

# GEOCHEMICKÉ HODNOTENIE KONTAMINÁCIE ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA V OBLASTI OPUSTENÉHO Hg LOŽISKA MERNÍK (VÝCHODNÉ SLOVENSKO)



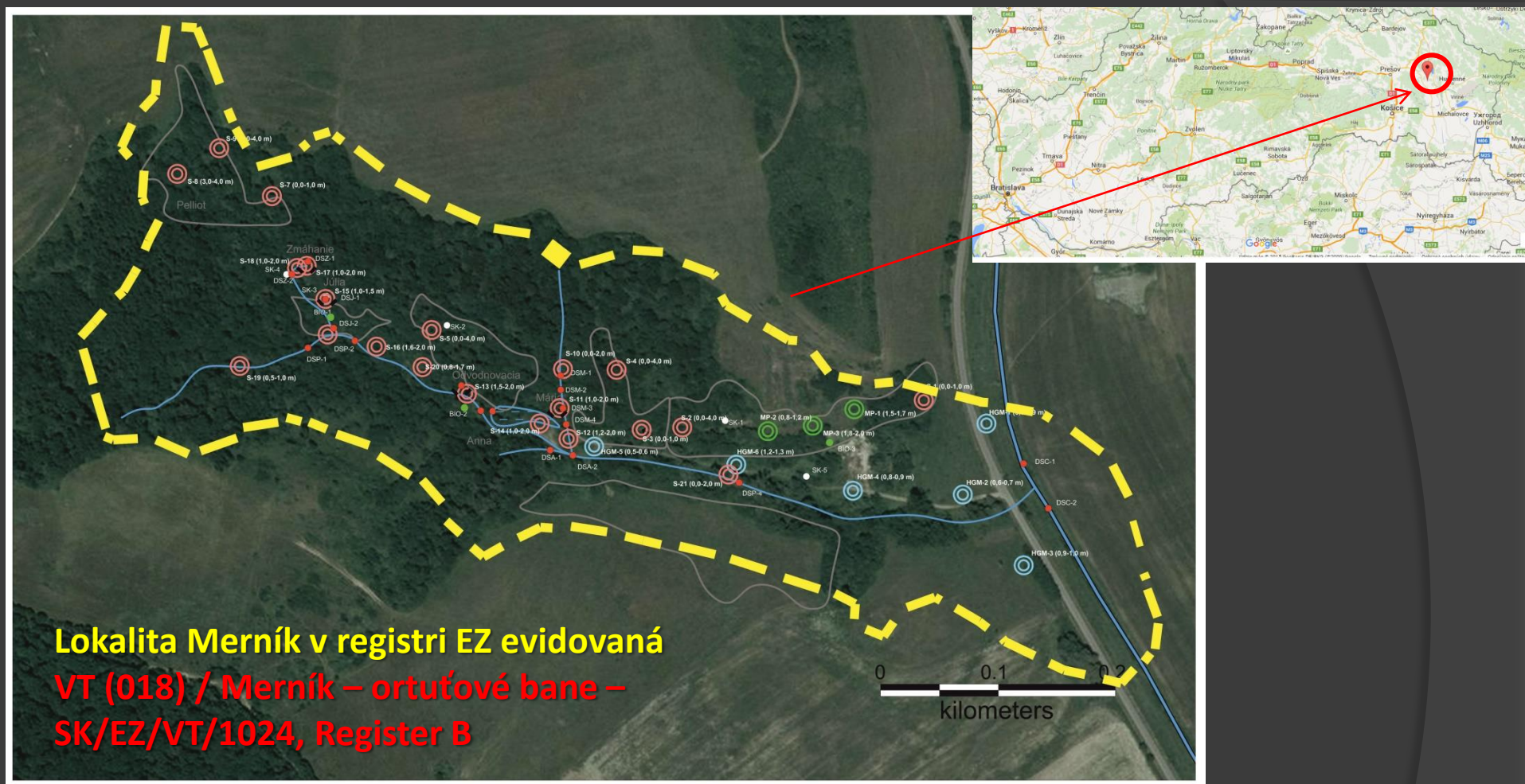
Ľubomír JURKOVIČ, Tatsiana KULIKOVA, Peter ŠOTTNÍK,  
Peter SEKULA, Katarína PEŤKOVÁ  
Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta

