

MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA



Podsystem 04

Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

Správa za rok 2019

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

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

Štatutárny zástupca zhotoviteľa geologických prác:

RNDr. Igor Slaninka, PhD.
generálny riaditeľ ŠGÚDŠ

Spišská Nová Ves október 2020

Zoznam skratiek

ČMS GF	Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory
DP	Dobývací priestor
ChLÚ	Chránené ložiskové územie
ChH	charakteristická hodnota ukazovateľa kvality vody pre monitorovaný objekt a hodnotené obdobie
ID	indikačné kritériá horninového prostredia, pôdy a podzemnej vody podľa príloh 12a a 12b k smernici MŽP SR č. 1/2015-7
IT	intervenčné kritériá horninového prostredia, pôdy a podzemnej vody podľa príloh 12a a 12b k smernici MŽP SR č. 1/2015-7
KPV	hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody pre všeobecné ukazovatele podľa časti A prílohy č. 1 k nariadeniu vlády č. 269/2010 Z. z.
NOŠ	Nová odvodňovacia štôľňa
NPK	najvyššia prípustná koncentrácia ukazovateľov kvality vody pre nesyntetické a syntetické látky podľa časti B a C prílohy č. 1 k nariadeniu vlády č. 269/2010 Z. z.
NPK-PoK	najvyššia prípustná koncentrácia ukazovateľov kvality vody pre nesyntetické látky podľa časti B prílohy č. 1 k nariadeniu vlády č. 269/2010 Z. z. s pripočítanou hodnotou požadovanej koncentrácie pre daný vodný útvar
OBÚ	Obvodný banský úrad
RP	ročný priemer ukazovateľov kvality vody pre nesyntetické a syntetické látky podľa časti B a C prílohy č. 1 k nariadeniu vlády č. 269/2010 Z. z.
RP-PoK	ročný priemer ukazovateľov kvality vody pre nesyntetické látky podľa časti B prílohy č. 1 k nariadeniu vlády č. 269/2010 Z. z. s pripočítanou hodnotou požadovanej koncentrácie pre daný vodný útvar
ŠHRO	Štiavnicko-hodrušský rudný obvod
VDŠ	Voznická dedičná štôľňa

Obsah	Strana
1 Úvod	3
2 Základná charakteristika monitorovacej siete	4
3 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia.....	8
4 Výsledky monitorovania	12
4.1 Štiavnicko-hodrušský rudný obvod.....	12
4.2 Lokalita Kremnica.....	19
4.3 Lokalita Dúbrava.....	23
4.4 Lokalita Pezinok.....	30
4.5 Lokalita Špania Dolina.....	40
4.6 Lokalita Rudňany – Poráč	44
4.7 Lokalita Nižná Slaná	65
4.8 Lokalita Slovinky	79
4.9 Lokalita Rožňava.....	85
4.10 Lokalita Smolník	89
4.11 Lokalita Novoveská Huta.....	93
4.12 Lokalita Podrečany.....	105
4.13 Baňa Dolina Veľký Krtíš.....	113
4.14 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu	113
5 Závery.....	115
6 Literatúra	121

1 Úvod

Medzi najväznejšie negatívne vplyvy ťažby nerastných surovín na životné prostredie patrí narušenie stability povrchu, indukované prítomnosťou otvorených vyťažených 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 vyťaženej rudy býva účinkom imisií ovplyvnený rastlinný kryt a kvalita pôdy.

Vzhľadom na závažnosť uvedenej 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 vybrané najrizikovejšie lokality na zaradenie do tohto systému. Ide o otvorený systém, v ktorom sa počet lokalít a rozsah monitoringu mení podľa aktuálnych potrieb a možností financovania.

V roku 2006 boli do informačného systému ČMS, *Geologické faktory, Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie* (ČMS GF) 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 obvod), Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta a Rožňava. Na uvedených lokalitách sa realizovali vlastné terénne vzorkovacie práce s nadväzujúcimi laboratórnymi prácami (tzv. terénny monitoring). Výsledky týchto prác sú doplnené údajmi prevzatými od iných organizácií a zberom a spracovaním súvisiacich dostupných archívnych a publikovaných údajov (tzv. informačný monitoring). V roku 2008 boli do monitoringu zahrnuté i zostávajúce rizikové lokality s ťažbou rúd (Pezinok, Kremnica, Špania Dolina, Dúbrava, Nižná Slaná). Terénny ani informačný monitoring ťažených ložísk magnezitu a mastenca ani ťažených ložísk uhlia a lignitu nie je v súčasnosti vykonávaný, vzhľadom na prebiehajúci prevádzkový monitoring ťažobných organizácií. V oblasti Hornej Nitry prebiehal v rámci ČMS GF terénny monitoring geochemických a hydrogeologických aspektov v období rokov 2007 – 2015.

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. Monitoring tohto podsystemu ČMS GF taktiež nezahŕňa sledovanie nakladania s banským odpadom podľa zákona č. 514/2008 Z. z., ktoré spadá do pôsobnosti príslušných obvodných banských úradov.

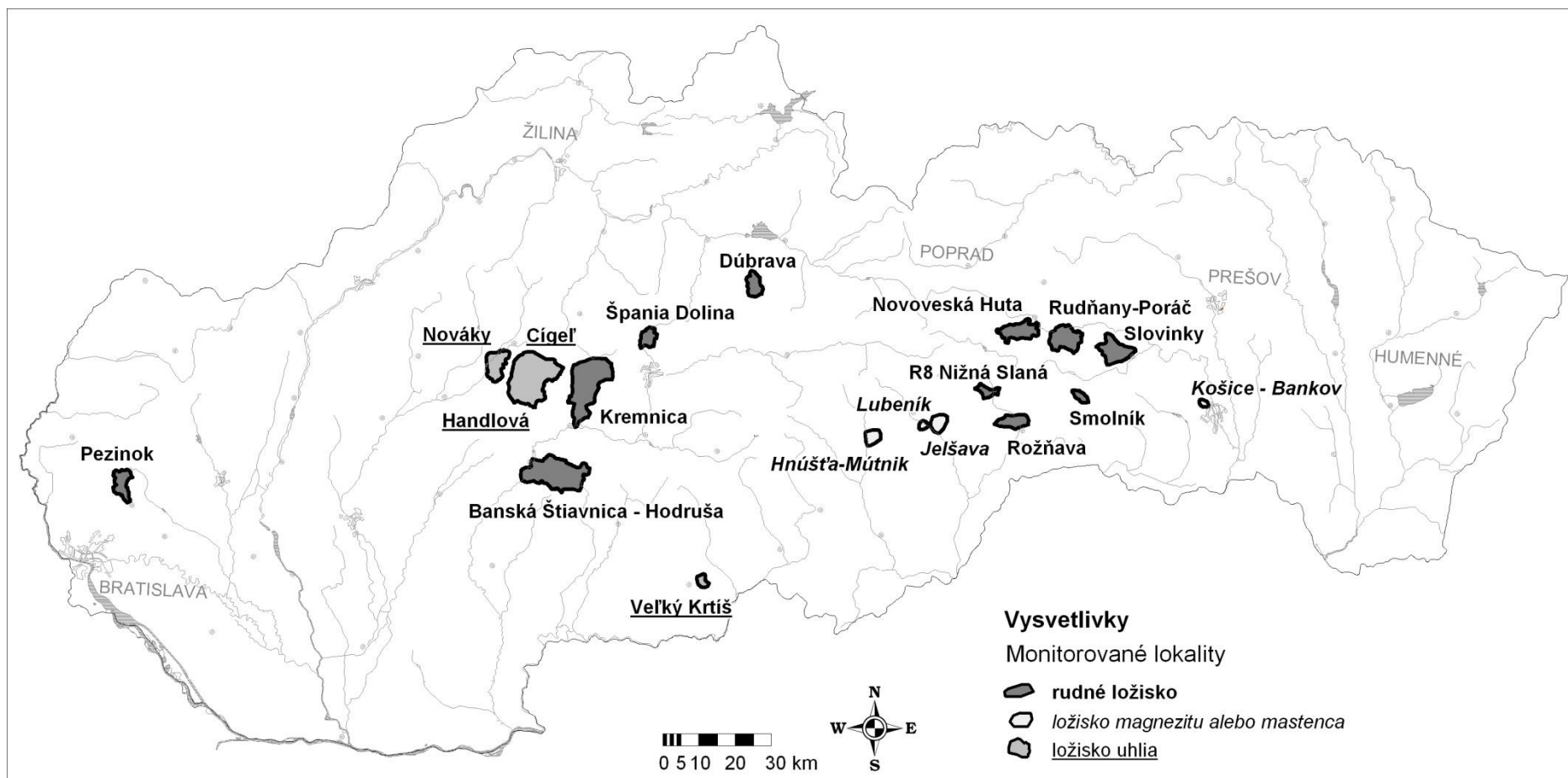
2 Základná charakteristika monitorovacej siete

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 banských úradov a obvodných úradov životného prostredia, ich hodnotenie nie je predmetom tejto ročnej správy.

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. 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, ktoré stále prebieha. Na bani Mária v Rožňave prebiehajú od roku 2012 aktivity súvisiace s obnovením ťažby na žile Strieborná. Najvýznamnejšími pretrvávajúcimi negatívnymi environmentálnymi vplyvmi na lokalitách postihnutých ťažbou rúd sú nestabilita horninového masívu spôsobujúca zavaliny nad vydobytými priestormi a banskými dielami, kontaminácia povrchových tokov výtokmi banských vôd, priesakmi z hald 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 banských, 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 banskou činnosťou.

V priebehu rokov 2007 až 2019 sa pri monitoringu inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby na ŽP naviazalo na lokality navrhnuté do štátneho monitorovacieho systému v rámci úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). 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. Tento informačný monitoring je postupne rozširovaný o terénnu rekognoskáciu jednotlivých lokalít vrátane dokumentácie nových udalostí na ložiskách. Terénny monitoring dosiaľ nezahŕňa uhoľné ložiská a ložiská magnezitu a mastenca.

V roku 2019 boli terénne práce, spočívajúce v rekognoskácii a dokumentácii zavalov povrchu vyvolaných podrúbaním, na lokalite Rudňany – Poráč, Nižná Slaná a Pezinok. Na všetkých sledovaných lokalitách rudných ložísk bol navyše kontrolovaný technický stav ústí najvýznamnejších odvodňovacích štôlní.



Obr. 1: Lokality intenzívne postihnuté ťažbou nerastov zaradené do štátneho monitoringu v rámci ČMS GF – podsystem 04.
 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 2019					Frekvencia meraní	Rozsah sledovaných parametrov
			Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska			
Rudňany – Poráč	V	3	3	0	0	0	2x ročne	T, EC, O ₂ , pH, KNK, ZNK, Mg, Ca, Fe, Mn, SO ₄ , HCO ₃ , As, Sb, Cu, Hg, Ba, Zn, As _{nf} , Sb _{nf}	
	V	1	0	0	1	0	6x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, Cl, SO ₄ , NO ₃ , HCO ₃ , As, Sb, Cu, Hg, Ba, Zn, Co, Ni	
	V	3	0	1	1	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, Cl, SO ₄ , NO ₃ , As, Sb, Cu, Hg, Ba, Zn, Co, Ni, As _{nf} , Sb _{nf}	
			0	1	1	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , SO ₄ , Fe, Mn, Hg, Ba, Sb, Cu	
Slovinky – Gelnica	V	5	5	0	0	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, Fe, Mn, As, Cu, Sb, Zn, As _{nf} , Sb _{nf}	
	V	1	0	0	1	0	4x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, HCO ₃ , SO ₄ , NO ₃ , SiO ₂ , As, Cu, Sb, Zn, Se	
	V	4	0	0	2	2	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, HCO ₃ , SO ₄ , NO ₃ , SiO ₂ , As, Cu, Sb, Zn	
			0	0	2	2	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , SO ₄ , Fe, Mn, As, Sb, Cu	
	S	1	1	0	0	0	1x ročne	sitová analýza, Si- analýza (RFS), SP, TOC, SO ₃	
Smolník	V	2	2	0	0	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Fe, Mn, As, SO ₄ , Ca, Mg, Cu, Al, Pb, Zn, Ni, Co, Cd, Be, Fe _{nf} , Mn _{nf} , Al _{nf}	
	V	5	0	0	3	2	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , SiO ₂ , As, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cd, Be, Fe _{nf} , Mn _{nf} , Al _{nf}	
			0	0	3	2	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, As, Cu, Ni, Co, Cd, Be	
	S	1	1	0	0	0	1x ročne	sitová analýza, Si- analýza (RFS), SP, TOC, SO ₃	
Novoveská Huta	V	4	4	0	0	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Mg, Cu, As, Sb, Fe, Mn, Ba, ²²⁶ Ra, U	
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , SiO ₂ , Cu, As, Sb, Ba, ²²⁶ Ra, U, Rn	
			0	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , SO ₄ , Fe, Mn, As, Sb, Cu	
	S	6	4		1	1	1x ročne	sitová analýza, Si- analýza (RFS), SP, TOC, SO ₃	
N. Huta – Teplička	V	4	1	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Ca, Mg, HCO ₃ , SO ₄ , RL, NL, As, Sb	
			1	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Ca, Mg, HCO ₃ , SO ₄ , RL, NL	
Rožňava	V	3	0	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , SiO ₂ , As, Sb, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr, Ba, Hg	
			0	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, As, Sb, Cu, Ni	

Lokalita	Typ obj.	Počet monitor. objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd a sedimentov sledované v roku 2019					Rozsah sledovaných parametrov
			Drenáž z odkaliska	Drenáž z odkaliska	Drenáž z odkaliska	Drenáž z odkaliska	Drenáž z odkaliska	
Nižná Slaná	V	1	0	0	0	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , SiO ₂ , As, Sb, Zn, Cu
			0	0	0	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Fe, Mn, As
Štiavnicko-hodrušský rudný obvod (ŠHRO)	V	6	6	0	0	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Fe, Mn, Ca, Mg, Pb, Zn, Cu, Cd, SO ₄ , HCO ₃
	V	6	0	0	5	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, NH ₄ , Ca, Mg, Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, Pb, Zn, Cu, Cd, As, SO ₄ , Cl, NO ₂ , NO ₃ , HCO ₃ , SiO ₂
Kremnica	V	2	2	0	0	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Mg, As, Sb, Cu, Hg, Zn, Mn
	V	4	0	0	3	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Fe ²⁺ , Al, HCO ₃ , SO ₄ , Cl, NH ₄ , NO ₃ , Si, As, Sb, Cu, Hg, Zn
	S	1	1	0	0	0	1x ročne	sitová analýza, Si- analýza (RFS), SP, TOC, SO ₃
Špania Dolina	V	3	3	0	0	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, As, Sb, Cu, Zn
	V	5	0	0	4	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , Si, As, Sb, Cu, Zn
	S	2	2	0	0	0	1x ročne	sitová analýza, Si- analýza (RFS), SP, TOC, SO ₃
Dúbrava	V	2	2	0	0	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, As, Sb
	V	6	0	0	6	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, Cl, NO ₃ , NO ₂ , SO ₄ , HCO ₃ , As, Sb
	S	1	1	0	0	0	1x ročne	sitová analýza, Si- analýza (RFS), SP, TOC, SO ₃
Pezinok	V	2	0	0	0	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe, Fe ²⁺ , Mn, Al, Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , As, Sb, Zn, Cu, Ni, Cd, ²²⁶ Ra, Fe _{nf} , Mn _{nf} , As _{nf} , Sb _{nf}
	V	6	0	0	0	6	2x ročne	Detto
			0	0	0	6	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Fe, Mn, Zn, As, Sb, Ni, Cd
Spolu	V	81						
	S	12						

Pozn.: Typ objektu: V – voda, S – sediment. Dolným indexom _{nf} sú označené stanovenia prvkov z nefiltrovaných vzoriek. T – teplota vody, EC – merná elektrolytická vodivosť vody, O₂ – vo vode rozpustený kyslík, KNK – kyselinová neutralizačná kapacita, ZNK – zásadová neutralizačná kapacita, ChSK_{Mn} – chemická spotreba kyslíka manganistanom. SP – analýzy stopových prvkov v rozsahu: As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, V, Zn, Se, Sr, Zr, Hg, Be, U.

3 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Hydrogeologické a geochemické aspekty vplyvu ťažby nerastov na ŽP 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 a medzou 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.

Hydrometrické merania pre zistenie okamžitého prietoku povrchových tokov, výtokov zo štôlní a výdatnosti prameňov, boli vykonané pomocou hydrometrickej vrtule typu A.OTT C2 Kempton, prípadne elektromagnetickým prietokomerom Valenport model 801. Tieto merania prietoku v otvorených kanáloch 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. Použité 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. Použité všeobecné názvoslovie je v súlade s názvoslovím spracovaným ISO/TC 147 Kvalita vody, predovšetkým s názvoslovím odberu vzoriek v ISO 6107-2.

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 O₂. Vzorky sú odoberané do vzorkovnic pripravených laboratóriom. Odobraté 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 filter Whatman s veľkosťou pórov 0,45 μm a chemicky stabilizované podľa požiadaviek laboratória – 1,25 ml HNO₃ (ρ=1,51 g/cm³) – do 250 ml PE vzorkovnice.

Laboratórne analýzy vôd a sedimentov boli vykonané v akreditovanom laboratóriu GAL ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi. Pre stanovenie jednotlivých ukazovateľov vo 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, ako tzv. paralelné stanovenie.

Tab. 2: Prehľad analytických metód ŠGÚDŠ GAL Spišská Nová Ves použitých pre meranie sledovaných ukazovateľov kvality vody

Ukazovateľ	Jednotka	Medza stanovenia	Metóda stanovenia	Špecifikácia prístroja
pH		1	E	WTW pH 730
KNK, ZNK	mmol/l	0,04	OA	Titroline 7000
Merná elektrolytická vodivosť pri 25 °C	mS/m	1	E	WTW cond 730
Rozp. látky 105 °C	mg/l	15	G, výpočet	
Rozpustený O ₂	mg/l	0,2	E	WTW Oxi 730
H ₂ S	mg/l	0,01	F	UV –VIS DR 5000,6000
Agresívny CO ₂	mg/l	1,1	Výpočet	
CHSK _{Mn}	mg/l	0,5	OA	
BSK ₅	mg/l	1	E	WTW Oxi 730
NH ₄ ⁺	mg/l	0,05	F	UV –VIS DR 5000,6000
NO ₂ ⁻	mg/l	0,01	F	UV –VIS DR 5000,6000
PO ₄ ³⁻	mg/l	0,03	F	UV –VIS DR 5000,6000
HCO ₃ ⁻	mg/l	0,3	Výpočet	
F ⁻	mg/l	0,1	IC	DX –120, ICS 5000
Cl ⁻	mg/l	1	IC	DX –120, ICS 5000
NO ₃ ⁻	mg/l	1	IC	DX –120, ICS 5000
SO ₄ ²⁻	mg/l	2	IC	DX –120, ICS 5000
Fe ²⁺	mg/l	0,1	F	UV –VIS DR 5000,6000
Fe ³⁺	mg/l	0,002	Výpočet	-
Fe _{celkové}	mg/l	0,002	AES-ICP	AGILENT TECHNOLOGIE 5110 5100 ICP-OES
Na ⁺	mg/l	0,05	AES-ICP	
K ⁺	mg/l	0,1	AES-ICP	
Ca ²⁺	mg/l	0,2	AES-ICP	
Mg ²⁺	mg/l	0,2	AES-ICP	
Ba ²⁺	mg/l	0,002	AES-ICP	
Mn ²⁺	mg/l	0,002	AES-ICP	
Al ³⁺	mg/l	0,02	AES-ICP	
Sr ²⁺	mg/l	0,002	AES-ICP	
SiO ₂	mg/l	0,2	AES-ICP	
B	mg/l	0,02	AES-ICP	
Mo	µg/l	4	AES-ICP	
Ni, Cu, Zn, Co, Cr	µg/l	2	ICP MS	BRUKER AURORA M90, AGILENT TECHNOLOGIES 7900
Be	µg/l	0,1	AES-ICP	
Ag	µg/l	1	AES-ICP	
Sn	µg/l	30	AES-ICP	
V	µg/l	3	AES-ICP	
Unat	µg/l	5	AES-ICP	
Pb	µg/l	5	ICP MS	
Cd	µg/l	0,3	ICP MS	
As, Sb, Se	µg/l	1	ICP MS	
Hg	µg/l	0,1	AAS-AMA	

Vysvetlivky: E – elektrometria, OA – odmerná analýza, G – gravimetria, F – fotometria, IC – iónová chromatografia, AES-ICP – atómová emisná spektrometria s indukčne viazanou plazmou, ICP MS – hmotnostná spektrometria s indukčne viazanou plazmou, AAS-AMA – atómová absorpčná spektrometria – ortuťový analyzátor.

Pri hodnotení kvality povrchových vôd sú monitoringom zistené charakteristické hodnoty parametrov kvality (ChH) pre hodnotené obdobie porovnávané s kvalitatívnymi limitmi – s KPV pre všeobecné ukazovatele podľa časti A prílohy č. 1 k nariadeniu vlády č. 269/2010 Z. z.) a s RP-PoK pre nesyntetické látky (podľa časti B prílohy č. 1 k nariadeniu vlády č. 269/2010 Z. z.). Pozad'ové koncentrácie kovov pre jednotlivé útvary povrchových vôd Slovenska sú prevzaté z publikácie Bodiš et al. (2010). Keďže Sb sa nenachádza medzi parametrami požiadavky na kvalitu povrchovej vody (v prílohe 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 č. 1/2015-7 MŽP SR. 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 na základe porovnania zistených obsahov potenciálnych kontaminantov s indikačnými a intervenčnými kritériami horninového prostredia a pôd uvedených v prílohe č. 12 metodického pokynu č. 1/2015-7 MŽP SR.

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 2007-2018 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 terénnou rekognoskáciou a dokumentáciou geodynamických javov, rôznych morfológických prvkov a iných objektov.

Dokumentované javy sú polohovo zameriavané s využitím globálneho družicového polohového systému GNSS s horizontálnou presnosťou od 0,1 m do cca 1,5 – 2,5 m (podľa prekrytia územia vegetačným pokryvom). Digitálnym fotografickým snímkovaním sú dopĺňané výsledky terénnej rekognoskácie a dokumentované porovnávacie fotografické snímkovania z vytýčených stanovišť.

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. 58). 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

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

4 Výsledky monitorovania

4.1 Štiavnicko-hodrušský rudný obvod

V historicky významnej oblasti ťažby drahokovovej rudy Štiavnicko-hodruškého rudného obvodu (ŠHRO) v súčasnosti vykonáva ťažbu polymetalického zrudnenia Pb, Zn a Cu s obsahom Au, Ag len Slovenská banká spol. s r. o., Hodruša – Hámre, v DP Banská Štiavnica VII. V roku 2019 vyťažila 48,5 kt rudy (Zvrškovec, 2020).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

V oblasti banskoštiavnického rudného revíru sú v rámci ČMS GF sú od roku 2007 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. V rámci ČMS GF boli na týchto objektoch odoberané vzorky vody a sedimentu 1x ročne v období 2007 – 2013. V rokoch 2014 – 2019 bola voda týchto objektov 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. V roku 2019 boli vzorkované i výtoky banskej vody zo štôlna 1. Mája nad Horným Hodrušským jazerom a zo štôlna Bieber v Štiavnických Baniach. V roku 2016 a 2017 tu bolo odobratých a analyzovaných spolu 8 vzoriek vodného sedimentu.

Z výsledkov monitorovania povrchových vôd oblasti (objekty ŠHRO5, ŠHRO6, ŠHRO8 a ŠHRO9) vyplýva, že v hodnotenom období ich kvalita vyhovovala požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 4, 5). Hoci voda odkaliska v Hodruši (objekt ŠHRO4) mala zvýšený obsah SO₄, Mn, Zn a Ca a vysokú hodnotu vodivosti vody (tab. 4 a 5), neprejavuje sa to negatívne na kvalite miestneho recipientu monitorovaného v profile pod odkaliskom (objekt ŠHRO5) ani v profile pod obcou Hodruša-Hámre monitorovanom SHMÚ (tab. 7). Podobne sa zvýšený obsah Mn a Ca v banskej vode štôlna Zlatý stôl (objekt ŠHRO7) neprejavuje negatívne na kvalite potoka pod vyústením tejto štôlna (objekt ŠHRO9).

Riziko negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody v ŠHRO predstavuje hlavne banká voda VDŠ (objekt ŠHRO3). Obsah zinku v nej predstavuje v sledovanom období rokov 2007 – 2018 68-násobné prekročenie požiadavky na ročný priemer podľa prílohy č. 1 časť B nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z., obsah Pb 8,5-násobné, obsah Cd 16-násobné, obsah Mn 11-násobné a obsah Al 3,6-násobné prekročenie (tab. 5). V roku 2019 je miera týchto prekročení o niečo nižšia (tab. 5). V banskej vode NOŠ (ŠHRO11) ide v období rokov 2007 – 2018 o 14,6-násobné prekročenie požadovanej maximálnej koncentrácie Zn, 3,2-násobné prekročenie obsahu Cd a 1,3-násobné prekročenie obsahu Mn. V roku 2019 bola miera týchto prekročení výrazne nižšia (tab. 5) a obsahy Cd a Mn sú vyhovujúce.

Výdatnosť výtoky banskej vody z VDŠ je v priemere približne 0,2 m³/s, výdatnosť NOŠ 27 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 – 2015 kolísal v intervale 7,7 – 1050 m³ (Blaškovičová et al., 2017). V obdobiach najnižších prietokov predstavuje množstvo pritekajúcej banskej vody maximálne necelé 3 % 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 pri priemernej koncentrácii Zn = 13,62 µg/l v riečnej vode nad vyústením VDŠ (tab. 6) sa vplyvom prínosu

zinku banskou vodou tejto štôlne s koncentráciou 3,59 mg/l Zn (priemer za rok 2019) zvýši pri minimálnom prietoku 7,7 m³/s na 0,104 mg/l, čo je úroveň 1,4x vyššia ako RP-PoK. Vplyv banskej vody z NOŠ na kvalitu vody v Hrone je zanedbateľný. Obdobným spôsobom vypočítané koncentrácie kadmia, niklu, medi a olova v Hrone pod vyústením VDS a NOŠ sú nižšie ako požadované hodnoty týchto ukazovateľov kvality povrchovej vody. Kvalita vody Hronu na monitorovacím mieste Hron – Brehy (SHMÚ, NEC: R232000D), vzdialenom 10 km pod VDS, bola v roku 2019 pre obsah zinku i ďalších sledovaných kovov vyhovujúca (tab. 6).

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 štôlne VDS v hodnotenom období je vysoko riziková. Indikačné kritérium podzemnej vody (ID) prekračuje v období 2007 – 2018 v priemere 3,5-krát obsah Zn, 3,9-krát Cd a 2,9-krát Al. Pod úrovňou ID je obsah Pb (tab. 7). V roku 2019 je prekročenie ID pre Zn 2,4-násobné, pre Cd 2,7-násobné. Obsah Al je mierne nižší a obsah Pb je výrazne nižší ako ID. Intervenčné kritérium (IT) pre obdobie rokov 2007 – 2018 (tab. 8) 1,8-násobne prekračuje obsah Al a mierne i obsah Zn, Cd je tesne pod jeho úrovňou. V roku 2019 IT nebolo prekročenie zaznamenané u žiadneho zo sledovaných ukazovateľov. V drenážnej vode odkaliska v Hodruši ani v banskej vode štôlne Zlatý stôl neprekračuje IT žiaden zo sledovaných ukazovateľov (tab. 8).

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

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Cu mg/l	Cd mg/l	Ba mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
ŠHRO1	2007 – 18	79	8,14	259	0,10	0,424	0,368	0,141	1,028	0,006	0,002	0,006	0,00375	0,014	109	27
	2019	66	7,88	202	0,00	0,017	0,053	0,000	0,096	0,0003	0,0000	0,001	0,00013		93	23
ŠHRO2	2007 – 18	80	8,17	267	0,05	0,456	0,390	0,128	1,128	0,006	0,001	0,006	0,00396	0,014	109	27
	2019	67	8,09	205	0,03	0,065	0,021	0,025	0,121	0,001	0,001	0,002	0,00033		95	23
ŠHRO3	2007 – 18	133	7,44	638	0,17	2,183	3,332	0,725	5,206	0,078	0,005	0,028	0,01960	0,012	203	66
	2019	133	7,57	584	0,03	0,652	1,975	0,245	3,590	0,011	0,003	0,012	0,01365		210	69
ŠHRO4	2007 – 18	90	7,83	331	0,21	0,776	1,571	0,261	0,080	0,016	0,001	0,002	0,00017	0,024	104	24
	2019	144	7,32	643	0,31	1,231	2,410	0,040	0,679	0,003	0,001	0,002	0,00025		224	61
ŠHRO6	2007 – 18	37	8,15	83	0,26	0,159	0,053	0,076	0,018	0,003	0,003	0,002	0,00015	0,020	51	12
	2019	42	8,34	93		0,070	0,045		0,023	0,0010	-	0,004	0,00008		64	14
ŠHRO5	2007 – 18	44	8,04	119	0,55	0,134	0,163	0,041	0,032	0,003	0,002	0,002	0,00016	0,030	62	16
	2019	58	8,17	175		0,268	0,429		0,131	0,001	-	0,003	0,00010		88	21
ŠHRO7	2007 – 18	82	7,35	143	0,04	0,293	0,492	0,012	0,010	0,003	0,001	0,001	0,00022	0,033	131	47
	2019	85	7,30	132	0,03	0,069	0,367	0,015	0,010	0,0003	0,0004	0,001	0,00005		130	46
ŠHRO8	2007 – 18	30	7,79	86	0,06	0,213	0,073	0,075	0,032	0,003	0,001	0,002	0,00013	0,015	46	9
	2019	51	7,83	178		0,156	0,109		0,022	0,0009	-	0,003	0,00005		90	12
ŠHRO9	2007 – 18	39	7,85	97	0,04	0,329	0,181	0,050	0,010	0,003	0,001	0,002	0,00018	0,016	61	16
	2019	57	7,72	164		0,137	0,153		0,019	0,0008	-	0,003	0,00005		95	18

Vysvetlivky: ŠHRO1 – NOŠ pri Hrone; ŠHRO2 – NOŠ; ŠHRO3 – VDS; ŠHRO4 – Hodruša, odkalisko; ŠHRO6 – Hodruša, potok nad odkaliskom; ŠHRO5 – Hodruša, potok pod odkaliskom; ŠHRO7 – Zlatý stôl, štôlna; ŠHRO8 – Zlatý stôl, potok nad štôlnou; ŠHRO9 – potok pod štôlnou Zlatý stôl.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	NH ₄	Fe	Mn	Al	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Se	Ba	Ca	Mg
ŠHRO1	2007 – 2018	0,72	V	1,04	0,08	0,21	1,23	0,71	13,35	0,68	0,11	0,41	3,00	0,02	0,14	1,09	0,14
	2019	0,60	V	0,81	0,00	0,01	0,18		1,24	0,03	0,00	0,07	0,10	-	-	0,93	0,12
ŠHRO2	2007 – 2018	0,72	V	1,07	0,04	0,23	1,30	0,64	14,64	0,65	0,09	0,39	3,17	0,02	0,14	1,09	0,14
	2019	0,61	V	0,82	0,02	0,03	0,07	0,13	1,56	0,09	0,07	0,14	0,26	-	-	0,95	0,12
ŠHRO3	2007 – 2018	1,21	V	2,55	0,13	1,09	11,11	3,62	67,60	8,45	0,32	1,87	15,68	0,03	0,12	2,03	0,33
	2019	1,20	V	2,33	0,02	0,33	6,58	1,23	46,62	1,14	0,16	0,78	10,92	-	-	2,10	0,34
ŠHRO4	2007 – 2018	0,82	V	1,33	0,16	0,39	5,24	1,31	0,52	1,85	0,05	0,13	0,08	0,04	0,24	1,04	0,12
	2019	1,31	V	2,57	0,24	0,62	8,03	0,20	4,46	0,31	0,09	0,08	0,12			2,24	0,31
ŠHRO6	2007 – 2018	0,33	V	0,33	0,20	0,08	0,18	0,38	0,12	0,30	0,16	0,10	0,07	0,03	0,20	0,51	0,06
	2019	0,39	V	0,37	0,00	0,03	0,15	-	0,15	0,11	-	0,19	0,03	-	-	0,64	0,07
ŠHRO5	2007 – 2018	0,40	V	0,47	0,43	0,07	0,54	0,21	0,21	0,35	0,11	0,13	0,07	0,03	0,30	0,62	0,08
	2019	0,53	V	0,70	0,00	0,13	1,43	-	0,86	0,14	-	0,17	0,05	-	-	0,88	0,11
ŠHRO7	2007 – 2018	0,75	V	0,57	0,03	0,15	1,64	0,06	0,07	0,28	0,05	0,06	0,10	0,03	0,33	1,31	0,23
	2019	0,77	V	0,53	0,02	0,03	1,22	0,08	0,06	0,02	0,03	0,05	0,02	-	-	1,30	0,23
ŠHRO8	2007 – 2018	0,27	V	0,34	0,05	0,11	0,24	0,38	0,21	0,23	0,07	0,11	0,06	0,03	0,15	0,46	0,04
	2019	0,46	V	0,71		0,08	0,36		0,14	0,08	-	0,16	0,02	-	-	0,90	0,06
ŠHRO9	2007 – 2018	0,35	V	0,39	0,03	0,16	0,60	0,25	0,06	0,30	0,08	0,08	0,08	0,03	0,16	0,61	0,08
	2019	0,51	V	0,66		0,07	0,51		0,12	0,07	-	0,14	0,02	-	-	0,95	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. Označenie objektov ako pri tab. 4.

Tab. 6: Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody Hrona na monitorovacích miestach Žiar nad Hronom a Brehy (Májovská et al., 2020) v roku 2019

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-PoK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Hron – Žiar nad Hronom (NEC:R185000D)							
Cd $\mu\text{g/l}$	12	0,1	0,1	0,1	0,05	4/4	1,9 / 1,15
Pb $\mu\text{g/l}$	12	0,5	0,98	0,58	0,34	-	16 / 3,2
Zn $\mu\text{g/l}$	12	10,0	33,3	26,19	13,62	4/4	- / 77,0
Ni $\mu\text{g/l}$	12	3,0	3,0	3,0	1,50		36,0 / 6,0
Hron – Brehy (NEC:R232000D)							
Cd $\mu\text{g/l}$	12	0,1	0,21	0,13	0,088	4/4	1,9 / 1,15
Pb $\mu\text{g/l}$	12	0,5	1,75	1,45	0,53		16 / 3,2
Zn $\mu\text{g/l}$	12	10,00	65,20	41,11	28,08	4/4	- / 77,0
Ni $\mu\text{g/l}$	12	3,00	3,00	3,00	1,50	4/4	36,0 / 6,0

Vysvetlivky: n – počet údajov, RP – ročný priemer s pripočítanou požadovú hodnotou pre daný vodný útvar, NPK – najvyššia prípustná koncentrácia s pripočítanou požadovú hodnotou pre daný vodný útvar.

Tab. 7: Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody Hrona na monitorovacom mieste Hodrušský potok – pod Dolnými Hámrami v roku 2019 (Májovská et al., 2020)

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK / RP
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Pb filtr.	12	0,50	1,83	0,79	0,50	-	15,3
EK (vodivosť)	12	26,7	91,6		54,7	-	110

Vysvetlivky: n – počet údajov, RP – ročný priemer s pripočítanou požadovú hodnotou pre daný vodný útvar, NPK – najvyššia prípustná koncentrácia s pripočítanou požadovú hodnotou pre daný vodný útvar.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu ukazovateľov kvality v banskej vode VDŠ pre rok 2019 s obdobím 2007 – 2018 (tab. 4) zisťujeme, že sú nižšie: o 31 % pre Zn, o 30 % pre Cd, o 58 % pre Cu, o 70 % pre Fe, o 41 % pre Mn a o 46 % pre Al. V štôlni Zlatý stôl je pre toto obdobie zistený výrazný pokles pre Fe a Cd, mierny pokles pre Mn.

Tab.8: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody ŠHRO s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	NO ₂	Al	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
ŠHRO2	2007-2018	0,40	V	0,03	0,51	0,75	0,06	0,03	0,01	0,79	0,03
	2019	0,33	V	0,01	0,10	0,08	0,01	0,02	0,002	0,07	0,03
ŠHRO3	2007-2018	0,67	V	0,03	2,90	3,47	0,78	0,10	0,03	3,92	0,03
	2019	0,66	V	0,01	0,98	2,39	0,11	0,05	0,01	2,73	0,03
ŠHRO4	2007-2018	0,45	V	0,33	1,05	0,05	0,16	0,02	0,002	0,03	0,05
	2019	0,72	V	0,04	0,16	0,45	0,03	0,03	0,002	0,05	0,06
ŠHRO7	2007-2018	0,41	V	0,02	0,05	0,01	0,03	0,02	0,001	0,04	0,07
	2019	0,43	V	0,01	0,06	0,006	0,003	0,01	0,001	0,01	0,07

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
ŠHRO2	2007-2018	0,27	V	0,32	0,23	0,03	0,01	0,003	0,20	0,01
	2019	0,22	V	0,06	0,02	0,00	0,01	0,001	0,02	0,01
ŠHRO3	2007-2018	0,44	V	1,81	1,04	0,39	0,05	0,014	0,98	0,01
	2019	0,44	V	0,61	0,72	0,05	0,03	0,006	0,68	0,01
ŠHRO4	2007-2018	0,30	V	0,65	0,02	0,08	0,01	0,001	0,01	0,01
	2019	0,48	V	0,10	0,14	0,01	0,01	0,001	0,01	0,02
ŠHRO7	2007-2018	0,27	V	0,03	0,002	0,02	0,01	0,001	0,01	0,01
	2019	0,28	V	0,04	0,002	0,001	0,004	0,001	0,003	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. 4.

