

MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY  
Sekcia geológie a prírodných zdrojov

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA  
Regionálne centrum Spišská Nová Ves



## Podsystem 04 Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

Správa za rok 2017

Názov geologickej úlohy: **Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory**

Číslo geologickej úlohy: **207**

Zodpovedný riešiteľ  
geologickej úlohy: **RNDr. Pavel Liščák, CSc.**

Zodpovedný riešiteľ podsystemu: **Ing. Peter Bajtoš, PhD.**

Spoluriešitelia: **Mgr. Eduard Mašlár, Mgr. Ingrid Mašlárová,  
Mgr. Alexandra Pažická, Mgr. Milan Siska**

Zástupca zhotoviteľa: **RNDr. Pavel Liščák, CSc.**

Štatutárny zástupca: **Ing. Branislav Žec, CSc.  
generálny riaditeľ ŠGÚDŠ**

Spišská Nová Ves, 2018



<b>Obsah</b>	<b>Strana</b>
1 Úvod .....	3
2 Základná charakteristika monitorovacej siete .....	4
3 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia .....	8
4 Výsledky monitorovania.....	12
4.1 Oblasť Hornej Nitry .....	12
4.2 Lokality Banská Štiavnica a Hodruša – Hámre .....	14
4.3 Lokality Kremnica.....	20
4.4 Lokality Dúbrava.....	24
4.5 Lokality Pezinok.....	28
4.6 Lokality Špania Dolina.....	38
4.7 Lokality Rudňany – Poráč .....	42
4.8 Lokality Nižná Slaná .....	63
4.9 Lokality Slovinky .....	74
4.10 Lokality Rožňava.....	79
4.11 Lokality Smolník .....	83
4.12 Lokality Novoveská Huta.....	88
4.13 Baňa Dolina Veľký Krtíš.....	96
4.14 Lokality s ťažbou magnezitu.....	96
4.15 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu	97
5 Závery.....	99
6 Literatúra .....	103

## 1 ÚVOD

Medzi najväznejšie negatívne vplyvy ťažby nerastných surovín na životné prostredie patrí narušenie stability povrchu, indukované prítomnosťou otvorených vytŕažených priestorov v podzemí. Vplyvom týchto javov vznikajú škody na stavebných objektoch, líniových stavbách, pôdnom fonde a lesnom poraste, i nebezpečenstvo úrazov a ohrozenie života pri pohybe osôb. Drenážnym účinkom banských diel dochádza k odvodňovaniu horninových komplexov, zníženiu výdatnosti využívaných zdrojov podzemnej vody a vzniku sústredených výtokov banských vôd na povrch. Ich anomálne chemické zloženie často negatívne ovplyvňuje kvalitu povrchových tokov. Pozostatkom ťažby sú akumulácie veľkého množstva zostatkových materiálov s obsahom kontaminantov na haldách a odkaliskách a s tým súvisiaca kontaminácia povrchových a podzemných vôd. V blízkosti závodov s tepelným spracovaním rudy býva účinkom imisii ovplyvnený rastlinný kryt a kvalita pôdy.

Vzhľadom na závažnosť problematiky vláda SR schválila uznesenie č. 661 z 5. 9. 1995 o surovinovej politike SR v oblasti nerastných surovín. Z tohto uznesenia vyplynula úloha vypracovať systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí, vznikajúcich banskou činnosťou. Následne bola realizovaná geologická úloha „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). V nej bol navrhnutý systém zisťovania škôd na životnom prostredí a z neho odvodená kategorizácia lokalít a činností podľa rozsahu vplyvov na životné prostredie. Z hľadiska informačného bolo podstatou riešenia zisťovacej fázy tejto úlohy vytvorenie databázy lokalít s evidenciou zdrojov a prejavov environmentálnych impaktov. Navrhnutý bol spôsob relatívneho ohodnocovania rizikovosti jednotlivých lokalít ako aj spracovanie informácií o existujúcich monitorovacích a sanačných prácach na naj-rizikovejších lokalitách.

V roku 2006 boli do informačného systému ČMS – Geologické faktory – Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie (ČMS GF VŤŽP) prevzaté vstupné údaje, ktoré sú výsledkom riešenia uvedenej geologickej úlohy. V roku 2007 bolo začaté vlastné monitorovanie na lokalitách, vytypovaných pri riešení vyššie uvedenej geologickej úlohy ako rizikové. Samotný počet monitorovaných lokalít bol limitovaný výškou vyčlenených finančných prostriedkov a týkal sa nasledovných oblastí rudných ložísk: Banská Štiavnica a Banská Hodruša (Štiavnicko-hodrušský rudný revír), Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta a Rožňava. Na uvedených lokalitách sa realizovali vlastné terénne vzorkovacie práce s nadväzujúcimi laboratórnymi prácami. Výsledky týchto prác sú doplnené údajmi prevzatými od iných organizácií a zberom a spracovaním súvisiacich dostupných údajov. V roku 2008 boli do monitoringu zahrnuté i zostávajúce rizikové lokality s ťažbou rúd (Pezinok, Kremnica, Špania Dolina, Dúbrava, Nižná Slaná) a s ťažbou magnezitu a mastenca. Aktívny monitoring lokalít s ťažbou magnezitu a mastenca (Jelšava, Lubeník, Hnúšť'a-Mútnik a Košice-Bankov) nie je vykonávaný, vzhľadom na prebiehajúci prevádzkový monitoring ťažobných organizácií. V oblasti Hornej Nitry prebiehal aktívny monitoring geochemických a hydrogeologických aspektov v období rokov 2007-2015. Inžinierskogeologické aspekty vplyvu ťažby uhlia na Hornej Nitre a pri Veľkom Krtíši tu nie sú v rámci ČMS GF VŤŽP aktívne monitorované, keďže ich dokumentáciu, vyhodnocovanie i sanáciu sú povinné zabezpečovať ťažobné organizácie.

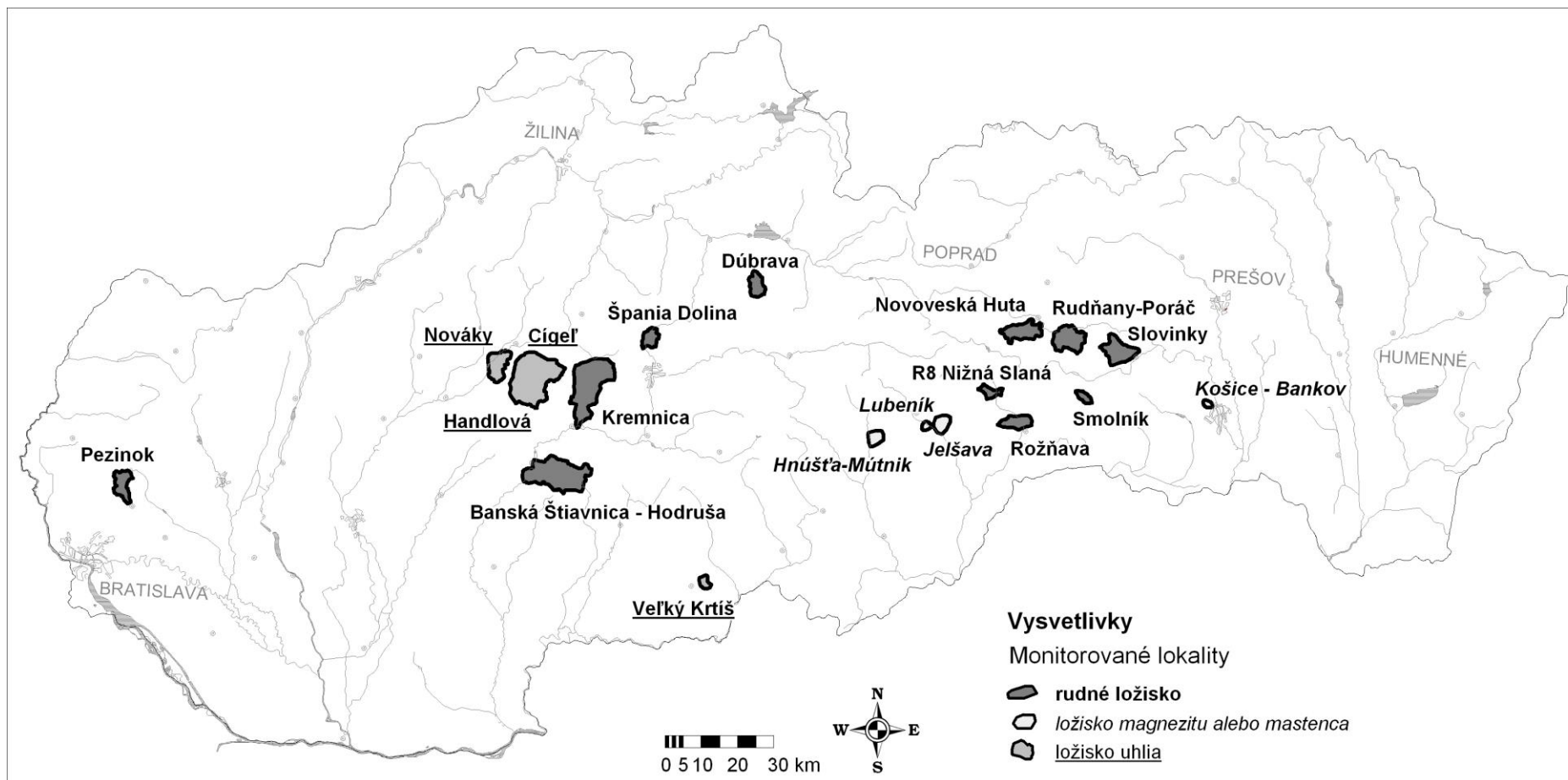
Monitoring vykonávaný v rámci tohto podsystemu ČMS GF sa netýka bezpečnostného a stabilného hodnotenia odkalísk, ktoré sú podľa vodného zákona vodnými stavbami. Vodohospodárska výstavba, š.p. nad nimi vykonáva odborný technicko-bezpečnostný dohľad, ktorý je zameraný na zisťovanie technického stavu vodných stavieb, ktorých poškodenie môže spôsobiť ohrozenie príslušného územia, životov ľudí a majetku. Taktiež nezahŕňa sledovanie nakladania s banským odpadom podľa zákona č. 514/2008 Z. z., ktoré spadá do pôsobnosti príslušných obvodných banských úradov.

## 2 ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA MONITOROVACEJ SIETE

Monitorované lokality intenzívne postihnuté ťažbou nerastov možno z typologického hľadiska rozdeliť do troch hlavných skupín – oblasti s ťažbou rúd, oblasti s ťažbou magnezitu a mastenca a oblasti s ťažbou uhlia. Priestorová distribúcia hodnotených lokalít je znázornená v situačnej mapke na obr. 1 a odráža nerovnomerné rozmiestnenie ťažených ložísk. Na lokalitách s ukončenou ťažbou (ložiská rúd) sa monitorujú vybrané objekty v účelovej monitorovacej sieti vlastnými terénnymi a laboratórnymi prácami (tab. 1 a 3). Na ťažených ložiskách (magnezit a mastenec, uhlie) realizujú prevádzkový monitoring vplyvov ťažby na hydrosféru a stabilitu povrchu ťažobné organizácie podľa požiadaviek príslušných Obvodných bankých úradov a Obvodných úradov životného prostredia.

Spomedzi veľkého počtu lokalít postihnutých ťažbou rúd na Slovensku sú v súčasnej fáze budovania štátneho monitoringu doň zahrnuté nasledovné lokality: Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta, Rožňava, Nižná Slaná, Banská Štiavnica, Hodruša, Kremnica, Špania dolina, Dúbrava a Pezinok. Bane na hodnotených lokalitách sú dnes už opustené a zatopené. Ťažba prebieha už len na sadrovcovej bani Mária v Novoveskej Hute a v obmedzenom rozsahu sa ťaží baryt z vrchnej časti žily Droždiak v Rudňanoch. Zlato sa v malom rozsahu ťaží na bani Rozália v Banskej Hodruši. Ťažba sideritu na bani Nižná Slaná bola ukončená v závere roku 2008, v roku 2010 pokračovalo odvodňovanie ložiska čerpaním banskej vody a v roku 2011 sa začalo so zatápaním bane. Na bani Mária v Rožňave prebiehajú od roku 2012 aktivity súvisiace s prípravou obnovenia ťažby na žile Strieborná. Najvýznamnejšími pretrvávajúcimi negatívnymi environmentálnymi vplyvmi na lokalitách postihnutých ťažbou rúd sú nestabilita horninového masívu spôsobujúca závaly nad vydobytými priestormi a bankými dielami, kontaminácia povrchových tokov výtokmi bankých vôd, priesakmi z hál a odkalísk a v prípade prevádzky zariadení tepelnej úpravy rudy i imisné zaťaženie územia s negatívnymi dosahmi na kvalitu pôd, rastlinný kryt i kvalitu ovzdušia. Monitoring hydrogeologických a geochemických aspektov je zameraný na dopĺňanie databázy o dostupné archívne, prevádzkové a publikované údaje o výdatnosti a chemickom zložení výtokov bankých, priesakových a povrchových vôd, kvalite riečnych sedimentov a pôd, množstve a zložení emisií z úpravárenských závodov, v terénnej fáze na dokumentovanie ovplyvnenia kvality miestnych povrchových tokov a významných zdrojov podzemnej vody bankou činnosťou.

Spomedzi existujúcich ložísk magnezitu a mastenca boli do štátneho monitoringu vplyvov banskej činnosti na životné prostredie zaradené nasledovné lokality: Jelšava, Lubeník, Hnúšťa-Mútnik a Košice-Bankov. Terénna fáza štátneho monitoringu bola na nich vykonaná len v roku 2008, vzhľadom na prebiehajúci prevádzkový monitoring príslušných ťažobných organizácií. V roku 2017 neboli na týchto lokalitách vykonané vlastné vzorkovacie ani laboratórne práce, preto nie sú v tejto ročnej správe bližšie hodnotené.



Obr. 1: Lokality intenzívne postihnuté ťažbou nerastov monitorované v rámci ČMS GF VTNŽP.

Označenie lokalít: P1 – Veľký Krtíš, P2A – Nováky, P2C – Cigeľ, P2D – Handlová, N1 – Jelšava, N2 – Lubeník, N3 – Hnúšťa-Mútnik, N4 – Košice Bankov, R1 – Banská Hodruša, R2 – Banská Štiavnica, R3 – Kremnica, R4 – Liptovská Dúbrava, R5A – Pezinok, R6 – Špania Dolina, R7 – Rudňany, R8 – Nižná Slaná, R9-Slovinky, R10 – Rožňava, R11 – Smolník, R16 – Novoveská Huta.

Tab. 1: Pozorovacie objekty vlastného terénneho monitoringu hydrogeologických a geochemických aspektov vplyvu ťažby nerastov na ŽP v hodnotených lokalitách

Lokalita	Typ obj.	Počet monitor. objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd a sedimentov sledované v roku 2017					Frekvencia meraní	Rozsah kvalitatívnych parametrov
			Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska			
Rudňany	V	3	3	0	0	0	2x ročne	pH, KNK, ZNK, Mg, Ca, Fe, Mn, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , As, Sb, Cu, Hg, Ba, Zn, AS <sub>NF</sub> , Sb <sub>NF</sub>	
	V	1	0	0	1	0	6x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH <sub>4</sub> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, Cl, SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , As, Sb, Cu, Hg, Ba, Zn, Co, Ni, AS <sub>NF</sub> , Sb <sub>NF</sub>	
	V	3	0	1	1	1	6x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH <sub>4</sub> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, Cl, SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , As, Sb, Cu, Hg, Ba, Zn, Co, Ni, AS <sub>NF</sub> , Sb <sub>NF</sub>	
	S	2	1	0	0	1	1x ročne	silikátová analýza, stopové prvky, TOC, SO <sub>3</sub>	
Slovinky – Gelnica	V	5	5	0	0	0	2x ročne	pH, KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, Fe, Mn, As, Cu, Sb, Zn, AS <sub>NF</sub> , Sb <sub>NF</sub>	
	V	1	0	0	1	0	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, NH <sub>4</sub> , Cl, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , As, Cu, Sb, Zn, AS <sub>NF</sub> , Sb <sub>NF</sub>	
	V	4	0	0	2	2	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, NH <sub>4</sub> , Cl, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , As, Cu, Sb, Zn, AS <sub>NF</sub> , Sb <sub>NF</sub>	
Smolník	V	2	2	0	0	0	2x ročne	KNK, ZNK, Fe, Mn, As, SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, Cu, Al, Pb, Zn, Ni, Co, Cd, Be, Fenefiltr, Mnnefiltr, Alnefiltr	
	V	5	0	0	3	2	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH <sub>4</sub> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, Cl, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , As, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cd, Be, Fe <sub>NF</sub> , Mn <sub>NF</sub> , Al <sub>NF</sub>	
Novoveská Huta	V	4	4	0	0	0	2x ročne	KNK, ZNK, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, Cu, As, Sb, Fe, Mn, Ba, Ra256, U	
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, NH <sub>4</sub> , Cl, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , Cu, As, Sb, Ba, Ra256, U, Rn	
N. Huta – Teplička	V	4	1	0	3	0	2x ročne	pH, KNK, ZNK, Ca, Mg, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , RL, NL, As, Sb	
Rožňava	V	1	0	0	0	1	2x ročne	KNK, ZNK, HCO <sub>3</sub> , Ca, Mg, SO <sub>4</sub> , As, Sb, Pb, Cu	
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, NH <sub>4</sub> , Cl, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , As, Sb, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr, Ba, Hg	
Nižná Slaná	V	1	0	0	0	1	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, NH <sub>4</sub> , Cl, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , As, Sb, Zn, Cu	
Štiavnicko-hodrušský rudný obvod (ŠHRO)	V	5	5	0	0	0	2x ročne	KNK, ZNK, Fe, Mn, Ca, Mg, Pb, Zn, Cu, Cd, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub>	
	V	4	0	0	3	1	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, NH <sub>4</sub> , Ca, Mg, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, Pb, Zn, Cu, Cd, As, SO <sub>4</sub> , Cl, NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , HCO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , TOC	
	S	4	0	3	0	1	1x ročne	silikátová analýza, stopové prvky, TOC, SO <sub>3</sub>	
Kremnica	V	2	2	0	0	0	2x ročne	KNK, ZNK, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, As, Sb, Cu, Hg, Zn, Mn	
	V	4	0	0	3	1	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Al, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , Cl, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , Si, As, Sb, Cu, Hg, Zn	

Lokalita	Typ obj.	Počet monitor. objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd a sedimentov sledované v roku 2017					
			Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska	Frekvencia meraní	Rozsah kvalitatívnych parametrov
Špania Dolina	V	3	3	0	0	0	2x ročne	KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, As, Sb, Cu, Zn
	V	5	0	0	4	1	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH <sub>4</sub> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, Cl, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , Si, As, Sb, Cu, Zn
Dúbrava	V	2	2	0	0	0	2x ročne	KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, As, Sb
	V	6	0	0	6	0	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH <sub>4</sub> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, Cl, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , As, Sb
Pezinok	V	1	1	0	0	0	2x ročne	KNK, ZNK, SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, Fe, Mn, As, Sb, Zn, Ni, Cd, Ra226, Fe <sub>NF</sub> , Mn <sub>NF</sub> , As <sub>NF</sub> , Sb <sub>NF</sub>
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH <sub>4</sub> , Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn, Al, Cl, NO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , As, Sb, Zn, Cu, Ni, Cd, Ra226, Fe <sub>NF</sub> , Mn <sub>NF</sub> , As <sub>NF</sub> , Sb <sub>NF</sub>
Spolu	V	85	33	1	41	10		
	S	4	1	0	3	1		

Pozn.: Typ objektu: V – voda, S – sediment. Dolným indexom NF sú označené stanovenia prvkov z nefiltrovanej vzorky. KNK – kyselinová neutralizačná kapacita, ZNK – zásadová neutralizačná kapacita, EC – merná elektrická vodivosť vody, ChSK<sub>Mn</sub> – chemická spotreba kyslíka manganistanom.

V priebehu rokov 2007 až 2017, sa pri monitoringu inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby na ŽP naviazalo na vytypované lokality navrhnuté do štátneho monitorovacieho systému z úlohy: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou (Vrana et al., 2005). Z dôvodu veľkého počtu vytypovaných lokalít (20), ako i z dôvodu obmedzeného pridelenia finančných prostriedkov, boli tieto lokality zaradované do monitoringu postupne. Monitorovacie práce pozostávajú hlavne z archívneho spracovania súhrnných údajov o geometrii, hĺbke a časovom slede vydobytých priestorov a aktualizácie, resp. dopĺňania údajov z predchádzajúceho monitorovania a ich dopĺňania do internej databázy. Základný archívny monitoring je postupne rozširovaný o terénnu rekognoskáciu jednotlivých lokalít vrátane dokumentácie nových udalostí na ložiskách. Vlastný monitoring dočasne nezahŕňa uhoľné ložiská.

V roku 2017 bolo na lokalite Rudňany – Poráč vykonané monitorovanie zmien v rozširovaní závalového pásma Baniská a jeho zavážania elektrárenským popolčekom. Na lokalite Nižná Slaná bola vykonaná rekognoskáciu závalov na ložisku Kobeliarovo. Na lokalite Pezinok bolo vykonané monitorovanie menších závalov na ložisku Nádej terénnou rekognoskáciou. Na všetkých sledovaných lokalitách rudných ložísk bol navyše kontrolovaný technický stav ústí najvýznamnejších odvodňovacích štôlní.

### 3 POZOROVANÉ UKAZOVATELE A METÓDY ICH HODNOTENIA

#### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Hydrogeologické a geochemické aspekty vplyvu ťažby nerastov na životné prostredie v hodnotených lokalitách sú monitorované v účelových pozorovacích sieťach. Tie vychádzajú z navrhnutého systému zisťovania a monitorovania pre daný účel (Vrana et al., 2005). V doterajšom priebehu monitorovacích prác sú sledované kvantitatívne a kvalitatívne parametre zdrojov banskej a odpadovej vody (drenáž z odkalísk), podzemnej vody a vody povrchových tokov. Prehľad sledovaných parametrov je spolu so spôsobmi ich stanovenia uvedený v tab. 2. Na každom pozorovacom objekte sa meria prietok, teplota vody, merná elektrická vodivosť vody, reakcia vody a obsah rozpusteného kyslíka. Rozsah sledovaných ukazovateľov kvality je na pozorovaných lokalitách volený podľa geochemického typu ložiska a je preto miestne špecifický (tab. 1). Na vybraných lokalitách sa nepravidelne odoberajú i vzorky sedimentu – v roku 2017 boli odoberaté 2 vzorky na lokalite Rudňany a 4 vzorky v Štiavnicko-hodrušskom rudnom poli.

Hydrometrické merania pre zistenie okamžitého prietoku povrchových tokov, výtokov zo štôlní a výdatnosti prameňov, boli vykonané pomocou hydrometrickej vrtule typu A.OTT Kempton. Použitý bol model C31 resp. C2, podľa veľkosti toku. Merania boli vykonané bodovou metódou podľa ON 73 6571.

Odber vzoriek vôd povrchových tokov je metodicky upravený STN EN ISO 5667-6 „Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber vzoriek z riek a potokov.“ Odporúča sa používať ju spoločne s ISO 5667-1, ISO 5667-2 a ISO 5667-3, ktoré sa zaoberajú návrhmi programov odberu vzoriek, technikami odberu, konzerváciou vzoriek a manipuláciou s nimi. Použitie všeobecné názvoslovie je v súlade s názvoslovím spracovaným ISO/TC 147 Kvalita vody, predovšetkým s názvoslovím odberu vzoriek v ISO 6107-2.

Odber vzoriek podzemných vôd je metodicky upravený STN EN ISO 5667-11 „Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd.“ Odporúča sa používať ju spoločne s ISO 5667-1, ISO 5667-2 a ISO 5667-3, ktoré sa zaoberajú návrhmi programov odberu vzoriek, technikami odberu, konzerváciou vzoriek a manipuláciou s nimi. Použitie všeobecné názvoslovie je v súlade s názvoslovím spracovaným ISO/TC 147 Kvalita vody, predovšetkým s názvoslovím odberu vzoriek v ISO 6107-2.

Tab. 2: Sledované kvantitatívne a kvalitatívne ukazovatele banských, odpadových, podzemných a povrchových vôd

Veličina	Spôsob stanovenia	Merná jednotka
Prietok	Meranie hydrometrickou vrtuľou Meranie ciachovanou nádobou a stopkami	l/s
Teplota vody	Tepelný snímač	°C
Merná elektrická vodivosť vody	Prenosný konduktometer WTW	mS/m
Reakcia vody pH	Prenosný pH meter	
Obsah rozpusteného kyslíka vo vode	Prenosný oxí-meter	% O <sub>2</sub> mg/l O <sub>2</sub>
Obsah prvku – Na, K, Al, Ba, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Zn, U	Atómová emisná spektrometria s indukčne viazanou plazmou AES-ICP	mg/l
Obsah prvku – As, Bi, Sb, Se, Hg	Atómová absorpčná spektrometria AAS	ug/l
Obsah aniónu – SO <sub>4</sub> , Cl, F, NO <sub>3</sub>	Iónová chromatografia	mg/l
Neutralizačná kapacita	Odmerná analýza	mmol/l
Objemová aktivita <sup>226</sup> Ra, <sup>222</sup> Rn	Scintilačná metóda v Lucasových komorách	Bq/l

Vzorky vôd na sledovaných profiloch tokov, výtokov zo štôlní a prameňov, boli odobraté ponorením prázdnej vzorkovnice pod hladinu. Pre odber vzoriek na stanovenie fyzikálno-chemických ukazovateľov a kovov boli použité polyetylénové vzorkovnice. Rozsah sledovaných ukazovateľov je volený podľa záverov predchádzajúcich etáp práce (Vrana et al., 2005) a výsledkov doterajšieho monitoringu.

Priamo v teréne boli prenosnými prístrojmi rady WTW vykonávané merania pH, teploty vody a vzduchu, mernej elektrickej vodivosti vody a rozpusteného O<sub>2</sub>. Použité boli vzorkovnice dodané laboratóriom, vzorky boli v deň odberu odovzdané do laboratória na ďalšie spracovanie. Vzorky vôd pre stanovenie mikroprvkov sú pri odbere filtrované pomocou vákuovej pumpy Nalgene cez celulózový filter Whatman (0,45 µm) a chemicky stabilizované podľa požiadaviek laboratória.

Laboratórne analýzy vôd boli vykonané v akreditovanom laboratóriu GAL ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi. Pre stanovenie jednotlivých ukazovateľov v povrchových a podzemných vodách boli použité analytické metódy, ktoré sú uvedené v tab. 2. Kontrola správnosti laboratórnych techník v laboratóriu ŠGÚDŠ RC Spišská Nová Ves je okrem internej kontroly pravidelne zabezpečovaná systémom externej kontroly formou medzilaboratórnych porovnávacích skúšok s úspešnosťou viac ako 90 % z celého rozsahu pre všetky typy vôd. Interná kontrola je vykonávaná odberom jednej vzorky dvakrát, a to každých 20 vzoriek. Podľa správnej laboratórnej praxe je s každou sériou vzoriek (minimálne 15) meraná jedna vzorka dvakrát – tzv. paralelné stanovenie.

Pri kategorizácii kvality povrchových vôd bola do roku 2011 používaná klasifikácia kvality povrchových vôd podľa STN 75 7221, podľa ktorej sa zaraďuje kvalita povrchovej vody v danom mieste odberu vzoriek do tried kvality podľa zistených hodnôt ukazovateľov porovnaním s ich určenými medznými hodnotami. Rozlišovali sa nasledovné triedy kvality: I. trieda – veľmi čistá voda; II. trieda – čistá voda; III. trieda – znečistená voda; IV. trieda – silno znečistená voda; V. trieda – veľmi silno znečistená voda. Hoci túto normu Slovenský ústav technickej normalizácie ku dňu 1. 3. 2007 zrušil, podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z. z. sa počas jeho platnosti na hodnotenie kvality povrchových vôd používali postupy v nej uvedené. V aktuálne platnom nariadení vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd už odkaz na STN 75 7221 nie je uvedený. Preto v hodnotení kvality povrchových vôd od roku 2012 vrátane uvádzame porovnanie s požiadavkou na kvalitu povrchovej vody uvedenej v prílohe č.1 k nariadeniu vlády SR č. 269/2010 Z. z. Toto hodnotenie sa pre As, Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Hg a Zn robí porovnaním nameraných hodnôt so stanovenými prípustnými koncentráciami zvýšenými o požadované koncentrácie ťažkých kovov. Požadované koncentrácie kovov pre jednotlivé útvary povrchových vôd Slovenska sú uvedené v publikácii Bodiš et al. (2010). Keďže Sb sa nenachádza medzi parametrami požiadavky na kvalitu povrchovej vody (prílohy č.1 k NV SR č. 269/2010 Z. z.), v hodnotení kvality povrchovej vody používame jeho medznú hodnotu pre kategóriu A1 povrchovej vody určenej na odber pre pitnú vodu uvedenú v prílohe č. 2 k NV SR č. 269/2010 Z. z. Okrem hodnotenia monitorovaných profilov povrchových tokov týmto spôsobom hodnotíme i kvalitu výtokov banskej vody a drenáže odkalísk, keďže vo všetkých prípadoch týchto monitorovaných objektov odtekajú vody po povrchu terénu k miestnemu povrchovému toku a stávajú sa jeho súčasťou. Monitorované banské vody a drenážne vody odkalísk zároveň hodnotíme i porovnaním s indikačným (ID) a intervenčným (IT) kritériom pre podzemnú vodu, podľa prílohy č. 12 metodického pokynu MŽP SR č. 1/2015-7. Ako charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek pre hodnotené obdobie sa uvádzajú ich aritmetické priemery.

Kvalita vzoriek sedimentu odoberaných na totožných miestach spolu so vzorkami vôd je hodnotená podľa indikačných a intervenčných kritérií horninového prostredia a pôd uvedených v prílohe č. 12 metodického pokynu MŽP SR č. 1/2015-7.

Novodokumentované a archívne preberané priestorové údaje o pozostatkoch banskej a úpravnickej činnosti a ich prejavoch sú transformované do digitálnej formy a ukladané v softvérovom prostredí MapInfo Professional. Objekty dokumentované v teréne sú zameriavané prenosným GPS prístrojom eTrex Summit s presnosťou do 10 m v súradnicovom systéme WGS 84 a prepočítavané do systému JTSK.

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Zber dát prebieha vo vytvorenom systéme zisťovania a monitorovania (Vrana et al., 2005), v rámci ktorého boli spracované podklady z terénu a z archívnych zdrojov:

a/ Systém zisťovania a monitorovania fyzikálnych vplyvov (impaktov) banskej činnosti prejavujúcich sa na povrchu terénu ako:

- 1) svahové deformácie (ďalej SD);
- 2) poklesy terénu (PT);
- 3) poruchy na objektoch (PO);
- 4) podmáčanie/zamokrenie (PZ);
- 5) lineárna erózia na povrchu terénu (ER).

b/ Systém zisťovania a monitorovania zdrojov potenciálnych fyzikálnych impaktov vyvolaných banskou činnosťou prejavujúcich sa ako:

- 1) vydobyté (vyrúbané) priestory (MP) v podzemí;
- 2) deformácie horninového masívu (MD) v podzemí;
- 3) ústia podzemných banských diel alebo banské diela na povrchu terénu (BD).

Získané údaje sú ukladané do účelovej databázy údajov podsystemu 04. Jej základ bol zostavený v priebehu riešenia geologickej úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005).

Textovo-grafická časť databázy obsahuje digitálne podklady rôzneho charakteru – textové dokumenty sledujúce štruktúru záznamových listov, tabuľkové údaje, schémy, mapové podklady, fotografie. Logické členenie systému je podľa regiónov a lokalít.

Geografická časť databázy obsahuje hodnotené lokality a objekty. V priebehu monitoringu v rokoch 2007-2017 bola dopĺňaná hlavne o georeferencované skeny mapových podkladov so zdrojmi potenciálnych fyzikálnych impaktov. Zdroje impaktov a ich prejavy sa postupne spracovávajú do digitálnej formy – vektorovej grafiky v prostredí MapInfo Professional.

Vybrané rizikové lokality sú postupne preverované rekognoskáciou a dokumentáciou geodynamických objektov a javov v teréne.

Monitorované oblasti sa podľa dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov a ich intenzity orientačne zaraďujú do troch tried zaťaženia oblasti geodynamickými javmi vyvolanými banskou činnosťou (tab. 62). Rozlíšené je nízke (trieda A), stredné (B) a vysoké zaťaženie (C). Táto kategorizácia zohľadňuje výskyt a charakter svahových deformácií, poklesov terénu a porúch objektov na povrchu. Pri tomto hodnotení sa rozlišuje potenciálny výskyt daného javu v hodnotenej oblasti, výskyt javu menšieho rozsahu (s rozmermi v m), výskyt javu väčšieho rozsahu (s rozmermi v desiatkach metrov a väčšími). Zároveň sa rozlišuje, či ide o aktívny alebo stabilizovaný jav.

Tab. 3: Spôsob a frekvencia získavania údajov o inžinierskogeologických aspektoch problematiky

<b>Impakty</b>	<b>Spôsob</b>	<b>Frekvencia</b>
<b>SD</b>	Archív, realizované geodetické merania, terénne pozorovania, informácia o mimoriadnej udalosti	Individuálne, priebežne, resp. interval podľa postupu vývoja javu a sprístupnenia preberaných meraní
<b>PT</b>	Archív, realizované geodetické merania, terénne pozorovania, informácia o mimoriadnej udalosti	Individuálne, priebežne, resp. interval podľa postupu vývoja javu a sprístupnenia preberaných meraní
<b>PO</b>	Archív, realizované geodetické merania, terénne pozorovania, informácia o mimoriadnej udalosti	Individuálne, priebežne, resp. interval podľa postupu vývoja javu
<b>PZ</b>	Terénne merania a pozorovania, informácia o mimoriadnej udalosti	Individuálne, priebežne, resp. interval podľa postupu vývoja javu
<b>ER</b>	Terénne pozorovania a merania	Podľa potreby, priebežne podľa vývoja
<b>MP</b>	Archív, realizované banské merania	Priebežné dopĺňanie, resp. v závislosti od sprístupnenia preberaných podkladov
<b>MD</b>	Archív, realizované banské merania	Priebežné dopĺňanie, v závislosti od sprístupnenia podkladov a frekvencie preberaných meraní
<b>BD</b>	Archív, informácia o mimoriadnej udalosti	Priebežné dopĺňanie, resp. v závislosti od sprístupnenia preberaných podkladov
<b>OD</b>	Archív, realizované geodetické merania	Priebežné dopĺňanie, v závislosti od sprístupnenia podkladov a frekvencie preberaných meraní

## 4 VÝSLEDKY MONITOROVANIA

### 4.1 Región Hornej Nitry

V tomto regióne vykonávajú dlhodobu banskú činnosť pri dobývaní uhlia Hornonitrianske bane Prievidza, a.s. v Prievidzi (ďalej len „HBP, a.s.“). HBP, a.s. na svojich ťažobných úsekoch (ŤÚ) Cigeľ, Handlová a Nováky vykonáva banskú činnosť zodpovedajúcu energetickej koncepcii Slovenskej republiky s výškou ťažby uhlia odpovedajúcej odbytovým možnostiam. V roku 2017 sa ťažilo v DP Handlová a DP Nováky. V DP Cigeľ sa ťažilo do 27. 10. 2017 – vtedy bola ťažba v tomto DP ukončená a vykonáva sa tu likvidácia prevádzkovaných banských diel. Došlo k miernemu nárastu celkovej surovej ťažby, z 1762 kt v roku 2016 na 1805 kt v roku 2017 (Kolektív autorov, 2017).

#### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

V oblasti hneďdohľadného hornonitrianskeho revíru sme v období rokov 2007-2015 sledovali systémy štyroch najvýznamnejších štôlní revíru, a to: Stará štôlna v Handlovej, štôlna Cigeľ, štôlna Hlboké a štôlna v Lehote pod Vtáčnikom.

Z výsledkov monitorovania vôd vyplynulo, že z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody, na monitorovaných profiloch povrchových tokov najčastejšie nevyhovuje obsah dusitanov. Z ďalších ukazovateľov kvality dosahovala v povrchovej vode nepriaznivú priemernú úroveň koncentrácia arzenu v potoku pod štôľňou v Lehote pod Vtáčnikom (objekt č. 9). Povrchová voda nad baňou v Cigli sa vyznačuje i pomerne vysokou koncentráciou Mn. Zvýšená koncentrácia arzenu v potoku pod štôľňou v Lehote pod Vtáčnikom má pôvod v banskej vode miestnej štôlne (objekt č. 8). Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) môžeme konštatovať, že kvalita monitorovaných zdrojov banských vôd bola v hodnotenom období dobrá. Žiaden zo sledovaných ukazovateľov neprekročil ani indikačné kritérium (ID) podzemnej vody. Podrobnejšie zhodnotenie uvedených výsledkov je v ročnej správe za rok 2015.

#### *Inžinierskogeologické aspekty*

V oblasti Hornej Nitry nie je v súčasnosti vykonávaný vlastný terénny monitoring vplyvov ťažby na životné prostredie v rámci ČMS GF VŤŽP.

Dôležité povrchové objekty sú proti negatívnym vplyvom hlbinného dobývania uhlia v Hornonitrianskej kotline chránené ochrannými piliermi. Takto sú chránené zvislé úvodné banské diela uhoľných baní a iné dôležité objekty, napr. časť mesta Nováky, časť obce Koš, štátna cesta medzi Prievidzou a Novákmi, vrátane parovodu, železničná trať a pod. K dôležitým chráneným objektom patrí aj ochrana kúpeľného mesta Bojnice (ochrana termálnych prameňov). V prípade skončenia dobývania v jednotlivých ťažobných úsekoch sa vykonáva likvidácia hlavných banských diel, ktorej finálnou fázou je uzatváranie banských diel projektovanými hrádzami a zaplavovanie vyrúbaných priestorov popolčekomou zmesou. Uzatváracie objekty (murované resp. betónové protiprievalové hrádze) sú vybavené príslušnými vývodmi na odvádzanie banských vôd a plynov z vyrúbaných priestorov, ktoré sú monitorované.

Po rokoch 2012 a 2013, i v roku 2014 boli zaznamenané ďalšie plošné poklesy poľnohospodárskej pôdy medzi Laskárom a Košom a medzi Košom a Prievidzou. Poklesy na bývalej štátnej ceste č. III/05061 v intraviláne obce Koš si v roku 2013 vynútili úplnú uzávierku tejto cesty a vytvorenie dočasnej náhradnej komunikácie (Kolektív autorov, 2014).

Intenzita poklesov je monitorovaná a dokumentačne vedená organizáciou HBP, a. s. Všetky prejavy podrúbania sú priebežne monitorované a riešené v súlade s dohodami o strete záujmov, organizáciou HBP, a.s., Prievidza. V DP Nováky I. sa v roku 2014 vykonávali čiastočné rekultivačné a zaväzacie práce na pozemkoch ovplyvnených podrúbaním v intraviláne obce Koš. Zároveň boli v Koši a v Novákoch asanované niektoré staré rodinné domy a elektrického vedenia. Tiež bola vykonaná predbežná technická rekultivácia poľnohospodárskych pozemkov (Agrodan Koš), s využitím skrývkového podorničného a orníčného materiálu zo stavby „Otvárka 11. ťažobného úseku – povrch, SC 06 – Prekládka vodných tokov“. V DP Cigel' bola v roku 2014 vykonaná rekultivácia súkromného pozemku, spočívajúca vo vyrovnaní terénu navážkou a osiatím lúčnej zmesi (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 boli zaznamenané ďalšie plošné poklesy poľnohospodárskej pôdy v úseku medzi Laskárom a Košom a medzi Košom a Prievidzou. Tieto vplyvy zo strany HBP, a.s. boli riešené v súlade s dohodami o strete záujmov, ktoré boli súčasťou POPD, predloženého OBÚ v Prievidzi v rámci konania o povolenia banskej činnosti do doby vydobytia zásob hlbinného ložiska hnedého uhlia. Z dôvodu banskej činnosti boli zaznamenané aj poklesy na bývalej štátnej ceste č. III./05061 v intraviláne obce Koš. Intenzita poklesov je monitorovaná a dokumentačne vedená organizáciou HBP, a.s. V tejto súvislosti bola na základe rozhodnutia príslušného orgánu štátnej správy pre cestnú dopravu a pozemné komunikácie riešená dočasná úplná uzávierka uvedenej cesty v obci Koš a vytvorená dočasná náhradná komunikácia (Kolektív autorov, 2016). V DP Nováky I. sa vykonávali v roku 2015 čiastočné rekultivačné a zaväzacie práce na pozemkoch v intraviláne obce Koš, na miestach poškodených vplyvom podrúbania. Za účelom realizácie preventívno-bezpečnostného opatrenia – zaústenia vôd potoka Ciglianka do plastových rúr bola s obcou Koš uzatvorená dohoda o vysporiadaní škody v rámci riešenia stretov záujmov. Cieľom opatrenia je zamedziť úniku vôd z koryta do podzemných banských priestorov po jeho ovplyvnení stenovým porubom 107 019-95. V obci Koš, v oblasti ulíc Víťazstva a Hviezdoslavova, ktoré budú ovplyvnené rúbaním stenového porubu 107 019-95 potrebné zabezpečiť zrušenie časti verejného vodovodu. V obci Koš bola tiež vykonaná revitalizácia pozemkov v priestore golfového ihriska. Vplyvom dobývania stenového porubu 107 075-95 sa vytvorili na pozemkoch v areáli golfového ihriska trhliny a poklesy (šírka 0,25 m, dĺžka až 120 m). S cieľom zamedziť úrazom osôb pohybujúcich sa po golfovom ihrisku bolo vykonané zahrnutie nebezpečných trhlín miestnym materiálom (zeminou). V priestore poklesovej kotliny bola zahrnutá ornica na dočasnú depóniu. V DP Handlová sa v roku 2015 uskutočnilo zabezpečenie zasypanie trhliny na pozemku KN C par. č. 584 v k.ú. Nová Lehota. Trhlina sa vytvorila na podrúbanom pozemku v oblasti Východnej šachty. Táto bola zasypaná banskou hlušinou v množstve 20 m<sup>3</sup>. V DP Cigel' v roku 2015 boli vykonané zemné práce súvisiace so sprejzadením poškodenej lesnej cesty na pozemku parc. č. KNC 7711 v k.ú. Prievidza, dotknutej uskutočnenou banskou činnosťou. Zemné práce pozostávali z vykopania povrchových odvodňovacích kanálov v oblasti zosuvu, urovnania nerovnosti a zasýpaní trhlín miestnou zeminou. Poklesy a trhliny na lesnej ceste boli zasypané miestnym materiálom do potrebnej nivelety. Poškodená vozovka v dĺžke 80 m bola obnovená štrkodrovou v množstve 100 t. Ďalej bolo v DP Cigel' vykonané zasýpanie trhlín na pozemku KNC parc. č. 1133/1 v k.ú. Veľká Lehôtka, ovplyvnenom hlbinnou ťažbou hnedého uhlia v oblasti pri Jame 5. Trhliny boli zahrnuté miestnym materiálom (Kolektív autorov, 2016). V roku 2016 tu nedošlo k významným zmenám (Kolektív autorov, 2017). V roku 2017 sa realizovala rekultivácia plôch: v priestoroch poklesov medzi ulicami Nová a Víťazstva v Koši, nad stenovým porubom 107 077-95, na poľnohospodárskom pozemku Hon č. 2, i revitalizácia potoka Ciglianka v oblasti preložky. Taktiež sa opravovala trhlinami poškodená vozovka na Novej ulici v Koši, zasypali sa trhliny na pozemku KN-C parc. Č. 6310 v k.ú. Nováky a pingy na Hone č. 30 (Kolektív autorov, 2018).

## 4.2 Lokalita Banská Štiavnica R1 a Hodruša-Hámre (R2)

V historicky významnej oblasti ťažby drahokovovej rudy Štiavnicko-hodruškého rudného obvodu (ŠHRO) v súčasnosti vykonáva ťažbu Au, Ag, Pb, Zn rudy len Slovenská banská spol. s r. o., Hodruša-Hámre. V roku 2017 vyťažila 44,2 kt polymetalickej Au, Ag, Pb, Zn rudy (Kolektív autorov, 2018).

### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

V oblasti banskoštiavnického rudného revíru sú sledované výtoky banskej vody z dvoch dedičných odvodňovacích štôlní (Voznická dedičná štôlna – VDŠ a Nová odvodňovacia štôlna – NOŠ), z jednej zo starých štôlní rajónu (štôlna Zlatý stôl) a drenážna voda odkaliska v Hodruši. VDŠ je sledovaná len pri jej ústí, situovanom cca 50 m od rieky Hron. NOŠ je sledovaná na dvoch miestach – pri ústí štôlna a po cca 800 m pri jej vyústení do rieky Hron. U štôlna Zlatý stôl a odkaliska v Hodruši bol sledovaný aj ich vplyv na kvalitu vody v recipientoch, monitoringom kvality v profile nad a pod prítokom banskej resp. drenážnej vody. V rámci ČMS GF VTŽP boli na týchto objektoch odoberané vzorky vody a sedimentu 1x ročne v období 2007 – 2013. V rokoch 2014-2017 bola voda na týchto objektoch vzorkovaná dva krát ročne. VDŠ bola navyše vzorkovaná v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) raz v roku 2011, štyri krát v roku 2012 a raz v roku 2013 – tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia ČMS GF VTŽP. V roku 2017 boli odobratých a analyzovaných spolu 6 vzorky sedimentu (tab. 10, 34).

Z výsledkov monitorovania povrchových vôd oblasti (objekty č. 14, 15, 17, 18) vyplýva, že v hodnotenom období ich kvalita vyhovovala požiadavkám na kvalitu povrchovej vody. Hoci voda odkaliska v Hodruši (objekt č. 13) má zvýšený obsah Mn, Al a Pb (tab. 4 a 5), neprejavuje sa to negatívne na kvalite miestneho recipientu monitorovaného v profile pod odkaliskom (objekt č. 15). Podobne sa zvýšený obsah Mn a Ca v banskej vode štôlna Zlatý stôl neprejavuje negatívne na kvalite potoka pod vyústením tejto štôlna (objekt č. 18). Riziko negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody predstavuje hlavne banská voda VDŠ (objekt č. 12). Obsah zinku v nej predstavuje v sledovanom období rokov 2007 – 2016 71-násobné prekročenie požiadavky na ročný priemer podľa prílohy č. 1 časť B nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z., obsah Pb 10-násobné, obsah Cd 16,3-násobné, obsah Mn 12-násobné a obsah Al 4-násobné prekročenie (tab. 5). V roku 2017 je miera týchto prekročení nižšia (tab. 5). V banskej vode NOŠ išlo v období rokov 2007 – 2016 o 16,5-násobné prekročenie požadovanej maximálnej koncentrácie Zn, 3,7-násobné prekročenie obsahu Cd a 1,5-násobné prekročenie obsahu Mn, V roku 2017 bola miera týchto prekročení výrazne nižšia (tab. 5) a obsahy Cd a Mn sú vyhovujúce.