Juraj KOTÚČ  
Environcentrum s.r.o. Košice



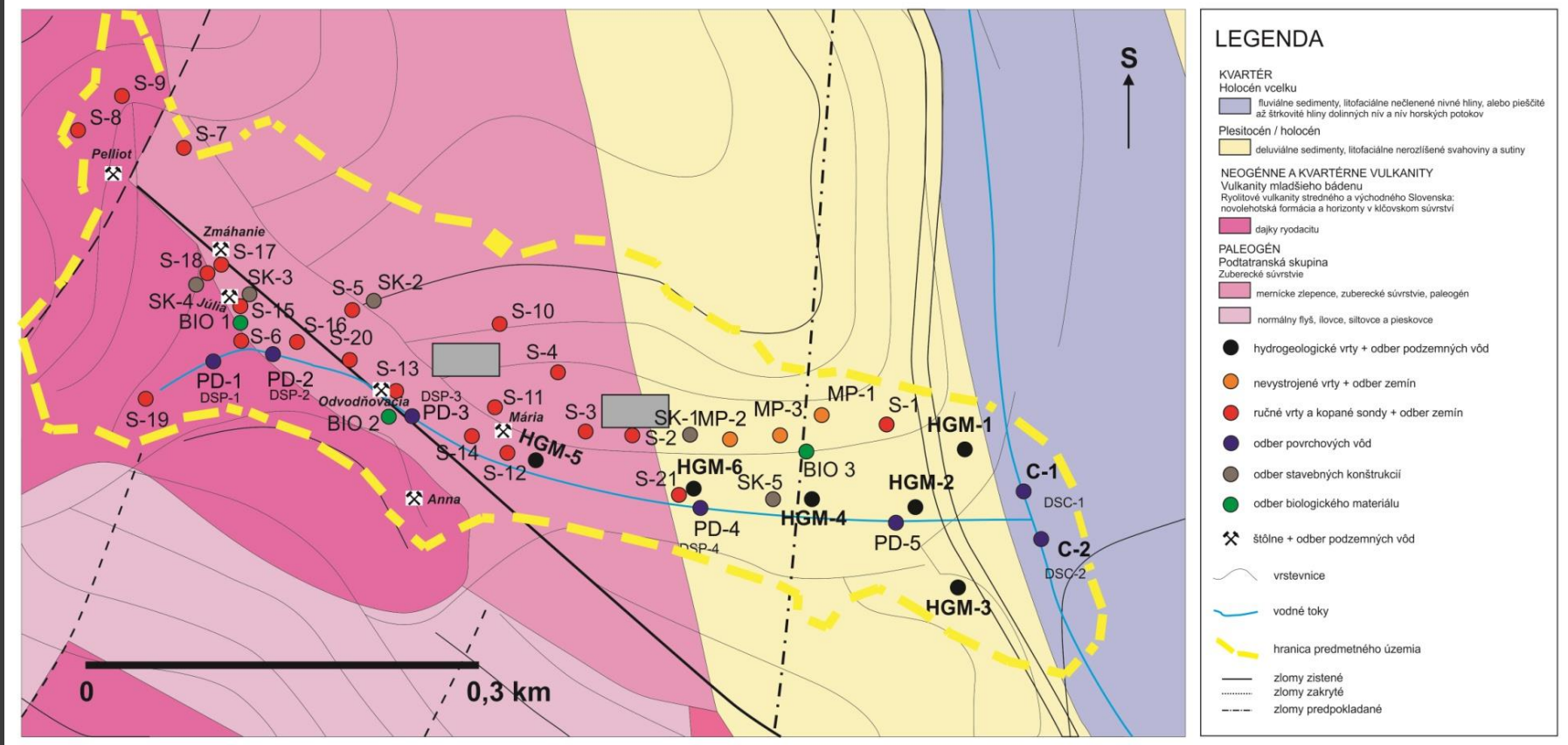
Bronislava VOLEKOVÁ  
SNM - Prírodovedné múzeum, Bratislava





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.

