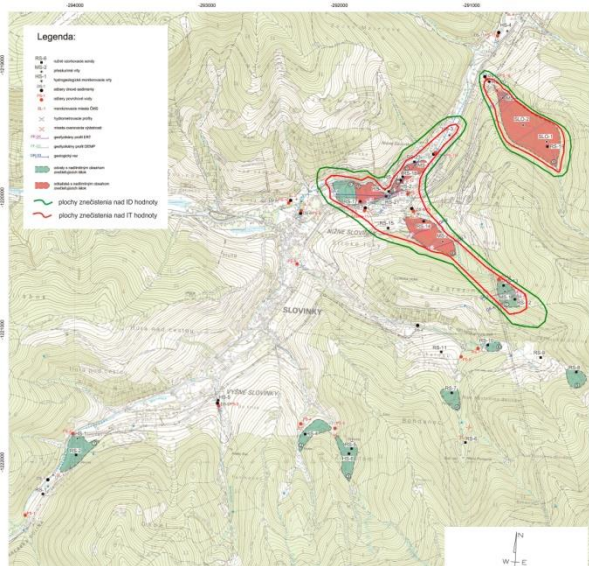
*Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie*



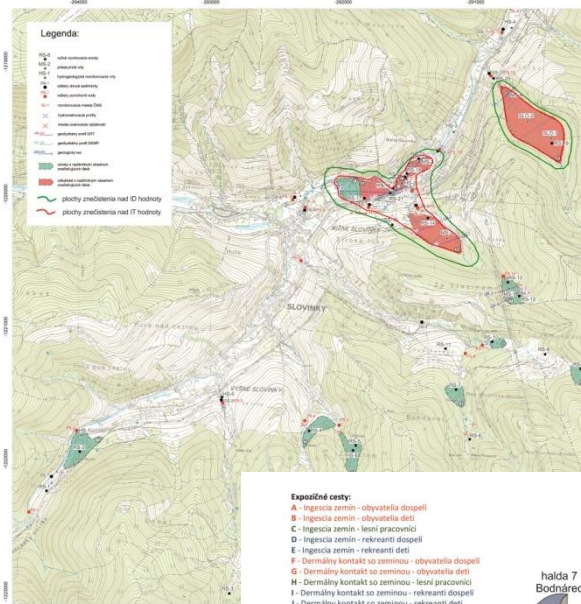
## **Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Slovinky ťažba a úprava rúd (SK/EZ/SN/900)**



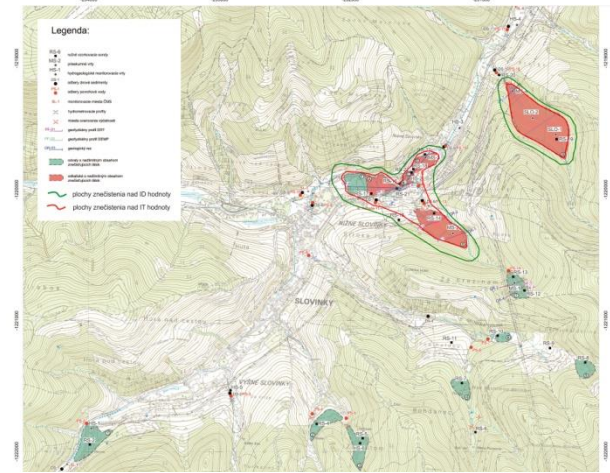
Príloha A 7.3. Plochy znečistenia zemin v pásme nasýtenia - As



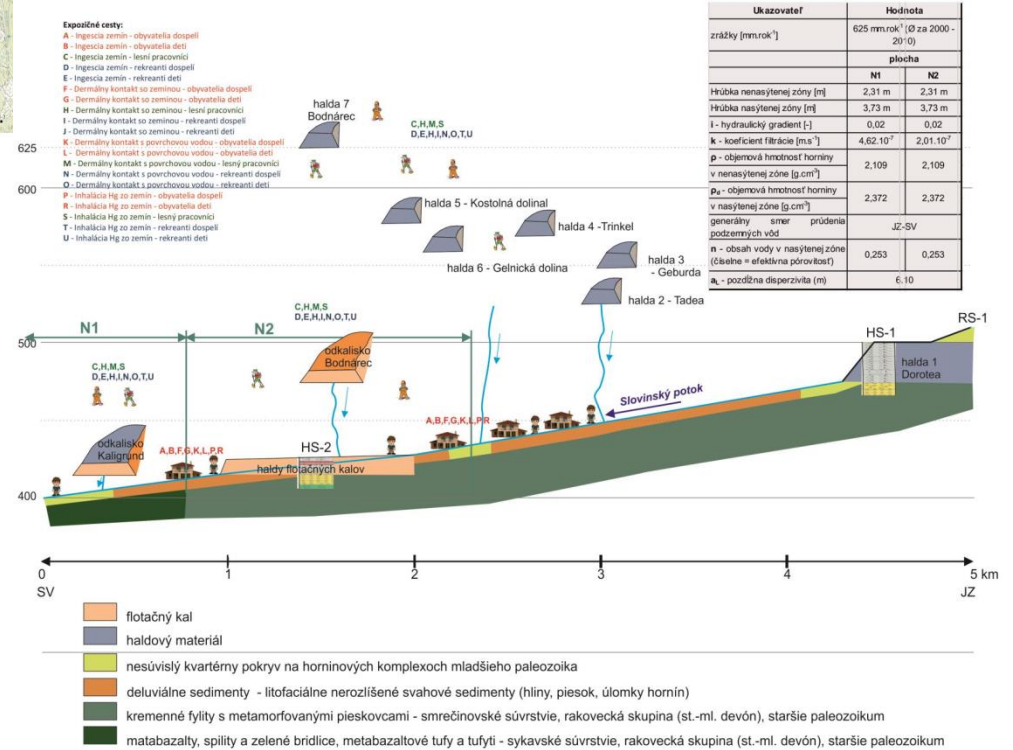
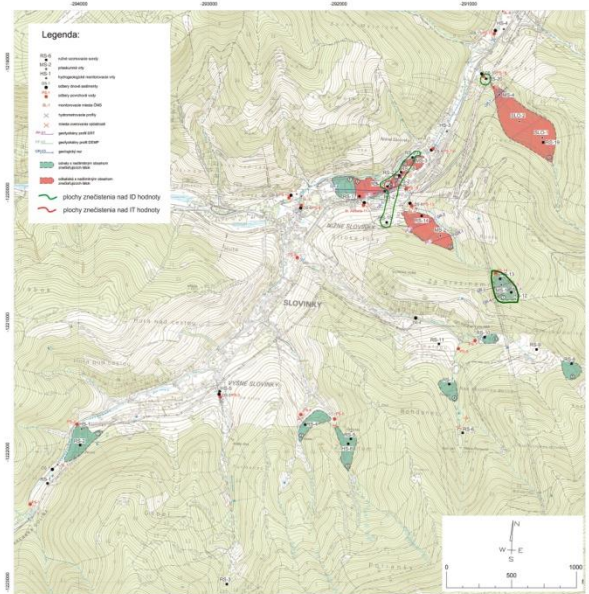
Príloha A 7.4. Plochy znečistenia zemin v pásme nasýtenia - Sb