Výdatnosť výtoku banskej vody z VDŠ je v priemere približne 0,3 m<sup>3</sup>/s, výdatnosť NOŠ asi 37 l/s. Recipientom týchto bankských vôd je rieka Hron. Prietok tejto rieky je dlhodobo pozorovaný na vodomernej stanici Brehy (č. 7290 SHMÚ) a v období 1931 – 2002 kolísal v intervale 7,7 – 1050 m<sup>3</sup> (Blaškovičová et al., 2004). V obdobiach najnižších prietokov predstavuje množstvo pritekajúcej banskej vody necelé 4 % prietoku rieky Hron. Ide o pomer pri ktorom dochádza – z pohľadu kvality riečnej vody – k značnému riedeniu kontaminovanej banskej vody. Prepočet podľa zmiešavacej rovnice ukazuje, že priemerná koncentrácia Zn = 15 µg/l v riečnej vode nad vyústením VDŠ (Dobiašová et al., 2006) sa vplyvom prínosu zinku bankskou vodou tejto štôlna (priemerná koncentrácia 5,8 mg/l) zvýši pri minimálnom prietoku

7,7 m<sup>3</sup>/s na 0,23 mg/l, čo je úroveň 5-násobne vyššia oproti medznej hodnote pre povrchovú vodu. Vyhovujúci stav pri takýchto modelových podmienkach nastáva až pri prietoku Hrona 28 m<sup>3</sup>/s, pri pripočítaní vplyvu banskej vody z NOŠ však už pri prietoku Hrona 24 m<sup>3</sup>/s. V roku 2003 dosiahol priemerný ročný prietok Hrona na stanici č.7290 Brehy hodnotu 24,08 m<sup>3</sup>/s a priemerné mesačné hodnoty vyššie ako 24 m<sup>3</sup> boli zaznamenané len v januári, marci, apríli, máji (Blaškovičová et al., 2004). Modelové výpočty teda naznačujú, že obsah zinku v Hrone pod prítokmi banskej vody z VDS a NOŠ býva vyšší ako medzná hodnota po väčšinu roka – prevažne v zimnom, letnom a jesennom období. Predpokladané koncentrácie kadmia, niklu, medi a olova v Hrone pod vyústením VDS a NOŠ sú nižšie ako medzné hodnoty týchto ukazovateľov kvality povrchovej vody.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) môžeme konštatovať, že kvalita banskej vody štólne VDS v hodnotenom období je vysoko riziková. Indikačné kritérium podzemnej vody (ID) prekračuje v období 2007 – 2016 v priemere 3,7-krát obsah Zn, 4,1-krát Cd a 3,3-krát Al. Tesne pod úrovňou ID je obsah Pb (tab. 6). V roku 2017 je prekročenie ID pre Zn a Cd približne 3-násobné, Al 1,5-násobné a obsah Pb je výrazne nižší ako ID. Intervenčné kritérium (IT) 2-násobne prekračuje obsah Al a mierne i obsah Zn a Cd pre obdobie rokov 2007 – 2016 (tab. 7). V roku 2017 IT nebolo prekročené u žiadneho zo sledovaných ukazovateľov. V drenážnej vode odkaliska v Hodruši je zvýšený obsah Al, ktorý mierne prekračuje indikačné kritérium (tab. 6) v období rokov 2007-2016. V banskej vode štólne Zlatý stôl nie je z tohto pohľadu rizikový žiaden zo sledovaných ukazovateľov.

Tab. 4: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody v ŠHRO

Obj.	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Cu mg/l	Cd mg/l	Se mg/l	Ba mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
10	2007-16	80	8,15	266	0,11	0,501	0,431	0,167	0,00006	1,200	0,007	0,002	0,007	0,00441	0,00046	0,0137	110	28
10	2017	74	8,11	254	0,03	0,054	0,066	0,020	-	0,203	0,000	0,001	0,001	0,00055	-	-	108	26
11	2007-16	82	8,16	274	0,05	0,525	0,453	0,150	0,00006	1,273	0,007	0,002	0,007	0,00461	0,00046	0,0137	112	27
11	2017	64	8,32	242	0,03	0,136	0,109	0,030	-	0,614	0,002	0,001	0,001	0,00088	-	-	97	25
12	2007-16	133	7,45	641	0,19	2,455	3,565	0,814	0,00006	5,487	0,092	0,005	0,031	0,02039	0,00064	0,0115	204	65
12	2017	132	7,49	621	0,04	1,102	2,200	0,380	-	4,000	0,011	0,003	0,017	0,01570	-	-	193	64
13	2007-16	82	7,89	269	0,21	0,900	1,582	0,308	0,00006	0,028	0,019	0,001	0,003	0,00017	0,00073	0,0243	86	19
13	2017	126	7,70	590	0,11	0,145	1,136	0,035	-	0,145	0,001	0,001	0,001	0,00020	-	-	176	32
14	2007-16	36	8,13	85	0,26	0,184	0,059	0,076	0,00008	0,020	0,003	0,003	0,002	0,00017	0,00057	0,0200	49	12
	2017	38	7,89	70	0,00	0,054	0,026	0,000	-	0,008	-	-	0,002	0,00005	-	-	60	10
15	2007-16	41	7,99	112	0,55	0,143	0,141	0,041	0,00006	0,029	0,003	0,002	0,002	0,00018	0,00057	0,0300	56	15
	2017	55	8,11	134	0,00	0,123	0,266	-	-	0,054	-	-	0,002	0,00008	-	-	80	19
16	2007-16	81	7,34	144	0,04	0,333	0,500	0,013	0,00006	0,010	0,004	0,001	0,001	0,00025	0,00056	0,0330	129	46
	2017	87	7,44	139	0,03	0,112	0,483	0,010	-	0,018	-	-	0,001	0,00008	-	-	136	50
17	2007-16	29	7,78	84	0,06	0,231	0,078	0,075	0,00006	0,036	0,003	0,001	0,002	0,00015	0,00056	0,0147	45	8
	2017	35	7,85	97	-	0,073	0,025	-	-	0,012	-	-	0,001	0,00005	-	-	56	10
18	2007-16	36	7,81	95	0,04	0,379	0,201	0,050	0,00006	0,010	0,004	0,001	0,002	0,00020	0,00063	0,0163	58	15
	2017	49	8,03	105	0,00	0,057	0,076	-	-	0,011	-	-	0,001	0,00005	-	-	74	20

Vysvetlivky: **10** – NOŠ pri Hrone; **11** – NOŠ; **12** – VDS; **13** – Hodruša, odkalisko; **14** – Hodruša, potok nad odkaliskom; **15** – Hodruša, potok pod odkaliskom; **16** – Zlatý stôl, štôlna; **17** – Zlatý stôl, potok nad štôlnou; **18** – potok pod štôlnou Zlatý stôl.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu ukazovateľov kvality v banskej vode VDS pre rok 2017 s obdobím 2007 – 2016 (tab. 4) zistíme, že sú nižšie: o 52 % pre Zn, o 25 % pre Cd, o 45% pre Cu, o 55% pre Fe, takmer 5-násobne pre Mn a 2,1-násobne pre Al. V štólne Zlatý stôl je pre toto obdobie zistený pokles pre SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>, Fe, Mn a nárast pre Zn.

Tab. 5: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody ŠHRO s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Se	Ba	Ca	Mg
10	2007-16	0,73	V	<b>1,06</b>	0,09	0,25	<b>1,44</b>	0,84	0,61	<b>15,59</b>	0,80	0,12	0,48	<b>3,53</b>	0,02	0,14	<b>1,10</b>	0,14
	2017	0,55	V	<b>1,01</b>	0,02	0,03	0,22	0,10	-	<b>2,64</b>	0,03	0,06	0,07	0,44	0,00	0,00	<b>1,08</b>	0,13
11	2007-16	0,74	V	<b>1,09</b>	0,04	0,26	<b>1,51</b>	0,75	0,61	<b>16,54</b>	0,75	0,10	0,46	<b>3,69</b>	0,02	0,14	<b>1,12</b>	0,14
	2017	0,57	V	0,97	0,02	0,07	0,36	0,15	-	<b>7,97</b>	0,18	0,05	0,07	0,70	0,00	0,00	0,97	0,12
12	2007-16	<b>1,21</b>	V	<b>2,57</b>	0,15	<b>1,23</b>	<b>11,88</b>	<b>4,07</b>	0,61	<b>71,26</b>	<b>9,95</b>	0,35	<b>2,07</b>	<b>16,31</b>	0,03	0,12	<b>2,04</b>	0,33
	2017	<b>1,16</b>	V	<b>2,48</b>	0,03	0,55	<b>7,33</b>	<b>1,90</b>	-	<b>51,95</b>	<b>1,23</b>	0,16	<b>1,11</b>	<b>12,56</b>	0,00	0,00	<b>1,93</b>	0,32
13	2007-16	0,75	V	<b>1,07</b>	0,16	0,45	<b>5,27</b>	<b>1,54</b>	0,61	0,18	<b>2,19</b>	0,05	0,14	0,08	0,04	0,24	0,86	0,10
	2017	0,92	V	<b>2,36</b>	0,09	0,07	<b>3,79</b>	0,18	-	0,95	0,13	0,04	0,05	0,09	-	-	<b>1,76</b>	0,16
14	2007-16	0,32	V	0,34	0,20	0,09	0,20	0,38	0,79	0,13	0,35	0,17	0,11	0,08	0,03	0,20	0,49	0,06
	2017	0,26	V	0,28	-	0,03	0,09	-	-	0,05	0,03	-	0,08	0,02	-	-	0,60	0,05
15	2007-16	0,38	V	0,45	0,43	0,07	0,47	0,21	0,64	0,19	0,39	0,11	0,12	0,08	0,03	0,30	0,56	0,07
	2017	0,34	V	0,54	-	0,06	0,89	-	-	0,35	0,03	-	0,08	0,03	-	-	0,80	0,10
16	2007-16	0,74	V	0,57	0,03	0,17	<b>1,67</b>	0,07	0,61	0,06	0,44	0,05	0,06	0,12	0,03	0,33	<b>1,29</b>	0,23
	2017	0,67	V	0,56	0,02	0,06	<b>1,61</b>	0,05	-	0,12	0,03	-	0,05	0,03	-	-	<b>1,36</b>	0,25
17	2007-16	0,26	V	0,34	0,05	0,12	0,26	0,38	0,63	0,24	0,35	0,07	0,12	0,07	0,03	0,15	0,45	0,04
	2017	0,27	V	0,39	-	0,04	0,08	-	-	0,08	0,03	-	0,05	0,02	-	-	0,56	0,05
18	2007-16	0,33	V	0,38	0,03	0,19	0,67	0,25	0,64	0,07	0,47	0,08	0,09	0,09	0,03	0,16	0,58	0,07
	2017	0,32	V	0,42	-	0,03	0,25	-	-	0,07	0,03	0,02	0,05	0,02	-	-	0,74	0,10

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a medznej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie medznej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 4.

Tab. 6: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody ŠHRO s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

objekt	obdobie	EC	pH	NO <sub>2</sub>	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
10	2007-16	0,40	V	0,04	0,67	0,03	0,80	0,07	0,04	0,01	0,88	0,03
	2017	0,37	V	0,03	0,08	-	0,14	-	0,02	0,001	0,11	-
11	2007-16	0,41	V	0,02	0,60	0,03	0,85	0,07	0,03	0,01	0,92	0,03
	2017	0,32	V	0,06	0,12	-	0,41	0,02	0,02	0,001	0,18	-
12	2007-16	0,67	V	0,03	<b>3,26</b>	0,03	<b>3,66</b>	0,92	0,11	0,03	<b>4,08</b>	0,03
	2017	0,66	V	0,01	<b>1,52</b>	-	<b>2,67</b>	0,11	0,05	0,02	<b>3,14</b>	-
13	2007-16	0,41	V	0,38	<b>1,23</b>	0,03	0,02	0,19	0,02	0,003	0,03	0,05
	2017	0,63	V	0,16	0,14	-	0,10	0,01	0,01	0,001	0,04	-
16	2007-16	0,41	V	0,03	0,05	0,03	0,01	0,04	0,02	0,001	0,05	0,07
	2017	0,44	V	0,01	0,04	-	0,01	-	-	0,001	0,02	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 4.

Tab. 7: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody ŠHRO s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
10	2007-2016	0,27	V	0,42	0,01	0,24	0,04	0,02	0,004	0,22	0,01
	2017	0,25	V	0,05	0,00	0,04	0,00	0,01	0,001	0,03	-
11	2007-2016	0,27	V	0,37	0,01	0,25	0,03	0,02	0,003	0,23	0,01
	2017	0,21	V	0,08	-	0,12	0,01	0,01	0,001	0,04	-
12	2007-2016	0,44	V	<b>2,03</b>	0,01	<b>1,10</b>	0,46	0,05	0,015	<b>1,02</b>	0,01
	2017	0,44	V	0,95	-	0,80	0,06	0,03	0,008	0,79	-
13	2007-2016	0,27	V	0,77	0,01	0,01	0,09	0,01	0,001	0,01	0,01
	2017	0,42	V	0,09	-	0,03	0,01	0,01	0,001	0,01	-
16	2007-2016	0,27	V	0,03	0,01	0,002	0,02	0,01	0,001	0,01	0,01
	2017	0,29	V	0,03	-	0,004	-	-	0,001	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 4.

Výsledky monitoringu kvality riečnych sedimentov v Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode, vykonávanom s ročnou frekvenciou do roku 2013, sú uvedené v tabuľke č. 8. Sedimenty hlavných odvodňovacích štôlní obsahujú extrémne vysoké obsahy mnohých sledovaných rizikových prvkov (Zn, Cu, Pb, Co, Ni, As, Hg), ktoré mnohonásobne prevyšujú geochemické pozadie oblasti. Najvyššie prekročenie intervenčného kritéria pre priemysel je dokumentované v sedimente Voznickej odvodňovacej štôlne, keď pre Zn je prekročenie 13-násobné, pre Cd 9-násobné, pre Pb 2-násobné, pre Cu 1,2-násobné. Podobnú úroveň prekročenia IT-P dosahuje i sediment Novej odvodňovacej štôlne.

Tab. 8: Výsledky monitorovania chemického zloženia sedimentov v ŠHRO za roky 2007-2013

Prvok	ID	IT-O	IT-P	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fe %	-	-	-	4,9	7,8	15,2	4,5	4,2	4,2	18,1	4,4	5,7
Al %	-	-	-	3,2	2,3	5,7	6,0	5,6	6,7	1,9	7,3	6,9
Mn %	-	-	-	4,7	7,2	5,3	2,0	1,1	0,2	15,6	0,4	1,2
Ni mg/kg	180	250	500	61,3	88,1	102,6	17,4	17,4	19,3	47,4	17,0	22,1
Co mg/kg	180	300	450	77,4	112,1	126,0	17,3	14,4	13,1	101,7	16,9	34,7
Pb mg/kg	250	300	800	215,1	<b>331,7</b>	<b>1629,9</b>	<b>471,4</b>	161,7	213,7	82,4	<b>309,6</b>	211,3
Zn mg/kg	1500	2500	5000	<b>29893,6</b>	<b>46870,0</b>	<b>63075,4</b>	1079,3	682,3	949,9	716,7	605,0	509,4
Cu mg/kg	500	600	1500	210,0	346,4	<b>1822,4</b>	357,1	126,9	155,7	24,0	124,4	108,0
Cd mg/kg	10	20	30	<b>97,6</b>	<b>172,4</b>	<b>281,6</b>	5,5	1,9	2,5	8,9	3,4	3,3
Cr mg/kg	450	500	1000	39,7	57,0	31,1	27,0	53,6	53,3	17,8	38,9	37,6
V mg/kg	340	450	550	54,4	54,6	28,7	83,4	119,4	112,3	10,9	137,0	129,7
As mg/kg	65	70	140	<b>75,7</b>	<b>125,3</b>	<b>311,1</b>	14,0	31,6	31,7	<b>129,4</b>	36,0	50,7
Se mg/kg	-	-	-	1,2	1,0	1,0	0,6	1,1	1,1	0,9	1,7	1,6
Sb mg/kg	25	40	80	19,9	<b>32,4</b>	7,1	7,3	8,1	9,4	17,1	8,1	7,3
Hg mg/kg	2,5	10	20	0,2	0,2	0,3	0,1	0,6	0,8	<b>2,5</b>	0,5	0,5
Mo mg/kg	50	100	240	12,0	26,7	16,9	15,6	2,3	2,3	9,0	2,4	2,7

Vysvetlivky: 10 – NOŠ pri Hrone; 11 – NOŠ; 12 – VOŠ; 13 – Hodruša, odkalisko; 14 – Hodruša, potok nad odkaliskom; 15 – Hodruša, potok pod odkaliskom; 16 – Zlatý stôl, štôlna; 17 – Zlatý stôl, potok nad štôlnou; 18 – Zlatý stôl, pod štôlnou. ID – indikačné kritérium, IT-O – intervenčné kritérium pre obytné zóny, IT-P – intervenčné kritérium pre priemysel (Metodický pokyn MŽP SR 1/2015-7).

V roku 2016 boli odobraté 4 vzorky sedimentu (tab. 9). Obsahy Zn a Cd, zistené vo vzorke sedimentu z NOŠ, sú vyššie ako priemerné hodnoty z obdobia 2007-2013. Obsah

Zn prekračuje 16-násobne a obsah Cd 8,5-násobne intervenčné kritérium pre priemysel. Obsah Sb je o 40 % vyšší oproti indikačnému kritériu. Sediment z Hodruškého potoka nad Hodrušským jazerom má vysoký obsah As, mierne prekročujúci intervenčné kritérium pre obytné zóny a 1,2-násobne prevyšujúci indikačné kritérium. Celkovo možno konštatovať, že z časového hľadiska je obsahov rizikových prvkov stály.

Tab. 9: Výsledky monitorovania chemického zloženia sedimentov v ŠHRO za rok 2016

Prvok	ID	IT-O	IT-P	HP1	HP2	HP3	NOŠ
Ni mg/kg	180	250	500	13	8	11	97
Co mg/kg	180	300	450	15	11	14	175
Pb mg/kg	250	300	800	52	66	87	208
Zn mg/kg	1500	2500	5000	256	149	330	79125
Cu mg/kg	500	600	1500	39	33	72	212
Cd mg/kg	10	20	30	0.8	0.5	<0.5	255
Cr mg/kg	450	500	1000	46	30	24	<5
V mg/kg	340	450	550	161	146	112	82
As mg/kg	65	70	140	79	37	19	83
Se mg/kg	-	-	-	5	6	<1	<1
Sb mg/kg	25	40	80	2	3	4	35
Hg mg/kg	2,5	10	20	0,10	0,12	0,32	0,07
Mo mg/kg	50	100	240	<3	3	<3	37

**Vysvetlivky:** HP1 – Hodrušský potok nad Hodrušským jazerom, HP2 – Hodrušský potok pod prítokom zo štôľne Zlatý stôl, HP3 – Hodrušský potok pod Banskou Hodrušou,. ID – indikačné kritérium, IT-O – intervenčné kritérium pre obytné zóny, IT-P – intervenčné kritérium pre priemysel (Metodický pokyn MŽP SR 1/2015-7).

V roku 2017 boli v rámci posudzovania vplyvu ťažby nerastných surovín na životné prostredie na lokalitách Banská Štiavnica a Hodruša – Hámre odobraté 4 vzorky aktívnych riečnych resp. dnových sedimentov.

Vzorka Rozgrund bola odobratá z rovnomenného tajchu, v súčasnosti vodárenskej nádrže. Sediment vyhovuje všetkým kritériám stanoveným Metodickým pokynom MŽP SR 1/2015-7 pre obytné zóny.

Vzorky Hoffer a Bieber boli odobraté z vyústenia príslušných bankských štôľní. Obe vzorky bankských sedimentov prekročili hodnotu indikačného kritéria (ID) Metodického pokynu MŽP SR č. 1/2015-7 pre Hg. Vo vzorke Hoffer bola dosiahnutá hodnota intervenčného kritéria (IT) pre ukazovateľ Cd. Hodnota IT bola prekročená pre Zn (2,7-krát) a As (vyše 7-krát). V sedimente štôľne Bieber bola prekročená hodnota IT pre Pb (takmer 3-krát), Cd (10-krát) a najzávažnejšie sa javí kontaminácia Zn, ktorého obsah v sedimente prekračuje hodnotu IT 13,7-krát.

Pre posúdenie vplyvu rudného revíru na širšie územie bola odobratá vzorka sedimentu rieky Hron pri obci Voznica pod vyústením Vyhnianskeho potoka, Hodruškého potoka a štôľne VDS. Vzorka neberie do úvahy vplyv štôľne NOŠ, ktorá vyúsťuje do Hrona pod obcou Voznica. Výsledky chemickej analýzy ukázali, že sediment rieky Hron nevykazuje zvýšené obsahy stopových prvkov, ktoré je charakteristické pre hodnotený rudný revír, resp. spĺňa limity stanovené metodickým pokynom.

Tab. 10: Chemické zloženie sedimentu príslušných odberných bodov v rámci ŠHRO z roku 2017

Označenie objektu	Rozgrund	Hron-Voznica	Hoffer	Bieber
<b>dátum</b>	18.05.2017	18.05.2017	18.05.2017	18.05.2017
<b>pH</b>	7,23	7,34	7,43	7,13
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [%]	4,84	4,62	38,8	5,01
<b>MnO</b> [%]	0,18	0,11	10,3	21,7
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> [%]	13,8	12,6	5,33	11
<b>Hg</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	<2	<2	5	8
<b>Zn</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	407	310	6737	34330
<b>Pb</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	117	58	203	895
<b>As</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	14	27	502	55
<b>Sb</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	2	16	24	20
<b>Se</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	<1	<1	6	3
<b>Ni</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	12	14	51	37
<b>V</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	119	91	68	132
<b>Cd</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	5	1	20	203
<b>Cr</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	24	43	21	<5
<b>Cu</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	33	53	123	162
<b>Mo</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	<3	<3	23	27
<b>Sn</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	2	5	6	5
<b>Ba</b> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	497	514	508	854

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium (IT) pre priemysel, žltou indikačné kritérium (ID) pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

V oblasti ŠHRO sa v minulosti nevyskytli ťažbou indukované geodynamické javy väčšieho rozsahu. Lokálny prejav nastal v roku 1992, keď vzniknutá prepadlina lievikovitého tvaru poškodila rodinný dom č. 599 v Banskej Hodruši. Prepadlina vznikla nad starým banským dielom – komínom, ktoré bolo stabilizované statickým podchytením (Gallo, 2002). Vzhľadom na možné riziká tu však boli realizované viaceré technické opatrenia preventívneho charakteru. V roku 2001 bolo na základe geologického prieskumu pre zabezpečenie dedičnej štôlne Glanzenberg a likvidáciu jej prejavov na povrchu realizované jej zabezpečenie, najmä odstránením čiastočných závalov, opravou existujúcej výmurovky štôlne a novou kamennou výmurovkou nestabilných častí štôlne (Gallo a Vitásek, 2001). Táto štôlna prechádza v hĺbke 3 – 33 m pod centrálnou časťou Banskej Štiavnice – Kammerhofskou ulicou. V roku 2006 bol v Banskej Štiavnici realizovaný geologický prieskum na zabezpečenie starého banského diela – šachty Kaufhaus – a zabránenie možným nepriaznivým prejavom jej nestability na povrchu (Šály a Gallo, 2006). Dôvodom bol havarijný stav šachty ohrozujúci verejný záujem v podobe ohrozenia bezpečnosti a stability okolitých objektov a vytvárajúci nebezpečenstvo prepadnutia terénu. V rámci neho bola šachta stabilizovaná opravou jej výmurovky.

V roku 2017 tu neboli zaznamenané významné prejavy nestability povrchu v podrúbaných oblastiach. Ústia hlavných odvodňovacích štôlní (VDŠ, NOŠ) i štôlne Zlatý stôl sú stabilné a zabezpečené.

### 4.3 Lokalita Kremnica R3

Historicky významná ťažba žíl s draho kovovou mineralizáciou v Kremnickom rudnom poli, kulminujúca v 14. a 15. storočí, bola ukončená v roku 1970. V roku 2014 vykonávala v štôlni Andrej organizácia ORTAC, s.r.o. Kremnica dobývanie výhradného ložiska Au-Ag rudy Kremnica – Šturec (Kolektív autorov, 2015). Vydobytá ruda v množstve 0,21 kt nebola upravovaná, vzhľadom na zákaz používania kyanidovej metódy úpravy zlatonosných rúd. V rokoch 2015 a 2016 sa tu ťažba nevykonávala, avšak v roku 2017 sa vyťažilo 0,1 kt Au-Ag rudy (Kolektív autorov, 2018).

Významným produktom banskej činnosti je i veľkoplošné odkalisko v Hornej Vsi, uvedené do prevádzky v roku 1965, po modernizácii vtedajšej úpravne Au-Ag rudy ktorá fungovala od roku 1934 a odpad z ktorej sa vypúšťal priamo do potoka. Na odkalisku sedimentoval odpad z úpravne, po amalgamacii a lúhovaní koncentráta kyanidom sodným. Hrádze sa postupne dvíhali z materiálu, ktorý sedimentoval v nádržoch. Celkové množstvo deponovaného odpadu bolo približne 189 kt. V rokoch 1971 – 1972 sa tu spracovávala ruda s obsahom antimónu zo žily Schrämen v Šturci. Neskôr v rokoch 1986 – 1992 sa tu spracovávala technológiou protiprúdového lúhovania kyanidom sodným ruda s obsahom zlata a striebra. Neskôr sa na odkalisko ukladal kvalitatívne rozdielny odpad z viacerých lokalít (Finka a Matúšková, 2010). V roku 1971 na ňom došlo k havarijnej udalosti, keď sa po výdatných zrážkach hrádzka odkaliska pretrhla a unikajúci kal zaplavil obec Horná Ves.

Odkalisko Horná Ves je v informačnom systéme nakladania s ťažobným odpadom SAŽP evidované ako opustené úložisko – odkalisko. V informačnom systéme environmentálnych záťaží je odkalisko registrované ako potenciálna environmentálna záťaž. Zároveň je evidované v registri kategorizovaných vodných stavieb – odkalísk v kategórii IV, ako svahové odkalisko. Jeho správcom je Kremnická banská spoločnosť, s. r. o. Substrát sledovaného odkaliska a okolitá pôda obsahujú vysoké koncentrácie ťažkých kovov. Na hrádzi bola zistená koncentrácia arzénu v úrovni  $117 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , ktorá prekračuje indikačnú hodnotu pre sanáciu. V kale odkaliska až niekoľko prvkov (As, Cd, Cu, Pb, Zn) niekoľkonásobne prekračuje kontaminačnú hodnotu, ktorá je zároveň indikačnou hodnotou pre sanáciu (Feketeová et al., 2014).

#### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Rozsiahly systém banských diel kremnického rudného poľa sústredzuje podzemné vody, ktoré na povrch vytekajú len niekoľkými štôľňami. Banský postihnutá oblasť s ťažbou rozrušenými východmi rudných telies, sekundárnymi akumuláciami vyťaženej horniny i skládkami odpadov z úpravy zaberá hornú časť povodia Kremnického potoka.

Hydrogeologické pomery sú stabilizované, podstatnú časť prítomných banských diel a nafárané hydrogeologické kolektory odvodňuje Hlavná dedičná štôľňa do Hrona, pričom časť z odtekajúceho množstva predstavujú povrchové vody privádzané do podzemia pre prevádzku hydroelektrárne (Kremnická banská spoločnosť, s. r. o.). V rámci štátneho monitoringu boli vlastné hydrogeologické a hydrochemické merania na lokalite začaté v roku 2008 (1 meranie) a pokračovali v rokoch 2009 – 2017 (po 2 meraniach ročne). Monitoring je vykonávaný na troch výtokoch zo štôlní, dvoch profiloch povrchových tokov a výtoku priesakovej vody z odkaliska (tab. 11, obr. 2).

V monitorovanom období zo sledovaných ukazovateľov kvality vo vode Kremnického potoka prekračuje zistená charakteristická hodnota požiadavku na kvalitu povrchovej vody len v prípade arzénu (tab. 12). Z monitorovaných objektov, situovaných v povodí Kremnického potoka, však žiaden nemá trvale zvýšený obsah As. Zdrojom zvýšenej

koncentrácie Mn v povodí tohto potoka je banská voda Hlbokej štôlne i Hornoveskej štôlne (tab. 13). Voda potoka v profile pod odkaliskom Horná Ves vyhovovala kvalitatívnym požiadavkám pre povrchovú vodu napriek tomu, že občasne vytekajúci priesak z odkaliska obsahuje vysoké koncentrácie Mn, Zn a Cu. V roku 2017 bola v potoku zistená zvýšená úroveň kyanidov, keď charakteristická hodnota 0,007 mg/l CN<sub>celk</sub> prekračuje medznú hodnotu 0,005 mg/l. Obsah kyanidov v priesaku z odkaliska, vo vzorke z 11. 5. 2017, bol pod medzou detekcie laboratórnej metódy. Pri druhom odbere vzoriek dňa 17. 10. 2018 bola odtoková rúra priesakov suchá. Banská voda Hlavnej dedičnej štôlne je riziková vo vzťahu ku kvalite povrchových vôd najmä koncentráciou Mn, As, Sb a síranového aniónu (tab. 12).

Tab. 11: Charakteristické hodnoty ukazovateľov banskej a povrchovej vody z lokality Kremnica

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
Kremnický potok	2008 – 2016	26,3	7,70	35	0,06	0,00005	0,020	0,011	0,004	0,003
	2017	26,4	7,76	33	0,07	0,00005	0,015	0,012	0,002	0,003
odkalisko Horná Ves	2012 – 2016	91,5	7,17	499	6,15	0,00007	2,372	0,009	0,004	0,015
	2017	56,8	5,98	251	3,70	0,00005	3,030	0,002	0,001	0,011
potok pod odkaliskom	2008 – 2016	36,0	8,05	54	0,18	0,00005	0,016	0,005	0,002	0,002
	2017	32,1	7,71	50	0,41	0,00005	0,019	0,005	0,001	0,001
Hlavná dedičná štôlňa	2008 – 2016	61,0	7,33	258	1,13	0,00005	0,055	0,011	0,006	0,003
	2017	44,7	7,19	163	0,77	0,00005	0,039	0,010	0,003	0,003
Hlboká štôlňa	2009 – 2016	92,4	7,03	181	0,59	0,00005	0,026	0,004	0,004	0,002
	2017	89,4	7,09	111	0,26	0,00005	0,019	0,002	0,001	0,001
Hornoveská štôlňa	2009 – 2016	13,3	6,14	47	0,36	0,00005	0,037	0,003	0,002	0,001
	2017	12,9	5,45	43	0,19	0,00005	0,038	0,001	0,001	0,001

Tab. 12: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Kremnica s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO <sub>4</sub>	Mn	Hg	Zn	As	Sb	Cu
Kremnický potok	2008 – 2016	0,24	V	0,14	0,22	0,11	0,33	1,50	0,81	0,37
	2017	0,24	V	0,13	0,22	0,11	0,24	1,60	0,41	0,35
odkalisko Horná Ves	2012 – 2016	0,83	V	2,00	20,50	0,14	39,46	1,17	0,78	1,71
	2017	0,52	V	1,00	12,33	0,11	50,42	0,23	0,12	1,29
potok pod odkaliskom	2012 – 2016	0,33	V	0,22	0,59	0,11	0,26	0,68	0,46	0,25
	2017	0,29	V	0,20	1,37	0,11	0,32	0,66	0,11	0,12
Hlavná dedičná štôlňa	2008 – 2016	0,55	V	1,03	3,78	0,11	0,91	1,50	1,18	0,37
	2017	0,41	V	0,65	2,55	0,11	0,64	1,29	0,52	0,35
Hlboká štôlňa	2009 – 2016	0,84	V	0,72	1,95	0,11	0,43	0,51	0,83	0,23
	2017	0,81	V	0,44	0,87	0,11	0,31	0,29	0,10	0,12
Hornoveská štôlňa	2009 – 2016	0,12	V	0,19	1,12	0,11	0,49	0,27	0,10	0,18
	2017	0,12	N	0,17	0,65	0,11	0,63	0,18	0,10	0,12

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a medznej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie medznej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) môžeme konštatovať, že kvalita banskej vody pozorovaných štôlní nebola počas monitorovaného obdobia v sledovaných parametroch riziková (tab. 13). Priesaková voda odkaliska v Hornej Vsi má vysoký obsah Zn, ktorého charakteristická hodnota aj v roku 2017 prekročila indikačné kritérium pre podzemnú vodu. Obsah kyanidov v nej neprekračuje hodnotu ID.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu ukazovateľov kvality v banskej vode Hlavnej dedičnej štôlne pre rok 2017 s obdobím 2007 – 2016 zisťujeme, že sú nižšie pre SO<sub>4</sub>, Mn, Zn a Sb. Pre As a Cu sú na nezmenenej úrovni. V Hlbokej štôlni poklesol v roku 2017 obsah SO<sub>4</sub>, Mn, Zn, As, Sb a Cu. V Hornoveskej štôlni je zaznamenaný mierny pokles obsahov sledovaných ukazovateľov EC, SO<sub>4</sub>, Mn, As, Sb v roku 2017 oproti predošlému obdobiu (tab. 11).

Tab. 13: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Kremnica s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	As	Sb	Cu
odkalisko Horná Ves	2012 – 2016	0,46	V	0,03	1,58	0,18	0,16	0,01
	2017	0,28	V	0,03	2,02	0,03	0,02	0,01
Hlavná dedičná štôlnia	2008 – 2016	0,31	V	0,03	0,04	0,22	0,24	0,003
	2017	0,22	V	0,03	0,03	0,19	0,10	0,00
Hlboká štôlnia	2009 – 2016	0,46	V	0,03	0,02	0,08	0,17	0,002
	2017	0,45	V	0,03	0,01	0,04	0,02	0,001
Hornoveská štôlnia	2009 – 2016	0,07	V	0,03	0,02	0,05	0,07	0,001
	2017	0,06	N	0,03	0,03	0,03	0,02	0,001

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

V roku 2012 bola odobratá vzorka sedimentu Kremnického potoka v profile pred ústím do Hrona. Laboratórna analýza v nej preukázala prekročenie intervenčnej hodnoty pre priemysel v obsahu As, intervenčnej hodnoty pre obytné zóny v obsahu Sb a Co a indikačné kritérium pre zinok (tab. 14).

Tab. 14: Chemické zloženie sedimentu Kremnického potoka pred ústím do Hrona

Ozn objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
K1	11.10.12	13,9	3,51	9,13	0,52	1807	37	862	60

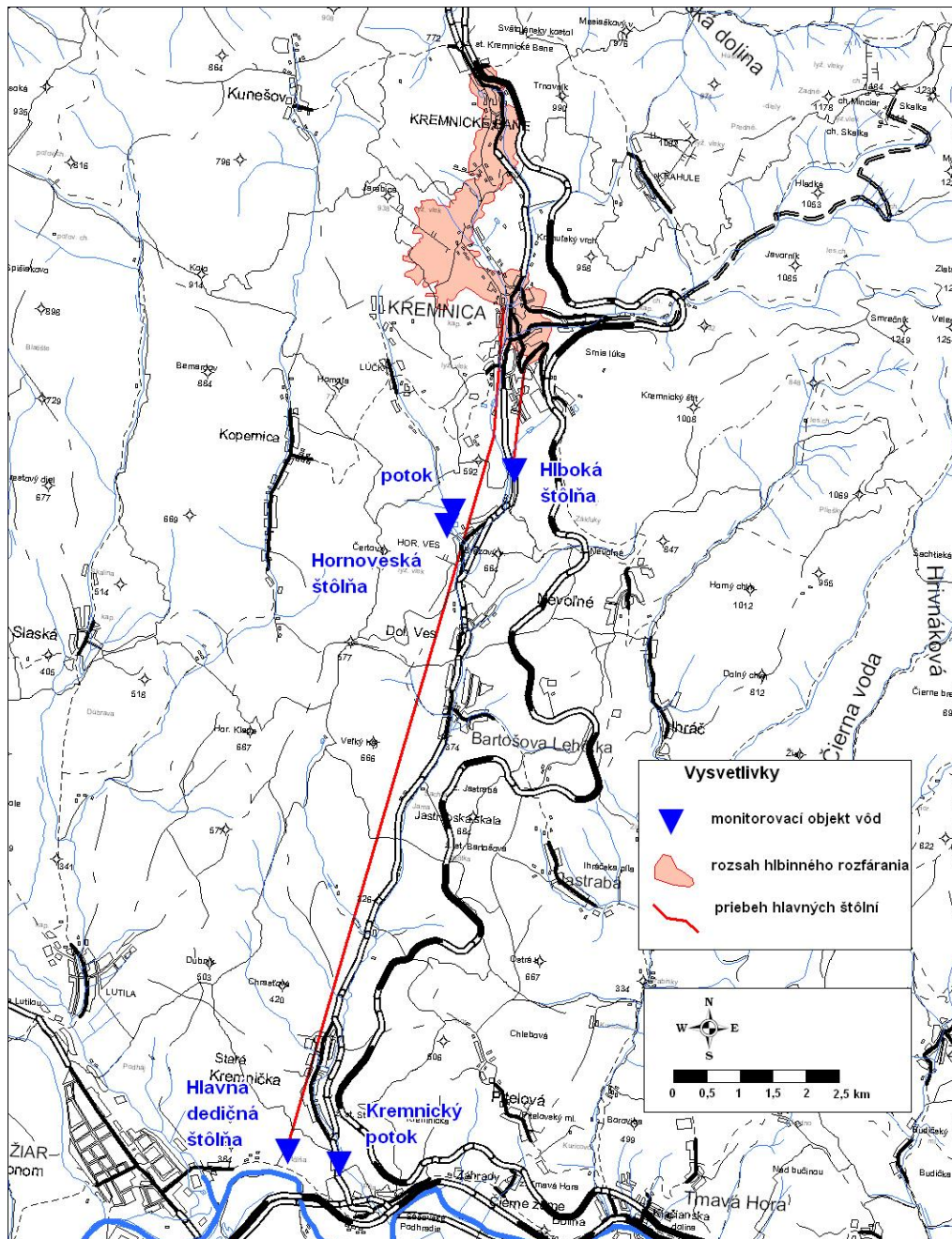
Ozn objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
K1	11.10.12	<1	85	71	1,3	390	36	248	15

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, hnedou prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny a žltou prekračujúce indikačné kritérium pre homínové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7.

### *Inžinierskogeologické aspekty*

Významným dedičstvom historickej ťažby rúd je intenzívne podrúbanie centrálnej oblasti Kremnice, ktoré síce nespôsobilo vznik poklesovej kotliny, ale vyžaduje si zvláštnu opatrnosť pri rekonštrukčných prácach existujúcich stavebných objektov a budovaní nových. Pre celú oblasť Kremnického rudného poľa je z hľadiska potenciálneho vzniku náhlych poklesov terénu, ako jediných ohrozujúcich prejavov fyzikálnych impaktov vyvolaných predchádzajúcou banskou činnosťou, rozhodujúce poznanie výskytu, rozsahu a priebehu vydobytých priestorov. K najintenzívnejšie podrúbanej oblasti patrí územie centrálnej mestskej zóny v Kremnici, pod ktorou prechádzajú hlavné žily Žigmund a Helena a priečne žily Amália, Zuzana, Sevastopol' a Východná Július. Vydobyté banské priestory tu siahajú

miestami 10 – 12 m pod povrch územia, to znamená len približne 8 – 9 m pod základovú škáru objektov takmer súvislej zástavby. Doterajšie výsledky však preukázali (Baliak et al., 1989), že nie je možné dostatočne spoľahlivo identifikovať prejavy podrúbania na povrchu, ale odporúča sa pokračovať v geodetickom monitoringu centrálnej mestskej oblasti (CMO) Kremnica. Zo záverov zvlášť detailného inžinierskogeologického mapovania do mapy M 1: 5 000 však vyplýva, že aj napriek veľkému rozsahu vydobytých priestorov je povrch územia Kremnice stabilný (Baliak et al., 1989). V roku 2017 neboli v tejto oblasti zaznamenané významné prejavy nestability.



Obr. 2: Situácia monitorovaných objektov v oblasti Kremnice

#### 4.4 Lokalita Dúbrava R4

Ložisko antimonitovej rudy v rovnomennom dobývacom poli a chránenom ložiskovom území Dúbrava patrí k ložiskám s ukončenou ťažbou. Jeho správcom je organizácia Rudné Bane š. p. Banská Bystrica, ktorá tu od zastavenia ťažby vykonávala rekultiváciu a dodnes zabezpečuje zabezpečenie a ochranu banských objektov.

##### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Environmentálne problémy na tejto lokalite sú dôsledkom pozostatkov hlbinej ťažby Sb-Au rudy. Okrem zjavných sústredených výtokov banskej vody zo štôlní (sumárna výdatnosť siedmich monitorovaných štôlní dosahuje cca 50 l/s) ju spôsobujú aj skryté priesaky depóniami haldového materiálu, úpravárenských kalov (z časti rekultivovaných) i prírodnými ložiskovými geochemickými anomáliami v pripovrchovej zóne horninového masívu.

Na tejto lokalite nebol v minulosti vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP jednorazovým (1. 10. 2008) hydrometrovaním a vzorkovaním dvoch profilov potoka Paludžanka a troch štôlní s výtokom banskej vody (tab. 15, obr. 3). V roku 2009 boli vykonané dva odbery vzoriek, pričom vzorkované navyše oproti roku 2008 boli štôlnia Samuel a Hlavný dopravný prekop. V rokoch 2010 až 2017 boli 2 krát ročne ovzorkované všetky spomenuté objekty.

Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z vykonaných laboratórnych analýz sú uvedené v tab. 15. Voda potoka Paludžanka má zvýšený obsah Sb už pred vtokom na monitorovanú lokalitu Dúbrava: 3,5-násobne vyššiu ako MH pre povrchovú vodu pre obdobie rokov 2008-2016 a 5,7-násobne vyššiu v roku 2017. Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie antimónu a vysoké koncentrácie arzénu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Paludžanka tak, že jeho voda prekračovala v priemere za obdobie rokov 2008 – 2016 MH pre antimón 28-násobne, v roku 2017 32,4-násobne. MH pre arzén je prekročená len mierne, v priemere o 13 % (tab. 16). Obsah síranov i medi vo vode tohto toku je nízky.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) sú obsahom Sb rizikové všetky monitorované výtoky banskej vody, najmä však banská voda štôlnie Samuel a Hlavného dopravného prekopu (tab. 17 a 18). Obsahom arzénu je riziková len štôlnia Samuel. Zistené údaje poukazujú na sezónny charakter kolísania koncentrácie kontaminantov, pričom obsah Sb stabilne vysoko prevyšuje príslušnú indikačnú hodnotu (ID) – u jednotlivých štôlní 40 až 300-násobne. Príslušná intervenčná hodnota je u týchto objektov prekročená 20 až 160-násobne (tab. 17). Charakteristické hodnoty obsahu Sb vo výtokoch banskej vody za rok 2017 sú približne na úrovni obdobia rokov 2007 – 2016 (tab. 15).

Tab. 15: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody na lokalite Dúbrava

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
D1	2008 – 2016	5,1	7,48	7,9	0,0063	0,0177	0,0021
	2017	4,5	7,20	5,7	0,0050	0,0287	-
D7	2007 – 2016	8,4	7,69	16,8	0,0085	0,1397	0,0011
	2017	9,0	7,62	16,2	0,0079	0,1620	-
D2	2007 – 2016	21,8	7,68	38,2	0,0303	1,1892	0,0014
	2017	20,6	7,41	37,5	0,0332	1,3045	-
D4	2007 – 2016	41,0	7,95	131,6	0,0258	1,3419	0,0014
	2017	46,2	7,87	142,0	0,0456	1,6450	-
D5	2007 – 2016	43,8	8,13	113,8	0,0321	1,0415	0,0012
	2017	41,2	7,93	100,5	0,0381	1,0150	-
D6	2007 – 2016	42,3	8,06	120,2	0,0139	1,1555	0,0012
	2017	44,0	7,82	118,0	0,0138	1,2455	-
D8	2007 – 2016	34,3	7,69	91,5	0,0270	2,5596	0,0011
	2017	35,6	7,75	87,2	0,0379	2,7050	-
D3	2007 – 2016	58,4	8,07	174,5	0,0851	7,8105	0,0019
	2017	63,0	8,18	186,0	0,1960	9,4850	-

Vysvetlivky: D1 – potok Paludžanka v profile nad Hlavným dopravným prekopom, D2 – štôľňa Svätopluk, D3 – štôľňa Samuel, D4 – štôľňa Rakytová, D5 – Martin štôľňa, D6 – Flotačná štôľňa, D7 – potok Paludžanka v profile pri horárni Hluché, D8 – Hlavný dopravný prekop.

Tab. 16: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Dúbrava s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Dátum	EC	pH	SO <sub>4</sub>	As	Sb	Cu
D1	2008 – 2016	0,05	V	0,03	0,84	<b>3,54</b>	0,36
	2017	0,04	V	0,02	0,67	<b>5,73</b>	-
D7	2007 – 2016	0,08	V	0,07	<b>1,13</b>	<b>27,93</b>	0,19
	2017	0,08	V	0,06	<b>1,05</b>	<b>32,40</b>	-
D2	2007 – 2016	0,20	V	0,15	<b>4,04</b>	<b>237,83</b>	0,24
	2017	0,19	V	0,15	<b>4,43</b>	<b>260,90</b>	-
D4	2007 – 2016	0,37	V	0,53	<b>3,43</b>	<b>268,37</b>	0,24
	2017	0,42	V	0,57	<b>6,08</b>	<b>329,00</b>	-
D5	2007 – 2016	0,40	V	0,46	<b>4,28</b>	<b>208,30</b>	0,21
	2017	0,37	V	0,40	<b>5,07</b>	<b>203,00</b>	-
D6	2007 – 2016	0,38	V	0,48	<b>1,85</b>	<b>231,10</b>	0,21
	2017	0,40	V	0,47	<b>1,84</b>	<b>249,10</b>	-
D8	2007 – 2016	0,31	V	0,37	<b>3,59</b>	<b>511,92</b>	0,19
	2017	0,32	V	0,35	<b>5,05</b>	<b>541,00</b>	-
D3	2007 – 2016	0,53	V	0,70	<b>11,34</b>	<b>1562,10</b>	0,33
	2017	0,57	V	0,74	<b>26,13</b>	<b>1897,00</b>	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a medznej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie medznej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 15.

Tab. 17: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Dúbrava s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	As	Sb	Cu
D2	2007 – 2016	0,11	V	0,61	47,57	0,001
	2017	0,10	V	0,66	52,18	
D4	2007 – 2016	0,20	V	0,52	53,67	0,001
	2017	0,23	V	0,91	65,80	
D5	2007 – 2016	0,22	V	0,64	41,66	0,001
	2017	0,21	V	0,76	40,60	
D6	2007 – 2016	0,21	V	0,28	46,22	0,001
	2017	0,22	V	0,28	49,82	
D8	2007 – 2016	0,17	V	0,54	102,38	0,001
	2017	0,18	V	0,76	108,20	
D3	2007 – 2016	0,29	V	1,70	312,42	0,002
	2017	0,31	V	3,92	379,40	

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 14.