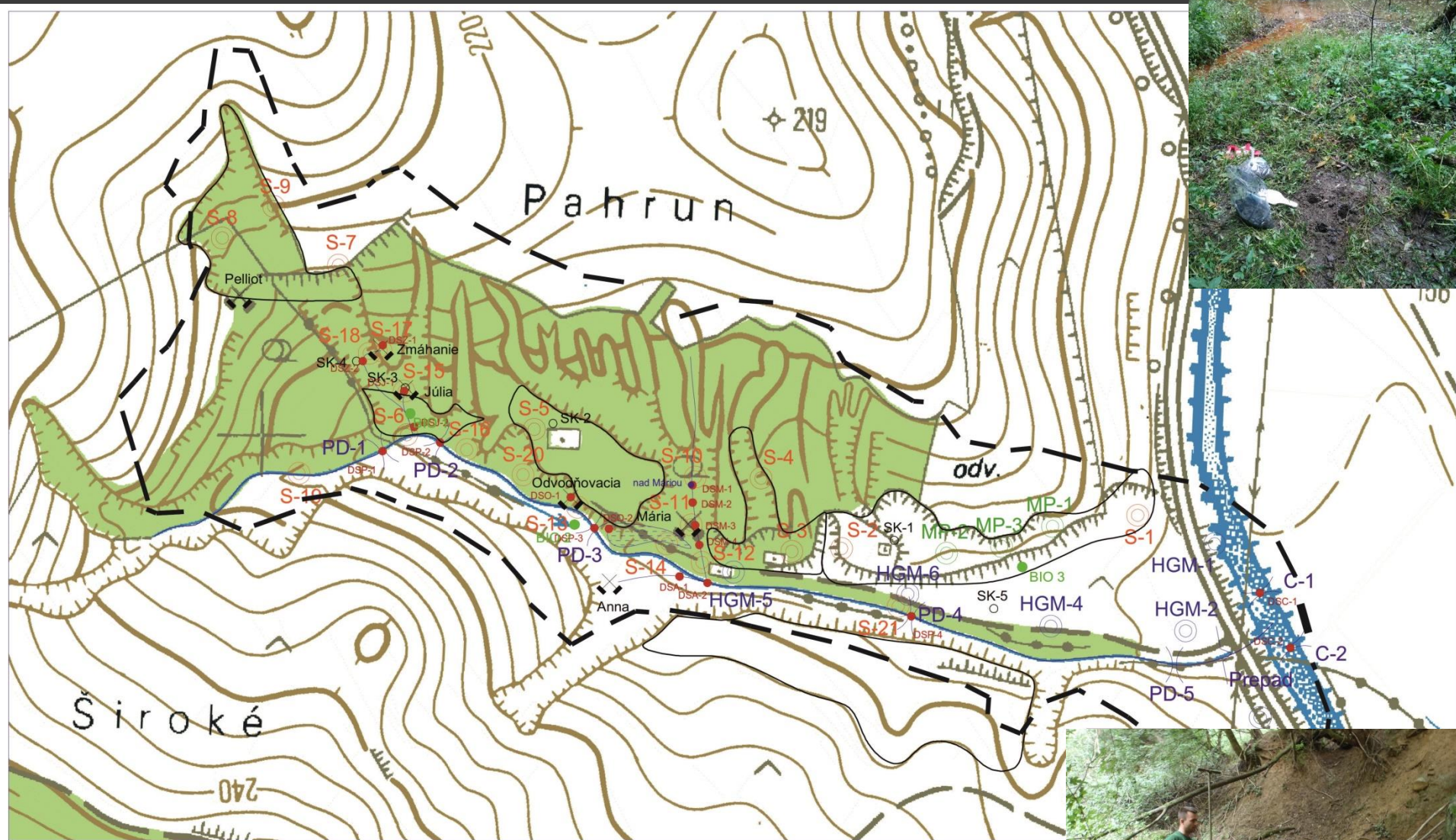


**Mernické rudné pole leží na JJZ okraji vnútrokarpatského paleogénu, na močaransko-topľanskom zlomovom systéme a je súčasťou rudného rajónu Slanských vrchov.**

**Ortuťová mineralizácia je vyvinutá v ryodacitoch postihnutých argilitizáciou a má žilnikovo-impregnačný charakter. Telesá ryodacitov sú prítomné v ílovcovom a sporadicky v zlepencovom prostredí. Rudné telesá sú viazané na ryodacitové telesá (hrúbka 15 -25 m, hrúbka bilančného zrudnenia 0,9-7,3 m).**

**Hlavným nositeľom zrudnenia je rumelka. Tvorí jemné až submikroskopické zrnká v intergranulároch ryodacitov alebo v tmeli zlepencov a pieskovcov (+ markazit, ílové a organické minerály). Rumelka v žilkách má hrubší kryštalický vývoj (+ dolomit, kalcit, chalcedón, pyrit, markazit, organické minerály).**