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

|           | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe celk. | CaO    | MgO    | TiO <sub>2</sub> | 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  |

|           | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Scelk. | Ssulf  | SO <sub>3</sub> | 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      |

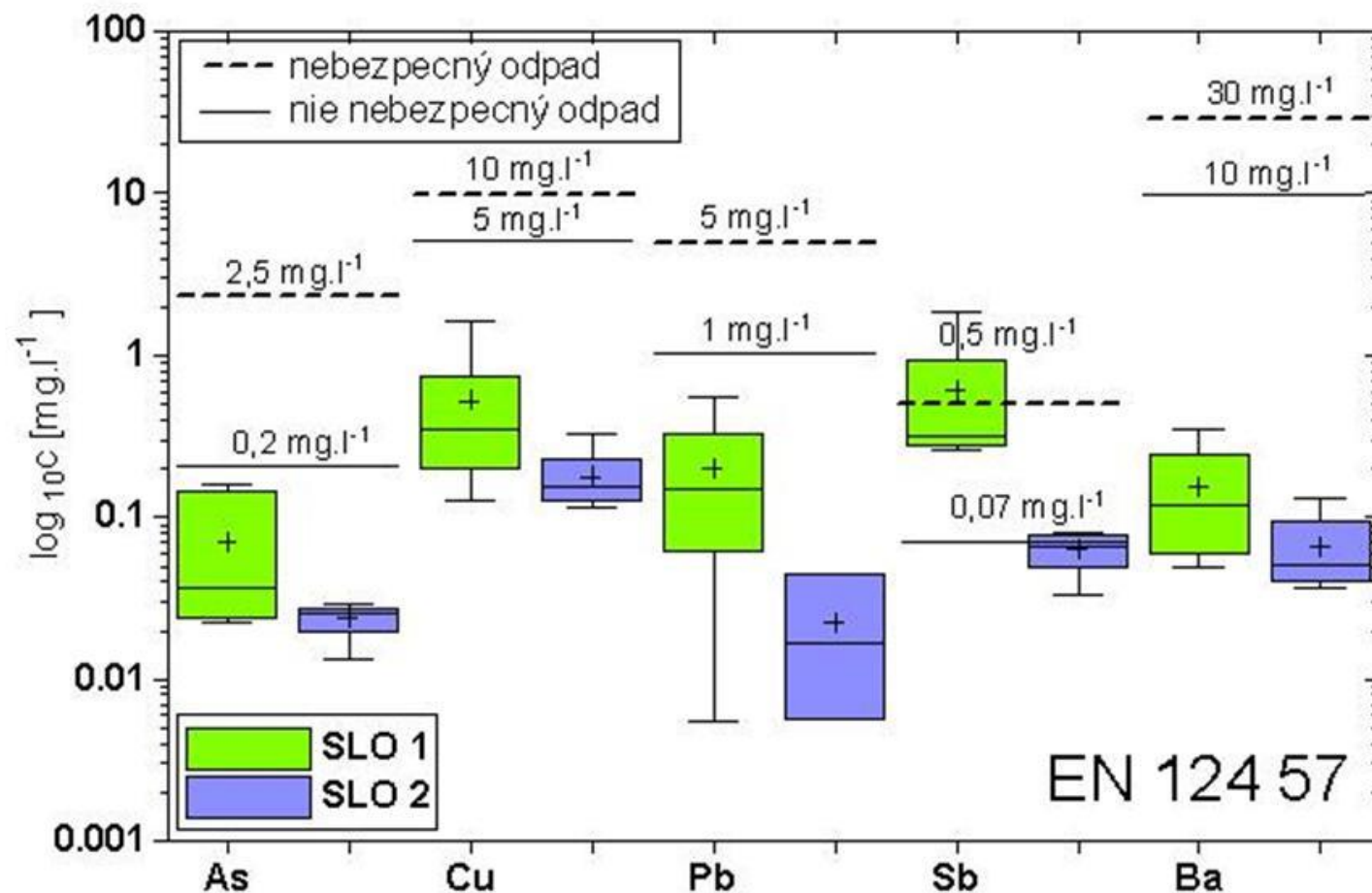
|           | Cu    | Zn    | Pb    | Cd    | Co    | Ni    | As    |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg |
| 200-300   | 6682  | 35931 | 1397  | 2,788 | 244   | 321   | 188,9 |
| 900-1000  | 1635  | 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   |