Tab. 18: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Dúbrava s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	As	Sb	Cu
D2	2007 – 2016	0,07	V	0,30	23,78	0,001
	2017	0,07	V	0,33	26,09	
D4	2007 – 2016	0,14	V	0,26	26,84	0,001
	2017	0,15	V	0,46	32,90	
D5	2007 – 2016	0,15	V	0,32	20,83	0,001
	2017	0,14	V	0,38	20,30	
D6	2007 – 2016	0,14	V	0,14	23,11	0,001
	2017	0,15	V	0,14	24,91	
D8	2007 – 2016	0,11	V	0,27	51,19	0,001
	2017	0,12	V	0,38	54,10	
D3	2007 – 2016	0,19	V	0,85	156,21	0,001
	2017	0,21	V	1,96	189,70	

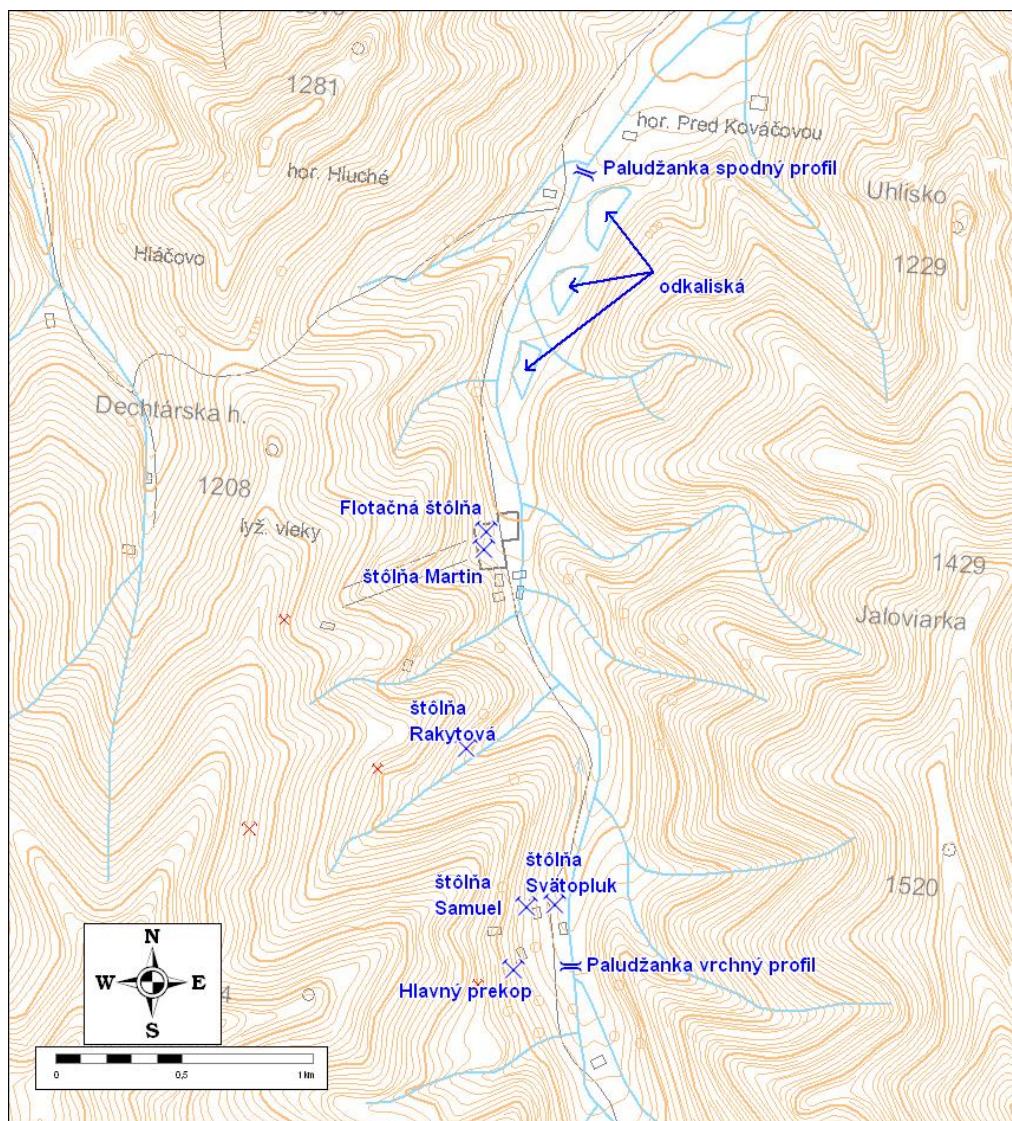
Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 15.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. V profile pri horárni Hluché obsahuje vzorka sedimentu Paludžanky z 10.10.2012 vysokú koncentráciu Sb a As, prekračujúcu intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu (tab. 19).

Tab. 19: Chemické zloženie riečneho sedimentu z potoka Paludžanka pri horárni Hluché.

Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
D7	10.10.12	2,82	0,07	8,04	0,4	87	116	287	955
Ozn. objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
D7	10.10.12	<1	14	66	0,2	7	46	24	-3

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7.



Obr. 3: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Dúbrava

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Na lokalite Dúbrava ťažba nevyvolala významnejšie geodynamické javy. Nevyskytujú sa tu významné poklesy terénu nad bankskými dielami. Negatívne vplyvy hald, odkalísk a odvalov na životné prostredie boli redukované realizáciou „Plánu zabezpečenia hlavných. bankských diel, likvidácie bankských diel, povrchu a ložiska Dúbrava-Sb v r. 1991-1995“. Už v roku 1976 sa zabezpečila rekultivácia na viacerých hlušinových odvaloch. Na niektorých haldách, resp. odkaliskách už v roku 1993 prebiehala rekultivácia (prekrytie zeminou); koruna a vonkajší svah hrádze odkaliska 3 sú zatrávnené a pokryté humusom. V dobývacom priestore Dúbrava pokračovali v roku 2007 likvidačné práce v bankských dielach štôlní Rakytová a Martin a zabezpečovanie štôlní Svätopluk a 1. máj. V roku 2008 sa tu vykonávali likvidačné práce na štôlni Martin. V roku 2010 už RB Banská Bystrica nezabezpečovali strážnu službu areálu bývalého ťažobného závodu, ako tomu bolo v predošlom období. V roku 2014 aj 2015 táto organizácia vykonávala v DP Dúbrava zabezpečenie bankských diel (Kolektív autorov, 2015, 2016). Ústia monitorovaných štôlní sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2017 boli nepoškodené.

## 4.5 Lokalita Pezinok R5

Na lokalite Pezinok bola ťažba v minulosti ukončená. Ložisko Pezinok – antimónové rudy je v dobývacom poli Pezinok II, ktorého správcom je organizácia Rudné Bane š. p. Banská Bystrica a v dobývacom poli Pezinok. Toto ložisko je zároveň pokryté CHLÚ, ktorého správcom je firma METAL – ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok. Po útlme ťažby antimónových rúd v závode Pezinok Rudných baní, š. p., Banská Bystrica sa následne začali vykonávať likvidačné a zabezpečovacie práce na banských dielach. V roku 1999 bol DP Pezinok zmluvne prevedený na organizáciu METAL – ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala likvidáciu lomu navážkou základkového materiálu. V DP Pezinok II v roku 2005 pre organizáciu Rudné bane, š. p. Banská Bystrica vykonávala banskú činnosť – zabezpečovanie banských diel dodávateľsky organizácia METAL – ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala aj rekultivačné a sanačné práce na „Novom odkalisku“. Likvidácia lomu Kolársky vrch bola ku koncu roka 2009 vykonaná na cca 75% z celkového objemu lomu (Správa o činnosti HBÚ za rok 2009). V roku 2009 bola zároveň v DP Pezinok realizovaná činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavov banskej činnosti na povrch – zavážanie prepadnutých štôlní, vetracích komínov, úprava nebezpečných odvalov a zabezpečovanie štôlní proti vstupu cudzích osôb, vyčistenie ústí štôlní (Antimónová štôlna, Pyritová štôlna, štôlna Budúcnosť – úprava žľabu v ústí na odtok banskej vody). V roku 2011 bola realizovaná štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica, činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavu bývalej banskej činnosti na povrchu, a to v sanácii prepadnutého terénu (priemer cca 7,5 m s hĺbkou cca 23 m) v mieste bývalého komína K – 1 jeho zavezením vhodným materiálom o objeme cca 885 m<sup>3</sup> (Kolektív autorov, 2012). V roku 2012 bola uzatvorená nová nájomná zmluva medzi METAL–ECO SERVIS spol. s r.o., Pezinok a štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica, na realizáciu banskej činnosti súvisiacej s likvidáciou lomu Kolársky vrch navážkou základkového materiálu. V roku 2012 bolo na likvidáciu lomu v DP Pezinok privezené 3,6 kt materiálu, v roku 2013 – 12,5 kt materiálu, v roku 2014 – 17,4 kt, v roku 2015 – 22,4 kt a v roku 2017 – 31,6 kt (Kolektív autorov, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018). DP Pezinok II získala v roku 2012 na základe výberového konania organizácia ELGEO – Trading, s.r.o. Pezinok, ktorá v rokoch 2013 až 2017 nevykonávala žiadnu banskú činnosť, v dôsledku čoho jej zaniklo oprávnenie na dobývanie a banské diela sú tu v zabezpečení (Kolektív autorov 2014, 2015, 2017).

V rámci programu prieskumov environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenska bol realizovaný i prieskum prioritnej pravdepodobnej environmentálnej záťaže Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk (Tupý et al., 2015). Jeho cieľom bola identifikácia, overenie a potvrdenie prítomnosti pravdepodobných záťaží v skúmanom území, vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia, vypracovanie štúdie uskutočniteľnosti sanácie environmentálnej záťaže, ktorá bude obsahovať variantné riešenia pre sanáciu environmentálnej záťaže, definovanie obmedzení a neistôt a ekonomické zhodnotenie navrhovaných riešení. Na základe výsledkov tohto prieskumu bola potvrdená prítomnosť kontaminantov v oblasti Kolárskeho vrchu a navrhlo sa túto EZ, dosiaľ klasifikovanú ako pravdepodobnú, preklasifikovať ako potvrdenú EZ. V rámci vypracovania analýzy rizika boli hodnotené environmentálne a zdravotné riziká. Environmentálne riziká boli hodnotené pre As a Sb v biologickej kontaktnej zóne pre územie znečistené ukladaním ťažobných odpadov a potvrdilo sa riziko znečistenia pôd a zemín – materiálom odkaliska, háld flotačného kalu a banských háld. Karcinogénne zdravotné riziko bolo hodnotené pre arzén, identifikované bolo pre ingesciu podzemnej vody a zeleniny a ingesciu závlahovej vody. Nekarcinogénne zdravotné riziko bolo identifikované pre As a Sb ingesciou podzemnej vody, ako stav vyžadujúci okamžitý sanačný zásah. Na základe výsledkov analýzy rizika bola vypracovaná štúdia uskutočniteľnosti sanácie.

### Hydrogeologické a geochemické aspekty

Obeh podzemných vôd v oblasti je stabilizovaný, režim výtokov zo štôlní je úzko naviazaný na zrážkovo-klimatický režim. Na lokalite nebol v minulosti vykonávaný systematický monitoring bankých a povrchových vôd. V roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP jednorazovým hydrometrovaním a vzorkovaním troch štôlní s výtokom banskej vody a potoka Blatina (13. 11. 2008) v profile pod ložiskovým územím. Situácia monitorovaných objektov je na obr. 4. V rokoch 2009-2011 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne, v roku 2012 raz a v rokoch 2013 – 2017 opäť 2x ročne.

V tab. 20 sú uvedené charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek v sledovanom období. Výtoky banskej vody obsahujú zvýšené koncentrácie antimónu a arzénu, ale i mangánu, zinku a niklu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Blatina tak, že nevyhovuje požiadavkám na kvalitu povrchovej vody koncentráciou antimónu a arzénu (v priemere približne 7,5-násobné prekročenie v období 2008-2016). Banská voda štôlne Ryhová obsahuje zvýšené koncentrácie Fe, Zn, Sb a Ni, ktoré nevyhovujú požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 21). Obsah Cd je tesne pod úrovňou MH pre povrchovú vodu. Obsah <sup>226</sup>Ra je zvýšený, avšak charakteristická hodnota pre obdobie 2008-2016 je nižšia ako MH. V roku 2016 bola na tomto objekte MH mierne (o 8 %) prekročená (tab. 21). Banská voda Pyritovej štôlne má z hľadiska rizika negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody zvýšený obsah síranového aniónu, mangánu, arzénu a antimónu, i vysokú celkovú mineralizáciu. Banská voda štôlne Budúcnosť vykazuje zvýšený obsah síranového aniónu, železa, mangánu, zinku, arzénu, antimónu a niklu.

Z hľadiska hodnotenia kvality bankých vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) je obsahom Sb riziková najmä banská voda Pyritovej štôlne, ktorá 8-násobne prekračuje intervenčné kritérium (tab. 23). Banská voda štôlne Budúcnosť prekračuje toto kritérium 2-násobne. Banská voda Ryhovej štôlne neprekračuje ID pre žiadny zo sledovaných ukazovateľov, hoci v obsahu niklu ho takmer dosahuje (tab. 22). Charakteristický obsah Sb pre rok 2017 je vyšší ako v období 2008 – 2016 (tab. 20) u Pyritovej štôlne, u zostávajúcich objektov je mierne nižší.

Tab. 20: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Pezinok

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l	<sup>226</sup> Ra (Bq/l)
P1	2008-16	55,6	6,90	203	5,39	0,28	0,00003	0,109	0,001	0,004	0,010	0,003	0,096	0,002	0,0006	0,148
	2017	55,2	6,95	175	4,44	0,23	-	0,133	-	0,003	0,008	0,010	0,098	-	0,0006	0,216
P2	2008-16	47,4	7,93	148	0,32	0,14	0,00005	0,006	0,000	0,134	0,037	0,002	0,009	-	-	0,067
	2017	62,4	8,16	132	0,16	0,09	-	0,007	-	0,110	0,036	0,001	0,008	-	0,0002	0,132
P3	2008-16	119,5	7,83	572	0,38	0,66	0,00005	0,006	0,003	0,037	0,394	0,001	0,018	0,001	0,0002	0,090
	2017	106,9	7,84	478	0,17	0,32	-	0,005	-	0,047	0,460	0,001	0,013	-	0,0002	0,079
P4	2008-16	80,9	7,41	351	5,20	1,75	0,00005	0,101	0,003	0,028	0,097	0,001	0,083	0,006	0,0002	0,083
	2017	82,3	7,54	235	2,53	1,32	-	0,072	-	0,019	0,054	0,001	0,077	-	0,0001	0,086

Vysvetlivky: P1 – štôlna Ryhová, P2 – potok Blatina nad nemocnicou, P3 – Pyritová štôlna, P4 – štôlna Budúcnosť. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.

Tab. 21: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Pezinok s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd	<sup>226</sup> Ra
P1	2008 – 16	0,51	V	0,81	<b>2,69</b>	0,95	0,30	<b>1,42</b>	0,10	0,22	<b>1,92</b>	0,18	<b>4,34</b>	0,05	0,88	0,74
	2017	0,50	V	0,70	<b>2,22</b>	0,78	-	<b>1,72</b>	-	0,17	<b>1,63</b>	0,53	<b>4,43</b>	-	0,92	<b>1,08</b>
P2	2008 – 16	0,43	V	0,59	0,16	0,47	0,50	0,08	-	<b>7,68</b>	<b>7,49</b>	0,11	0,42	-	0,12	0,34
	2017	0,57	V	0,53	0,08	0,31	-	0,08	-	<b>6,31</b>	<b>7,24</b>	0,05	0,34	-	0,23	0,66
P3	2008 – 16	<b>1,09</b>	V	<b>2,29</b>	0,19	<b>2,20</b>	0,50	0,08	0,30	<b>2,12</b>	<b>78,76</b>	0,05	0,83	0,02	0,23	0,45
	2017	0,97	V	<b>1,91</b>	0,09	<b>1,08</b>	-	0,06	-	<b>2,67</b>	<b>92,00</b>	0,05	0,57	-	0,23	0,40
P4	2008 – 16	0,74	V	<b>1,40</b>	<b>2,60</b>	<b>5,82</b>	0,50	<b>1,31</b>	0,30	<b>1,60</b>	<b>19,42</b>	0,07	<b>3,78</b>	0,12	0,23	0,41
	2017	0,75	V	0,94	<b>1,26</b>	<b>4,40</b>	-	0,94	-	<b>1,09</b>	<b>10,80</b>	0,05	<b>3,50</b>	-	0,08	0,43

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 20. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.

Tab. 22: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Pezinok s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
P1	2008 – 2016	0,28	V	0,02	0,11	0,001	0,08	0,38	0,003	0,96	0,02	0,12
	2017	0,28	V	-	0,13	-	0,06	0,33	-	0,98	-	0,12
P3	2008 – 2016	0,60	V	0,03	0,006	0,002	0,74	<b>15,75</b>	0,001	0,18	0,01	0,03
	2017	0,53	V	-	0,01	-	0,94	<b>18,40</b>	0,001	0,13	0,00	0,03
P4	2008 – 2016	0,40	V	0,03	0,10	0,002	0,56	<b>3,88</b>	0,001	0,83	0,06	0,03
	2017	0,34	V	-	0,06	-	0,51	<b>3,72</b>	0,002	0,88	-	0,03

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 19.

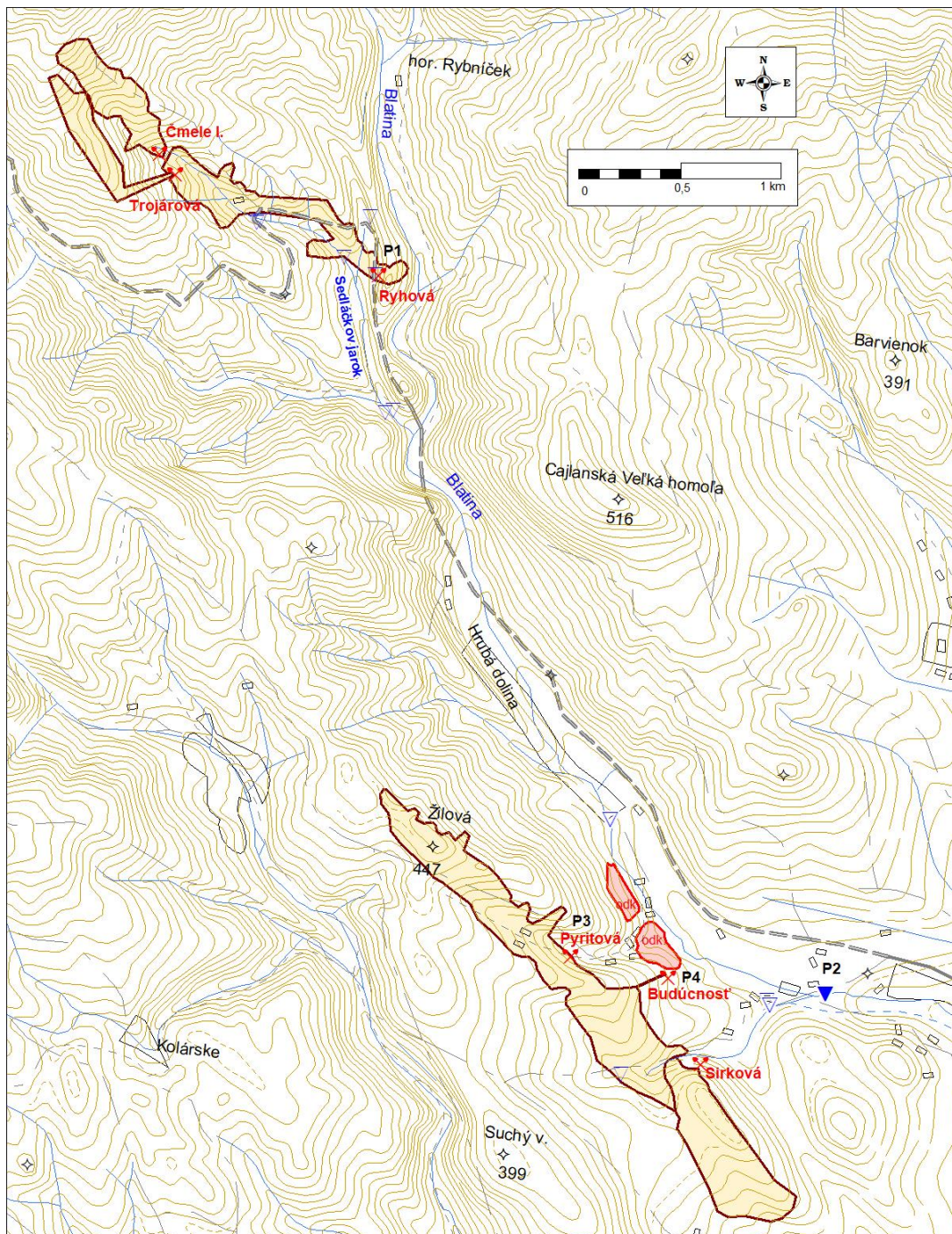
Tab. 23: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Pezinok s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
P1	2008 – 2016	0,19	V	0,01	0,05	0,000	0,04	0,19	0,002	0,48	0,01	0,03
	2017	0,18	V	-	0,07	-	0,03	0,16	0,005	0,49	-	0,03
P3	2008 – 2016	0,40	V	0,01	0,003	0,001	0,37	<b>7,88</b>	0,001	0,09	0,01	0,01
	2017	0,37	V	-	0,00	-	0,38	<b>8,97</b>	0,000	0,14	-	0,01
P4	2008 – 2016	0,27	V	0,01	0,05	0,001	0,28	<b>1,94</b>	0,001	0,42	0,03	0,01
	2017	0,22	V	-	0,03	-	0,26	<b>1,86</b>	0,001	0,44	-	0,01

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 20.

Kvalita podzemnej vody tejto lokality bola v roku 2015 preverená v rámci prieskumu environmentálnej záťaže Pezinok – oblasť rudných baní a starých bankských diel, vrátane odkalísk (Tupý et al., 2015), tri krát opakovaným vzorkovaním 5 vrto. Všetky vzorky podzemnej vody vykazovali obsah Sb nad IT limit (50 µg/l) varujúci od 53,3 do 3030 µg/l. V prípade arzenu boli namerané hodnoty rádovo nižšie a k prekročeniu IT limitu došlo v 1 prípade a ID limitu podobne v 1 prípade. Stabilne zvýšené obsahy Sb vo vzorkách sú dôkazom jeho zvýšenej rozpustnosti a mobility vo vadóznej zóne v porovnaní s As. Najvyššia koncentrácia kontaminantov je v areáli bývalých Rudných baní v dočasne zabudovanom vrte PVP-8. Pozícia tohto odberného bodu zlučuje čiastkové prírastky kontaminantov z dobývky Kolársky vrch, štôlne Antimonitová a štôlne Pyritová. Trend vysokého obsahu kontaminantov

bol potvrdený ďalej v smere prúdenia podzemných vôd v odbernom bode MVP-5. Okrem As a Sb takmer všetky vzorky obsahovali vysoký obsah Fe. Jeho obsah je typický pre všetky vzorky. V jednom prípade bol dosiahnutý ID limit v ukazovateli celkový organický uhlík (TOC). Obsah ostatných ukazovateľov nevykazoval anomálie. Vzorkovacia sieť povrchových vôd pozostávala zo 17 odberných bodov a 3 kôl odberu vzoriek. Hlavným zisteným kontaminantom povrchovej vody je Sb, Hg a As. V dvoch prípadoch došlo ku prekročeniu limitu obsahu Ba. Ku prekročeniu stanoveného limitu obsahu Sb došlo v 24 prípadoch, v prípade Hg v 5 prípadoch a v prípade As v 4 prípadoch. Odberná sieť identifikovala za zdroj kontaminantov tie isté oblasti ako ostatné súbory vzoriek.



Obr. 4: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Pezínok

Vysvetlivky: Plochy podfarbené béžovou farbou vymedzujú rozsah bankých diel v podzemí. Červenou je podfarbené odkalisko.

Vplyv banskej činnosti sa na lokalite Pezinok prejavuje i kontamináciou riečného sedimentu. V profile nad nemocnicou prekročili zistené hodnoty vo vzorke sedimentu Blatiny z 6. 11. 2012 intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu v obsahu As 7,8-násobne a v obsahu Sb 2,9-násobne (tab. 24).

Tab. 24: Chemické zloženie sedimentu potoka Blatina v profile P2 nad nemocnicou

Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
P2	06.11.12	4,91	0,27	6,5	0,12	244	41	<b>1098</b>	<b>231</b>

Ozn. objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
P2	06.11.12	<1	139	124	1,1	26	105	49	<3

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7.

Kvalita riečnych sedimentov tejto lokality bola v roku 2015 preverená v rámci prieskumu environmentálnej záťaže Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk (Tupý et al., 2015). Vzorkovacia sieť pozostávala zo 16 odberných miest rozmiestnených po prieskumnej oblasti tak aby reprezentatívne pokrývali línie povrchových tokov v celom prieskumnom území. Bolo potvrdené, že hlavným kontaminantom riečnych sedimentov sú Sb, As a Ni. Obsah antimónu vo vzorkách varíruje od 13,5 do 1140 mg/kg. Najvyššie koncentrácie boli preukázané v okolí štôlne Trojárová, na Sedlačkovom jarku. Oblasť odvodňovaná tokmi Vidlárová a Blatina (nad sútokom so Sedlačkovým jarkom) nevykazovala výraznú geochemickú anomáliu. Po sútoku Sedlačkovho jarku a Blatiny dochádza ku poklesu koncentrácie Sb v dnových sedimentoch. Pokles prograduje smerom po toku Blatiny až po oblasť areálu Rudných baní. Najvyššie obsahy Sb vykazovali vzorky z blízkosti štôlne Pyritová. Vzorky z toku Blatina pod odkaliskami až po juhovýchodnú hranicu prieskumného územia vykazovali opäť nadlimitné koncentrácie Sb. Obsah As v analyzovaných vzorkách preukázal podobné geochemické správanie ako v prípade Sb. Jeho najvyššie koncentrácie boli preukázané pri štôlni Trojárová. Vzorky z toku Blatina po sútoku s tokom Sedlačkov jarok podobne ako v prípade Sb dokumentujú zníženie koncentrácie As až po oblasť Rudných baní. Vzorky z areálu v blízkosti úpravne a odkalísk až po juhovýchodnú hranicu prieskumného územia dokumentujú nadlimitné koncentrácie As.

### *Inžinierskogeologické aspekty*

V ložiskovej oblasti Pezinok doterajšie zisťovanie preukázalo, že len u malej časti objektov boli identifikované prejavy vyžadujúce riešenie. V roku 2017 na lokalite neboli zaznamenané nové významné vplyvy podrúbania ani prejavy nestability telesa odkaliska.

Ústia monitorovaných štôlní Pyritová a Budúcnosť sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2017 boli nepoškodené. Na zavalenom ústí Ryhovej štôlne došlo v dôsledku vetrom vyvráteného stromu k modifikácii tvaru svahu eróznej ryhy, avšak plynulosť odtoku banskej vody nebola narušená. V roku 2017 sme terénnou rekognoskáciou zisťovali i stav závalov na ložisku Nádej, otvorenom chodbami zo štôlne Ryhová a ďalších vyššie položených štôlní.

Pyrit – pyrotínové ložisko Nádej leží v juhovýchodnom pokračovaní ložiska Augustín. Vlastné ložisko tvorí asi 200 m dlhá šošovka na oboch koncoch smerne vytiahnutá. V jej pokračovaní sú drobné útržky šošovky. V podloží vystupuje granodiorit (starší karbón) alebo

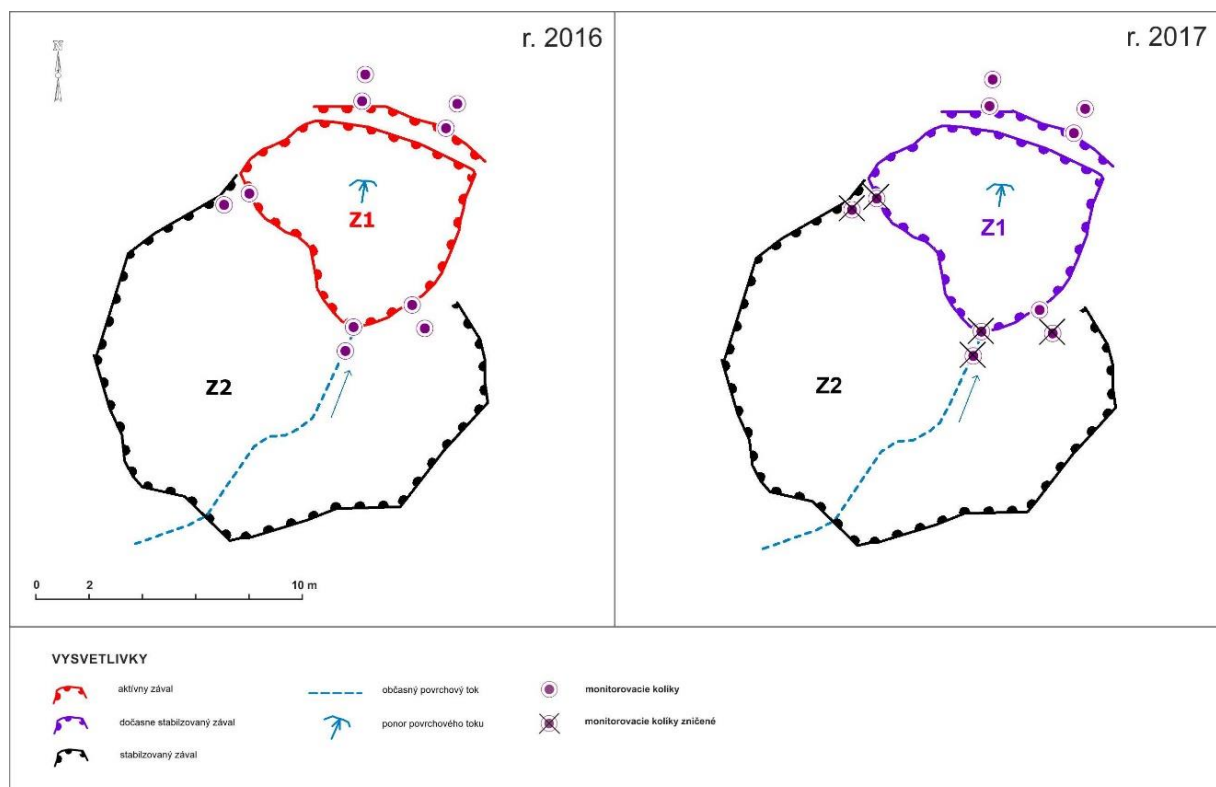
aktinolitické bridlice (silúr – devón). V nadloží ložiska je 5 až 25 m hrubá apofýza granodioritu. Sklon ložiska je 30-70° na sever. Ruda je väčšinou silne grafitická s málo pevnými lavicami (podľa Soboliča, 1956).

Na lokalite boli dokumentované závaly na ložisku Nádej. Predmetná lokalita sa nachádza SZ od Pezinku. Dokumentované svahové deformácie vplyvom ťažby sa nachádzajú na ľavej strane údolia potoka, pod štátnou cestou č. 503 Pezinok – Pernek.

V rámci terénneho výskumu bolo GNSS zameraných, zdokumentovaných a podrobne popísaných v r. 2015 niekoľko závalov s označením Z1 až Z8 v oblasti smernej chodby ložiska Nádej a zával Z9 na ústí štólne Eduard.

V r. 2017 bola realizovaná rekognoskácia lokality, pričom nebolo zaznamenané rozširovanie závalov alebo vznik nových závalov. Aktualizovaný stav situácie závalov k r. 2017 je zobrazený na obr. 8. Vzhľadom na zníženú dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu), je možné polohopisné zmeny rozširovania závalov (hlavne menšieho rozsahu – v desiatkach centimetrov) sledovať len obtiažne. Pozorovanie aktivity závalov spočívalo predovšetkým v časovom porovnaní fotodokumentácie, príp. v sledovaní monitorovacích kolíkov (zával Z1).

Zával s najvýraznejším prejavom aktivity je zával s vlastným označením Z1 (vzdialený cca 42 m od št. cesty č. 503 Pezinok-Pernek). Hlavná odlučná hrana vo svahu je zvislá, s odhadovanou maximálnou hĺbkou 6 m, ktorá sa smerom do údolia znižuje na cca 1,5 m. Maximálna šírka závalu je cca 9 m a dĺžka cca 7 m. Zával drénuje občasný povrchový tok.



Obr. 5: Približný situačný náčrt závalov Z1 a Z2 s lokalizáciou monitorovacích výtyčiek so stavom k r. 2016 a r. 2017.



Obr. 6: Závall Z1 nad banskou chodbou štólne Rýchová dokumentovaný v období rokov 2015 – 2017 (pohľad z juhu)

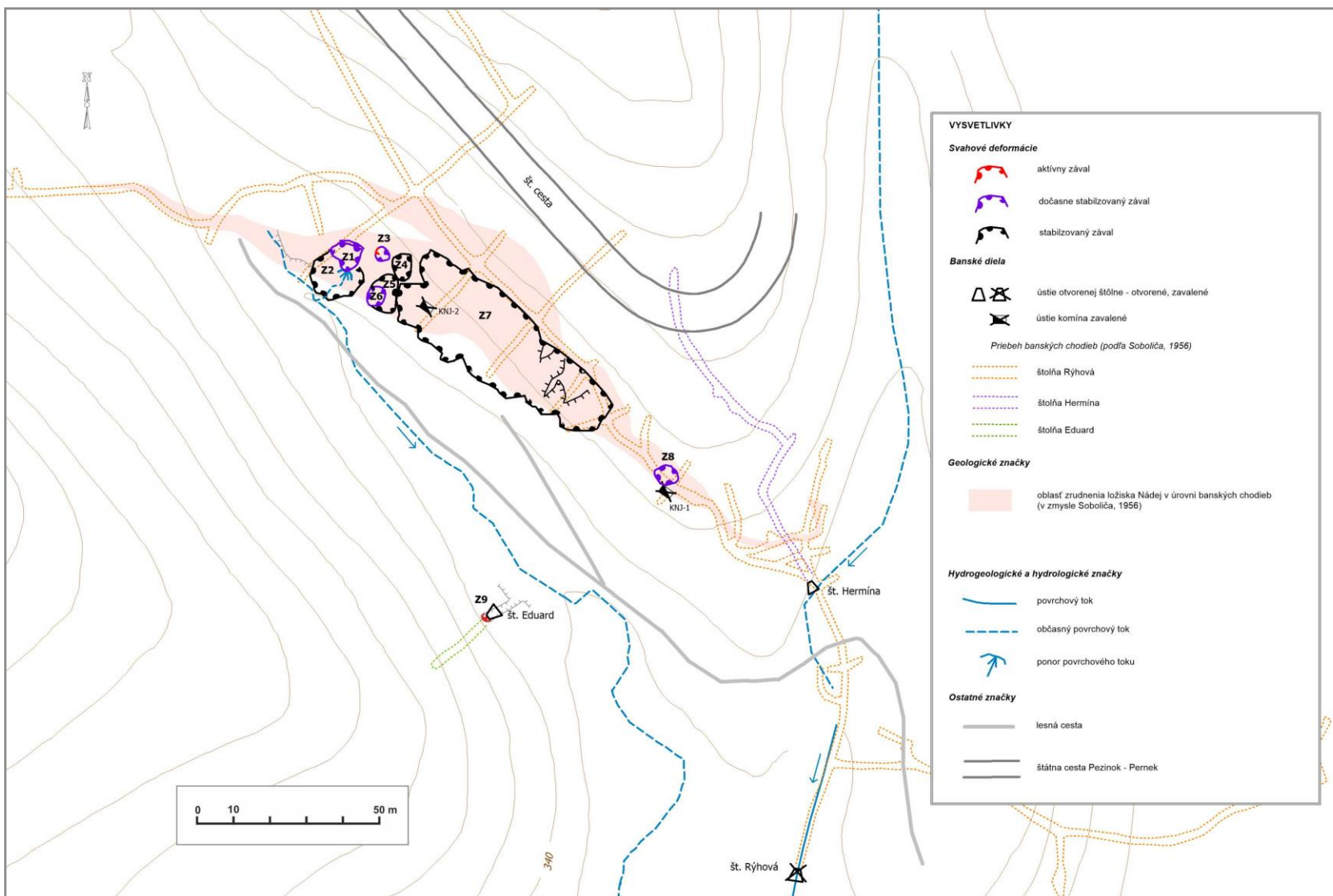


Obr. 7: Závall Z1 nad banskou chodbou štólne Rýchová dokumentovaný v období rokov 2015 – 2017 (pohľad zo severu)

Na dne závalu sa nachádza otvor šošovkovitého tvaru s rozmermi cca 1x0,4 m, do ktorého sa sústreďujú drénované vody povrchového toku a sú odvádzané do priestorov bankských chodieb štólne Rýchová. Monitorovanie rozširovania závalu GNSS zameriavaním obmedzuje situovanie závalu v lesnom poraste. Vzhľadom na to boli, za účelom sledovania rozširovania závalu, osadené v r. 2016 monitorovacie kolíky v profiloch kolmých na okraj závalu (obr. 5). Zároveň sa realizovala fotodokumentácia. Rekognoskáciou stavu osadených kolíkov bolo v r. 2017 zistené, že 5 kolíkov bolo odstránených, resp. zničených, najmä na južnom a západnom okraji závalu Z1 (obr. 5). Na severnom okraji ostali monitorovacie kolíky zachované (podobne aj jeden kolík na južnom okraji). Z pozorovania odstupú, resp. zachovania (neprepadnutia) najkrajnejších kolíkov pri závale, je zrejmé, nedošlo k zásadnému rozširovaniu závalu najmä smerom na sever k št. ceste. Potvrdzuje to aj porovnanie fotodokumentácie závalu za obdobie r. 2015 – 2017 tak z pohľadu z južnej (obr. 6) ako aj severnej strany (obr. 7). Geodynamická aktivita sa tu prejavuje naďalej v podobe osypov a zosúvania pripovrchovej vrstvy eluvio-deluviálneho komplexu zemín pod koreňovým systémom stromov (najmä na S až V okraji závalu) s hĺbkovým dosahom iba niekoľko desiatok cm. Nedochádza tým však k podstatnému rozširovanie závalu (iba o niekoľko centimetrov). Vzhľadom na to je možné aktivitu závalu preklasifikovať z aktívnej na dočasne stabilizovanú. Negatívnym javom je viditeľné umelé odrazenie koryta občasného potoka nasmerované do závalu, čím sa môže intenzifikovať rozširovanie závalu smerom na juh.

V blízkosti závalu Z1, na SZ okraji závalu Z3, bolo už v r. 2015 pozorované vytvorenie menšieho závalu priemeru cca 60 cm. (obr. 9). Do r. 2017 bolo pozorované mierne prehlbovanie – prepadávanie dna závalu (do hĺbky cca 1- 1,5 m) so súčasným rozširovaním závalovej dutiny (do šírky nad 1 m), pričom k rozširovaniu ústia závalu nedochádza, vzhľadom na jeho stabilizáciu koreňovým systémom stromov. Dokumentovaný bol aj zával Z8, ktorý sa nachádza vo svahu, cca 36 m J od ostrej zákruty št. cesty Pezinok-Pernek. Zával je v priečnom profile lievikovitého tvaru, na povrchu terénu s priemerom okolo 6 m. Maximálna hĺbka v strede závalu je cca 2,5 m. Steny závalu sú obnažené. Vznik závalu s najväčšou pravdepodobnosťou súvisí s prítomnosťou bankského komína. Rekognoskáciou závalu v r. 2017 bolo zistené, že v medziročnom pozorovaní (resp. ani od roku 2015) nedošlo k pozorovateľnej aktivizácii závalu (obr. 10). Na okraji závalu je viditeľné iba nepatrné zliezanie deluviálnych zemín pod koreňovým systémom stromov. Vzhľadom na tieto zistenia možno preklasifikovať aktivitu závalu Z8 z aktívneho na dočasne stabilizovaný.

V r. 2015 bola terénnou obhliadkou zistená aktivizácia zavalovania ústia štólne Eduard závalom Z9, pričom došlo k čiastočnému otvoreniu ústia s priemerom cca 1,2 m. Rekognoskáciou v r. 2017 (podobne ako v r. 2015) neboli zistené zmeny tohto stavu (obr. 11).



Obr. 8: Situácia závalov v oblasti ložiska Nádej (s použitím podkladov Sobolíča, 1956 a Mašlára et al., 2001)



Obr. 9: Lokálny zával na SZ okraji závalu Z3 v r. 2015 a v r. 2017.



Obr. 10: Aktívny zával Z8 nad banskou chodbou štôlne Rýhová v r. 2016 a 2017 (pohľad zo severovýchodu)



Obr. 11: Stav závalu na ústí štôlne Eduard v r. 2015 a v r. 2017.

#### 4.6 Lokalita Špania Dolina R6

Ťažba medi na ložisku Špania Dolina kulminovala v stredoveku. Ukončená bola v roku 1985. V súčasnosti je chráneným ložiskovým územím (ŠGÚDŠ Bratislava), hoci s jeho ťažbou sa neuvažuje. Geologické poznatky o ložisku a údaje o jeho ťažbe sú zhrnuté v záverečnej správe z geologickej úlohy „Komplexné zhodnotenie zatvoreného ložiska Špania Dolina“ (Kusein a Mat'ová, 2002).

##### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Okrem banských diel, ktoré tvoria rozsiahlu sústavu, sa tu nachádzajú početné rozsiahle haldy. Odpad z úpravy miestnej rudy i Hg-rudy z Malachova je deponovaný na odkaliskách.

Odtokové pomery oblasti drénovanej viacerými sústavami banských diel sú stabilizované. Režim výtokov zo štôlní je úzko naviazaný na zrážkovo-odtokový režim.

Na lokalite dosiaľ nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP hydrometrovaním a vzorkovaním troch profilov povrchových tokov (Banský potok, potok Zelená, Richtársky potok), štyroch štôlní s výtokom banskej vody a priesaku z odkaliska. Vykonaný bol jeden odber vzoriek dňa 23. 10. 2008 spojený s meraním kvantitatívnych parametrov objektov. V rokoch 2009-2017 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne. V povodí Banského potoka nad monitorovaným profilom SD1 sa nachádza štôlnia Ivan, Denná štôlnia a Dopravný prekop, i odkalisko s výtokom drenážnej vody (obr. 9). Dopravný prekop (D6) sa spočiatku monitoroval, pre technické problémy so zabezpečením merania (uzavretý portál, odber vody) a nízku výdatnosť výtoku už nie je sledovaný. Spomenuté štôlne odvodňujú vyššie úrovne južnej časti dobývacieho poľa. V povodí potoka Zelená nad monitorovaným profilom SD4 je významným odvodňovacím dielom štôlnia Piesky, drénujúca vyššie úrovne severnej časti dobývacieho poľa. Jeho najsevernejšia časť zasahuje až do povodia Richtárskeho potoka východne od obce Staré Hory, ktorý je monitorovaný v profile SH1. Dedičnou štôľňou dobývacieho poľa je štôlnia Ferdinand, vyústená na ľavom brehu Starohorského potoka na lokalite Polkanová. Drenážna voda odkaliska bola vzorkovaná i v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) raz v roku 2011 a trikrát v roku 2012 – tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia ČMS GF VŤŽP.

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina odvodené z výsledkov monitoringu v období rokov 2009-2017 sú uvedené v tab. 25. Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie medi, antimónu a arzenu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu výrazne kontaminujú miestne povrchové toky. Z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie As, Sb a Cu v sledovanom období nevyhovujúce vo všetkých troch monitorovaných profiloch povrchových tokov. Najvýraznejšie prekročenie požadovaných úrovní je dokumentované na potoku Zelená (takmer 130-násobné prekročenie v obsahu Sb, 80-násobné pre Cu a 6-násobné pre As). Výrazné prekročenie u týchto ukazovateľov je dokumentované i v monitorovanom profile Banského potoka a Richtárskeho potoka (tab. 26). Rizikovo vysoký obsah Zn v banskej vode štôlne Piesky (objekt SD3) nespôsobuje prekročenie MH Zn v povrchovej vode recipientu – v potoku Zelená (objekt SD4).

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) sú obsahom Sb rizikové

všetky monitorované zdroje banskej vody, najvýraznejšie z nich štôlna Piesky, ktorá takmer 10-násobne prekračuje intervenčné kritérium (tab. 28). Z ostatných sledovaných ukazovateľov je prekročené intervenčné kritérium len v obsahu As v priesakovej vode odkaliska v Španej Doline.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahov As, Sb a Cu v jednotlivých monitorovaných objektoch pre rok 2017 s predošlým obdobím rokov 2008 – 2016 zisťujeme pomerne stabilné úrovne týchto prvkov vo vode štôlní Ferdinand, Ivan, Denná a Piesky.

Tab. 25: Charakteristické hodnoty ukazovateľov banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l
SD1	2008–16	38,7	8,25	51	0,084	0,053	0,020	0,00005	0,035	-	0,056	0,098	0,039	-	-	-
	2017	38,2	8,08	42	0,067	0,039	0,013	-	0,031	-	0,054	0,087	0,033	-	-	-
SD2	2008–16	64,0	8,21	122	0,099	0,047	0,048	0,00005	0,064	-	0,128	0,319	0,038	0,006	0,002	0,00015
	2017	70,0	8,37	302	0,008	0,092	0,010	-	0,235	-	0,078	0,475	0,077	-	-	-
SD3	2008–16	55,1	8,08	73	0,054	0,019	0,009	0,00005	0,085	0,003	0,037	0,461	0,533	0,001	0,001	0,00015
	2017	56,9	8,12	72	0,006	0,019	0,005	-	0,075	-	0,037	0,458	0,459	-	-	-
SD4	2008–16	45,3	8,19	67	0,001	0,007	0,008	0,00005	0,044	-	0,058	0,628	0,588	-	-	-
	2017	45,7	7,82	59	0,011	0,007	0,010	-	0,044	-	0,057	0,591	0,562	-	-	-
SD5	2008–16	30,2	7,96	40	0,053	0,006	0,017	0,00006	0,011	0,003	0,031	0,137	0,267	0,001	0,001	0,00015
	2017	31,2	7,70	32	0,008	0,011	0,013	-	0,007	-	0,031	0,136	0,305	-	-	-
SD7	2008–16	50,7	7,36	86	0,097	0,002	0,019	0,00005	0,039	0,141	0,028	0,143	0,120	0,001	0,001	0,00015
	2017	50,3	7,34	83	0,008	0,002	0,020	-	0,040	-	0,024	0,138	0,103	-	-	-
SH1	2008–16	34,9	8,14	46	0,002	0,002	0,005	0,00007	0,005	-	0,012	0,059	0,052	-	-	-
	2017	33,0	8,11	38	0,004	0,002	0,008	-	0,003	-	0,010	0,054	0,039	-	-	-
SH2	2008–16	99,8	7,01	287	0,046	0,005	0,014	0,00006	0,107	0,003	0,021	0,198	0,215	0,020	0,001	0,00015
	2017	98,2	6,70	251	0,003	0,004	0,008	-	0,084	-	0,018	0,188	0,212	-	-	-

Pozn.: Označenie monitorovaných objektov: SD1 – Banský potok pod odkaliskom, SD2 – priesak z odkaliska, SD3 – štôlna Piesky, SD4 – potok Zelená, SD5 – Denná štôlna, SD7 – Ivan štôlna, SH1 – Richtársky potok, SH2 – štôlna Ferdinand. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mape na obr. 9.

Tab. 26: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov povrchovej a banskej vody lokality Špania Dolina s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Obj.	Dátum	EC	pH	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Al	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SD1	2008-16	0,35	V	0,20	0,04	0,18	0,10	0,62	-	5,92	19,58	5,31	-	-	-
	2017	0,35	V	0,17	0,03	0,13	0,06	0,53	-	5,73	17,44	4,52	-	-	-
SD2	2008-16	0,58	V	0,49	0,05	0,16	0,24	1,13	-	13,47	63,89	5,26	0,25	0,04	0,14
	2017	0,64	V	1,21	0,004	0,31	0,05	4,11	-	8,16	95,00	10,48	-	-	-
SD3	2008-16	0,50	V	0,29	0,03	0,06	0,05	1,49	0,27	3,94	92,26	72,98	0,05	0,02	0,14
	2017	0,54	V	0,27	0,004	0,05	0,04	1,17	-	3,74	82,30	60,75	-	-	-
SD4	2008-16	0,41	V	0,27	0,001	0,02	0,04	0,77	-	6,11	125,67	80,60	-	-	-
	2017	0,42	V	0,23	0,005	0,02	0,05	0,77	-	6,01	118,20	76,99	-	-	-
SD5	2008-16	0,27	V	0,16	0,03	0,02	0,08	0,19	0,27	3,25	27,30	36,61	0,05	0,02	0,14
	2017	0,28	V	0,13	0,004	0,04	0,06	0,11	-	3,23	27,10	41,78	-	-	-
SD7	2008-16	0,46	V	0,34	0,05	0,01	0,09	0,68	15,33	2,95	28,60	16,41	0,05	0,02	0,14
	2017	0,46	V	0,33	0,004	0,01	0,10	0,69	-	2,52	27,60	14,04	-	-	-
SH1	2008-16	0,32	V	0,18	0,001	0,01	0,03	0,08	-	1,30	11,78	7,13	-	-	-
	2017	0,30	V	0,15	0,002	0,01	0,04	0,05	-	1,01	10,75	5,27	-	-	-
SH2	2008-16	0,91	V	1,15	0,02	0,02	0,07	1,88	0,27	2,19	39,66	29,41	0,91	0,02	0,14
	2017	0,89	V	1,00	0,002	0,01	0,04	1,47	-	1,85	37,60	28,97	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie

požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 25. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 9.