V roku 2019 boli k objektom monitoringu Štiavnicko-hodruškého rudného revíru zaradené i štôlna 1.mája a štôlna Bieber.

Zavalené ústie štôlny 1.mája (ŠHRO14) sa nachádza v povodí Hodruškého potoka nad Dolným Hodrušským jazerom. Z banskej vody sa v priestore pod štôlnou k cestnej komunikácii križujúcej bezmenný potok tečúci z Horného Hodruškého jazera intenzívne zráža a akumuluje okrový sediment (obr. 2 a 3). Podľa výsledkov vzorkovania z roku 2019 je táto banská voda riziková z hľadiska požiadaviek na kvalitu vody povrchových tokov obsahom SO₄, Fe, Al a Ca (tab. 10, 11). Prekročenie týchto kvalitatívnych parametrov bolo preukázané vzorkovaním potoka v profile ŠHRO12 nad Dolným Hodrušským jazerom. Obsah Al zistený v banskej vode tejto štôlny prevyšuje indikačné i intervenčné kritérium kvality podzemnej vody (tab. 12).



Obr. 2: Zavalené ústie štôlne 1. mája s výtokom banskej vody a zrážaním okru



Obr. 3: Tvorba akumulácie okrového sedimentu pod ústím štôlne 1. mája a nad priepustom cestnej komunikácie

Ústie štôlne Bieber sa nachádza v intraviláne Banskej Štiavnice, časti Štiavnické Bane. Monitorovaný je vplyv banskej vody na kvalitu toku Štiavnica. Banská voda má z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody vysoký obsah síranov, Mn, Zn a Ca (tab. 11). Po zmiešaní banskej vody s vodou toku Štiavnica zostáva nadlimitný obsah síranov a zinku. Nadlimitný obsah zinku bol dokumentovaný i na monitorovacom mieste kvality povrchových vôd SHMÚ Štiavnica – nad Svätým Antonom, tu však aj s nadlimitným obsahom Cd a Pb (tab. 14). Známym zdrojom ktorý prispieva k znečisteniu potoka Štiavnica kovmi je odkalisko Lintich, drenážna voda ktorého obsahuje 0,1 – 1,1 mg/l Zn, 0,5 – 3,1 µg/l Cd a 1,2 – 2,1 mg/l Mn (Zvarová et al., 2015). Ako však ukazujú výsledky vzorkovania vody Štiavnice nad a pod vyústením drenážnej vody odkaliska (Zvarová et al., 2015), tento vplyv nie je významný. Obsah zinku bol nadlimitný i na nižšie situovanom monitorovacom mieste SHMÚ na toku Štiavnica

– pod ústím Ilijského potoka, kde bol za rok 2019 dokumentovaný ročný priemer 0,244 mg/l. V rámci ŠHRO je ďalším tokom monitorovaným SHMÚ z hľadiska kvality povrchovej vody Beliansky potok na jeho ústí do Jasenice, kde bolo v roku 2019 zistené prekročenie limitných hodnôt pre Zn a Cd (tab. 15).

Tab. 10: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody v objektoch ŠHRO zaradených do monitoringu v roku 2019

Objekt	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Cu mg/l	Cd mg/l	Ba mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
ŠHRO10	42	7,59	157		0,002	0,006		0,0130	0,0003		0,0010	0,0001	-	71	13
ŠHRO11	92	6,15	462	0,07	5,535	0,252	0,61	0,0555	0,0005	0,0128	0,0003	0,0010	0,011	193	11
ŠHRO12	73	7,38	449		0,170	1,723		0,0280	0,0003		0,0010	0,0001	-	192	12
ŠHRO13	62	8,06	178		0,047	0,134		0,0270	0,0009		0,0025	0,0002	-	86	25
ŠHRO14	117	7,46	432	0,025	0,002	0,352	0,03	0,388	0,0003	0,0005	0,0005	0,0013	0,010	167	61
ŠHRO15*	91	7,82	314		0,026	0,216		0,182	0,0001			0,0006	-	86	25

Vysvetlivky: ŠHRO10 – potok nad štôľňou 1.mája, ŠHRO11 – štôľňa 1.mája, ŠHRO12 – potok pod štôľňou 1.mája, ŠHRO13 – tok Štiavnica nad štôľňou Bieber, ŠHRO14 – štôľňa Bieber, ŠHRO15 – tok Štiavnica pod štôľňou Bieber. *údaje vypočítané podľa zmiešavacej rovnice.

Tab. 11: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody objektov ŠHRO zaradených do monitoringu v roku 2019 s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	EC	pH	SO ₄	NH ₄	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Se	Ba	Ca	Mg
ŠHRO10	0,38	V	0,63		0,001	0,02			0,09	0,02		0,05	0,02			0,71	0,07
ŠHRO11	0,83	V	1,85	0,05	2,77	0,84	3,05		0,37	0,04	1,11	0,05	0,03		0,11	1,93	0,06
ŠHRO12	0,66	V	1,80		0,17	1,72			0,18	0,02		0,05	0,02			1,92	0,06
ŠHRO13	0,56	V	0,71		0,02	0,45			0,18	0,10		0,13	0,07			0,86	0,13
ŠHRO14	1,06	V	1,73	0,02	0,001	1,17	0,15		2,55	0,03	0,05	0,10	0,56		0,10	1,67	0,30
ŠHRO15*	0,83	V	1,26		0,01	0,72			1,20	0,01		0,01	0,27			0,86	0,13

Tab.12: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody objektov ŠHRO zaradených do monitoringu v roku 2019 s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	NO ₂	Al	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
ŠHRO11	2019	0,46	V	0,01	2,44	0,04	0,005	0,26	0,001	0,02	0,02
ŠHRO14	2019	0,58	V	0,013	0,12	0,26	0,003	0,01	0,0015	0,25	0,02

Tab.13: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody objektov ŠHRO zaradených do monitoringu v roku 2019 s intervenčným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
	2019	0,28	V	0,04	0,002	0,001	0,004	0,001	0,003	0,02
ŠHRO11	2019	0,31	V	1,53	0,01	0,002	0,13	0,0005	0,004	0,01
ŠHRO14	2019	0,39	V	0,08	0,08	0,001	0,005	0,0008	0,063	0,01

Tab. 14: Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody toku Štiavnica na monitorovacom mieste Nad Svätým Antonom (Májovská et al., 2020) v roku 2019

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK / RP
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Cd $\mu\text{g/l}$	12	0,39	4,83	4,489	2,294	5/5	3,5 / 2,25
Pb $\mu\text{g/l}$	12	0,5	8160	5,26	8,18	-	15 / 1,2
Zn $\mu\text{g/l}$	12	164,00	722,00	714,90	405,08	5/5	- / 152

Z hľadiska kritérií pre kvalitu podzemnej vody je banská voda štôlne Bieber vyhovujúca (tab. 12, 13).

Tab. 15: Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody Belianskeho potoka na monitorovacom mieste Ústie pod Banskou Belou v roku 2019 (Májovská et al., 2020)

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-PoK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Cd $\mu\text{g/l}$	12	0,360	2,630	1,724	1,051	5/5	2,0 / 0,75
Cu $\mu\text{g/l}$	12	2,29	5,56	4,85	3,40	-	- / 10,0
Zn $\mu\text{g/l}$	12	107,00	526,00	472,50	265,58	5/5	- / 92

Monitoring kvality riečnych sedimentov v Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode sa vykonával s ročnou frekvenciou do roku 2013 na všetkých miestach pozorovania kvality vôd. Ukázal, že 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. Vzorok sedimentu z vody NOS, odobraté v roku 2016, mali vyššie koncentrácie Zn a Cd ako priemerné hodnoty z monitoringu z rokov 2007 – 2013. Vzorok sedimentu z banskej vody štôlne Bieber, odobraté v roku 2017, ukázali koncentráciu vysoko prevyšujúcu IT pre Pb, Zn a Cd. Výsledky tohto monitoringu sú uvedené v správe z monitoringu za rok 2017.

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 2019 tu neboli zaznamenané významné prejavy nestability povrchu v podrúbaných oblastiach. Ústia hlavných odvodňovacích štôlní (VDŠ, NOŠ) i štôlne Zlatý stôl a Bieber sú stabilné a zabezpečené. Ústie štôlne 1.mája je zavalené (obr. 2) a z banskej vody sa intenzívne zráža okrový sediment, čo môže v budúcnosti spôsobiť upchatie odtokových ciest za závalom v štôlni a náhle vyplavenie tohto sedimentu charakteru potenciálne nebezpečného prievalu.

4.2 Lokalita Kremnica

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). Vydobyť 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). V rokoch 2018 a 2019 sa tu opäť neťažilo (Zvrškovec, 2020).

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 navyšovali z materiálu, ktorý sedimentoval v nádržiach. 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 – 2019 (po 2 meraniach ročne). Monitoring je vykonávaný na troch výtokoch zo štôlni, dvoch profiloch povrchových tokov a výtoku priesakovej vody z odkaliska (tab. 9, obr. 2).

V monitorovanom období zo sledovaných ukazovateľov kvality vo vode Kremnického potoka pred ústím do Hrona neprekračuje zistená charakteristická hodnota požiadavku na kvalitu povrchovej vody pri žiadnom zo sledovaných ukazovateľov (tab. 10). Zdrojom zvýšenej koncentrácie Mn je banská voda Hlbokej štôlne i Hornoveskej štôlne i priesak z odkaliska v Hornej Vsi (tab. 10). 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 SO₄, Mn, Zn a Cu. Nevyhovujúca v nej bola úroveň obsahu kyanidov, keď ChH 0,007 mg/l CN_{celk} pre rok 2019 i ChH 0,006 mg/l CN_{celk} pre roky 2009 – 2018 prekračujú požadovanú hodnotu 0,005 mg/l. V priesakovej vode odkaliska dosiahol obsah kyanidov v roku 2019 charakteristickú hodnotu 0,0088 mg/l. V SHMÚ monitorovaných profiloch Kremnického potoka boli v roku 2019 ukazovatele Cu, Zn (R177010D Pod Kremnicou) a Hg, Cd, Pb, As, Cu, Cr, Ni a Zn (R180000D Dolná Ves) vyhovujúce požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (Májovská et al., 2020).

Banská voda Hlavnej dedičnej štólne je riziková vo vzťahu ku kvalite povrchových vôd najmä koncentráciou Mn (tab. 10). Voda Hrona v profile R185000D Žiar nad Hronom, situovanom pod vyústením banskej vody Hlavnej dedičnej štólne, podľa monitoringu SHMÚ z hľadiska obsahu As ročným priemerom 8,71 µg/l (Májovská et al., 2020) vyhovela požiadavkám na kvalitu povrchovej vody.

Tab. 16: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Kremnica

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH -	SO ₄ mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
Kremnický potok	2008 – 2018	27,0	7,73	35	0,07	0,00005	0,019	0,012	0,004	0,003
	2019	25,3	7,97	33	0,04	0,00005	0,015	0,012	0,002	0,006
odkalisko Horná Ves	2008 – 2018	85,7	6,97	458	5,74	0,00006	2,482	0,008	0,003	0,014
	2019	106,2	7,49	514	3,03	0,00005	0,274	0,005	0,001	0,008
potok pod odkaliskom	2008 – 2018	36,6	8,00	58	0,26	0,00005	0,016	0,005	0,002	0,002
	2019	34,2	8,12	49	0,22	0,00005	0,009	0,006	0,0010	0,004
Hlavná dedičná štólňa	2008 – 2018	60,4	7,32	254	1,10	0,00005	0,053	0,012	0,005	0,003
	2019	41,7	7,69	175	0,61	0,00005	0,035	0,010	0,003	0,007
Hlboká štólňa	2008 – 2018	92,2	7,04	168	0,52	0,00007	0,023	0,003	0,003	0,002
	2019	83,4	7,04	108	0,30	0,00005	0,007	0,003	0,0004	0,002
Hornoveská štólňa	2008 – 2018	13,3	6,00	47	0,34	0,00005	0,037	0,002	0,002	0,001
	2019	11,6	6,06	42	0,32	0,00005	0,029	0,001	0,0003	0,001

Tab. 17: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Kremnica s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Mn	Hg	Zn	As	Sb	Cu
Kremnický potok	2008 – 2018	0,25	V	0,14	0,22	0,11	0,31	0,80	0,72	0,37
	2019	0,23	V	0,13	0,13	0,11	0,24	0,77	0,37	0,65
odkalisko Horná Ves	2008 – 2018	0,78	V	1,83	19,14	0,14	41,29	0,50	0,62	1,64
	2019	0,97	V	2,05	10,09	0,11	4,56	0,31	0,26	0,88
potok pod odkaliskom	2008 – 2018	0,33	V	0,23	0,86	0,12	0,26	0,35	0,37	0,22
	2019	0,31	V	0,20	0,73	0,11	0,15	0,39	0,20	0,47
Hlavná dedičná štólňa	2008 – 2018	0,55	V	1,02	3,67	0,11	0,88	0,75	1,06	0,40
	2019	0,38	V	0,70	2,02	0,11	0,57	0,67	0,63	0,82
Hlboká štólňa	2008 – 2018	0,84	V	0,67	1,73	0,16	0,39	0,23	0,68	0,21
	2019	0,76	V	0,43	1,00	0,11	0,11	0,20	0,09	0,24
Hornoveská štólňa	2008 – 2018	0,12	V	0,19	1,12	0,11	0,49	0,13	0,10	0,18
	2019	0,11	N	0,17	1,06	0,11	0,47	0,09	0,05	0,12

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) možno konštatovať, že kvalita banskej vody pozorovaných štôlní nebola počas monitorovaného obdobia v sledovaných parametroch riziková (tab. 11). Priesaková voda odkaliska v Hornej Vsi má vysoký obsah Zn,

dlhodobo prekračujúci 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 2019 s obdobím 2007 – 2018 zisťujeme, že sú nižšie pre EC, SO₄, Mn, Zn, As a Sb a vyššie pre Cu. Pre Hg sú na nezmenenej úrovni. V Hlbokej štôlni poklesol v roku 2019 obsah SO₄, Mn, Zn, As a Sb. V Hornoveskej štôlni je zaznamenaný mierny pokles obsahov sledovaných ukazovateľov EC, Zn, Mn, As a nezmenená úroveň Hg a Cu v roku 2019 oproti predošlému obdobiu (tab. 9).

Tab. 18: 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
odkalisisko Horná Ves	2008 – 2018	0,43	V	0,03	1,65	0,15	0,12	0,01
	2019	0,53	V	0,03	0,18	0,09	0,05	0,01
Hlavná dedičná štôlna	2008 – 2018	0,30	V	0,03	0,04	0,23	0,21	0,003
	2019	0,21	V	0,03	0,02	0,21	0,13	0,01
Hlboká štôlna	2008 – 2018	0,46	V	0,04	0,02	0,07	0,14	0,002
	2019	0,42	V	0,03	0,004	0,06	0,02	0,002
Hornoveská štôlna	2008 – 2018	0,07	V	0,03	0,02	0,05	0,06	0,001
	2019	0,06	N	0,03	0,02	0,03	0,01	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8.

V roku 2019 bola odobratá vzorka sedimentu Kremnického potoka v profile pred ústím do Hrona (monitorovací bod K1). Laboratórna analýza v nej preukázala prekročenie indikačnej hodnoty v obsahu As a Sb (tab. 12). V sedimente banskej vody Hlavnej dedičnej štôlne boli v roku 2012 zistené obsahy As presahujúce IT pre priemysel, obsahy Zn, Sb, Co presahujúce IT pre obytné zóny a obsahy Pb, Ni a V presahujúce ID.

Tab. 19: Chemické zloženie sedimentu Kremnického potoka pred ústím do Hrona

Ozn objektu	Dátum	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
K1	16. 10. 2019	3,09	0,09	15,9	0,39	100	42	85	31,6

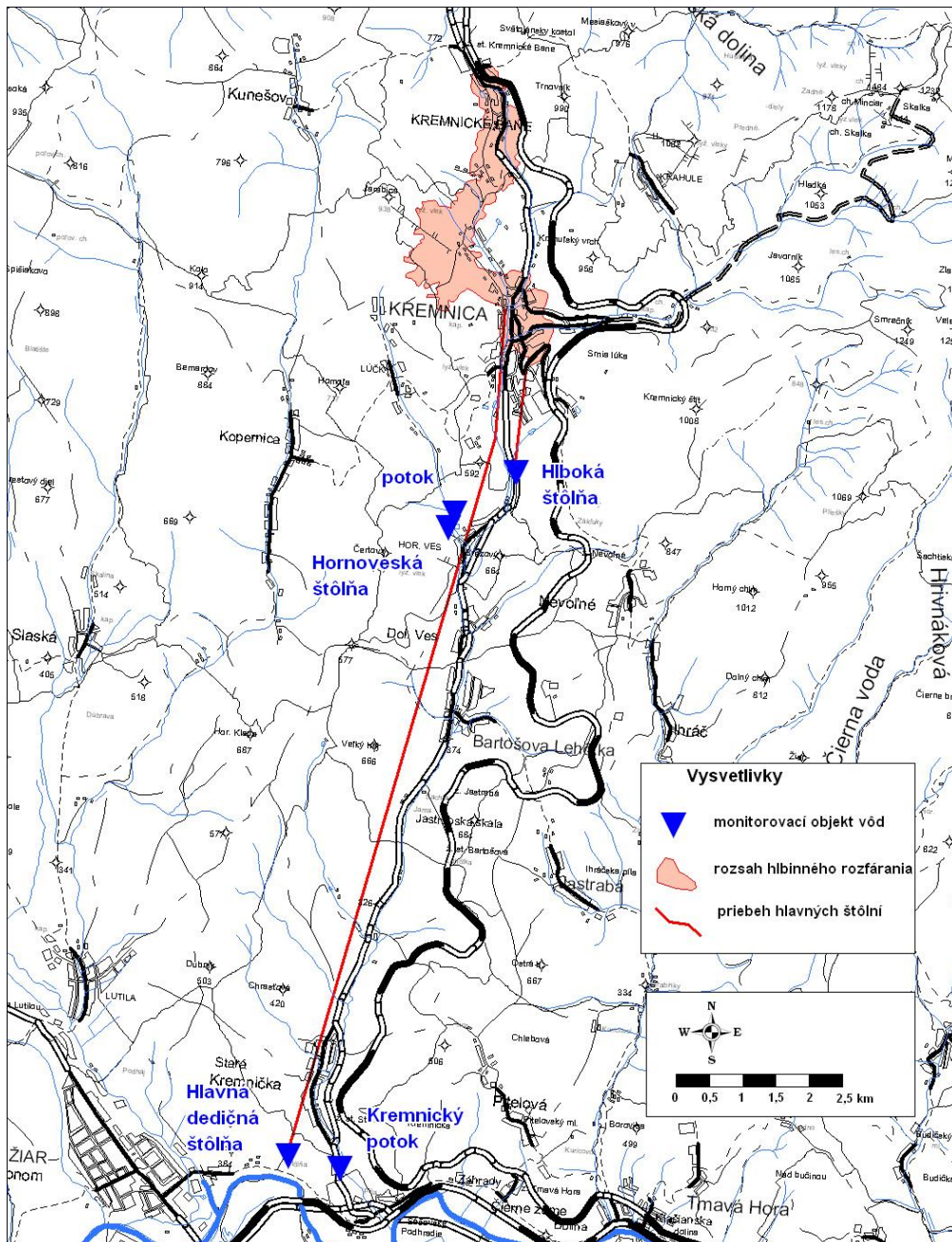
Ozn objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ba mg/kg
K1	16. 10. 2019	< 0,5	< 4	29	0,12	3,3	26	16	503

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

Významným dedičstvom historickej ťažby rúd je intenzívne podrúbanie centrálnej oblasti Kremnice, ktoré síce nespôsobilo vznik poklesovej kotliny, ale vyžaduje si zvláštnu opatrosť 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 mierky 1: 5 000 však vyplýva, že aj napriek veľkému rozsahu vydobytých priestorov je povrch územia Kremnice stabilný (Baliak et al., 1989). V roku 2019 neboli v tejto oblasti zaznamenané významné prejavy nestability.



Obr. 4: Situácia monitorovaných objektov v oblasti Kremnice

4.3 Lokalita Dúbrava

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 vykonáva zabezpečenie a likvidáciu bankských diel a ochranu bankských objektov. Okrem štôlní a hald sa na lokalite nachádza komplex odkalísk. V zmysle „Programu prevencie a manažmentu rizík vyplývajúcich z opustených a uzavretých úložísk ťažobného odpadu (2014 – 2020)“ sú odkaliská Lazisko – Dúbrava č. 1, 2 a 3 zaradené k rizikovým úložiskám klasifikovaným (podľa naliehavosti riešenia) do I. skupiny, s vysokou prioritou riešenia. Sú súčasťou environmentálnej záťaže v REZ LM (009) Lazisko – odkaliská Liptovská Dúbrava – SK/EZ/LM/397.

V rámci programu riešenia problematiky environmentálnych záťaží a ich odstraňovania boli v rokoch 2013 – 2015 na tejto lokalite monitorované odkaliská (Pešková et al., 2015a) a štôlna (Pešková et al., 2015b). Výsledky monitoringu odkalísk a spádovej oblasti ich vplyvu v údolí Paludžanky po chatovú osadu Pod Dobákom (Pešková et al., 2015a) v 8 vrtoch, 4 profiloch tokov, 4 pôdnych sondách a 4 odberných miestach sedimentu preukázali vysoké obsahy rizikových kontaminantov – najmä Sb a v menšom rozsahu aj As v podzemných vodách, v pôdach ako aj v riečnych sedimentoch záujmového územia vplyvom predmetnej environmentálnej záťaže. Výsledky monitoringu štôlní a hald a spádovej oblasti ich vplyvu v údolí Paludžanky po bývalý areál RB v 6 štôlniach, 2 povrchových tokoch a jednom vrte (Pešková et al., 2015b) preukázali vysoké obsahy rizikových kontaminantov – najmä Sb a v menšom rozsahu aj As v podzemných vodách záujmového územia vplyvom predmetnej environmentálnej záťaže. V oboch správach z monitoringu bolo konštatované, že vplyv predmetnej environmentálnej záťaže sa odráža aj na kvalite povrchových vôd v záujmovej oblasti.

Dňa 14. 11. 2019 vznikla, ako priamy následok vybreženia pravostranného prítoku potoka Paludžanka v období výdatných dažďových zrážok, havarijná svahová deformácia na odkalisku Lazisko – Dúbrava č. 2, sprevádzaná odnosom uvoľneného kalu rozvodnenou Paludžankou a jeho následnou sedimentáciou pozdĺž jej toku až k VN Liptovská Mara. Zhodnotenie podmienok jej vzniku a posúdenie predovšetkým jej environmentálnych dopadov bolo predmetom obhliadkovej správy (Bajtoš et al., 2019). V nej sa uvádza, že z hľadiska množstva premiestneného materiálu sa na základe realizovaných obhliadkových prác odhaduje, že z telesa odkaliska č. 2 sa uvoľnilo 9 000 m³ flotačných zemín. Z tohto množstva približne 3 000 m³ sedimentovalo pod odkaliskom, pred vstupom kalového prúdu do potoka Paludžanka. Z objemu 6 000 m³ odplaveného Paludžanku približne 1 200 m³ sedimentovalo pozdĺž jej brehov v úseku po chatovú osadu Pod Dobákom (ústie doliny Paludžanky do Liptovskej kotliny). Významnou akumulácnou oblasťou sedimentu bola inundačná oblasť Paludžanky pod cestou I/18 pod obcou Svätý Kríž, kde v úseku po PD Galovany sedimentovalo približne 2 900 m³ sedimentu – flotačných zemín s už vizuálne pozorovateľnou prímiesou prírodného sedimentu uvoľneného eróziou pri intenzívnych dažďových zrážkach. Na zvyšných úsekoch toku, ktoré sú zväčša regulované, k tak intenzívnej sedimentácii nedošlo. Na základe orientačnej bilancie možno predpokladať, že objem flotačných zemín z odkaliska, ktoré sa nakoniec usadili v VN Liptovská Mara, je 1 000 – 2 000 m³. Na základe vykonaných terénnych obhliadkových prác, doplnených odberom vzoriek sedimentu na laboratórny rozbor chemického a granulometrického zloženia, so zohľadnením relevantných súvisiacich údajov dokumentovaných staršími prácami, sú v predmetnej správe popisované podmienky vzniku tejto udalosti, rekonštruovaný jej priebeh, charakterizované vzniknuté škody a možnosti ohrozenia a navrhnuté opatrenia na prevenciu pred opätovným vznikom takéhoto nežiaduceho javu a na elimináciu jeho ďalších negatívnych vplyvov na životné prostredie a ľudské zdravie.

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 bankských a povrchových vôd. V roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF jednorazovým (1. 10. 2008) hydrometrovaním a vzorkovaním dvoch profilov potoka Paludžanka a troch štôlní s výtokom banskej vody (tab. 13, obr. 3). V roku 2009 boli vykonané dva odbery vzoriek, pričom vzorkované navyše oproti roku 2008 boli štôlna Samuel a Hlavný dopravný prekop. V rokoch 2010 až 2019 boli 2 krát ročne ovzorkované všetky spomenuté objekty.

Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z vykonaných laboratórnych analýz sú uvedené v tab. 20. Voda potoka Paludžanka má zvýšený obsah Sb už pred vtokom na monitorovanú lokalitu Dúbrava: 4-násobne vyššiu ako limit pre povrchovú vodu pre obdobie rokov 2008 – 2018 a 2-násobne vyššiu v roku 2019. 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 v profile D7 prekračovala požadovanú hodnotu pre povrchovú vodu v priemere za obdobie rokov 2008 – 2018 pre antimón 28-násobne, v roku 2019 25-násobne. Pre arzén nie je prekročená (tab. 21). Obsah síranov i medi vo vode tohto toku je nízky.

Tab. 20: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody na lokalite Dúbrava

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH -	SO ₄ mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
D1	2008 – 2018	5,0	7,44	7,5	0,0060	0,0196	0,0021
	2019	4,2	7,53	4,6	0,0048	0,0115	-
D7	2007 – 2018	8,5	7,68	16,8	0,0084	0,1408	0,0011
	2019	8,5	7,70	15,0	0,0077	0,1240	-
D2	2007 – 2018	21,8	7,64	37,3	0,0300	1,1588	0,0014
	2019	21,9	7,56	31,1	0,0402	0,8110	-
D4	2007 – 2018	42,2	7,94	133,8	0,0284	1,3745	0,0014
	2019	46,4	7,93	159,0	0,0418	1,4250	-
D5	2007 – 2018	43,5	8,11	109,2	0,0326	1,0158	0,0012
	2019	38,6	8,10	99,4	0,0369	0,8765	-
D6	2007 – 2018	42,5	8,03	119,2	0,0138	1,1462	0,0012
	2019	40,9	8,00	111,0	0,0117	0,8170	-
D8	2007 – 2018	34,5	7,70	90,5	0,0294	2,5418	0,0011
	2019	35,2	7,87	92,5	0,0376	2,3000	-
D3	2007 – 2018	58,8	8,08	175,5	0,0951	7,9627	0,0019
	2019	60,1	8,38	180,0	0,1910	7,5850	-

Vysvetlivky: D1 – potok Paludžanka v profile nad Hlavným dopravným prekopom, D2 – štôlna Svätopluk, D3 – štôlna Samuel, D4 – štôlna Rakytová, D5 – Martin štôlna, D6 – Flotačná štôlna, D7 – potok Paludžanka v profile pri horárni Hluché, D8 – Hlavný dopravný prekop. Situácia objektov na obr. 5.

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

Objekt	Dátum	EC	pH	SO ₄	As	Sb	Cu
D1	2008 – 2018	0,05	V	0,03	0,3	4	0,36
	2019	0,04	V	0,02	0,3	2	-
D7	2007 – 2018	0,08	V	0,07	0,5	28	0,19
	2019	0,08	V	0,06	0,4	25	-
D2	2007 – 2018	0,20	V	0,15	1,7	232	0,24
	2019	0,20	V	0,12	2,3	162	-
D4	2007 – 2018	0,38	V	0,54	1,6	275	0,24
	2019	0,42	V	0,64	2,4	285	-
D5	2007 – 2018	0,40	V	0,44	1,9	203	0,21
	2019	0,35	V	0,40	2,1	175	-
D6	2007 – 2018	0,39	V	0,48	0,8	229	0,21
	2019	0,37	V	0,44	0,7	163	-
D8	2007 – 2018	0,31	V	0,36	1,7	508	0,19
	2019	0,32	V	0,37	2,1	460	-
D3	2007 – 2018	0,53	V	0,70	5,4	1593	0,33
	2019	0,55	V	0,72	10,9	1517	-

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 20.

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 štôľne Samuel a Hlavného dopravného prekopu (tab. 21 a 22). Obsahom arzenu je riziková len štôľňa Samuel. Zistené údaje poukazujú na sezónny charakter kolísania koncentrácie kontaminantov, pričom obsah Sb stabilne vysoko prevyšuje príslušnú indikačnú hodnotu (ID) – u jednotlivých štôľni 30 až 300-násobne. Príslušná intervenčná hodnota je u týchto objektov prekročená 16 až 160-násobne (tab. 16). Charakteristické hodnoty obsahu Sb vo výtokoch banskej vody za rok 2019 sú mierne nižšie v porovnaní s obdobím rokov 2007 – 2018 (tab. 20) s výnimkou štôľne Rakytová s dokumentovaným miernym nárastom.

Tab. 22: 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 – 2018	0,11	V	0,6	46	0,001
	2019	0,11	V	0,8	32	-
D4	2007 – 2018	0,21	V	0,6	55	0,001
	2019	0,23	V	0,8	57	-
D5	2007 – 2018	0,22	V	0,7	41	0,001
	2019	0,19	V	0,7	35	-
D6	2007 – 2018	0,21	V	0,3	46	0,001
	2019	0,20	V	0,2	33	-
D8	2007 – 2018	0,17	V	0,6	102	0,001
	2019	0,18	V	0,8	92	-
D3	2007 – 2018	0,29	V	1,9	319	0,002
	2019	0,30	V	3,8	303	-

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8. Označenie objektov ako pri tab. 20.

Tab. 23: 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 – 2018	0,07	V	0,3	23	0,001
	2019	0,07	V	0,4	16	-
D4	2007 – 2018	0,14	V	0,3	27	0,001
	2019	0,15	V	0,4	29	-
D5	2007 – 2018	0,14	V	0,3	20	0,001
	2019	0,13	V	0,4	18	-
D6	2007 – 2018	0,14	V	0,1	23	0,001
	2019	0,14	V	0,1	16	-
D8	2007 – 2018	0,11	V	0,3	51	0,001
	2019	0,12	V	0,4	46	-
D3	2007 – 2018	0,20	V	1,0	159	0,001
	2019	0,20	V	1,9	152	-

Vysvetlivky: Ako pri tab. 9. Označenie objektov ako pri tab. 20.

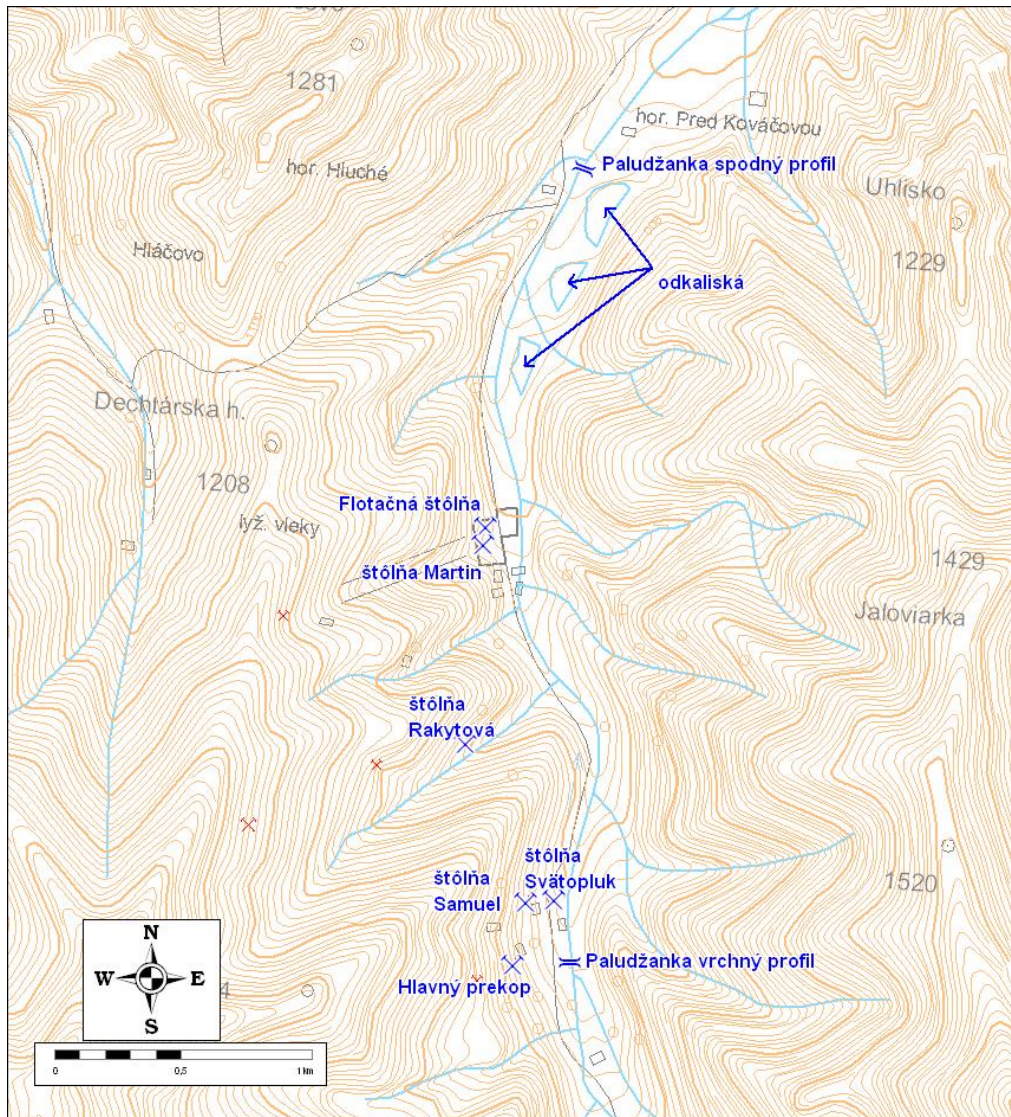
Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečného sedimentu. V profile pri horárni Hluché obsahuje vzorka sedimentu Paludžanky z 15. 10. 2019 vysokú koncentráciu Sb, prekračujúcu intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu (tab. 24). V obsahu bária prekračuje intervenčné kritérium pre obytné zóny a v obsahu As indikačné kritérium.

Tab. 24: Chemické zloženie sedimentu z 15. 10. 2019 z potoka Paludžanka pri horárni Hluché

Ozn. objektu	Dátum	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
D7	15. 10. 2019	3,39	0,07	15,7	0,12	80	52	98	488
Ozn. objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ba mg/kg
D7	15. 10. 2019	< 0,5	11	57	0,22	4,6	30	12	1120

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.

Kvalita sedimentov Paludžanky bola sledovaná v rámci monitoringu environmentálnej záťaže MEZ č. 13, Lazisko – odkaliská L. Dúbrava (Pešková et al., 2015a). Vzorka sedimentu SD13-1 odobratá 5. 12. 2013 z Paludžanky pred sútokom s potokom z doliny Kováčová dokumentovala vysoké koncentrácie Sb, As a Ba, prekračujúce ID. Namerané koncentrácie Sb a As zároveň prekračujú IT pre obytné zóny (IT-OZ), Sb i IT pre priemysel. V jej blízkosti odobratá vzorka kalového sedimentu D10-S usadeného po havárii odkaliska č. 2 (Bajtoš et al., 2019), akumulovaná na pravom brehu Paludžanky, má oproti nej 2,8-násobne vyšší obsah As a 1,4-násobne vyšší obsah Sb. Koncentrácie Sb a As vyššie ako IT-OZ boli pri odbere 5. 12. 2013 zistené i vo vzorkách sedimentu ľavej vetvy Paludžanky pripájajúcej sa nad obcou Dúbrava k toku Dúbravka (SD13-3), ľavej vetvy Paludžanky pokračujúcej ako tok Dúbrava cez lokalitu Chraste na Gôtovany (SD13-4), i sedimentu Paludžanky v chatovej osade Pod Dobákom (SD-13-5). Za zmienku stojí, že vzorka kalového sedimentu Laz1-S odobratá po havárii odkaliska v chatovej osade Pod Dobákom má podobnú úroveň obsahu Sb ako vzorka sedimentu Paludžanky SD13-1 z 5. 12. 2013 odobratá pri horárni Pred Kováčovou. Ostatné sledované stopové prvky boli hlboko pod úrovňou príslušných ID.