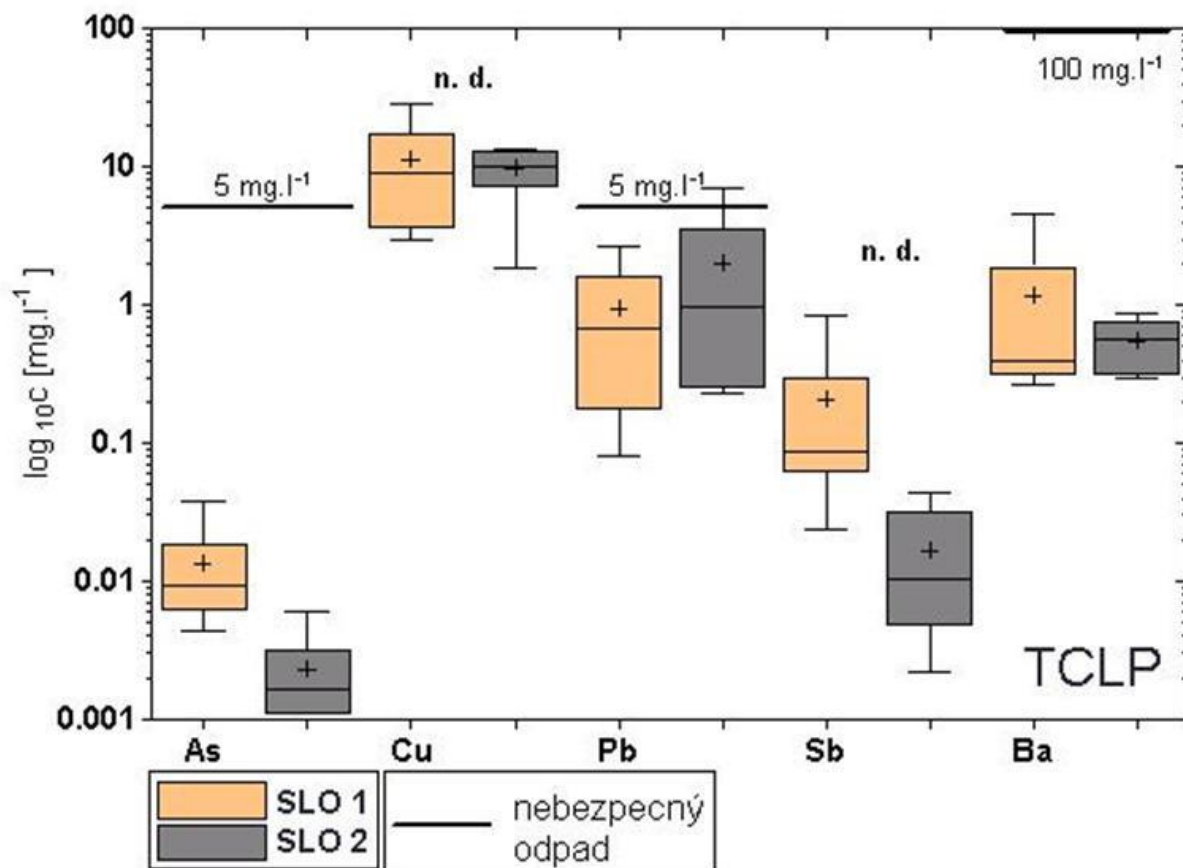


# Koncentrácie sledovaných stopových prvkov vo vodnom výluhu z odkaliskových sedimentov podľa EN 12457

## 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 ( $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$  pre triedu vylúhovateľnosti I,  $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$  pre triedu vylúhovateľnosti II,  $5 \text{ mg.l}^{-1}$  pre triedu vylúhovateľnosti III.), Cu ( $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$  pre triedu vylúhovateľnosti I,  $1,0 \text{ mg.l}^{-1}$  pre triedu vylúhovateľnosti II,  $10 \text{ mg.l}^{-1}$  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.