# Lokalizácia odberových miest

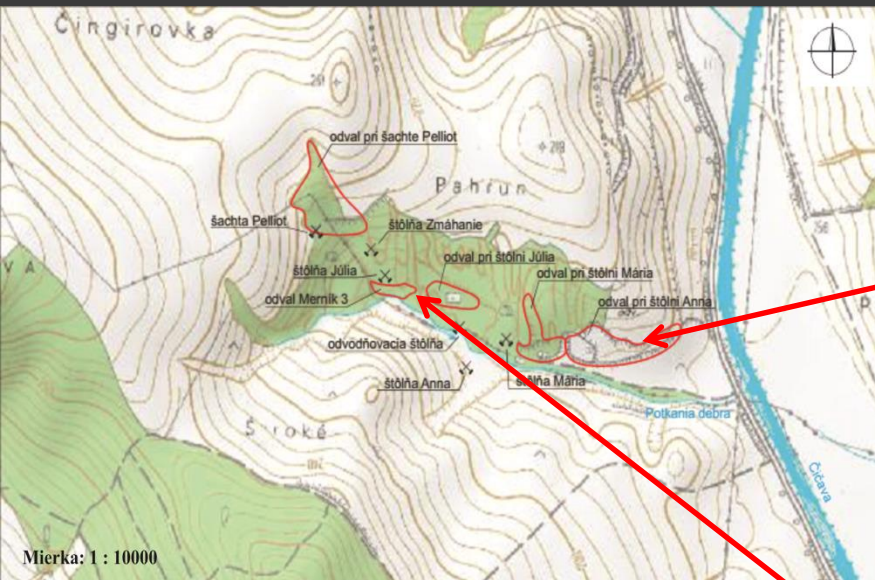


**21 KOPANÝCH SOND - ZEMINY**  
**3 NEVYSTROJENÉ VRTY**  
**6 HYDROGEOLOGICKÝCH VRTOV**

**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).

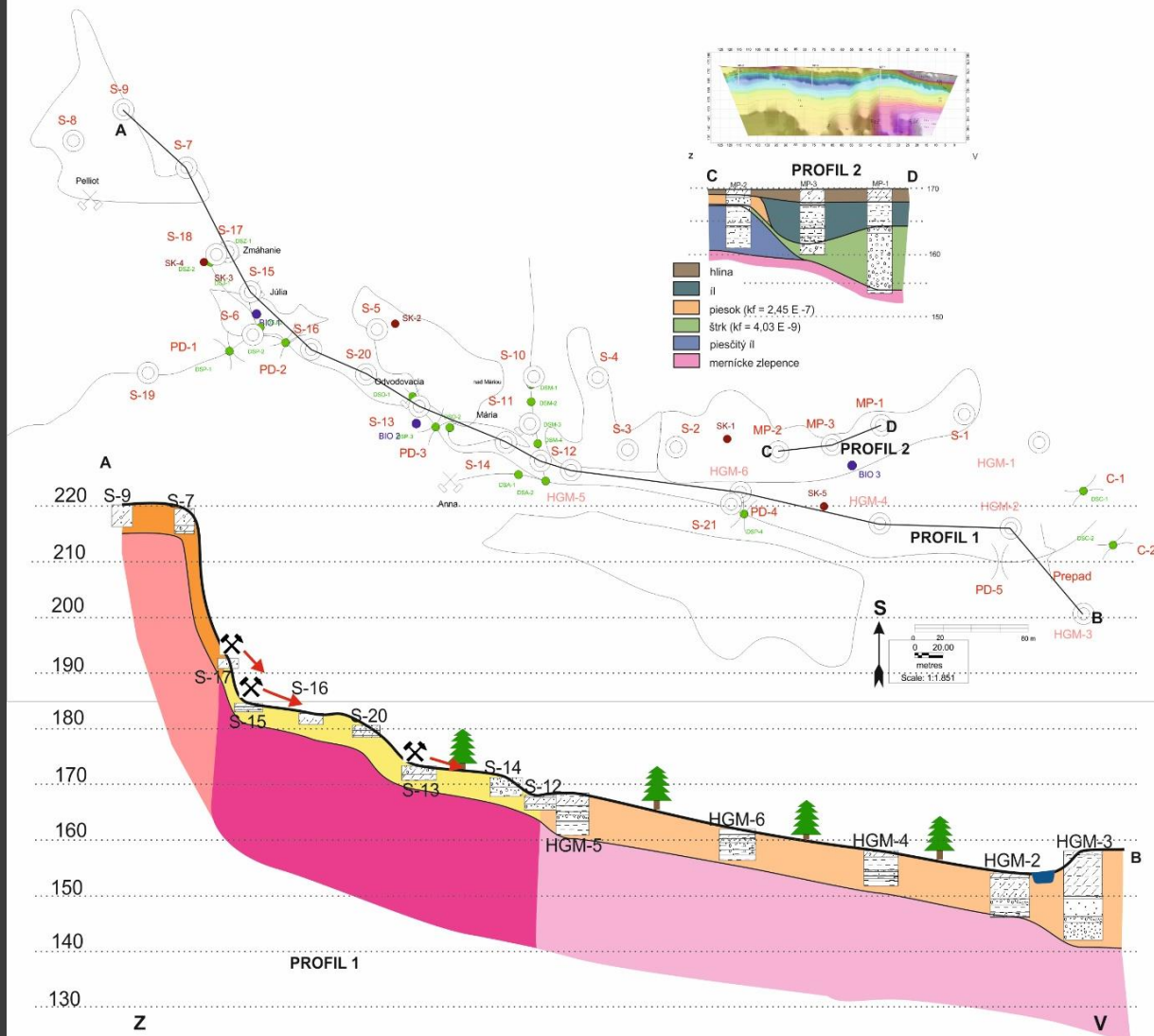


## „SERPENTINICKÉ PÔDY“

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.



# Situačný model lokality EZ Merník - ortuťové bane



Ukazovateľ	Hodnota
Hrúbka nenasýtenej zóny [m]	3,48
Hrúbka nasýtenej zóny [m]	5,7
$i$ - hydraulický gradient [-]	0,0923
$k$ - koeficient filtrácie [ $m \cdot s^{-1}$ ]	5,06E-09
$\rho$ - objemová hmotnosť horniny	1,593
$\rho_d$ - objemová hmotnosť horniny	1,692

- litofaciálne nerozlíšené svahové sedimenty - hliny, piesky úlomky hornín
- nesúvislý kvartérny pokryv na neovulkanitoch
- nesúvislý kvartérny pokryv na sedimentoch vnútrokarpatského paleogénu
- mernické zlepence - paleogén, podtatranská skupina, zuberecké súvrstvie
- dajky ryodacitu - neogén a kvartérne vulkanity, vulkanity mladšieho bádenu, ryolitové vulkanity stredného a východného Slovenska, novolehotská formácia a horizonty v kličovskom súvrství
- normálny flyš, ílovec, siltovce a pieskovce - paleogén, podtatranská skupina, zuberecké súvrstvie
- výtoky banských vôd zo štôlní



**Model hydroizohýps (s krokom 2 m) na lokalite Merník v oblasti ohraničenej hydrogeologickými vrtmi HGM-5 a HGM-3 v smere Z-V s vyznačeným smerom prúdenia podzemných vôd**



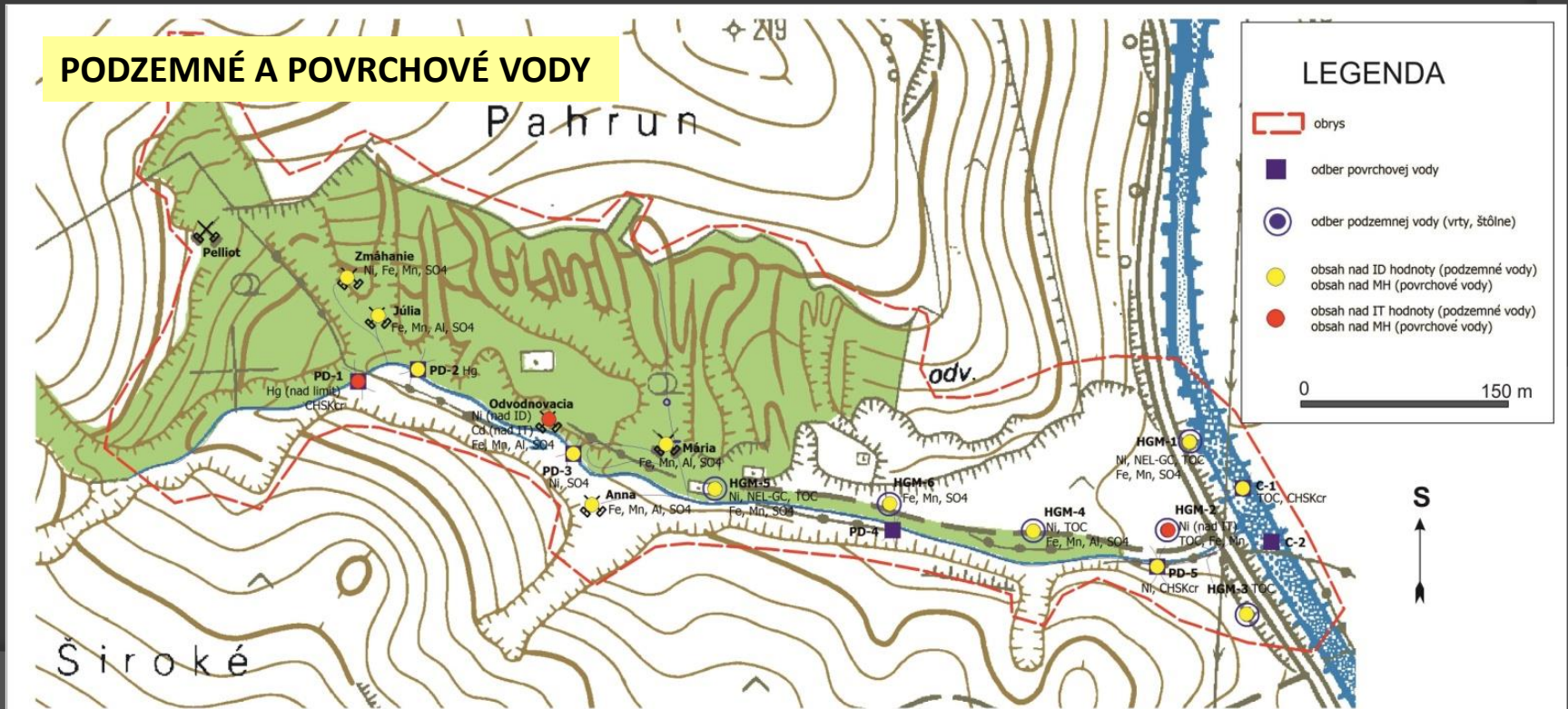
# DISTRIBUCIA KONTAMINANTOV V ZLOZKACH ZIVOTNEHO PROSTREDIA