Tab. 27: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Špania Dolina s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Dátum	EC	pH	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SD2	2008-16	0,32	V	0,04	-	<b>2,56</b>	<b>12,78</b>	0,04	0,06	0,02	0,03
	2017	0,35	V	0,16	-	<b>1,55</b>	<b>19,00</b>	0,08	-	-	-
SD3	2008-16	0,28	V	0,06	0,03	0,75	<b>18,45</b>	0,53	0,01	0,01	0,03
	2017	0,28	V	0,05	-	0,73	<b>18,32</b>	0,46	-	-	-
SD5	2008-16	0,15	V	0,01	0,03	0,62	<b>5,46</b>	0,27	0,01	0,01	0,03
	2017	0,16	V	0,004	-	0,61	<b>5,42</b>	0,31	-	-	-
SD7	2008-16	0,25	V	0,03	<b>1,41</b>	0,56	<b>5,72</b>	0,12	0,01	0,01	0,03
	2017	0,25	V	0,03	-	0,48	<b>5,52</b>	0,10	-	-	-
SH2	2008-16	0,51	V	0,07	0,03	0,42	<b>7,93</b>	0,21	0,20	0,01	0,03
	2017	0,49	V	0,06	-	0,35	<b>7,52</b>	0,21	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 25.

Tab. 28: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Špania Dolina s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Dátum	EC	pH	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SD2	2008-16	0,21	V	0,01	-	<b>1,28</b>	<b>6,39</b>	0,02	0,03	0,01	0,01
	2017	0,23	V	0,05	-	0,78	<b>9,50</b>	0,04	-	-	-
SD3	2008-16	0,18	V	0,02	-	0,37	<b>9,23</b>	0,27	0,01	0,01	0,01
	2017	0,19	V	0,02	-	0,37	<b>9,16</b>	0,23	-	-	-
SD5	2008-16	0,10	V	0,002	0,01	0,31	<b>2,73</b>	0,13	0,01	0,01	0,01
	2017	0,10	V	0,00	-	0,31	<b>2,71</b>	0,15	-	-	-
SD7	2008-16	0,17	V	0,01	0,71	0,28	<b>2,86</b>	0,06	0,01	0,01	0,01
	2017	0,17	V	0,01	-	0,24	<b>2,76</b>	0,05	-	-	-
SH2	2008-16	0,33	V	0,02	0,01	0,21	<b>3,97</b>	0,11	0,10	0,01	0,01
	2017	0,33	V	0,02	-	0,18	<b>3,76</b>	0,11	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 25.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečného sedimentu. V profile pod odkaliskom v Španej Doline bolo analýzou vzorky sedimentu Banského potoka z 9.10.2012 zistené, že intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu je prekročené 3-násobne v obsahu As, dvojnásobne v obsahu Sb a mierne i v obsahu Cu. Indikačné kritérium je tu prekročené v obsahu Hg (tab. 29).

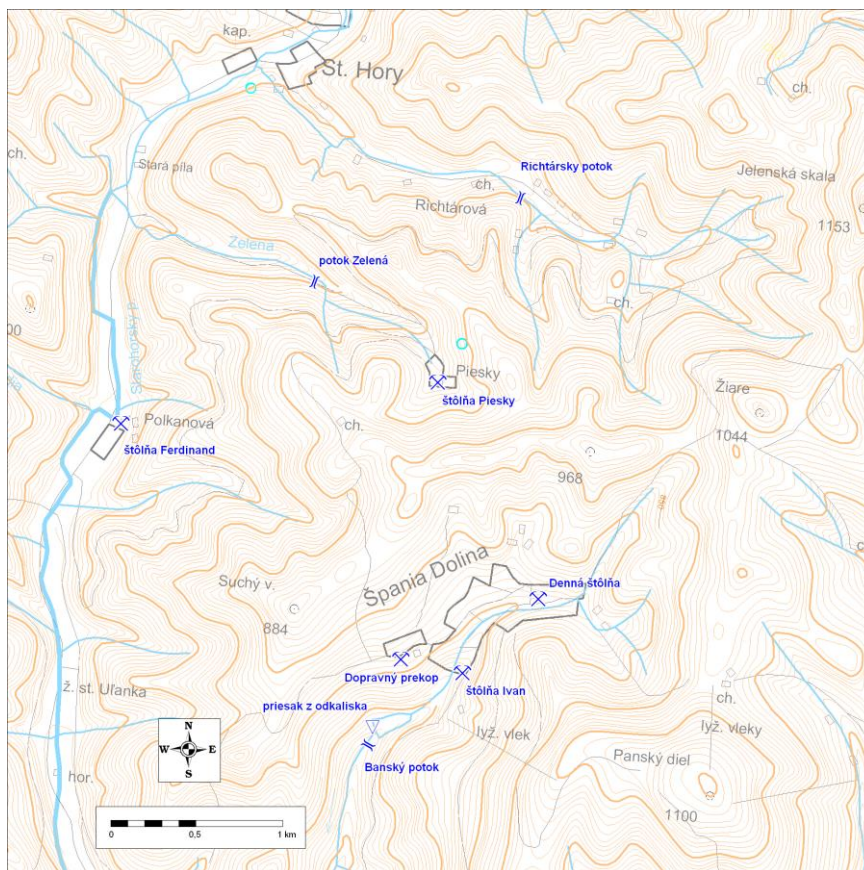
Tab. 29: Chemické zloženie sedimentu Banského potoka v profile pod odkaliskom

Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
SD1	09.10.12	2,84	0,1	5,13	<b>7,01</b>	764	120	<b>469</b>	<b>164</b>

Ozn. objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
ŠD1	09.10.12	<1	38	56	0,5	24	59	<b>1542</b>	<3

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, žltou indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7.

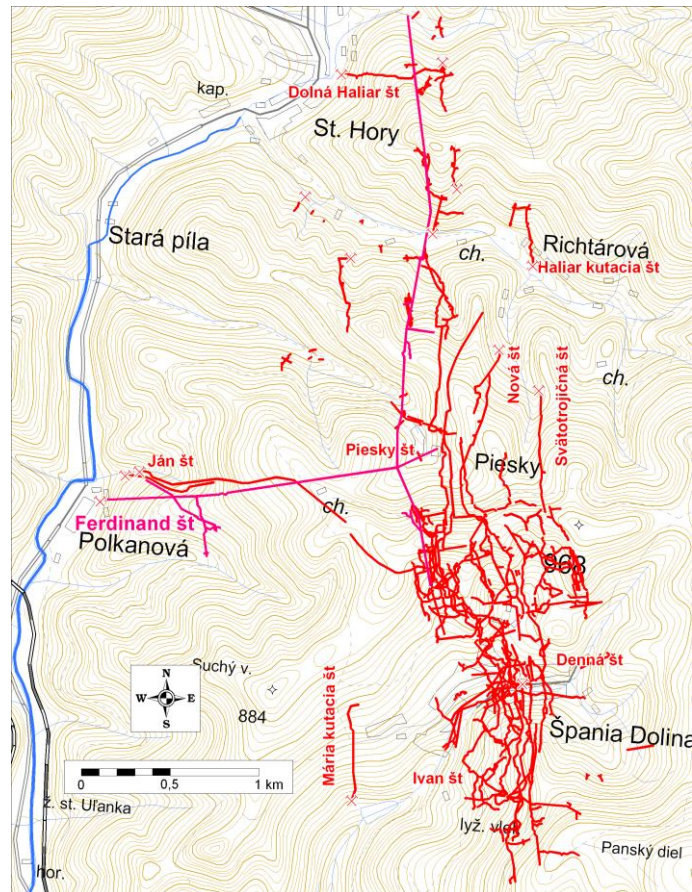


Obr. 12: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina

### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Na ložisku, na ktorom bola ťažba definitívne ukončená v roku 1985, bolo v rámci komplexného zhodnotenia zatvoreného ložiska v r. 2002 (Kusein a Maťová, 2002) do základnej siete banských diel zaradených týchto osem šacht: Haliar Trojičná šachta, Terézia šachta, František šachta, Ján Obernauer šachta, Ludovika šachta, Maximilián šachta, Ferdinand šachta a Mária šachta. Za najrozsiahlejšie štôlne boli označené Haliar dedičná štôlna, Pfeiffer štôlna, Spodná a Vrchná severná dedičná štôlna, Nová štôlna, Ferdinand dedičná štôlna, Svätotrojičná štôlna, Južná dedičná štôlna a štôlna Karol dedičná (obr. 13). Takmer celé ložisko medzi Haliar šachtou na severe a Ferdinand šachtou v južnej polovici ložiska bolo podfárané Ferdinand dedičnou štôľňou. Celkový rozsah banských chodieb bez vlastných dobývok odhadol Péch na viac ako 70 km (Péch, 1878 in Bergfest, 1951). K najviac ohrozujúcim objektom patria plytko pod povrchom terénu situované štôlne a chodby (štôlna Dolná Haliar dedičná, Horná kutacia, Horná severná, Nová, Fajtlová, Denná, Vetracia, Trojičná, Mann, Slnko, Dolné Gugl patro, Južná dedičná, Sandberg, Zelená, Weiden medziobzor a Podložný prekop). K významnejším povrchovým prejavom podrúbania tu však v minulosti, ani v poslednom období, nedošlo.

Rudné bane š.p. Banská Bystrica v roku 2011 realizovali zabezpečenie starého banského diela – šachty Ludovika v Španej Doline. V rokoch 2012 – 2017 v oblasti Španej Doliny neboli zaznamenané prejavy nestability terénu, ani sa tu nevykonávala banská činnosť. Ústia monitorovaných štôlní sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2017 boli nepoškodené.



Obr. 13: Situácia banských diel hlavných štôľňových horizontov na ložisku Špania Dolina. Spracované podľa mapy banských prác in Kusein a Mat'ová, 2002.

#### 4.7 Lokalita Rudňany – Poráč R7

Na tejto lokalite sa nachádza viacero ložísk pokrytých dobývacím priestorom, prípadne chráneným ložiskovým územím. Historická ťažba Fe-Cu-Hg rudy bola okolo roku 1990 ukončená. V poslednej dobe sa vykonáva ťažba sideritu a barytu v menšom rozsahu nad dedičným horizontom Rochus v oblasti Poráča na ložisku Rudňany (rudné žily), pričom v roku 2017 sa vydobylo len 15,7 kt barytu (SABAR s.r.o. Markušovce pre Rudohorskú investičnú spoločnosť a. s., Spišská Nová Ves). Organizácia výhradné ložisko dobýva technológiou s použitím dobývacej metódy „Medziobzorové dobývanie krátkymi vrtmi na zával“ so samovoľným zavaľovaním vydobytého priestoru. Prejav dobývania je na povrchu vymedzený závalovým pásmom, v ktorom vzniknuté terénne poklesy (prepadliská) sú priebežne zavázané inertným materiálom – elektrárenským popolčekom, ako následná rekultivácia. Na ložisku Markušovce – odkalisko vykonáva aktivity firma RIS s. r. o., Spišská Nová Ves. Rudné Bane a. s., Spišská Nová Ves priebežne vykonáva na lokalite Rudňany – Poráč nariadené opatrenia OBÚ v Spišskej Novej Vsi – likvidačné a zabezpečovacie práce na banských dielach, ako aj likvidáciu následkov banskej činnosti a prejavov na povrchu, ktoré ohrozujú verejný záujem. V roku 2014 zabezpečili štôľne Peter, Ištván a Strednú štôľňu Jozef v Poráči (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 pokračovali práce v katastri obce Rudňany na terénnych úpravách závalového pásma v oblasti Krížová v hornej rozsiahlejšej časti R2, na ktorú bola postupne navázaná ílovitá zemina a následne rozhrnutá na plochu, na ktorej sa vykonávali úpravy. Taktiež boli vykonávané práce na zabezpečenie banského diela štôľne Rochus v Rudňanoch a na zabezpečení starého banského diela štôľne Pavol

v Poráči (Kolektív autorov, 2016). V roku 2017 boli robené terénne úpravy závalového pásma v oblasti Krížová, hlavne zavážanie závalu pod haldou 5 RP II (Kolektív autorov, 2018). Taktiež bolo vykonané zabezpečenie ústia starého banského diela – jamy Concordia.

Odkalisko v Markušovciach je v zmysle zákona č. 514/2008 Z. z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov zaradené do kategórie A. Ide o uzavreté úložisko, s následným materiálovým využitím. V registri kategorizovaných vodných stavieb – odkalísk – je v zmysle vodného zákona evidované ako údolné odkalisko v kategórii II a podlieha odbornému technicko-bezpečnostnému dohľadu. Jeho správcom je RIS a. s. Spišská Nová Ves.

V rámci programu prieskumov environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenska bol realizovaný i prieskum prioritnej pravdepodobnej environmentálnej záťaže Rudňany – ťažba a úprava rúd (Pramuk a Matiová, 2015). Zisťovalo sa znečistenie hornín, riečnych sedimentov, podzemnej a povrchovej vody. Použitá metóda hodnotenia environmentálneho rizika pre receptory v kontaktnej zóne preukázala pri súčasnom aj budúcom spôsobe využitia územia a poznatkoch o rozsahu znečistenia environmentálne riziko pre receptory v kontaktnej zóne pre Hg, Ba, Sb a Cu. V SZ časti obce Rudňany (vrt RP-1) bolo zistené riziko šírenia znečistenia Sb zo zemín do podzemnej vody a vo východnej časti obce Rudňany (vrt HGR-4) bolo zistené riziko šírenia znečistenia Sb a benzo(a)pyrénu zo zemín do podzemnej vody. Vo východnej časti obce Rudňany (vrt HGR-4) je riziko šírenia znečistenia Sb a benzo(a)pyrénom podzemnou vodou. Z výsledkov výpočtov zdravotných rizík pre nekarcinogénne účinky vyplýva, že v severozápadnej časti obce Rudňany nebolo zistené kumulatívne riziko nekarcinogénnych toxických účinkov. V západnej, centrálnej a juhovýchodnej časti obce Rudňany ortuť po uvážení všetkých relevantných expozičných ciest predstavuje riziko z nekarcinogénnych účinkov pre dospelých, ako aj detských obyvateľov obce, ktoré sa v najväčšej miere prejavuje konzumáciou zeleniny zo záhrad, takže v západnej, centrálnej a juhovýchodnej časti obce Rudňany je kumulatívne riziko pre dospelých aj detských obyvateľov obce. Vo východnej časti obce Rudňany antimón a ortuť po uvážení všetkých relevantných expozičných ciest predstavuje riziko z nekarcinogénnych účinkov pre dospelých aj detských obyvateľov obce, ktoré sa v najväčšej miere prejavuje ingesciou podzemnej vody (pitná voda) a expozičnou cestou konzumácia zeleniny zo záhrad, takže vo východnej časti obce Rudňany je vysoké kumulatívne riziko pre dospelých aj detských obyvateľov obce. Na základe vyššie uvedených skutočností je možné preradiť pravdepodobnú environmentálnu záťaž SN (006) / Rudňany – ťažba a úprava rúd (SK/EZ/SN/899) do registra B – potvrdená environmentálna záťaž.

### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

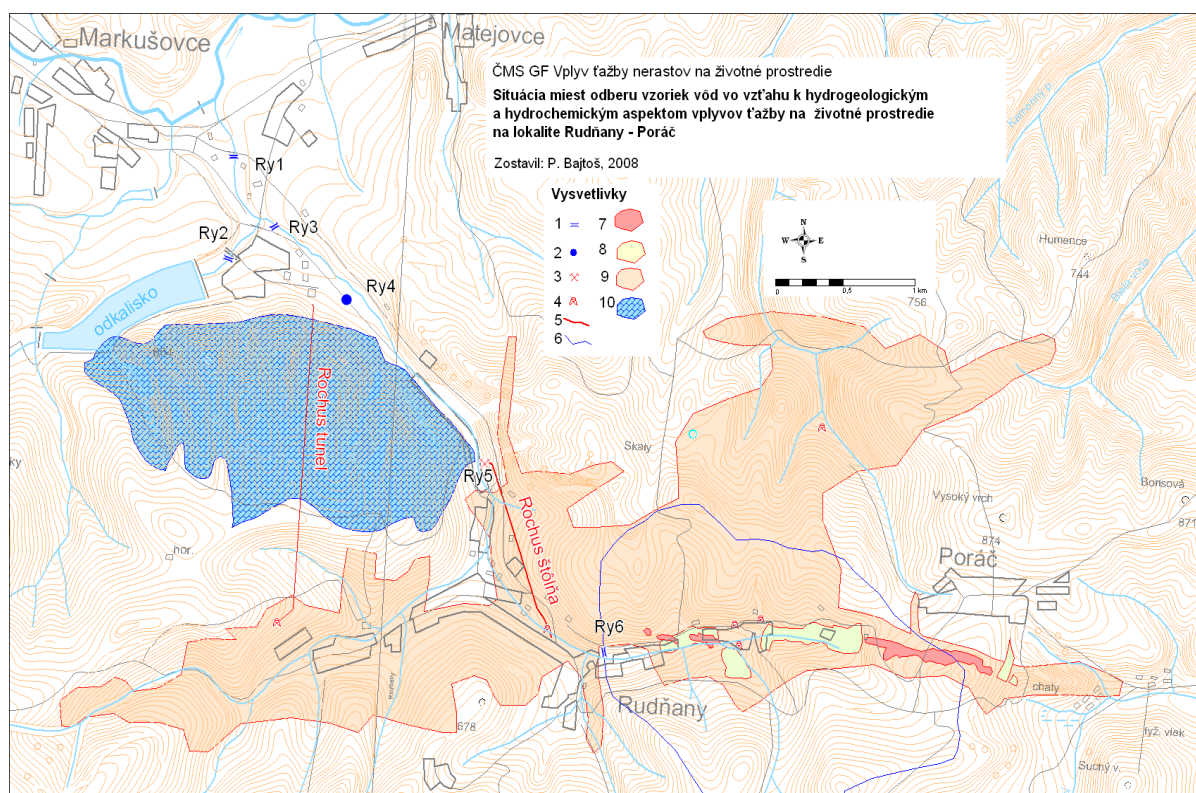
Hydrotermálno-metamorfné žilné sideritovo-sulfidicko-barytové ložisko Rudňany – Poráč je od roku 2006 zatopené po dedičný horizont Rochus, ktorým je i prirodzene gravitačne odvodňované. Recipientom banskej vody gravitačne vytekajúcej štôľňou Rochus na povrch je Rudniansky potok.

Vplyv vyrazených banských diel na hydrogeologické pomery lokality spočíva v modifikácii pôvodného obehu a režimu podzemných vôd hydrogeologického masívu paleozoických metamorfítov gemerika. Vzhľadom na charakter priepustnosti hydrogeologického masívu sa vplyv drenáže podzemných vôd banskými dielami sústreďuje pravdepodobne len do blízkosti banských priestorov situovaných v blízkosti povrchu, hlavne v dnovej časti záveru doliny Rudnianskeho potoka.

Zdrojov rizikových zložiek, ktoré môžu byť uvoľňované do prostredia procesmi zvetrávania a šírené vodným transportom prípadne vetrom, je v Rudnianskom rudnom poli viacero. Ide o prírodné geochemické anomálie (rudné ložiská a ich primárne a sekundárne

geochemické aureoly), haldy vyťaženej rúbany (rudné, hlušínové), skládky odpadu po úprave rudy mletím a pražením, skládka flotačného kalu – odkalisko, plošné anomálie pôdy kontaminovanej imisiami technologických plynov a prašného spadu z tepelnej úpravy rúd. Uvedené zdroje kontaminácie sú sústredené hlavne pozdĺž východov žíl na povrch, ústí hlavných banských diel na povrch a v areáli Nového priemyselného závodu (NPZ), kde dlhodobo prebiehala úprava vyťaženej rudy. Anomálie kvality pôdy kontaminovanej imisiami z úpravne sa šíria od zdroja (areál NPZ) hlavne na juh a extrémne zasiahnutý je karbonátový masív Stožky. Uvoľňovanie a šírenie kontaminantov z týchto zdrojov prebieha hlavne v miestnom obehú vód – pri infiltrácii zrážok zónou aerácie, prúdení podzemných vód nasýtenou zónou, pri rone a odtoku povrchových vód dopĺňaných priesakmi podzemnej vody. Vzhľadom na hydrogeologické pomery sa takto mobilizované kontaminanty koncentrujú do Rudnianskeho potoka a ním sú odnášané v rozpustenej a nerozpustnej forme do Hornádu.

Do štátneho monitoringu hydrogeologických aspektov lokality Rudňany – Poráč je od roku 2007 zaradený objekt štólne Rochus, drenážny kanál odkaliska pri Novom priemyselnom závode (NPZ), krasovo-puklinový prameň Olšo a tri profily na Rudnianskom potoku (obr. 14). V roku 2013 bola k monitorovaným objektom ČMS GF doplnená i štôlna Všetehsvätých (Ry7), ktorej ústie bolo stabilizované a upravené výstavbou murovaného portálu organizáciou Rudné Bane š.p., v rámci zabezpečovacích prác v roku 2013. Tieto objekty sú v rámci monitoringu merané 2x ročne. Štôlna Rochus bola navyše vzorkovaná v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) v období rokov 2012 – 2013, tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia ČMS GF VŤŽP. Charakteristické hodnoty hlavných kontaminujúcich zložiek v regióne odvodené z týchto údajov sú uvedené v tab. 30.



Obr. 14: Situácia miest odberu vzoriek vód vo vzťahu k hydrogeologickým a hydrochemickým aspektom vplyvov ťažby na životné prostredie na lokalite Rudňany – Poráč.

1 – monitorovaný profil toku s označením, 2 – monitorovaný prameň Olšo, 3 – výtok zo štólne Rochus, 4 – šachta, 5 – štôlna, 6 – rozvodnica, 7 – oblasť podrúbania, 8 – halda, 9 – závalové pásmo, 10 – infiltračná oblasť prameňa Olšo.

Z hľadiska kvality povrchových vôd bol v monitorovanom období 2007-2016 najvýznamnejším kontaminantom oblasti antimón, ktorý presiahol požadovanú úroveň vo všetkých troch monitorovaných profiloch Rudnianskeho potoka (tab. 31). Najvýraznejšie – až 10-násobné prekročenie – je zaznamenané v profile Ry6, ktorého spádovou oblasťou je pramenná časť jeho povodia medzi Rudňanmi a Poráčom. Pred ústím do Hornádu (profil Ry1) je priemerný obsah Sb oproti požadovanej úrovni takmer 2-násobne vyšší. Lokálne sa v monitorovanej oblasti môže vyskytovať zvýšený obsah bária, čo dokumentujú analýzy vody štólne Všechnsvätých pri Poráči (3-násobné prekročenie MH pre povrchovú vodu). V profile Ry6 sa charakteristická hodnota Ba pohybuje okolo úrovne MH pre povrchovú vodu. V tomto profile mierne prekračuje MH i obsah Cu. Všetky tieto rizikové zložky pochádzajú z ťažených rúd, ich intenzívne uvoľňovanie do prírodného prostredia umožnila ťažba a deponovanie rúd a produktov ich úpravy na povrchu.

Z hľadiska hodnotenia kvality banskej vody, drenážnej vody odkaliska a prameňa Olšo podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7), priemerné hodnoty sledovaných kontaminantov tu neprekračujú indikačné kritériá (tab. 32). Občasne však k ich prekročeniu dochádza, čo bolo dokumentované v prípade priesaku z odkaliska (24.10.2007, Sb = 0,031 mg/l), vody prameňa Olšo (24.10.2007: Hg = 0,0024 mg/l) a vody štólne Rochus (12.4.2010: Sb = 0,057 mg/l, prekročené IT; 3.5.2012: Sb = 0,026 mg/l, prekročené ID).

Pri porovnaní charakteristickej hodnoty obsahu Sb pre rok 2017 voči predchádzajúcemu obdobiu 2007 – 2016 zistujeme u väčšiny pozorovaných objektoch pokles. Mierny vzostup pozorujeme u Ba v prameni Olšo, u Fe, Mn, Zn, As v štólne Rochus a Ba vo štólne Všechnsvätých.

Tab. 30: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Rudňany – Poráč

Objekt	Dátum	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Ba mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
Ry1	2007 – 16	69,0	8,07	138	0,090	0,128	0,0002	0,007	0,074	0,004	0,010	0,006
	2017	63,9	8,14	94	0,211	0,153	0,0002	0,005	0,082	0,003	0,008	0,005
Ry2	2007 – 16	84,7	7,87	234	0,053	0,081	0,0003	0,004	0,041	0,008	0,016	0,003
	2017	83,2	7,85	175	0,108	0,066	0,0003	0,002	0,042	0,006	0,014	0,004
Ry3	2007 – 16	27,3	7,85	29	0,074	0,057	0,0001	0,007	0,059	0,002	0,006	0,003
	2017	28,8	7,62	25	0,056	0,025	0,0001	0,007	0,066	0,001	0,004	0,003
Ry4	2007 – 16	62,2	7,60	100	0,007	0,008	0,0016	0,022	0,073	0,002	0,014	0,002
	2017	61,8	7,59	80	0,021	0,005	0,0013	0,002	0,078	0,002	0,015	0,002
Ry5	2007 – 16	163,2	7,60	420	0,303	1,443	0,0001	0,005	0,034	0,007	0,011	0,004
	2017	154,1	7,23	393	0,591	1,500	0,0001	0,009	0,035	0,010	0,004	0,003
Ry6	2007 – 16	39,5	7,66	31	0,169	0,315	0,0002	0,014	0,099	0,006	0,052	0,011
	2017	44,3	7,45	29	0,067	0,179	0,0001	0,013	0,114	0,002	0,046	0,014
Ry7	2007 – 16	95,3	7,84	22	0,061	0,025	0,0002	0,003	0,278	0,001	0,002	0,001
	2017	146,3	7,65	21	0,034	0,011	0,0002	0,003	0,356	0,0004	0,001	0,001

Vysvetlivky: Ry1 – Rudniansky potok pred ústím do Hornádu, Ry2 – drenáž z odkaliska, Ry3 – Rudniansky potok nad štólňou Rochus, Ry4 – prameň Olšo, Ry5 – štôlna Rochus, Ry6 – Rudniansky potok nad jamou Mier, Ry7 – štôlna Všechnsvätých. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 14.

Tab. 31: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Rudňany – Poráč s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Dátum	EC	pH	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Hg	Zn	Ba	As	Sb	Cu
Ry1	2007 – 2016	0,63	V	0,55	0,05	0,43	0,19	0,11	0,74	0,37	<b>1,93</b>	0,56
	2017	0,58	V	0,37	0,11	0,51	0,19	0,07	0,82	0,28	<b>1,53</b>	0,48
Ry2	2007 – 2016	0,77	V	0,94	0,03	0,27	0,31	0,06	0,41	0,74	<b>3,21</b>	0,33
	2017	0,76	V	0,70	0,05	0,22	0,29	0,03	0,42	0,55	<b>2,78</b>	0,33
Ry3	2007 – 2016	0,25	V	0,12	0,04	0,19	0,07	0,11	0,59	0,23	<b>1,18</b>	0,30
	2017	0,26	V	0,10	0,03	0,08	0,05	0,11	0,66	0,13	0,89	0,24
Ry4	2007 – 2016	0,57	V	0,40	0,003	0,03	<b>1,50</b>	0,36	0,73	0,20	<b>2,74</b>	0,15
	2017	0,56	V	0,32	0,011	0,02	<b>1,19</b>	0,03	0,78	0,15	<b>3,09</b>	0,14
Ry5	2007 – 2016	<b>1,48</b>	V	<b>1,68</b>	0,15	<b>4,81</b>	0,14	0,08	0,34	0,72	<b>2,17</b>	0,36
	2017	<b>1,40</b>	V	<b>1,57</b>	0,30	<b>5,00</b>	0,10	0,14	0,35	0,93	0,87	0,27
Ry6	2007 – 2016	0,36	V	0,12	0,08	<b>1,05</b>	0,15	0,22	0,99	0,55	<b>10,33</b>	<b>1,04</b>
	2017	0,40	V	0,11	0,03	0,60	0,05	0,20	<b>1,14</b>	0,23	<b>9,14</b>	<b>1,29</b>
Ry7	2007 – 2016	0,87	V	0,09	0,03	0,08	0,14	0,07	<b>2,78</b>	0,05	0,48	0,17
	2017	<b>1,33</b>	V	0,08	0,02	0,04	0,19	0,06	<b>3,56</b>	0,04	0,16	0,15

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a medznej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie medznej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 30.

Tab. 32: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Rudňany – Poráč s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Ba	As	Sb	Cu
Ry2	2007 – 2016	0,42	V	0,16	0,004	0,04	0,15	0,64	0,003
	2017	0,42	V	0,15	0,002	0,04	0,12	0,56	0,004
Ry4	2007 – 2016	0,31	V	0,79	0,02	0,07	0,04	0,55	0,002
	2017	0,31	V	0,63	0,002	0,08	0,03	0,62	0,002
Ry5	2007 – 2016	0,82	V	0,07	0,005	0,03	0,15	0,43	0,004
	2017	0,77	V	0,05	0,009	0,04	0,19	0,17	0,003
Ry7	2007 – 2016	0,48	V	0,08	0,003	0,28	0,01	0,10	0,001
	2017	0,73	V	0,10	0,003	0,36	0,01	0,03	0,001

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID. Označenie objektov ako pri tab. 30.

Kontaminácia povrchovej vody sa prejavuje v chemickom zložení sedimentu Rudnianskeho potoka. Vzorka z 13. 9. 2012 dokumentovala, že v profile pred ústím do Hornádu obsahuje sediment ortuť (23 násobok) a antimón (5 násobok) v úrovni nad intervenčným kritériom pre priemysel (tab. 33) a As, Cu (približne 2 násobok) nad intervenčným kritériom pre obytné zóny. Kontaminácia Ba, Hg a Sb dnových sedimentov Rudnianskeho potoka a odtoku priesakovej vody z odkaliska bola potvrdená i vzorkovaním v roku 2015, v rámci geologického prieskumu predpokladanej environmentálnej záťaže (Pramuk et al., 2015; Pramuk a Matiová 2015).

Tab. 33: Chemické zloženie sedimentu Rudnianskeho potoka v profile pred ústím do Hornádu z roku 2012

Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
Ry1	13.09.12	12	1	5,82	468	456	68	133	373

Ozn. objektu	Dátum	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
Ry1	13.09.12	88	153	0,6	24	189	1063	4

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, hnedou prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny, pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7.

V rámci posudzovania vplyvu ťažby nerastných surovín na životné prostredie na lokalite Rudňany – Poráč bola v roku 2017 odobratá vzorka riečneho sedimentu Ry1 z Rudnianskeho potoka a vzorka Ry-ZP elektrárenského popolčeka v závalovom pásme Baniská (tab. 34).

Sediment Rudnianskeho potoka nevyhovuje kritériám metodického pokynu v piatich ukazovateľoch, a síce prekračuje hodnoty indikačného kritéria (ID) pre As (1,9-krát) a Cu (takmer 2-krát) a hodnoty intervenčného kritéria (IT) pre Sb (3,2-krát), Ba (7,6-krát) a hlavne Hg, ktorého obsah prekračuje stanovený limit až 31-krát.

Elektrárenský popolček so závalového pásma preukázal zvýšené obsahy Ba, ktoré prekračuje ID hodnotu 1,3-krát. Arzén v popolčeku prekračuje hodnotu IT až 9,3-krát.

Tab. 34: Chemické zloženie sedimentu príslušných odberných bodov v rámci lokality Rudňany z roku 2017

Ozn. objektu	dátum	pH	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	MnO [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	Hg [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Zn [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Pb [mg.kg <sup>-1</sup> ]	As [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Sb [mg.kg <sup>-1</sup> ]
Ry1	05.06.2017	7,68	17	0,56	11,9	622	269	63	120	257
Ry-ZP	05.06.2017	8,42	11,1	0,16	18,5	0,23	176	41	1307	4

Ozn. objektu	dátum	Se [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Ni [mg.kg <sup>-1</sup> ]	V [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Cd [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Cr [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Cu [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Mo [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Sn [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Ba [mg.kg <sup>-1</sup> ]
Ry1-S-2007	05.06.2017	1	53	142	<1	130	985	<3	13	21149
Ry-ZP-S-2007	05.06.2017	3	89	231	<1	70	61	10	4	1189

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemyselné zóny, žltou indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7.

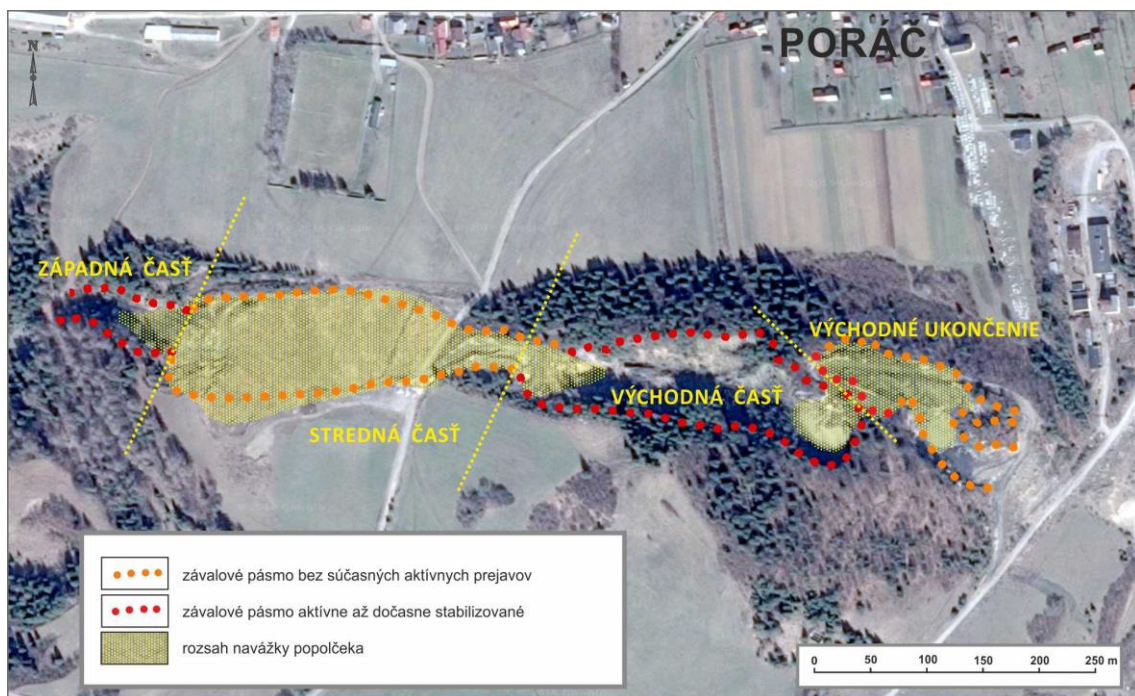
## *Inžinierskogeologické aspekty*

Na území ložiska došlo v dôsledku rozsiahleho podrúbania k preukázateľnému poškodeniu a ohrozeniu majetku vo veľkom rozsahu. Fyzikálne zmeny v horninovom masíve po dlhodobom dobývaní rúd s masovým využívaním metód ťažby bez základky a následným vznikom otvorených priestorov vyvolali poklesy terénu so závalmi na veľkých plochách: na lokalite Baniská dĺžky takmer 1 km, na dne a úpätných svahoch medzi Rudňanmi a Poráčom, na niekoľkých miestach nad Hrubou žilou niekoľko sto metrov na sever od dna údolia a ojedinele v oblasti žily Zlatník asi 1,5 km na sever od obce Poráč. K poklesom so spojeným pretvorením terénu došlo v minulosti po celej dĺžke údolia a priľahlých svahoch medzi jamou Mier a jamou Poráč. Tieto javy boli doteraz sledované o. i. aj na geodetických profiloch. V súčasnosti sú sledované ťažobnými organizáciami v rôznych režimoch 3 lokality – “Ždiarik“, štátna cesta Rudňany – Poráč a nádvorie jamy Poráč.

Vplyvy banskej činnosti z inžinierskogeologického hľadiska boli na tejto lokalite sledované v r. 2017 v oblasti závalového pásma Baniská južne od obce Poráč – v rámci západnej časti, strednej časti, východnej časti a východného ukončenia pásma.

Vzhľadom na zníženu dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) a obmedzenú možnosť prístupu k okraju závalu (z dôvodu osobnej bezpečnosti), je možné rozširovanie závalov a iných sprievodných geodynamických javov prostredníctvom GNSS zameriavania (hlavne menšieho rozsahu) sledovať len obtiažne. Preto boli morfológické zmeny v oblasti závalového pásma hodnotené aj prostredníctvom porovnávania časových fotografických snímok získavaných z vytýčených stanovíšť.

Oblasť závalového pásma Baniská je oblasťou s najrozsiahlejšími a najvýraznejšími prejavmi svahových deformácií vplyvom banskej činnosti v rámci lokality, ktorých aktívne prejavy stále pretrvávajú. Závalové pásmo je kontinuálne zavázané popolčekom.



Obr. 15: Rozsah zavážania závalového pásma Baniská popolčekom s oblasťami najaktívnejších prejavov svahových deformácií (topograf. podklad - zdroj: [www.mapy.google.sk](http://www.mapy.google.sk))

Závalové pásmo je v rámci ČMS rozčlenené a sledované v rámci 4 oblastí, a to – západnej, strednej, východnej časti a východného ukončenia (obr. 15). Výrazná časť závalového pásma Baniská v úseku medzi západnou časťou a východnou časťou v dĺžke cca 330 m je zavezená popolčekom minimálne až po úroveň pôvodného terénu (pred vznikom závalu). V niektorých častiach pásma je zával zavezený iba čiastočne, zával ostáva obnažený do hĺbky niekoľkých metrov pod úroveň terénu od odľučnej hrany závalu.

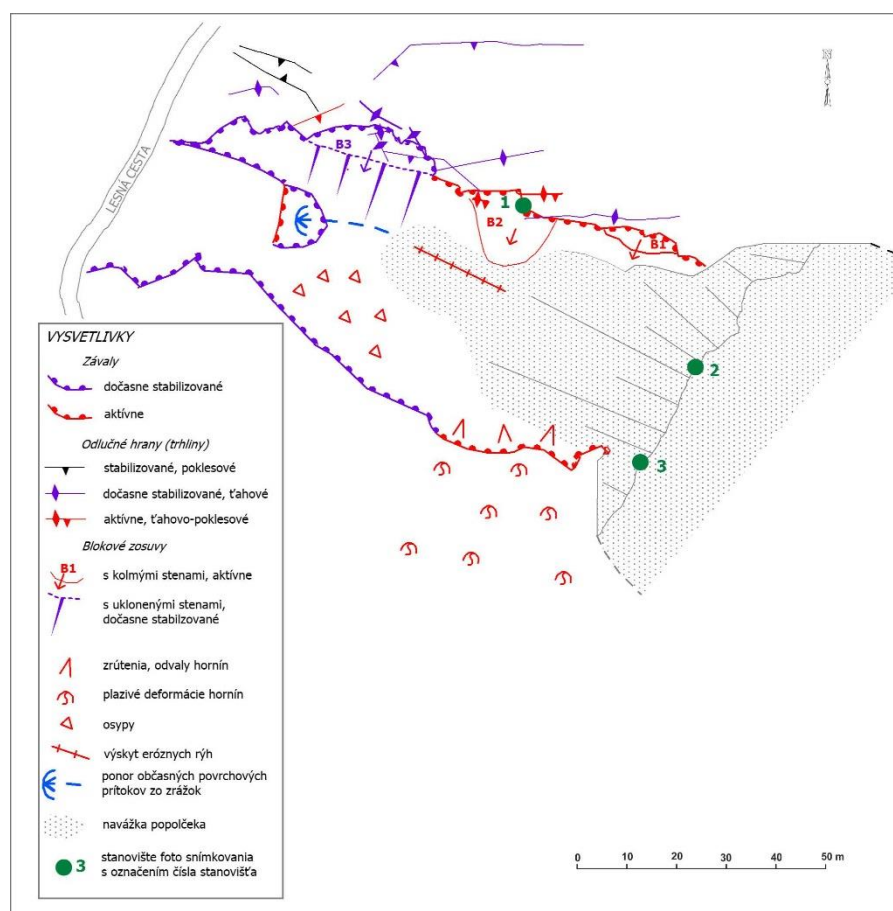
Vplyvy banskej činnosti sa v súčasnosti prejavujú v niektorých častiach závalového pásma v rozširovaní závalu najčastejšie v podobe retrográdnych svahových deformácií do širšieho okolia závalov v podobe gravitačného rozvoľňovania a rozpadania horninových blokov, blokových zosuvov hornín, zosuvov hornín a pod. Miera progresívneho rozvoja týchto retrográdnych svahových deformácií v prevažnej miere závisí (ak neberieme do úvahy iba vplyv samotného porúbania) od rozsahu zavezenia depresii závalov popolčekom ako pasívnej sily prispievajúcej k stabilizácii horninového prostredia, resp. stien závalov.

### Závalové pásmo Baniská – západná časť

Západná časť závalového pásma sa morfológicky prejavuje v dĺžke cca 100 m.

Časť severného okraja závalu západnej časti závalového pásma v blízkosti navážky popolčeka, možno považovať z dlhodobého hľadiska vývoja svahových deformácií za aktívnu. Pozorované tu boli sprievodné svahové deformácie, o. i. aj rozvoľňovanie a rozpadanie horninových blokov a ich rútenie, podobne aj v časti južného okraja závalového pásma avšak menej výrazne.

Z hľadiska aktivity v rozširovaní hranice závalu, resp. komplexu závalov neboli v rámci rekognoskácie terénu v r. 2017 zistené pozorovateľné zmeny v porovnaní s minulým



Obr. 16: Prejavy svahových deformácií v západnej časti závalového pásma Baniská.

obdobím. Podobne nebola zaznamenaná zmena v progresivite rozvoja sprievodných svahových deformácií podrobne dokumentovaných v r. 2015, resp. v r. 2016 (obr. 16). Zmena v rozsahu zavážania tejto časti závalového pásma popolčekom nebola zistená. Negatívnym javom je pretrvávajúce navážanie odpadu rôzneho druhu – komunálny odpad, stavebný odpad, a pod. (pozorované aj v čase realizovanej rekognoskácie).

Pre pozorovanie zmien aktivity tejto časti závalového pásma boli vytýčené 3 stanovišťa (obr. 16), z ktorých boli realizované „nulté“ snímkovania okraja závalového pásma (obr. 17, 18 a 19). Z týchto stanovišť budú opätovne realizované fotografické snímky v r. 2018 a porovnávané so snímkami z r. 2017.

a)



b)



Obr. 17: Foto snímkovanie západnej časti závalového pásma Baniská „nulte“ série zo stanovišťa 1: a) blokový zosuv B2, b) svah navážky popolčeka.



Obr. 18: Foto snímkovanie západnej časti závalového pásma Baniská „nulteť“ série zo stanovišťa 2 – severný okraj závalového pásma



Obr. 19: Foto snímkovanie západnej časti závalového pásma Baniská „nulteť“ série zo stanovišťa 3 – severný okraj závalového pásma

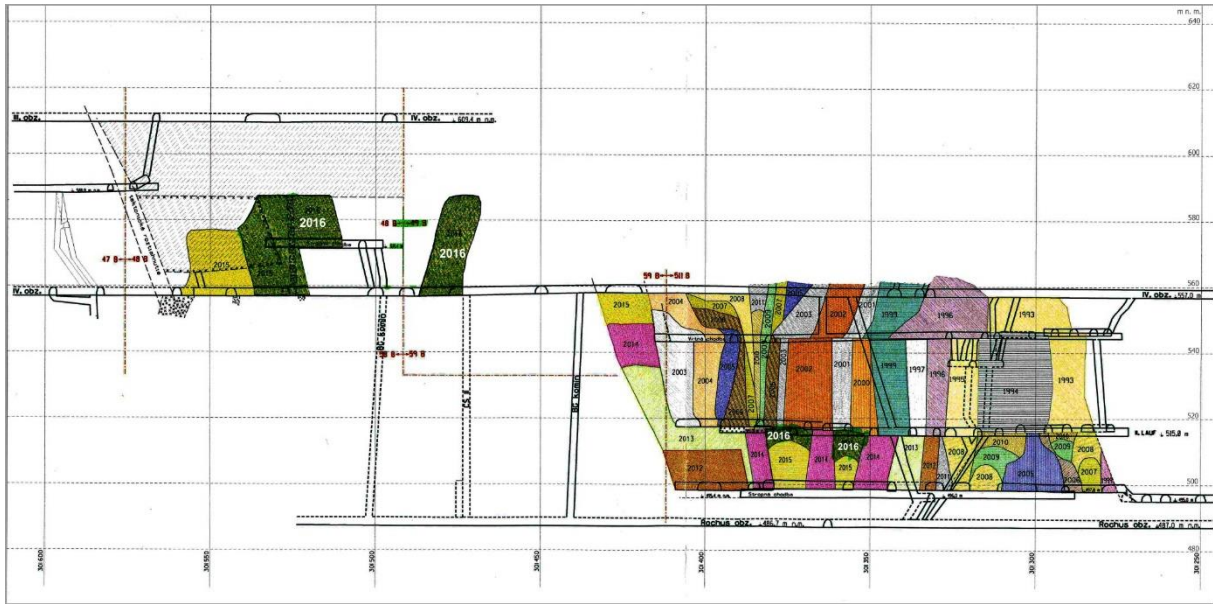
#### *Závalové pásmo Baniská – stredná časť*

Stredná časť závalového pásma je zavezená popolčekom. Na povrchu terénu sa rozvíja nižší vegetačný porast. V tejto časti závalového pásma neboli v rámci rekognoskácie v roku 2017 pozorované vplyvy ťažby na morfológické zmeny terénu.

#### *Závalové pásmo Baniská – východná časť*

Tažba barytu na Droždiak žile pokračovala v období r. 2015 a 2016 nad stropnou chodbou nad Rochus obzorom, v r. 2015 pod úrovňou 4. obzoru a v najvyššej úrovni, v r. 2015 a 2016 nad 4. obzorom v bloku 48B, 58B a 49B (obr. 20). V r. 2017 sa ťažba mala sústrediť do oblasti medzi Rochus obzorom a Stropnou chodbou a IV. obzor 557 m n. m. a IV. obzorom 580 m n. m.

Podrobné zdokumentovanie závalového pásma v r. 2015 poukázalo na to, že najaktívnejšou oblasťou z hľadiska výskytu svahových deformácií v tejto časti závalového pásma je jeho južný okraj.