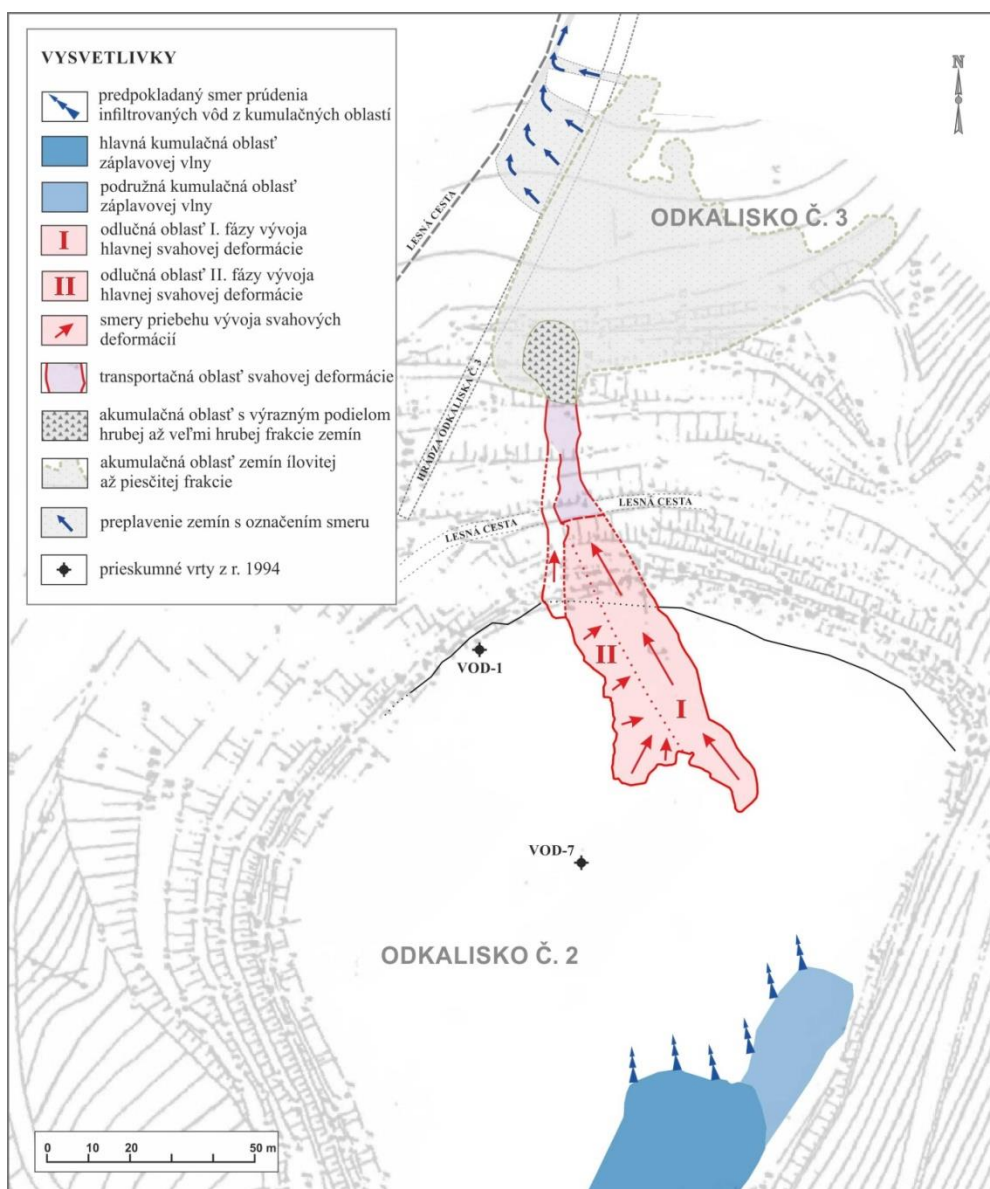
Obr. 5: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Dúbrava

Inžinierskogeologické aspekty

Na lokalite Dúbrava ťažba nevyvolala významnejšie geodynamické javy. Nevyskytujú sa tu významné poklesy terénu nad bankskými dielami. Negatívne vplyvy háld, odkalísk a odvalov na životné prostredie boli redukované realizáciou „Plánu zabezpečenia hlavných. bankských diel, likvidácie bankských diel, povrchu a ložiska Dúbrava – Sb v rokoch 1991 –1995“. Už v roku 1976 sa zabezpečila rekultivácia na viacerých hlušínových 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. Od roku 2014 táto organizácia vykonávala v DP Dúbrava zabezpečenie bankských diel (Kolektív autorov, 2019). Ústia monitorovaných štôlní sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2019 boli nepoškodené.

Dňa 14. 11. 2019 vznikla v severnej časti odkaliska č. 2 Lazisko – Dúbrava havarijná svahová deformácia (obr. 6 – 10). Podľa plošného tvaru ide o svahovú deformáciu prúdového

charakteru. Mechanizmus vzniku svahovej deformácie, pri stave nasýtenosti zosuvných zemín vodou, možno definovať ako jav „stekutenia zemín“, pri ktorom sa vodou nasýtené zeminy stávajú tekutými. Náchylnosť na stekutenie flotačných zemín podporujú ich inžinierskogeologické charakteristiky overované laboratórnymi skúškami (podľa údajov Arvensis et al., 1994) – overené zrnitostné zloženie (s prevažujúcim podielom siltovej a piesčitej frakcie) ako aj hodnoty inžinierskogeologických vlastností flotačných zemín, napr. pórovitosti, ktoré sa často pohybujú nad 40 %. Vzhľadom na zistený charakter prejavov svahovej deformácie počas terénnej obhliadky (Bajtoš et al., 2019) možno predpokladať jej vývoj v dvoch fázach. V prvotnej fáze vzniku svahovej deformácie došlo k vytvoreniu úzkeho prúdového zosuvu (ozn. I, obr. 6). V ďalšom priebehu vývoja svahovej deformácie došlo k rozširovaniu svahovej deformácie juhozápadným smerom (ozn. II, obr. 6). Odlučná oblasť svahovej deformácie takmer zodpovedá šmykovej ploche svahovej deformácie, keďže prevažná časť zosuvných zemín bola transportovaná do akumulačnej oblasti pod hrádzu odkaliska (obr. 10).



Obr. 6: Situácia svahovej deformácie odkaliska Lazisko – Dúbrava č. 2 (Mašlár a Mašárová, 2019, topografický podklad podľa Pikna, Koval'ko, 1994)



Obr. 7: Flotačný materiál odkaliska v mieste hrany plató odkaliska na bočnej severovýchodnej stene odľučnej oblasti svahovej deformácie (Mašlár a Mašlárová, 2019)



Obr. 8 (vľavo): Bočná severovýchodná stena odľučnej časti svahovej deformácie

Obr. 9 (vpravo): Bočná juhozápadná stena odľučnej časti svahovej deformácie



Obr. 10: Pohľad na transportnú oblasť svahovej deformácie z jej akumuláčnej oblasti

4.4 Lokalita Pezinok

Na lokalite Pezinok bola ťažba v minulosti ukončená. Ložisko Pezinok – antimónové rudy je chránené dvoma dobývacími poľami: DP Pezinok a DP Pezinok II. 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 bankských 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 bankšú činnosť – zabezpečovanie bankských 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 sanácia 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 m³ (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, v roku 2014 – 17,4 kt, v roku 2015 – 22,4 kt, v roku 2017 – 31,6 kt, v roku 2018 – 39,99 kt a v roku 2019 – 53,77 kt materiálu (Kolektív autorov, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019). 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 bankšú činnosť, v dôsledku čoho jej zaniklo oprávnenie na dobývanie a bankšé diela sú tu odvtedy v zabezpečení (Zvrškovec, 2020). Rudné Bane š. p. vykonávali v roku 2019 zaistenie ústí starých bankšých diel štôlne Emil Ferdinand a štôlne Hermína.

V rámci programu prieskumov environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenska bol realizovaný i prieskum prioritnej pravdepodobnej environmentálnej záťaže Pezinok – oblasť rudných baní a starých bankšých 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 bankšých 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 bankských a povrchových vôd, až v roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF 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, v rokoch 2013 – 2018 opäť 2x ročne a v roku 2019 5-krát. V roku 2019 boli monitorované i výtoky zo štôlní Trojárová, Čmele a Sirková.

V tab. 25 sú uvedené charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek v sledovanom období. Výtoky banskej vody obsahujú zvýšené koncentrácie antimónu a arzenu, ale i síranov, železa, mangánu, zinku a niklu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Blatina tak, že ten nevyhovuje požiadavkám na kvalitu povrchovej vody koncentráciou antimónu a arzenu (v priemere približne 7,5-násobné prekročenie v období 2008 – 2018). Banská voda štôlnie Ryhová tvorí celý prietok pravostranného prítoku Blatiny a trvale obsahuje zvýšené koncentrácie Fe, Mn, Zn, Sb a Ni, ktoré nevyhovujú požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 26). V roku 2019 prekročil limit aj obsah Cd. Obsah ²²⁶Ra je zvýšený, avšak charakteristická hodnota pre obdobie 2008 – 2018 i pre rok 2019 je nižšia ako limitná hodnota. Banská voda Pyritovej štôlnie má z hľadiska rizika negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody zvýšený obsah síranového aniónu, mangánu, arzenu a antimónu, i vysokú hodnotu EC. Banská voda štôlnie Budúcnosť vykazuje zvýšený obsah síranového aniónu, železa, mangánu, zinku, arzenu, antimónu a niklu.

Tab. 25: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Pezínok

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn 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	²²⁶ Ra Bq/l
P1	2008 – 18	55,6	6,90	200	5,29	0,28	0,1171	0,0008	0,0038	0,0092	0,0059	0,0963	0,0018	0,00059	0,157
	2019	60,7	6,80	175	4,59	0,24	0,1784	0,0005	0,0049	0,0107	0,0165	0,1358	0,0030	0,00090	0,154
P2	2008 – 18	49,0	7,95	147	0,31	0,14	0,0056	-	0,1317	0,0378	0,0015	0,0099	-	-	0,077
	2019	48,9	7,88	133	0,17	0,10	0,0095	0,0006	0,1350	0,0428	0,0045	0,0110	0,0010	0,00005	0,072
P3	2008 – 18	118,3	7,83	563	0,36	0,63	0,0060	0,0025	0,0387	0,4053	0,0010	0,0164	0,0010	0,00013	0,099
	2019	114,0	7,91	538	0,18	0,37	0,0062	0,0003	0,0559	0,5532	0,0010	0,0142	0,0015	0,00007	0,154
P4	2008 – 18	80,0	7,42	339	4,93	1,70	0,0829	0,0025	0,0271	0,0911	0,0013	0,0779	0,0060	0,00011	0,093
	2019	77,5	7,45	271	3,20	1,21	0,0682	0,0003	0,0432	0,0972	0,0025	0,0748	0,0100	0,00006	0,102
P5	2019	39,7	6,89	198	5,229	0,276	0,0598	0,0003	0,0036	0,0678	0,0010	0,0378	0,0010	0,00006	0,115
P6	2019	43,0	6,83	199	6,574	0,324	0,0032	0,0003	0,0486	0,3322	0,0010	0,0076	0,0010	0,00005	0,136
P13	2019	85,0	7,94	145	0,293	0,133	0,0565	0,0003	0,0305	0,0523	0,0010	0,0798	0,0140	0,00005	0,101

Vysvetlivky: P1 – štôlnia Ryhová, P2 – potok Blatina nad nemocnicou, P3 – Pyritová štôlnia, P4 – štôlnia Budúcnosť, P5 – štôlnia Čmele, P6 – štôlnia Trojárová, P13 – štôlnia Sirková. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mape na obr. 11.

Z hľadiska hodnotenia kvality bankských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) je obsahom Sb riziková najmä banská voda Pyritovej štôlnie, ktorá v roku 2019 11-násobne prekračuje IT (tab. 28). Banská voda štôlnie Trojárová v tomto období prekračuje toto kritérium 7-násobne a štôlnie Budúcnosť 2-násobne. Banská voda Ryhovej štôlnie dlhodobo neprekračuje ID pre žiadny zo sledovaných

ukazovateľov, avšak v obsahu niklu ho v roku 2019 prekročila (tab. 27). Charakteristický obsah Sb pre rok 2019 je vyšší ako v období 2008 – 2018 u Pyritovej štólne, štólne Budúcnosť i štólne Ryhová.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd	²²⁶ Ra
P1	2008 – 2018	0,51	V	0,79	2,61	0,92	1,52	0,10	0,22	1,84	0,31	4,38	0,04	0,90	0,78
	2019	0,55	V	0,80	3,29	1,08	2,32	0,06	0,28	2,15	0,88	6,17	0,06	1,38	0,77
P2	2008 – 2018	0,45	V	0,58	0,15	0,44	0,07	-	7,52	7,55	0,08	0,45	-	0,18	0,39
	2019	0,44	V	0,47	0,16	0,34	0,12	0,08	7,71	8,56	0,24	0,50	0,02	0,08	0,45
P3	2008 – 2018	1,08	V	2,24	0,17	2,01	0,08	0,30	2,21	81,07	0,05	0,74	0,02	0,19	0,49
	2019	1,04	V	1,99	0,12	1,35	0,08	0,03	3,19	110,64	0,05	0,65	0,03	0,11	0,77
P4	2008 – 2018	0,73	V	1,33	2,39	5,53	1,08	0,30	1,55	18,22	0,07	3,54	0,12	0,16	0,46
	2019	0,70	V	1,18	2,12	4,53	0,89	0,03	2,47	21,00	0,13	3,40	0,20	0,10	0,51
P5	2019	0,36	V	0,42	0,55	0,48	0,78	0,03	0,21	13,56	0,05	1,72	0,02	0,10	0,57
P6	2019	0,39	V	0,40	0,02	0,03	0,04	0,03	2,78	66,44	0,05	0,35	0,02	0,08	0,68
P13	2019	0,77	V	1,29	1,58	6,01	0,73	0,03	1,74	10,47	0,05	3,63	0,28	0,08	0,51

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 25.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
P1	2008 – 2018	0,28	V	0,12	0,001	0,08	0,37	0,006	0,96	0,02	0,12
	2019	0,28	V	0,18	0,0003	0,10	0,43	0,02	1,36	0,03	0,18
P3	2008 – 2018	0,59	V	0,006	0,002	0,77	16,21	0,001	0,16	0,01	0,03
	2019	0,57	V	0,01	0,0002	1,12	22,13	0,001	0,14	0,02	0,01
P4	2008 – 2018	0,40	V	0,08	0,002	0,54	3,64	0,001	0,78	0,06	0,02
	2019	0,39	V	0,07	0,0002	0,86	3,89	0,003	0,75	0,10	0,01
P5	2019	0,20	V	0,06	0,00	0,07	2,71	0,001	0,38	0,01	0,01
P6	2019	0,39	V	0,04	0,03	2,78	66,44	0,05	0,35	0,02	0,08
P13	2019	0,43	V	0,06	0,0002	0,61	2,09	0,00	0,80	0,14	0,01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8. Označenie objektov ako pri tab. 25.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
P1	2008 – 2018	0,19	V	0,06	0,0002	0,04	0,18	0,003	0,48	0,01	0,03
	2019	0,20	V	0,09	0,0001	0,05	0,21	0,008	0,68	0,02	0,05
P3	2008 – 2018	0,39	V	0,003	0,001	0,39	8,11	0,001	0,08	0,01	0,01
	2019	0,38	V	0,003	0,0001	0,56	11,06	0,001	0,07	0,01	0,004
P4	2008 – 2018	0,27	V	0,04	0,001	0,27	1,82	0,001	0,39	0,03	0,01
	2019	0,26	V	0,03	0,0001	0,43	1,94	0,001	0,37	0,05	0,003
P5	2019	0,13	V	0,03	0,0001	0,04	1,36	0,001	0,19	0,01	0,003
P6	2019	0,14	V	0,002	0,0001	0,49	6,64	0,001	0,04	0,005	0,003
P13	2019	0,28	V	0,03	0,0001	0,30	1,05	0,001	0,40	0,07	0,003

Vysvetlivky: Ako pri tab. 9. Označenie objektov ako pri tab. 25.

Vplyv banskej činnosti sa na lokalite Pezinok prejavuje i kontamináciou riečneho sedimentu. V profile nad nemocnicou prekročili zistené hodnoty vo vzorke sedimentu Blatiny

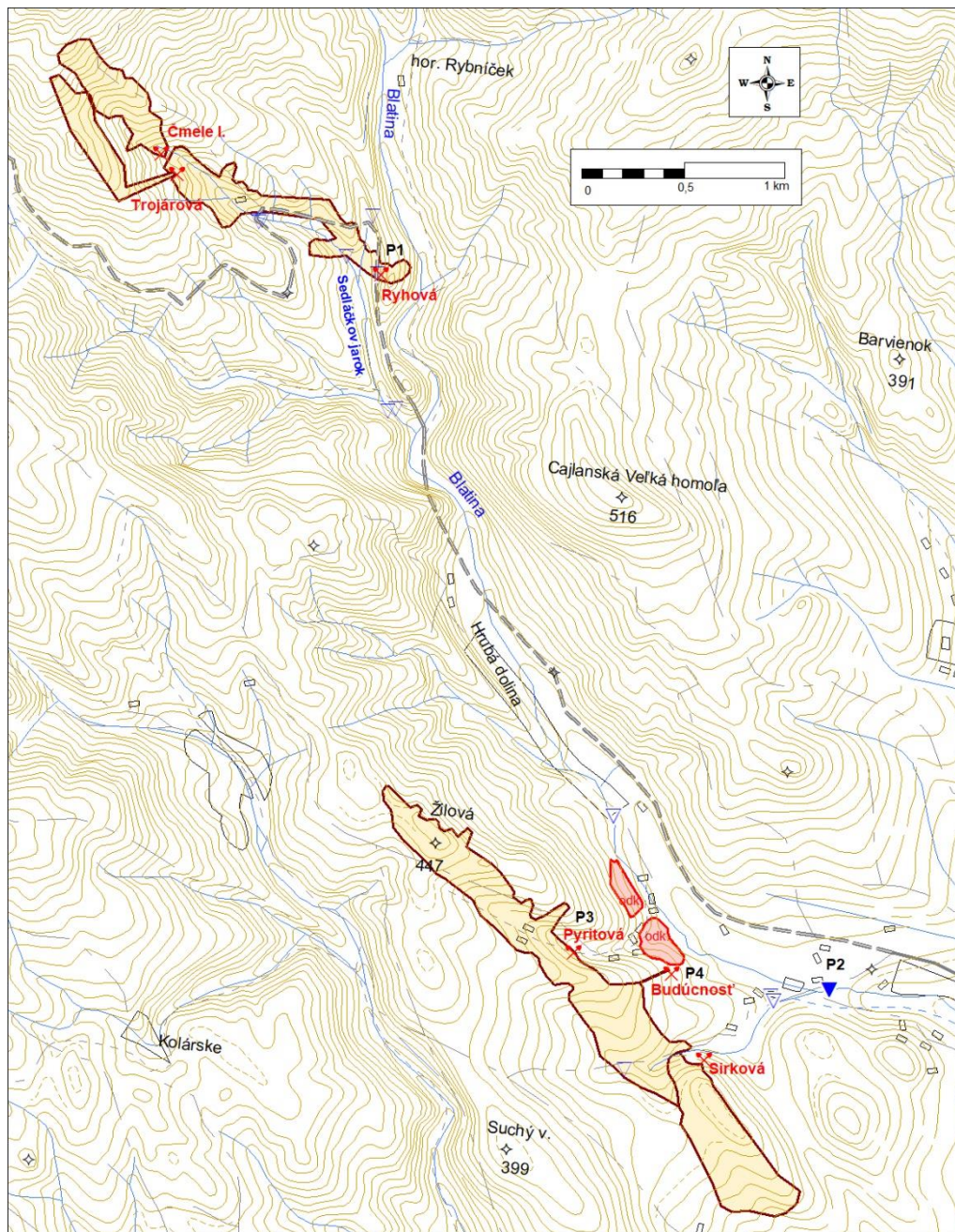
z 6. 11. 2012 intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu v obsahu As 7,8-násobne a v obsahu Sb 2,9-násobne (tab. 29).

Tab. 29: 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	6. 11. 2012	4,91	0,27	6,5	0,12	244	41	1098	231

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	6. 11. 2012	<1	139	124	1,1	26	105	49	<3

Vysvetlivky: Ako pri tab. 19.



Obr. 11: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Pezinok.

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

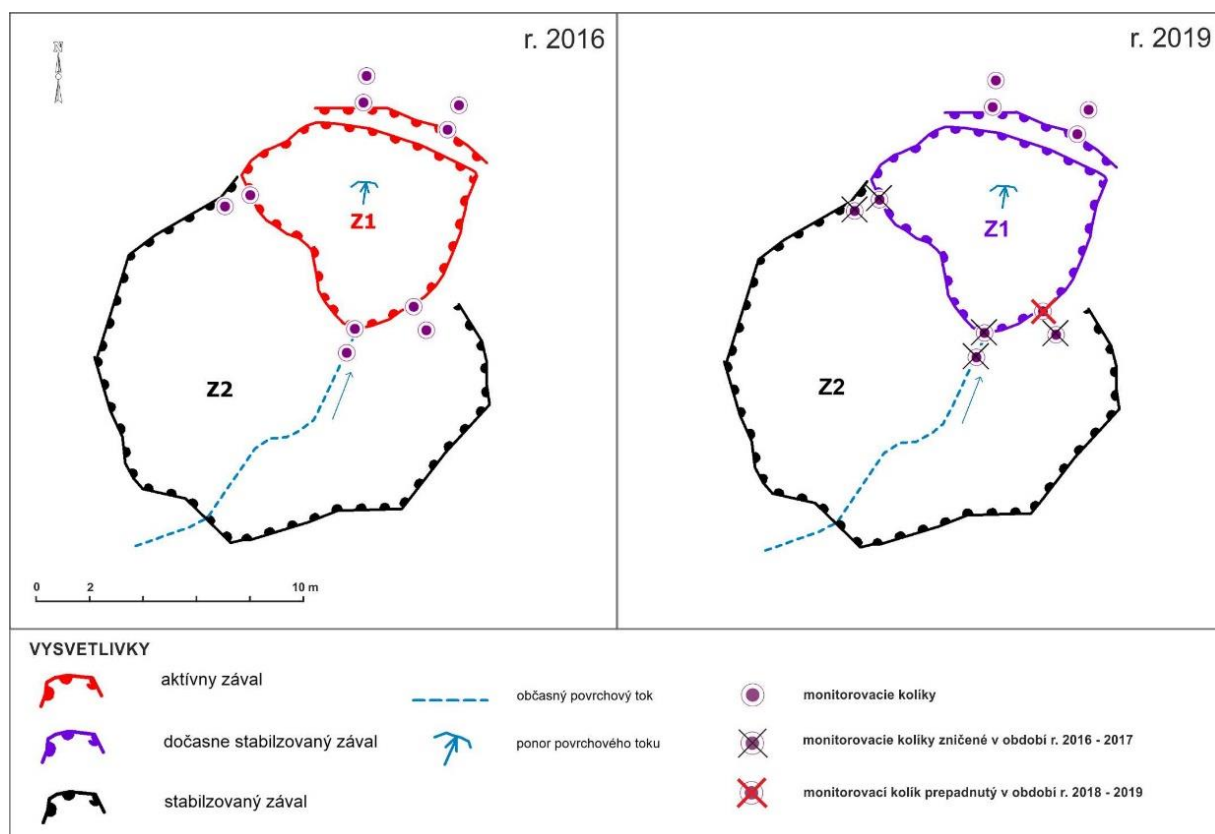
Inžinierskogeologické aspekty

Pyrit – pyrotínové ložisko Nádej leží v juhovýchodnom pokračovaní ložiska Augustín. Vlastné ložisko tvorí asi 200 m dlhá šošovka na oboch koncoch smerne vyťahnutá. 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 (Sobolič, 1956).

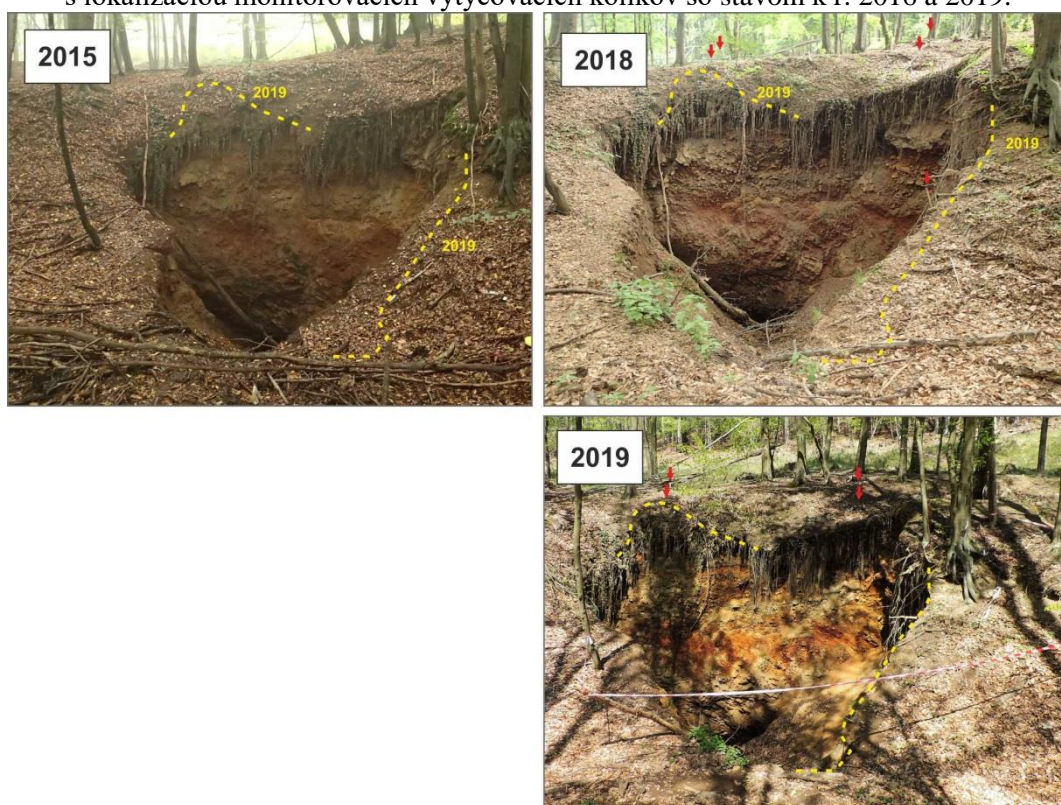
Na lokalite boli dokumentované závaly na ložisku Nádej, otvoreného štôľňou Ryhová. Dokumentované svahové deformácie vplyvom ťažby sa nachádzajú na ľavej strane údolia potoka, pod štátnou cestou č. 503 Pezinok – Pernek (obr. 15).

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 štôľne Eduard. Podrobnejšie zhodnotenie vzniku závalov vo vzťahu k rozfáraníu územia a geologickým pomerom bolo popisované v čiastkovej správe za r. 2015.

Realizovanou rekognoskáciou lokality v r. 2019 nebolo vizuálne zaznamenané rozširovanie závalov alebo vznik nových závalov oproti predošlému obdobiu (s výnimkou mierneho rozširovania závalu Z1). Zároveň neboli pozorované ďalšie následné (sekundárne) významnejšie geodynamické javy (predovšetkým svahové deformácie). Aktualizovaný stav situácie závalov k r. 2019 je zobrazený na obr. 15. 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 porovnávaní fotodokumentácie, príp. v sledovaní monitorovacích kolíkov (zával Z1).



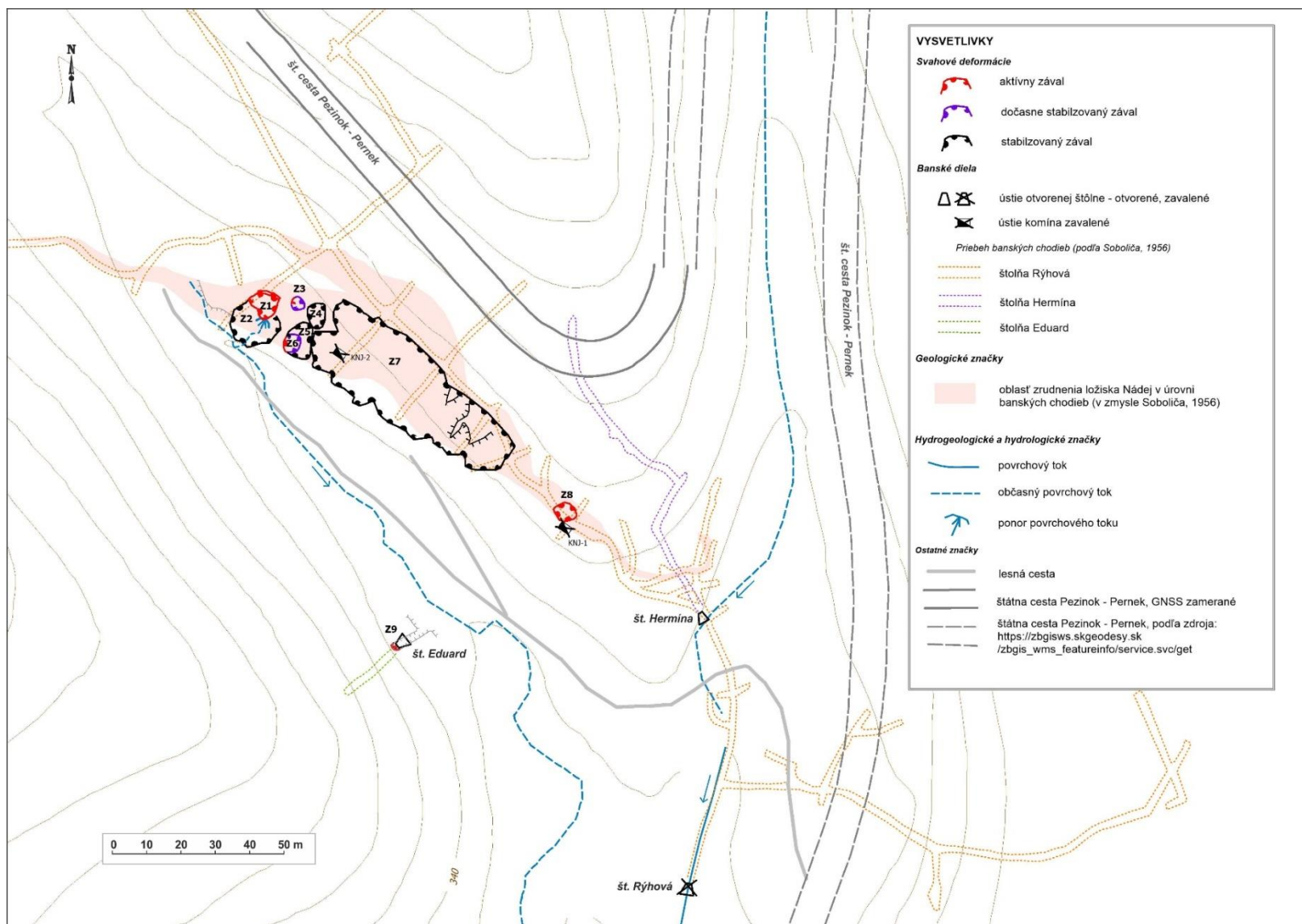
Obr. 12: Orientačný situačný náčrt závalov Z1 a Z2 s lokalizáciou monitorovacích vytyčovacích kolíkov so stavom k r. 2016 a 2019.



Obr. 13: Porovnávacie fotografické snímkovanie závalu Z1 nad banskou chodbou štôlne Ryhová z r. 2015, 2018 a 2019 (pohľad z juhu) s označením situovania monitorovacích kolíkov (červenými šípkami) a orientačným ohraničením okraja závalu so stavom v r. 2019 (žltou prerušovanou čiarou).



Obr. 14: Zával Z1 nad banskou chodbou štôlne Ryhová dokumentovaný v r. 2015 a 2019 (pohľad zo severu).



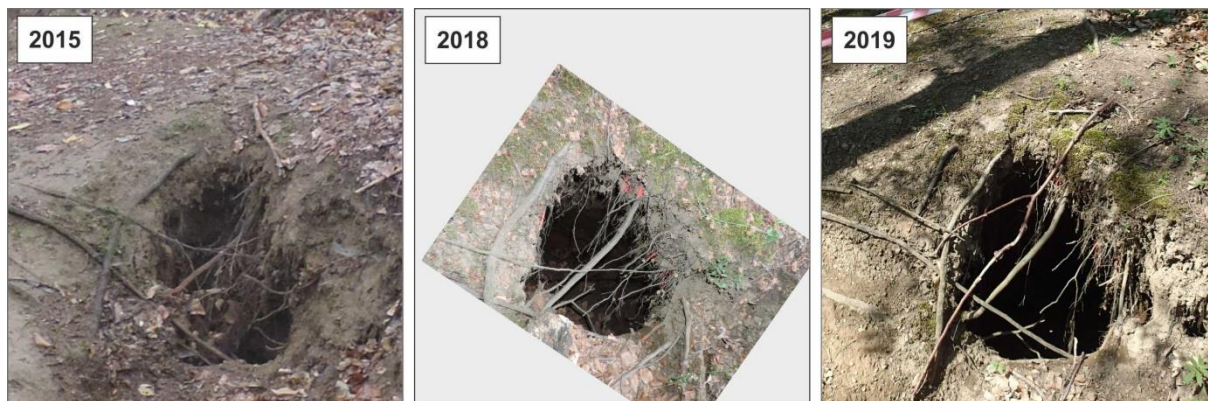
Obr. 15: Situácia závalov v oblasti ložiska Nádej (s použitím podkladov Sobolič, 1956 a Mašlár et al., 2001).

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. Na dne závalu sa nachádza otvor šošovkovitého tvaru s rozmermi cca 1 x 0,4 m, do ktorého sa sústreďujú drénované vody povrchového toku a sú odvádzané do priestorov banských chodieb štôľne Ryhová.

Za účelom sledovania rozširovania závalu boli osadené v r. 2016 monitorovacie kolíky v profiloch kolmých na okraj závalu (obr. 12). Zároveň bola realizovaná porovnávacia fotodokumentácia závalu (obr. 13, 14). Pri rekognoskácii v r. 2017 bolo zistené, že došlo k zničeniu 5 kolíkov (obr. 12) na južnom a západnom okraji závalu Z1. Z pozorovaní v r. 2019 je zrejmé, že monitorovací kolík na južnej strane závalu sa prepadol do závalu. To nasvedčuje, že postupné mierne rozširovanie závalu naďalej pokračuje, a to predovšetkým na východnom okraji závalu. Táto skutočnosť je pozorovateľná aj z porovnania fotografického snímkovania na obr. 13, kde je žltou kontúrou orientačne ohraničený okraj závalu v r. 2019 znázornený na fotografických snímkach z r. 2018 a z r. 2015. Na severnom okraji zatiaľ ostávajú zachované monitorovacie kolíky. Z toho vyplýva, že smerom na sever k štátnej ceste v r. 2019 nedošlo k zásadnému rozširovaniu závalu. Avšak z porovnania fotografických snímok (obr. 13) je možné pozorovať mierne rozširovanie aj v tomto smere o cca 0,5 m od r. 2017 (ľavý horný okraj závalu na obr. 13). Z pohľadu zo severu (obr. 14) je pozorovateľné pôsobenie vôd občasného toku na rozvoj spätnej erózie na južnom okraji závalu. Všeobecne možno konštatovať, že geodynamická aktivita na závale sa prejavuje naďalej v podobe osypov a zosúvania pripovrchovej vrstvy eluvio-deluviálneho komplexu zemín (s celkovou hrúbkou cca 4 m) pod koreňovým systémom stromov (najmä na S až V okraji závalu). Dochádza tak k postupnému rozširovaniu hornej časti závalu (od r. 2015 do r. 2019 o cca 0,2 až 0,5 m) a v mieste vyústenia občasného toku do závalu o cca 1 m. Z hľadiska vlastnej aktivity závalu je možné ho naďalej klasifikovať ako dočasne stabilizovaný. Zároveň neboli vizuálne pozorované žiadne ďalšie svahové deformácie v širšom okolí vo svahu nad závalom (smerom k štátnej ceste). Negatívnym javom ostáva viditeľné umelé odrazenie koryta občasného potoka nasmerované do závalu, čím sa (okrem zvyšovania dotácie množstva vôd odvádzaných štôľňou Ryhová) rozširuje zával Z1 smerom na juh spätnou eróziou potoka. Pre úplnosť možno dodať, že rekognoskáciou bolo zistené, že zával bol ohraničený výstražnou bielo-červenou polyetylénovou páskou.