## BANSKÉ A PODZEMNÉ VODY

**výtoky štôlní** - prekročenia ID hodnôt pre Ni ( $Ni_{max} = 141 \mu\text{g/l}$  štôlna „Zmáhanie“) - obsahy Ni sú geologicky podmienené. Obsahy Hg pod úroveň ID<sub>Hg</sub> =  $2 \mu\text{g/l}$  ( $Hg_{max}$  HGM-1 =  $0,66 \mu\text{g/l}$ )

**Podzemné vody (HG vrty)** - prekročenie ID úrovne pre Ni (101 až  $169,7 \mu\text{g/l}$ ),  $Ni_{max}$  vo vrte HGM-2 -  $344 \mu\text{g/l}$ . Rizikový kontaminant Hg bol zaznamenaný len zriedkavo (obsahy pod hodnotou ID<sub>Hg</sub> =  $2 \mu\text{g/l}$ ), vysoké obsahy Fe (max  $18 \text{mg/l}$ ) a sírany ( $832,3 \text{mg/l}$ ).

**Typický charakter banských vôd** - parametre sírany, Mn a  $Fe_{celk.}$ . V prípade vôd zo štôlní prekročenie MH pre  $Fe_{celk.}$ , Mn, sírany ( $250 \text{mg/l}$  - s priem. obsahom  $604 \text{mg/l}$ , )



# DISTRIBUCIA KONTAMINANTOV V ZLOZKACH ZIVOTNEHO PROSTREDIA

## POVRCHOVÉ VODY

- podľa prílohy č. 1 NV SR č. 269/2010 Z.z. (požiadavky na kvalitu povrchovej vody)

Nadlimitné hodnoty pre povrchové vody pri parametroch Hg , Ni, sírany, TOC, CHSK<sub>Cr</sub>

**Ni<sub>max</sub> = 107 µg/l** (MH<sub>Ni</sub> = 20 µg.l<sup>-1</sup>)

parameter Hg - hraničná hodnota v povrchových vodách = 0,57 µg/l

limitná hodnota NV č. 269/2010 Z.z (NPK<sub>Hg</sub> = 0,07 µg/l) + požadovaná koncentrácia pre prislúchajúci vodný útvar povrchovej vody (SK B0094 – Čičava = hodnota 0,5 µg/l)

Stanovené obsahy **Hg** v rozsahu **0,47 – 0,7 µg/l** (max. vo vzorke PD-1)

⇒situácia znečistenia povrchových vôd : pri drenáži materiálu odvalov zrážkovými vodami dochádza ku čiastočnému uvoľňovaniu spomínaných kontaminantov (Hg, Ni) do povrchových vôd, druhým zdrojom kontaminantov v povrchových vodách potoka Potkania debra sú výtoky banských vôd zo štôlní.