Obr. 20: Rez ložiskom Droždiak žily s časovou postupnosťou ťažby do r. 2016 (zdroj: archív Sabar, s.r.o., Markušovce)

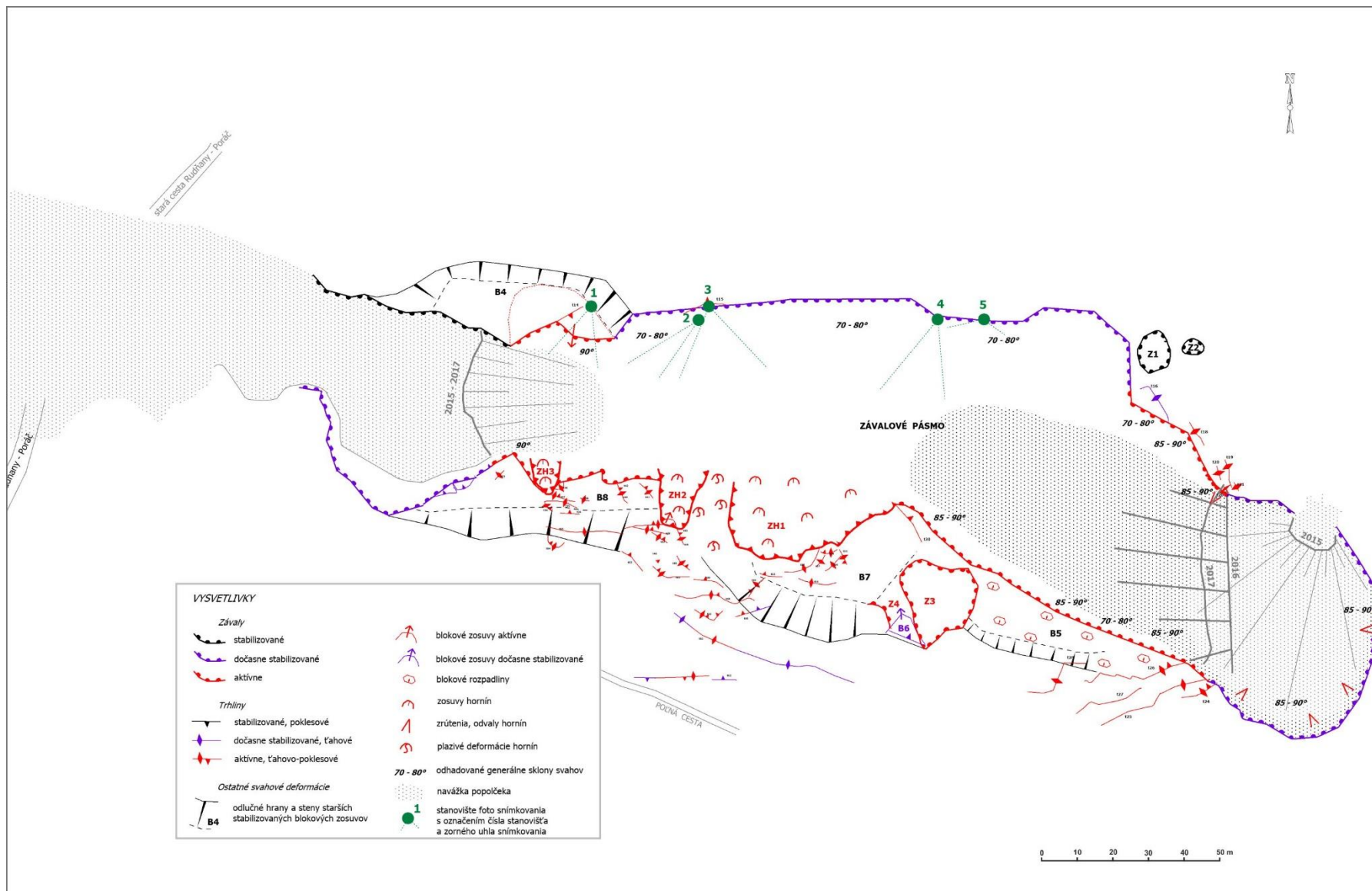
V r. 2017 tu neboli registrované zmeny stavu geodynamických javov v porovnaní s predchádzajúcim obdobím, ktoré sa prejavovali v podobe najmä blokových rozpadlín a zosuvov hornín s častými prejavmi retrográdneho vývoja svahových deformácií vo forme ťahových a poklesových trhlín (obr. 22).

Vzhľadom na zníženú dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) a obmedzenú možnosť prístupu k okraju závalu (z dôvodu osobnej bezpečnosti), je možné rozširovanie závalov a iných sprievodných geodynamických javov prostredníctvom GNSS zameriavania (hlavne menšieho rozsahu) sledovať len obtiažne. Preto je vhodné morfológické zmeny v oblasti závalového pásma hodnotiť aj prostredníctvom porovnávania časových fotografických snímok získavaných z vytýčených stanovišť.

Pre pozorovanie zmien aktivity južného okraja tejto časti závalového pásma bolo preto vytýčených 5 stanovišť s farebným označením miesta (obr. 22) na protihlhom (severnom) okraji závalového pásma (obr. 21), z ktorých boli realizované „nulté“ snímkovania južného okraja závalového pásma (obr. 23). Miesta stanovišť poskytujú najoptimálnejšie výhľady na aktívny južný okraj tejto časti závalového pásma.



Obr. 21: Príklad označenia pozorovacieho stanovišťa 1 vo východnej časti závalového pásma Baniská.



Obr. 22: Situácia východnej časti závalového pásma Baniská k r. 2017.



a)



b)



c)



d)



e)

Obr. 23: Nultá séria fotografického snímokovania východnej časti závalového pásma Baniská v r. 2017 zo stanovišť: a) stanovište 1, b) stanovište 2, c) stanovište 3, d) stanovište 4, e) stanovište 5.

Na obr. 22 sú znázornené ohraničenia zorného uhla fotografického snímkovania z jednotlivých stanovíšť. Z týchto stanovíšť budú opätovne realizované fotografické snímky v ďalších rokoch a porovnávané s fotodokumentačným snímkaním z r. 2017.

Podľa vlastných pozorovaní, napriek pokračujúcej ťažbe, však ďalšie aktívne rozširovanie hranice závalu nebolo v rámci rekognoskácie terénu zatiaľ pozorované. Miera aktivity svahových deformácií v r. 2017 je obdobná ako v r. 2015, resp. r. 2016.

Rozširovanie zavážania závalov popolčekom v tejto časti závalového pásma oproti r. 2016 významnejšie nepokročilo (obr. 22).

Zavážanie v dobe dokumentácie dosiahlo podobnú výškovú úroveň ako v r. 2016, a to niekoľko metrov pod úroveň terénu na okraji dočasne stabilizovanej hlavnej odlučnej hrany závalu (obr. 22), pričom hranica navážky sa posunula o niekoľko metrov smerom na západ. Takmer úplné zavezenie depresie tejto časti závalu možno považovať ako stabilizačný prvok z hľadiska rozvoja retrográdnych deformácií strmých stien okraja závalu – rozvoľňovania horninového masívu, pochopiteľne však nie z hľadiska stabilizácie vplyvom samotného podrúbania územia.

Podobne ako v západnej časti závalového pásma aj v tejto časti závalového pásma je negatívnym javom naďalej pretrvávajúce navážanie odpadu rôzneho druhu – komunálny odpad, stavebný odpad a pod.

#### *Závalové pásmo Baniská – východné ukončenie*

V r. 2017 bolo realizované GNSS zameranie a dokumentácia geodynamických javov východného ukončenia závalového pásma, ktoré nadväzuje na skoršie uskutočnené GNSS zamerania a podrobný popis geodynamických javov východnej a západnej časti závalového pásma. Podobne ako pri ostatných častiach závalového pásma bola presnosť zameriavania ovplyvňovaná prítomnosťou vegetácie a bola tak často znižovaná z úrovne nepresnosti 0,1 m na úroveň 1-2 m, lokálne väčšej. Vzhľadom na to výsledné zobrazenie situácie nadobúda charakter schematickosti. Výsledky zameriavania sú zobrazené na obr. 24.

Od rozhrania východnej časti a východného ukončenia závalového pásma smerom na východ pokračovalo zavážanie závalov popolčekom. Severný okraj po severnú vetvu je zavezený až po úroveň odlučnej hrany závalu, resp. ju navážka popolčeka aj prekrýva. Západný a južný okraj východnej časti východného ukončenia je zavezený popolčekom neúplne, a to niekoľko metrov pod úroveň hrany závalu. Odlučné steny závalu sú v týchto miestach zvislé. Zachované tu ostali dva hrebeňové výbežky horninového masívu. Hrebeňový výbežok na rozhraní východnej časti a východného ukončenia závalového pásma je postihnutý rozvoľňovaním horninového masívu v podobe blokového rozpadu smerom k závalu. Spreádzaný je vznikom ťahových a ťahovo-poklesových trhlín, ktoré na povrchu úplne alebo čiastočne vymedzujú jednotlivé rozvoľnené horninové bloky. Z hľadiska aktivity považujeme túto oblasť za dočasne stabilizovanú. Druhý hrebeňový výbežok (v oblasti stanovíšť 3 na obr. 24) je tiež postihnutý blokovým rozpadom, pričom najvzdialenejšia ťahovo-poklesová trhlina od závalu takmer súvisle oddeľuje celý hrebeňový výbežok.

Východné ukončenie závalového pásma sa smerom na východ prejavuje v „rozvetvení“ závalového pásma do „čiastkových vetiev“ dvoch závalov – severnej a južnej (obr. 24), ktoré ostali zachované na rozdiel od vyššie popisovanej západnej časti vých. ukončenia závalového pásma zavezenej navážkou popolčeka, pričom smerom k „vetvám“ vyznieva násyp navážky ku dnu závalu. V niektorých častiach bola zavezená aj odlučná hrana závalu a jej pôvodný priebeh možno už len predpokladať. Výška telesa navážky pri jej východnom okraji dosahuje cca 8 m s jej dosahom od hrany do vzdialenosti cca 15 m, pričom je tento materiál ešte plošne rozplavený po dne závalu smerom na východ.



Pre pozorovanie zmien čiastkových vetiev východného ukončenia závalového pásma boli, obdobne ako vo vyššie spomínaných (západnej a východnej) častiach závalového pásma, vytýčené jednotlivé stanovišťa s farebným označením miesta. Z týchto miest boli realizované „nulté“ snímkovania východného ukončenia závalového pásma pre sledovanie zmien v oblasti odlučných stien závalov.

Fotografické snímky zo stanovišť 1, 2 a 3 (obr. 25) zachytávajú severný okraj južnej vetvy závalu, na ktorom vidieť postupné zarastanie obnaženej steny vegetáciou, a to predovšetkým v jeho západnej časti. V jeho strednej a východnej časti prebieha menej výrazné osypávanie aj väčších úlomkov a taktiež odvalovanie menších horninových blokov.

Južný okraj južnej vetvy východného ukončenia závalového pásma je, v porovnaní so severným okrajom, viac obnažený so strmšími až takmer kolmými stenami závalu. V jeho juhovýchodnej časti je pozorovateľný blokový rozpad horninového masívu na veľké horninové bloky, ktorý v súčasnosti nejaví známky aktivity. Lokálne v strednej časti steny, v oblasti kde zatiaľ ešte nedošlo k zavážaniu popolčekom, je zreteľné opadávanie úlomkov hornín. Pre možnosť sledovania zmien tejto časti závalu boli vytýčené stanovišťa č. 4, 5 a 6 (obr. 26 a, b, c).



a)



b)



c)

Obr. 25: Nultá séria fotografického snímkovania východného ukončenia závalového pásma Baniská v r. 2017 – severný okraj južnej vetvy zo stanovišť: a) stanovište 1, b) stanovište 2, c) stanovište 3



a)



d)

Obr. 26: Nultá séria fotografického snímokovania východnej časti závalového pásma Baniská v r. 2017 – južný okraj južnej vetvy zo stanovišť: a) stanovište 4, b) stanovište 5, c) stanovište 6 a severný okraj severnej vetvy zo stanovišť: a) d) stanovište 7

V oblasti medzi severnou a južnou vetvou bol zachovaný (neprepadnutý) „hrebeň“. Tu sa vplyv ťažby prejavil v typickom rozvoľňovaní horninového masívu v podobe blokového rozpadu horninového masívu. V týchto miestach sa spočiatku prejavuje blokové

rozvoľňovanie horninového masívu iba menej nápadným výškovým poklesom povrchu územia, smerom na východ sú pozorovateľné výraznejšie poklesy jednotlivých blokov horninového masívu s medziblokovými trhlinami, ktoré sa prejavujú v ich priereze ako depresie tvaru V (obr. 27) s nerovnomerným plošným priebehom. Toto územie je znázornené schematicky na obr. 24 ako územie s výskytom blokových rozpadlín. Z hľadiska aktivity možno považovať stav tejto oblasti za kľudovú fázu procesu rozvoľňovania (aj vzhľadom na podobnosť rozsahu prejavov ako v r. 1998 podľa výsledkov, ktoré uvádza Klukanová a kol., 1998).



Obr. 27: Trhline tvaru V medzi rozvoľnenými horninovými blokmi

V oblasti severnej vetvy závalu bolo vytýčené stanovište č. 7 (obr. 12d), ktoré zachytáva snímku severného okraja severnej vetvy. Na skalnej odlučnej stene možno pozorovať odvalovanie horninových blokov a opadávanie úlomkov.

Južný okraj severnej vetvy možno hodnotiť ako stabilnejší, s porastom vegetácie na odlučnej hrane závalu aj na jeho dne.

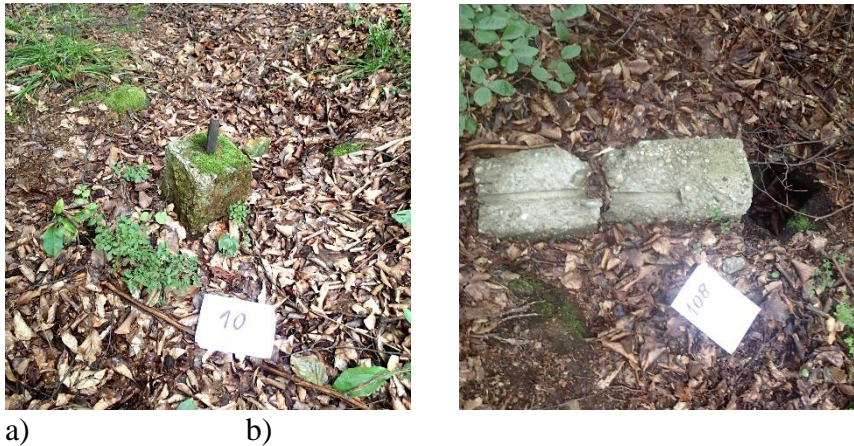
#### *Geodetické sledovania oblasti závalového pásma Baniská*

Oblasť východnej časti závalového pásma bola v minulosti o. i. sledovaná prostredníctvom merania poklesov pevných geodetických bodov na profiloch 0 a I budovaných od r. 1969 (obr. 24). Posledné vykonávané výškové merania bodov v r. 2007 na profile I sú uvádzané v čiastkovej správe za r. 2007 ČMS Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie. Podľa údajov zo správy dochádzalo na profile I k poklesávaniu bodov 101 až 118 za roky 1969, 1978, 1997 a 2007. V období rokov 1997 – 2007 dosiahol priemerný pokles v bodoch 101 – 118 hodnotu 200 mm/rok a max. pokles bol zistený na bode 114, pričom celkový vertikálny posun za obdobie 1969 – 2007 vykazoval hodnotu 7,983 m, pričom za obdobie rokov 1997 až 2007 posun predstavoval 4,798 m.

Hodnotenie horizontálnej zložky pohybov povrchu územia možno usudzovať z porovnania polohopisných zameraní bodov z r. 1978 a 1997 zobrazených na obr. 24 (podľa údajov zo správy Klukanová a kol., 1998). Zo zmien polohy bodov vyplýva okrem vertikálneho poklesu aj horizontálny posun bodov smerom k závalovému pásmu v rozsahu cca 0,8 – 1,6 m, pričom je pozorovateľný menší horizontálny posun na bodoch situovaných prevažne bližšie k závalu. Najmenšie horizontálne posuny boli zistené v tesnej blízkosti závalov na bodoch 59 a 159 (cca 0,5 – 0,7 m) a na bode 18 (0,4 m).

Kvôli overeniu možnosti ďalšieho výškopisného príp. aj polohopisného geodetického zamerania bodov z hľadiska pohybov povrchu územia spôsobených banskou ťažbou v oblasti bola v rámci prác realizovaných v r. 2017 vykonaná revízia stavu pevných geodetických bodov s ich fotodokumentáciou.

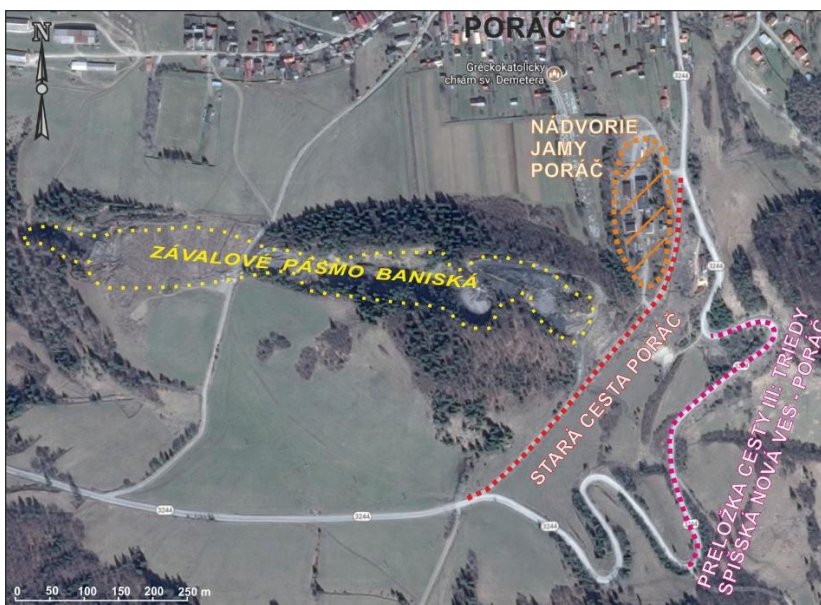
Z revízie vyplýva, že je zachovaných iba 10 pevných geodetických bodov (obr. 24, obr. 28 a). Väčšina bodov profilov bolo pravdepodobne zničených (obr. 28b).



Obr. 28: Príklad revidovaných pevných geodetických bodov a) bod 10 – zachovaný, b) bod 108 – zničený.

V oblasti východného ukončenia závalového pásma Baniská boli vykonávané ťažobnými organizáciami presné výškové nivelačné zameriavania pevných geodetických bodov, a to v oblasti:

- na profile „starej štátnej cesty“,
- preložky cesty III. triedy Spišská Nová Ves – Poráč,
- na nádvorí jamy Poráč (obr. 29).



Obr. 29: Oblasti realizácie výškových geodetických nivelačných meraní pri východnom ukončení závalového pásma Baniská (topograf. podklad: [www.mapy.google.sk](http://www.mapy.google.sk)).

Merania na profile starej cesty Poráč sa už nevykonávajú. Posledné merania boli realizované v r. 2004. Z výsledkov meraní (zdroj: archív Sabar, s.r.o., Markušovce) vyplýva,

že k najväčším vertikálnym posunom došlo na bodoch 18 až 23 s poklesom v rozpätí 16,4 až 37,6 mm (za obdobie október 2000 – august 2004). Uvedené body sú situované v oblasti napájania trasy starej cesty na štátnu cestu III. triedy (Spišská Nová Ves – Poráč).

Vzhľadom na skutočnosť, že od roku 2004 sa merania na geodetických bodoch v oblasti starej cesty nerealizujú, nie je známe, či tu v súčasnosti dochádza k ďalšiemu poklesávaniu územia.

Lokalita „*Preložka cesty III. triedy (Spišská Nová Ves – Poráč)*“ sa nachádza východne od lokality Baniská nad žilnou štruktúrou Droždiak žily, ktorá bola v minulosti rúbaná stareckými dobývkami v takmer bezprostrednom kontakte s povrchom. V tejto oblasti v minulosti prebiehal geologický prieskum a prieskumné banské diela boli vedené tesne pod povrchom a nachádza sa tu i vyústenie bývalého vetracieho komína Peleš, ktoré bolo po mimoriadnej udalosti spôsobenej poklesom hornín v jeho okolí v roku 1994 opätovne zasypané banskou hlušinou.

Trasa preložky cesty je v stanovenom ochrannom pilieri bývalej štátnej cesty, v ktorom však prebiehali dobývacie práce za určených podmienok.

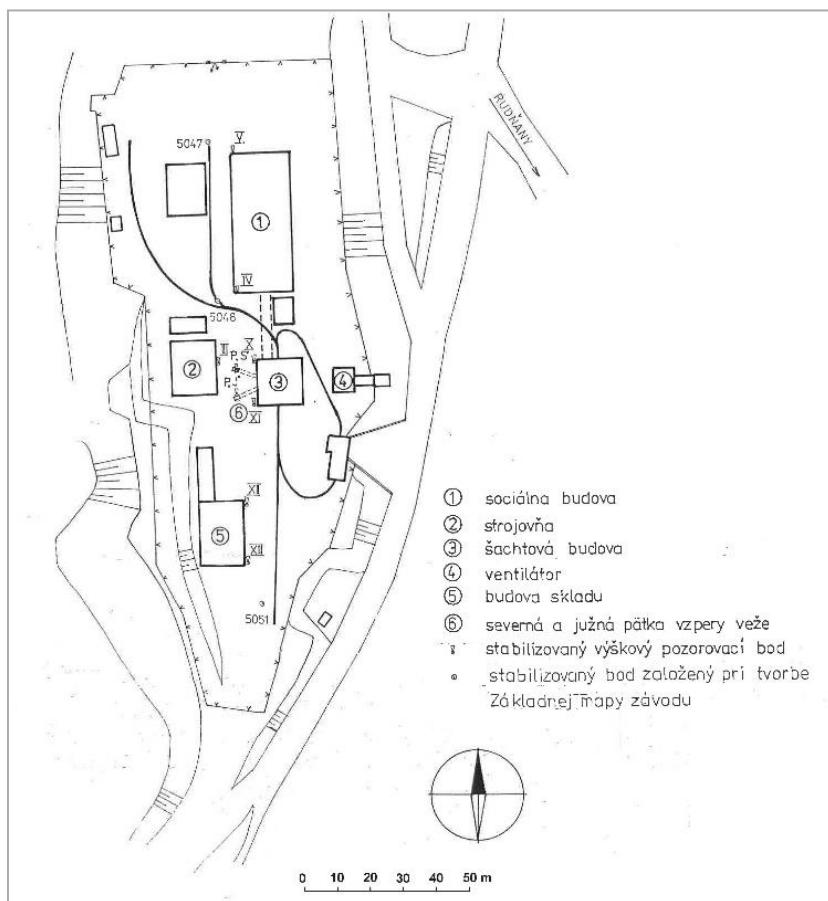
Vzhľadom na výsledky doterajších meraní je možné konštatovať, že výškové odchýlky na jednotlivých pozorovaných bodoch za monitorované obdobie dosahujú hodnoty zodpovedajúce presnosti jednotlivých meraní a teda nepoukazujú na zjavné výškové deformácie terénu a stavebných objektov v tejto lokalite.

Vzhľadom na porovnanie výsledkov dlhodobých pozorovacích meraní a skutočnosť, že od ukončenia banskej činnosti v tejto lokalite uplynulo viac ako dvanásť rokov je možné predpokladať, že monitorované územie je stabilné s minimálnou mierou pravdepodobnosti vertikálnych pohybov daného územia i samotnej stavby cesty č. III/3244. Z uvedených dôvodov bolo navrhnuté vykonať kontrolné geodetické pozorovanie vertikálnych pohybov v tejto lokalite po uplynutí piatich rokov, t. j. v roku 2021 (Jakubek, 2016).

Podrobnejšie zhodnotenie výsledkov meraní v oblasti profilu starej cesty Poráč a oblasti preložka cesty III. triedy (Spišská Nová Ves – Poráč) sú uvedené v čiastkovej správe za r. 2016 – ČMS Geologické faktory, podsystem 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie.

Vertikálne poklesy v *oblasti nádvoria Jamy Poráč* sú sledované na geodetických bodoch (obr. 30) osadených na existujúcich stavbách (sociálna budova, šachtová budova, strojovňa, päťka vzpery veže) od apríla roku 1990, kedy bolo realizované základné meranie.

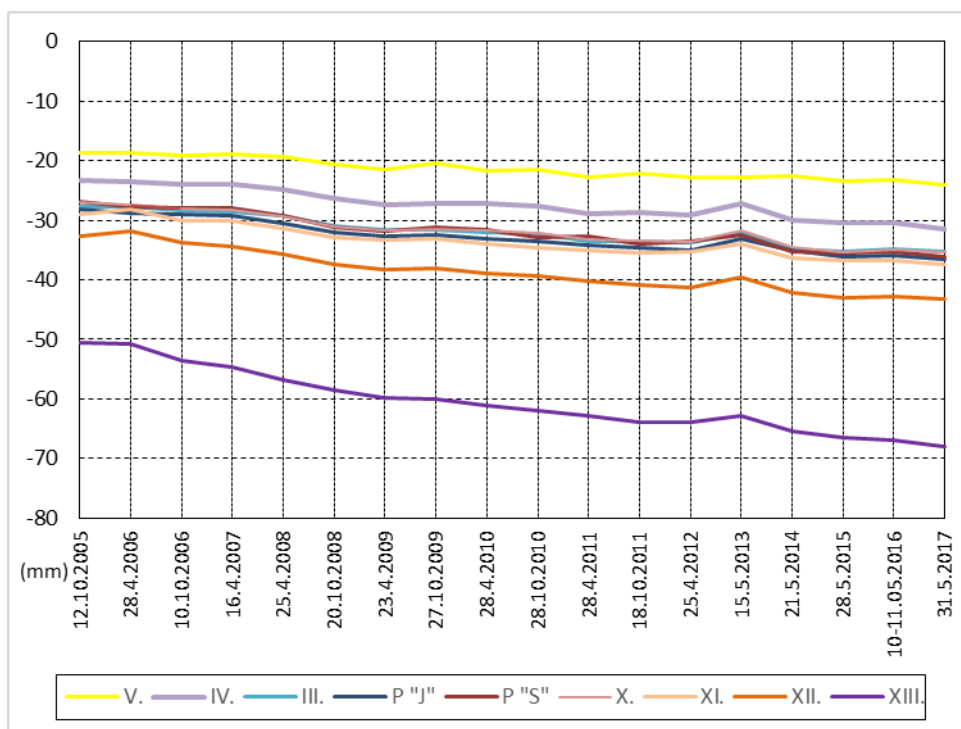
V súčasnosti sú body geodeticky zameriavané raz ročne. Celkový pokles za obdobie apríl 1990 – máj 2017 (podľa zdroja: archív Sabar, s.r.o., Markušovce) sa pohyboval v rozsahu 24,0 – 68,0 mm (tab. 35). Maximálna miera poklesu (68,0 mm) bola zistená na bode XIII. (bod situovaný na budove skladu). Z výsledkov geodetických meraní je zrejmé, že postupné pomalé poklesávanie sledovaného územia nádvoria Jamy Poráč (obr. 31) naďalej pokračuje. Poklesávanie je sprevádzané deformáciou výstroja jamy spôsobenej plynulou deformáciou horninového masívu dotknutého ťažbou.



Obr. 30: Situácia sledovaných geodetických bodov na nádvorí jamy Poráč (zdroj: archív Sabar, s.r.o., Markušovce)

Tab. 35: Výsledky výškových meraní geodetických bodov na nádvorí jamy Poráč (zdroj: archív Sabar, s.r.o., Markušovce)

Merané dňa	12.10.2005	28.4.2006	10.10.2006	16.4.2007	25.4.2008	20.10.2008	23.4.2009	27.10.2009	28.4.2010	28.10.2010	28.4.2011	18.10.2011	25.4.2012	15.5.2013	21.5.2014	28.5.2015	10-11.05.2016	31.5.2017	3.4.1990
<b>V.</b>	-18,7	-18,6	-19,1	-18,8	-19,4	-20,6	-21,4	-20,4	-21,6	-21,5	-22,8	-22,2	-22,8	-22,8	-22,6	-23,5	-23,1	-24,0	772,383
<b>IV.</b>	-23,2	-23,4	-23,9	-23,9	-24,8	-26,4	-27,3	-27,1	-27,2	-27,6	-28,8	-28,7	-29,2	-27,2	-30,0	-30,4	-30,4	-31,4	772,438
<b>III.</b>	-27,8	-27,7	-28,3	-28,5	-29,3	-31,0	-31,5	-31,6	-32,0	-32,3	-33,5	-33,6	-33,8	-32,0	-34,9	-35,3	-34,9	-35,3	772,508
<b>P "J"</b>	-28,2	-28,7	-29,1	-29,3	-30,5	-32,0	-32,6	-32,5	-33,0	-33,6	-34,1	-34,7	-35,1	-33,2	-35,1	-36,2	-35,9	-36,6	771,994
<b>P "S"</b>	-26,9	-27,7	-27,9	-28,0	-29,2	-31,1	-31,8	-31,2	-31,6	-32,9	-32,6	-33,9	-33,5	-32,5	-35,3	-35,5	-35,2	-36,1	771,943
<b>X.</b>	-27,0	-27,4	-28,0	-28,2	-29,4	-31,0	-31,7	-31,5	-31,6	-32,2	-33,2	-33,5	-33,7	-31,7	-34,5	-35,4	-34,9	-35,4	772,148
<b>XI.</b>	-28,9	-28,2	-30,1	-30,0	-31,3	-32,9	-33,4	-33,1	-33,9	-34,5	-35,0	-35,4	-35,3	-33,9	-36,3	-36,7	-36,7	-37,4	772,219
<b>XII.</b>	-32,7	-31,9	-33,8	-34,3	-35,7	-37,4	-38,2	-38,1	-38,9	-39,3	-40,3	-40,8	-41,2	-39,5	-42,1	-42,9	-42,7	-43,3	772,060
<b>XIII.</b>	-50,5	-50,7	-53,6	-54,7	-56,9	-58,6	-59,9	-60,0	-61,2	-61,9	-62,9	-63,8	-64,0	-62,9	-65,4	-66,6	-66,9	-68,0	771,930



Obr. 31: Graf poklesov geodetických bodov v oblasti nádvoria jamy Poráč ( dátový zdroj: archív Sabar, s.r.o., Markušovce)

#### 4.8 Lokalita Nižná Slaná R8

Ložisko metasomatického sideritu Nižná Slaná – Manó – Kobeliarovo (DP Nižná Slaná) hlbinne ťažila firma Siderit s.r.o., Nižná Slaná. Tá sa však pre platobnú neschopnosť v novembri 2008 dostala do konkurzu a ťažba bola zastavená. V nasledujúcich rokoch prebiehali neúspešné pokusy o obnovenie ťažby, pričom ložisko bolo odvodňované čerpaním banskej vody. Na základe rozhodnutia Obvodného banského úradu č. 549-1709/2011 z 3. 8. 2011 bola organizácii Siderit, s.r.o. Nižná Slaná povolená banská činnosť – likvidácia hlavných banských diel v dobývacom priestore „Nižná Slaná“. Obvodný banský úrad v Spišskej Novej Vsi nariadil tejto organizácii, aby vypracovala hydrogeologickú štúdiu zatápania bane a následne i Plán likvidácie hlavných banských diel, ktorý mal túto štúdiu zohľadniť. Hydrogeologickú štúdiu zatápania bane v Nižnej Slanej, resp. ložiska Manó – Gabriela, vypracoval pre Siderit, s.r.o. Nižná Slaná Ing. Marián Bachňák – ENVEX Rožňava (Bachňák, 2011). Doba zatopenia bane sa v tejto štúdii odhaduje na 20 rokov a množstvo vytekajúcej banskej vody na 7 – 12 l/s. Pre zamedzenie vzniku nežiaducich priesakov v zastavanom priestore medzi šachtou a riekou Slaná, kde prechádza štátna cesta, sa v štúdii navrhuje vyrazenie odvodňovacej štôlne vo výškovej úrovni miestnej eróznej bázy 360 m n.m. Po odpojení elektrickej energie došlo 18. 8. 2011 na XIII. obzore a 19. 8. 2011 na XII. obzore k ukončeniu odvodňovania podzemia čerpaním. Odvtedy prebieha samovoľné zatápanie tejto bane. Z dôvodu nebezpečnej situácie, ktorá vznikla po likvidácii povrchovej časti banskej prevádzky tým, že vstupu do podzemia cez hlavné banské diela nebolo zabránené žiadnymi technickými prostriedkami, bolo Obvodným banským úradom Spišská Nová Ves nariadené organizácii Rudné bane, štátny podnik, Banská Bystrica vykonať opatrenia na odstránenie tohto nebezpečného stavu a ďalej bolo nariadené, aby zaistila plnenie podmienok rozhodnutia o likvidácii hlavných banských diel v dobývacom priestore Nižná Slaná. V roku 2013 organizácia Zamgeo s.r.o., Rožňava vyrazila úvodnú časť odvodňovacej štôlne Marta, vybudovanie ktorej bolo navrhnuté vyššie uvedenou hydrogeologickou štúdiou,

v dĺžke 53 m (Kolektív autorov, 2015). Organizácia Rudné bane, š.p. Banská Bystrica, stredisko Spišská Nová Ves v rámci nariadených opatrení OBU v Spišskej Novej Vsi v DP Nižná Slaná dokončila razenie štólne Marta – odvodňovacieho banského diela z povrchu až do telesa jamy Gabriela o celkovej dĺžke 110 m, pričom v roku 2015 bolo vyrazených 57 m. (Kolektív autorov, 2016). V roku 2017 pokračovala výstavba vodohospodárskych zariadení pred ústím štólne Marta na základe vodoprávneho rozhodnutia a výstavba portálu tejto štólne (Kolektív autorov, 2018).

Odkalisko v Nižnej Slanej je zaradené do kategórie A v zmysle zákona č. 514/2008 Z. z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Obvodný banský úrad v Spišskej Novej Vsi, ako prvostupňový orgán na výkon štátnej správy podľa zákona č. 514/2008 Z. z., tu vykonáva štátny dozor nad plnením požiadaviek a povinnosti prevádzkovateľov úložísk ťažobných odpadov ustanovených zákonom č. 514/2008 Z. z. a rozhodnutiami vydanými na jeho základe.

V období od februára 2014 do júla 2015 bol na lokalite Nižná Slaná vykonaný podrobný geologický prieskum životného prostredia (Pramuk et al., 2016), zameraný na odkalisko a haldy ako pravdepodobné environmentálne záťaž. Realizovanými prácami bola potvrdená environmentálna záťaž, ktorú tvorí odkalisko Nižná Slaná a haldy. Celkovo tu bolo vymedzených 6 znečistených území: odkalisko, haldy pri ťažobnom závode a v doline Gampel' a dve menšie územia s vysokou kontamináciou v blízkosti ciest. Aktuálnosť environmentálneho rizika – šírenia sa znečistenia pre receptory v biologickej kontaktnej zóne – bola potvrdená len v prípade haldy v doline Gampel'. Na základe zhodnotenia karcinogénneho rizika z ingescie zemín tu vyplýva existencia potenciálneho rizika pre populáciu dospelých aj detí. Pre detskú populáciu tu bolo preukázané aj nekarcinogénne riziko cestou náhodnej ingescie zemín. Preto sa navrhuje sanácia haldy v doline Gápel'.

### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Od augusta 2011 prebieha samovoľné zatápanie bane. Organizácia RB Banská Bystrica sleduje stúpanie hladiny občasnými meraniami v jame Gabriela. V auguste 2017 bola hladina zistená v úrovni 190 m pod terénom, t. j. v úrovni 204,8 m n.m.

V areáli ťažobného závodu sa nachádzala tepelná úpravňa železnej rudy, pozostávajúca z drviarne, dvoch rotačných pražiacich pecí na dekarbonatizáciu rudy a prevádzky tepelnej peletizácie. Úpravňa rudy bola dlhodobo zdrojom emisií plyných zložiek a tuhých úletov kontaminujúcich ovzdušie a povrch ich spádovej oblasti najmä sírou, železom, mangánom a arzénom. Nemagnetický podiel separácie tepelne spracovanej rudy bol skladovaný na odkalisku lokalizovanom v blízkosti bansko-úpravárenského závodu. Počas prevádzky sa čerpaná banská voda používala v technológii úpravy rudy a jej prebytok bol prečerpávaný na odkalisko. Ťažobnou organizáciou bol realizovaný prevádzkový monitoring množstva a kvality banskej vody a priesakovej vody z odkaliska. V zmysle programu v schválenom manipulačnom a prevádzkovom poriadku odkaliska sa na ňom pravidelne vykonávali merania hladiny podzemnej vody v sondách a geodetické merania posunu hrádze odkaliska.

Ťažobná organizácia poskytla do databázy ČMS GF VŤŽP prevádzkové údaje o kvalite odpadových a banských vôd za roky 2005 – 2009. Vlastnými laboratórnymi prácami sme 2 krát ročne zisťovali kvalitu drenážnej vody z odkaliska v rokoch 2009 až 2017. Tieto údaje sú pre obdobie rokov 2014 a 2015 doplnené výsledkami laboratórných rozborov, vykonaných v rámci geologického prieskumu životného prostredia (Pramuk et al., 2016). V tab. 36 uvádzame charakteristické hodnoty sledovaných kvalitatívnych ukazovateľov, odvodené z výsledkov laboratórných rozborov za monitorované obdobie. Zistené sú zvýšené koncentrácie síranového aniónu, amónneho iónu, mangánu a arzenu vo vode odkaliska,

nevyhovujúce požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 37). Z hľadiska hodnotenia kvality drenážnej vody odkaliska podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) je priesaková voda odkaliska riziková obsahom As (preyšuje indikačné kritérium a atakuje hranicu intervenčného kritéria), (tab. 38 a 39). Taktiež mierne prekračuje hodnotu indikačného kritéria pre obsah amónneho iónu. V roku 2017 bola zistená charakteristická hodnota obsahu As nižšia oproti obdobiu 2009 – 2016 o 26 %, síranového aniónu o 16 %, Sb o 55 % a Mn o 5 %. Naopak, zvýšenie je zistené u amónneho iónu o 9 % (tab. 36).

Tab. 36: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska v Nižnej Slanej

Objekt	Dátum	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
odkalisko	2009 – 2016	113,6	7,72	352	1,45	1,09	1,49	0,0031	0,0991	0,0037	0,0016
	2017	112,2	8,22	295	1,58	0,82	1,42	-	0,0801	0,0015	0,0010

Tab. 37: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska v Nižnej Slanej s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	Fe	Mn	Pb	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 – 2016	1,03	V	1,41	1,13	0,55	4,98	0,42	13,22	0,74	0,14
	2017	1,02	V	1,18	1,22	0,41	4,73	-	10,67	0,29	0,09

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a medznej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie medznej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

Tab. 38: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska Nižná Slaná s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH <sub>4</sub>	Pb	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 – 2016	0,57	V	1,21	0,03	1,98	0,15	0,002
	2017	0,56	V	1,31	-	1,60	0,06	0,001

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

Tab. 39: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska Nižná Slaná s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH <sub>4</sub>	Pb	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 – 2016	0,38	V	0,60	0,02	0,99	0,07	0,001
	2017	0,37	V	0,66	-	0,80	0,03	0,001

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

### *Inžinierskogeologické aspekty*

V ložiskovej oblasti Nižná Slaná sa objekty terénnych depresií viažu na staršie dobývky sideritovej šošovky Manó a na novšie závaly nad dobývkami menšej sideritovej šošovky pri Kobeliarove. Terénne depresie nad ložiskom Manó sa nachádzajú v málo navštevovanom a pomerne neprístupnom teréne okolo kóty Rimberg medzi Nižnoslanskou Baňou

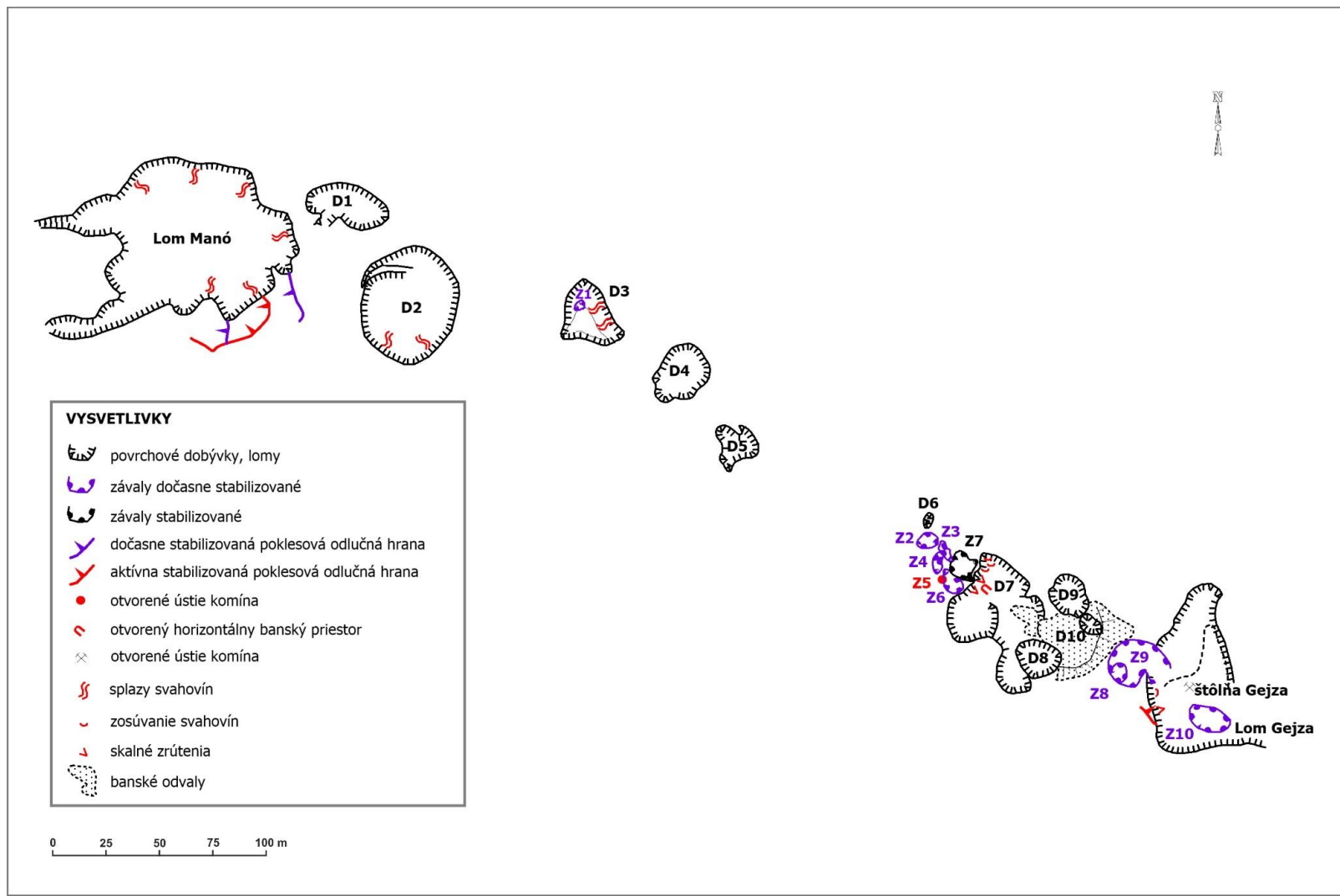
a Kobeliarovom. V roku 2015 sme tu terénnym výskumom zisťovali aktuálny stav stability povrchu v blízkosti povrchových a podpovrchových dobývok. V závalovom pásme ložiska Kobeliarovo, nachádzajúcom sa pri SZ okraji obce Kobeliarovo, prebiehajú od roku 1995 dynamické zmeny, ktoré sme podrobne hodnotili v ročnej správe za rok 2014. V rokoch 2015-2017 sme tu terénnou rekognoskáciou zisťovali zmeny rozsahu závalov a ich sprievodných prejavov.

#### Ložisko Manó

V roku 2015 sme vykonali na ložisku Manó GNSS zameranie výrazných terénnych depresí – povrchových dobývok, lomov a závalov v oblasti vystupovania ložiska Manó k povrchu v dĺžke cca 550 m, pričom bola dokumentovaná miera aktivity svahových deformácií (obr. 32). Situácia zameraných morfológických prvkov bola následne konfrontovaná s dostupnou archívnu dokumentáciou. Bližšia charakteristiku dokumentovaných povrchových prejavov banskej činnosti v oblasti povrchového a pripovrchového dobývania ložiska Manó je uvedená v ročnej správe za rok 2015.

Podľa archívnej dokumentácie (mapy z Baníckej a geologickej expozície v Nižnej Slanej) bolo ložisko Manó ťažené aj povrchovými dobývkami, pričom na západnom aj východnom okraji záujmového územia boli ťažené základkové lomy – lom Manó (na západnej strane) a lom Gejza (na východnej strane). V priestore medzi lomami sú zakreslené v starších mapách menšie kutacie jamy, pravdepodobne aj povrchové dobývky a výraznejšie depresie.

V roku 2017 sme na ložisku Manó nerealizovali nové terénne pozorovania. V nasledujúcom období je potrebné monitorovať dokumentované aktívne prejavy svahových deformácií. Je možné predpokladať i vznik ďalších prejavov banskej činnosti na povrchu, a to predovšetkým prepadnutia ústí bankských komínov v sledovanej oblasti ložiska Manó.



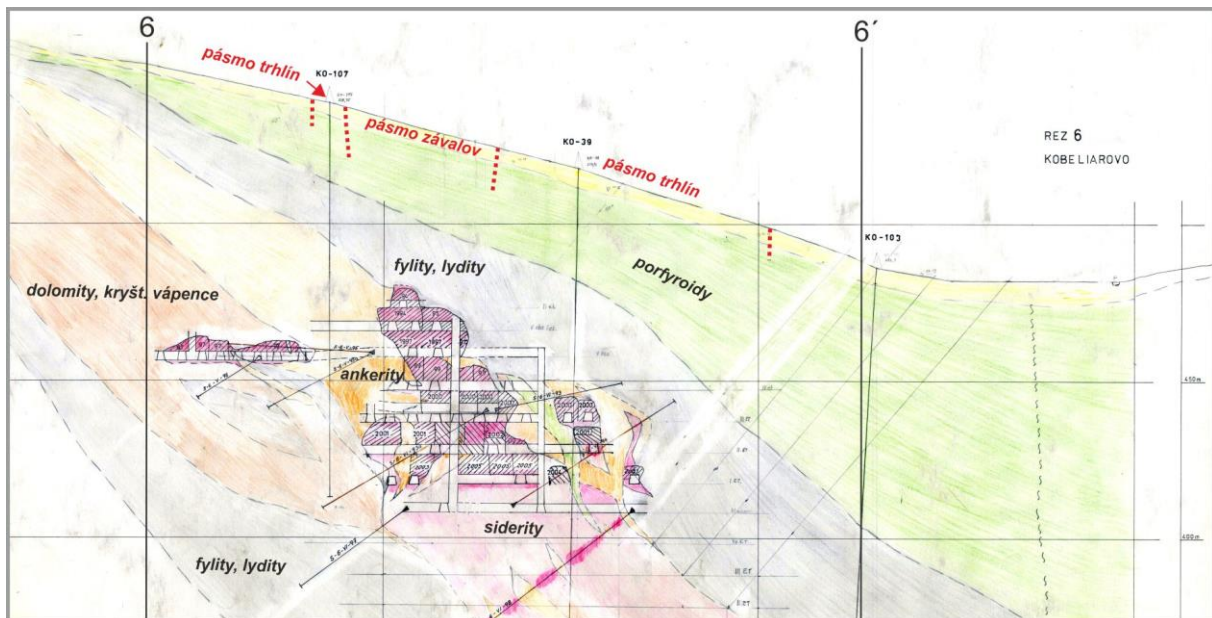
Obr. 32: Situácia závalov na ložisko Manó

## Ložisko Kobeliarovo

Ložisko Kobeliarovo sa nachádza neďaleko obce Kobeliarovo, asi 150 m severozápadne od severného okraja obce.

Ložiskovú polohu vytvárajú telesá karbonátov – metasomatické siderity, z ostatných karbonátov sú zastúpené dolomity a kryštalické vápence. Smer ložiska je SZ-JV s úklonom 50° k SV. Sideritová výplň ako aj ostatné karbonáty nemajú vrstevnatý charakter, horniny sú celistvé, pričom tektonická porušenosť je značná. Smerná dĺžka bilančného zrudnenia na úrovni VI. obzoru je 350 m pri nepravej priemernej hrúbke 70 m. Na V. obzore má ložisko smernú dĺžku 200 m a nepravú hrúbku 30 m. Podložie ložiska má pomerne strmý sklon s úklonom na sever. Od podložia je bilančné teleso tektonicky ohraničené vrstvou čiernych fylitov hrubou 1-5 m, pod ktorými je pomerne hrubá vrstva nebilančných karbonátov – dolomitov a kryštalických vápencov (obr. 33). Nadložie telesa tvoria čierne fylity s lyditi a sericiticko – chloritické fylity (Mihók, Jančura, 1995).

Ložisko Kobeliarovo je charakterizované výskytom sústredenej skupiny závalov. Na opodstatnený predpoklad vzniku závalov v dôsledku ťažby ložiska už upozornili v súvislosti s výpočtom zásob na ložisku Mihók, Jančura (1995). Ako uvádzajú, rudné teleso hlavnej polohy sa nachádza 25 – 50 m (V-Z) pod povrchom, čo je reálny predpoklad prepádavania povrchu pri odťažení určitého množstva zásob. Toto sa potvrdilo v apríli 1995, kedy sa doposiaľ nezavalený vyrúbaný priestor na II. a I. etáži náhle zavalil preborením nadložia (čierne a zelenkavé fylity) s prejavmi až na povrch, keď sa vytvoril kráter cca 20x15 m. Z uvedeného vyplýva, že pri ďalšom dobývaní závalovými dobývacími metódami bude sa postupnou exploataciou ložiska prepadať povrch nad ložiskom. Závalové pásmo po vynesení na povrch má plochu 5,6 ha (vyrúbanie zásob po úroveň VI. obzoru) (Mihók, Jančura, 1995).