V blízkosti závalu Z1, na SZ okraji závalu Z3, bolo už v r. 2015 pozorované vytvorenie menšieho závalu priemeru cca 60 cm. Z porovnania fotografických snímok (obr. 16) vyplýva, že v období medzi pozorovaniami v r. 2018 a 2019 došlo k výraznejšiemu rozšíreniu závalu (o niekoľko cm). Aktuálne má dno závalu priemer cca 1,5 m a hĺbka závalu je cca 1 m. Zároveň bolo v r. 2019 pozorované, že dochádza k aktívnemu poklesávaniu povrchu terénu smerom k závalu Z1 (pričom spôsobilo aj vyvrátenie stromu medzi závalmi), čo poukazuje na možné postupné prepájania závalov Z1 a Z3 (obr. 17).

V r. 2019 prebiehala aj rekognoskácia závalu 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 banského komína. Rekognoskáciou závalu v r. 2019 bolo zistené, že v období od monitorovania v r. 2018 nedošlo k pozorovateľnej aktivizácii závalu (obr. 18). Stav je podobný aj ako pri jeho prvotnej dokumentácii v r. 2015. Na okraji závalu je viditeľné iba nepatrné zliezanie deluviálnych zemín pod koreňovým systémom stromov. Vzhľadom na tieto zistenia možno klasifikovať zával Z8 naďalej ako dočasne stabilizovaný.



Obr. 16: Lokálny zával na SZ okraji závalu Z3 z r. 2015 a z r. 2019.



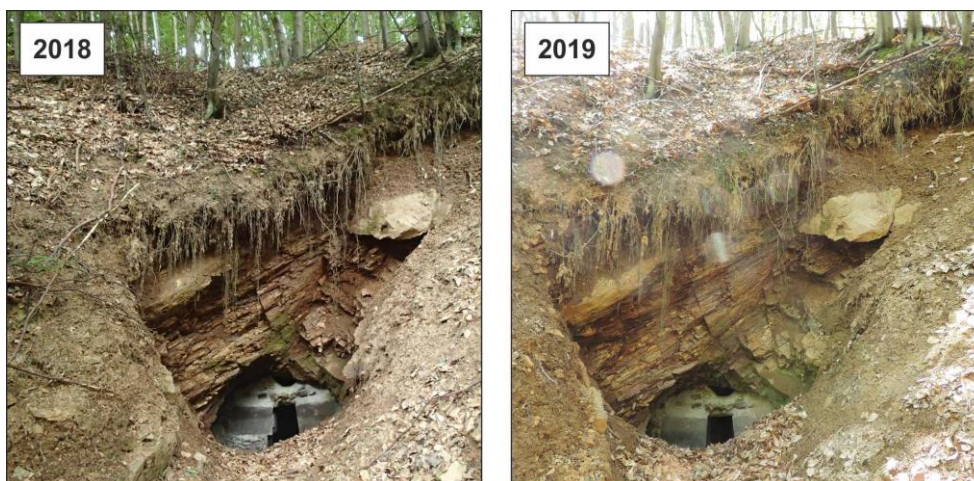
Obr. 17: Pokles povrchu terénu medzi závalmi Z1 a Z3.



Obr. 18: Aktívny zával Z8 nad banskou chodbou štôlne Ryhová z r. 2016 a z r. 2019 (pohľad zo severovýchodu).

V r. 2015 bola terénnou obhliadkou zistená aktivizácia zavaľovania ústia štôlne Eduard závalom Z9, pričom došlo k čiastočnému otvoreniu ústia s priemerom cca 1,2 m. V roku 2017

bola vykonaná čiastočná úprava ústia štôlne (obr. 19) s odďažením časti závalovej sute pred ústím štôlne a vybudovaním steny z betónových tvárnic s hlavným preletovým otvorom cca 20 x 40 cm a malým otvorom v strope. Podľa nápisu na bočnej stene preletového otvoru úprava ústia bola realizovaná ešte v r. 2017 organizáciou SAOLA – ochrana prírody ako úprava a zabezpečenie vchodu pre zimovisko netopierov. Rekognoskáciou v r. 2019 neboli zistené výraznejšie zmeny v rozširovaní závalu na ústí štôlne od r. 2018. Možno pozorovať len miernu aktivitu v zliezaní sutí na SZ okraji závalu nad ústím štôlne (na pravej strane pri pohľade na ústie štôlne).



Obr. 19: Stav závalu na ústí štôlne Eduard v r. 2018 a v r. 2019.

Za rizikový na lokalite možno považovať stav zavaleného ústia štôlne Ryhová, z ktorej vyteká 10 – 84 l/s banskej vody. V prípade jeho utesnenia samovoľným závalom, vznikajúcim okrovým sedimentom alebo prínosom sedimentu občasným tokom za povodňového stavu, vzniká riziko následnej akumulácie vody v banských priestoroch a vzniku náhleho prievalu banskej vody na povrch, s možnosťou poškodenia blízkej cestnej komunikácie (obr. 15). Koryto miestneho toku pretekajúceho vedľa štôlne bolo od jej ústia odvedené paralelným umelým korytom. Väčšinu roka je suché, v daždivých obdobiach však voda potoka preteká priamo na miesto výtoku banskej vody, v mieste pôvodného koryta (obr. 20).



Obr. 20: Zavalené ústie štôlne Ryhová s výtokom banskej vody a tokom občasného potoka.

4.5 Lokalita Špania Dolina

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 zameranej na komplexné zhodnotenie zatvoreného ložiska Špania Dolina (Kusein a Maťová, 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 v minulosti nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF 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 – 2019 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne. V povodí Banského potoka nad monitorovaným profilom SD1 sa nachádza štôlnia Ivan, Denná štôlnia, Dopravný prekop i odkalisko s výtokom drenážnej vody (obr. 21). 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 štôlnou 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.

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina odvodené z výsledkov monitoringu sú uvedené v tab. 30. Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie medi, antimónu a arzénu. 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 sú zistené koncentrácie As, Sb a Cu v sledovanom období nevyhovujúce vo všetkých troch monitorovaných profiloch povrchových tokov. Najvýraznejšie prekročenie je dokumentované na potoku Zelená, kde je v období 2008 – 2019 dokumentované 125-násobné prekročenie v obsahu Sb, 82-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. 31). Rizikovo vysoký obsah Zn v banskej vode štôlne Piesky (objekt SD3) nespôsobuje prekročenie požadovanej hodnoty Zn v povrchovej vode recipientu – v potoku Zelená (objekt SD4). Rizikový obsah Zn má aj voda z odkaliska (SD2) a štôlnia Ferdinand.

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 štôlnia Piesky, ktorá takmer

10-násobne prekračuje IT (tab. 33). Z ostatných sledovaných ukazovateľov je prekročené intervenčné kritérium len v obsahu As v priesakovej vode odkaliska v Španej Doline.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahov Sb a As v jednotlivých monitorovaných objektoch pre rok 2019 s predošlým obdobím rokov 2008 – 2018 zistujeme mierny nárast na štólňi Piesky a pomerne stabilné úrovne týchto prvkov vo vode štólňi Ferdinand, Ivan a Denná. V drenáži z odkaliska bol zaznamenaný výrazný nárast obsahu Sb i As.

Tab. 30: Charakteristické hodnoty ukazovateľov banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
SD1	2008 – 2018	38,9	8,22	50	0,083	0,056	0,024	0,036	0,056	0,096	0,039
	2019	34,5	8,14	41	-	-	-	0,037	0,058	0,085	0,045
SD2	2008 – 2018	69,5	8,24	144	0,073	0,070	0,041	0,100	0,119	0,353	0,047
	2019	74,7	8,37	92	0,009	0,007	0,030	0,010	0,687	0,614	0,031
SD3	2008 – 2018	55,7	8,10	73	0,038	0,019	0,008	0,083	0,037	0,457	0,525
	2019	50,4	7,86	73	0,008	0,035	0,015	0,129	0,039	0,502	0,848
SD4	2008 – 2018	45,8	8,14	66	0,005	0,007	0,008	0,043	0,058	0,623	0,595
	2019	41,2	7,74	63	-	-	-	0,037	0,064	0,580	0,560
SD5	2008 – 2018	30,5	7,94	40	0,037	0,009	0,015	0,010	0,031	0,137	0,281
	2019	29,7	7,81	41	0,007	0,008	0,015	0,005	0,047	0,219	0,181
SD7	2008 – 2018	50,9	7,33	85	0,067	0,002	0,019	0,039	0,027	0,142	0,119
	2019	48,5	6,96	88	0,012	0,002	0,025	0,059	0,027	0,139	0,134
SH1	2008 – 2018	35,1	8,15	46	0,005	0,002	0,006	0,004	0,012	0,058	0,052
	2019	29,3	8,13	36	-	-	-	0,004	0,010	0,053	0,049
SH2	2008 – 2018	99,9	6,96	283	0,032	0,004	0,011	0,103	0,020	0,197	0,216
	2019	87,1	6,71	247	0,046	0,004	0,025	0,084	0,021	0,215	0,221

Pozn.: Označenie monitorovaných objektov: SD1 – Banský potok pod odkaliskom, SD2 – priesak z odkaliska, SD3 – štólňa Piesky, SD4 – potok Zelená, SD5 – Denná štólňa, SD7 – Ivan štólňa, SH1 – Richtársky potok, SH2 – štólňa Ferdinand. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 21.

Tab. 31: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov povrchovej a banskej vody lokality Špania Dolina s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Dátum	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Zn	As	Sb	Cu
SD1	2008 – 2018	0,35	V	0,20	0,04	0,19	0,12	0,63	5,88	19,16	5,32
	2019	0,31	V	0,17	-	-	-	0,64	6,08	16,97	6,16
SD2	2008 – 2018	0,63	V	0,57	0,04	0,23	0,21	1,75	12,51	70,60	6,39
	2019	0,68	V	0,37	0,005	0,02	0,15	0,17	72,26	122,70	4,18
SD3	2008 – 2018	0,51	V	0,29	0,02	0,06	0,04	1,46	3,89	91,44	71,87
	2019	0,46	V	0,29	0,004	0,12	0,08	2,25	4,05	100,30	116,16
SD4	2008 – 2018	0,42	V	0,27	0,003	0,02	0,04	0,76	6,09	124,62	81,49
	2019	0,37	V	0,25	-	-	-	0,64	6,69	116,00	76,71
SD5	2008 – 2018	0,28	V	0,16	0,02	0,03	0,07	0,18	3,22	27,36	38,48
	2019	0,27	V	0,16	0,003	0,03	0,08	0,08	4,94	43,70	24,73
SD7	2008 – 2018	0,46	V	0,34	0,03	0,01	0,10	0,69	2,84	28,36	16,30
	2019	0,44	V	0,35	0,006	0,01	0,13	1,02	2,79	27,80	18,36
SH1	2008 – 2018	0,32	V	0,18	0,003	0,01	0,03	0,07	1,27	11,61	7,08
	2019	0,27	V	0,14	-	-	-	0,07	1,05	10,57	6,71
SH2	2008 – 2018	0,91	V	1,13	0,02	0,01	0,06	1,80	2,11	39,32	29,54
	2019	0,79	V	0,99	0,02	0,013	0,13	1,47	2,18	42,90	30,27

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 30.

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

Objekt	Dátum	EC	pH	Zn	As	Sb	Cu
SD2	2008 – 2018	0,35	V	0,07	2,38	14,12	0,05
	2019	0,37	V	0,01	13,73	24,54	0,03
SD3	2008 – 2018	0,28	V	0,06	0,74	18,29	0,52
	2019	0,25	V	0,09	0,77	20,06	0,85
SD5	2008 – 2018	0,15	V	0,01	0,61	5,47	0,28
	2019	0,15	V	0,003	0,94	8,74	0,18
SD7	2008 – 2018	0,25	V	0,03	0,54	5,67	0,12
	2019	0,24	V	0,04	0,53	5,56	0,13
SH2	2008 – 2018	0,51	V	0,07	0,40	7,86	0,22
	2019	0,44	V	0,06	0,42	8,58	0,22

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8. Označenie objektov ako pri tab. 30.

Tab. 33: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Špania Dolina s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Dátum	EC	pH	Zn	As	Sb	Cu
SD2	2008 – 2018	0,23	V	0,02	1,19	7,06	0,02
	2019	0,25	V	0,00	6,87	12,27	0,02
SD3	2008 – 2018	0,19	V	0,02	0,37	9,14	0,26
	2019	0,17	V	0,03	0,39	10,03	0,42
SD5	2008 – 2018	0,10	V	0,002	0,31	2,74	0,14
	2019	0,10	V	0,001	0,47	4,37	0,09
SD7	2008 – 2018	0,17	V	0,01	0,27	2,84	0,06
	2019	0,16	V	0,01	0,27	2,78	0,07
SH2	2008 – 2018	0,33	V	0,02	0,20	3,93	0,11
	2019	0,29	V	0,02	0,21	4,29	0,11

Vysvetlivky: Ako pri tab. 9. Označenie objektov ako pri tab. 30.

Tab. 34: Chemické zloženie sedimentu Banského potoka v profile pod odkaliskom

Ozn. objektu	Dátum odberu	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
SD1	26. 9.2019	3,72	0,14	10,2	16,1	433	148	198	211

Ozn. objektu	Dátum odberu	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ba mg/kg
SD1	26. 9.2019	< 0,5	28	60	0,32	16,3	56	1041	768

Vysvetlivky: Ako pri tab. 19.

Tab. 35: Chemické zloženie sedimentu potoka Zelená

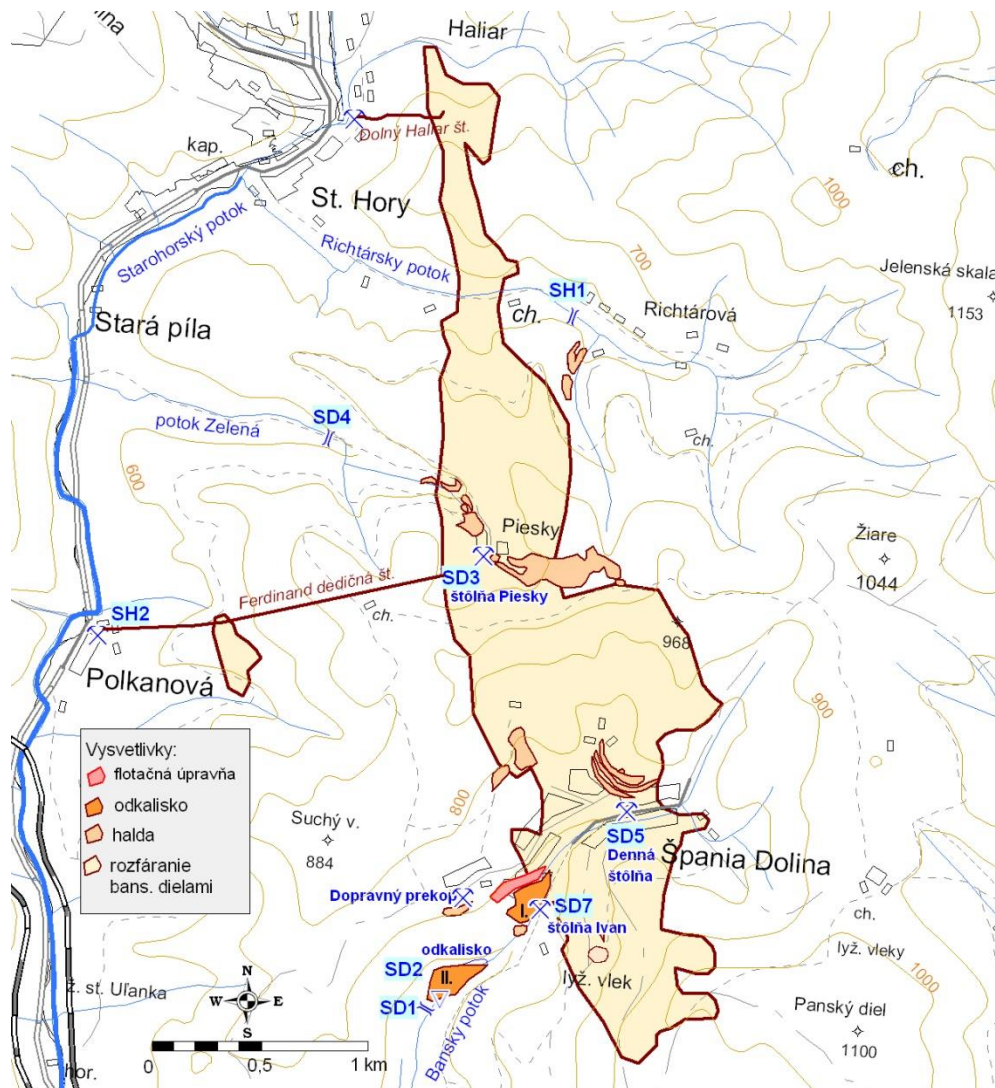
Ozn. objektu	Dátum odberu	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
SH1	26. 9.2019	4,26	0,06	14,1	0,5	107	32	87	177

Ozn. objektu	Dátum odberu	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ba mg/kg
SH1	26. 9.2019	< 0,5	16	66	0,24	11,2	44	1128	726

Vysvetlivky: Ako pri tab. 19.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečného sedimentu. V profile pod odkaliskom v Španej Doline bolo analýzou vzorky sedimentu Banského potoka z 26. 9. 2019 zistené, že intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu je prekročené 6,6-násobne v obsahu Sb a 1,4-násobne v obsahu Sb, obsah Cu a Hg prekračuje intervenčné kritérium pre obytné zóny (tab. 34). Sediment Banského potoka pod flotačnou

úpravňou prekračoval podľa výsledkov prieskumu Mikušovej (et al., 2015) ID kritériá pre Ba a Pb a IT kritériá pre As, Sb, Cu a Hg. Obsah Sb v potoku Zelená vo vzorke z 26. 9. 2019 2,2-násobne prekročil intervenčné kritérium pre priemysel, obsah Cu v nej 1,9-násobne prekročil intervenčné kritérium pre obytné zóny a obsah As intervenčné kritérium (tab. 35).



Obr. 21: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina (Bajtoš, 2019)

Inžinierskogeologické aspekty

Na ložisku, na ktorom bola ťažba definitívne ukončená v roku 1985, bolo v rámci komplexného zhodnotenia zatvoreného ložiska (Kusein a Maťová, 2002) konštatované, že 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 – 2019 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 2019 boli stabilné a nepoškodené.

4.6 Lokalita Rudňany – Poráč

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 barytu v menšom rozsahu nad dedičným horizontom Rochus v oblasti Poráča na ložisku Rudňany, pričom v roku 2019 sa vydobylo len 8,3 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 zavalovaním 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 rokoch 2017 – 2019 boli robené terénne úpravy závalového pásma v oblasti Krížová, hlavne zavázanie závalu pod haldou 5 RP II (Zvrškovec, 2020).

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 úrodné 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 konzumácie zeleniny zo záhrad, takže vo východnej časti obce Rudňany je vysoké kumulatívne riziko pre dospelých aj detských obyvateľov obce. Na základe 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.

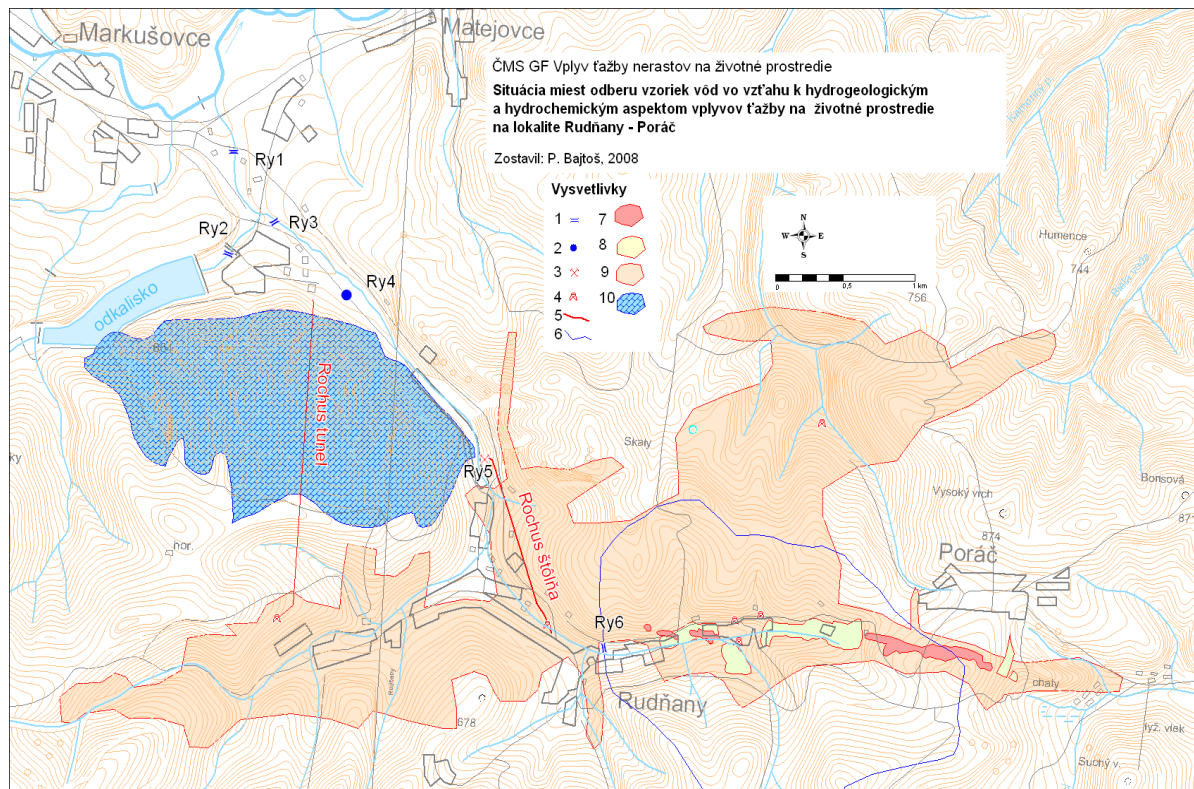
Vplyv vyrazených banských diel na hydrogeologické pomery lokality spočíva v modifikácii pôvodného obehu a režimu podzemných vôd hydrogeologického masívu paleozoických metamorfítov gemerika. Vzhľadom na charakter priepustnosti hydrogeologického masívu sa vplyv drenáže podzemných vôd banskými dielami sústreďuje 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 rúbaniny (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 vôd – pri infiltrácii zrážok zónou aerácie, prúdení podzemných vôd nasýtenou zónou, pri rone a odtoku povrchových vôd 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 štôľne Rochus, drenážny kanál odkaliska pri Novom priemyselnom závode (NPZ), krasovo-puklinový prameň Olšo a tri profily na Rudnianskom potoku (obr. 22). V roku 2013 bola k terénne monitorovaným objektom ČMS GF doplnená i štôľňa 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 boli v rámci monitoringu do roku 2018 merané 2x ročne. V roku 2019 boli monitorované toky vzorkované 2x ročne, banská voda štôľne Rochus 6x ročne a zostávajúce objekty 4x ročne. Štôľňa 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. 36.

Z hľadiska kvality povrchových vôd bol v monitorovanom období najvýznamnejším kontaminantom oblasti antimón, ktorý presiahol limit vo všetkých troch monitorovaných profiloch Rudnianskeho potoka (tab. 37). 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 limitu približne 2-násobne vyšší. Lokálne sa v monitorovanej oblasti môže vyskytovať zvýšený obsah bária, čo dokumentujú analýzy vody štôľne Všetehsvätých pri Poráči (3-násobné prekročenie požadovanej hodnoty pre povrchovú vodu). V profile Ry6 sa charakteristická hodnota Ba pohybuje tesne nad úrovňou požadovanej hodnoty. V tomto profile mierne prekračuje požadovanú hodnotu pre povrchové vody 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 výsledkov sledovania kvality vody Rudnianskeho potoka pred ústím do Hornádu realizovaného v rámci monitoringu kvality povrchových vôd (SHMÚ Bratislava) vyplýva, že zo sledovaných všeobecných ukazovateľov kvality prekročil v roku 2019 prípustnú hodnotu len obsah dusitanového dusíka (priemer 0,0183 mg/l). Z nesyntetických látok bol sledovaný len obsah medi, ktorého priemerná hodnota z 12 vzoriek 6,91 µg/l neprekročila prípustný ročný priemer 10,5 µg/l.



Obr. 22: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a hydrochemickým aspektom vplyvov ťažby na životné prostredie na lokalite Rudňany – Poráč.

1 – monitorovaný profil toku s označením, 2 – 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 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. 38). 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). V roku 2019 mierne prekročil úroveň ID dokumentovaný obsah ortuti vo vode prameňa Olšo.

Pri porovnaní charakteristickej hodnoty obsahu Sb pre rok 2019 voči predchádzajúcemu obdobiu 2007 – 2018 zisťujeme u väčšiny pozorovaných objektov miernu zmenu, najvýraznejší je pokles u štólne Rochus. Významný je vzostup obsahu Hg vo vode prameňa Olšo a obsahu bária vo vode štólne Všešsvätých.

Tab. 36: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Rudňany – Poráč

Objekt	Dátum	EC mS/m	pH	SO ₄ 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 – 2018	68,9	8,08	132	0,119	0,128	0,0002	0,006	0,080	0,004	0,009	0,006
	2019	64,6	8,10	96	0,068	0,095	0,0003	0,004	0,062	0,004	0,010	0,004
Ry2	2007 – 2018	84,4	7,87	222	0,056	0,078	0,0003	0,003	0,041	0,007	0,016	0,003
	2019	85,7	7,78	184	0,021	0,048	0,0006	0,004	0,046	0,008	0,021	0,005
Ry3	2007 – 2018	28,1	7,81	28	0,068	0,052	0,0001	0,007	0,062	0,002	0,006	0,003
	2019	37,7	7,63	23	0,094	0,027	0,0001	0,007	0,069	0,002	0,007	0,005
Ry4	2007 – 2018	62,5	7,62	98	0,008	0,007	0,0015	0,018	0,074	0,002	0,014	0,002
	2019	67,7	7,55	89	0,002	0,003	0,0021	0,004	0,080	0,002	0,012	0,002
Ry5	2007 – 2018	162,7	7,58	420	0,361	1,426	0,0001	0,005	0,034	0,008	0,010	0,004
	2019	149,6	7,38	321	0,282	1,538	0,0001	0,010	0,038	0,013	0,004	0,004
Ry6	2007 – 2018	40,1	7,63	30	0,137	0,292	0,0002	0,013	0,103	0,005	0,050	0,011
	2019	45,9	7,41	26	0,020	0,169	0,0002	0,013	0,128	0,003	0,048	0,014
Ry7	2013 – 2018	114,5	7,80	22	0,052	0,026	0,0002	0,003	0,309	0,001	0,002	0,001
	2019	157,4	7,89	21	0,034	0,010	0,0004	0,002	0,365	0,0017	0,001	0,001

Vysvetlivky: Ry1 – Rudniansky potok pred ústím do Hornádu, Ry2 – drenáž z odkaliska, Ry3 – Rudniansky potok nad štôlnou Rochus, Ry4 – prameň Olšo, Ry5 – štôlna Rochus, Ry6 – Rudniansky potok nad jamou Mier, Ry7 – štôlna Všetšvätých. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 22.

Tab. 37: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Rudňany – Poráč s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Dátum	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Hg	Zn	Ba	As	Sb	Cu
Ry1	2007 – 2018	0,63	V	0,53	0,06	0,43	0,20	0,11	0,80	0,36	1,89	0,54
	2019	0,59	V	0,38	0,03	0,32	0,29	0,07	0,62	0,41	2,03	0,38
Ry2	2007 – 2018	0,77	V	0,89	0,03	0,26	0,29	0,06	0,41	0,71	3,15	0,32
	2019	0,78	V	0,74	0,01	0,16	0,52	0,07	0,46	0,80	4,25	0,43
Ry3	2007 – 2018	0,26	V	0,11	0,03	0,17	0,06	0,11	0,62	0,21	1,12	0,30
	2019	0,34	V	0,09	0,05	0,09	0,12	0,11	0,69	0,19	1,34	0,48
Ry4	2007 – 2018	0,57	V	0,39	0,004	0,02	1,44	0,30	0,74	0,19	2,72	0,15
	2019	0,62	V	0,36	0,001	0,01	1,95	0,06	0,80	0,20	2,47	0,14
Ry5	2007 – 2018	1,48	V	1,68	0,18	4,75	0,14	0,09	0,34	0,75	1,95	0,34
	2019	1,36	V	1,28	0,14	5,13	0,13	0,17	0,38	1,26	0,80	0,39
Ry6	2007 – 2018	0,36	V	0,12	0,07	0,97	0,14	0,22	1,03	0,50	10,04	1,07
	2019	0,42	V	0,10	0,01	0,56	0,14	0,20	1,28	0,27	9,61	1,33
Ry7	2013 – 2018	1,04	V	0,09	0,03	0,09	0,19	0,07	3,09	0,05	0,36	0,17
	2019	1,43	V	0,08	0,02	0,03	0,36	0,05	3,65	0,16	0,19	0,15

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5. Označenie objektov ako pri tab. 36.

Kontaminácia povrchovej vody sa prejavuje v chemickom zložení sedimentu Rudnianskeho potoka. Vzorka z 13. 9. 2012 dokumentovala, že v profile R1 pred ústím do Hornádu obsahuje tento sediment ortuť (23 násobok) a antimón (5 násobok) v úrovni nad intervenčným kritériom pre priemysel (tab. 31) a As, Cu (približne 2 násobok) nad intervenčným kritériom pre obytné zóny (tab. 39). V roku 2017 bola okrem vzorka z profilu R1 odobratá i vzorka Ry-ZP elektrárenského popolčeka zo závalového pásma Baniská (tab. 40). Sediment Rudnianskeho potoka nevyhovel 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.

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 predpokladaných environmentálnych záťaží (Pramuk et al., 2015; Pramuk a Matiová 2015).

Tab. 38: 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 – 2018	0,42	V	0,15	0,003	0,04	0,15	0,63	0,003
	2019	0,43	V	0,28	0,004	0,05	0,17	0,85	0,005
Ry4	2007 – 2018	0,31	V	0,76	0,02	0,07	0,04	0,54	0,002
	2019	0,34	V	1,03	0,004	0,080	0,04	0,49	0,002
Ry5	2007 – 2018	0,81	V	0,07	0,005	0,03	0,16	0,39	0,004
	2019	0,75	V	0,07	0,010	0,04	0,26	0,16	0,004
Ry7	2013 – 2018	0,57	V	0,10	0,003	0,31	0,01	0,07	0,001
	2019	0,79	V	0,19	0,002	0,37	0,03	0,04	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8. Označenie objektov ako pri tab. 36.

Tab. 39: 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. 9. 2012	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. 9. 2012	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.

Tab. 40: Chemické zloženie sedimentu z odberných bodov v rámci lokality Rudňany – Poráč z roku 2017

Ozn. objektu	dátum	pH	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
Ry1-S-2007	5. 6. 2017	7,68	17	0,56	11,9	622	269	63	120	257
Ry-ZP-S-2007	5. 6. 2017	8,42	11,1	0,16	18,5	0,23	176	41	1307	4

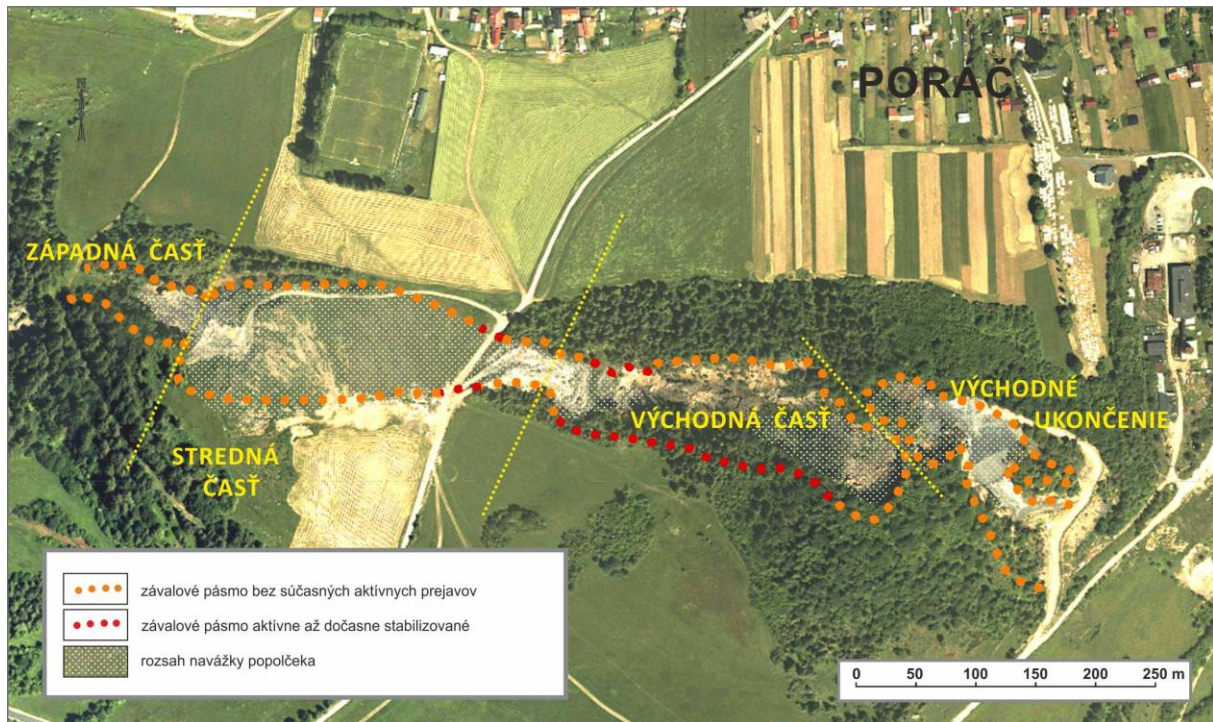
Ozn. objektu	dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg	Sn mg/kg	Ba mg/kg
Ry1-S-2017	5. 6. 2017	1	53	142	<1	130	985	<3	13	21149
Ry-ZP-S-2017	5. 6. 2017	3	89	231	<1	70	61	10	4	1189

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 Rudňanami 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 príslahých svahoch medzi jamou Mier a jamou Poráč. Tieto javy boli doteraz sledované o. i. aj na geodetických profiloch. Sledovanie poklesov v oblasti nádvoria jamy Poráč, vzhľadom na ukončenie jej prevádzky rozhodnutím Obvodného banského úradu v Spišskej Novej Vsi, sa už nevykonáva.



Obr. 23: Rozsah zavážania závalového pásma Baniská popolčekom s vymedzením úsekov podľa súčasnej aktivity deformácií povrchu územia vplyvom ťažby so stavom k roku 2019. (Topograf. podklad – zdroj: https://zbgisws.sk/geodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get.)

Oblasť závalového pásma Baniská je oblasťou s najrozsiahlejšími a najvýraznejšími prejavmi svahových deformácií vplyvom banskej činnosti v rámci lokality. Monitorovanie v rámci ČMS GF sa preto sústreďuje práve do tejto oblasti.

Závalové pásmo Baniská je v rámci ČMS GF rozčlenené a sledované v rámci štyroch oblastí, a to – západnej, strednej, východnej časti a východného ukončenia (obr. 23). 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). Zavážaná je aj ostatná časť závalového pásma až po jeho východné ukončenie. V niektorých častiach pásma je zával zavezený iba čiastočne, zával ostáva obnažený do hĺbky niekoľkých metrov pod úroveň terénu od odľučnej hrany závalu.

Vzhľadom na zníženu dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) a obmedzenú možnosť prístupu k južnému okraju závalového pásma (z dôvodu osobnej bezpečnosti), je možné rozširovanie závalového pásma a ďalších súvisiacich geodynamických javov prostredníctvom GNSS zameriavania (hlavne menšieho rozsahu) v tesnej blízkosti závalového pásma sledovať len obtiažne. Preto boli morfológické zmeny v oblasti závalového pásma hodnotené aj prostredníctvom porovnávania časových fotografických snímok získavaných zo stanovišť vytýčených v roku 2017.

Vplyvy banskej činnosti sa v súčasnosti prejavujú v niektorých častiach závalového pásma v rozširovaní závalu najčastejšie v podobe sekundárnych 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 podrúbania) od rozsahu zavezenia depresí závalov popolčekom ako pasívnej sily prispievajúcej k stabilizácii horninového prostredia z hľadiska rozvoja sekundárnych svahových deformácií. Vzhľadom na donedávna prebiehajúcu ťažbu v strednej a východnej časti závalového pásma možno predpokladať poklesávanie územia a ďalší rozvoj svahových deformácií.