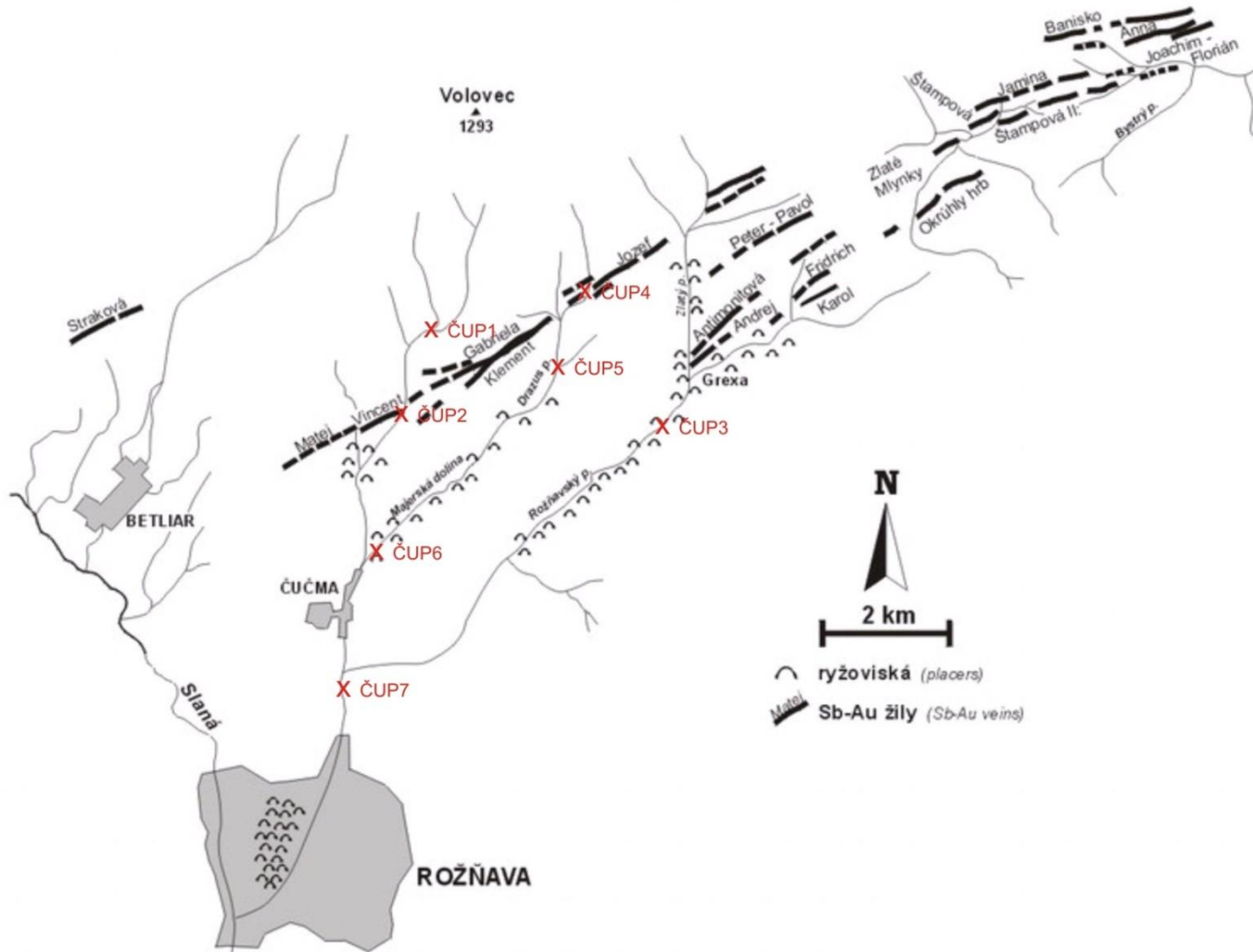




**Súčasný stav na lokalite Slovinky**

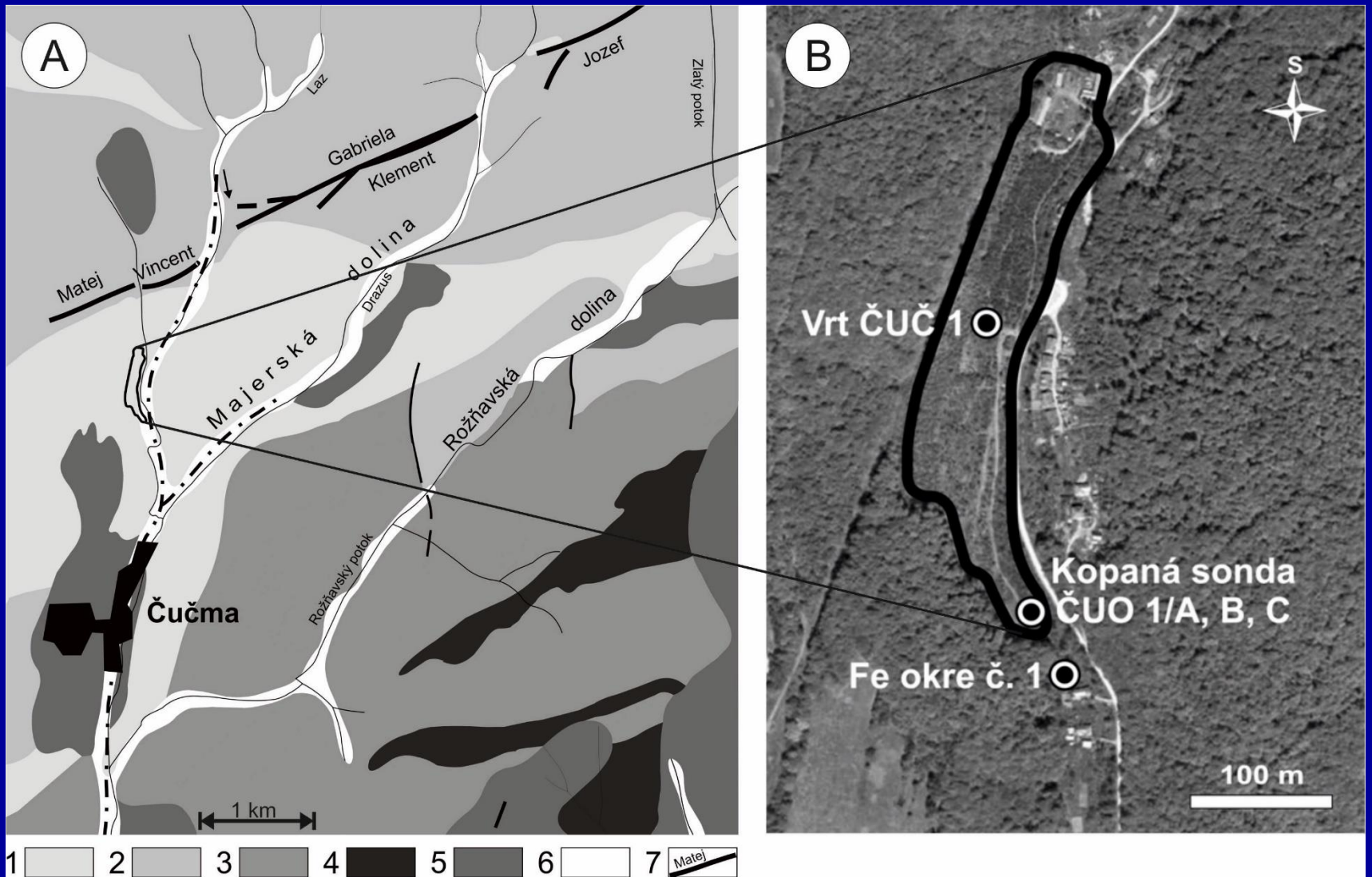


# ANTIMONITOVÉ ŽILY V OKOLÍ ČUČMY





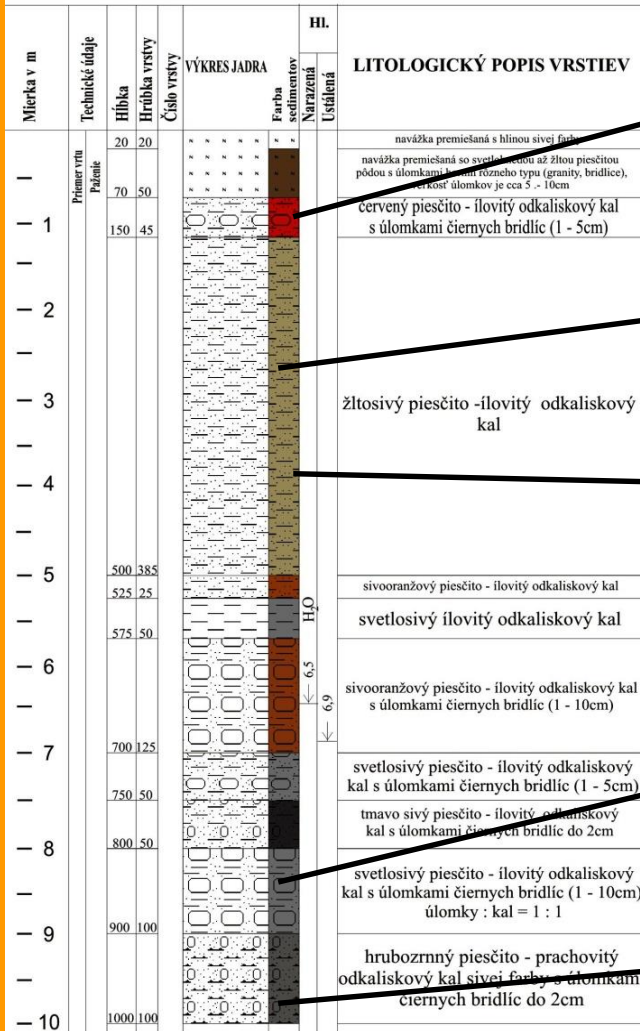
# BANSKÉ ODPADY A ICH DOPAD NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE OKOLIA SB LOŽISKA ČUČMA - ODKALISKO