⇒povrchové vody doliny sú znečistené ortuťou v profile predmetného územia

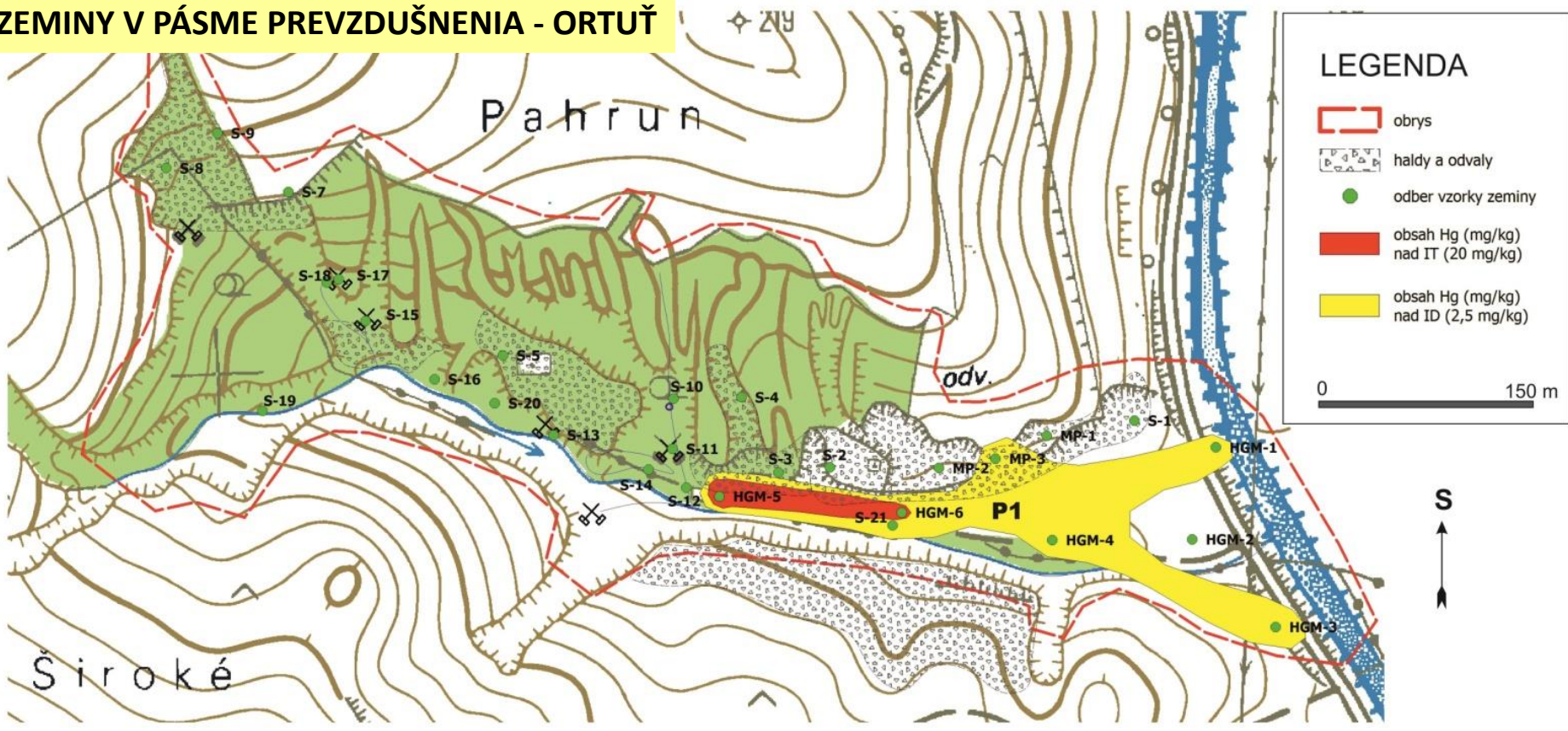
⇒zvýšenú hodnotu Hg sme zaznamenali aj v potoku Čičava v odbernom mieste C-1 (0,47 µg/l ), ktoré je nad sútokom s potokom Potkania debra. Uvedené zistenie poukazuje na zdroj Hg v zeminách v oblasti severne od predmetnej oblasti.

# DISTRIBUCIA KONTAMINANTOV V ZLOZKACH ZIVOTNEHO 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



# OBSAHY VYBRANÝCH ANORGANICKÝCH ZNEČIŠŤUJÚCICH LÁTOK VO VZORKÁCH ZEMĽY

označenie vzorky	charakteristik a materiálu	ortuť (Hg)	nikel (Ni)	antimón (Sb)
ID		2,5	180	25
IT (priemysel)		20	500	80
S-1 (0,0-1,0 m)	H	< DL	<b>486,05</b>	< DL
S-2 (0,0-4,0 m)	H	< DL	97,87	< DL
S-3 (0,0-1,0 m)	H	0,71	54,77	< DL
S-4 (0,0-4,0 m)	H	< DL	62,55	< DL
S-5 (0,0-4,0 m)	H	< DL	58,18	< DL
S-7 (0,0-1,0 m)	H	< DL	<b>344,72</b>	<b>87,12</b>
S-8 (3,0-4,0 m)	H	0,42	18,40	<b>78,67</b>
S-9 (1,0-4,0 m)	H	1,37	<b>200,72</b>	< DL
S-10 (0,0-2,0 m)	D	< DL	65,08	< DL
S-11 (1,0-2,0 m)	A <sub>(štôľňa)</sub>	< DL	57,16	<b>63,54</b>
S-12 (1,2-2,0 m)	A <sub>(štôľňa)</sub>	0,42	<b>1471,27</b>	<b>51,16</b>
S-13 (1,5-2,0 m)	A <sub>(štôľňa)</sub>	< DL	160,20	<b>41,72</b>
S-14 (1,0-2,0 m)	A <sub>(štôľňa)</sub>	< DL	43,56	<b>220,50</b>
S-15 (1,0-1,5 m)	A <sub>(štôľňa)</sub>	< DL	<b>294,20</b>	< DL
S-16 (1,6-2,0 m)	A	< DL	<b>211,31</b>	<b>59,09</b>
S-17 (1,0-2,0 m)	A <sub>(štôľňa)</sub>	< DL	<b>171,16</b>	< DL
S-18 (1,0-2,0 m)	A <sub>(štôľňa)</sub>	< DL	<b>143,43</b>	< DL
S-19 (0,5-1,0 m)	A	< DL	61,62	< DL
S-20 (0,8-1,7 m)	A	< DL	<b>385,48</b>	<b>47,45</b>
S-21 (0,0-2,0 m)	A	3,78	<b>232,65</b>	< DL
HGM-1 (0,8-0,9 m)	A	<b>6,22</b>	60,86	< DL
HGM-2 (0,6-0,7 m)	A	< DL	47,94	< DL
HGM-3 (0,9-1,0 m)	A	<b>6,95</b>	<b>587,38</b>	< DL
HGM-4 (0,8-0,9 m)	A	<b>14,53</b>	44,22	< DL
HGM-5 (0,5-0,6 m)	A	<b>53,32</b>	188,11	< DL
HGM-6 (1,2-1,3 m)	A	<b>32,71</b>	196,14	< DL
MP-1 (1,5-1,7 m)	H	ND	ND	< DL
MP-2 (0,8-1,2 m)	H	< DL	<b>229,18</b>	< DL
MP-3 (1,8-2,0 m)	H	<b>12,52</b>	91,35	< DL