Závalové pásmo Baniská – západná časť

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

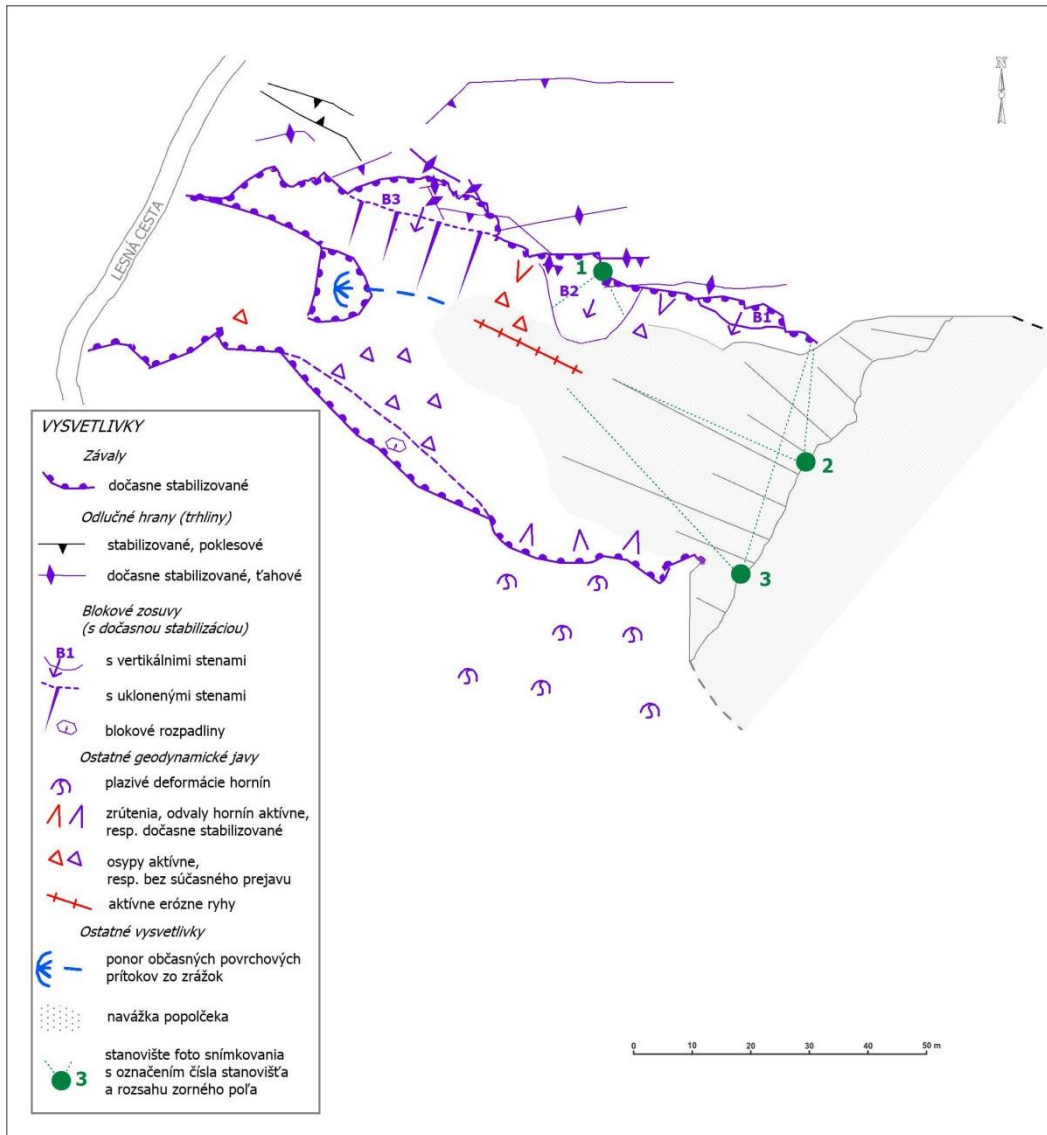
Z hľadiska aktivity v rozširovaní hranice závalu, resp. komplexu závalov neboli v rámci rekognoskácie terénu v r. 2019 zistené pozorovateľné zmeny v porovnaní s minulým obdobím. Vzhľadom na to, že za obdobie posledných rokov tu nebolo pozorované rozširovanie, resp. vznik nových závalov, možno túto časť závalového pásma z hľadiska dlhodobšieho vývoja charakterizovať ako dočasne stabilizovanú (obr. 24).

Pozorované sú tu sekundárne sprievodné svahové deformácie, o. i. aj rozvoľňovanie a rozpadanie horninových blokov a ich rútenie, s ich súčasnými lokálnymi aktívnymi prejavmi na severnom okraji tejto časti závalového pásma.

Pre pozorovanie zmien aktivity pre úsek časti severného okraja závalového pásma sa od r. 2017 realizuje porovnávacie fotografické snímkovanie z troch vytýčených stanovišť (obr. 24). Porovnávanie snímok z r. 2018 a z r. 2019 poukázali na nasledovné skutočnosti.

Z obr. 25 vyplýva, že na horninovom bloku B2 neboli pozorované od r. 2018 významnejšie geodynamické zmeny. Z obr. 26 a 27 vyplýva, že na sledovanom úseku severného okraja závalu neboli zaznamenané pozorovateľné zmeny v progresivite rozvoja závalu od posledného sledovania v r. 2018, resp. rozvoľňovania blokov horninového masívu. V r. 2018 pozorovateľné sekundárne geodynamické javy v podobe osypov a odvalovania menších skalných blokov západne vedľa bloku B2 mali podobný rozsah aj v r. 2019 (obr. 26, obr. 27).

Zmena v rozsahu zavážania tejto časti závalového pásma popolčekom (obr. 24) nebola zistená. Negatívnym javom je výskyt odpadu rôzneho druhu – komunálny odpad, stavebný odpad, a pod.



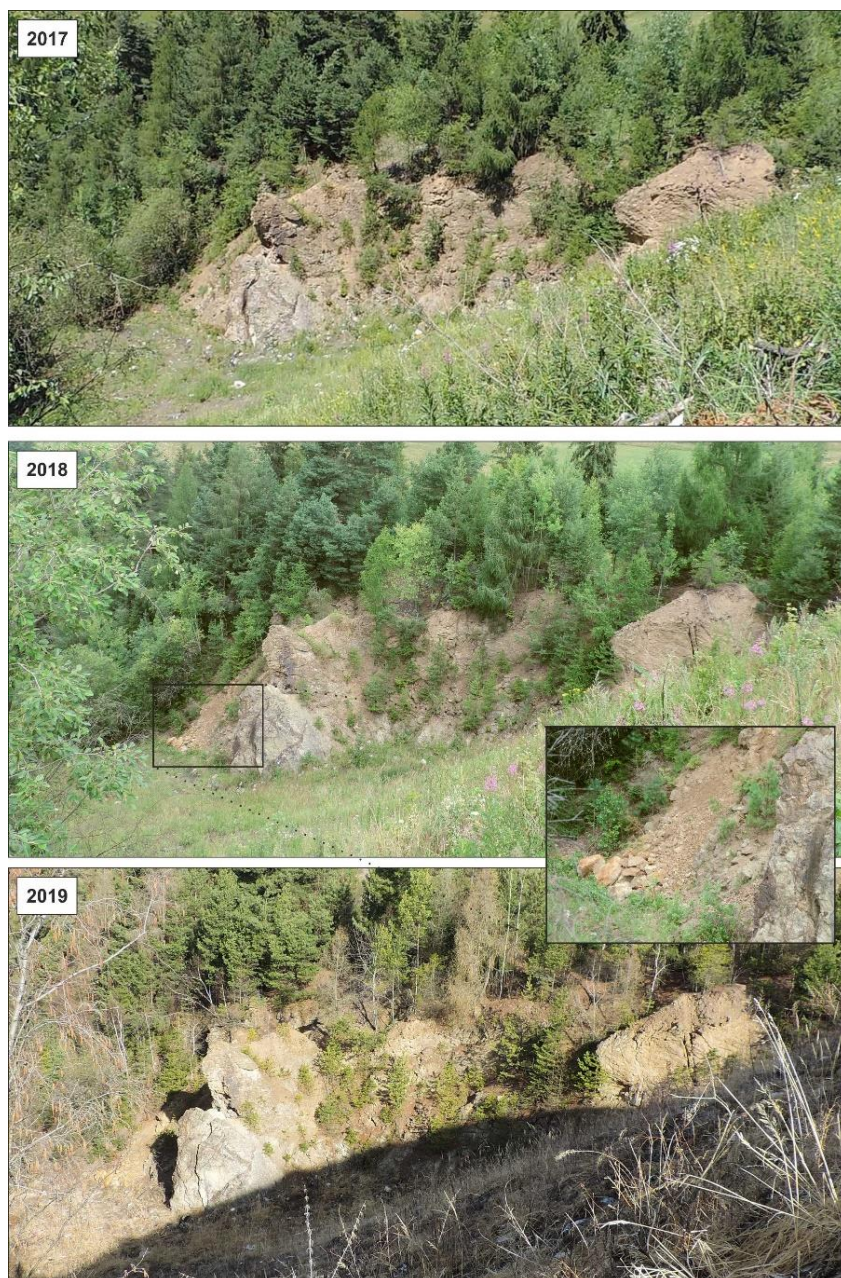
Obr. 24: Prejavy svahových deformácií v západnej časti závalového pásma Baniská.



Obr. 25: Porovnávacie fotografické snímokovania západnej časti závalového pásma Baniská – blokový zosuv B2 zo stanovišťa 1



Obr. 26: Porovnávacie fotografické snímkovania západnej časti závalového pásma Baniská – severný okraj závalového pásma zo stanovišťa 2.



Obr. 27: Porovnávacie fotografické snímkovania západnej časti závalového pásma Baniská – severný okraj závalového pásma zo stanovišťa 3 v detaile s akumuláciou odvalených horninových blokov.

Závalové pásmo Baniská – stredná časť

Stredná časť závalového pásma je zavezená popolčekom. Na povrchu terénu sa rozvíja nižší vegetačný porast. V rámci rekognoskácie lokality v r. 2018 bol v strednej časti závalového pásma zistený a zdokumentovaný vznik nového závalu (s označením Z5) v miestach prechodu nevyužívanej starej cesty Rudňany – Poráč naprieč závalovým pásmom (obr. 34). Obhliadkou miesta v r. 2019 bolo zistené, že zával bol medzičasom zavázaný popolčekom v prevažnej časti až po úroveň terénu pred vznikom závalu. Pravdepodobne už nedošlo k ďalšej aktivizácii, resp. rozširovaniu závalu. Porovnávacie fotografické snímkovanie závalu Z5 z r. 2018 a r. 2019 je na obr. 30.

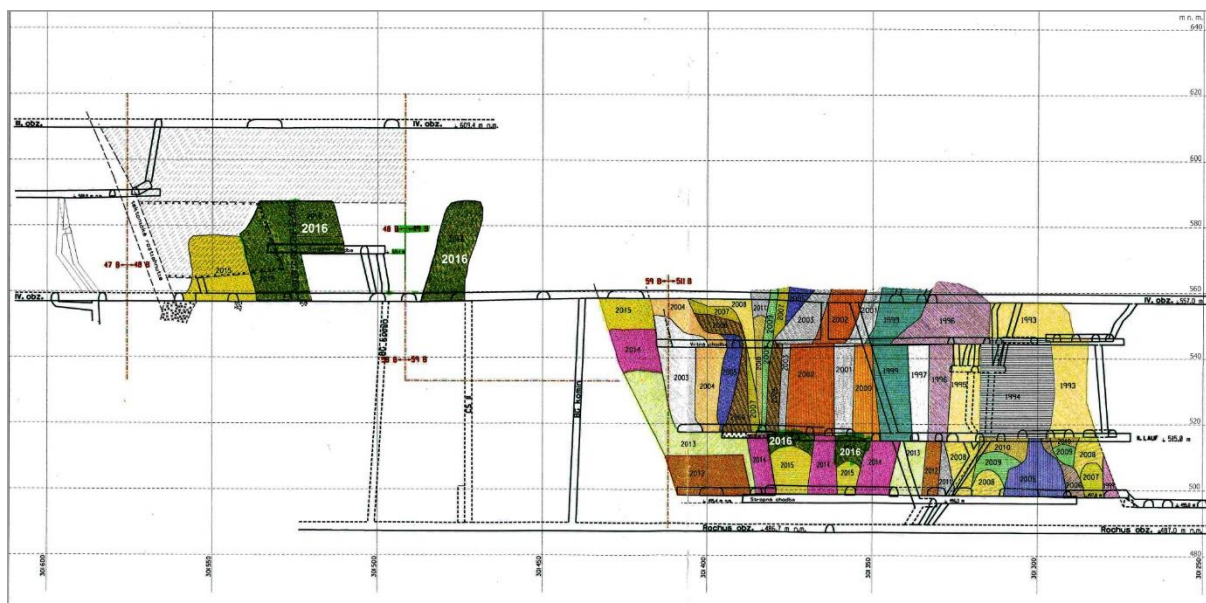


Obr. 28: Porovnávacie fotografické snímky závalu Z5 v strednej časti závalového pásma Baniská z roku 2018 a roku 2019 (pohľad z JZ).

Závalové pásmo Baniská – východná časť

Ťažba barytu na Droždiak žile pokračovala v období r. 2015 a 2016 nad stropnou chodbou nad Rochus obzorom, pod úrovňou 4. obzoru a v bloku 48B, 58B a 49B nad 4. obzorom (obr. 29). Od 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. V r. 2019 už ťažba neprebíhala.

Podrobné zdokumentovanie závalového pásma v r. 2015 poukázalo na to, že najaktívnejšou oblasťou z hľadiska rozsahu výskytu svahových deformácií vo východnej časti závalového pásma je jeho južný okraj, kde boli zaznamenané najmä blokové rozpadliny a zosuvy hornín s častými prejavmi retrográdneho vývoja svahových deformácií vo forme ťahových a poklesových trhlín (obr. 32).



Obr. 29: Rez ložiskom Droždiak žily s časovou postupnosťou ťažby do r. 2016.
(Zdroj: archív SABAR, s.r.o., Markušovce.)

V r. 2019 boli vo východnej časti závalového pásma registrované zmeny stavu geodynamických javov v porovnaní s predchádzajúcim obdobím, a to v oblasti bloku B4 na severnom okraji závalového pásma a južne od bloku B8 v oblasti pásma trhlín južného okraja závalového pásma.

V oblasti poklesového horninového bloku B4 na severnom okraji závalového pásma boli v r. 2019 dokumentované aktívne trhliny ťahovo-poklesového a ťahového charakteru (obr. 32). Na samotnom poklesovom bloku B4 bolo zaznamenaných niekoľko paralelných trhlín JV – SZ smeru. Ťahový charakter sa prejavuje v ich otvorenosti v šírke od cca 10 do 30 cm, pri okrajovej hrane bloku až do cca 40 – 50 cm. Na obr. 30a je dokumentovaná otvorená ťahová trhlina s pokračovaním jej priebehu až do odľučnej plochy poklesového bloku B4 (obr. 32). Lokálne možno pozorovať otvorenosť trhlín do hĺbky cca 1 m. Poklesový charakter trhlín sa prejavuje poklesom do cca 10 – 20 cm, na okraji bloku do cca 30 až 40 cm.

Aj nad odľučnou plochou poklesového bloku B4 možno sledovať paralelné ťahovo-poklesové trhliny JZ – SV smeru s prevažne poklesovým prejavom v rozsahu cca 0,2 – 0,8 m (obr. 32). Ďalej smerom na SVV bolo pozorované pokračovanie trhlín vo vyznievaní ťahovej trhlíny, ktorej súčasná aktivita nie je zjavná. Na obr. 30b je fotografia trhlíny s poklesom cca do 0,8 m a s lokálne pozorovateľnou otvorenosťou v šírke 10 – 20 cm.

Okrem popisovanej oblasti zosuvného bloku B4 neboli terénou rekognoskáciou severného okraja východnej časti závalového pásma zaznamenané na iných miestach pozorovateľné zmeny v aktivite subsidencie územia alebo v rozvoji sekundárnych svahových deformácií.

V rámci južného okraja východnej časti závalového pásma boli južne od bloku B8 v oblasti pásma trhlín v r. 2019 dokumentované terénne nerovnosti v trávnom poraste v podobe trhlín (obr. 32). Aktuálnu mieru ich aktivity možno na základe vizuálnych pozorovaní určiť len obtiažne. Predpokladáme, že sa jedná o aktívne až dočasne stabilizované trhliny, ktoré majú prevažne ťahovo-poklesový charakter s výraznejšou vertikálnou, poklesovou zložkou v rozsahu cca 0,2 – 0,5 m. Smer poklesu územia na trhlínach je najmä v očakávanom smere k závalovému pásmu. Výnimkou sú zaznamenané ťahovo-poklesové trhliny so spätným poklesom do svahu smerom od závalového pásma (obr. 32). Vyskytujú sa v okrajovej južnej časti zóny trhlín orientované naprieč poľnou cestou

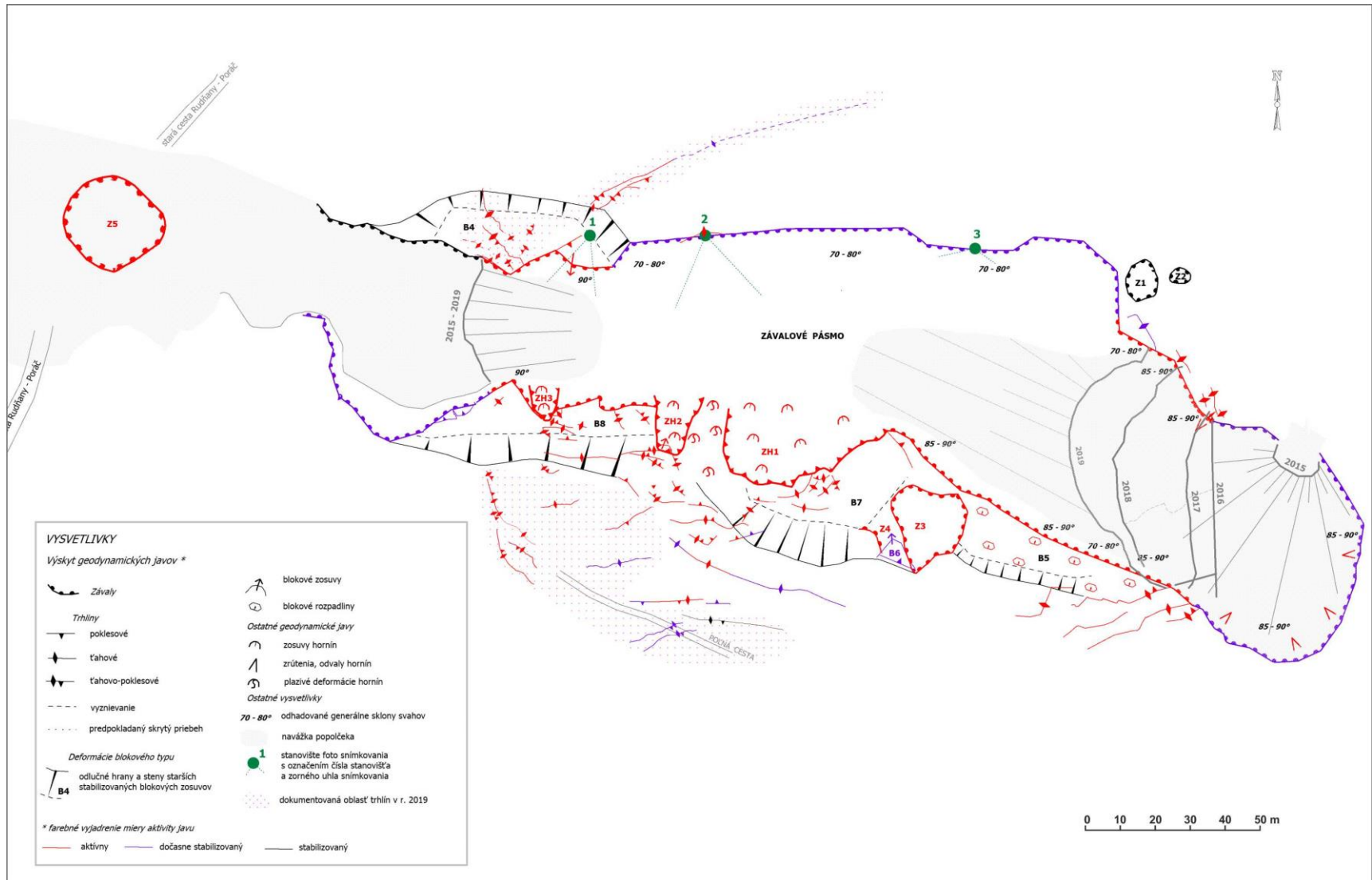
(obr. 33), ale aj bližšie k závalovému pásnu. Dokumentované trhliny rozširujú južným smerom zónu trhlín závalového pásma do šírky cca 40 m od okraja hrán odlučných plôch blokových zosuvov s označením B8 a B7. Ich orientácia dotvára spolu s trhlinami nad blokovým zosuvom B5 viac-menej uzatvorené územie zóny trhlín južného okraja tejto východnej časti závalového pásma (obr. 33).



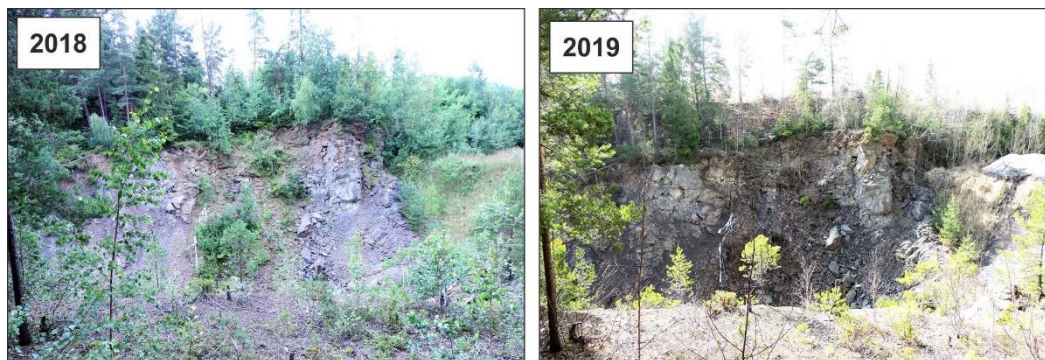
Obr. 30: Trhliny v oblasti poklesového bloku B4: a) (vľavo) otvorená ťahová trhlina, b) (vpravo) trhlina s výrazným poklesovým prejavom.



Obr. 31: Trhliny nad odlučnou plochou blokového zosuvu B8, v pozadí viditeľné trhliny naprieč poľnou cestou so spätným poklesom do svahu.



Obr. 32: Situácia východnej a čiastočne strednej časti závalového pásma Baniská.



a)



b)



c)

Obr. 33: Porovnávacie fotografické snímkovania východnej časti závalového pásma Baniská z r. 2018 a 2019 zo stanovišť: a) stanovište 1, b) stanovište 2, c) stanovište 3.

Ďalšie hodnotenie geodynamickkej aktivity južného okraja východnej časti závalového pásma vyplýva z porovnania snímok z rokov 2018 a 2019 (obr. 33) realizovaných z troch stanovíšť vytýčených v r. 2017 (obr. 32). V porovnaní s r. 2018 nie sú pozorovateľné zmeny na odľučnej stene v sledovanej časti závalového pásma. Geodynamické javy sú pozorovateľné iba v podobe opadávaní menších horninových úlomkov. Stav v r. 2019 bol porovnateľný aj so stavom v r. 2017.

Okrem popisovanej oblasti južne od bloku B8 neboli terénnou rekognoskáciou južného okraja východnej časti závalového pásma zaznamenané na iných miestach pozorovateľné zmeny v aktivite subsidencie územia alebo v rozvoji sekundárnych svahových deformácií.

Rozširovanie zavážania závalov popolčekom vo východnej oblasti tejto časti závalového pásma pokračovalo aj v r. 2019 (obr. 32). Zavážanie v dobe dokumentácie dosahovalo podobnú výškovú úroveň platô návažkového násypu ako v r. 2017, a to niekoľko metrov pod úroveň terénu na okraji dočasne stabilizovanej hlavnej odľučnej hrany závalu, pričom hrana násypu navážky sa posunula v maximálnej vzdialenosti cca 15 m ďalej smerom na západ. Takmer úplné zavezenie depresie tejto časti závalu možno vnímať ako stabilizačný prvok z hľadiska rozvoja sekundárnych retrográdnych svahových deformácií strmých stien okraja závalu – rozvoľňovania horninového masívu, pochopiteľne však nie z hľadiska stabilizácie vplyvom samotného podrúbania územia.

Pretrvávajúcim negatívnym javom je pokračovanie navážanie odpadu rôzneho druhu – komunálny odpad, stavebný odpad a pod. na navážky popolčeka (obr. 34).



Obr. 34: Pohľad na svah násypu navážky popolčeka vo východnej časti závalového pásma Baniská.

Závalové pásmo Baniská – východné ukončenie

Hodnotenie geodynamickkej aktivity východného ukončenia závalového pásma vyplýva z rekognoskácie územia a z porovnania snímok z rokov 2018 a 2019 (obr. 35, 36) realizovaných zo siedmich stanovíšť vytýčených v r. 2017 (obr. 37).



a)



b)



c)

Obr. 35: Porovnávacie fotografické snímkovania východného ukončenia závalového pásma Baniská z r. 2018 a 2019 – severný okraj južnej vetvy zo stanovišť:
a) stanovište 1, b) stanovište 2, c) stanovište 3.

Fotografické snímky zo stanovišť 1, 2 a 3 (obr. 35) 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 úlomkov hornín. Podľa porovnania fotografického snímkovania v r. 2018 a v r. 2019 nedošlo k iným významnejším pozorovateľným zmenám v dynamike rozširovania závalu a ani k následným zmenám aktivity sekundárnych geodynamických javov.

Odlučná stena závalu južného okraja južnej vetvy východného ukončenia závalového pásma je, v porovnaní so severným okrajom, viac obnažená a strmšia (až takmer zvislá). V jeho juhovýchodnej časti je pozorovateľný blokový rozpad horninového masívu na veľké horninové bloky (obr. 36c). V r. 2018 v porovnaní s r. 2017 boli pozorované zmeny v aktivite sekundárnych geodynamických javov na hornej hrane odlučnej steny závalu v strednej časti jej priebehu, a to odvalovanie a zrútenia horninových blokov (obr. 36a) s akumuláciou horninových blokov a úlomkov pod odlučnou stenou závalu (obr. 36b). V r. 2019 už nebola pozorovaná opätovná aktivizácia týchto javov. Lokálne je možné naďalej pozorovať opadávanie menších úlomkov hornín. V oblasti severnej vetvy neboli pozorované žiadne zmeny v dynamike rozširovania závalu a ani následné zmeny v aktivite sekundárnych geodynamických javov oproti r. 2018 (obr. 36 d).

V porovnaní s r. 2018 nebola pozorovaná zmena v rozširovaní rozsahu zavážania popolčekom východným smerom tejto časti závalového pásma (podľa pozície hrany navážky v miestach stanovišť 4 a 7 – obr. 37). Tento stav je podobný ako v r. 2017.

V r. 2017 bolo realizované GNSS zameranie a dokumentácia geodynamických javov východného ukončenia závalového pásma so spracovaním do mapového zobrazenia. Na obr. 37 je zobrazená situácia aktualizovaná podľa výsledkov rekognoskácie a pozorovaní realizovaných v r. 2019.



a)



b)



c)



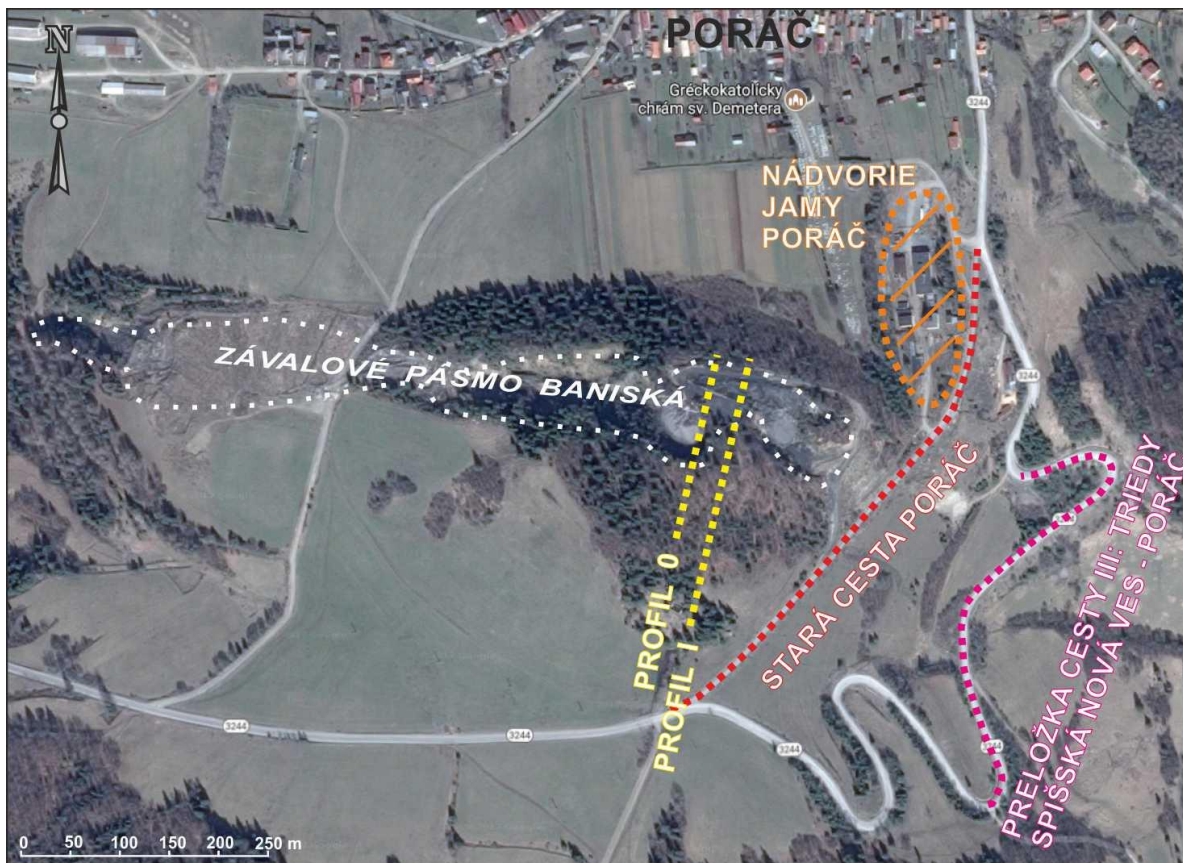
d)

Obr. 36: Porovnávacie fotografické snímkovania východného ukončenia závalového pásma Baniská z r. 2018 a 2019 – južný okraj južnej vetvy zo stanovišť: a) stanovište 4, b) stanovište 5, c) stanovište 6 a severný okraj severnej vetvy zo stanovišť: a) stanovište 7.

Merania poklesov územia v oblasti závalového pásma Baniská

V oblasti východného ukončenia závalového pásma Baniská boli vykonávané ťažobnými organizáciami presné výškové nivelačné zameriavania pevných geodetických bodov, a to v oblasti (obr. 38):

- na profiloch 0 a I,
- na profile „starej štátnej cesty“,
- preložky cesty III. triedy Spišská Nová Ves – Poráč,
- na nádvorí jamy Poráč.



Obr. 38: Oblasti realizácie meraní poklesov územia na východnom ukončení závalového pásma Baniská (topograf. podklad: www.mapy.google.sk).

V r. 2019 neboli v tejto oblasti vykonávané merania poklesov územia. V nasledovnom uvádzame zmienku o posledných realizovaných meraniach poklesov územia.

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. 37). Revízia stavu geodetických bodov z r. 2017 a podrobnejšie zhodnotenie histórie výsledkov meraní bodov je uvedené v čiastkovej správe ČMS GF za rok 2017.

Posledné merania boli *na profile starej štátnej cesty Poráč* 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. V rámci sledovania lokality bola v r. 2018 vykonávaná revízia stavu pevných geodetických bodov. Výsledky

revízie sú uvedené v čiastkovej správe za r. 2018 – ČMS Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie.

Posledné merania vertikálnych poklesov územia v oblasti *preložky cesty III. triedy (Spišská Nová Ves – Poráč)* boli vykonávané v r. 2016. Jakubek (2016) uvádza, že 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.

Keďže v r. 2018 bola ťažobná prevádzka na jame Poráč ukončená, výsledky posledných meraní z *oblasti nádvorja Jamy Poráč* sú z r. 2017. Poklesy územia boli sledované na geodetických bodoch osadených na existujúcich stavbách (sociálna budova, ťažbová budova, strojná, päťka vzpery veže) od apríla roku 1990, kedy bolo realizované základné meranie. 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. Maximálna miera poklesu (68,0 mm) bola zistená na bode XIII (bod situovaný na budove skladu). Z trendu poklesu sledovaných bodov je zrejme, že pomalé poklesávanie sledovaného územia nádvorja Jamy Poráč môže aj naďalej pokračovať. Poklesávanie je sprevádzané deformáciou výstroja jamy spôsobenej plynulou deformáciou horninového masívu dotknutého ťažbou. Podrobnejšie zhodnotenie výsledkov meraní v oblasti nádvorja Jamy Poráč je uvedené v čiastkovej správe ČMS GF za r. 2017.

4.7 Lokalita Nižná Slaná

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 03. 08. 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 štúdiu odhaduje na 20 rokov a množstvo vytekajúcej banskej vody na 7 – 12 l/s. Pre zamedzenie vzniku nežiaducich priesakov v zastavanom priestore medzi ťažbou a riekou Slaná, kde prechádza štátna cesta, sa v štúdiu navrhuje vyrazenie odvodňovacej štôlne vo výškovej úrovni miestnej eróznej bázy 360 m n. m. Po odpojení elektrickej energie došlo 18. 08. 2011 na XIII. obzore a 19. 08. 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 vstupe 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 OBÚ v Spišskej Novej Vsi v DP Nižná Slaná dokončila razenie štôlne Marta – odvodňovacieho banského diela z povrchu až do telesa jamy Gabriela o celkovej dĺžke 110 m. V rokoch 2017 – 2019 bola realizovaná výstavba vodohospodárskych zariadení pred ústím štôlne Marta na základe vodoprávneho rozhodnutia a výstavba portálu tejto štôlne (Zvrškovec, 2020).

Odkalisko v Nižnej Slanej je zaradené do kategórie A podľa 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. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, tu vykonáva štátny dozor nad plnením požiadaviek a povinnosti prevádzkovateľov úložísk ťažobných odpadov ustanovených zákonom č. 514/2008 Z. z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov 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

Po ukončení ťažby na ložisko Manó prebieha od augusta 2011 samovoľné zatápanie bane. Organizácia RB Banská Bystrica sleduje stúpanie hladiny občasnými meraniami v jame Gabriela. V októbri 2019 bola hladina zistená v úrovni 143 m pod terénom.

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 dlhodobý zdroj 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 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 2019. 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. 41 uvádzame charakteristické hodnoty sledovaných kvalitatívnych ukazovateľov drenážnej vody odkaliska, odvodené z výsledkov laboratórných rozborov za monitorované obdobie. Zistené sú

zvýšené koncentrácie síranového aniónu, amónneho iónu, mangánu a arzénu, i hodnoty EC vo vode odkaliska, nevyhovujúce požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 42). 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 (približne 2-násobne prevyšuje indikačné kritérium a atakuje hranicu intervenčného kritéria), (tab. 43 a 44). Taktiež mierne prekračuje hodnotu indikačného kritéria pre obsah amónneho iónu. V roku 2019 bola zistená charakteristická hodnota obsahu As vyššia oproti obdobiu 2009 – 2018 o 73 %, amónneho iónu o 19 % a síranového iónu o 12 %. Naopak, zníženie koncentrácie je zistené u Sb o 18 % a Cu o 31 %.

Tab. 41: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska v Nižnej Slanej

Objekt	Dátum	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
Odkalisko	2009 – 2018	114,1	7,81	344	1,52	1,01	1,48	0,0027	0,1001	0,0033	0,0015
	2019	132,2	8,17	386	1,81	1,01	1,50	0,0003	0,1727	0,0027	0,0010

Tab. 42: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska v Nižnej Slanej s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	NH ₄	Fe	Mn	Pb	As	Sb	Cu
Odkalisko	2009 – 2018	1,04	V	1,37	1,18	0,50	4,92	0,37	8,70	0,66	0,13
	2019	1,20	V	1,55	1,40	0,50	4,98	0,03	15,02	0,54	0,09

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5.

Tab. 43: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska Nižná Slaná s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄	Pb	As	Sb	Cu
Odkalisko	2009 – 2018	0,57	V	1,26	0,03	2,00	0,13	0,001
	2019	0,66	V	1,50	0,003	3,45	0,11	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8.

Tab. 44: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska Nižná Slaná s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄	Pb	As	Sb	Cu
Odkalisko	2009 – 2018	0,38	V	0,63	0,01	1,00	0,07	0,001
	2019	0,44	V	0,75	0,001	1,73	0,05	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 9.

Prietok rieky Slaná dosahuje vo Vlachove (asi 6 km nad Nižnoslanskou Baňou) podľa pozorovania z rokov 1968 – 2015 interval 0,110 – 72 m³/s, pričom ročný priemer pre rok 2016 dosiahol 3,643 m³/s a mesačné priemery 1,393 – 8,343 m³/s (Blaškovičová et al., 2017). Pri takýchto prietokoch je kontaminovaná voda odkaliska dostatočne riedená z pohľadu požadovanej kvality povrchovej vody. V roku 2019 boli v rámci štátneho kvality povrchových vôd (www.shmu.sk) na monitorovacom mieste rieky Slaná vo Vlachove sledované obsahy Hg, Cd, Pb a Ni – všetky vyhovovali požiadavkám na kvalitu povrchových vôd. Obsah As tu nebol sledovaný. Ak pri výpočte podľa zmiešavacej rovnice uvažujeme s koncentráciou As = 4 µg/l (požadovaná hodnota pre tento úsek rieky Slaná) a prietokom Slanej 110 l/s v profile nad Nižnoslanskou Baňou, s koncentráciou As = 172 µg/l a výdatnosťou 2 l/s pre priesak z odkaliska, dostávame hodnotu obsahu As = 5,3 µg/l pre profil Slanej pod prítokom z odkaliska. Tento orientačný výpočet ukazuje, že i pri najnižších prietokoch Slanej prítok z odkaliska nezvyšuje obsah As v riečnej vode nad limit pre povrchové vody.