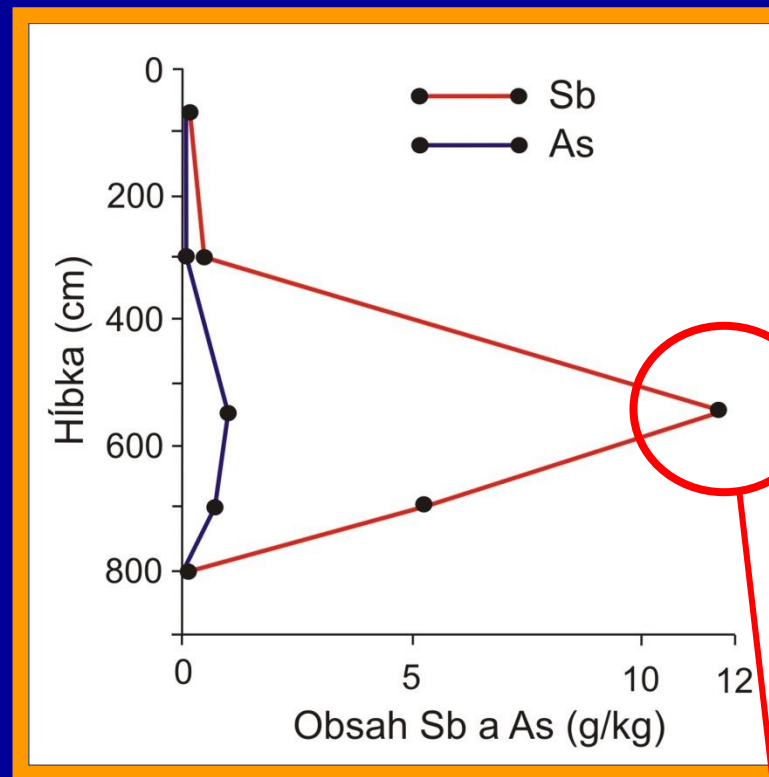
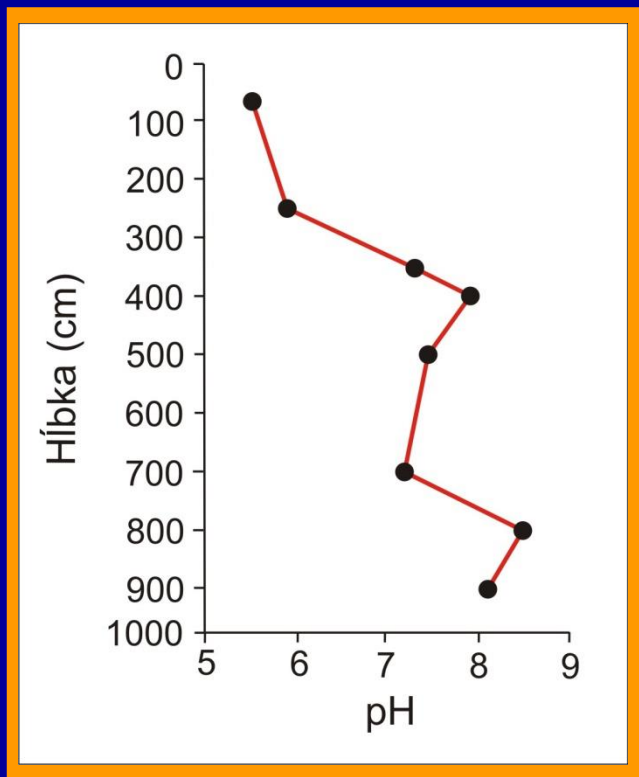
# CHARAKTERISTIKA ODKALISKOVÉHO MATERIÁLU

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

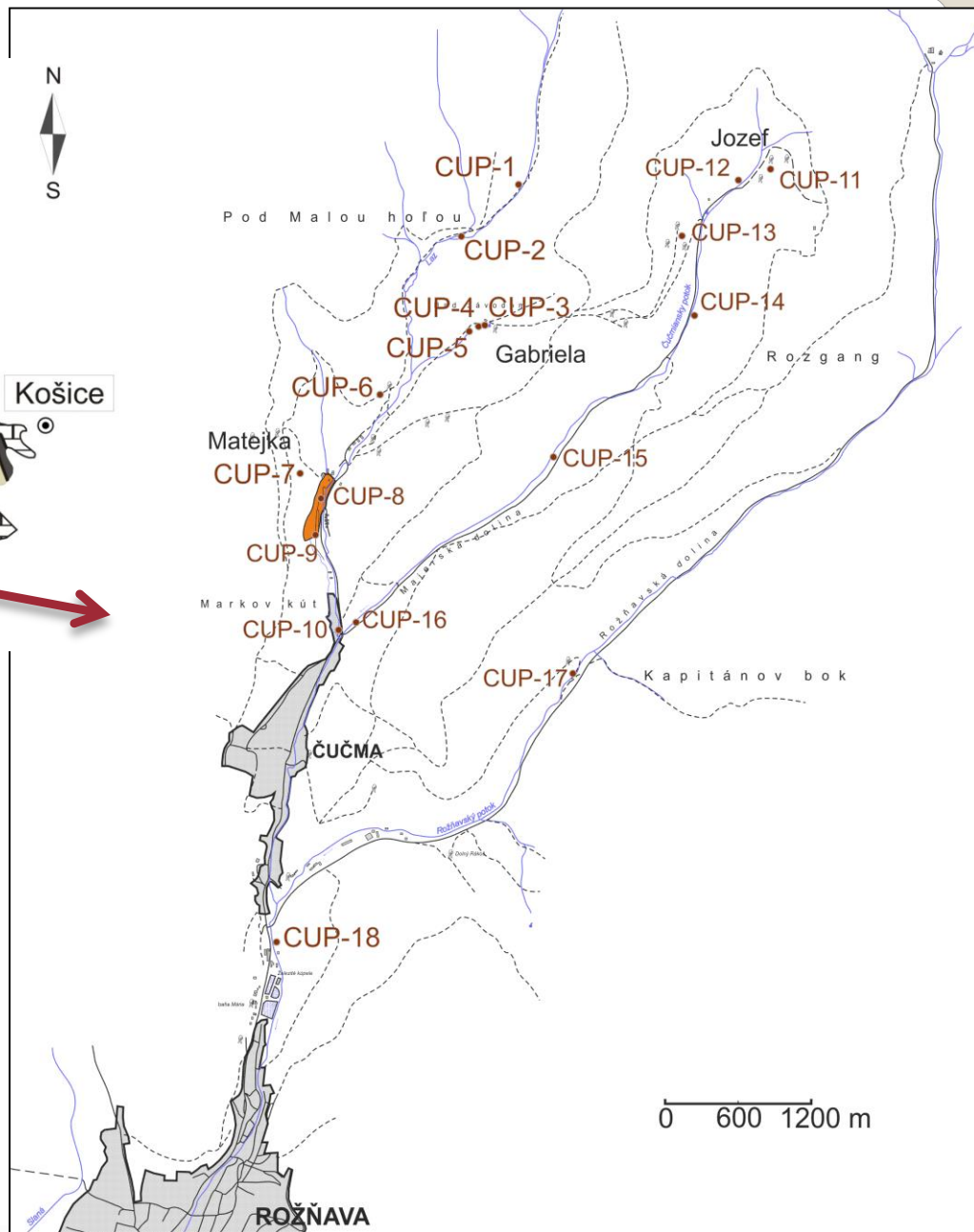
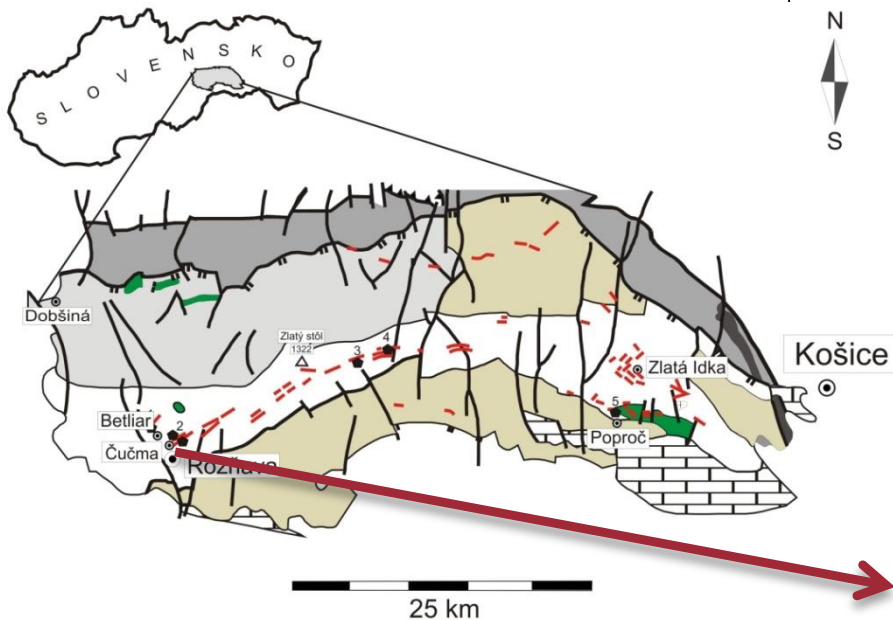