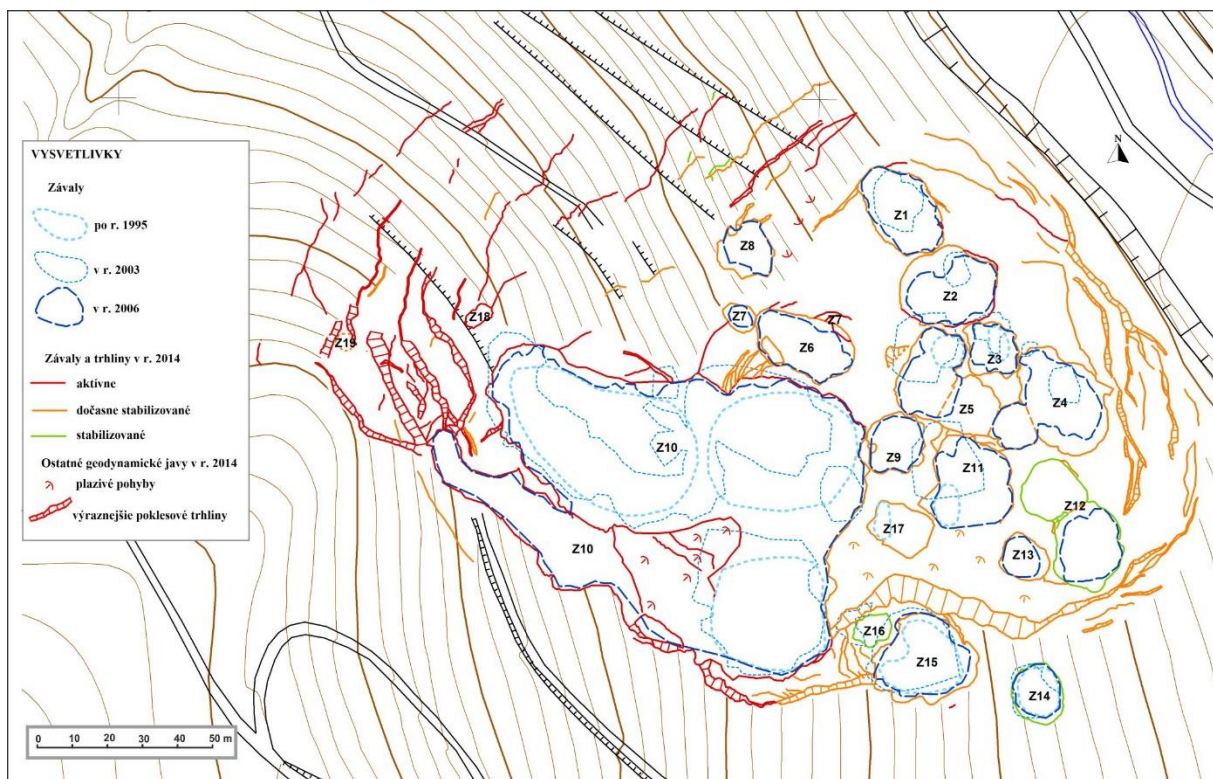
Obr. 33: Rez 6 ložiskom Kobeliarovo (zdroj: zložka GJ11, Slovenský banský archív v Banskej Štiavnici, upravené a doplnené)

V rámci vlastných prác na lokalite Nižná Slaná R8 – ložisko Kobeliarovo bolo v r. 2014 realizované v oblasti závalov podrobné GNSS zameranie prístrojom Trimble Geo7x

s horizontálnou presnosťou od 0,1 m do 1,5 – 2,5 m (podľa prekrytia územia vegetačným pokryvom). Registrované boli viaceré typy geodynamických javov vplyvom poddolovania ako závaly (resp. subsidenčné depresie), trhliny poklesového, ťahového a ťahovo-poklesového charakteru, plazivé pohyby hornín, a pod.

Celkovo bolo lokalizovaných 19 závalov zobrazených na obr. 34, na ktorom je možné pozorovať aj postupný vývoj rozširovania sa závalov na ložisku. Niektoré zo závalov sú aj ohraňované skupiny predtým samostatných závalov (napr. závaly Z5, Z12). Plošný rozsah závalov (bez trhlín) dosahuje vo V-Z smere šírku približne 200 m (270 m vrátane výskytu trhlín) a v S-J smere približne 170 m (200 m vrátane trhlín).

Ako je zrejmé z obr. 35 najrozsiahlejší zával Z10 je lokalizovaný v oblasti ťažby 5. obzoru a jeho etáži. Jedná sa o oblasť, kde ťažba prebiehala najbližšie k povrchu územia v rámci ložiska. Ide o najstaršiu ťaženú oblasť, dobývanú v 90-tych rokoch 20. stor. ťažba na ložisku sa postupne presúvala smerom do hĺbky a zároveň na severovýchod smerom k údoliu Kobeliarskeho potoka. Severovýchodná časť závalového pásma, s viac-menej samostatnými závalmi Z1 – Z9, Z11-Z13 a Z17, sa vyvinula nad ťažobnou oblasťou VI. obzoru a jeho etáži. Ďalšiemu rozširovaniu závalov do údolia zamedzuje ochranný pilier Kobeliarskeho potoka.



Obr. 34: Mapa vývoja závalov na ložisku Kobeliarovo v období po r. 1995 do r. 2014. (topografický podklad: Ščuka et al. (1982))

Aktívnou je oblasť západnej až severozápadnej časti závalového pásma. Dôvodom aktivity je pravdepodobne prepájanie vydobytých priestorov od V. obzoru smerom do hĺbky – do etáží VI. obzoru so snahou rozširovania sa závalov v podobe tvorby výrazných aktívnych ťahovo-poklesových trhlín S-J až SV-JZ orientácie. Pozoruhodnou je JZ oblasť závalového pásma, kde na povrchu zatiaľ nebol pozorovaný vznik závalov nad vydobytými priestormi V. obzoru, čo pravdepodobne súvisí s väčšou hĺbkou nadložia vydobytých priestorov. Väčšia aktivita je na južnom okraji závalového pásma, kde je úroveň V. obzoru bližšie k povrchu terénu a vydobyté priestory sú aj v I. etáži V. obzoru a smerom na sever do oblasti závalu Z10 aj v II. etáži V. obzoru. Najbližšie k obci Kobeliarovo je juhovýchodný okraj ťaženej časti ložiska v úrovni II. etáže VI. obzoru. Napriek relatívne malej hĺbke ťažby (okolo 40 m) tu zatiaľ neboli pozorované výraznejšie (voľným okom pozorovateľné) morfológické prejavy subsidencie územia.

V r. 2017 sa práce sa sústredili na rekognoskáciu zameranú na registráciu zmien v rozsahu a aktivite závalov a súvisiacich geodynamických javov v porovnaní s predošlým obdobím. Vzhľadom na zníženu dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) a obmedzenú možnosť prístupu k okraju závalu (z dôvodu osobnej bezpečnosti), je možné rozširovanie závalov a sprievodných geodynamických javov prostredníctvom GNSS zameriavania (hlavne menšieho rozsahu) sledovať len obtiažne. Preto je vhodné morfológické zmeny v oblasti závalového pásma hodnotiť aj prostredníctvom porovnávania časových fotografických snímok získavaných z vytýčených stanovišť. Pre sledovanie zmien v rozširovaní samotných závalov je však aj tento spôsob sledovania vzhľadom na hustý vegetačný pokryv veľmi obmedzený.

Pre pozorovanie zmien aktivít závalového pásma bolo vytýčených 7 stanovišť s označením A až G (obr. 36), z ktorých bolo realizované „nulté snímkovanie“ (obr. 35).



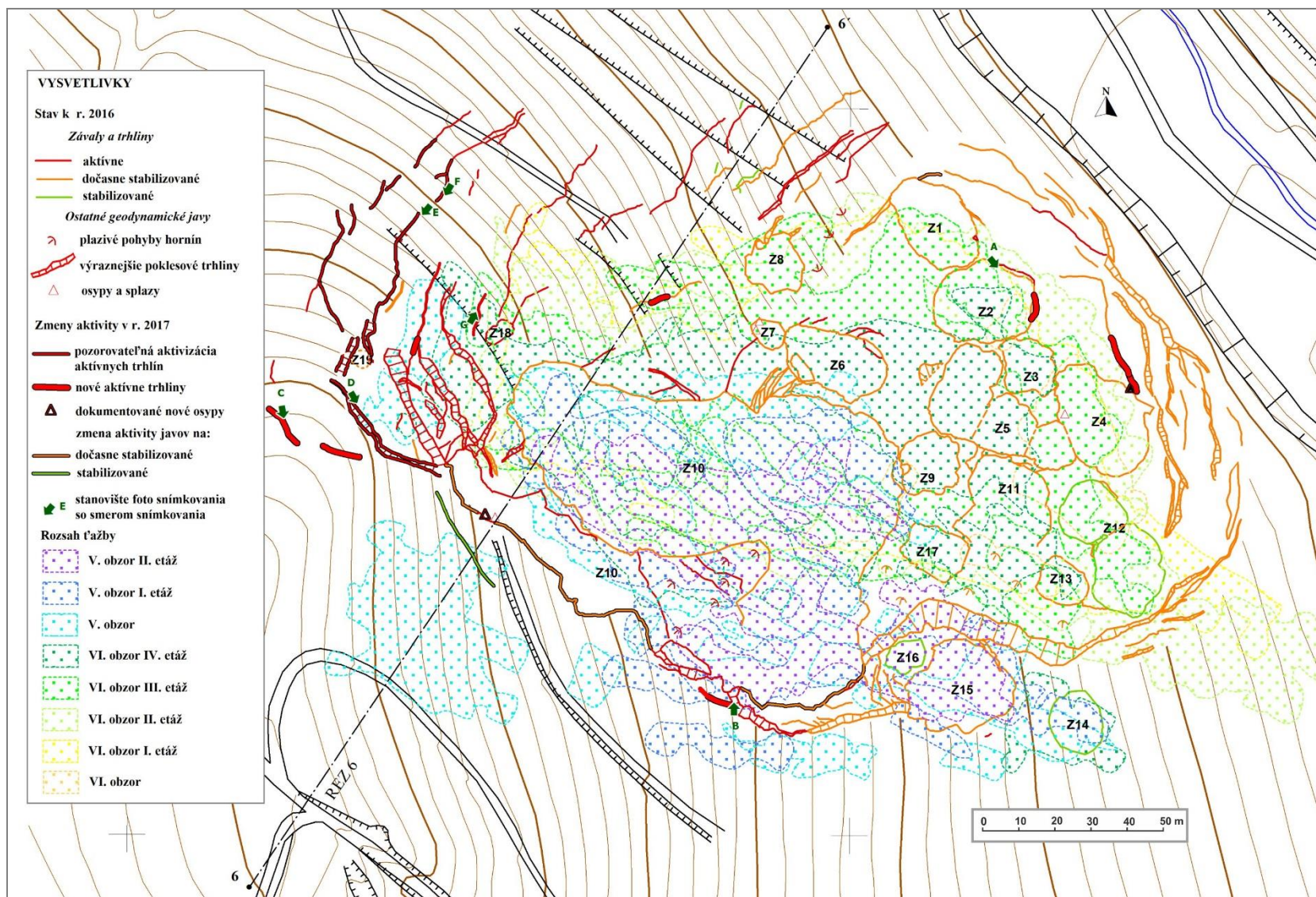
Obr. 35: Príklad označenia pozorovacieho stanovišťa C v západnej časti závalového pásma

V rámci terénneho výskumu boli zistené nasledovné zmeny v rozsahu a aktivite závalov a súvisiacich geodynamických javov.

Vo východnej časti závalového pásma neboli zaznamenané v plošnom rozsahu významnejšie zmeny v rozširovaní závalov (obr. 36). Na východnom okraji závalu Z2 bol pozorovaný zosuv horninových blokov veľkosti do 1 m pozdĺž okraja závalu v dĺžke cca 4 m. Dosah zosúvania je do hĺbky cca 3 – 4 m. Pre sledovanie zmien tu bolo vytýčené stanovište A foto snímkovania (obr. 37a). Na závale Z4 bola pozorovaná poklesová trhlina. Miera

poklesu narastá smerom na sever z 0,1 – 0,5 m. Poklesová trhlina ďalej prechádza do staršej ťahovej trhliny. V mieste vyústenia trhliny do závalu Z4 bol zistený výskyt splazov a osypov.

V južnej časti závalového pásma bola overená aktívna ťahovo-poklesová trhlina so šírkou okolo 0,2 m s priebežným otvorením do hĺbky cca 0,2 m. Táto trhlina vyúsťuje smerom na východ do poklesovej trhliny a smerom na SZ vyznieva k závalu. Miesto vyústenia poklesovej trhliny do závalu bolo snímované zo stanovišťa B (obr. 37b).



Obr. 36: Mapa závalov na ložisku Kobeliarovo so stavom k r. 2016 s aktualizáciou zmien aktivity v r. 2017, so znázornením rozsahu ťažby získanom spracovaním mapových podkladov zo Slovenského banského archívu v Banskej Štiavnici (topografický podklad: Ščuka et al., 1982)



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)

Obr. 37: Nultá séria fotografického snímokovania závalového pásma v Kobeliarove - r. 2017 – a) stanovište A, b) stanovište B, c) stanovište C, d) stanovište D, e) stanovište E, f) stanovište F a g) stanovište G

Juhozápadný okraj závalu Z10 možno preklasifikovať z aktívneho na dočasne stabilizovaný. Dochádza k postupnej stabilizácii okraja závalu. Rozširuje sa tu porast stromov. Lokálne je však možné pozorovať na okraji závalu výskyt osypov aj väčších úlomkov a blokov. Poklesová trhlina paralelná s okrajom závalu (pretínajúcu rez 6 – obr. 36), vzhľadom na utíchajúce prejavy aktivity, bola preklasifikovaná z dočasne stabilizovanej na stabilizovanú. Najaktívnejšou oblasťou ostáva západná až severozápadná oblasť závalového pásma. V r. 2017 tu bol zaznamenaný ďalší rozvoj aktivity poklesávania územia v podobe rozvoja existujúcich aktívnych trhlín a vzniku nových aktívnych trhlín. V západnom okraji závalového pásma boli zaznamenané 2 ťahovo-poklesové trhliny s poklesom 0,1 až 0,7 m a s prejavom na povrchu ako plytkej depresie šírky do 0,5 m. Miera poklesu narastá na trhlina smerom na východ k závalu. Pre sledovanie zmien tu bolo vytýčené pre foto snímkovanie stanovište C (obr. 37c). Ako je zrejmé z obr. 37 v predmetnej oblasti sa prejavila poklesová aktivita územia na viacerých aktívnych prevažne ťahovo-poklesových trhlinách. Pre sledovanie zmien tu boli vytýčené pre foto snímkovanie stanovišťa D, E a F (obr. 37d, 37e, 37f). Na 2 miestach boli dokumentované novovzniknuté aktívne trhliny ťahovo-poklesového charakteru so šírkou do 0,3 m. Jedná sa o prepojenia existujúcich trhlín. Pre pozorovanie jednej z ďalších aktívnych trhlín bolo vytýčené stanovište pre foto snímkovanie G (obr. 37g).

#### 4.9 Lokalita Slovinky R9

Na tejto lokalite sa nachádza vyťažené ložisko medenej rudy Gelnica – Gelnická žila (DP a CHLÚ) a ložisko Gelnica – Krížová žila (CHLÚ), oba v správe ŠGÚDŠ Bratislava. Ťažba je od roku 1990 ukončená a likvidačné a zabezpečovacie práce tu vykonáva organizácia Rudné Bane, š. p. Banská Bystrica, ktorá prevádzkuje areál bývalého závodu Železorudných Baní. V roku 2011 táto organizácia vykonala opravu systému odvedenia bankských vôd zo štôlne Alžbeta v Slovinkách, popri štátnej ceste k drenážnemu kanálu zvädzajúcemu vodu od odkaliska Bodnárec. V roku 2013 boli likvidované následky bývalej banskej činnosti a prejavov na povrchu v katastri mesta Gelnica, kde bolo vykonané zabezpečenie štôlní Jozef, Mokré pole a Štefánia. V Slovinkách bol vybudovaný oporný múr Slovinského potoka a vykonaná pravidelná údržba odkaliska Bodnárec (Kolektív autorov, 2014). V roku 2014 organizácia Rudné Bane vykonala zabezpečenie starého bankského diela štôlne Barbora a štôlne Geburda v Slovinkách (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 pokračovali práce na budovaní oporného múru na pravej strane toku Slovinského potoka v dĺžke 75 m, pravidelná údržba odkaliska Bodnárec a merania množstva a kvality vypúšťaných bankských vôd (Kolektív autorov, 2016). V roku 2017 boli robené úpravy odtokových ciest banskej vody na ústí štôlne Alžbeta, pokračovali práce na budovaní oporného múru na pravej strane toku Slovinského potoka v Slovinkách, úpravy odtoku od odkaliska Bodnarec spolu s jeho pravidelnou údržbou a zabezpečenie štôlne Legy.

V období od februára 2014 do júla 2015 bol na lokalite Slovinky vykonaný podrobný geologický prieskum životného prostredia (Pramuk et al., 2016), zameraný na odkalisko a haldy ako pravdepodobné environmentálne záťaž. Z vykonanej analýzy rizika vyplynulo, že 1) na lokalite je prítomné environmentálne riziko znečistenia zemín v kontaktnej (biologickej) zóne ortuťou, meďou, arzénom, antimónom, zinkom a olovom, 2) na lokalite nie je prítomné environmentálne riziko zo šírenia sa znečistenia podzemnou vodou šíriacou sa v pásme nasýtenia, 3) kvalita banskej vody štôlne Ažbeta, prekračuje ukazovatele kvality vody pre daný povrchový recipient – čo znamená, že znečistenie podzemnej vody predstavuje riziko pre povrchové vody, 4) teoreticky existuje výrazné riziko ohrozenia zdravia hodnotenej populácie z expozície ortuti inhaláciou, 5) v prevažnej väčšine prípadov nie je predpoklad poškodenia zdravia hodnotenej populácie pri dermálnom kontakte so znečistenými zeminami

a povrchovou vodou – výnimkou je trvalo bývajúcce obyvateľstvo v blízkosti znečisteného územia (dospelí aj deti), ktorí by denne prichádzali do styku so znečistenou zemínou. riziko vyplýva z prítomnosti arzénu (klasifikovaný ako potvrdený karcinogén). Navrhuje sa spôsob sanácie odkalísk a odvalov i čistenie banskej vody štôlne Alžbeta a drenážnej vody odkaliska Bodnarec.

### **Hydrogeologické a geochemické aspekty**

Banské priestory v oblasti medzi Slovinkami a Gelnicou, ktorými boli v minulosti hlbinné ťažené žily sideritovo-sulfidickej rudy, sú dnes opustené. Z hydrogeologického hľadiska je tu situácia stabilizovaná. Zatopené banské priestory na Slovinskej žile odvodňuje dedičná štôlna Alžbeta do povodia Slovinského potoka. Na gelnickej strane sa nachádza viacero výdatných výtokov zo štôlní na gelnických žilách, najvýznamnejšími sú štôlne Stará Krížová a Jozef. Režim výtokov banskej vody je úzko naviazaný na zrážkovo-klimatické pomery lokality. Banská voda štôlne Alžbeta dlhodobo obsahuje zvýšené koncentrácie As, Sb, Mn a SO<sub>4</sub> a spolu s priesakmi z miestnych odkalísk a hald spôsobuje zhoršenie kvality vody Slovinského potoka.

Meranie množstva banskej vody odtekajúcej štôľňou Alžbeta zabezpečovali od roku 2002 do roku 2009 s frekvenciou 4x ročne pracovníci Rudné bane, š.p. Banská Bystrica, pričom sa 1x ročne sledovala i jej kvalita v obmedzenom rozsahu parametrov. Množstvo drenážnej vody z existujúcich odkalísk touto organizáciou nebolo sledované. Vlastný monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP je od roku 2008 realizovaný na týchto pozorovacích objektoch (obr. 38): S14 – banská voda ložiska vytekajúca štôľňou Alžbeta, S15 – drenážna voda odkaliska Bodnarec, S11 – Slovinský potok nad ložiskom, S12 – Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, S13 – ústie Poráčskeho potoka a S16 – Slovinský potok pod ložiskom. Od roku 2009 sa monitoruje i priesak z odkaliska Kalligrund (S17). Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z výsledky laboratórnych analýz odobratých vzoriek vôd za roky 2008 – 2017 sú uvedené v tab. 40. Od roku 2014 sa s frekvenciou 2x ročne monitoruje i kvalita Thurzovho potoka v gelnickej časti tohto ložiskového územia, spolu s výtokmi banskej vody zo štôlne Stará Krížová a štôlne Jozef.

V hodnotenom období rokov 2007 – 2016 v profile Slovinského potoka pod oblasťou postihnutou ťažobnými aktivitami (profil S16) bola monitoringom dokumentovaná vysoká koncentrácia As a Sb, nevyhovujúca požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (tab. 41). Slovinský potok má pritom pri vstupe do ložiskovej oblasti (profil S11) vyhovujúcu kvalitu. V profile pred sútokom s Poráčskym potokom (S12) je však už nevyhovujúci obsah antimónu. Kvalita Poráčskeho potoka na jeho ústí do Slovinského potoka (S13) je vyhovujúca. Z hľadiska hodnotenia kvality banskej vody štôlne Alžbeta a drenážnej vody odkalísk podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) je dlhodobo riziková len štôlna Alžbeta, a to v obsahu As (tab. 42, 43), ktorý v priemere 6-násobne prevyšuje príslušné indikačné a 3-násobne prekračuje príslušné intervenčné kritérium. Charakteristická hodnota obsahu As v banskej vode štôlne Alžbeta je o 15 % vyššia v roku 2017 ako v období 2007 – 2016 (tab. 40). V roku 2017 bola dokumentovaná i zvýšená koncentrácia Sb vo vode odkaliska Kalligrund.

V profile Thurzovho potoka pred ústím do Hnilca (profil G1) je dokumentovaná zvýšená koncentrácia Sb (tab. 41), približne 6-násobne prevyšujúca medznú hodnotu pre povrchovú vodu. Jeho zdrojom je hlavne banská voda štôlne Krížová, v ktorej obsah Sb približne 3-násobne prevyšuje intervenčné kritérium pre podzemnú vodu (tab. 43). Charakteristická hodnota obsahu Sb v banskej vode štôlne Krížová je o 40 % vyššia v roku 2016 ako v období 2007 – 2015 (tab. 40).

Tab. 40: Charakteristické hodnoty ukazovateľov banskej a povrchovej vody z lokality Slovinky

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l
SI1	2008-16	17,1	8,14	21,9	0,0068	0,00006	0,0203	0,0029	0,0016	0,0029	0,0037	-	-	-
	2017	16,6	7,85	19,0	0,0050	-	0,0020	-	0,0007	0,0019	0,0030	-	-	-
SI2	2008-16	22,1	8,18	28,2	0,0118	0,00005	0,0059	0,0029	0,0045	0,0189	0,0110	-	-	-
	2017	21,9	7,81	24,8	0,0090	-	0,0020	-	0,0030	0,0124	0,0095	-	-	-
SI3	2008-16	36,5	8,35	24,9	0,0254	0,00006	0,0032	0,0029	0,0017	0,0023	0,0019	-	-	-
	2017	35,8	8,21	20,1	0,0165	-	0,0020	-	0,0011	0,0009	0,0015	-	-	-
SI4	2007-16	103,6	7,77	325,2	0,4328	0,00007	0,0037	0,0031	0,2921	0,0092	0,0045	0,0010	0,0020	0,0002
	2017	103,8	7,94	263,0	0,2890	-	0,0035	-	0,3345	0,0067	0,0025	-	-	-
SI5	2008-16	138,2	7,69	691,0	3,4321	0,00006	0,0174	0,0026	0,0406	0,0070	0,0079	0,0443	0,0590	0,0002
	2017	92,4	6,15	373,0	0,6075	-	0,0040	-	0,0322	0,0025	0,0030	-	-	-
SI6	2008-16	42,0	8,24	72,4	0,0724	0,00005	0,0059	0,0036	0,0316	0,0126	0,0063	-	-	-
	2017	37,3	8,08	47,2	0,0380	-	0,0050	-	0,0313	0,0071	0,0065	-	-	-
SI7	2009-16	97,8	7,98	279,4	0,2255	0,00005	0,0095	0,0030	0,0144	0,0088	0,0030	0,0020	0,0020	0,0002
	2017	85,0	7,93	196,0	0,0925	-	0,0065	-	0,0127	0,0289	0,0030	-	-	-
G1	2014-16	36,1	8,46	49,05	0,0100	0,00008	0,0110	0,0025	0,0030	0,0240	0,0125	-	-	-
	2017	38,7	8,11	51	0,0090	-	0,0060	-	0,0033	0,0279	0,0180	-	-	-
G2	2014-16	69,6	7,77	70,4	0,0145	0,00005	0,0220	0,0025	0,0085	0,1385	0,0870	-	-	-
	2017	73,9	7,77	73	0,0465	-	0,0160	-	0,0097	0,1930	0,0790	-	-	-
G3	2014-16	43,0	7,92	85,8	0,0190	0,00005	0,0095	0,0025	0,0018	0,0055	0,0240	-	-	-
	2017	43,9	7,85	85,3	0,0215	-	0,0060	-	0,0009	0,0052	0,0175	-	-	-

Vysvetlivky.: SI1 – Slovinský potok nad ložiskom, SI2 – Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, SI3 – ústie Poráčskeho potoka, SI4 – banská voda ložiska vytekajúcu štôlnou Alžbeta, SI5 – drenážna voda odkaliska Bodnárce, SI6 – Slovinský potok pod ložiskom, SI7 – drenážna voda odkaliska Kalligrund, G1 – potok Turzov, G2 – štôlna Stará Krížová, G3 – štôlna Jozef.

Tab. 41: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Slovinky-Gelnica s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO <sub>4</sub>	Mn	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SI1	2008 – 2015	0,16	V	0,09	0,02	0,06	0,33	0,36	0,14	0,57	0,20	-	-	-
	2016	0,15	V	0,08	0,02	-	0,03	-	0,06	0,37	0,16	-	-	-
SI2	2008 – 2015	0,20	V	0,11	0,04	0,05	0,10	0,35	0,39	<b>3,78</b>	0,59	-	-	-
	2016	0,20	V	0,10	0,03	-	0,03	-	0,25	<b>2,47</b>	0,51	-	-	-
SI3	2008 – 2015	0,33	V	0,10	0,08	0,06	0,05	0,35	0,14	0,46	0,10	-	-	-
	2016	0,33	V	0,08	0,06	-	0,03	-	0,09	0,17	0,08	-	-	-
SI4	2007 – 2015	0,94	V	<b>1,30</b>	<b>1,44</b>	0,06	0,06	0,38	<b>25,18</b>	<b>1,83</b>	0,24	0,05	0,04	0,23
	2016	0,94	V	<b>1,05</b>	0,96	-	0,06	-	<b>28,84</b>	<b>1,34</b>	0,13	-	-	-
SI5	2008 – 2015	<b>1,26</b>	V	<b>2,76</b>	<b>11,44</b>	0,06	0,29	0,32	<b>3,50</b>	<b>1,40</b>	0,42	<b>2,01</b>	<b>1,18</b>	0,23
	2016	0,84	V	<b>1,49</b>	<b>2,03</b>	-	0,07	-	<b>2,78</b>	0,50	0,16	-	-	-
SI6	2008 – 2015	0,38	V	0,29	0,24	0,05	0,10	0,44	<b>2,72</b>	<b>2,52</b>	0,33	-	-	-
	2016	0,34	V	0,19	0,13	-	0,08	-	<b>2,70</b>	<b>1,41</b>	0,35	-	-	-
SI7	2009 – 2015	0,89	V	<b>1,12</b>	0,75	0,05	0,16	0,37	<b>1,24</b>	<b>1,76</b>	0,16	0,09	0,04	0,23
	2016	0,77	V	0,78	0,31	-	0,11	-	<b>1,09</b>	<b>5,77</b>	0,16	-	-	-
G1	2015	0,33	V	0,20	0,03	0,07	0,18	0,30	0,26	<b>4,80</b>	0,66	-	-	-
	2016	0,35	V	0,20	0,03	-	0,10	-	0,28	<b>5,57</b>	0,96	-	-	-
G2	2015	0,63	V	0,28	0,05	0,05	0,36	0,30	0,73	<b>27,70</b>	<b>4,63</b>	-	-	-
	2016	0,67	V	0,29	0,16	-	0,26	-	0,84	<b>38,60</b>	<b>4,20</b>	-	-	-
G3	2015	0,39	V	0,34	0,06	0,05	0,16	0,30	0,15	<b>1,10</b>	<b>1,28</b>	-	-	-
	2016	0,40	V	0,34	0,07	-	0,10	-	0,07	<b>1,04</b>	0,93	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 40. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 38.

Tab. 42: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Slovinky s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SI4	2007 – 2016	0,52	V	0,03	0,004	0,03	<b>5,84</b>	0,37	0,004	0,01	0,02	0,03
<i>Alžbeta</i>	2017	0,52	V	-	0,004	-	<b>6,69</b>	0,27	0,003	-	-	-
SI7	2009 – 2016	0,49	V	0,03	0,01	0,03	0,29	0,35	0,003	0,02	0,02	0,03
<i>Kalligrund</i>	2017	0,42	V	-	0,01	-	0,25	<b>1,15</b>	0,003	-	-	-
SI5	2008 – 2016	0,69	V	0,03	0,02	0,03	0,81	0,28	0,01	0,44	0,59	0,03
<i>Bodnárec</i>	2017	0,46	V	-	0,004	-	0,64	0,10	0,003	-	-	-
G2	2014-2016	0,35	V	0,03	0,02	0,03	0,17	<b>5,54</b>	0,09	-	-	-
<i>St.Krížová</i>	2017	0,37	V	-	0,02	-	0,19	<b>7,72</b>	0,08	-	-	-
G3	2014-2016	0,21	V	0,03	0,01	0,03	0,04	0,22	0,02	-	-	-
<i>Jozef</i>	2017	0,22	V	-	0,01	-	0,02	0,21	0,02	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 40.

Tab. 43: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Slovinky s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SI4	2007 – 2016	0,35	V	0,01	0,002	0,02	<b>2,92</b>	0,18	0,002	0,01	0,01	0,01
<i>Alžbeta</i>	2017	0,35	V	-	0,002	-	<b>3,35</b>	0,13	0,001	-	-	-
SI7	2009 – 2016	0,33	V	0,01	0,005	0,02	0,14	0,18	0,002	0,01	0,01	0,01
<i>Kalligrund</i>	2017	0,28	V	-	0,003	-	0,13	0,58	0,002	-	-	-
SI5	2008 – 2016	0,46	V	0,01	0,01	0,01	0,41	0,14	0,004	0,22	0,30	0,01
<i>Bodnárec</i>	2017	0,31	V	-	0,002	-	0,32	0,05	0,002	-	-	-
G2	2014-2016	0,23	V	0,01	0,01	0,01	0,09	<b>2,77</b>	0,04	-	-	-
<i>St.Krížová</i>	2017	0,25	V	-	0,01	-	0,10	<b>3,86</b>	0,04	-	-	-
G3	2014-2016	0,14	V	0,01	0,005	0,01	0,02	0,11	0,01	-	-	-
<i>Jozef</i>	2017	0,15	V	-	0,003	-	0,01	0,10	0,01	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 40.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. V profile SI6 Slovinského potoka pod odkaliskom Kalligrund prekročili zistené hodnoty vo vzorke sedimentu Slovinského potoka z 8. 10. 2012 intervenčné kritérium pre priemysel 7,5 násobne v obsahu As a 1,3 násobne v obsahu Sb. Indikačné kritérium je tu 2,2 násobne prekročené v obsahu Hg (tab. 44). Z analýz vzoriek dnových sedimentov, odobratých v roku 2015 v rámci geologického prieskumu environmentálnej záťaže (Pramuk et al., 2015) vyplýva: 1) dnové sedimenty Slovinského potoka na úrovni šachty Dorota nie sú kontaminované, 2) sediment Banského potoka v mieste na hranici intravilánu Slovinciek vykazuje prítomnosť znečisťujúcich látok, kde ID hodnota bola prekročená v ukazovateľoch As, Cu a Hg a IT hodnota v ukazovateli Sb, 3) Gelnický potok južne od Gelnickej hory vykazuje prítomnosť znečisťujúcich látok, kde IT hodnota bola prekročená v ukazovateľoch As, Cu a Sb, 4) sediment Poráčskeho potoka pred sútokom so Slovinským potokom nie je kontaminovaný, 5) Slovinský potok nad sútokom s Poráčskym potokom vykazuje prítomnosť znečisťujúcich látok, kde IT hodnotu prekročil ukazovateľ Sb a ID hodnotu ukazovateľa As a Hg.

Tab. 44 Chemické zloženie sedimentu Slovinského potoka v profile S16 pod odkaliskom Kalligrund

Ozn objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
S16	08.10.12	7,85	0,39	7,56	5,49	456	76	1051	104

Ozn objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
S16	08.10.12	<1	47	108	0,3	50	131	1161	6

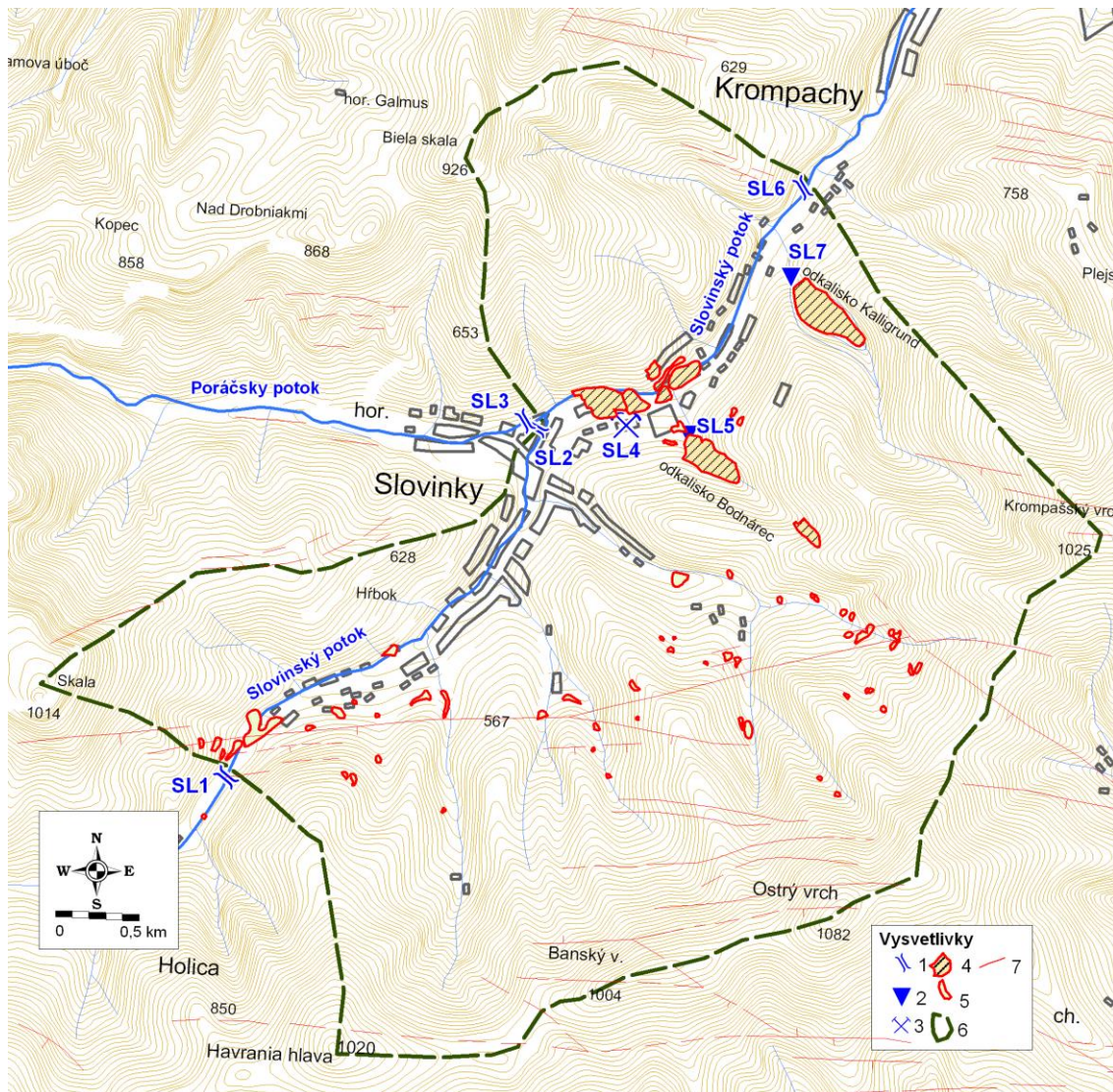
Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, hnedou prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny a žltou prekračujúce indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7.

### *Inžinierskogeologické aspekty*

Z inžinierskogeologického aspektu sú v danej ložiskovej oblasti najväčším problémom poklesy povrchu terénu do dobývok (časť prejavov sa nachádzala v intraviláne obce) a značná rozloha plôch s deponovanými odpadmi. Podľa hodnotenia z roku 1987 (bane boli zlikvidované v r. 1993) boli vydobyté priestory označené ako zavalené, založené a voľné (bez bližšieho priestorového rozlíšenia) a najčastejšie používanou dobývacou metódou bolo medziobzorové dobývanie na zával (70 %), medziobzorové dobývanie starín tvorilo okolo 20 % a výstupkové dobývanie so základkou len 10 %.

Prejavy poklesov terénu v okolí jamy Dorota (závaly, prepادلiská), boli v doterajšom období technicky sanované RB Banská Bystrica. V roku 2010 boli vykonané práce na definitívnom zabezpečení jamy Dorotea. Práce na zasýpaní jamy Emil II sa vykonávali v rokoch 2010 – 2011. V roku 2010 sa začali práce na zabezpečení štólne Križová v Gelnici. V roku 2012 tento podnik vykonával technické úpravy toku Slovinského potoka v úseku pod bývalým závozom ŽB pre zamedzenie vodnej erózie telies haldového materiálu akumulovaného na alúviu tohto toku. V rokoch 2013 – 2017 sa v oblasti Slovinky nevyskytli nové povrchové prejavy nestability.

Na základe výsledkov práce Vodohospodárskej výstavby š. p. Bratislava bolo v roku 2011 Mestským úradom v Krompachoch zvolané pracovné rokovanie za účelom zaistenia bezpečného stavu odkaliska „Slovinky“. Boli prijaté preventívne bezpečnostné opatrenia, ktoré však narážali na prekážku ich realizovateľnosti z dôvodu absencie súčinnosti vlastníka tejto vodnej stavby. Nevyhnutnú údržbu odkaliska Bodnárec vykonávajú priebežne Rudné Bane, š. p. Banská Bystrica.



Obr. 38: Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Slovincy.

1 – monitorovaný profil povrchového toku, 2 – monitorovaná drenáž odkaliska, 3 – monitorované ústie štólne, 4 – odkalisko, 5 – halda, 6 – rozvodnica, 7 – rudná žila.

#### 4.10 Lokalita Rožňava R10

Na tejto lokalite boli v časti východne od rieky Slaná v minulosti v bani Mária ťažené ložiská komplexnej Fe-rudy Rožňava – Mária žila (DP Rožňava I) a Rožňava – Strieborná žila (DP Rožňava III). Ťažba na bani Mária bola ukončená v roku 2000 a baňa bola zatopená. Pre opätovný záujem o ťažbu Striebornej žily sa tu v druhej polovici roka 2011 vykonávalo sprístupňovanie Dopravného prekopolu k jame Mária a príprava odvodňovania bane. V rokoch 2012 a 2013 vykonávala organizácia Gemer – Can, s.r.o. Košice zabezpečovanie bankských diel bane Mária, na základe rozhodnutia OBÚ v Spišskej Novej Vsi č. 243-654/2012, v roku 2013 hlavne na VI. horizonte (Kolektív autorov, 2014). Na základe zmeny č. 1 tohto rozhodnutia č. 607-1755/2014 realizovala táto ťažobná organizácia v roku 2014 čistenie a rekonštrukciu bankských chodieb, čerpanie vody a ďalšie práce zamerané na prípravu razenia chodieb a dobývania v bloku komplexných Fe rúd na Striebornej žile i vyťaženie 0,18 kt rudy (Kolektív autorov, 2015). Banská činnosť bola v roku 2015 zameraná na dobývanie

komplexnej Fe rudy na Striebornej žile (vyťažilo sa 0,45 kt) a na čerpanie vody zo slepej jamy pod úrovňou VI. obzoru, tak aby hladina vody bola stále minimálne na úrovni 80 m pod úrovňou VI. obzoru (Kolektív autorov, 2016). V rokoch 2016 a 2017 sa neťažilo, pokračovalo sa v čerpaní banskej vody za nezmenených podmienok (Kolektív autorov, 2018).

V oblasti Nadabuly (mestská časť na západnom okraji Rožňavy), západne od rieky Slaná, sa v bani Sadlovska (dnes už zatopenej) v minulosti ťažili ďalšie žily, na ktorých dnes nie je DP ani CHLÚ. V tejto oblasti vykonávala po roku 1990 likvidačné a zabezpečovacie práce organizácia RB š. p. Banská Bystrica, ktorá otvorila a zabezpečila dovtedy zasypané ústie štôlne Augusta. Odvtedy sa vykonáva pravidelná údržba a čistenie odtokových ciest banských vôd zo štôlne Augusta.

### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Hlbinné bane Mária a Sadlovska sú oddelené údolím rieky Slaná. Ťažila a spracovávala sa tu Fe-, Cu-ruda viazaná na karbonátovo-kremeňovo-sulfidické rudné žily. V období ťažby boli v podzemí priamo prepojené prekopom. Ten bol neskôr prehradený hrádzou, ktorá dnes hydraulicky oddeľuje obe zatopené bane. Obe bane sú z hľadiska hydrogeologických i geochemických aspektov od roku 2007 sledované v rámci štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP, s frekvenciou meraní 2x ročne.

Baňa Mária bola v období jej zatopenia (zatápanie trvalo od augusta 2000 do apríla 2005) do augusta 2011 odvodňovaná samovoľným výtokom banskej vody Dopravným prekopom na povrch. Banská voda bola zvedená uzavretým drenážnym potrubím k rieke Slaná, kde je vybudovaný merný žľab s trojuholníkovým prepacom. Objekt nebol dlhodobo monitorovaný, avšak bol účelovo režimovo pozorovaný Dianiškom (2008) v období od apríla 2006 do marca 2008 v rámci riešenia diplomovej práce. V rokoch 2005 a 2006 občasne merali výdatnosť výtoku z Dopravného prekopu i RB š. p. Banská Bystrica v rámci likvidačných prác na ložisku. Od roku 2007 bol výtok banskej vody z Dopravného prekopu a jej kvalita meraná 2x ročne i v rámci monitoringu VŤŽP. Množstvo vody kolísalo medzi 3,35 až 22,32 l/s. Pre odvodnenie ložiska kvôli obnoveniu ťažby na Striebornej žile bolo 17.8.2011 začaté čerpanie banskej vody na šachte Mária, s priemerným čerpaným množstvom 25 l/s. Dňa 13.7.2012 dosiahla úroveň vody v bani klenby náraziska na 6. horizonte (180 m n.m.). Čerpaná neupravená banská voda bane Mária (odber vzoriek pred vstupom do úpravne vody) bola vzorkovaná i v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) 4x v roku 2013 – tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia ČMS GF VŤŽP.

Zatopená baňa Sadlovska na pravom brehu rieky Slaná je odvodňovaná dedičnými štôľňami Sadlovska a Augusta. Výtoky banskej vody z týchto štôľní sú zvedené drenážnymi kanálmi do rieky Slaná. Objekty neboli prevádzkovo systematicky monitorované. Situácia uvedených objektov je znázornená na obr. 39. Kvantitatívne merania výtoku zo štôlne Augusta, štôlne Sadlovska boli vykonané v rámci štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP v rokoch 2007 až 2017. Z oboch uvedených štôľní vytekalo sumárne 5,8 – 55,5 l/s banskej vody. V rámci štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP boli tieto objekty ovzorkované raz v roku 2007 a dvakrát ročne v období 2008-2017. Charakteristické hodnoty rizikových komponentov odvodené z výsledkov vlastných i prevzatých laboratórnych analýz vôd monitorovaných objektov sú uvedené v tab. 45.

Z monitorovaných zdrojov banskej vody sú rizikové vo vzťahu k negatívnemu ovplyvneniu kvality povrchovej vody výtok z bane Mária (Ro1) a zo štôlne Augusta (Ro3). Čerpaná voda z bane Mária má zvýšený celkový obsah rozpustených látok, vysoký obsah síranového aniónu, Fe, Mn, Al, Zn, As, Cu a Ni (tab. 46). Do rieky Slaná je vypúšťaná už

upravená banská voda, so súhlasom a pod dohľadom príslušného orgánu ŽP. Voda štólne Augusta je riziková obsahom SO<sub>4</sub>, Mn a As. Charakteristická hodnota týchto parametrov pre rok 2017 je nižšia ako pre obdobie 2007-2016 u obsahu SO<sub>4</sub> a Mn, u As je vyššia (tab. 45). Vo vode Sadlovskej štólne v sledovanom období neboli zistené rizikové úrovne potenciálnych kontaminantov, hoci obsah SO<sub>4</sub> a Sb je tesne pod ich medznými hodnotami.

Z hľadiska hodnotenia kvality vody podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) intervenčné kritérium dosahuje len obsah Sb vo vode bane Mária v roku 2017 (tab. 48). Indikačné kritérium preyšuje obsah As a merná elektrická vodivosť banskej vody štólne Augusta (tab. 47) a obsah Al v banskej vode z bane Mária.

Prietok rieky Slaná dosahuje v Rožňave podľa pozorovania z rokov 1968 – 2002 interval 0,39 – 130 m<sup>3</sup>/s, pričom ročný priemer pre rok 2003 dosiahol 2,05 m<sup>3</sup>/s (Blaškovičová et al., 2004). Pri takýchto prietokoch sú kontaminované banské vody z monitorovaných štôlní dostatočne riedené z pohľadu požadovanej kvality povrchovej vody, čo sa týka obsahov potenciálne toxických kovov As, Sb, Ni, Zn a Cu. Rizikovými sú však železo a mangán, ktoré v obdobiach nižších prietokov môžu spôsobiť zhoršenie kvality riečnej vody – avšak len v prípade ak by banská voda z bane Mária nebola pred vypustením do Slanej čistená.

Tab. 45: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Rožňava

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l
Ro1	2007-16	144,0	4,99	817	54,55	27,48	0,32	0,00008	0,142	0,007	0,012	0,007	0,094	0,042	0,017	0,00020
	2017	52,7	7,65	171	1,72	5,71	0,37	0,00005	0,036	0,002	0,002	0,070	0,126	0,052	-	-
Ro2	2007-16	98,0	8,17	241	0,30	0,04	0,02	0,00009	0,006	0,003	0,003	0,005	0,002	0,002	0,000	0,00005
	2017	87,7	8,32	161	0,08	0,03	0,01	0,00005	0,004	0,003	0,003	0,004	0,001	0,001	-	-
Ro3	2007-16	206,7	7,68	791	1,03	2,16	0,01	0,00006	0,006	0,003	0,062	0,004	0,002	0,003	0,002	0,00005
	2017	161,8	7,80	430	2,04	1,20	0,01	0,00005	0,003	0,003	0,094	0,003	0,001	0,003	-	-

Vysvetlivky: Ro1 – Dopravný prekop, Ro2 – štôlna Sadlovskej, Ro3 – štôlna Augusta, \* – okrem vlastných údajov i údaje prevzaté od Dianišku (2008), analyzované GAL ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves. Poznámka: U Dopravného prekopu je do rieky Slaná vypúšťaná upravená voda so súhlasom príslušného orgánu ochrany ŽP (v tabuľke sú uvedené parametre neupravenej vody).