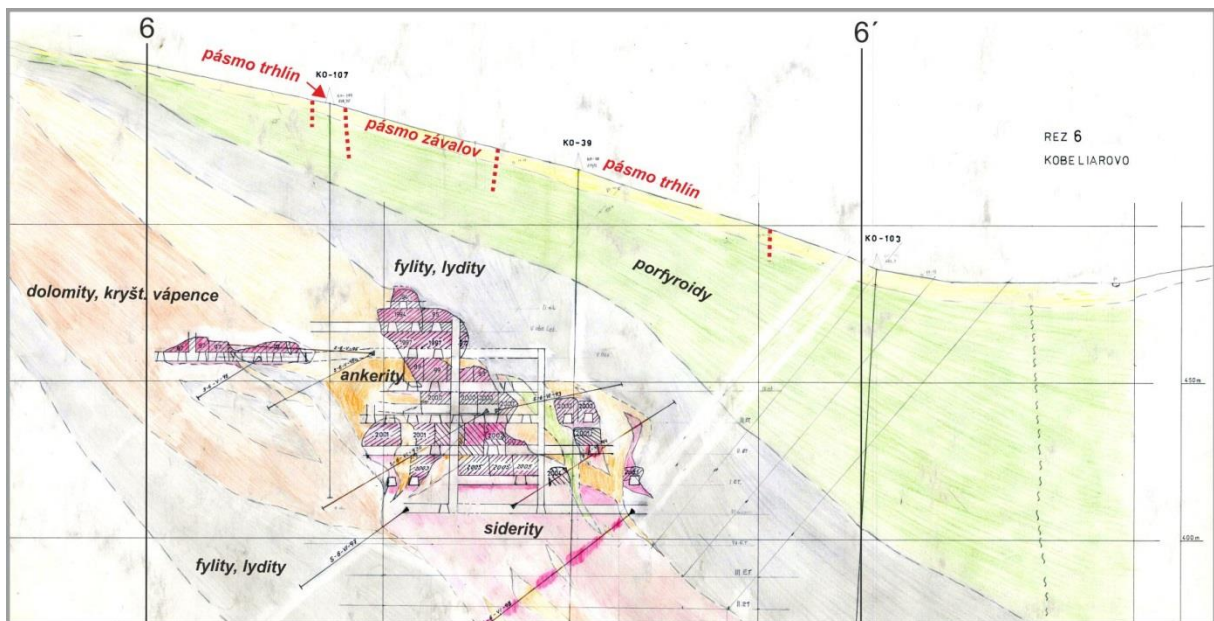
Inžinierskogeologické aspekty

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 – 2019 sme tu terénnou rekognoskáciou zisťovali zmeny rozsahu závalov a ich sprievodných prejavov. V nasledovnom texte je uvedené hodnotenie výsledkov monitoringu na ložisku 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. 39). Nadložie telesa tvoria čierne fylity s lyditi a sericiticko-chloritické fylity (Mihók a 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 a Jančura (1995). Ako uvádzajú, rudné teleso hlavnej polohy sa nachádza 25 – 50 m (V-Z) pod povrchom, čo je reálny predpoklad prepádavania povrchu pri odťazení 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 20 x 15 m. Z uvedeného vyplýva, že pri ďalšom dobývaní závalovými dobývacími metódami bude sa postupnou exploataciou ložiska prepádavať povrch nad ložiskom. Závalové pásmo po vynesení na povrch má plochu 5,6 ha (vyrúbanie zásob po úroveň VI. obzoru; Mihók a Jančura, 1995).

V rámci vlastných prác na lokalite Nižná Slaná R8 – ložisko Kobeliarovo bolo v roku 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 podrúbania ako závaly (resp. subsidenčné depresie), trhliny poklesového, ťahového a ťahovo-poklesového charakteru, plazivé pohyby hornín, a pod.



Obr. 39: Rez 6 – 6' ložiskom Kobeliarovo.

Zdroj: Slovenský banký archív v Banskej Štiavnici, zložka GJ11 (upravené a doplnené).

Celkovo bolo lokalizovaných 19 zavalov zobrazených na obr. 40, na ktorom je možné pozorovať aj postupný vývoj rozširovania sa zavalov na ložisku. Niektoré zo zavalov sú aj ohraničené skupiny predtým samostatných zavalov (napr. zaval Z5, Z12). Plošný rozsah zavalov (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).

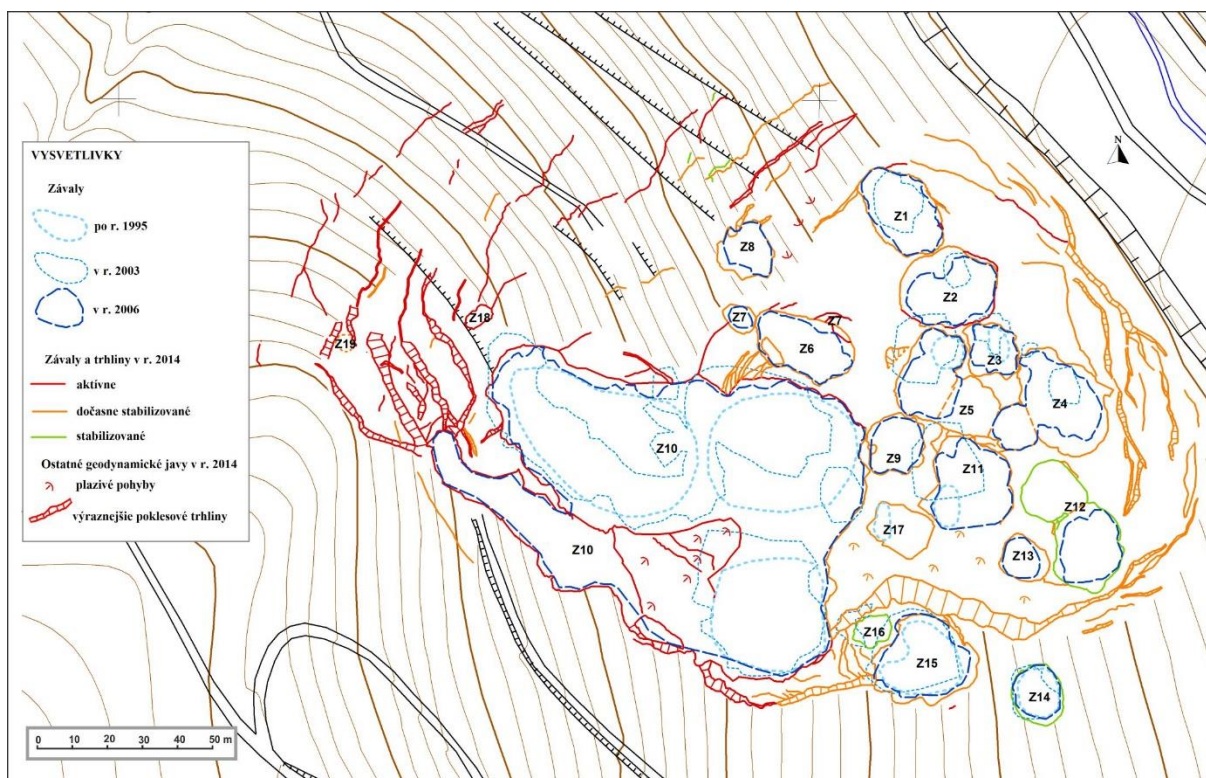
Ako je zrejme z obr. 41, najrozsiahlejší zával Z10 je lokalizovaný v oblasti ťažby V. obzoru a jeho etáží. Jedná sa o oblasť, kde ťažba prebiehala najbližšie k povrchu územia v rámci ložiska. Ide o najstaršiu ťaženú oblasť, dobývanú v 90-tych rokoch 20. stor. Ťažba na ložisku sa postupne presúvala smerom do hĺbky a zároveň na severovýchod smerom k údoliu Kobeliarskeho potoka. Severovýchodná časť zavalového pásma, s viac-menej samostatnými zavalmi Z1 – Z9, Z11 – Z13 a Z17, sa vyvinula nad ťažobnou oblasťou VI. obzoru a jeho etáží. Ďalšiemu rozširovaniu zavalov do údolia zamedzuje ochranný pilier Kobeliarskeho potoka.

Aktívnou je oblasť západnej až severozápadnej časti zavalového pásma. Dôvodom aktivity je pravdepodobne prepájanie vydobytých priestorov od V. obzoru smerom do hĺbky – do etáží VI. obzoru so snahou rozširovania sa zavalov v podobe tvorby výrazných aktívnych ťahovo-poklesových trhlín orientácie S-J až SV-JZ. Pozoruhodnou je jz. oblasť zavalového pásma, kde na povrchu zatiaľ nebol pozorovaný vznik zavalov nad vydobytými priestormi V. obzoru, čo pravdepodobne súvisí s väčšou hĺbkou nadložja vydobytých priestorov. Väčšia aktivita je na južnom okraji zavalového 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 zavalu 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. 2019 sa práce sa sústredili na rekognoskáciu predmetného územia zameranú na registráciu zmien v rozsahu a aktivite zavalov a súvisiacich sprievodných sekundárnych geodynamických javov v porovnaní s predošlým obdobím. Vzhľadom na zníženie dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) a obmedzenú možnosť prístupu k okraju zavalu (z dôvodu osobnej bezpečnosti), je možnosť sledovania rozširovania zavalov a sprievodných geodynamických javov prostredníctvom GNSS zameriavania (hlavne menšieho rozsahu)

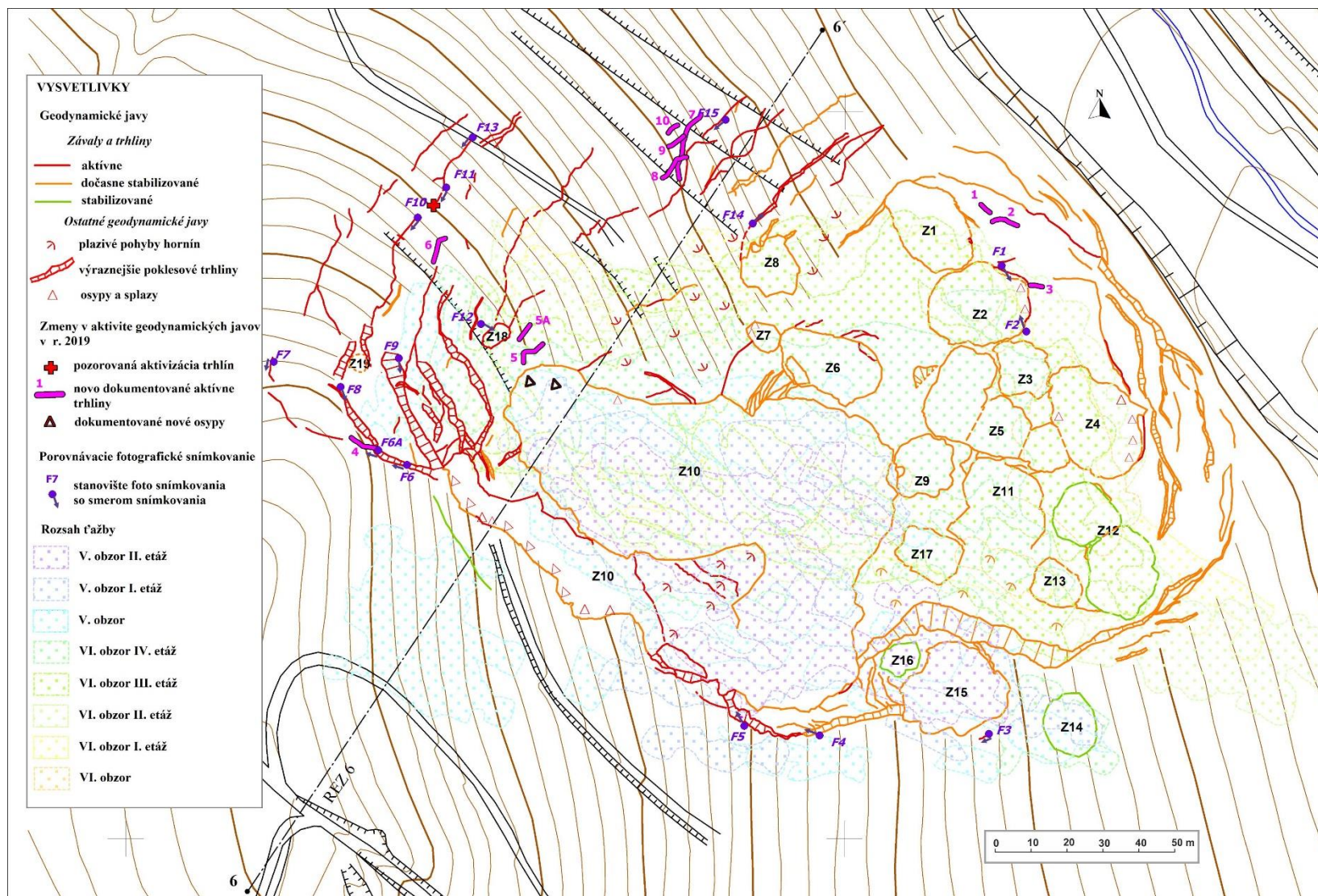
značne obmedzené. Preto je vhodné morfológické zmeny v oblasti závalového pásma hodnotiť aj prostredníctvom porovnávania časových fotografických snímok získavaných z vytýčených stanovišť. Pre sledovanie zmien v rozširovaní samotných závalov je však aj tento spôsob sledovania vzhľadom na hustý vegetačný pokryv veľmi obmedzený.

Pre pozorovanie zmien aktivít závalového pásma bolo v r. 2017 vytýčených 7 stanovišť s označením F1, F5, F7, F8, F10 – F12 (v r. 2017 označené ako A až G), z ktorých bolo realizované „nulté snímkovanie“. V r. 2018 bola realizovaná z týchto stanovišť 1. séria a v r. 2019 2. séria porovnávacieho fotografického snímkovania. Okrem toho bolo v r. 2018 vytýčených ďalších 8 stanovišť (s označením F2 – F4, F6, F9, F13 – F15) vhodných pre porovnávacie fotografické snímkovanie. Na týchto stanovištiach bola v r. 2018 vykonávaná „nultá“ séria a v r. 2019 1. séria fotografického snímkovania. V r. 2019 bolo doplnené stanovište F6A. Celkovo sa tak realizujú porovnávacie fotografické snímkovania na 16-tich stanovištiach (obr. 41).



Obr. 40: Mapa vývoja závalov na ložisku Kobeliarovo v období po r. 1995 do r. 2014. (Topografický podklad: Šeuka et al., 1982.)

V rámci terénneho výskumu boli zistené v r. 2019 zmeny v geodynamickej aktivite sledovanej lokality v podobe identifikácie nových aktívnych trhlín v okolí závalov s označením 1 až 10 (obr. 41). Oblasť závalov Z1 až Z17 postupne stále intenzívnejšie podlieha zarastaniu krovínami a stromami a je stále obtiažnejšie pozorovateľná. Rozširovanie závalov z dôvodu podrúbania nebolo pozorované. Geodynamická aktivita na závaloch sa prejavuje iba v podobe osypov deluviálneho horizontu zemín, prípadne kamenitých až balvanitých úlomkov z prekvartérneho podložia. Tieto prejavy boli zaznamenané rekognoskáciou najmä v oblasti severnej steny závalu Z10 (obr. 42).



Obr. 41: Mapa závalov na ložisku Kobeliarovo so zobrazením dokumentovaných zmien v r. 2019 a so znázornením rozsahu ťažby získanom spracovaním mapových podkladov zo Slovenského banského archívu v Banskej Štiavnici (topografický podklad: Ščuka et al., 1982).



Obr. 42: Aktívne osypy na závale Z10. Obr. 43: Trhlina 1 pri závale Z1.

Vo východnej časti závalového pásma, a to východne od okraja závalu Z1 bola v roku 2019 dokumentovaná geodynamická aktivita v podobe ťahovej *trhlina 1* s otvorením lokálne až do hĺbky 0,7 m (obr. 43) a *trhlina 2* so spätným poklesom (resp. poklesom v smere od závalu) cca 0,2 – 0,3 m. Samotné rozširovanie závalu Z1 však nebolo pozorované. Z porovnávacieho snímkovania zo stanovišť F1 (obr. 44a) a F2 (obr. 44b) vyplýva, že naďalej pokračuje mierne rozširovanie východného okraja závalu Z2 v dôsledku osypávania sutí v hornej časti steny závalu (obr. 44a). Výraznejšie zmeny v rozširovaní závalu tu neboli pozorované. Bola tu však pozorovaná geodynamická aktivita v pásme trhlín. Na východnom okraji závalu Z2 bola v r. 2019 dokumentovaná ťahová *trhlina 3* V-Z orientácie s prejavom mierne hlbkej depresie s hĺbkou a šírkou cca 0,1 – 0,15 m.

V ďalšom východnom až juhovýchodnom priebehu okraja závalového pásma (závaly Z3, Z4, Z12, Z13, Z14, Z15 a Z16) neboli zistené pozorovateľné zmeny v geodynamickej aktivite. V blízkosti závalu Z15 je dlhodobou pozorovateľná aktívna ťahová trhlina šírky asi 10 – 15 cm viditeľná v priebežnej dĺžke cca 1,8 m. Z porovnávacieho snímkovania tejto trhliny zo stanovišťa F3 nie sú vizuálne pozorovateľné jej rozmerové zmeny (obr. 44c). Porovnanie snímok na rozvetvení trhlín zo stanovišťa F4 nepreukázalo známky pozorovateľnej aktivity (obr. 44d).

Miesto vyústenia výraznej poklesovej trhliny do závalu snímkané zo stanovišťa F5 nepreukázalo aktivitu, čo vyplýva z porovnania snímok z r. 2018 a 2019 (obr. 44e) (o. i. pri zachovaní stromového koreňa spájajúceho hornú a spodnú hranu trhliny).

Rekognoskácia v r. 2019 v oblasti JZ steny závalu Z10 potvrdila výskyt aktívnych osypov so vznikom previsov na okrajovej hrane závalu.

Zo stanovišťa F6 bolo realizované snímkovanie aktívnej poklesovo-ťahovej trhliny, pričom z porovnania snímok z r. 2018 a 2019 (obr. 44f) vyplýva, že nedošlo k pozorovateľnej zmene aktivity trhliny. Rekognoskáciou v r. 2019 bola pozorovaná a novo dokumentovaná ťahovo-poklesová *trhlina 4* (obr. 41). Trhlina prepája výraznú poklesovú trhlinu a menej výraznú ťahovo – poklesovú trhlinu V – Z smeru. Miera poklesu je cca 0,2 – 0,4 m (obr. 44g). Nesúvisle je pozorovateľná aj jej otvorenosť. Pre sledovanie tejto trhliny bolo vytýčené ďalšie stanovište snímkovania s označením F6A (obr. 41). Porovnávacie snímkovanie ťahovo-poklesovej trhliny zo stanovišťa F7 (obr. 46h) nepreukázalo jej pozorovateľnú aktivizáciu. Zo stanovišťa F8 bolo realizované porovnávacie snímkovanie výraznej poklesovo-ťahovej trhliny s predpokladaným aktívnym charakterom (obr. 44i) s mierou poklesu cca 1 – 2 m a šírkou na povrchu terénu do cca 1 m (z opačného smeru jej priebehu ako zo stanovišťa F6). Terénna

depresia ako prejav otvorenosti trhliny je naďalej zasypávaná splazmi a osypmi deluviálnych zemín z hornej časti odľučnej plochy trhliny. Snímkovanie aktívnej poklesovo-ťahovej trhliny zo stanovišťa F9 nepreukázalo zmenu jej aktivity v porovnaní s r. 2018 (obr. 44j). Na výraznej ťahovej trhline nebola, podľa porovnávacieho snímkovania jej SV ukončenia zo stanovišťa F10 (obr. 44k), zaznamenaná pozorovateľná progresivita v jej aktivite. Východne od tejto trhliny boli pri rekognoskácii v r. 2019 spozorované sporadicky otvorené úseky novej ťahovej *trhliny 6* (obr. 41). Vo svojom priebehu je sporadicky otvorená až do 0,4 m. Trhlina má S – J orientáciu. Ťahová trhlina snímkovaná zo stanovišťa F11 (obr. 44l) smerovo nadväzuje na trhlinu snímkovanú zo stanovišťa F10. Porovnávacie snímkovanie a terénna rekognoskácia poukázali na pozorovateľné prehĺbovanie otvoru v trhline šírky cca 0,3 m v jej juhozápadnom ukončení, pričom jej otvorenosť bola pozorovaná do hĺbky cca 3 m.



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)



k)



l)



m)



n)

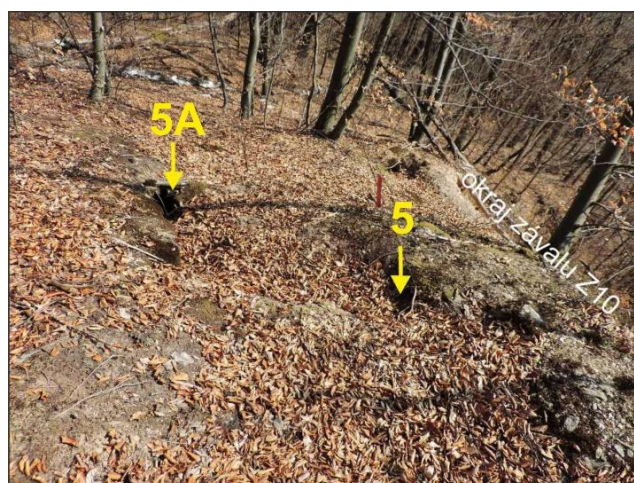


o)



p)

Obr. 44: Porovnávacie fotografické snímkovania závalového pásma v Kobeliarove z r. 2018 a z r. 2019 zo stanovíšť: a) F1 s označením miesta osypávania sutí, b) F2, c) F3, d) F4, e) F5, f) F6, g) F6A,h) F7, i) F8, j) F9, k) F10, l) F11 s označením miesta otvorenia trhliny a detailom, m) F12, n) F13, o) F14, p) F15.



Obr. 45: Trhlina 5 pri závale Z10 s označením miest s viditeľným otvorením trhliny.

Zával Z18 bol dokumentovaný porovnávacím snímkovaním zo stanovišťa F12 (obr. 44m). Nebolo pritom pozorované rozširovanie závalu. Geodynamická aktivita sa prejavuje iba v nevýraznom osypávaní úlomkov hornín na okrajovej hrane závalu.

V oblasti medzi závalom Z18 a závalom Z10 boli pri rekognoskácii terénu v r. 2019 zaznamenané dve priebežne otvorené trhliny (obr. 45), ktorých priebeh je tvarovo paralelný s priebehom okraja závalu Z10 v týchto miestach. *Trhlina 5* (bližšia k závalu Z10) má ťahovo-poklesový charakter a dĺžku cca 10 m. Pokles terénu na trhlne je cca 0,2 m. Ťahová *trhlina 5A* vzdialenejšia od závalu pravdepodobne prebieha prevažne skryto pod povrchom terénu, pričom jej na povrchu pozorovateľný úsek má dĺžku cca 2 – 3 m.

Na výraznej ťahovej trhlne snímkovanej zo stanovišťa F13 neboli zaregistrované pozorovateľné zmeny v jej aktivite (obr. 44n). Podobne neboli zaznamenané zmeny v aktivite na ťahovej trhlne snímkovanej zo stanovišťa F14 (obr. 44o) a ťahovo-poklesovej trhlne snímkovanej zo stanovišťa F15 (obr. 44p).

V severnej okrajovej časti pásma trhlín (v blízkosti stanovišťa F15) boli v rámci rekognoskácie v r. 2019 zaznamenané aktívne *trhliny 7, 8, 9, 10* (obr. 41). Ťahová *trhlina 7* s prejavom pozdĺžnej depresie š. 0,5 – 1 m je sporadicky otvorená a napája sa na trhlinu 8. Trhlina 8 so spätným poklesom 0,2 – 0,5 m (v smere od závalov) sa napája sa na *trhlinu 9*. S málo výrazným prejavom na povrchu terénu ťahová *trhlina 9* a ťahovo-poklesová *trhlina 10* sú pravdepodobne skryto prepojené na trhlinu 7.



Obr. 46: Ohnuté a naklonené kmene stromov v pásme trhlín severne od závalu Z10.

Zo sledovania lokality ložiska Kobeliarovo v r. 2019 vyplýva, že pozorovateľná aktivita geodynamických javov vzniknutých vplyvom ťažby sa naďalej prejavuje predovšetkým v pásme trhlín, a to najmä na súvislom území v západnej až severnej oblasti. Neustávajúcu geodynamickú aktivitu v tejto oblasti potvrdzujú aj plazivé podpovrchové deformácie horninového prostredia. Tie sa prejavujú až k povrchu terénu, čo dokumentujú okrem priamych pozorovateľných zmien v aktivite trhlín (dokumentácia nových trhlín) aj ohnuté a naklonené kmene stromového porastu (obr. 46).

4.8 Lokalita Slovinky

Na tejto lokalite sa nachádza vyťažené ložisko medenej rudy Slovinky (DP – RB š.p. Banská Bystrica), Gelnica – Nadložná žila (DP – ŠGÚDŠ), Gelnica – Gelnická žila (DP a CHLÚ – ŠGÚDŠ Bratislava) a ložisko Gelnica – Krížová žila (CHLÚ). 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 Železorzudných Baní Slovinky. V roku 2019 táto organizácia vykonávala pravidelnú údržbu odkaliska Bodnarec. (Zvrškovec, 2020).

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 Alžbeta, 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 zeminou. 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. 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 SO₄ 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. Vlastný monitoring v rámci ČMS GF je od roku 2008 realizovaný na týchto pozorovacích objektoch (obr. 47): S14 – banská voda ložiska vytekajúcu 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). V roku 2019 sa uvedené miesta monitoringu povrchových tokov vzorkovali 2-krát, zostávajúce objekty 4-krát. Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z výsledky laboratórnych analýz odobratých vzoriek vôd za roky 2008 – 2017 sú uvedené v tab. 45. Od roku 2014 sa s frekvenciou 2x ročne monitoruje i kvalita Turzovského potoka v gelnickej časti tohto ložiskového územia, spolu s výtokmi banskej vody zo štôlne Stará Krížová a štôlne Jozef (obr. 48). Banská voda z týchto štôlní bola v roku 2019 vzorkovaná 4 krát, Turzovský potok dva krát.

V hodnotenom období v profile Slovinského potoka pod oblasťou postihnutou ťažobnými aktivitami (profil SI6) bola monitoringom dokumentovaná vysoká koncentrácia As a Sb, nevyhovujúca požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (tab. 45, 46). Slovinský potok má pritom pri vstupe do ložiskovej oblasti (profil SI1) vyhovujúcu kvalitu. V profile pred sútokom s Poráčskym potokom (SI2) je však už nevyhovujúci obsah antimónu. Kvalita Poráčskeho potoka na jeho ústí do Slovinského potoka (SI3) je vyhovujúca. V rámci monitoringu kvality povrchových tokov SHMÚ je Slovinský potok sledovaný v profile „Nad Veľkým dvorom, lokalizovanom asi 1 km pod profilom SI1. V roku 2019 všetky sledované všeobecné ukazovatele kvality spĺňali požadované kritériá. Z nesyntetických látok bola sledovaná meď, ktorej ročný priemer 10,27 µg/l bol nižší ako požadovaná úroveň 18,8 µg/l.

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 (SI4), a to v obsahu As (tab. 47, 48), 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 55 % vyššia v roku 2019 ako v období 2007 – 2018.

Tab. 45: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Slovinky – Gelnica

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Mn 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 – 18	17,3	8,12	21,5	0,0063	0,0174	0,0029	0,0014	0,0027	0,0035	-	-	-
	2019	18,8	7,97	19,7	0,0055	0,0145	0,0000	0,0008	0,0018	0,0040	-	-	-
SI2	2008 – 18	22,3	8,14	27,7	0,0111	0,0054	0,0029	0,0043	0,0182	0,0107	-	-	-
	2019	25,5	7,97	28,3	0,0090	0,0165	-	0,0059	0,0222	0,0130	-	-	-
SI3	2008 – 18	36,7	8,33	24,1	0,0238	0,0031	-	0,0016	0,0020	0,0018	-	-	-
	2019	40,6	8,23	24,5	0,0245	0,0105	-	0,0010	0,0010	0,0030	-	-	-
SI4	2008 – 18	103,1	7,83	312,2	0,4014	0,0035	0,0031	0,3014	0,0087	0,0042	0,0010	0,0020	0,0002
	2019	100,5	8,04	266,5	0,2250	0,0050	0,0000	0,4693	0,0075	0,0025	-	-	-
SI5	2008 – 18	131,0	7,55	637,7	2,8825	0,0149	0,0026	0,0403	0,0064	0,0069	0,0443	0,0590	0,0002
	2019	111,1	7,91	494,0	0,5623	0,0090	0,0000	0,0483	0,0039	0,0040	-	-	-
SI6	2008 – 18	41,7	8,22	69,0	0,0655	0,0057	0,0036	0,0323	0,0118	0,0062	-	-	-
	2019	43,7	8,12	69,6	0,0365	0,0070	0,0000	0,0449	0,0128	0,0075	-	-	-
SI7	2009 – 18	95,0	7,98	260,8	0,1983	0,0087	0,0030	0,0141	0,0106	0,0030	0,0020	0,0020	0,0002
	2019	90,3	8,02	247,3	0,0628	0,0070	0,0000	0,0161	0,0057	0,0038	-	-	-
G1	2014 – 18	39,1	8,25	50,42	0,0084	0,0089	0,0025	0,0030	0,0270	0,0130	-	-	-
	2019	37,1	8,14	52	0,0105	0,0065	0,0000	0,0035	0,0196	0,0165	-	-	-
G2	2014 – 18	65,2	7,99	60,9	0,0170	0,0154	0,0025	0,0085	0,1761	0,0792	-	-	-
	2019	76,3	8,08	77,4	0,0320	0,0165	0,0000	0,0142	0,1988	0,1253	-	-	-
G3	2014 – 18	45,9	8,03	87,7	0,0182	0,0073	-	0,0009	0,0056	0,0193	-	-	-
	2019	45,1	8,05	91,9	0,0205	0,0080	-	0,0010	0,0048	0,0205	-	-	-

Vysvetlivky.: SI1 – Slovinský potok nad ložiskom, SI2 – Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, SI3 – ústie Poráčskeho potoka, SI4 – banská voda ložiska vytekajúca štôlnou Alžbeta, SI5 – drenážna voda odkaliska Bodnárec, SI6 – Slovinský potok pod ložiskom, SI7 – drenážna voda odkaliska Kalligrund, G1 – potok Turzov, G2 – štôlna Stará Krížová, G3 – štôlna Jozef. Situácia objektov na obr. 47 a 48.

V profile Turzovského potoka pred ústím do Hnilca (profil G1) je dokumentovaná zvýšená koncentrácia Sb (tab. 45, 46), približne 5-násobne prevyšujúca požadovanú hodnotu pre povrchovú vodu. Jeho zdrojom je hlavne banská voda štôlne Krížová, v ktorej obsah Sb približne 4-násobne prevyšuje intervenčné kritérium pre podzemnú vodu (tab. 48). Charakteristická hodnota obsahu Sb v banskej vode štôlne Krížová je o 13 % vyššia v roku 2019 ako v období 2007 – 2018 (tab. 37).

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Mn	Zn	Pb	As	Sb	Cu
SI1	2008 – 18	0,16	V	0,09	0,02	0,29	0,000	0,12	0,54	0,19
	2019	0,17	V	0,08	0,02	0,24	0,00	0,07	0,36	0,21
SI2	2008 – 18	0,20	V	0,11	0,04	0,09	0,35	0,37	3,64	0,57
	2019	0,23	V	0,11	0,03	0,27	0,00	0,50	4,44	0,69
SI3	2008 – 18	0,33	V	0,10	0,08	0,05	-	0,13	0,40	0,10
	2019	0,37	V	0,10	0,08	0,17	-	0,09	0,20	0,16
SI4	2008 – 18	0,94	V	1,25	1,34	0,06	0,38	25,99	1,74	0,22
	2019	0,91	V	1,07	0,75	0,08	0,00	40,45	1,50	0,13
SI5	2008 – 18	1,19	V	2,55	9,61	0,24	0,32	3,47	1,29	0,37
	2019	1,01	V	1,98	1,87	0,15	0,00	4,16	0,77	0,21
SI6	2008 – 18	0,38	V	0,28	0,22	0,09	0,44	2,79	2,36	0,33
	2019	0,40	V	0,28	0,12	0,11	0,00	3,87	2,56	0,40
SI7	2009 – 18	0,86	V	1,04	0,66	0,14	0,37	1,22	2,11	0,16
	2019	0,82	V	0,99	0,21	0,11	0,00	1,39	1,13	0,20
G1	2014 – 18	0,36	V	0,20	0,03	0,15	0,30	0,26	5,41	0,69
	2019	0,34	V	0,21	0,04	0,11	0,00	0,30	3,92	0,88
G2	2014 – 18	0,59	V	0,24	0,06	0,25	0,30	0,73	35,22	4,21
	2019	0,69	V	0,31	0,11	0,27	-	1,23	39,75	6,66
G3	2014 – 18	0,42	V	0,35	0,06	0,12	-	0,08	1,12	1,03
	2019	0,41	V	0,37	0,07	0,13	-	0,08	0,96	1,09

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5. Označenie objektov ako pri tab. 45.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Zn	Pb	As	Sb	Cu
SI4 <i>Alžbeta</i>	2007 – 2018	0,52	V	0,004	0,03	6,03	0,35	0,004
	2019	0,50	V	0,005	-	9,39	0,30	0,003
SI7 <i>Kalligrund</i>	2009 – 2018	0,48	V	0,01	0,03	0,28	0,42	0,003
	2019	0,45	V	0,01	-	0,32	0,23	0,004
SI5 <i>Bodnárec</i>	2008 – 2018	0,66	V	0,01	0,03	0,81	0,26	0,01
	2019	0,56	V	0,009	-	0,97	0,15	0,004
G2 <i>St. Krížová</i>	2014 – 2018	0,33	V	0,02	0,03	0,17	7,04	0,08
	2019	0,38	V	0,02	-	0,28	7,95	0,13
G3 <i>Jozef</i>	2014 – 2018	0,23	V	0,01	0,03	0,02	0,22	0,02
	2019	0,23	V	0,01	-	0,02	0,19	0,02

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8. Označenie objektov ako pri tab. 45.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Zn	Pb	As	Sb	Cu
SI4	2007 – 2018	0,34	V	0,002	0,02	3,01	0,17	0,002
<i>Alžbeta</i>	2019	0,33	V	0,003	–	4,69	0,15	0,001
SI7	2009 – 2018	0,32	V	0,004	0,02	0,14	0,21	0,001
<i>Kalligrund</i>	2019	0,30	V	0,004	–	0,16	0,11	0,002
SI5	2008 – 2018	0,44	V	0,01	0,01	0,40	0,13	0,003
<i>Bodnárec</i>	2019	0,37	V	0,005	–	0,48	0,08	0,002
G2	2014 – 2018	0,22	V	0,01	0,01	0,08	3,52	0,04
<i>St.Križová</i>	2019	0,25	V	0,01	–	0,14	3,98	0,06
G3	2014 – 2018	0,15	V	0,004	0,01	0,01	0,11	0,01
<i>Jozef</i>	2019	0,15	V	0,004	–	0,01	0,10	0,01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 9. Označenie objektov ako pri tab. 45.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečného sedimentu. 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 Sloviniek 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.