# OBSAH KONTAMINANTOV (ANTIMÓN A ARZÉN) V MATERIÁLI ODKALISKA



| 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**



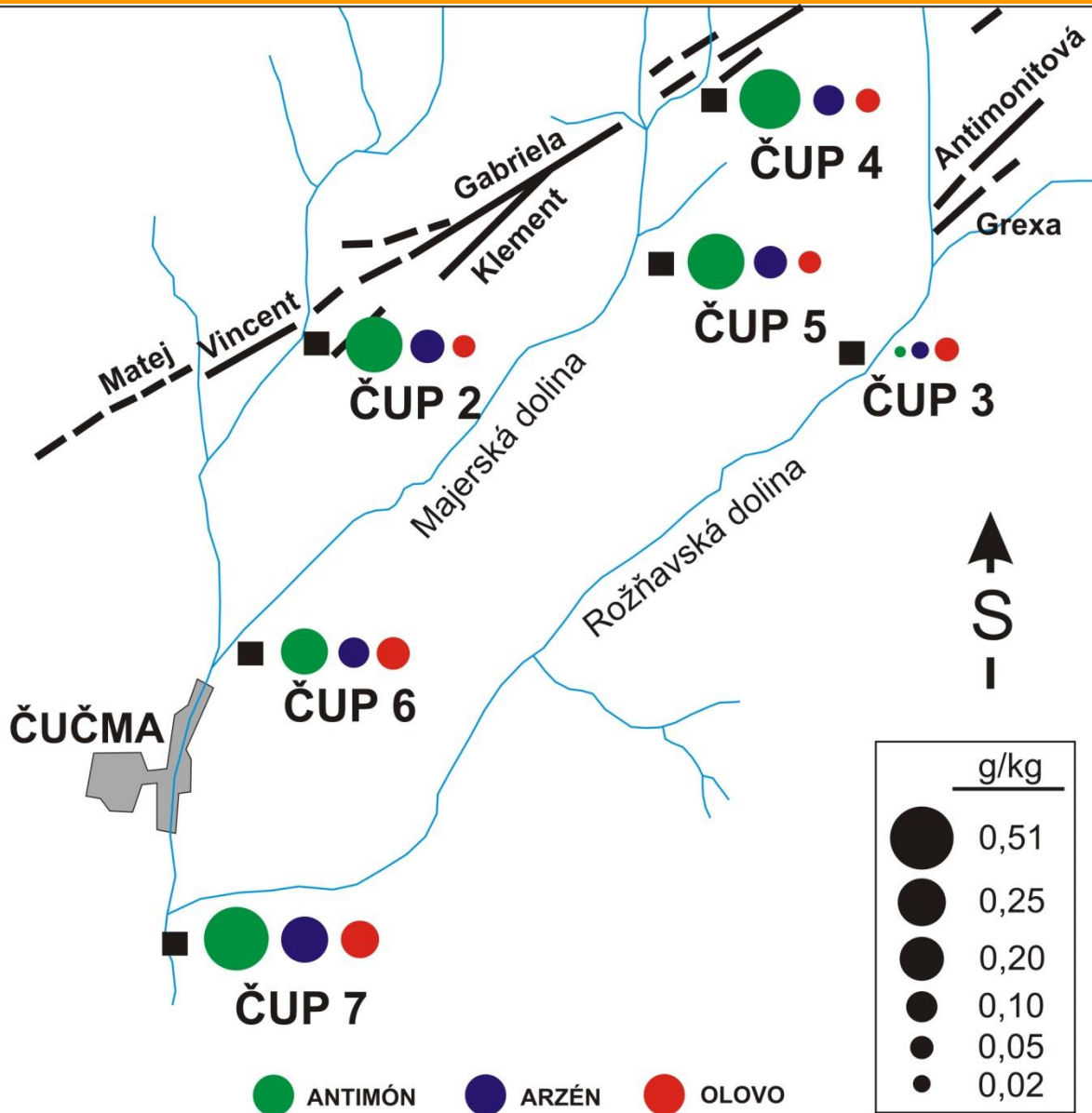
## Lokalizácia odberových miest na lokalite ČUČMA

# 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<br>(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<br>(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**