Tab. 46: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Rožňava s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
Ro1	2007-16	<b>1,31</b>	<b>N</b>	<b>3,27</b>	<b>27,28</b>	<b>91,60</b>	<b>1,61</b>	0,76	<b>2,49</b>	0,64	<b>1,05</b>	<b>1,34</b>	<b>6,12</b>	<b>1,89</b>	0,34	0,31
	2017	0,48	V	0,68	<b>0,86</b>	<b>19,03</b>	<b>1,83</b>	0,50	0,62	0,19	0,20	<b>14,08</b>	<b>8,20</b>	<b>2,34</b>	-	-
Ro2	2007-16	0,89	V	0,96	0,15	0,12	0,12	0,88	0,11	0,30	0,27	0,94	0,10	0,10	0,01	0,08
	2017	0,80	V	0,64	0,04	0,09	0,05	0,50	0,07	0,31	0,23	0,73	0,07	0,06	-	-
Ro3	2007-16	<b>1,88</b>	V	<b>3,16</b>	0,51	<b>7,18</b>	0,06	0,63	0,110	0,30	<b>5,35</b>	0,84	0,10	0,15	0,03	0,08
	2017	<b>1,47</b>	V	<b>1,72</b>	<b>1,02</b>	<b>3,99</b>	0,03	0,50	0,05	0,26	<b>8,17</b>	0,56	0,09	0,14	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a medznej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie medznej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 45. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 39.

Tab. 47: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Rožňava s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
Ro1	2007 – 2016	0,72	N	1,29	0,04	0,14	0,004	0,24	0,27	0,09	0,42	0,17	0,04
	2017	0,26	V	1,46	0,03	0,04	0,000	0,05	2,82	0,13	0,52	-	-
Ro2	2007 – 2016	0,49	V	0,10	0,04	0,01	0,002	0,06	0,19	0,002	0,02	0,003	0,01
	2017	0,44	V	0,04	0,03	0,004	0,002	0,05	0,15	0,001	0,01	-	-
Ro3	2007 – 2016	1,03	V	0,05	0,03	0,01	0,002	1,23	0,17	0,002	0,03	0,02	0,01
	2017	0,81	V	0,03	0,03	0,003	0,002	1,88	0,11	0,001	0,03	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 45.

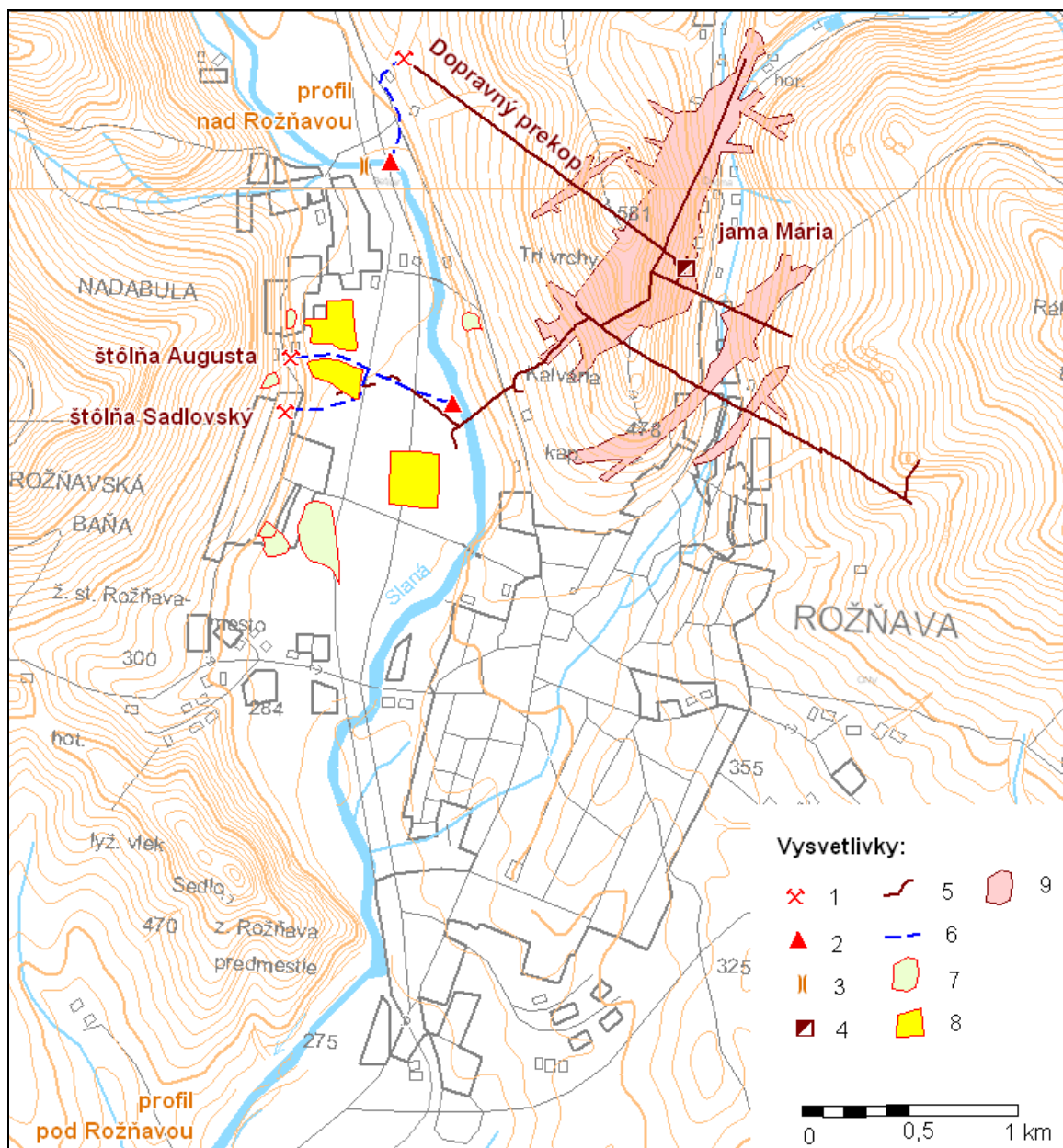
Tab. 48: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Rožňava s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
Ro1	2007 – 2016	0,48	N	0,80	0,02	0,07	0,001	0,12	0,13	0,05	0,21	0,08	0,01
	2017	0,18	V	0,91	0,01	0,02	0,000	0,02	1,41	0,063	0,26	-	-
Ro2	2007 – 2016	0,33	V	0,06	0,02	0,003	0,001	0,03	0,09	0,001	0,01	0,00	0,003
	2017	0,29	V	0,03	0,01	0,00	0,001	0,03	0,07	0,001	0,01	-	-
Ro3	2007 – 2016	0,69	V	0,03	0,01	0,00	0,001	0,62	0,08	0,001	0,02	0,01	0,003
	2017	0,54	V	0,02	0,01	0,00	0,001	0,94	0,06	0,001	0,02	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 45.

### *Inžinierskogeologické aspekty*

V monitorovanom období tu neboli zistené významné vplyvy nestability povrchu, ani v období nasledujúcom po zatopení bane. Ústia hlavných odvodňovacích banských diel sú stabilné a zabezpečené. Ich priebežnú údržbu v bani Sadlovský (Nadabula) zabezpečujú Rudné Bane, š. p. Banská Bystrica. V rámci sprístupňovania bane Mária pre uvažovanú ťažbu Striebornej žily bol v roku 2011 firmou Gemer – Can, s.r.o. (investor Global Minerals Ltd.) sprístupnený a stabilizovaný Dopravný prekop. V roku 2012 sa čerpaním banskej vody sprístupnilo ložisko po VI. horizont, pričom pri znižovaní hladiny v bani neboli v jej okolí zaznamenané negatívne prejavy. Ani v roku 2017 tu neboli zistené prejavy nestability terénu ani poškodenie objektov ústí štôlní.



Obr. 39: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Rožňava. 1 – ústie štôlny, 2 – ústie drenážneho kanála K2 do rieky Slaná, 3 – monitorovaný profil rieky Slaná, 4 – zatopená jama bane Mária, 5 – priebeh hlavných bankých diel v podzemí, 6 – drenážny kanál, 7 – halda, 8 – skládka kalu, 9 – územie podrúbané baňou Mária.

#### 4.11 Lokalita R 11 Smolník

Pyritové ložisko v Smolníku je evidované ako ložisko medenej rudy s CHLÚ Smolník v správe ŠGÚDŠ Bratislava. Po ukončení ťažby tu okrem pôvodnej ťažobnej organizácie Železorudné bane š. p. Spišská Nová Ves vykonávala likvidačné a zabezpečovacie práce organizácia Rudné bane š. p. Banská Bystrica. V roku 2013 táto organizácia vykonala pravidelnú údržbu odkaliska (Kolektív autorov, 2014), v roku 2014 zabezpečila stabilitu bezmennej štôlny a šachty Rothenberg (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 boli vykonané práce na zabezpečení starého bankého diela štôlny Karitas v Smolnickej Hute (Kolektív

autorov, 2016). V roku 2017 sa vykonávala pravidelná údržba odkaliska Smolník (Kolektív autorov, 2018).

Táto lokalita bola preskúmaná v rámci geologického prieskumu environmentálnej záťaže Smolník – ťažba pyritových rúd (Auxt et al., 2015). Dokumentované tu bolo znečistenie banskej haldy metalurgickej trosky pri Smolníckej Píle s prekročením intervenčného kritéria u As, Cu, Pb, Sb a NEL, As v materiáli bankských hald a As, Cu v materiáli odkaliska. V prirodzenom horninovom prostredí boli zistené zvýšené koncentrácie As a Sb, prevyšujúce ID. Znečistenie podzemnej vody bolo potvrdené prekročením úrovne IT pre As, Ni, Zn, Al. V bankských vodách boli ako najčastejšie kontaminanty Mn, Zn, Fe, Al, As, Cu, Ni, Ba a SO<sub>4</sub>. Testovaním na organizmoch *Vibrio fischeri*, *Daphnia magna* a *Sinapis alba* bolo zistené, že výtok banskej vody zo šachty Pech je vysoko toxický.

### ***Hydrogeologické a geochemické aspekty***

Zatopené pyritové ložisko Smolník je odvodňované hlavne šachtou Pech a čiastočne i štôľňami Nová a Karolí i neregulovanými priesakmi do Smolníckeho potoka. Prevádzkový monitoring výtoku zo šachty v súvislosti s likvidáciou ložiska tu od roku 2000 do roku 2009 vykonávala spoločnosť Rudné Bane, Banská Bystrica. Hydrometrickými, vzorkovacími a laboratórnymi prácami štátneho monitoringu ČMS GF bola v období rokov 2008 – 2017 dokumentovaná bankská voda šachty Pech, štôľní Karolí a Novej, priesaky z odkaliska a dva profily Smolníckeho potoka.

Zatopené ložisko je odvodňované sústredeným výtokom zo šachty Pech a čiastočne i nekontrolovanými priesakmi v jej okolí, Novou štôľňou a štôľňou Karolí. Meranie množstva banskej vody vytekajúcej zo šachty Pech s frekvenciou 2x ročne a priesaku z odkaliska raz ročne od roku 2000 do roku 2009 vykonávala organizácia RB Banská Bystrica. Tieto výsledky boli preberané do databázy ČMS GF VŤŽP, doplnené sú vlastnými hydrometrickými meraniami a vzorkovaním vody šachty Pech i dvoch výtokov drenážnej vody z odkaliska a dvoch profilov Smolníckeho potoka, vykonávanými s frekvenciou 2x ročne. Výtok banskej vody zo šachty Pech bol vzorkovaný i v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) raz v roku 2012 a 5x v roku 2013 – tieto údaje sú zahrnuté do nášho hodnotenia. Situáciu monitorovaných objektov približuje obr. 40.

Charakteristické hodnoty hlavných kontaminantov lokality Smolník, odvodené z výsledkov laboratórných analýz vzoriek vôd, obsahuje tab. 49. V hodnotenom období z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú na výstupnom profile Smolníckeho potoka *Sm8* z hodnotenej oblasti zistené nevyhovujúce koncentrácie Fe, Mn, Al, Zn a Cu (tab. 50), hoci na vstupnom profile *Sm1* sú vyhovujúce. Z hľadiska hodnotenia kvality zdrojov banskej vody nachádzajúcich sa v hodnotenej oblasti a drenážnej vody odkaliska podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) preyšuje intervenčné kritérium obsah Al (až 165-násobné prekročenie), Zn, Cu a Co v šachte Pech, obsah Al v Novej štôľni a obsah As na oboch ústiach drenáže z odkaliska (tab. 52). Indikačné kritérium je okrem toho prekročené pre hodnotu EC pre šachtu Pech a dolné ústie drenáže odkaliska, pre obsah Ni v Novej štôľni, obsah Cd pre šachtu Pech a pre obsah Al v štôľni Karolí (tab. 51). Obsah berýlia nevyhovuje intervenčnému kritériu podzemnej vody u vody šachty Pech a Novej štôľne. Reakcia vody nevyhovuje indikačnému kritériu u všetkých objektov a intervenčnému kritériu u šachty Pech a Novej štôľne.

Tab. 49: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Smolník.

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l
Sm1	2008-16	10,4	7,24	16	0,4	0,1	0,05	0,023	0,003	0,001	0,005	0,001	0,001	0,00015
	2017	10,0	7,34	13	0,1	0,0	0,10	0,060	0,003	0,002	0,006	0,002	0,003	0,00023
Sm2	2008-16	25,9	5,18	113	26,6	2,7	6,29	0,098	0,003	0,001	0,079	0,179	0,059	0,00040
	2017	24,7	4,90	102	6,3	1,2	1,75	0,064	0,000	0,001	0,042	0,154	0,044	0,00040
Sm3	2008-16	287,7	4,00	2551	310,0	24,7	63,74	7,123	0,061	0,041	2,060	0,170	0,249	0,00585
	2017	251,5	4,08	2070	188,0	19,0	39,65	4,900	0,035	0,067	0,661	0,118	0,311	0,00440
Sm4	2008-16	48,4	6,08	215	2,0	2,4	0,25	0,415	0,003	0,002	0,074	0,047	0,002	0,00015
	2017	42,2	6,47	182	2,0	0,1	0,06	0,049	0,001	0,001	0,004	0,006	0,002	0,00010
Sm6	2008-16	177,4	6,31	1067	13,3	14,9	0,13	0,116	0,004	0,114	0,052	0,049	0,053	0,00015
	2017	165,9	6,17	922	10,5	12,9	0,02	0,067	0,000	0,134	0,009	0,048	0,048	0,00025
Sm7	2008-16	281,8	6,32	2015	66,4	18,0	0,13	0,400	0,006	0,623	0,014	0,066	0,092	0,00015
	2017	328,5	6,26	2200	61,0	17,6	0,02	0,135	0,000	0,581	0,002	0,071	0,089	0,00013
Sm8	2008-16	31,1	6,05	138	11,8	1,3	2,19	0,358	0,004	0,007	0,107	0,012	0,016	0,00028
	2017	19,2	6,58	62	2,6	0,4	0,55	0,130	0,000	0,006	0,022	0,006	0,009	0,00020

Vysvetlivky k tab. 49: Označenie monitorovaných objektov: Sm1 – Smolnícky potok nad ložiskom, Sm2 – Nová štôlna, Sm3 – šachta Pech, Sm4 – štôlna Karoli, Sm6 – horná výusť drenáže odkaliska, Sm7 – dolná výusť drenáže odkaliska, Sm8 – Smolnícky potok pod odkaliskom. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 40.

Na výtoky banskej vody zo šachty Pech (Sm3) sú charakteristické hodnoty väčšiny ukazovateľov pre rok 2017 nižšie v porovnaní s obdobím 2008 – 2016 (tab. 49), výnimkou je As a Co.

Tab. 50: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Smolník s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Al	Zn	Pb	As	Cu	Ni	Co	Cd
Sm1	2008 – 16	0,09	V	0,06	0,21	0,21	0,23	0,76	0,37	0,15	0,20	0,035	0,02	0,26
	2017	0,09	V	0,05	0,05	0,07	0,50	1,93	0,30	0,19	0,23	0,05	0,05	0,39
Sm2	2008-16	0,24	N	0,45	13,29	9,04	31,46	3,19	0,38	0,08	3,01	5,96	1,17	0,69
	2017	0,22	N	0,41	3,15	3,98	8,75	2,08	0,05	0,09	1,61	5,13	0,88	0,69
Sm3	2007 – 16	2,62	N	10,20	154,99	82,30	318,71	231,26	7,44	4,30	78,93	5,67	4,97	10,09
	2017	2,29	N	8,28	94,00	63,17	198,25	159,09	4,22	6,99	25,31	3,92	6,22	7,59
Sm4	2008 – 16	0,44	V	0,86	0,99	7,98	1,26	13,48	0,41	0,19	2,82	1,58	0,03	0,26
	2017	0,38	V	0,73	1,02	0,42	0,30	1,57	0,17	0,05	0,15	0,20	0,03	0,17
Sm6	2008 – 16	1,61	V	4,27	6,64	49,54	0,64	3,77	0,46	11,82	2,00	1,62	1,05	0,26
	2017	1,51	V	3,69	5,26	42,83	0,10	2,18	0,03	13,96	0,33	1,58	0,96	0,43
Sm7	2008 – 16	2,56	V	8,06	33,18	60,11	0,67	12,98	0,67	64,91	0,53	2,21	1,83	0,26
	2017	2,99	V	8,80	30,50	58,67	0,10	4,38	0,03	60,52	0,06	2,37	1,78	0,22
Sm8	2008 – 16	0,28	V	0,55	5,92	4,40	10,93	11,61	0,48	0,69	4,11	0,39	0,32	0,47
	2017	0,17	V	0,25	1,31	1,46	2,75	4,20	0,05	0,58	0,82	0,20	0,17	0,34

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 49. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 40..

Tab. 51: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Smolník s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Zn	Pb	As	Cu	Ni	Co	Cd	Be
Sm2	2008 – 2016	0,13	N	25,17	0,07	0,03	0,02	0,08	1,79	0,59	0,08	1,30
	2017	0,12	N	7,00	0,04	0,004	0,02	0,04	1,54	0,44	0,08	1,05
Sm3	2007 – 2016	1,44	N	254,97	4,75	0,61	0,83	2,06	1,70	2,49	1,17	1,92
	2017	1,26	N	158,60	3,27	0,35	1,34	0,66	1,18	3,11	0,88	1,55
Sm4	2008 – 2016	0,24	N	1,01	0,28	0,03	0,04	0,07	0,47	0,02	0,03	0,05
	2017	0,21	N	0,24	0,03	0,01	0,01	0,004	0,06	0,02	0,02	0,05
Sm6	2008 – 2016	0,89	N	0,51	0,08	0,04	2,27	0,05	0,49	0,53	0,03	0,05
	2017	0,83	N	0,08	0,04	0,00	2,68	0,01	0,48	0,48	0,05	0,05
Sm7	2008 – 2016	1,41	N	0,54	0,27	0,06	12,46	0,01	0,66	0,92	0,03	0,05
	2017	1,64	N	0,08	0,09	0,00	11,62	0,002	0,71	0,89	0,03	0,05

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 49.

Tab. 52: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Smolník s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Zn	Pb	As	Cu	Ni	Co	Cd	Be
Sm2	2008 – 2016	0,09	N	15,73	0,02	0,02	0,01	0,04	0,89	0,29	0,02	0,52
	2017	0,08	N	4,38	0,01	0,00	0,01	0,02	0,77	0,22	0,02	0,42
Sm3	2007 – 2016	0,96	N	159,36	1,42	0,31	0,41	1,03	0,85	1,24	0,29	0,77
	2017	0,84	N	99,13	0,98	0,17	0,67	0,33	0,59	1,56	0,22	0,62
Sm4	2008 – 2016	0,16	V	0,63	0,08	0,02	0,02	0,04	0,24	0,01	0,01	0,02
	2017	0,14	V	0,15	0,01	0,01	0,01	0,002	0,03	0,01	0,01	0,02
Sm6	2008 – 2016	0,59	V	0,32	0,02	0,02	1,14	0,03	0,24	0,26	0,01	0,02
	2017	0,55	V	0,05	0,01	0,00	1,34	0,004	0,24	0,24	0,01	0,02
Sm7	2008 – 2016	0,94	V	0,33	0,08	0,03	6,23	0,01	0,33	0,46	0,01	0,02
	2017	1,10	V	0,05	0,03	0,001	5,81	0,001	0,36	0,45	0,01	0,02

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 49.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. V profile pod odkaliskom prekračuje vo vzorke odobratej 12.9.2012 sediment Smolnickeho potoka intervenčné kritérium pre obytné zóny pre horninové prostredie a pôdu 1,5-násobne v obsahu As. Sediment banskej vody šachty Pech prekračuje intervenčné kritérium pre priemyselné zóny v obsahu As 11 násobne, zároveň prekračuje intervenčné kritérium pre obytné zóny v obsahu Pb 3-násobne a v obsahu Cu a Sb 2-násobne (tab. 53). Kvalita dnových sedimentov bola v roku 2015 preverená v rámci geologického prieskumu environmentálnej záťaže Smolník (Auxt 2015). Okrové sedimenty banskej vody obsahujú vysoké koncentrácie As, Cu a Al. Sediment drenážnej vody odkaliska obsahuje vysoké koncentrácie As, Cd a Al. Výluhy z dnových sedimentov potoka Smolník dokumentovali prítomnosť nadlimitných obsahov Cu a Al.

Tab. 53: Chemické zloženie sedimentu Smolníckeho potoka v profile pod odkaliskom

Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
Sm8	12.09.12	6,59	0,07	6,97	0,61	297	115	104	21
Sm3	12.09.12	25,1	0,11	5,1	2,19	671	799	1531	78

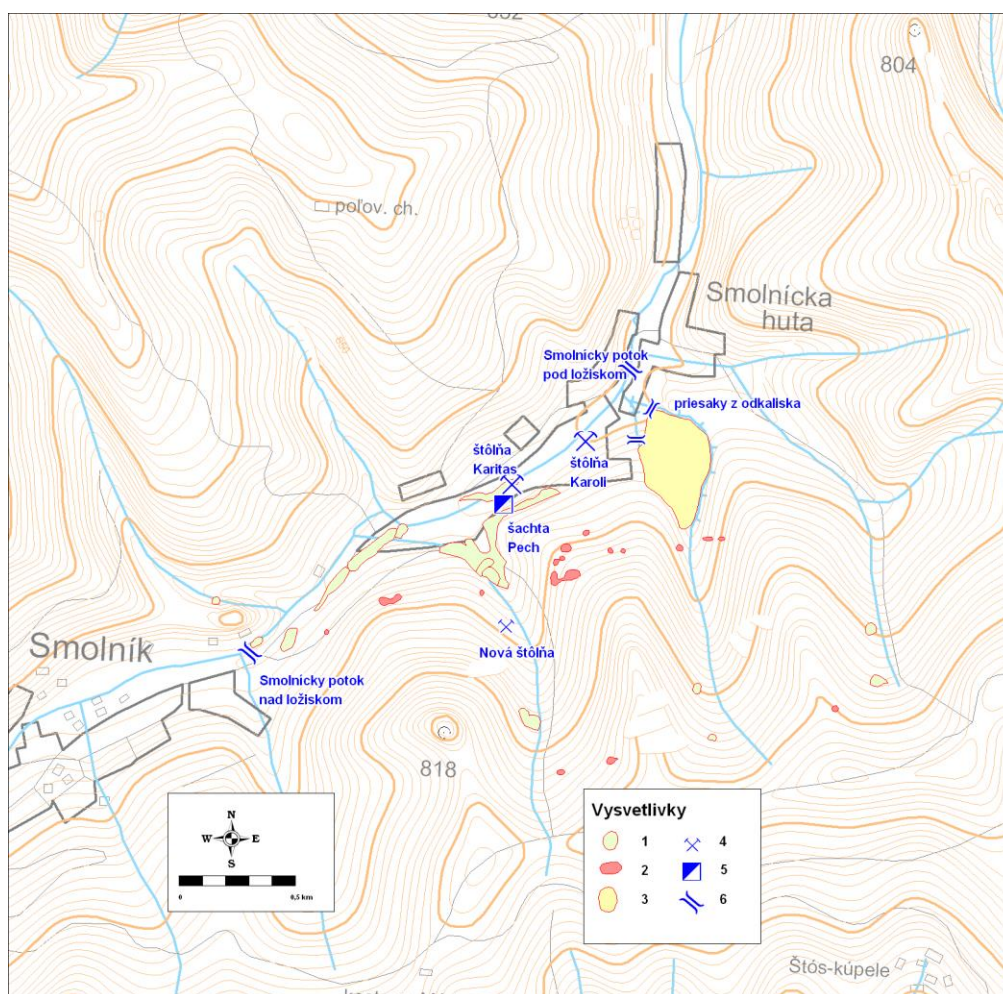
  

Ozn. objektu	Dátum	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
Sm8	12.09.12	32	76	0,2	18	58	434	<3
Sm3	12.09.12	27	52	1	20	54	1387	5

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, hnedou prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny a žltou prekračujúce indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 49.

### Inžinierskogeologické aspekty

Medzi Smolníkom a Smolníckou Hutou sa nachádza pásмо závalov nad vydobytými časťami pyritového ložiska (obr. 40). V rokoch 2012 – 2017 na tejto lokalite neboli zaznamenané významné prejavy nestability telesa odkaliska ani povrchu terénu nad banskými priestormi.



Obr. 40: Situácia monitorovaných objektov a hlavných prejavov ťažby na lokalite Smolník. 1 – halda, 2 – zával, 3 – odkalisko, 4 – výtok z ústia štólne, 5 – výtok zo šachty, 6 – monitorovaný profil na povrchovom toku.

#### 4.12 Lokalita Novoveská Huta R16

Na lokalite sa nachádza zatopená opustená baňa s uránovo-molybdénovou a medenou rudou, hlbinne ťažené ložisko sadrovca a anhydritu Spišská Nová Ves – Novoveská Huta (baňa Mária, DP Spišská Nová Ves, Východoslovenské kameňolomy, a. s. Spišská Nová Ves), ložisko Sadrovca Šafárka (DP Spišská Nová Ves I) a ťažený lom na stavebný kameň Spišská Nová Ves – Gretľa – Tisovec (VSK Mineral s.r.o. Košice). V roku 2017 ťažba sadrovca na bani Mária dosiahla objem 7,9 kt, o 26,8 kt menej ako v roku 2016 (Kolektív autorov, 2018). Na ložisku Šafárka sa v roku 2017 povrchovým spôsobom neťažilo.

##### *Hydrogeologické a geochemické aspekty*

Na lokalite Novoveská Huta sa kumulujú dôsledky dosiaľ vykonávanej hlbinej ťažby sadrovca (baňa Mária) a minulej ťažby kremeňovo-ankeritových žíl s chalkopyritom, priestorovo sa prelínajúcich so stratiformnými polohami U-Mo rudy (baňa Novoveská Huta a sprievodné štôlne), (obr. 43). Ťažená sadrovcová baňa Mária sa nachádza v tesnej blízkosti opustenej bane Novoveská Huta, nie je však s ňou priamo prepojená banskými dielami. Vzniknutý hydraulický spád medzi týmito baňami vytvára potenciálne riziko postupného vývoja krasu v polohe sadrovca zachytenej oboma baňami a prienik banskej vody zo zatopenej bane do ťaženej sadrovcovej bane.

Na **ložisku anhydritu a sadrovca** ťažba pokračuje aj v súčasnosti. Ložisko tvorí mohutná šošovka o dĺžke cca 3,5 km, smerná dĺžka ložiska dosahuje až 5 km, mocnosť ložiskovej polohy kolíše od 1 do 15 m, mocnosť celého ložiska je 150 m. Na JV vystupuje samostatné ložisko Gretľa. Prvé písomné údaje o ložisku sadrovca sú z roku 1876, ale ťažba sa začala ešte okolo roku 1856 na východnom svahu Rittenbergu krátkymi štôľňami. Najprv sa dobývali pripovrchové polohy sadrovca na úpätí Skalky, pomocou štôlní. V roku 1906 až 1921 sa ložisko neťažilo, ťažba sadrovca sa potom rozvíjala najmä po roku 1926 a prebiehala potom až do súčasnosti. Otvárka, príprava a ťažba prebieha v tomto období na „0“ (nultom), I. (540 m n. m.) a II. (485 m n. m.) hlbinnom horizonte, v smere ložiska. Ako dobývacie metódy sa uplatňujú dve modifikácie dobývania otvorenou komorou a podetážové dobývanie na zával. Pre možný zvýšený prítok vôd bola v roku 2009 táto baňa rozhodnutím banského úradu zaradená do kategórie baní s nebezpečenstvom prievalov vody. Napriek prijatým opatreniam došlo aj v roku 2010 k mimoriadnej udalosti zatopením bane po mimoriadne výdatných zrážkach. Zvýšený prítok v podzemí bol spôsobený prienikom dažďového ronu cez povrchové závaly. Pre roky 2007-2014 udáva ťažobná organizácia priemerný ročný prítok do bane v intervale 4,3 – 5,5 l/s. Banská voda je z bane čerpaná z úrovne na povrch z úrovne II. horizontu a je vypúšťaná do potoka Holubnica, III. horizont (420 m n.m.) je zatopený.

Baňa Novoveská Huta s **ložiskami U-Mo a Cu rúd** je v súčasnosti uzavretá a zatopená. Hlbinná ťažba medi tu prebiehala už od 13. storočia štôľňami, od začiatku 19. storočia i šachtami. V druhej polovici 20. storočia sa na ňom ťažili i uránové rudy U-Mo-(Cu) $\pm$ V. Ložiskové telesá vystupujú v dvoch polohách, ktoré sú vertikálne vzdialené približne 200 m. Dĺžka spodnej polohy je 4 km, šírka 200-600 m a hrúbka niekoľko metrov až desiatok metrov. Tvar ložiska je trojuholníkový, šošovkovité rudné telesá dosahujú plochu desiatok až stoviek m<sup>2</sup> a niekoľkometrovú hrúbku. Vyhľadávanie uránových rúd prebiehalo v rokoch 1947 – 1957, skúšobná ťažba v rokoch 1954, 1956 a 1957. V rokoch 1964-1968 sa pokusne povrchovo ťažilo v priestore vrchu Muráň a hlbinne na ložisku Novoveská Huta. Používal sa výstupkový a zostupkový spôsob dobývania. Počas rokov 1961 – 1990 sa z lokalít ložiska vyťažilo 153 494 kg U, no po roku 1989 došlo k útlmu ťažby. Dňa 26.6.1990 bol vyhlásený útlmový program ťažby U a Cu rudy. Od r.1991 do 1993 bola baňa Novoveská Huta postupne zatopená samovoľným prítokom podzemnej vody.

Zatopené ložisko uránu a Cu rudy je v súčasnosti odvodňované viacerými štôľňami, najmä Vodnou štôľňou. Po zatopení bane sa vykonával monitoring množstva a kvality bankských vôd firmou Uranpres, s.r.o. Spišská Nová Ves, ukončený bol v roku 1997. Baňa Novoveská Huta je od roku 1993 odvodňovaná samovoľným výtokom Vodnou štôľňou (555 m n. m., výdatnosť okolo 7 l/s), i vyššie položenými štôľňami nižších výdatností.

Štátny monitoring v rámci ČMS GF VTŽP bol začatý v roku 2007 a pozostáva zo sledovania kvality povrchovej vody na 4 profiloch, kvality banskej vody vytekajúcej z Vodnej štôľne a výveru spod haldy jamy č. 1 (U a Cu ložisko) i čerpanej banskej vody sadrovcovej bane Mária (obr. 43). Z porovnania výsledkov monitoringu kvality (tab. 54) s požiadavkami na kvalitu povrchových vôd vyplýva (tab. 55), že spomedzi monitorovaných profilov povrchových tokov najhoršiu kvalitu dosahuje voda Suchohorského potoka v profile NH6 pod haldou lomu Muráň, kvôli kyslej reakcii a vysokej koncentrácii mangánu, medi (tab. 54 a 55), i hliníka (priemerná koncentrácia Al = 0,69 mg/l v období 2007 – 2016 predstavuje 75-násobné prekročenie medznej hodnoty, v roku 2017 je prekročenie 53-násobné) a niklu (priemerná koncentrácia Ni = 25 µg/l v období 2007 – 2016 predstavuje 1,15-násobné prekročenie medznej hodnoty, v roku 2017 bolo prekročenie 1,43-násobné). Vďaka riedeniu prítokmi dochádza postupne v tomto toku k zlepšovaniu kvalitatívnych vlastností vody a v profile pred sútokom s Holubnicou (profil NH2) už dosahuje vyhovujúce parametre kvality. V rokoch 1992 – 1993 boli na profile NH6 odobrané 3 vzorky vody (Bajtoš, 1993). Voda mala kyslú reakciu s priemernou hodnotou pH = 3,64 a vysoké obsahy železa (0,16 – 11,48 mg/l), mangánu (1,20 – 1,97 mg/l), hliníka (1,11 – 3,88 mg/l), medi (0,46 – 1,06 mg/l), niklu (0,08 – 0,13 mg/l), arzenu (0,002 – 0,027 mg/l) a prírodného uránu (0,26 mg/l). Úroveň kontaminácie tohto toku v dobe ukončenia ťažby bola teda výrazne vyššia v porovnaní so súčasnosťou.

Potok Holubnica v oboch vzorkovaných profiloch dosahuje dobrú kvalitu, hoci úsek toku medzi týmito monitorovanými profilmi predstavuje časť povodia intenzívne postihnutého banskou činnosťou, s viacerými výtokmi bankských vôd zo štôľni a prítomnými haldami vyťaženej materiálu. Napriek tomu tu neboli zaznamenané výrazné nárasty koncentrácií rizikových zložiek ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $\text{U}_{\text{nat}}$ , Cu, As) vo vode potoka Holubnica medzi pozorovanými profilmi.

Najvyššia úroveň objemovej aktivity  $^{226}\text{Ra}$  je zaznamenaná monitoringom vo vývere pod jamou č.1 (profil NH7) s priemerom 0,120 Bq/l a variačným rozpätím 0,051 – 0,213 Bq/l. Len o niečo nižšia je úroveň  $^{226}\text{Ra}$  v povrchovej vode profilu NH6 pod lomom Muráň, s priemerom 0,097 Bq/l a variačným rozpätím 0,039 – 0,175 Bq/l. Na zostávajúcich objektoch dlhodobá priemerná hodnota  $^{226}\text{Ra}$  neprekračuje 0,08 Bq/l. Prekročenie medznej hodnoty tohto parametra pre povrchovú vodu 0,2 Bq/l bolo zaznamenané len pri jednom meraní (24. 5. 2016) objektu NH7. Obsah prírodného uránu v monitorovaných profiloch povrchových tokov je tiež stabilne nižší ako príslušná medzná hodnota 0,05 mg/l (tab. 54).

Banská voda Vodnej štôľne vteká do Holubnice tesne pod monitorovaným profilom NH3 tohto toku a lokálne, pred nariadením vodou jej pravostranného prítoku – Suchohorského potoka, v ňom zvyšuje koncentráciu síranového aniónu, As, Sb a Cu (tab. 55). Banská voda bane Mária ako typická voda so sulfátogénnou mineralizáciou obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu a vápnika. Z hľadiska hodnotenia kvality zdrojov banskej vody nachádzajúcich sa v hodnotenej oblasti podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č. 1/2015-7) preyšuje indikačné kritérium len merná elektrická vodivosť (EC) banskej vody sadrovcovej bane (tab. 56). Intervenčné kritérium nedosahuje žiadny zo sledovaných parametrov.

Tab. 54: Charakteristické hodnoty ukazovateľov banskej a povrchovej vody z lokality Novoveská Huta.

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Ba mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	<sup>226</sup> Ra Bq/l	U <sub>nat</sub> mg/l	<sup>222</sup> Rn Bq/l
NH1	2007 – 16	263,0	7,79	1360	0,166	0,021	0,020	0,001	0,002	0,002	0,077	0,009	2,2
	2017	267,5	7,76	1260	0,031	0,013	0,019	0,001	0,001	0,001	0,091	0,004	2,5
NH2	2007 – 16	18,0	7,90	31	-	0,018	0,064	0,001	0,001	0,006	0,063	0,003	-
	2017	20,1	7,73	29	-	0,006	0,064	0,000	0,0004	0,005	0,097	0,001	-
NH3	2007 – 16	24,2	7,95	39	-	0,011	0,044	0,002	0,001	0,004	0,067	0,003	-
	2017	24,0	7,91	33	-	0,006	0,043	0,001	0,001	0,003	0,068	0,002	-
NH4	2007 – 16	79,1	7,51	257	0,147	0,089	0,060	0,023	0,011	0,030	0,073	0,006	10,5
	2017	84,3	7,48	257	0,169	0,053	0,060	0,028	0,009	0,030	0,081	0,005	10,5
NH5	2007 – 16	22,4	7,97	38	-	0,006	0,036	0,001	0,001	0,002	0,075	0,003	-
	2017	22,2	7,86	38	-	0,018	0,036	0,001	0,0003	0,001	0,066	0,001	-
NH6	2007 – 16	20,9	5,91	71	-	0,586	0,023	0,001	0,001	0,178	0,097	0,023	-
	2017	20,2	6,07	78	0,083	0,498	0,023	0,0003	0,0003	0,160	0,069	0,020	-
NH7	2008 – 16	42,0	7,97	73	0,115	0,013	0,076	0,003	0,001	0,004	0,120	0,036	11,0
	2017	45,0	7,88	66	0,016	0,010	0,0745	0,003	0,0004	0,001	0,0955	0,040	9

Označenie objektov: NH1 – čerpaná banská voda ložiska sadrovca, NH2 – Suchohorský potok pred ústím do Holubnice, NH3 – Holubnica nad sútokom so Suchohorským potokom, NH4 – Vodná štôlna, NH5 – Holubnica v profile Rybníky, NH6 – Suchohorský potok pod haldou na Muráni, NH7 – výtok spod haldy jamy č.1. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 43.

Tab. 55: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Novoveská Huta s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Ba	As	Sb	Cu	<sup>226</sup> Ra	U <sub>nat</sub>
NH1	2007 – 16	<b>2,39</b>	V	<b>5,44</b>	0,08	0,07	0,20	0,14	0,38	0,23	0,38	0,19
	2017	<b>2,43</b>	V	<b>5,04</b>	0,02	0,04	0,19	0,08	0,17	0,23	0,46	0,08
NH2	2007 – 16	0,16	V	0,12	-	0,06	0,64	0,13	0,21	0,64	0,31	0,06
	2017	0,18	V	0,11	-	0,02	0,64	0,05	0,08	0,51	0,48	0,03
NH3	2007 – 16	0,22	V	0,15	-	0,04	0,44	0,17	0,19	0,40	0,34	0,06
	2017	0,22	V	0,13	-	0,02	0,43	0,15	0,18	0,34	0,34	0,04
NH4	2007 – 16	0,72	V	<b>1,03</b>	0,07	0,30	0,60	<b>2,43</b>	<b>2,26</b>	<b>3,40</b>	0,37	0,12
	2017	0,77	V	<b>1,03</b>	-	0,18	0,60	<b>2,91</b>	<b>1,70</b>	<b>3,35</b>	0,40	0,10
NH5	2007 – 16	0,20	V	0,15	-	0,02	0,36	0,11	0,23	0,18	0,38	0,05
	2017	0,20	V	0,15	-	0,06	0,36	0,05	0,05	0,11	0,33	0,02
NH6	2007 – 16	0,19	<b>N</b>	0,29	0,09	<b>1,95</b>	0,23	0,08	0,13	<b>20,17</b>	0,49	0,46
	2017	0,18	V	0,31	0,04	<b>1,66</b>	0,23	0,03	0,05	<b>18,13</b>	0,35	0,40
NH7	2008 – 16	0,38	V	0,29	0,06	0,04	0,76	0,27	0,17	0,42	0,60	0,71
	2017	0,41	V	0,26	0,01	0,03	0,75	0,27	0,09	0,11	0,48	0,80

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a medznej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie medznej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 54. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 43.

Tab. 56: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Novoveská Huta s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	Ba	As	Sb	Cu
NH1	2007 – 2016	1,31	V	0,02	0,03	0,08	0,002
	2017	1,34	V	0,02	0,01	0,03	0,002
NH4	2007 – 2016	0,40	V	0,06	0,47	0,45	0,03
	2017	0,42	V	0,06	0,56	0,34	0,03
NH7	2008 – 2016	0,21	V	0,08	0,05	0,03	0,004
	2017	0,23	V	0,07	0,05	0,02	0,001

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 54.

V profile NH3 potoka Holubnica bol v roku 2012 vzorkovaný sediment pre zistenie jeho kvalitatívneho stavu. Výsledky laboratórnej analýzy ukázali, že žiaden zo zisťovaných parametrov nedosahuje indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu (tab. 57). V rokoch 2013 až 2017 na lokalite Novoveská Huta neboli odoberané ďalšie vzorky sedimentu.

Tab. 57: Chemické zloženie sedimentu potoka Holubnica v profile pred sútokom so Suchohorským potokom

Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
NH3	24.10.2012	4,05	0,08	5,48	1,3	213	43	39	18

Ozn. objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
NH3	24.10.2012	1	28	87	<0,5	14	73	436	4

Pozn. Žiaden zo sledovaných prvkov neprekročil indikačnú hodnotu pre horniny a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR č. 1/2015-7.

### *Lokalita Nová štôlna pri Novoveskej Hute*

V rokoch 2008 – 2009 došlo na lokalite Nová štôlna, vzdalenej asi 1,6 km juhovýchodne od východného okraja sadrovcovej bane Tollstein, k neočakávaným havarijným udalostiam. Išlo o prievaly banskej vody z Novej štôlne, ktorou sa v minulosti ťažila medená ruda zo žily Gezwäng lokalizovanej južnejšie v oblasti Hnilčíka a predtým i železná ruda z V. grételskej žily prebiehajúcej hrebeňom Gretli. Po ukončení ťažby bola Nová štôlna zabezpečená pri realizácii likvidačných prác (v roku 1992). Odvtedy do polovice roka 2008 bol výtok z Novej štôlne prirodzený a neovplyvnený závalmi, pohyboval sa podľa aktuálnej hydrologickej situácie v rozmedzí 5,91 – 26,23 l/s, s priemerom 16,23 l/s. Takéto prievaly, vyvolané prítomnosťou sadrovcového krasu v úvodnom úseku Novej štôlne, sa opakovali štyri krát: pri prvom 26. 9. 2008 vyteklo zo štôlne cca 95,8 tis. m<sup>3</sup> vody, pri druhom 7. 12. 2008 72,1 tis. m<sup>3</sup>, pri treťom 30. 1. 2009 23,3 m<sup>3</sup> a pri poslednom 17. 2. 2009 až približne 120 tis. m<sup>3</sup> (Daniel a Jančura, 2009).

Na podnet Obvodného banského úradu Spišská Nová Ves sa sanáciou problému začala zaoberať organizácia Rudné Bane, š. p., Banská Bystrica. V čase po prvom prievale bol opravený a spevnený portál Novej štôlne. Druhý prieval vody ho však znova zničil a spôsobil

d'alsie škody, preto primátor mesta Spišská Nová Ves zvolal koordinačnú poradu zainteresovaných organizácií a odborníkov. Následne bola vypracovaná odborná štúdia, v ktorej sa navrhol spôsob riešenia havarijného stavu. Odvrtal sa monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila sa prievalová hrádza pri ústí štólne s možnosťou voľného odtoku vody. Účelom hráže je stlmiť účinok prievalovej vlny pri ďalšom vzniku prievalu. Za definitívne riešenie vzniknutej havarijnej situácie sa považuje obnovenie pôvodnej výškovej úrovne odtoku banskej vody, obídením závalu banskou chodbou.

Po vybudovaní monitorovacieho vrtu bolo firmou Uranpres s.r.o. Spišská Nová Ves merané v období apríl 2009 – október 2009 stúpanie hladiny vo vrte MV-1. Hladina vo vrte plynule stúpala: z úrovne 33,7 m pod odmerným bodom (640,3 m n.m.) dňa 22. 4. 2009 na 4,25 m p. o. (669,75 m n.m.) dňa 22. 10. 2009. Po prekročení úrovne terénu dňa 16. 11. 2009 nastal preliv z monitorovacieho vrtu. Neskôr začala voda vytekať i z nižšie položeného závalu. Z ústia Novej štólne zároveň stabilne vytekalo malé množstvo vody, ktoré nebolo merané. Vzhľadom na vážnosť situácie boli k dovedy monitorovaným objektom lokality Novoveská Huta v rámci ČMS GF VŤŽP doplnené i štyri monitorovacie objekty v okolí ústia Novej štólne: samotné ústie Novej štólne (T1), zával nad ústím Novej štólne s výtokom banskej vody (T2), monitorovací vrt MV-1 (T3) a profil miestneho potoka nad ústím Novej štólne (T4). Na týchto objektoch bol od decembra 2009 do novembra 2010 meraný prietok, merná elektrická vodivosť vody a teplota vody, s frekvenciou 1 – 2x týždenne podľa meteorologickej situácie. Z meraní vyplýva, že baňa je za daných podmienok odvodňovaná stabilným odtokom z ústia Novej štólne a prelivom zo závalu, pričom z najvyššie položeného ústia vrtu MV-1 je preliv banskej vody značne rozkolísaný. Jeho rozkvyv rýchlo reaguje na zrážky a možno predpokladať že uvedenými tromi objektmi je odvodňované celé množstvo vody infiltrovanej do banskej sústavy Novej štólne. Vzduťá hladiny vody v banskej sústave však spôsobuje nežiaduce krasovatenie sadrovcového súvrstvia nad úrovňou štólne a možno očakávať vznik ďalších závalov povrchu. V prípade porušenia závalu nastane ďalší prieval banskej vody, ktorý však bude utlmený prievalovou hrádzou (za predpokladu že táto vydrží nápor uvoľnenej vody) vybudovanou na ústí štólne.

V období rokov 2012 až 2017 bol odtok banských vôd na tejto lokalite stabilizovaný, nevyskytli sa neočakávané výrony na povrch. V roku 2017 dosahovalo sumárne množstvo odtekajúcich banských vôd z Novej štólne, vrtu a z krátera v priemere 5,1 l/s. Miestny potok, ktorý je recipientom tejto banskej vody, obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu a vápnika i vysokú celkovú mineralizáciu (tab. 58) už v profile nad výtokom z Novej štólne, hlavne vďaka prítoku z krátera nad Novou štôľňou. Prítokom banskej vody sa koncentrácia týchto chemických zložiek ešte zvyšuje. Z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú ich koncentrácie nevyhovujúce (tab. 59).

Tab. 58: Výsledky monitoringu vôd na lokalite Novoveská Huta – Teplička

Objekt	Obdobie	Q l/s	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	RL105 mg/l	NL mg/l
Nová štôľňa	2009 – 2016	2,8	155	7,74	721	268	85	1425	61,9
	2017	2,4	169	7,72	656	245	69	1445	<15
kráter	2009 – 2016	5,1	139	7,53	602	268	85	1425	61,9
	2017	2,4	169	7,72	656	245	69	1445	<15
vrt MV-1	2009 – 2016	2,5	142	7,57	644	235	89	1381	17,6
	2017	0,3	139	7,44	480	190	64	1168	<15
potok nad ústím Novej štólne	2009 – 2016	17,5	143	8,31	481	192	56	994	14,9
	2017	13,2	121	8,22	471	184	47	976	<15

Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 43.