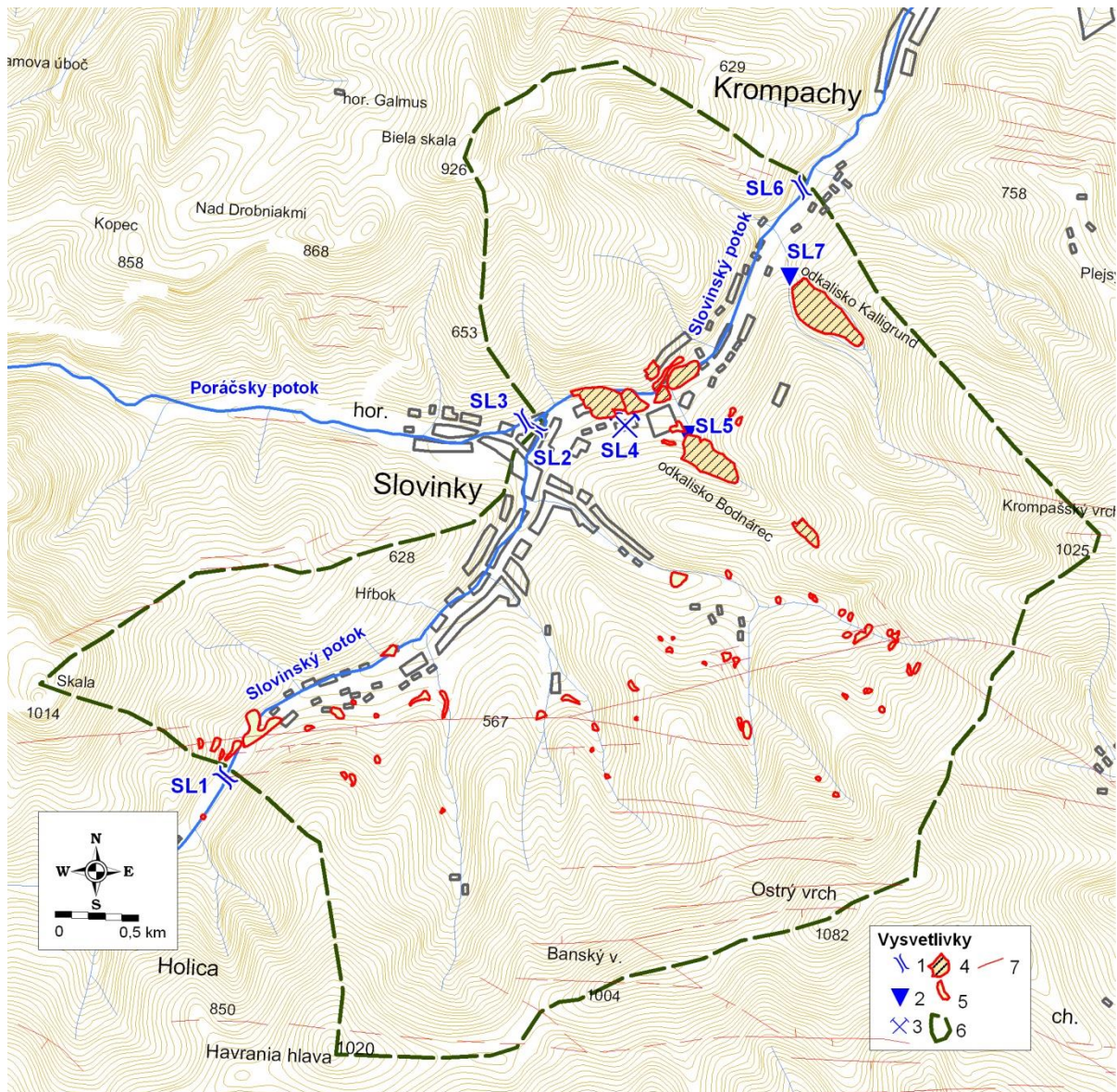
V profile SI6 Slovinského potoka pod odkaliskom Kalligrund prekročili zistené hodnoty vo vzorke sedimentu odobratej v rámci ČMS GF z 22. 10. 2019 intervenčné kritérium pre priemysel 2,9-násobne v obsahu As a intervenčné kritérium pre obytné zóny 1,6 násobne v obsahu Sb, 1,2-násobne v obsahu Cu a 1,5-násobne v obsahu Ba (tab. 49).

Tab. 49: Chemické zloženie sedimentu Slovinského potoka v profile SI6 pod odkaliskom Kalligrund

Ozn. objektu	Dátum	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
SI6	22.10.19	9,16	0,26	15	2,92	242	45	416	64,1

Ozn. objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ba mg/kg
SI6	22.10.19	< 0,5	44	103	0,31	32,2	106	690	1500

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.



Obr. 47: Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Slovinky.

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

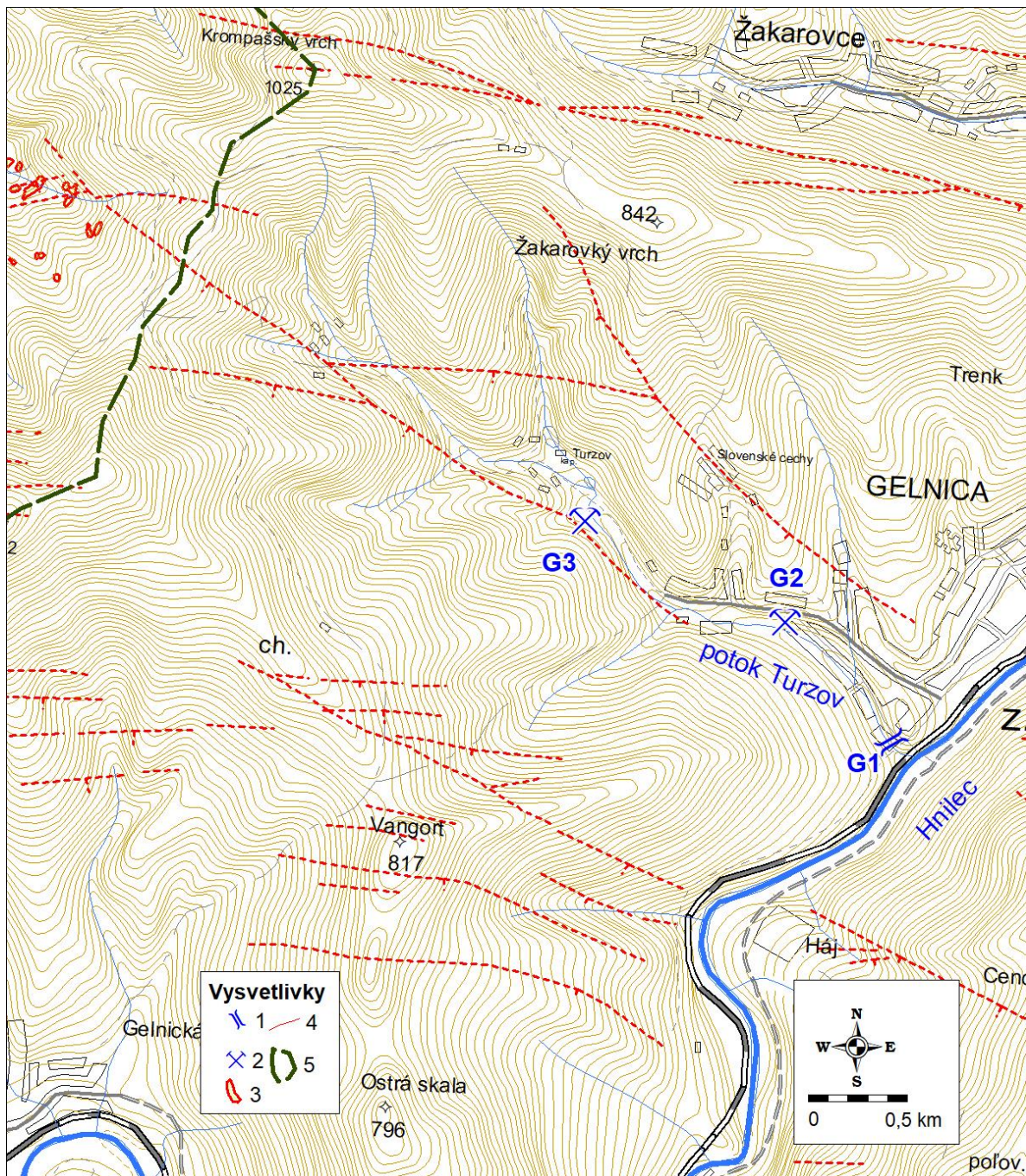
Inžinierskogeologické aspekty

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, prepadliská), 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 Krížová v Gelnici. V roku 2012 tento podnik vykonával technické úpravy toku Slovinského potoka v úseku pod

bývalým závodom ŽB pre zamedzenie vodnej erózie telies haldového materiálu akumulovaného na alúviu tohto toku. V rokoch 2013 – 2019 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 Kropáčoch 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 Bodnárca vykonávajú priebežne Rudné Bane, š. p. Banská Bystrica.



Obr. 48: Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Gelnica.
 1 – monitorovaný profil povrchového toku, 2 – monitorované ústie štólne,
 3 – halda, 4 – rozvodnica, 5 – rudná žila.

4.9 Lokalita Rožňava

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 prekopu k jame Mária a príprava odvodňovania bane. V rokoch 2012 a 2013 vykonávala organizácia Gemer – Can, s.r.o., Košice zabezpečovanie banských 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 banských chodieb, čerpanie vody a ďalšie práce zamerané na prípravu razenia chodieb a dobývania v bloku komplexných Fe rúd na Striebornej žile i vytŕaženie 0,18 kt rudy (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 sa vytŕažilo 0,45 kt rudy, v rokoch 2016 – 2017 sa neŕažilo a v roku 2018 sa vytŕažilo 0,146 kt. Banská činnosť bola v roku 2019 zameraná na dobývanie ložiska Rožňava – Strieborná (vytŕažilo sa 0,95 kt). Odvodňovanie bane sa realizuje čerpaním vody zo slepej jamy pod úrovňou VI. obzoru tak, aby hladina vody bola stále minimálne na úrovni 80 m pod úrovňou VI. obzoru (Zvrškovec, 2020).

V oblasti Nadabuly (mestská časť na západnom okraji Rožňavy) západne od rieky Slaná sa v bani Sadlovská (dnes už zatopenej) v minulosti ŕažili 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 štólne Augusta. Odvtedy sa vykonáva pravidelná údržba a čistenie odtokových ciest banských vŕd zo štólne Augusta.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Hlbinné bane Mária a Sadlovská sú oddelené údolím rieky Slaná. Ťažila a spracovávala sa tu Fe, Cu ruda viazaná na karbonátovo-kremeňovo-sulfidické rudné žily. V období ŕažby 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 s frekvenciou meraní 2x ročne. V roku 2019 boli vzorkované 4 krát.

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 merané 2x ročne i v rámci monitoringu ČMS GF. Množstvo vody kolísalo medzi 3,35 až 22,32 l/s. Pre odvodnenie ložiska kvôli obnoveniu ŕažby 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.). Od septembra 2012 sa začalo s ďalším znižovaním úrovne hladiny vody zvýšením čerpaného množstva. Po tom čo hladina vody v bani dosiahla úroveň 8.obzoru (máj/jún 2013), udržiavala sa v tejto úrovni pri priemernom celkovom prítoku do bane 7,4 – 7,6 l/s (júl –september 2013). Od roku 2014 až dosiaľ sa baňa odvodňuje prerušovaným čerpaním, pri priemernom prítoku do bane v množstve 4,9 – 6,6 l/s (TRATEC s.r.o).

Zatopená baňa Sadlovský na pravom brehu rieky Slaná je odvodňovaná dedičnými štôľňami Sadlovský a Augusta. Situácia uvedených objektov je znázornená na obr. 49. Výtoky banskej vody z týchto štôľní sú zvedené drenážnymi kanálmi do rieky Slaná. Objekty neboli prevádzkovo systematicky monitorované. Kvantitatívne merania výtoku zo štôľne Augusta, štôľne Sadlovský boli vykonané v rámci štátneho monitoringu ČMS GF v rokoch 2007 až 2019. Z oboch uvedených štôľní vytekalo sumárne 5,8 – 55,5 l/s banskej vody. Zároveň boli tieto objekty vzorkované pre určenie kvality vody raz v roku 2007, dvakrát ročne v období 2008 – 2018 a 4-krát v roku 2019. 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. Charakteristické hodnoty rizikových komponentov odvodené z výsledkov vlastných i prevzatých laboratórnych analýz vôd monitorovaných objektov sú uvedené v tab. 50.

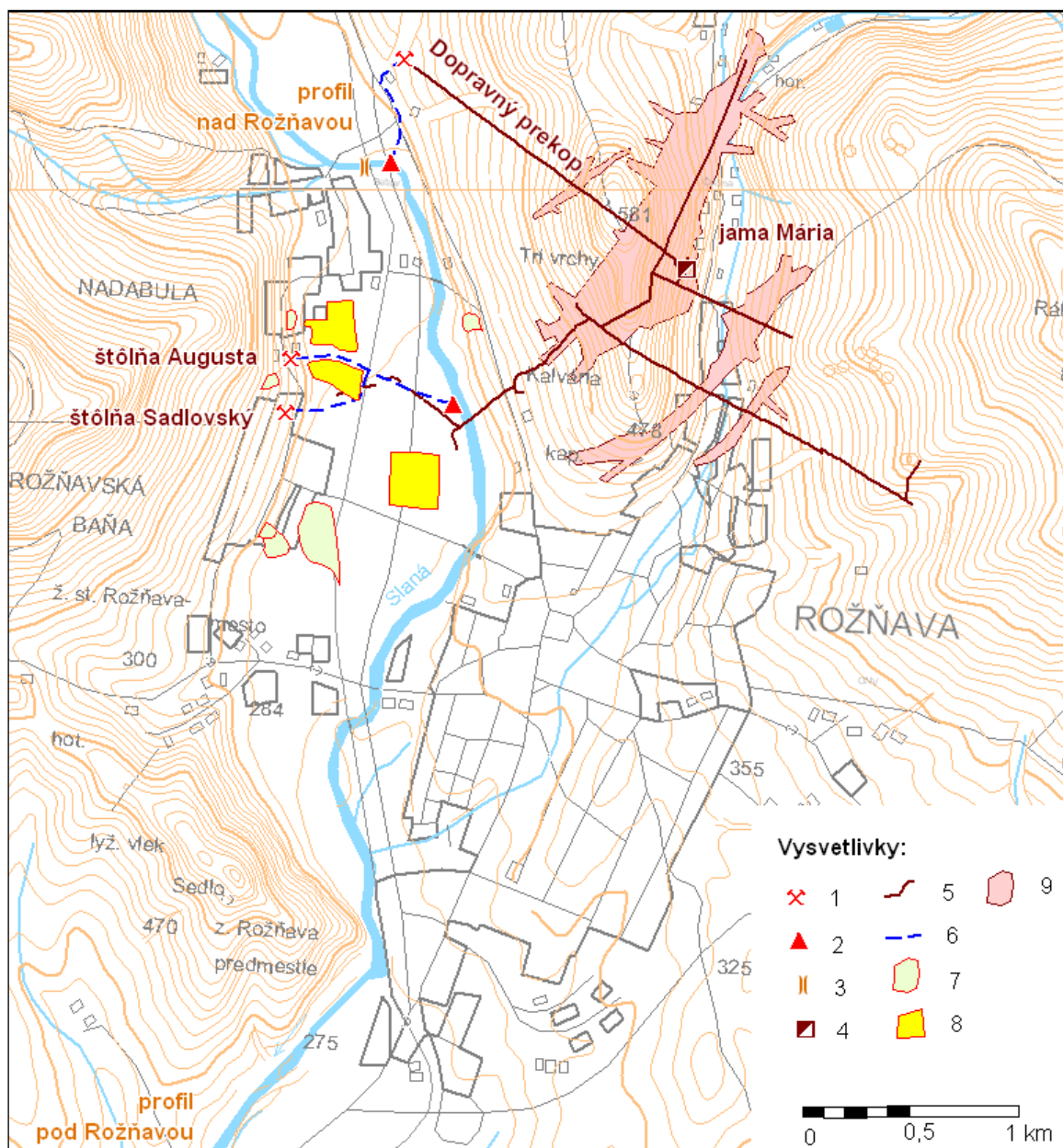
Z monitorovaných zdrojov banskej vody sú rizikové vo vzťahu k požiadavkám na kvalitu povrchových vôd výtok z bane Mária (Ro1) a zo štôľne Augusta (Ro3). Čerpaná voda z bane Mária mala v roku 2019 antimónu, v predošlom období boli rizikové i obsahy SO₄, Fe, Mn, Al, Cu a Ni (tab. 51). Do rieky Slaná je vypúšťaná už upravená banská voda, so súhlasom a pod dohľadom príslušného orgánu ŽP. Voda štôľne Augusta je riziková obsahom SO₄, Mn a As a hodnotou EC. Charakteristická hodnota týchto parametrov pre rok 2019 je nižšia ako pre obdobie 2007 – 2018 pre všetky uvedené parametre (tab. 50). Vo vode štôľne Sadlovský v sledovanom období neboli zistené rizikové úrovne potenciálnych kontaminantov, hoci obsah SO₄ a Sb je tesne pod ich požadovanými hodnotami.

Z hľadiska hodnotenia kvality vody podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) intervenčné kritérium nedosahuje v roku 2019 žiadny zo sledovaných parametrov, pre obdobie 2007 – 2018 ho prekročila charakteristická hodnota pH vo vode bane Mária (tab. 52). Indikačné kritérium v roku 2019 prekročila charakteristická hodnota obsahu As vo vode štôľne Augusta, ktorá je mierne nižšia ako priemer pre obdobie 2007 – 2018. Pre obdobie rokov 2007 – 2018 prevyšuje ID pre hodnotu pH a obsah Al voda bane Mária, v roku 2019 má v nej najbližšie k dosiahnutiu ID obsah Sb a Al.

Tab. 50: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej vody z lokality Rožňava

Obj.	Obdobie	EC mS/m	pH -	SO ₄ 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 –															
	2018	127,9	5,42	703	45,61	23,39	0,30	0,00007	0,121	0,006	0,010	0,017	0,089	0,037	0,017	0,00020
	2019	32,6	7,83	46	0,31	0,03	0,19	0,00005	0,005	0,0003	0,003	0,023	0,001	0,001	-	-
Ro2	2007 –															
	2018	96,9	8,21	231	0,23	0,03	0,02	0,00008	0,005	0,003	0,003	0,004	0,001	0,002	0,001	0,00015
	2019	98,0	8,44	219	0,04	0,02	0,01	0,00005	0,002	0,0003	0,001	0,004	0,001	0,001	0,000	-
Ro3	2007 –															
	2018	199,3	7,71	734	1,25	1,90	0,01	0,00006	0,005	0,003	0,064	0,004	0,002	0,003	0,005	0,00015
	2019	156,1	7,88	487	1,32	1,24	0,01	0,00005	0,002	0,0003	0,061	0,002	0,001	0,002	0,000	-

Vysvetlivky: Ro1 – Dopravný prekop, Ro2 – štôľňa Sadlovský, Ro3 – štôľňa 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).



Obr. 49: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Rožňava.

Vysvetlivky: 1 – ústie štólne, 2 – ústie drenážneho kanála K2 do rieky Slaná, 3 – monitorovaný profil rieky Slaná, 4 – zatopená jama bane Mária, 5 – priebeh hlavných banských diel v podzemí, 6 – drenážny kanál, 7 – halda, 8 – skládka kalu, 9 – územie podrúbané baňou Mária.

Tab. 51: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Rožňava s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Obj.	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
Ro1	2007 – 2018	1,16	N	2,81	22,81	77,98	1,49	0,71	2,13	0,55	0,90	3,31	5,80	1,66	0,34	0,31
	2019	0,30	V	0,18	0,16	0,11	0,95	0,50	0,08	0,02	0,22	4,59	0,07	0,05	-	-
Ro2	2007 – 2018	0,88	V	0,92	0,12	0,11	0,08	0,75	0,09	0,28	0,26	0,90	0,10	0,08	0,02	0,23
	2019	0,89	V	0,88	0,02	0,06	0,04	0,50	0,03	0,02	0,12	0,71	0,07	0,05	-	-
Ro3	2007 – 2018	1,81	V	2,94	0,62	6,34	0,05	0,58	0,09	0,28	5,59	0,77	0,11	0,13	0,10	0,23
	2019	1,42	V	1,95	0,66	4,13	0,07	0,50	0,03	0,02	5,27	0,32	0,07	0,07	-	-

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5. Označenie objektov ako pri tab. 50. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 49.

Tab. 52: 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 – 2018	0,64	N	1,20	0,04	0,12	0,004	0,21	0,66	0,09	0,37	0,17	0,04
	2019	0,16	V	0,76	0,03	0,005	0,0002	0,05	0,92	0,001	0,01	-	-
Ro2	2007 – 2018	0,48	V	0,07	0,04	0,01	0,002	0,06	0,18	0,001	0,02	0,010	0,03
	2019	0,49	V	0,03	0,03	0,002	0,0002	0,03	0,14	0,001	0,01	0,000	0,000
Ro3	2007 – 2018	1,00	V	0,04	0,03	0,00	0,002	1,29	0,15	0,002	0,03	0,05	0,03
	2019	0,78	V	0,06	0,03	0,002	0,0002	1,21	0,06	0,001	0,02	0,00	0,00

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8. Označenie objektov ako pri tab. 50.

Tab. 53: 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 – 2018	0,43	N	0,75	0,01	0,06	0,001	0,10	0,33	0,04	0,18	0,08	0,01
	2019	0,11	V	0,48	0,01	0,002	0,0001	0,03	0,46	0,001	0,01	-	-
Ro2	2007 – 2018	0,32	V	0,04	0,02	0,003	0,001	0,03	0,09	0,001	0,01	0,01	0,008
	2019	0,33	V	0,02	0,01	0,001	0,0001	0,01	0,07	0,001	0,01	-	-
Ro3	2007 – 2018	0,66	V	0,02	0,01	0,002	0,001	0,64	0,08	0,001	0,01	0,03	0,008
	2019	0,52	V	0,03	0,01	0,001	0,0001	0,61	0,03	0,001	0,01	-	-

Vysvetlivky: Ako pri tab. 9. Označenie objektov ako pri tab. 50.

Prietok rieky Slaná dosahuje v Rožňave podľa pozorovania z rokov 1968 – 2015 interval 0,389 – 130 m³/s, pričom ročný priemer pre rok 2016 dosiahol 5,593 m³/s a mesačné priemery 2,396 – 14,906 m³/s (Blaškovičová et al., 2017). 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. V roku 2019 boli v rámci štátneho monitoringu kvality povrchových vôd na monitorovacom mieste rieky Slaná pod vyústením banskej vody bane Mária sledované obsahy, As, Cd, Pb, Zn, Cu, Ni a Hg – všetky vyhovovali požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (tab. 54).

Tab. 54: Výsledky monitoringu vybraných ukazovateľov kvality vody rieky Slaná na monitorovacom nad Rožňavou – pod vyústením bane Mária v roku 2019 (Májovská et al., 2020)

	Namerané údaje						Trieda tvrdosti	NPK / RP
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.		
As µg/l	12	1,34	3,58	2,68	2,27	-	- / 11,5	
Cd µg/l	12	0,1	0,1	0,1	0,054	4/4	1,9 / 1,15	
Pb µg/l	12	0,5	1,1	0,5	0,32	-	17 / 4,2	
Zn µg/l	12	10,00	21,10	19,35	10,16	4/4	- / 57	
Cu µg/l	12	1,04	3,08	2,37	1,76	4/4	- / 15,3	
Ni µg/l	12	3,0	3,0	3,0	1,5	-	36 / 6	
Hg µg/l	12	0,05	0,05	0,05	0,025	-	0,12 / 0,1	

Vysvetlivky: n – počet údajov, RP – ročný priemer s pripočítanou požadovnou hodnotou pre daný vodný útvar, NPK – najvyššia prípustná koncentrácia s pripočítanou požadovnou hodnotou pre daný vodný útvar.

Inžinierskogeologické aspekty

V monitorovanom období tu neboli zistené významné vplyvy nestability povrchu. 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. V nasledujúcom období, ani v roku 2019, tu neboli zistené prejavy nestability terénu ani poškodenie objektov ústí štôlní.

4.10 Lokalita 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. Táto organizácia vykonávala aj v súčasnosti pravidelnú údržbu odkaliska Smolník (Zvrškovec, 2020).

Táto lokalita bola preskúmaná v rámci geologického prieskumu životného prostredia 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 bankých 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 bankých vodách boli ako najčastejšie kontaminanty Mn, Zn, Fe, Al, As, Cu, Ni, Ba a SO₄. 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 potoka Smolník. 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 – 2019 dokumentovaná banká voda šachty Pech, štôlní Karolí a Novej, priesaky z odkaliska a dva profily potoka Smolník.

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, doplnené sú vlastnými hydrometrickými meraniami a vzorkovaním vody šachty Pech i dvoch výtokov drenážnej vody z odkaliska a dvoch profilov potoka Smolník, vykonávanými do roku 2018 s frekvenciou 2x ročne. V roku 2019 sa profily potoka Smolník vzorkovali 2-krát a zostávajúce objekty 4-krát. 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 tohto hodnotenia. Situáciu monitorovaných objektov približuje obr. 50.

Charakteristické hodnoty hlavných kontaminantov lokality Smolník, odvodené z výsledkov laboratórných analýz vzoriek vôd, obsahuje tab. 47. V hodnotenom období z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú na výstupnom profile potoka Smolník *Sm8* z hodnotenej oblasti zistené nevyhovujúce koncentrácie Fe, Mn,

Al, Zn a Cu (tab. 56), hoci na vstupnom profile Sm1 sú vyhovujúce. Najvýraznejšie prekročenie požadovanej hodnoty je dokumentované u zinku, približne 11-násobné v období 2008 – 2018 a 5,5-násobné v roku 2019. Potok Smolník je v profile pred ústím do rieky Hnilec sledovaný v rámci monitoringu kvality povrchových vôd SHMÚ. V roku 2019 tu sledované všeobecné ukazovatele spĺňali stanovené kritériá, pričom reakcia vody vyjadrená hodnotou pH dosahovala rozmedzie 6,90 – 8,20. Z nesyntetických látok vyhovovali kritériám kvality obsahu Cu (4,92 – 26,40 µg/l) a Cd (0,05 – 0,80 µg/l), pričom ročný priemer pre Zn = 99,96 µg/l (pri variačnom rozpätí 6,83 – 241 µg/l) bol vyšší ako požadovaná úroveň 75 µg/l. Na výtok banskej vody zo šachty Pech (Sm3) sú charakteristické hodnoty väčšiny sledovaných ukazovateľov pre rok 2019 výrazne nižšie v porovnaní s obdobím 2008 – 2018 (tab. 55), výnimkou je len As.

Tab. 55: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Smolník

Obj.	Obdobie	EC mS/m	pH -	SO ₄ 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 – 2018	10,5	7,29	15	0,4	0,1	0,05	0,025	0,003	0,001	0,005	0,001	0,002	0,00014
	2019	10,8	7,53	14	0,2	0,03	0,04	0,008	0,001	0,003	0,006	0,002	0,001	0,00005
Sm2	2008 – 2018	26,0	5,13	112	22,7	2,4	5,39	0,092	0,003	0,001	0,071	0,174	0,049	0,00040
	2019	26,1	4,90	114	7,5	1,4	2,11	0,059	0,001	0,001	0,049	0,170	0,042	0,00035
Sm3	2008 – 2018	280,4	4,02	2437	295,7	23,5	59,53	6,607	0,057	0,044	1,810	0,160	0,260	0,00522
	2019	258,9	4,11	2012	289,8	21,2	44,95	4,240	0,045	0,077	0,558	0,118	0,225	0,00405
Sm4	2008 – 2018	47,4	6,17	207	1,7	1,9	0,20	0,335	0,003	0,001	0,065	0,038	0,001	0,00008
	2019	44,3	6,62	184	0,3	0,2	0,02	0,070	0,000	0,001	0,001	0,009	0,003	0,00008
Sm6	2008 – 2018	174,8	6,29	1037	12,5	14,4	0,11	0,106	0,003	0,113	0,044	0,048	0,048	0,00022
	2019	157,1	6,23	874	32,7	13,5	0,04	0,057	0,000	0,173	0,009	0,049	0,042	0,00028
Sm7	2008 – 2018	289,3	6,31	2042	64,4	17,9	0,11	0,350	0,005	0,595	0,011	0,064	0,083	0,00012
	2019	316,5	6,51	2295	52,7	17,6	0,04	0,093	0,000	0,688	0,002	0,071	0,063	0,00011
Sm8	2008 – 2018	30,4	6,09	132	11,0	1,2	1,92	0,332	0,003	0,006	0,094	0,011	0,014	0,00031
	2019	23,5	6,57	95	7,2	0,7	0,23	0,168	0,001	0,005	0,035	0,006	0,000	0,00018

Vysvetlivky k tab. 49: Označenie monitorovaných objektov: Sm1 – potok Smolník nad ložiskom, Sm2 – Nová štôlna, Sm3 – šachta Pech, Sm4 – štôlna Karoli, Sm6 – horná výusť drenáže odkaliska, Sm7 – dolná výusť drenáže odkaliska, Sm8 – potok Smolník pod odkaliskom. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 50.

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 (IT) obsah Al (až 149-násobné prekročenie v období rokov 2008 – 2018 a 112-násobné prekročenie v roku 2019), Zn a Co v šachte Pech, obsah Al a Zn v Novej štôlni a obsah As na oboch ústiach drenáže z odkaliska (tab. 58). Indikačné kritérium (ID) je okrem toho prekročené pre hodnotu EC pre šachtu Pech a dolné ústie drenáže odkaliska, pre obsah Ni v šachte Pech a Novej štôlni a obsah Cd pre šachtu Pech (tab. 57). Obsah berýlia nevyhovuje ID podzemnej vody u vody šachty Pech a Novej štôlne. Reakcia vody nevyhovuje indikačnému kritériu u všetkých objektov pre obdobie 2008 – 2018, v roku 2019 už vyhovovala v priesakovej vode odkaliska. Intervenčnému kritériu nevyhovuje reakcia vody šachty Pech a Novej štôlne.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu sedimentu potoka Smolník. Na dne koryta sa tvoria miestami súvislé okrové povlaky. V profile Sm8 prekračuje vo vzorke odobratej 29. 10. 2019 IT pre obytné zóny pre horninové prostredie a pôdu len obsah As (tab. 59). Sediment banskej vody šachty Pech však podľa výsledkov analýzy vzorky z roku 2012 prekračuje IT 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. Kvalita dnových sedimentov bola v roku 2015 preverená v rámci geologického prieskumu

environmentálnej záťaže Smolník (Auxt 2015). Výluhy z dnových sedimentov potoka Smolník dokumentovali prítomnosť nadlimitných obsahov Cu a Al.

Tab. 56: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Smolník s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Obj.	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Zn	Pb	As	Cu	Ni	Co	Cd
Sm1	2008 – 2018	0,10	V	0,06	0,18	0,18	0,24	0,82	0,33	0,15	0,19	0,036	0,03	0,24
	2019	0,10	V	0,06	0,08	0,09	0,20	0,24	0,09	0,28	0,21	0,07	0,02	0,09
Sm2	2008 – 2018	0,24	N	0,45	11,37	8,13	26,96	2,97	0,32	0,08	2,72	5,81	0,97	0,69
	2019	0,24	N	0,46	3,77	4,83	10,53	1,92	0,08	0,12	1,86	5,66	0,85	0,60
Sm3	2008 – 2018	2,55	N	9,75	147,83	78,29	297,63	214,52	6,89	4,61	69,34	5,32	5,19	9,00
	2019	2,35	N	8,05	144,89	70,82	224,75	137,66	5,48	8,00	21,39	3,94	4,50	6,98
Sm4	2008 – 2018	0,43	V	0,83	0,86	6,29	1,00	10,88	0,32	0,15	2,48	1,27	0,02	0,14
	2019	0,40	V	0,74	0,17	0,80	0,12	2,28	0,03	0,15	0,05	0,30	0,06	0,13
Sm6	2008 – 2018	1,59	V	4,15	6,27	47,92	0,55	3,45	0,38	11,81	1,69	1,60	0,95	0,37
	2019	1,43	V	3,50	16,34	45,00	0,18	1,83	0,03	17,99	0,36	1,63	0,84	0,47
Sm7	2008 – 2018	2,63	V	8,17	32,22	59,58	0,57	11,35	0,56	62,01	0,44	2,14	1,67	0,20
	2019	2,88	V	9,18	26,33	58,58	0,20	3,00	0,04	71,64	0,08	2,37	1,26	0,19
Sm8	2008 – 2018	0,28	V	0,53	5,49	4,12	9,60	10,79	0,41	0,65	3,62	0,37	0,27	0,53
	2019	0,21	V	0,38	3,58	2,45	1,15	5,45	0,17	0,55	1,34	0,20	0,004	0,30

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5. Označenie objektov ako pri tab. 55. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 50..

Tab. 57: 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 – 2018	0,13	N	21,57	0,06	0,03	0,02	0,07	1,74	0,49	0,08	1,17
	2019	0,13	N	8,42	0,04	0,007	0,02	0,05	1,70	0,42	0,07	1,15
Sm3	2008 – 2018	1,40	N	238,10	4,40	0,57	0,89	1,81	1,60	2,60	1,04	1,74
	2019	1,29	N	179,80	2,83	0,45	1,54	0,56	1,18	2,25	0,81	1,63
Sm4	2008 – 2018	0,24	N	0,80	0,22	0,03	0,03	0,06	0,38	0,01	0,02	0,08
	2019	0,22	V	0,09	0,05	0,003	0,03	0,001	0,09	0,03	0,02	0,09
Sm6	2008 – 2018	0,87	N	0,44	0,07	0,03	2,27	0,04	0,48	0,48	0,04	0,06
	2019	0,79	N	0,14	0,04	0,00	3,46	0,01	0,49	0,42	0,06	0,05
Sm7	2008 – 2018	1,45	N	0,46	0,23	0,05	11,91	0,01	0,64	0,83	0,02	0,05
	2019	1,58	V	0,16	0,06	0,004	13,76	0,002	0,71	0,63	0,02	0,09

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8. Označenie objektov ako pri tab. 55.

Tab. 58: 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 – 2018	0,09	N	13,48	0,02	0,01	0,01	0,04	0,87	0,24	0,02	0,47
	2019	0,09	N	5,26	0,01	0,00	0,01	0,02	0,85	0,21	0,02	0,46
Sm3	2008 – 2018	0,93	N	148,81	1,32	0,28	0,44	0,90	0,80	1,30	0,26	0,70
	2019	0,86	N	112,38	0,85	0,22	0,77	0,28	0,59	1,13	0,20	0,65
Sm4	2008 – 2018	0,16	V	0,50	0,07	0,01	0,01	0,03	0,19	0,01	0,00	0,03
	2019	0,15	V	0,06	0,01	0,00	0,01	0,001	0,05	0,01	0,00	0,04
Sm6	2008 – 2018	0,58	V	0,27	0,02	0,02	1,13	0,02	0,24	0,24	0,01	0,02
	2019	0,52	V	0,09	0,01	0,00	1,73	0,005	0,24	0,21	0,01	0,02
Sm7	2008 – 2018	0,96	V	0,29	0,07	0,02	5,95	0,01	0,32	0,42	0,01	0,02
	2019	1,06	V	0,10	0,02	0,002	6,88	0,001	0,36	0,31	0,006	0,04

Vysvetlivky: Ako pri tab. 9. Označenie objektov ako pri tab. 55.

Tab. 59: Chemické zloženie sedimentu potoka Smolník v profile pod odkaliskom

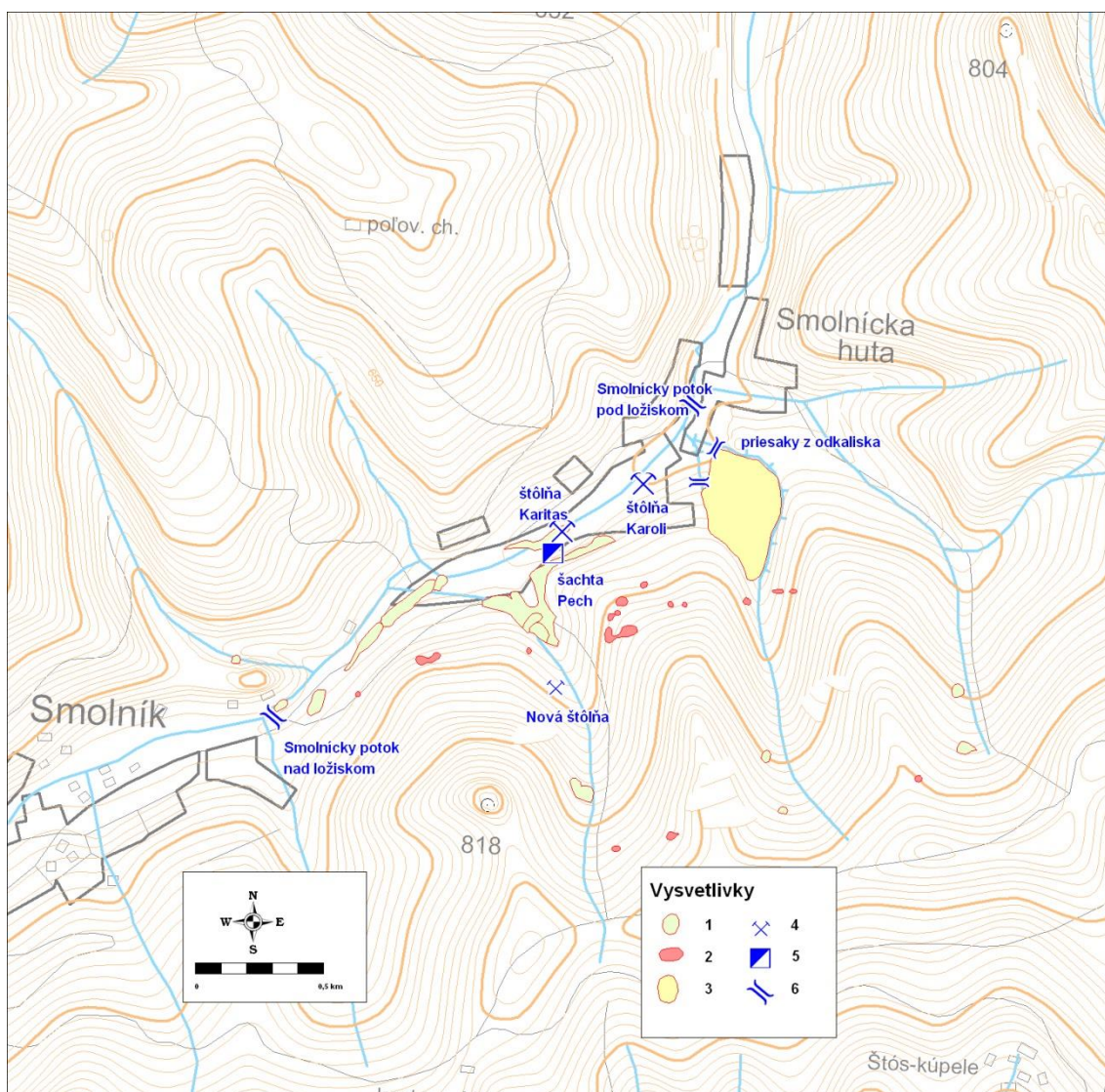
Ozn. objektu	Dátum	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
Sm8	29. 10. 2019	7,23	0,1	12,2	0,3	221	90	87	14,6

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	Ba mg/kg
Sm8	29. 10. 2019	<0,5	19	50	0,24	23,8	53	234	<3	434

Vysvetlivky: Ako pri tab. 19.