označenie vzorky	charakteristika materiálu	ortuť (Hg)	nikel (Ni)	kadmium (Cd)
ID		2,5	180	10
IT (priemysel)		20	500	30
S-1 (1,0-4,0 m)	H	3,16	<b>515,69</b>	< DL
S-2 (0,0-4,0 m)	H	< DL	97,87	nd
S-3 (1,0-4,0 m)	H	< DL	87,12	< DL
S-4 (0,0-4,0 m)	H	< DL	62,55	nd
S-5 (0,0-4,0 m)	H	< DL	58,18	nd
S-6 (3,0-4,0 m)	H	< DL	<b>195,07</b>	nd
S-7 (2,7-3,6 m)	H	2,28	<b>225,47</b>	1,14
S-8 (3,0-4,0 m)	H	0,42	18,40	nd
S-9 (1,0-4,0 m)	H	1,37	<b>200,72</b>	nd
HGM-1 (2,3-2,5 m)	A	< DL	54,15	7,00
HGM-2 (2,7-2,8 m)	A	< DL	119,46	5,44
HGM-3 (5,8-5,9 m)	A	1,09	<b>337,47</b>	nd
HGM-4 (4,1-4,2 m)	A	< DL	150,26	4,02
HGM-5 (2,6-2,8 m)	A	< DL	185,53	8,77
HGM-6 (3,5-3,6 m)	A	<b>8,00</b>	132,87	9,52
MP-1 (5,4-5,5 m)	H	< DL	102,63	nd
MP-3 (8,3-9,0 m)	Z	0,58	<b>801,00</b>	13,50



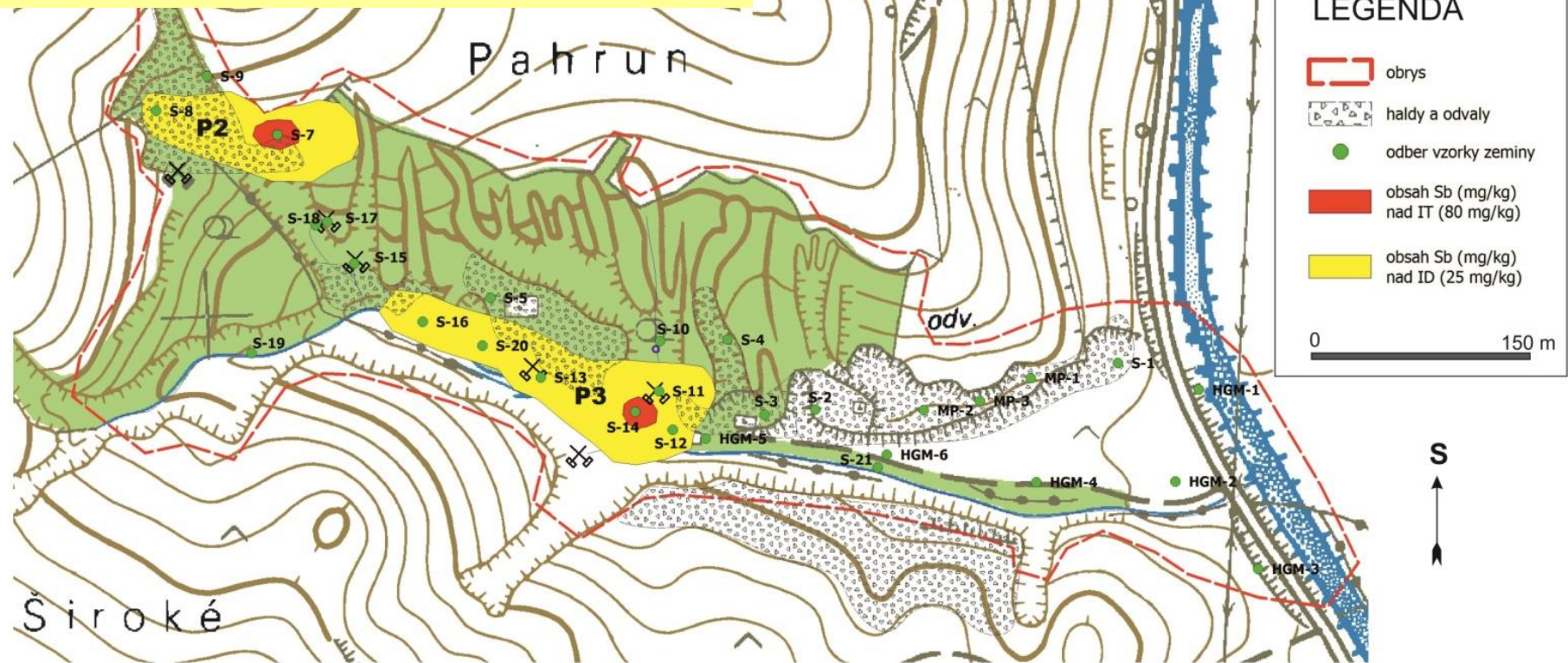
# DISTRIBUCIA KONTAMINANTOV V ZLOZKACH ZIVOTNEHO PROSTREDIA