Tab. 59: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody lokality Novoveská Huta – Teplička s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	RL105 mg/l
Nová štôlna	2009 – 2016	1,41	V	2,88	2,68	0,43	1,58
	2017	1,54	V	2,62	2,45	0,34	1,61
kráter	2009 – 2016	1,26	V	2,41	2,29	0,41	1,45
	2017	1,38	V	2,18	2,21	0,33	1,37
vrt	2009 – 2016	1,29	V	2,58	2,35	0,44	1,53
	2017	1,26	V	1,92	1,90	0,32	1,30
potok	2009 – 2016	1,30	V	1,93	1,92	0,28	1,10
	2017	1,10	V	1,88	1,84	0,23	1,08

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

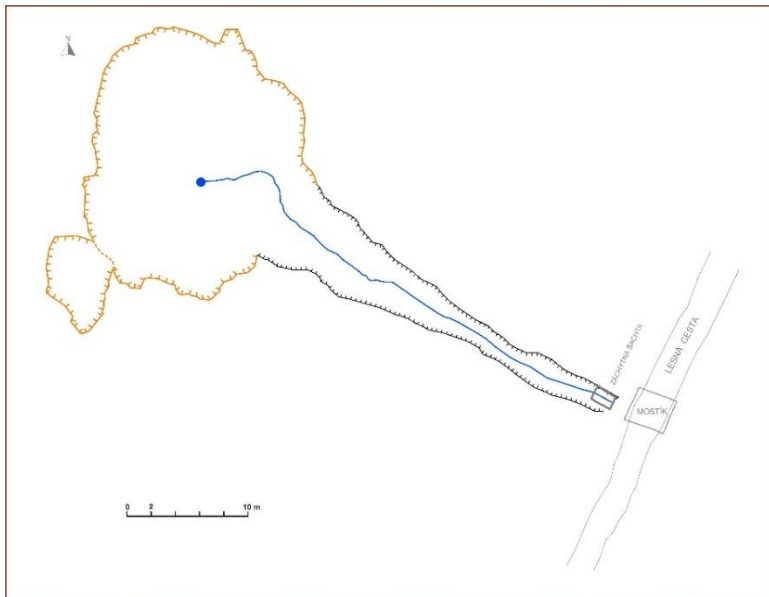
### ***Inžinierskogeologické aspekty***

Sadrovec a anhydrit na bani Mária v Novoveskej Hute sa dobýva technológiou s použitím dobývacej metódy „obzorové dobývanie na skládku“ s riadenou likvidáciou vyrúbaného priestoru s prejavom podrúbania až na povrch v závalovom pásme. Pri inšpekčných kontrolách OBÚ bolo zistené, že vyrúbané priestory (prefárané pri kontrole) boli vyplnené závalovým materiálom s prejavom až na povrch v závalovom pásme a organizácia v rámci svojich možností realizuje technické práce pre likvidáciu vyrúbaných priestorov (Kolektív autorov, 2013). Navyše, ťažobná organizácia vypracovala v roku 2012 dodatok k plánu otvárk, prípravy a dobývania, ktorý variantným spôsobom rieši postup likvidácie alebo zabezpečenia starých neprístupných banských diel a vyrúbaných priestorov, ako potenciálneho zdroja nebezpečenstva. Zároveň, na odporúčanie štátnej banskej správy, zriadila v roku 2013 odbornú geotechnickú komisiu, na riešenie problematiky likvidácie a zabezpečenia vyrúbaných priestorov (Kolektív autorov, 2014). V roku 2014 vykonala ťažobná organizácia dva likvidačné odstrelly pri likvidácii vyrúbaných komôr a tým vytvorila podmienky na spustenie závalového materiálu do týchto vydobytých priestorov. Prejavy takejto likvidácie sa priebežne prejavujú na povrchu (Kolektív autorov, 2015, 2016). Keďže v roku 2017 organizácia výrazne obmedzila ťažbu, banský úrad jej odporučil spracovať podklad, v ktorom určí najviac rizikové oblasti v priestore bane a zároveň určí potrebný rozsah prípravných banských prác na vykonanie najnutnejšej likvidácie vydobytých priestorov, ktorá zabezpečí aspoň nateraz základnú bezpečnosť a stabilitu povrchu. Z hľadiska vzniku možných rizík a nebezpečných stavov v oblasti bezpečnosti osôb a majetku vplyvom podrúbania a prejavov na povrch hodnotí banský úrad súčasnú situáciu ako uspokojivú, nakoľko prejav likvidácie sa priebežne prejavuje aj na povrchu (Kolektív autorov, 2018).

Na lokalite Nová štôlna bolo v r. 2014 realizované podrobné GNSS zameranie závalu (obr. 41). Zával má nepravidelný kruhovitý tvar s priemerom približne 18 m, s max. hĺbkou 8 m. Menší zával sa nachádza na juhozápadnom okraji hlavného závalu. Má nepravidelný kruhovitý tvar s priemerom približne 5 m a je spojený s hlavným závalom menším zníženým hrebenkom. V strede hlavného závalu je sústredený nezachytený výtok zo štôlne, ktorý je odvádzaný prekopom až k lesnej ceste.

Vzhľadom na to, že zmeny v rozsahu závalov sú ťažko registrovateľné GNSS zameriavaním pre zníženú dostupnosť signálu (kvôli lesnému porastu), je možné polohopisné zmeny rozširovania závalov (hlavne menšieho rozsahu – v desiatkach centimetrov) sledovať

len ťažko. Pre pozorovanie zmien aktivity závalu možno o. i. použiť porovnanie fotografických snímok závalu z r. 2014 a z r. 2017 (obr. 42).



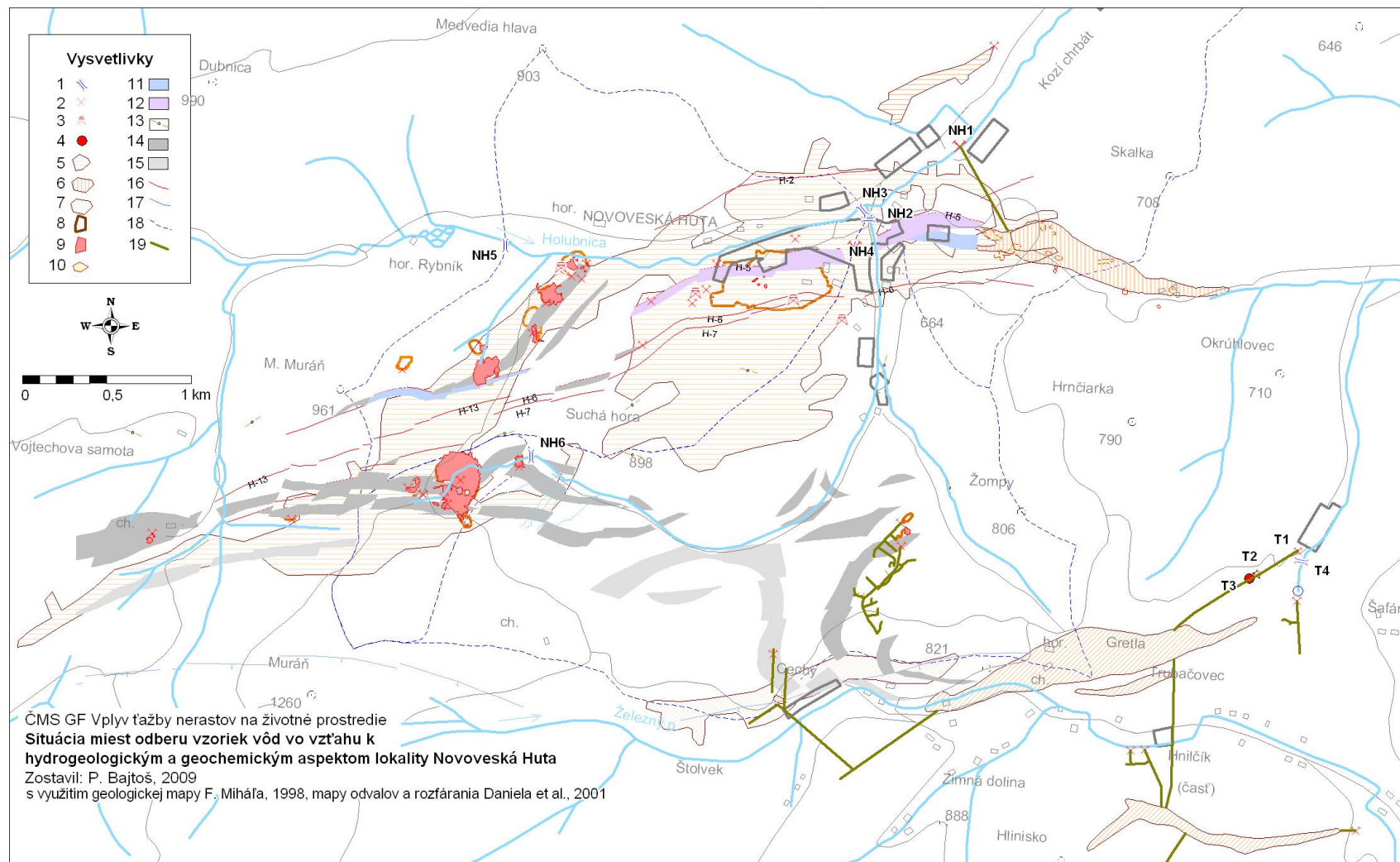
Obr. 41: Situácia závalov v oblasti Novej štôlni.



a) b)  
Obr. 42: Pohľad z JV na hlavný zával na Novej štôlni a) z r. 2014 a b) z r. 2017.

V rámci terénneho výskumu lokality v r. 2017 neboli v porovnaní s predchádzajúcim obdobím zistené výraznejšie zmeny v rozvoji, resp. rozširovaní závalov. Geodynamická aktivita hlavného závalu sa sústreďuje na okrajovú hranu závalu, kde dochádza k doznievaniu pripovrchového zosúvania, resp. osypom príp. miernym splachom deluviálnych kamenito-hlinitých zemín (až pod úroveň koreňov stromového porastu), čím sa zmierňuje sklon svahov závalu (svahy sa prirodzene „stabilizujú“). Môže však dochádzať postupne aj k vyvalovaniu stromového porastu. Z obr. 42 je tiež zrejmé postupné zarastanie dna a svahov závalu vegetáciou.

Podobný stav bol zaznamenaný aj na menšom závale. V strede závalu sú pozorovateľné vývraty stromov.



Obr. 43: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Novoveská Huta.  
 1 – monitorovaný profil toku, 2 – ústie štólne, 3 – šachta, 4 – vrt, 5 – rozsah rozfárnenia U a Cu rúd, 6 – rozsah rozfárnenia ložiska sadrovca, 7 – rozsah rozfárnenia Fe-Cu rúd, 8 – halda, 9 – plochy zvýšenej rádioaktivity, 10 – závaly, 11 – východ sadrovca, 12 – východ sadrovcového súvrstvia, 13 – Cu pieskovce, 14 – 2. uránová poloha, 15 – 1. uránová poloha, 16 – Fe-dolomitové žily s Cu, 17 – sideritové žily, 18 – rozvodnica, 19 – priemet hlavného banského diela.

#### 4.13 Baňa Dolina Veľký Krtíš

Útlmový program v a. s. Baňa Dolina prebiehal do roku 2015. Riadil sa uznesením vlády SR č. 449/2012, ktorým bola ťažba zvyškových otvorených zásob hnedého uhlia na Bani Dolina predĺžená do 31. 12. 2015. Baňa Dolina, a.s. ukončila likvidáciu hlavných bankých diel, stavebných objektov (povoľovaných OBÚ) a vrtov v DP Modrý Kameň k 30. 6.2015 a týmto dňom ukončila aj bankú činnosť (Kolektív autorov, 2016). Okrem zlikvidovaných vrtov sa v DP Modrý Kameň nachádza sieť vrtov, ktoré slúžili na monitorovanie hladiny podzemných a bankých vôd a ich výtokov na zemský povrch na území zasiahnutom bankou činnosťou na Bani Dolina – monitoring prebiehal v rokoch 2008-2010 a je vyhodnotený záverečnou správou (Kohút et al., 2010). Monitorovacie vrty neboli zlikvidované, ale boli zabezpečené tak, aby sa zabránilo náhodnému, ale aj násilnému vniknutiu do vnútorného priestoru vrtu, resp. aby nedošlo k poškodeniu vrtu a aby bolo zabezpečené využitie vrtu na ďalšie monitorovanie (Kolektív autorov, 2016). V roku 2017 tu dochádzalo k doznievaniu poklesov terénu (Kolektív autorov, 2018), hladina podzemnej vody nebola monitorovaná.

#### 4.14 Lokality s ťažbou magnezitu

Celková ťažba v organizácii Slovenské magnezitové závody, a.s. Jelšava v roku 2017 predstavovala výšku 862,2 kt, čo je oproti roku 2016 viac o 291,7 kt, t. j. o 50 %. Organizácia dobýva ložisko technológiou s použitím dobývacej metódy so zakladaním vyrúbaných priestorov základkovým materiálom. Súčasne realizuje riadenú likvidáciu vyrúbaných priestorov, ako pozostatok po predchádzajúcom dobývaní dobývacou metódou „otvorenou komorou“ s prejavom podrúbania až na povrch. V rámci aplikovaného výskumu bol v súvislosti s hľadaním optimálneho spôsobu zabezpečenia a likvidácie otvorených komôr vytvorený 3D model geotechnickej situácie ložiska, ako aj 3D model otvorených vydobytých priestorov v troch variantoch. Na konci roka 2016 bolo za účasti organizácie a zástupcov štátnej banskej správy, ako aj tímu odborných pracovníkov Technickej Univerzity v Košiciach Fakulty BERG navrhnuté vypracovanie ďalšieho 3D modelu, ktorý nasimuluje situáciu, kde sa zohľadní geotechnický stav horninového masívu ložiska pri porušení „bariérneho piliera“, nakoľko najaktuálnejší model ukázal výrazné oslabenie horninového masívu v tejto oblasti. Ďalej boli navrhnuté ďalšie úlohy v súvislosti s docielením ešte presnejšieho zamerania vnútrajška kaverny (nasadenie drona), ako aj poklesov povrchu nad kavernou (presná nivelácia resp. satelitné zameranie). V roku 2017 prebiehalo aj uzavretie časti úložiska ťažobného odpadu – odkaliska SMZ a.s. Jelšava (Kolektív autorov, 2018).

V organizácii Slovmag, a.s. Lubeník sa na bani Studená v roku 2017 celkovo vyťažilo 93,2 kt magnezitovej suroviny, čo je oproti roku 2016 pokles o 14,4 kt, t. j. len o 2,2 %. Organizácia dobýva ložisko technológiou s použitím dobývacej metódy „Dobývanie otvorenou komorou z 2. medziobzorových chodieb“ s riadenou likvidáciou vyrúbaného priestoru s prejavom podrúbania až na povrch v závalovom pásme. Organizácii bol OBÚ vydaný záväzný príkaz, ktorý rieši i problematiku geodetického zamerania povrchu v závalovom pásme z hľadiska kontroly prejavu poklesov. V roku 2015 organizácia vykonala jeden likvidačný odstrel dvoch vydobytých komôr, čím došlo k výraznej stabilizácii pôsobenia napätovo-deformačného stavu horninového masívu bane (Kolektív autorov, 2016). V roku 2017 bol stav čo sa týka postupnosti dobývania a následnej likvidácie vyrúbaných priestorov hodnotený bankým úradom uspokojivý a je naďalej monitorovaný (Kolektív autorov, 2018).

V organizácii Gemerská nerudná spoločnosť, a.s. Hnúšťa sa v roku 2017 vyťažilo 13,6 kt magnezitovej suroviny, čo predstavuje oproti roku 2016 zvýšenie ťažby o 2,1 kt – t. j. o 18,3 % (Kolektív autorov, 2018). Organizácia výhradné ložisko dobýva technológiou s použitím dobývacej metódy „Medziobzorové dobývanie magnezitu na zával“. Prejav podrúbania na povrch, ktorý je vymedzený závalovým pásmom nad vydobývanými priestormi, nie je v súčasnosti veľmi evidentný, nakoľko tento priestor je už značne zarastený bujnou vegetáciou. Je možné konštatovať, že pri dobývaní tohto pomerne plytko uloženého ložiska, vplyvom dostatočného nakyprenia nadložných hornín, dochádza vzhľadom k hĺbke dobývania k vyplneniu vydobývaných priestorov do takej miery, že k prejavu na povrch nedochádza. V podzemí bane nevznikajú nadrozmerné priestory, ktoré by bolo potrebné dodatočne likvidovať. Aj v roku 2017 organizácia vykonala ročné zameranie nivelačného bodového poľa, v súvislosti s meraním poklesov štátnej cesty III/531 013 Hnúšťa – Polom a taktiež v súvislosti s kontrolou stability ochranného piliera pod cestou zo strany zárezu. K výrazným poklesom a pohybom štátnej cesty podľa tohto merania nedochádza (Kolektív autorov, 2018).

OBÚ v Košiciach vydal v apríli 2015 rozhodnutie č. 157-1243/2015 z 27. 4. 2015 o povolení banskej činnosti – otvárkou, prípravy a dobývania výhradného ložiska magnezitu v DP Košice podľa overeného plánu otvárkou, prípravy a dobývania pre organizáciu MEOPTIS s.r.o. Bratislava, konkrétne sa jednalo o dobývanie magnezitu v ložiskovej časti „Medvedza“ na výstupku V-602. Organizácia v roku 2015 so samotným dobývaním nezačala, vykonala len zabezpečovacie práce spočívajúce vo vyčistení a rekonštrukcii prístupovej rampy z lomu na výstupok V-602. Zároveň ostalo naďalej v platnosti rozhodnutie úradu č. 1127/2001 z 11. 6. 2001 o povolení banskej činnosti – zabezpečenia banských diel a lomu podľa overeného „Plánu zabezpečenia banských diel, lomu a povrchových objektov DZ Bane Bankov“. Na základe toho v rokoch 2015 – 2017 boli v podzemí a na povrchu tejto bane vykonávané aj naďalej ďalšie zabezpečovacie práce (najmä prehliadky a kontroly banských diel, objektov a zariadení v podzemí a na povrchu, prehliadky a kontroly závalového pásma, čerpanie vôd, skúšky a revízie na funkčných zariadeniach, kontrolné merania banského ovzdušia, údržba, opravy a obnova zariadení, prevádzkovanie funkčnej skládky odpadov a ďalšie zabezpečovacie práce podľa overeného plánu (Kolektív autorov, 2016, 2017, 2018). Prípadne vzniknuté nežiaduce napätovo-deformačné zmeny v masíve s možnosťou prejavov v závalovom pásme sú zaznamenávané kontinuálnym meraním seizmickej aktivity masívu v podzemí.

#### **4.15 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu**

Z lokalít, ktoré nie sú zaradené do ČMS GF VŤŽP, došlo v roku 2014 k havarijnej udalosti – prievalu zvodnených pieskov – na bani Čáry (Kolektív autorov, 2015). V roku 2013 sa tu vyskytli povrchové prejavy vyvolané hlbinnou ťažbou. Vytvorili sa tu poklesy bez trvalého zamokrenia a bez výraznejšieho poškodenia porastových drevín (Kolektív autorov, 2014). Na základe protiprievalových opatrení, schválených OBÚ Bratislava „Rozhodnutím o povolení POPD pod č. 1908/2002 zo dňa 20. 8. 2002“ boli zhodnotené hydrogeologické pomery a odvodňovanie na ložisku Gbely (Šalamon a Šimek, 2013, 2014 a 2015) s návrhom protiprievalových opatrení. V roku 2017 sa na tejto bani vyrúbalo 55 kt lignitu. Prejav poklesov obdobného charakteru ako v roku 2013 sa zistil i v roku 2017 (Kolektív autorov, 2018). Banské vody čerpané na tejto bani sú výtláčnym potrubím vyvedené na povrch do čistiarne odpadových vôd, odkiaľ sú po mechanickom prečistení vypúšťané do potoka Had'máš.

Organizácia Rudné bane š. p. Banská Bystrica zabezpečuje na území Slovenska likvidáciu následkov bývalej banskej činnosti a prejavov na povrchu, ktoré ohrozujú verejný záujem. V roku 2016 bolo vykonané zabezpečenie ústí starých banských diel – štôlne Zuzana a štôlne Wilhelm III v katastrálnom území Žakarovce osadením oceľovej mreže do novovybudovaného, resp. opraveného portálu a úpravou plata štrkovou drvinou. V katastrálnom území Vlachovo bolo vykonané zabezpečenie ústia starého banského diela – bezmennej štôlne, ktoré spočívalo vo vybudovaní drevenej výstuže diela v dĺžke 3 m, vybudovaní portálu, osadení oceľových mreží a úprave okolitého terénu. V katastrálnom území Rakovnica bolo vykonané zabezpečenie ústia starého banského diela – otvárkovej štôlne na úseku Mier, ktoré pozostávalo v odobratí časti materiálu v úvodnej časti banského diela až po vzniknutý lievik a následne celá časť štôlne bola opätovne zasypaná so zatlačením materiálu do štôlne a vytvorení násypu na ústí štôlne. V katastrálnom území Hnilčík bolo začaté práce na zabezpečení ústia starého banského diela – štôlna Grunblatt (miestna časť Bindt) čiastočným vybudovaním portálu a terénnymi úpravami (Kolektív autorov, 2018).

OBÚ v Košiciach nariadil tejto organizácii vykonať opatrenia na odstránenie nežiaduceho stavu vzniknutého v dobývacom priestore Prešov I – Solivary, kde v roku 2012 vytekala soľanka z poškodených ústí lúhovacích vrtoch. Vo veci stavu zabezpečenia a likvidácie vrtoch a sond v lúhovacích poliach a zabránenia ďalšieho poškodzovania cudzieho majetku, životného prostredia a všeobecného ohrozenia v tomto dobývacom priestore, HBÚ následne nariadil do doby realizácie riadenej likvidácie podľa vypracovanej dokumentácie likvidácie hlavných banských diel vykonávať kontrolu a zabezpečenie sond. V roku 2014 sa fyzickými kontrolami nezistili negatívne zmeny na technickom zariadení (Kolektív autorov, 2014 a 2015). Organizácia Rudné bane, š.p. podala v roku 2015 proti týmto rozhodnutiam HBÚ návrh na vydanie protestu prokurátora. Prokurátor tomuto protestu vyhovel, preto od doby nadobudnutia právoplatnosti rozhodnutia o proteste prokurátora 14. 3. 2016 už kontrola zariadení na lúhovacom poli nebola vykonávaná (Kolektív autorov, 2016 a 2017). Inštalované označenie podrúbaného územia výstražnými značkami bolo následne zdevastované. V súčasnosti sú v DP Prešov I – Solivary stále v platnosti banským úradom nariadené opatrenia naposledy známemu vlastníčkovi vrtoch – organizácii EKOFARMA s.r.o. – na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia a bezpečnosti prevádzky a zariadení lúhovacieho poľa (pravidelné kontroly zabezpečenia ústia jednotlivých vrtoch a stavu akumuláčnych nádrží a ich zabezpečenie na zabránenie úniku soľanky do terénu), táto organizácia je však nezastihnuteľná.

Vzhľadom na pretrvávajúci nepriaznivý vplyv pozostatkov ťažby soli v dobývacom poli (DP) Prešov I. – Solivary na životné prostredie a absenciu aktuálnych údajov o jeho rozsahu a intenzite, bola na podnet Ministerstva životného prostredia SR do Plánu hlavných úloh Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra na rok 2017 zaradená geologická štúdia „Vplyv lúhovacieho poľa Prešov I. – Solivary na abiotické zložky životného prostredia“. Cieľom štúdie bolo charakterizovať súčasný stav územia po ukončení dobývania ložiska kamennej soli lúhovaním v dobývacom poli Prešov I – Solivary a navrhnúť spôsob a rozsah monitoringu vplyvov tohto lúhovacieho poľa na abiotické zložky životného prostredia. V záveroch štúdie sa uvádza, že v oblasti lúhovacieho poľa aj v roku 2017 – 7 rokov po ukončení ťažby – prebieha pokles povrchu terénu, sústredený do priestorov s výskytom vylúhovaných kaverien a pokračuje lúhovanie vrchných častí kaverien, pričom významne je zhoršená kvalita vody v miestnych tokoch vplyvom únikov soľanky z poškodených uzáverov vrtoch (Bajtoš et al., 2017). K navrhnutým opatreniam patrí okamžité zamedzenie únikom soľanky technickými opatreniami na vrtoch a postupná likvidácia ťažobných vrtoch v zmysle existujúceho „Plánu likvidácie hlavných banských diel v DP Prešov I. – Solivary“.

## 5 ZÁVERY

Predkladaná ročná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác, realizovaných v priebehu roku 2017 v rámci geologickej úlohy ČMS Geologické faktory, podsystem 04 „Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie“, pri hodnotení rizikových lokalít ťažby nerastov na Slovensku. Monitorovacie práce sú na jednotlivých lokalitách zamerané na monitoring inžinierskogeologických, hydrogeologických a geochemických aspektov vplyvov ťažby na životné prostredie a ich hodnotenie je podané v nadväznosti na predchádzajúci monitoring z rokov 2007-2016, i poznatky z predošlého obdobia.

Monitorovacia sieť lokalít a objektov i spôsob monitoringu vychádza z návrhov obsiahnutých v záverečnej správe geologickej úlohy *Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou* (Vrana et al., 2005). Vlastné práce v rámci ČMS Geologické faktory, podsystem 04 Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie (ČMS GF VŤŽP) boli začaté v rokoch 2007 – 2008 monitoringom vybraných lokalít postihnutých ťažbou rúd (Štiavnicko-hodrušský rudný obvod, Kremnica, Dúbrava, Pezinok, Špania Dolina, Rudňany – Poráč, Nižná Slaná, Slovinky, Rožňava, Smolník a Novoveská Huta a ) a uhlia (oblasť Hornej Nitry).

Monitoring hydrogeologických aspektov vplyvu ťažby na abiotickú zložku životného prostredia ukazuje, že na sledovaných lokalitách s opustenými rudnými ložiskami je režim odvodňovania sústav banských diel stabilizovaný, pričom množstvo vytekajúcich banských vôd a priesakových vôd z odkalísk v čase kolíše podľa aktuálnych zrážkovo-klimatických podmienok. Nestabilný hydrogeologický režim je v súčasnosti na sideritovom ložisku v Nižnej Slanej, kde prebieha samovoľné zatápanie opustenej bane s predpokladom dosiahnutia úrovne miestnej drenážnej bázy okolo roku 2030. Sledovanie stúpania hladiny vody v bani tu vykonáva organizácia Rudné Bane Banská Bystrica. Dynamický hydrogeologický režim charakterizuje lokalitu Novoveská Huta, v dôsledku odvodňovania sadrovcovej bane Mária čerpaním banskej vody, pre umožnenie ťažby. Dynamický hydrogeologický režim pretrváva i na ťažených ložiskách magnezitu a mastenca v Slovenskom rudohorí a na ťažených ložiskách uhlia na hornej Nitre, kde je zaznamenávaný prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií. V roku 2016 neboli zistené významné zmeny oproti predošlému obdobiu, ani výskyt udalostí havarijného charakteru. Na bani Dolina vo Veľkom Krtíši sa monitoring podzemnej vody po likvidácii bane nevykonáva.

Monitoring geochemických aspektov vplyvu ťažby v doterajšom období rokov 2007 – 2017 poukazuje na pretrvávajúci nepriaznivý vplyv ťažobnej činnosti na kvalitu prírodných vôd. Vzhľadom na hydrogeologické pomery lokalít postihnutých ťažbou rudných ložísk, zložky uvoľňované zvetrávaním minerálov do podzemnej vody rýchlo prestupujú do miestnych povrchových tokov a zhoršujú ich kvalitu (tab. 60). Najnepriaznivejšia situácia je na lokalite Smolník, kde je voda miestneho Smolníckeho potoka kontaminovaná Fe, Mn, Al, Zn a Cu a banská voda šachty Pech prekračuje intervenčné kritérium pre podzemnú vodu obsahmi Al, Zn, Cu, Co a reakciou vody (pH) a indikačné kritérium prekračuje i obsahmi Ni, Cd a Be. Výrazne kontaminované sú i miestne povrchové toky na lokalitách Dúbrava, Pezinok a Špania Dolina (tab. 60). Lokálne negatívne ovplyvnenie kvality miestnych povrchových tokov je preukázané i na ostatných monitorovaných lokalitách. V roku 2017 neboli zaznamenané výrazné zmeny, oproti predošlému sledovanému obdobiu 2007-2016.

Tab. 60: Ukazovatele nevyhovujúce požiadavkám NV SR č. 269/2010 Z. z. pre kvalitu povrchovej vody a kritériám rizikovosti kvality podzemnej vody podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 1/2015-7 zistené na monitorovaných lokalitách pre obdobie 2007 – 2016

Lokalita	Parametre nevyhovujúce požiadavkám na kvalitu povrchových vôd				Kvalita banskej, drenážnej a podzemnej vody			
	banská voda, drenážna voda odkalísk		povrchové toky		prekročené ID		prekročené IT	
	2007-2016	2017	2007-2016	2017	2007-2016	2017	2007-2016	2017
B.Štiavnica-Hodruša	EC, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cu, Cd, Ca, NO <sub>2</sub>	EC, SO <sub>4</sub> , Mn, Al, Zn, Pb, Cu, Cd, Ca, NO <sub>2</sub>	-	-	Al, Zn, Cd	Al, Zn, Cd,	Al, Zn, Cd	-
Kremnica	SO <sub>4</sub> , Mn, Zn, As, Sb, Cu	SO <sub>4</sub> , Mn, Zn, As, Cu	As, CN <sub>celk</sub>	As, Mn, CN <sub>celk</sub>	Zn	Zn	-	-
Dúbrava	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb	Sb, As
Pezinok	EC, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Zn, As, Sb, Ni	SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Zn, As, Sb, Ni, <sup>226</sup> Ra	Sb, As	Sb, As	Sb	Sb	Sb	Sb
Špania Dolina	SO <sub>4</sub> , Zn, As, Sb, Cu, Pb	SO <sub>4</sub> , Zn, As, Sb, Cu	As, Sb, Cu	As, Sb, Cu	As, Sb, Pb	As, Sb	As, Sb	Sb
Rudňany	EC, SO <sub>4</sub> , Mn, Hg, Sb, Ba	EC, SO <sub>4</sub> , Mn, Hg, Sb, Ba	Sb, Cu, Mn	Sb, Cu, Ba	-	-	-	-
Nižná Slaná	SO <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> , Mn, As	EC, SO <sub>4</sub> , NH <sub>4</sub> , Mn, As	nemon.	nemon.	As, NH <sub>4</sub>	As, NH <sub>4</sub>	-	-
Slovinky-Gelnica	EC, SO <sub>4</sub> , Mn, As, Sb, Cu, Ni, Co	SO <sub>4</sub> , Mn, As, Sb, Cu	Sb, As	Sb, As	As, Sb	As, Sb	As, Sb	As, Sb
Rožňava	EC, pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, Zn, As, Cu, Ni	EC, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, As, Cu, Ni	nemon.	nemon.	pH, EC, Al, As	As, Sb	pH	Sb
Smolník	EC, pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, As, Cu, Ni, Co, Cd	EC, pH, SO <sub>4</sub> , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, As, Cu, Ni, Co, Cd	Fe, Mn, Al, Zn, Cu	Fe, Mn, Al, Zn	EC, pH, Al, Zn, As, Cu, Ni, Co, Cd, Be	EC, pH, Al, Zn, As, Ni, Co, Be	pH, Al, Zn, As, Cu, Co	EC, pH, Al, As, Co
Novoveská Huta	EC, RL, SO <sub>4</sub> , Mn, As, Sb, Cu, Ca	EC, RL, SO <sub>4</sub> , Mn, As, Sb, Cu, Ca	EC, RL, SO <sub>4</sub> , Mn, Cu, Al, Ni, Ca	EC, RL, SO <sub>4</sub> , Mn, Cu, Al, Ni, Ca	EC	EC	-	-

Zvýšené koncentrácie kontaminantov, uvoľňovaných z ťažbou rozrušeného horninového prostredia do vodného roztoku, spôsobujú i kontamináciu sedimentov akumulovaných v miestnych povrchových tokoch. Najvýznamnejšími kontaminujúcimi prvkami sú arzén a antimón, ktorých obsah v sedimentoch prekročil podľa výsledkov jednorazového vzorkovania v roku 2012 intervenčné kritérium pre priemysel na všetkých monitorovaných rudných lokalitách s výnimkou Novoveskej Huty (tab. 61). K ďalším rizikovým kontaminantom dokumentovaným v sedimentoch tokov patria Pb, Zn, Cd, Hg, Co, Cu.

Tab. 61: Ukazovatele kvality sedimentov nevyhovujúce kritériám Metodického pokynu MŽP SR č. 1/2012-7 pre horninové prostredie a pôdy zistené na monitorovaných lokalitách v období 2007 – 2016

Lokalita	Ukazovatele prekračujúce indikačné kritérium	Ukazovatele prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny	Ukazovatele prekračujúce intervenčné kritérium pre priemyselné zóny
Horná Nitra	As	As	As
B.Štiavnica-Hodruša	Pb, Zn, Cu, Cd, As, Sb, Hg	Pb, Zn, Cu, Cd, As	Pb, Zn, Cu, Cd, As
Kremnica	Zn, As, Sb, Co	As, Sb, Co	As
Dúbrava	As, Sb	As, Sb	As, Sb
Pezinok	As, Sb	As, Sb	As, Sb
Špania Dolina	Hg, As, Sb, Cu	As, Sb, Cu	As, Sb, Cu
Rudňany	Hg, As, Sb, Cu	Hg, As, Sb, Cu	Hg, Sb, As, Ba
Slovinky	Hg, As, Sb, Cu	As, Sb, Cu	As, Sb
Smolník	Pb, As, Sb, Cu	Pb, As, Sb, Cu	As, Sb
Novoveská Huta	-	-	-

Pozn. V požiadavkách na kvalitu povrchovej vody nie je v prílohe č.1 k NV SR č. 269/2010 Z. z. stanovená hodnota Sb.

Monitoring inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby zachytáva výskyt významných geodynamických javov, ktoré na sledovaných lokalitách vznikajú v dôsledku narušenia horninového masívu banskými dielami. V roku 2017 sme terénymi pozorovaniami sledovali vývoj týchto javov na ložisku Nádej pri Pezinku, v závalovom pásme Baniská na žile Droždiak pri Poráči a nad východom sideritového ložiska pri Kobeliarove (lokalita Nižná Slaná). Na ložisku Nádej pri Pezinku nebolo zaznamenané rozširovanie závalov alebo vznik nových závalov. Zával Z1 vzdialenom 42 m od štátnej cesty Pezinok-Pernek sme z hľadiska jeho aktivity preklasifikovali z aktívneho na dočasne stabilizovaný. Na ložisku Kobeliarovo v porovnaní so zisteniami z predošlých rokov neboli zaznamenané výraznejšie zmeny v rozširovaní závalov, avšak dokumentovaná bola pretrvávajúca geodynamická aktivita na ich okrajoch s lokálnymi zosuvmi horninových blokov. V závalovom pásme Baniská pri Poráči vplyvy sa banskej činnosti v súčasnosti prejavujú v niektorých jeho častiach v rozširovaní závalu najčastejšie v podobe retrográdných svahových deformácií do širšieho okolia závalov v podobe gravitačného rozvoľňovania a rozpadania horninových blokov, blokových zosuvov hornín, zosuvov hornín a pod. Miera progresívneho rozvoja týchto retrográdných svahových deformácií v prevažnej miere závisí (ak neberieme do úvahy iba vplyv samotného porúbania) od rozsahu zavezenia depresii závalov popolčekom ako pasívnej sily prispievajúcej k stabilizácii horninového prostredia, resp. stien závalov. Lokalita v blízkosti tohto závalového pásma (preložka cesty III. triedy Spišská Nová Ves – Poráč, Ždiarik), ktorá je sledovaná ťažobnou organizáciou pomocou geodetických meraní, je z hľadiska vertikálnych pohybov v súčasnosti stabilná. Sledované nádvorie jamy Poráč naďalej postupne pomaly poklesáva. Na lokalite Novoveská Huta bolo zistené, že na závale nad Novou štôlnou nenastali oproti roku 2016 významné zmeny.

Geodynamické javy vznikajúce dôsledkom prebiehajúcej ťažby uhoľných ložísk a ložísk magnezitu a mastenca sú sledované prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií. Sledované ústia štôlní na opustených rudných ložiskách boli v roku 2017 stabilné a nepoškodené.

Rizikové lokality zaradené do ČMS GF VŤŽP môžeme zatriediť podľa doposiaľ dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov a ich významnosti do troch tried. Do triedy **C** sme zaradili ložiská bez významného výskytu svahových pohybov, poklesov terénu a porúch objektov vyvolaných banskou činnosťou. V triede **B** boli dokumentované vyššie spomínané dopady, ale boli menšieho rozsahu. Pre

triedu A je charakteristický výskyt sledovaných porúch väčšieho rozsahu prevažne s aktívnym prejavom. Podľa uvedeného zatriedenia ložísk k najrizikovejšej skupine patria ložiská magnezitu. Vysoko riziková je i podrúbaná oblasť ložiska Rudňany-Poráč, Novoveská Huta a časť lokality Nižná Slaná nad ložiskom Kobeliarovo. Na týchto lokalitách stále prebiehajú geodynamické javy smerujúce k rozširovaniu pôvodných a vytváraniu nových povrchových závalov.

V nasledujúcom období je potrebné monitorovať dokumentované aktívne prejavy svahových deformácií a poklesov terénu, hlavne na lokalitách Rudňany – Poráč, Nižná Slaná – Kobeliarovo a Novoveská Huta.

Tab. 62: Zatriedenie monitorovaných lokalít podľa dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžiniersko-geologických impaktov

Lokalita	Svahové deformácie	Poklesy terénu	Poruchy objektov	Trieda zaťaženia
Horná Nitra	V/A	V/A	V	C
Banská Štiavnica	-	M	P	B
Hodruša-Hámre	-	-	M	B
Kremnica	M	-	M/A	B
Dúbrava-Magurka	-	-	-	A
Pezinok	-	M	-	B
Špania Dolina	-	-	P	A
Rudňany – Poráč	-	V/A	M/A	C
Nižná Slaná	-	V/A	-	C
Slovinky	-	VS, M/A	-	B
Rožňava	-	-	-	A
Smolník	-	VS, M/A	-	B
Novoveská Huta	-	V/A	-	C
Jelšava	-	V/A	-	C
Lubeník	-	V/A	-	C
Košice	M	V, M/A	-	C
Mútnik-Hnúšťa	-	M	MA	B

Vysvetlivky: P – potenciálny výskyt javu, M – výskyt javu menšieho rozsahu, V – výskyt javu väčšieho rozsahu, (A – aktívny, S – stabilizovaný jav); triedy zaťaženia lokality geodynamickými javmi vyvolanými banskou činnosťou: A – nízke zaťaženie, trieda B – stredné zaťaženie, trieda C – vysoké zaťaženie.

## 6 LITERATÚRA

- Auxt, A., Kotuč, J., Leško, J., Bačík, M., Sekula, P., Sekula, P., Komoň, J., Hojnoš, M., Bašista, J., Varga, M., Hrabčák, M., Polčan, I., 2015: Prieskum environmentálnej záťaže Smolník – ťažba pyritových rúd (SK/EZ/GL/237). Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Bachňák, M., 2011: Nižná Slaná. Zatápanie ložiska Manó – Gabriela. Geologický prieskum životného prostredia – orientačný prieskum. Manuskript, archív OBÚ Spišská Nová Ves, 25 s.
- Bajtoš, P., 2009: Zmeny kvality vody vybraných tokov v Slovenskom rudohorí v priebehu ťažby rudných ložísk a po jej ukončení. Zborník 10. česko-slovenského medzinárodného hydrogeologického kongresu, Ostrava, s. 205-208.
- Bajtoš, P., 2012: Bilancia hmotnostného prietoku kontaminantov v horských oblastiach zaťažených banskou činnosťou na príklade Sb ložiska Dúbrava a Cu ložiska Slovinky. Podzemná voda, XVIII, 1, 104-116.
- Bajtoš, P., Cicmanová, S., Baláž, P., Stupák, J., Pramuka, S., Michalko, J., Šesták, P., 2011: Banské vody Slovenska vo vzťahu k horninovému prostrediu a ložiskám nerastných surovín. Záverečná správa. Manuskript, archív Geofond, Bratislava, 258 s.
- Bajtoš, P., Mašlár, E., Mašlárová, I., Pramuka, S., Zeman, I., 2017: Vplyv lúhovacieho poľa Prešov I – Solivary na abiotické zložky životného prostredia. Geologická štúdia. Manuskript, archív ŠGÚDŠ Bratislava.
- Bajtoš, P., Záhorová, L., Rapant, S., Pramuka, S., 2012: Monitoring geologických faktorov vplyvu ťažby nerastov na životné prostredie v rizikových oblastiach na Slovensku v rokoch 2007 – 2011. Mineralia Slovaca, 44/4/2012, s.375 – 392.
- Bajtoš, P., Záhorová, L., Stupák, J., Pramuka, S., 2011: Analýza potenciálnych nebezpečenstiev týkajúcich sa prievalov banských vôd a stavu odkalísk po ukončení banskej činnosti. Manuskript, archív RB š. p. Banská Bystrica.
- Baliak, F., Malgot, J., Letavay, M., Bartók, J., Kuchár, Š., Šebová, H., Solmanová, A., a kol., 1989: Inžinierskogeologická mapa Kremnica M 1: 5000. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Blaškovičová, L., Podolinská, J., Liová, S., Fabišíková, M., Ľupták, Ľ., Rischanecková, M., Marikovičová, J., 2004: Hydrologická ročenka. Povrchové vody 2003. SHMÚ Bratislava.
- Bodiš, D., Kordík, J., Slaninka, I., Kučárová, K., Valúchová, M., Shearman, A., Pekárová, P., 2010: Pozad'ová koncentrácia vybraných ukazovateľov v povrchovej a podzemnej vode Slovenska. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, ISBN 978-80-89343-43-0.
- Daniel, J., Jančura, M., 2009: Prípad Nová štôlna – periodické výrony banských vôd z opustenej bane.
- Dianiška, I. 2008: Vplyv zatopeného ložiska bane Mária na hydrogeologické pomery okolia mesta Rožňava. Diplomová práca, PriF UK Bratislava.
- Dobiašová, M., Mrafková, L., Vančová, A., Ďurkovičová, D., 2006: Kvalita povrchových vôd na Slovensku 2003 – 2004. SHMÚ Bratislava, 332 s.

- Finka, O., Matúšková, L., 2010: Vplyv banskej činnosti na životné prostredie – odkalisko Horná Ves. Banská Bystrica, Kremnica Gold, s. r. o. , 11 s.
- Feketeová, Z., Mangová, B., Hulejová Sládkovičová, V., 2014: Vybrané taxocenózy odkaliska Horná Ves a blízkeho okolia. Phytopedon, Bratislava, vol. 13, 2014/2 s. 14-19.
- Gallo, V., 2002: Likvidácia prejavov a účinkov starého banského diela na povrchu v Banskej Hodruši, v blízkosti rodinného domu č. 599. Manuskript.Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Gallo, V., Vitásek, A., 2001: Banská Štiavnica – geologický prieskum a zabezpečenie dedičnej štôlne Glanzenberg a likvidácia jej prejavov na povrchu. Manuskript.Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Jakubek, E., 2015: Lokalita Ždiarik (5RPI) Geodeticko – meračský elaborát, Sabar, s.r.o., Markušovce
- Jakubek, E., 2016: Preložka cesty III.triedy (Spišská Nová Ves – Poráč), geodeticko – meračský elaborát, Sabar, s.r.o., Markušovce
- Klukanová, A. a kol., 1998: Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia Slovenskej republiky. Stav k 31.12.1997. Čiastková záverečná správa. GSSR Bratislava.
- Kohút, J., Nigrínyová, J., Vasiľko, T., Verseghe, R., 2010: Monitorovanie hladiny podzemných a banských vôd a ich výtokov na zemský povrch na území zasiahnutom banskou činnosťou na Bani Dolina vo Veľkom Krtíši. Hodnotiaca správa za roky 2008 – 2010. Manuskript.Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kolektív autorov, 2012: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2011. Hlavný banký úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2013: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2012. Hlavný banký úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2014: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2013. Hlavný banký úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2015: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2014. Hlavný banký úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2016: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2015. Hlavný banký úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2017: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2016. Hlavný banký úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2018: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2017. Hlavný banký úrad Prievidza.
- Kovaničová et al., 2014: Výskum aplikácie prírodných sorbentov pri odstraňovaní toxických a ťažkých kovov z prírodných vôd v objektoch pozostatkov banskej činnosti. Manuskript, archív ŠGÚDŠ, RC Košice.
- Kusein, M., Maťová, V., 2002: Špania Dolina – komplexné zhodnotenie zatvoreného ložiska, regionálna geológia. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.

- Mašlár, E., Daniel, J., Mašlárová, I., Hrbatý, J., Mihál', F., 2001: Zhodnotenie nepriaznivých účinkov starej banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Malých Karpát, Uranpres, s.r.o., Spišská Nová Ves.
- Metodický pokyn č. 1/2015-7 z 28. januára 2015 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. Ministerstvo životného prostredia SR.
- Mihók, J., Jančura, M., 1995: Vyhodnotenie PoP sideritového ložiska v Kobeliarove nad VI. obzorom, Želba, š. p. OZ Siderit, Nižná Slaná
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 296/2005 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd.
- Nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- Nariadenie vlády SR č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.
- Nariadenie vlády SR č. 8/2016 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu v znení nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 496/2010 Z. z.
- Odehnal, L., 1948: Stručná správa o prieskume železorných baní v oblasti Nižnej Slanej. Slovenský ústredný ústav geologický, Bratislava.
- Pramuk, V., Matiová, Z., 2015: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže SN (006) / Rudňany – ťažba a úprava rúd, SK/EZ/SN/899. Manuskript.Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Pramuk, V., Matiová, Z., Čižmárová, M., 2015: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej úlohy: záťaže SN (005) / Markušovce – okolie – ťažba rúd, SK/EZ/SN/898. Manuskript.Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Pramuk, V., Petercová, A., Varga, M., Weiszzerová, J., Sekula, P., Hrabčák, M., Komoň, J., 2016: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Nižná Slaná – odkalisko a haldy, (RV(010)/Nižná Slaná – banský závod a okolie, SK/EZ/RV/784). Manuskript.Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Rozhodnutie MP SR o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok (číslo 531/1994 – 540) MP SR, 1994.
- Sobolič, P., 1956: Pezinok – pyritové ložisko Augustín a okolité zrudnenia. Výpočet zásob k 1.10.1956, Západoslovenský rudný prieskum, n. p., závod Pezinok
- Šalamon, M., Šimek, R., 2013: Hydrogeologický prieskum a odvodňovanie ložiska lignitu Gbely, DP-Gbely III Baňa Čáry a. s., stav k I.2013. Manuskript.Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Šalamon, M., Šimek, R., 2014: Hydrogeologický prieskum a odvodňovanie ložiska lignitu Gbely, DP-Gbely III. Baňa Čáry a. s., stav k I.2014. Manuskript.Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.

- Šalamon, M., Šimek, R., 2015: Hydrogeologický prieskum a odvodňovanie ložiska lignitu Gbely, DP-Gbely III. Baňa Čáry a. s., stav k I.2015. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Šály, J., Gallo, V., 2006: Banská Štiavnica – geologický prieskum a zabezpečenie šachty Kaufhaus. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Ščuka, J. et al., 1982: Kobeliarovo – Fe. Záverečná správa a výpočet zásob. Geologický prieskum, n. p., Spišská Nová Ves, GO Rožňava, *arch. č. archívu ŠGÚDŠ, RC Spišská Nová Ves: 5164*.
- Tupý, P., Hovorič, R., Filo, J., Gretschek, J., Krajňák, M., 2015: Prieskum environmentálnej záťaže Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Turnovec, I., 1965: Sádrovcový kras na dole Grétla ve Spišsko-gemerském rudohoří. *Geografický časopis XVII, 2, 185-186*.
- Vrana, K., Vojtaško, I., Žák, D., Piovarči, M., Kúšiková, S., Puchnerová, M., Lanc, J., Naštický, J., 2005: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou, orientačný IGP. Geocomplex, a. s., Bratislava: 2005, pp. 1-76. Manuskript.