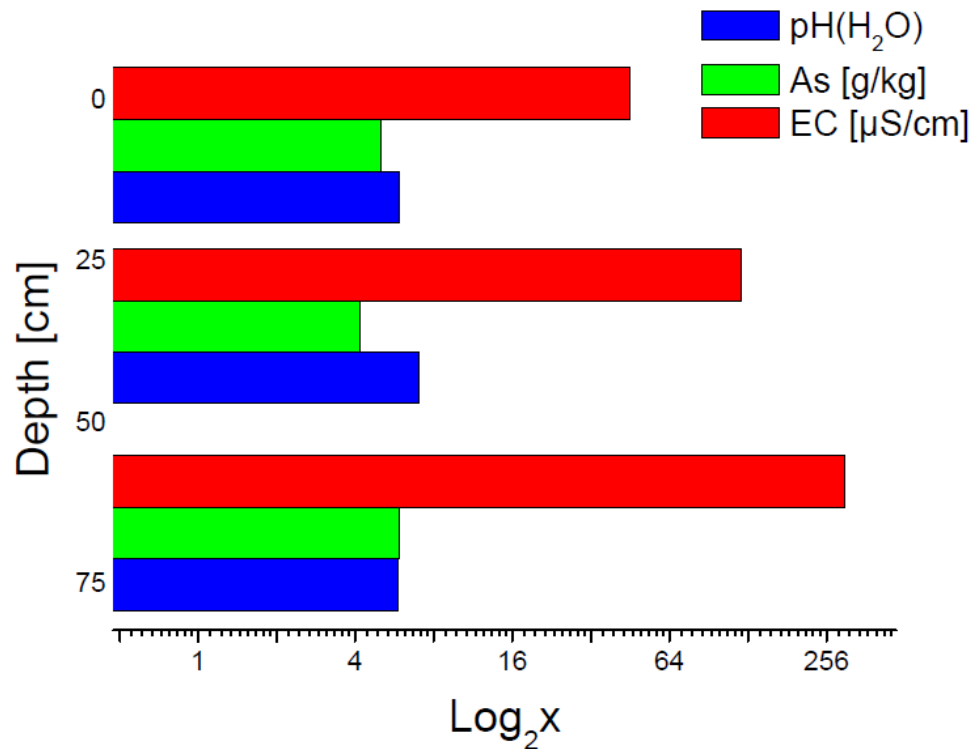
0 – 20 cm, oxidized sediment with yellowish-brown and orange tint

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)

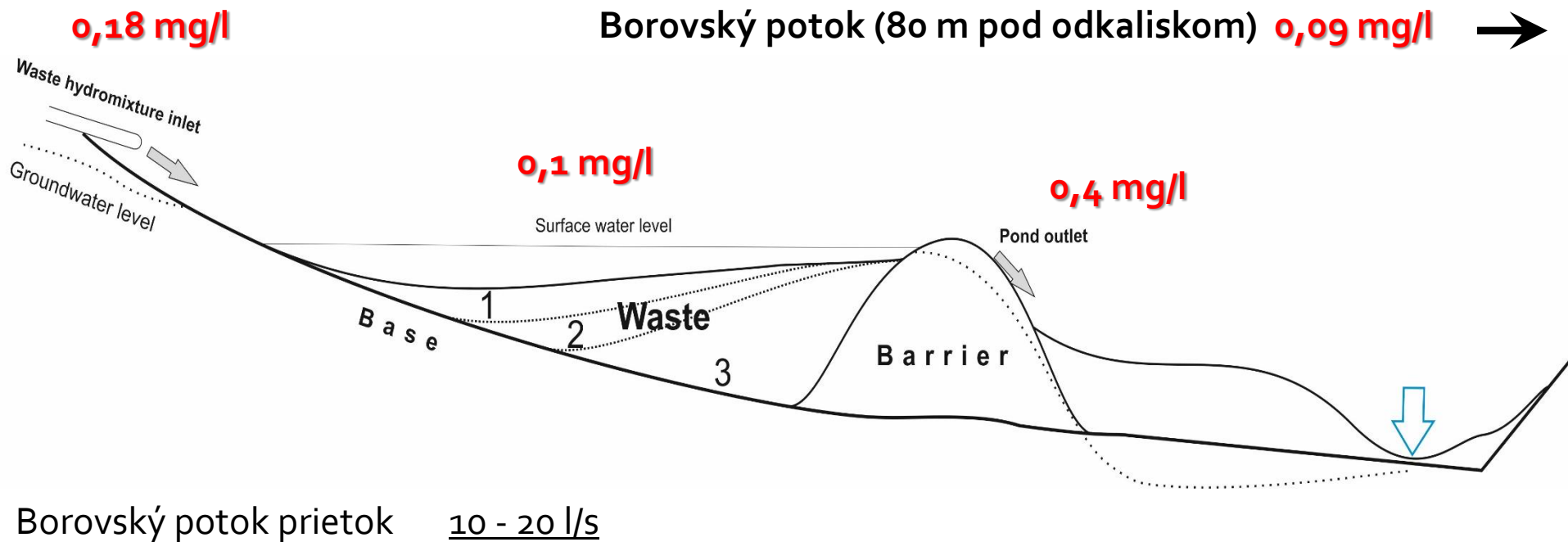


- povrch odkaliska ~ 800 m<sup>2</sup>
- koncentrácie polutantov vo výtoku z odkaliska:  
**As – 0,4 mg/l, Sb – 0,58 mg/l** (Blaha et al., 1993),
- 70 kg kalcitu na 1 tonu odpadu = **NIE AMD** (Chovan et al., 2010)

|              | 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 (požadová hodnota) = **0,032 mg/l**



# Fe okrove suspenzie - POPROČ

- ▶ 100 l vzorka banskej vody - 4,29 g Fe okrov = 0,0429 g/l
  - ▶ Toto veľké množstvo odzrkadľuje aj stav v okolí štôlne Agnes
- ▶ Pri nemenných podmienkach a výtoku 5 l/s = 6 750 kg zrazenín ročne
- ▶ Tvorba zrazenín znižuje množstvo rozpusteného Fe a iných prvkov (As a Sb)
- ▶ Chemické zloženie Fe oxyhydroxidov prirodzene vznikajúcich v okolí štôlne Agnes

| (n=5)   | [mg/kg]   |        |        |       |     |       |       |       |       |     |
|---------|-----------|--------|--------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
|         | Fe        | As     | Sb     | Zn    | Pb  | P     | Cl    | K     | Ti    | Mn  |
| Priemer | 1 990 531 | 59 403 | 18 898 | 1 725 | 587 | 7 922 | 3 423 | 4 500 | 1 291 | 466 |
| Min     | 1 902 320 | 56 822 | 16 355 | 1 680 | 421 | 7 120 | 3 121 | 4 198 | 980   | 397 |
| Max     | 2 082 987 | 62 348 | 19 751 | 1 835 | 730 | 8 830 | 3 987 | 6 112 | 1 431 | 655 |

► Účinok prevzdušňovania na vzorky z lokality Poproč

| POPROČ          | Ústie štôlne Agnes     |        | 100 m od ústia štôlne  |        |
|-----------------|------------------------|--------|------------------------|--------|
|                 | Množstvo zrazeniny [g] | [g/l]  | Množstvo zrazeniny [g] | [g/l]  |
| Bez aerácie     | 0.0380                 | 0.0090 | 0.2210                 | 0.0230 |
| 3-dňová aerácia | 0.5031                 | 0.0530 | 0.5300                 | 0.0560 |