## 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

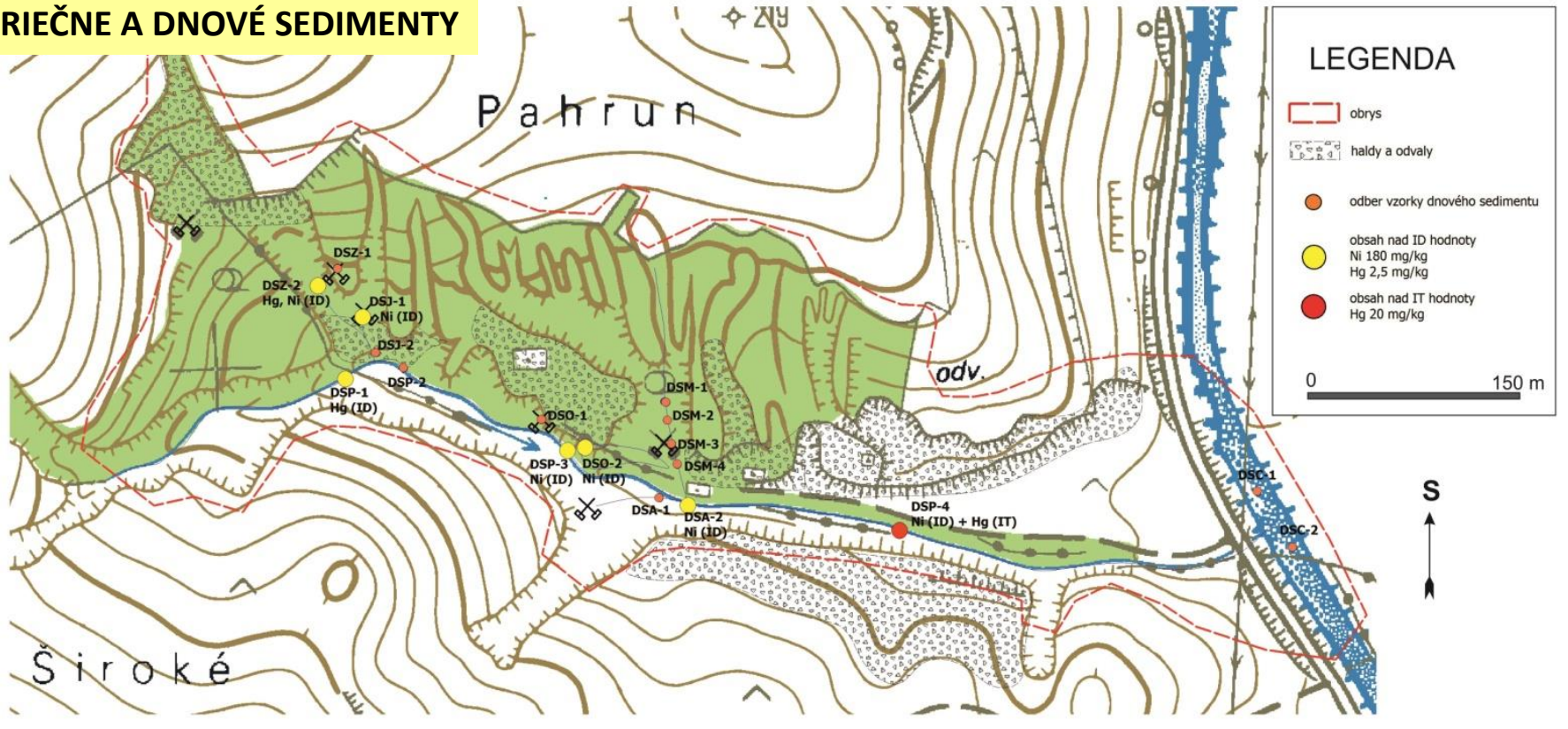


# DISTRIBUCIA KONTAMINANTOV V ZLOZKACH ZIVOTNEHO PROSTREDIA

## RIEČNE A DNOVÉ SEDIMENTY

Zvýšené obsahy v pevných fázach sedimentov boli stanovené iba pre Hg a Ni. Pri obsahoch Hg bola prekročená IT hodnota len 1x (DSP-4 = 25,41 mg/kg suš.), ako kontaminované možno považovať aj vzorky DSP-1 = 12,6 mg.kg<sup>-1</sup> suš., DSZ-2 = 6,29 mg.kg<sup>-1</sup> suš.

## RIEČNE A DNOVÉ SEDIMENTY



# 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 nie je prítomné environmentálne riziko znečistenia zemín v kontaktnej (biologickej) zóne, ani šírenia sa znečistenia zemín pre územie znečistené ukladaním ťažobných odpadov
- 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



Ďakujem za pozornosť...





**Geologická úloha "Prieskum environmentálnej záťaže VT (018) / Merník – ortuťové bane (SK/EZ/VT/1024)" bola riešená ako súčasť úlohy "Prieskum environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách SR - časť 16: Prieskum prioritných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Košického a Prešovského kraja: Poproč – Petrova dolina, Smolník – ťažba pyritových rúd, Merník – ortuťové bane, ktorej objednávateľom je MŽP SR.**

**Zhotoviteľom geologických prác boli spoločnosti –**

**Centrum environmentálnych služieb, s.r.o. (Bratislava)**

**HES-COMGEO, spol. s r.o. (Banská Bystrica)**

**subdodávateľ spoločnosť ENVIRONCENTRUM, s.r.o. (Košice)**

**AUXT, A., KOTÚČ, J., BAČIK, M., LEŠŠO, J., ŠOTTNÍK, P., JURKOVIČ, L., PEŤKOVÁ, K., SEKULA, P. ml., KOMOŇ, J., POLČAN, I., SEKULA, P. st., 2015: Prieskum environmentálnej záťaže VT (018)/Merník – ortuťové bane (SK/EZ/VT/1024). Záverečná správa geologickej úlohy. MŽP SR, Bratislava, 80 s. + prílohy**

**Práca vznikla s podporou grantovej úlohy VEGA 1/0597/17 a Grantu UK/281/2017.**