- Prevzdušňovaním sa zvýšila tvorba Fe zrazenín 6-násobne
- Voda z drenážneho kanála (100 m od Agnes) už čiastočne prevzdušnená



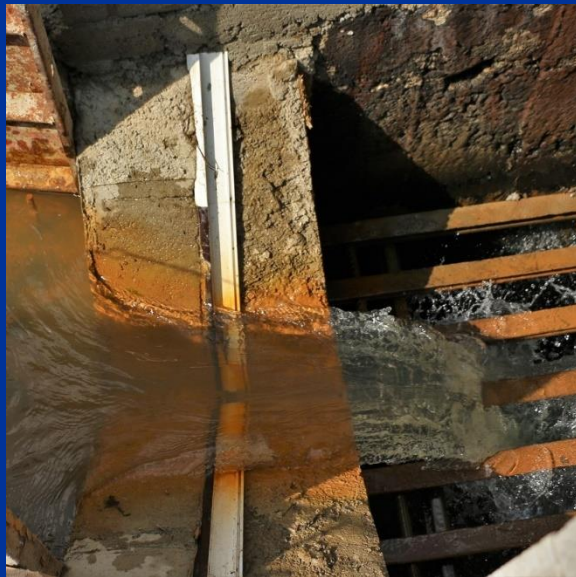
Smolník



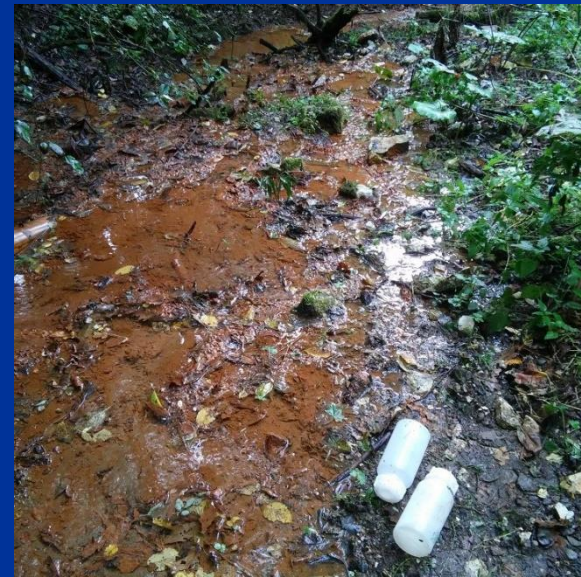
Poproč



Důbrava



Slovinky



Merník



► Prehľad kvantitatívnych a kvalitatívnych vlastností vzoriek

| VZORKA      | objem vody [ml] | množstvo filtrátu [g] | g/l    | Fe [mg/l] |
|-------------|-----------------|-----------------------|--------|-----------|
| SMOLNÍK     | 2 830           | 0,7169                | 0,2533 | 222,4055  |
| POPROČ      | 2 605           | 0,101                 | 0,0388 | 15,9321   |
| DÚBRAVA     | 5 290           | 0,0218                | 0,0041 | <DL       |
| SLOVINKY    | 11 000          | 0,0838                | 0,0076 | 2,4744    |
| MERNÍK - V1 | 810             | 0,0384                | 0,0474 | 0,0870    |
| MERNÍK - V2 | 880             | 0,2704                | 0,3073 | 0,0520    |

Obsah Ni a Hg v  
pevnej zložke po  
filtrácii vôd z lokality  
Merník

| VZORKA      | [mg/kg] |     |
|-------------|---------|-----|
|             | Ni      | Hg  |
| MERNÍK - V1 | 750     | 3,2 |
| MERNÍK - V2 | 339     | 2,7 |

Koncentrácie vybraných  
prvkov v okrových  
zrazeninách z lokality  
Merník

|             | Cu           | Zn  | Vo | Ni  | As    | Sb   | Hg    | Cr  | Fe       |
|-------------|--------------|-----|----|-----|-------|------|-------|-----|----------|
| Vzorka      | mg/kg sušiny |     |    |     |       |      |       |     | % sušiny |
| MERNÍK - V1 | 121          | 73  | 15 | 71  | 46,75 | 0,84 | 0,699 | 199 | 17,44    |
| MERNÍK - V2 | 109          | 106 | 20 | 358 | 20,17 | 1,14 | 2,214 | 519 | 22,81    |

# 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

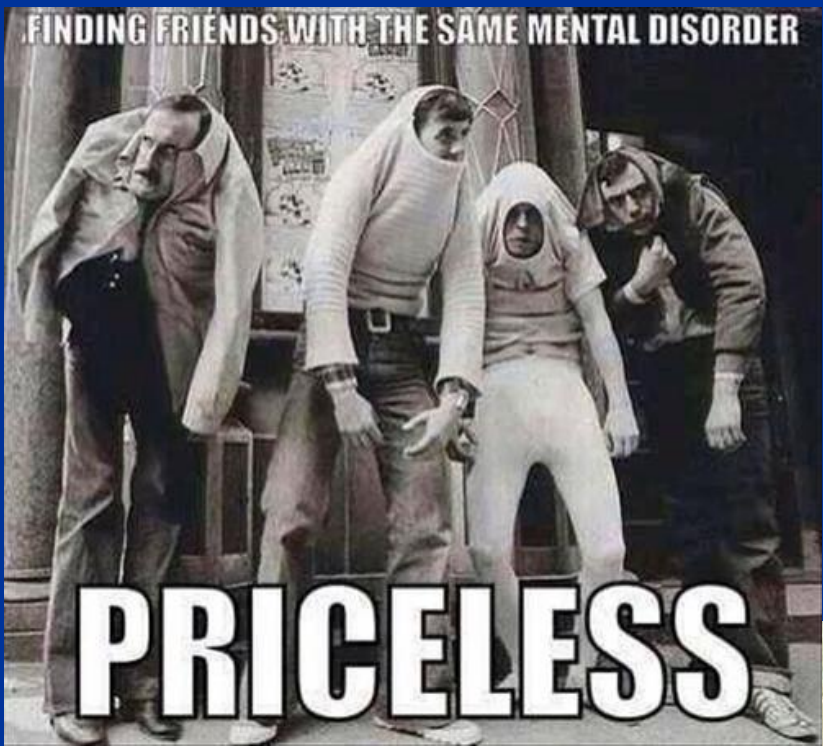
⇒ **hodnotenie šírenia znečistenia** → **absencia hodnotenia mobility kontaminantov v suspenzii (Fe-okre, hydroxyoxidy Fe)** v aktuálnych legislatívnych predpisoch. Tento spôsob šírenia predstavuje kvantitatívne významný spôsob prenosu znečistenia povrchovými vodami.

# 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 **další 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