Inžinierskogeologické aspekty

Medzi Smolníkom a Smolníckou Hutou sa nachádza pásмо závalov nad vydobytými časťami pyritového ložiska (obr. 50). V rokoch 2012 – 2019 na tejto lokalite neboli zaznamenané významné prejavy nestability telesa odkaliska ani povrchu terénu nad bankskými priestormi.



Obr. 50: Situácia monitorovaných objektov a hlavných prejavov ťažby na lokalite Smolník.

Vysvetlivky: 1 – halda, 2 – zával, 3 – odkalisko, 4 – výtok z ústia štólne, 5 – výtok zo šachty, 6 – monitorovaný profil na povrchovom toku.

4.11 Lokalita Novoveská Huta

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), povrchovo ťažené 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 2019 ťažba sadrovca na bani Mária dosiahla objem 8,3 kt (Zvrškovec, 2020). Na ložisku Šafárka sa v roku 2019 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. 51). 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 závally. Ťažobná organizácia udáva priemerný mesačný prítok do bane v intervale 3,9 – 5,0 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 U, Mo, (Cu, V) rudy. 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 m² 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. V období 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 banských 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 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. 51). Z porovnania výsledkov monitoringu kvality (tab. 51) s požiadavkami na kvalitu povrchových vôd vyplýva (tab. 60), 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, i hliníka (priemerná koncentrácia Al = 0,63 mg/l v období 2007 – 2018 predstavuje 69-násobné prekročenie medznej hodnoty, v roku 2019 je prekročenie 159-násobné) a niklu (priemerná koncentrácia Ni = 27 µg/l v období 2007 – 2018 predstavuje 1,2-násobné prekročenie medznej hodnoty, v roku 2019 bolo prekročenie tiež 1,2-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), arzénu (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.

Voda potoka 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 banských vôd zo štôľní a prítomnými haldami vyťaženej materiálu. Napriek tomu tu neboli zaznamenané výrazné nárasty koncentrácií rizikových zložiek (²²⁶Ra, U_{nat}, Cu, As) vo vode potoka Holubnica medzi pozorovanými profilmi.

Tab.60: Charakteristické hodnoty ukazovateľov banskej a povrchovej vody z lokality Novoveská Huta

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Ba mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	²²⁶ Ra Bq/l	U _{nat} mg/l	²²² Rn Bq/l
NH1	2007 – 2018	264,0	7,80	1364	0,117	0,019	0,019	0,001	0,002	0,002	0,084	0,009	2,2
	2019	230,9	7,71	1200	0,088	0,025	0,031	0,003	0,001	0,005	0,097	-	4,7
NH2	2007 – 2018	18,4	7,89	32	0,010	0,016	0,064	0,001	0,001	0,005	0,072	0,003	-
	2019	17,9	7,84	36	0,079	0,021	0,060	0,001	0,0005	0,011	0,017	0,000	-
NH3	2007 – 2018	24,2	7,97	38	0,011	0,010	0,044	0,002	0,001	0,004	0,073	0,003	-
	2019	22,5	8,05	32	0,066	0,012	0,045	0,002	0,001	0,007	0,057	0,000	-
NH4	2007 – 2018	78,7	7,52	248	0,139	0,082	0,059	0,023	0,011	0,030	0,077	0,006	10,2
	2019	77,7	7,46	153	0,130	0,060	0,075	0,024	0,009	0,029	0,058	-	10,0
NH5	2007 – 2018	22,4	7,98	38	0,007	0,007	0,036	0,001	0,001	0,002	0,089	0,002	-
	2019	20,6	8,09	31	0,020	0,008	0,038	0,001	0,0004	0,003	0,041	-	-
NH6	2007 – 2018	20,7	5,89	73	0,135	0,568	0,023	0,001	0,001	0,173	0,103	0,022	-
	2019	20,2	5,01	85	0,228	0,533	0,029	0,0005	0,0003	0,242	0,120	-	-
NH7	2007 – 2018	42,4	7,99	71	0,074	0,013	0,076	0,003	0,001	0,003	0,120	0,037	10,5
	2019	42,3	7,97	70	0,028	0,029	0,079	0,004	0,0008	0,0025	0,110	-	-

Označenie objektov: NH1 – čerpaná banská voda ložiska sadrovca, NH2 – Suchohorský potok pred ústím do Holubnice, NH3 – Holubnica nad sútokom so Suchohorským potokom, NH4 – Vodná štôľňa, 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. 51.

Najvyššia úroveň objemovej aktivity ^{226}Ra je zaznamenaná monitoringom vo vývere pod jamou č.1 (profil NH7) s priemerom 0,119 Bq/l a variačným rozpätím 0,051 – 0,213 Bq/l. Len o niečo nižšia je úroveň ^{226}Ra v povrchovej vode profilu NH6 pod lomom Muráň, s priemerom 0,105 Bq/l a variačným rozpätím 0,039 – 0,210 Bq/l. Na zostávajúcich objektoch dlhodobá priemerná hodnota ^{226}Ra neprekračuje 0,08 Bq/l. Prekročenie medznej hodnoty tohto parametra pre povrchovú vodu 0,2 Bq/l bolo zaznamenané dňa 24. 5. 2016 na profile NH7, dňa 17. 5. 2018 na profiloch NH6 a NH5 a dňa 8. 10. 2018 na profile NH3. Obsah prírodného uránu v monitorovaných profiloch povrchových tokov je tiež stabilne nižší ako príslušná medzná hodnota 0,05 mg/l (tab. 61).

Tab. 61: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Novoveská Huta s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄	Fe	Mn	Ba	As	Sb	Cu	^{226}Ra	U _{nat}
NH1	2007 – 2018	2,40	V	5,46	0,06	0,06	0,19	0,13	0,34	0,22	0,42	0,17
	2019	2,10	V	4,80	0,044	0,08	0,31	0,26	0,24	0,57	0,48	-
NH2	2007 – 2018	0,17	V	0,13	0,005	0,05	0,64	0,11	0,18	0,61	0,36	0,06
	2019	0,16	V	0,15	0,039	0,07	0,60	0,14	0,10	1,19	0,09	-
NH3	2007 – 2018	0,22	V	0,15	0,01	0,03	0,44	0,17	0,18	0,40	0,37	0,06
	2019	0,20	V	0,13	0,03	0,04	0,45	0,18	0,19	0,80	0,29	0,00
NH4	2007 – 2018	0,72	V	0,99	0,07	0,27	0,59	2,42	2,15	3,38	0,39	0,12
	2019	0,71	V	0,61	0,06	0,20	0,75	2,48	1,86	3,24	0,29	-
NH5	2007 – 2018	0,20	V	0,15	0,003	0,02	0,36	0,10	0,20	0,17	0,45	0,05
	2019	0,19	V	0,13	0,010	0,03	0,38	0,08	0,08	0,34	0,21	-
NH6	2007 – 2018	0,19	N	0,29	0,07	1,89	0,23	0,07	0,12	19,69	0,51	0,44
	2019	0,18	N	0,34	0,11	1,78	0,29	0,05	0,05	27,50	0,60	-
NH7	2007 – 2018	0,39	V	0,29	0,04	0,04	0,76	0,27	0,16	0,37	0,60	0,74
	2019	0,38	V	0,28	0,01	0,10	0,79	0,39	0,16	0,28	0,55	-

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5. Označenie objektov ako pri tab. 60. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 51.

Tab. 62: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Novoveská Huta s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Ba	As	Sb	Cu
NH1	2007 – 2018	1,32	V	0,02	0,03	0,07	0,002
	2019	1,15	V	0,03	0,05	0,05	0,005
NH4	2007 – 2018	0,39	V	0,06	0,47	0,43	0,03
	2019	0,39	V	0,07	0,48	0,37	0,03
NH7	2007 – 2018	0,21	V	0,08	0,05	0,03	0,003
	2019	0,21	V	0,08	0,07	0,03	0,003

Vysvetlivky: Ako pri tab. 8. Označenie objektov ako pri tab. 60.

Banská voda Vodnej štólne s rizikovou koncentráciou As, Sb a Cu (tab. 61) vteká do Holubnice tesne pod monitorovaným profilom NH3 tohto toku. Po nariadení povrchovou vodou Holubnice a následne i vodou jej pravostranného prítoku – Suchohorského potoka, sa koncentrácia As, Sb a Cu dostáva na úroveň spĺňajúcu požiadavky na kvalitu povrchovej vody. V roku 2019 však priemerná hodnota obsahu medi 0,0091 mg/l, vypočítaná podľa zmiešavacej rovnice pre profil potoka Holubnica pod sútokom so Suchohorským potokom, mierne prekročila prípustnú koncentráciu 0,0088 mg/l Cu. Banská voda bane Mária ako typická voda so sulfátogénnou mineralizáciou obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu a vápnika. Po zmiešaní s povrchovou vodou potoka Holubnica sa však znižujú na prípustnú úroveň.

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. 62). Intervenčné kritérium nedosahuje žiadny zo sledovaných parametrov.

Na lokalite Novoveská Huta bol v rámci ČMS GF dňa 11.9.2019 vzorkovaný sediment na 6 monitorovacích miestach (tab. 63), pre zistenie jeho kvalitatívneho stavu. Výsledky laboratórnej analýzy ukázali lokálne vysoké obsahy As, Cu, Ba a Mo. Obsah As prekročil intervenčné kritérium pre priemyselné zóny v sedimente Suchohorského potoka pod haldou lomu Muráň (monitorovacie miesto NH6) 1,4-násobne a v okrovom sedimente výveru spod tejto haldy (NH16) 2,4-násobne. Obsah Cu v okrovom sedimente výveru spod haldy lomu Muráň prekročil intervenčné kritérium pre obytné zóny 1,5-násobne. Obsah Ba v sedimente Suchohorského potoka pred sútokom s Holubicou prekročil intervenčné kritérium pre obytné zóny 1,3-násobne.

Tab. 63: Chemické zloženie sedimentu na lokalite Novoveská Huta vo vzorkách z 11.9.2019

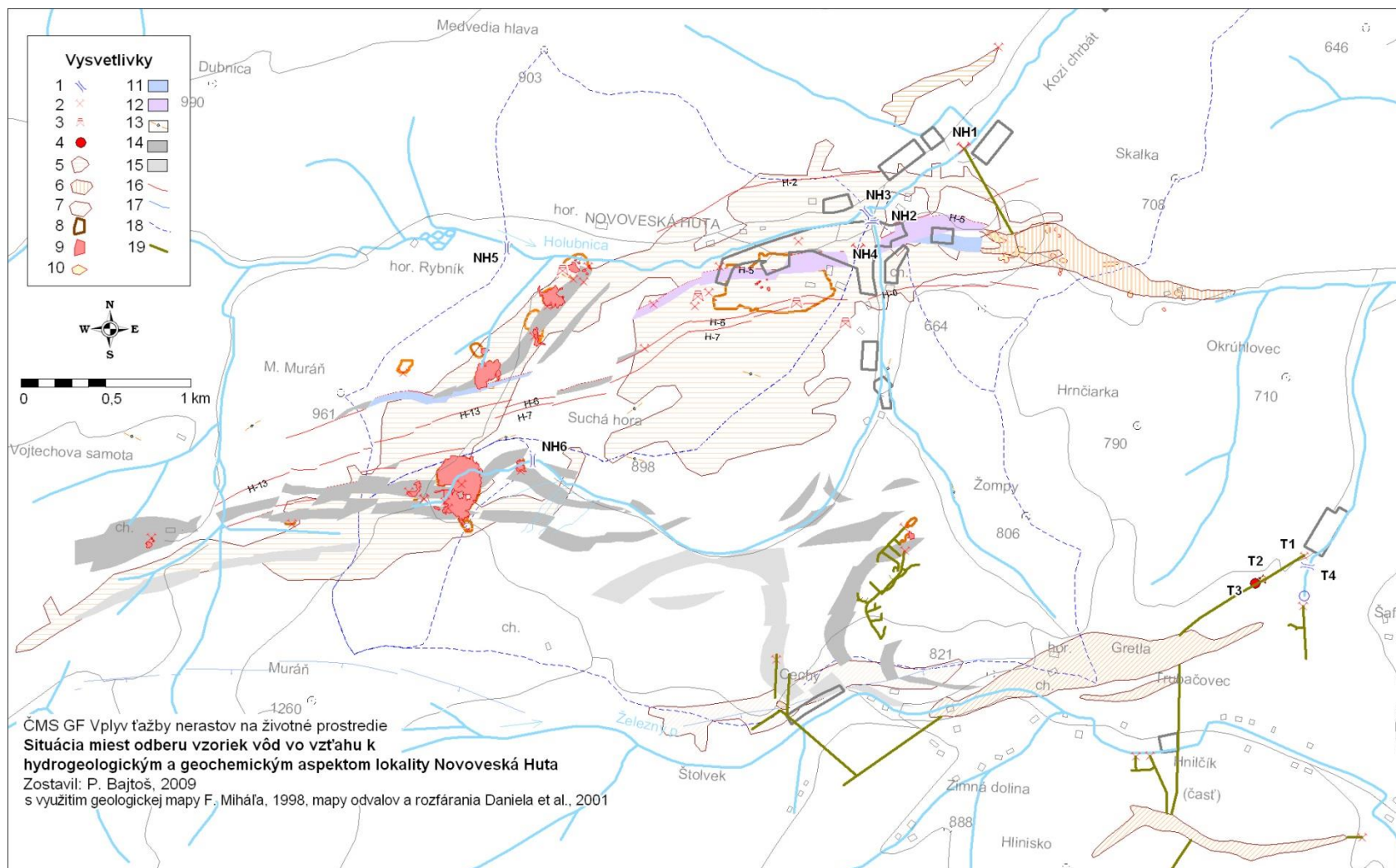
Ozn. objektu	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	SO ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
NH2	60,4	12,5	6,44	0,18	0,05	1,53	211	30	50	14,9
NH3	68	11,6	5,64	0,06	-0,02	0,35	95	21	21	10,4
NH5	48	12,2	5,05	0,14	0,24	0,74	130	31	19	5,2
NH6	59,8	14	8,63	0,03	0,87	1,06	66	50	189	9,3
NH7	69,5	12,3	3,97	0,04	0,03	0,32	45	12	26	5,7
NH16	21,5	4,11	46,5	< 0,01	4,44	0,93	42	104	339	13,3

Ozn. objektu	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg	Sn mg/kg	Ba mg/kg
NH2	< 0,5	49	92	0,63	26,1	62	423	< 3	7,1	1348
NH3	< 0,5	25	79	0,18	8,6	63	271	< 3	4,2	703
NH5	< 0,5	30	83	0,45	8,4	62	176	< 3	1,4	566
NH6	< 0,5	34	85	0,32	9,8	73	240	57	3,4	502
NH7	2,4	22	77	0,12	6,3	71	68	< 3	2,7	547
NH16	< 0,5	-4	25	0,31	2,1	51	748	366	0,9	133

Vysvetlivky: Ako pri tab. 19.

Lokalita Nová štôlna pri Novoveskej Hute

V rokoch 2008 – 2009 došlo na lokalite Nová štôlna, vzdialenej 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.



Obr. 51: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Novoveská Huta. Vysvetlivky: 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 – priemiet hlavného banského diela.

Takéto prievaly, vyvolané prítomnosťou sadrovcového krasu v úvodnom úseku Novej štólne, sa opakovali štyri krát: pri prvom 26. 9. 2008 vyteklo zo štólne cca 95,8 tis. m³ vody, pri druhom 7. 12. 2008 72,1 tis. m³, pri treťom 30. 1. 2009 23,3 m³ a pri poslednom 17. 2. 2009 až približne 120 tis. m³ (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 štólne. Druhý prieval vody ho však znova zničil a spôsobil ďalšie 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. Odvrátil sa monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila sa prievalová hrádza pri ústí štólne s možnosťou voľného odtoku vody. Účelom hrádzky 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 – 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 túto situáciu boli k dovtedy monitorovaným objektom lokality Novoveská Huta v rámci ČMS GF 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 rozkyv rýchlo reaguje na zrážky a možno predpokladať že uvedenými tromi objektmi je odvodňované celé množstvo vody infiltrovanej do banskej sústavy Novej štólne. Vzdušná hladina 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 hrádzkou vybudovanou na ústí štólne.

V období rokov 2012 až 2019 bol odtok banských vôd na tejto lokalite stabilizovaný, nevyskytli sa neočakávané výrony na povrch. V roku 2019 dosahovalo sumárne množstvo odtekajúcich banských vôd z Novej štólne, vrtu a z krátera v priemere 4,4 l/s.

Tab. 64: Výsledky monitoringu kvality vôd na lokalite Novoveská Huta – Teplička

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH -	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	RL105 mg/l	NL mg/l
Nová štôlna	2009 – 2018	160	7,73	721	273	83	1452	52,0
	2019	206	7,59	950	432	83	1785	89,5
kráter	2009 – 2018	141	7,56	605	237	79	1314	141
	2019	205	7,54	921	428	74	1775	12,5
vrt MV-1	2009 – 2018	141	7,54	621	229	85	1351	16,2
	2019	-	-	-	-	-	-	-
potok nad ústím Novej štólne	2009 – 2018	140	8,29	488	197	55	1014	13,4
	2019	80	8,18	288	137	29	612	12,5

Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 51.

Miestny potok, ktorý je recipientom banskej vody Novej štôlne, obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu a vápnika i vysokú celkovú mineralizáciu (tab. 64) už v profile nad výtokom z Novej štôlne, 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. 65). Koncentrácia SO₄ a Ca v roku 2019 v porovnaní s predošlým obdobím výrazne stúpla.

Tab. 65: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody lokality Novoveská Huta – Teplička s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Ca	Mg	RL105
Nová štôľňa	2009 – 2018	1,45	V	2,88	2,73	0,42	1,61
	2019	1,87	V	3,80	4,32	0,41	1,98
kráter	2009 – 2018	1,29	V	2,42	2,37	0,40	1,46
	2019	1,36	V	2,75	3,14	0,35	1,66
vrt	2009 – 2018	1,29	V	2,48	2,29	0,43	1,50
	2019	-	-	-	-	-	-
potok	2009 – 2018	1,27	V	1,95	1,97	0,27	1,13
	2019	0,73	V	1,15	1,37	0,15	0,68

Vysvetlivky: Ako pri tab. 5.

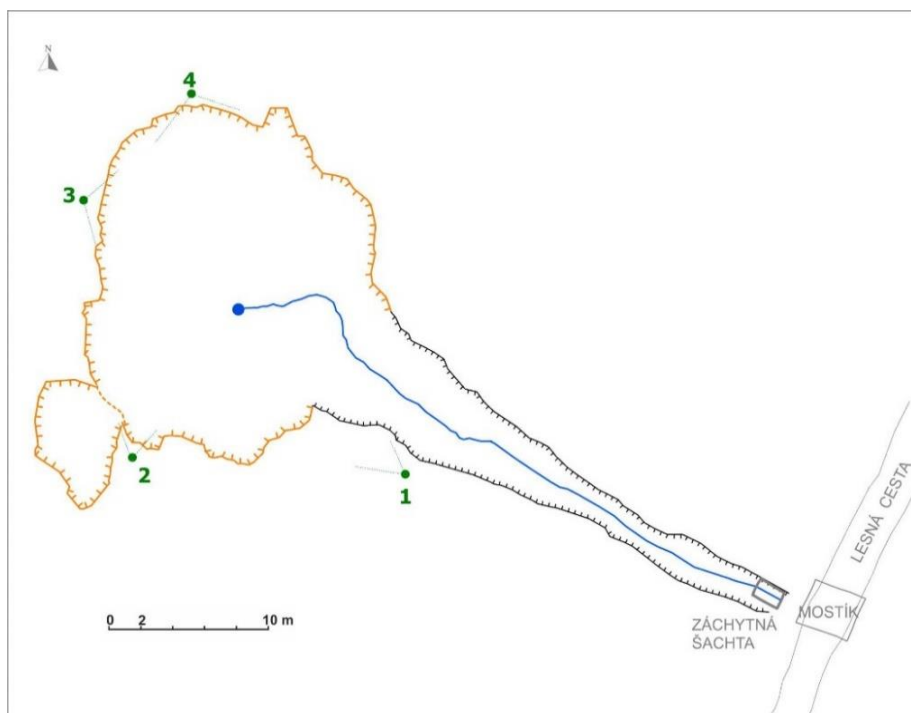
Inžinierskogeologické aspekty

Nová štôľňa

Na predmetnej lokalite bolo v r. 2014 realizované podrobné GNSS zameranie závalov (obr. 52). Hlavný 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 hrebienkom. V strede hlavného závalu je sústredený nezachytený výtok zo štôlne, ktorý je odvádzaný priekopou až k lesnej ceste.

Vzhľadom na to, že zmeny v rozsahu závalov sú ťažko registrovateľné GNSS zameriavaním pre zníženú dostupnosť signálu (kvôli lesnému porastu), polohopisné zmeny rozširovania závalov (hlavne menšieho rozsahu – v desiatkach centimetrov) je možné sledovať len obtiažne. Pre pozorovanie zmien aktivity závalu možno o. i. využiť porovnanie fotografických snímok závalu zo stanovišť 1 až 4 (obr. 52). Z porovnávacieho snímkovania z rokov 2018 a 2019 a terénnej rekognoskácie lokality vyplývajú nasledovné skutočnosti.

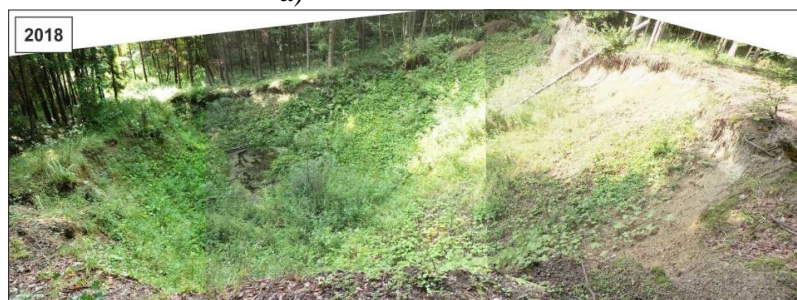
V rámci terénneho výskumu lokality v r. 2019 neboli v porovnaní s predchádzajúcim obdobím zistené výraznejšie zmeny v rozvoji, resp. rozširovaní závalov. Potvrďuje to aj porovnanie fotografických snímok západnej časti závalu zo stanovišť, pričom pre porovnanie miery geodynamickéj aktivity postačuje uvedenie (vzhľadom na nízky stupeň prejavov aktivity) porovnávacích snímok z protíahlych stanovišť 1 a 4 (obr. 53). Geodynamická aktivita hlavného závalu sa vzťahuje na okrajovú hranu závalu, najmä na jeho západnú až severnú časť, 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. V porovnaní s predchádzajúcim obdobím je viditeľné pokračujúce intenzívne rozširovanie vegetačného pokryvu na dne a vo svahoch závalu, čo napomáha k stabilizácii svahov závalu. Podobný stav bol zaznamenaný aj na menšom závale. V strede závalu sú pozorovateľné vývraty stromov registrované už v skoršom období.



Obr. 52: Situácia závalov v oblasti Novej štôlny.



a)



b)

Obr. 53: Fotografické snímkovania závalov na Novej štôlni. Porovnávacie snímkovania z r. 2018 a z r. 2019: a) zo stanovišťa 1, b) zo stanovišťa 4.

Ložisko anhydritu a sadrovca Novoveská Huta

Ťažba na ložisko anhydritu a sadrovca blízko obce Novoveská Huta (v rámci dobývacieho priestoru DP Spišská Nová Ves) sa z hľadiska inžinierskogeologických aspektov vplyvu na životné prostredie prejavuje už desiatky rokov predovšetkým formou vzniku výrazných závalov ako dôsledok vydobytia banských priestorov. Rozsahu rozfárana z nultého, 1., 2. a 3. obzoru zodpovedá pomerne početný a rozsahovo značný výskyt závalov (obr. 55). V období rokov 2000 – 2018 bol zaznamenaný ťažobnou organizáciou vznik 8 závalov (s označením 0 – 7, obr. 55). Ťažba na ložisku v poslednej dobe ustáva.

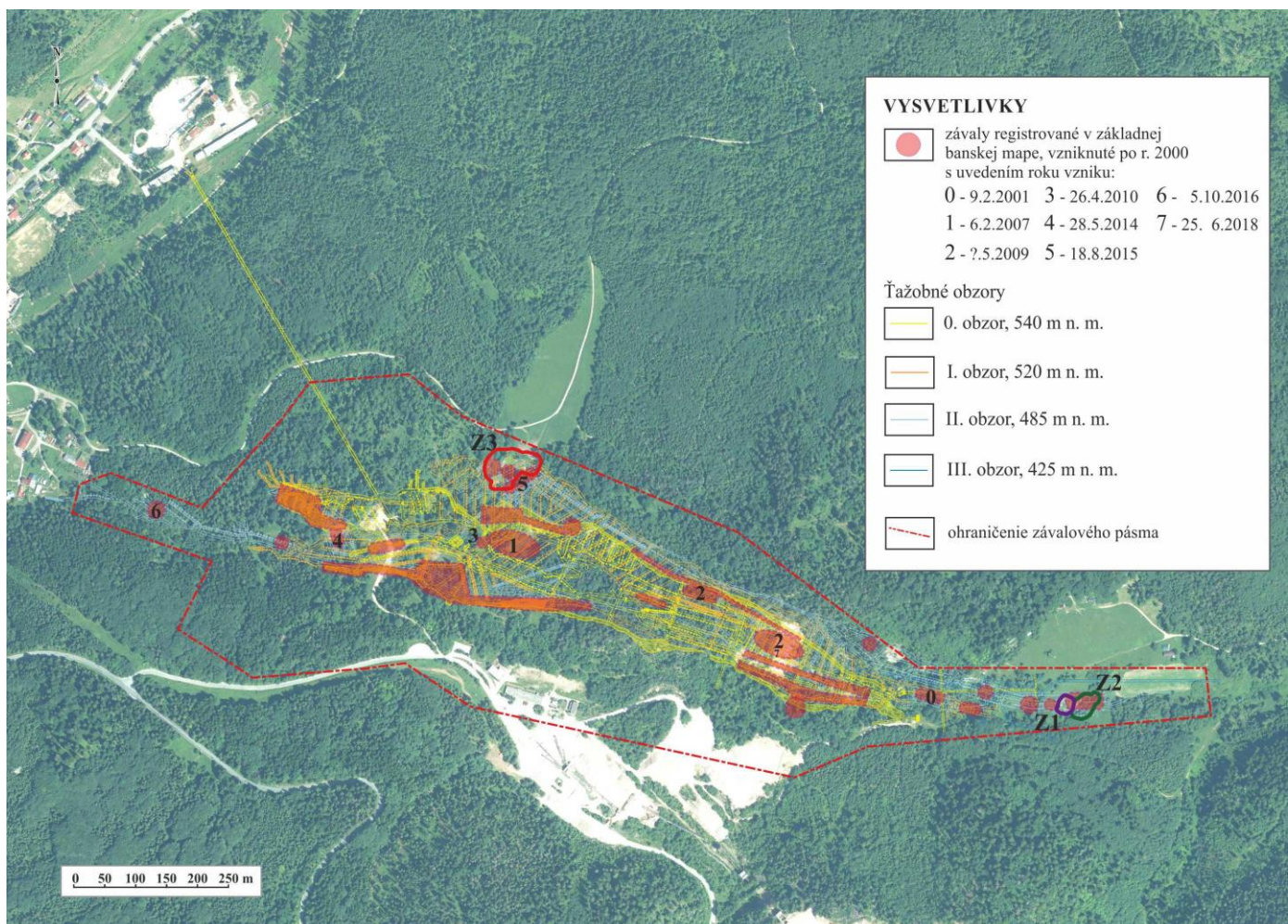
Podľa Správy o činnosti (2020) HBÚ a OBÚ SR za r. 2019 ťažba sadrovca a anhydritu v DP „Spišská Nová Ves“ organizáciou VSK, s.r.o., Spišská Nová Ves – Novoveská Huta v bani „Mária“ v Novoveskej Hute predstavovala objem 8,3 kt, čo je zvýšenie ťažby oproti roku 2018 o 1,0 kt. Razenie dlhých banských diel v roku 2019 neprebiehala, pričom bola na bani Mária zároveň vykonávaná likvidácia vyrúbaných priestorov. OBÚ v Spišskej Novej Vsi v roku 2019 riešil problematiku predpokladaného ukončenia dobývania sadrovca a anhydritu v hlbinej bani „Mária“ v Novoveskej Hute organizáciou VSK, a.s., neskôr VSK, s.r.o. Na posúdenie vecí bolo organizácii nariadené vypracovanie niekoľkých odborných posudkov, ktoré mali preukázať dopad a dôsledky zatopenia časti podzemných priestorov pri ukončení banskej činnosti na životné prostredie.

V rámci sledovania inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby bolo ložisko anhydritu a sadrovca v Novoveskej Hute v r. 2019 dokumentované na dvoch miestach so vznikom závalov, a to vo východnom ohraničení ložiska v oblasti „Podzámčiská“ (závaly Z1 a Z2) a v severnej okrajovej časti ložiska (zával Z3) v oblasti „Skalka“ (obr. 55).

V oblasti Podzámčiská bola v r. 2014 v rámci monitoringu dokumentovaná dvojica závalov s označením Z1 a Z2 (obr. 56). Zával Z1 má nepravidelný lievikovitý tvar veľkosti cca 30 m v SV-JZ smere a cca 25 v JV-SZ smere. Zával bol snímokovaný v r. 2019 z dvoch stanovišť 1 a 2 (obr. 56). Z porovnania snímok z r. 2010 (obr. 55), z r. 2014 a 2019 zo stanovišť 1 (obr. 57) a snímky zo stanovišť 2 (obr. 58) vyplýva, že za posledné obdobie sledovania nedošlo k pozorovateľnej aktivizácii, resp. rozšíreniu závalu. Zároveň bolo pozorované výrazné rozšírenie porastu vegetácie na stenách závalu. Obnažené svahy stien závalu boli dokumentované najmä v hornej časti západnej steny závalu a na východnej stene závalu, kde je možné tiež pozorovať výskyt plytkej výmolejovej erózie vplyvom dažďových zrážok. Vzhľadom na uvedené zistenia možno pôvodne aktívny zával Z1 v súčasnosti považovať za dočasne stabilizovaný.

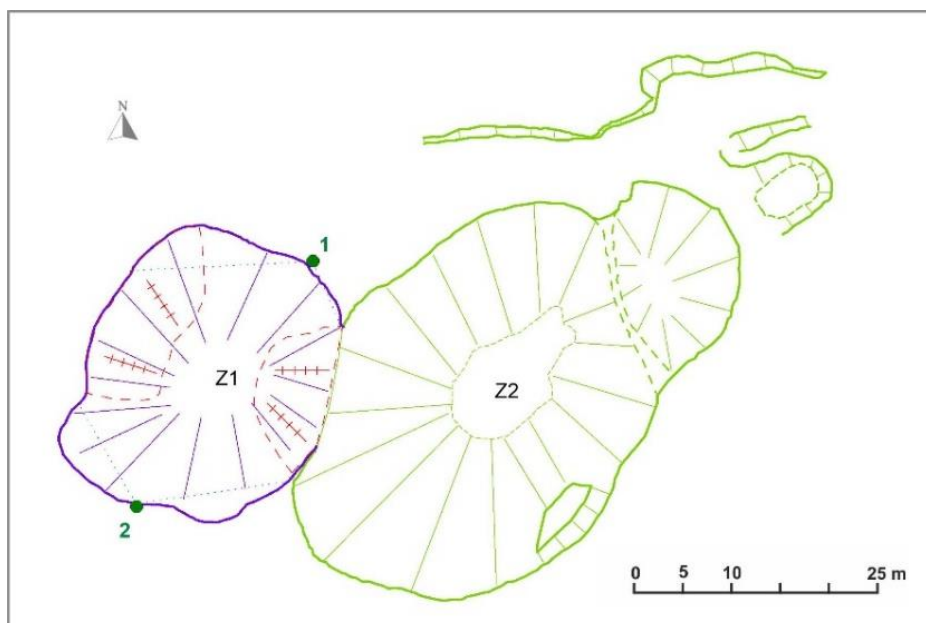


Obr. 54: Závaly Z1 a Z2 v r. 2010 (Foto: M. Greisel).



Obr. 55: Situácia sledovaných závalov Z1, Z2, Z3 na ložisku sadrovca a anhydritu Novoveská Huta so znázornením závalov, ťažobných obzorov a závalového pásma podľa základnej banskej mapy 1:2 500 (2018).

(Ortofotomapový podklad – zdroj: https://zbgisws.sk/geodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get .)



Obr. 56: Situácia závalov Z1 a Z2.



Obr. 57: Porovnávacie fotografické snímkovanie závalu Z1 z r. 2014 a 2019 zo stanovišťa 1.



Obr. 58: Fotografické snímokovanie závalu Z1 z r. 2019 zo stanovišťa 2.

Starší stabilizovaný zával Z2 neprejavuje v súčasnosti známky aktivizácie, vzhľadom na to ho možno naďalej považovať za stabilizovaný. V rámci rekognoskácie terénu neboli v najbližšom okolí závalov pozorované nové aktívne prejavy subsidencie územia vplyvom ťažby najmä v súvislosti s existujúcimi obytnými stavbami (chatami).

V oblasti „Skalka“, JV od areálu sadrovcovej bane na okraji Novoveskej Huty, bol v rámci sledovania lokality v r. 2019 dokumentovaný novší zával s vlastným označením Z3 (obr. 55).

Vzhľadom na rizikovosť územia z hľadiska bezpečnosti pohybu v oblasti závalov bol zával dokumentovaný na základe vizuálnych pozorovaní iba zo SZ okraja závalu (s použitím orientačných meraní optickým diaľkomerom). Časť severného okraja závalu bola zameraná systémom GNSS. Zároveň bolo realizovaná fotografické snímokovanie juhovýchodnej steny závalu.

Maximálne odhadované rozmery závalu sú cca 90 x 65 m a hĺbka cca 6 – 10 m. Kvartérny pokryv je tvorený deluviálnymi zeminami predpokladaného charakteru ílu štrkovitého až štrku ílovitého s odhadovanou hrúbkou 1 – 1,5 m. Plochy stien závalu sú strmé. Po obvode na svahoch a dne závalu je zreteľná akumulácia kamenitých až balvanitých úlomkov hornín prevažne z osypov vo východnej časti závalu a akumulácia zemín prevažne z osypov a splazov v juhovýchodnej až južnej časti závalu (obr. 59).



Obr. 59: Fotografická snímka juhovýchodného okraja závalu Z3.

V miestach pozorovania závalu na severnom okraji závalu prebiehalo a prebieha zavážanie závalu odpadovým materiálom (zemina a drevná drvina, príp. stavebný a komunálny odpad). Odpad zastiera pôvodný okraj závalu, ktorý mal pôvodný priebeh v týchto miestach pravdepodobne o niekoľko metrov severnejšie.

4.12 Lokalita Podrečany

Na lokalite Podrečany sa v minulosti kombináciou povrchového a hlbinného spôsobu ťažil magnezit. Významným pozostatkom ťažby je najmä lomová jama s priemerom približne 400 m a akumuláciou haldového materiálu v jej blízkosti. Od ukončenia ťažby prebieha samovoľné zatápanie lomu, pričom hladina ešte nie je stabilizovaná. Environmentálne vplyvy ťažby na tejto lokalite boli orientačne charakterizované v rámci geologického výskumu magnezitových ložísk Slovenska (Radvanec et al., 2010), odvtedy sa tu vývoj situácie nesleduje. V súvislosti s pokračujúcim zatápaním lomu (obr. 60) vzniká potreba sledovania zmien najmä z hľadiska inžinierskogeologických aspektov vplyvu banskej činnosti, preto bola lokalita v roku 2019 zaradená medzi lokality monitorované v rámci ČMS GF.

V roku 2019 sa práce v rámci monitoringu lokality sústredili na získavanie archívnych údajov a úvodnú obhliadku predmetnej lokality.

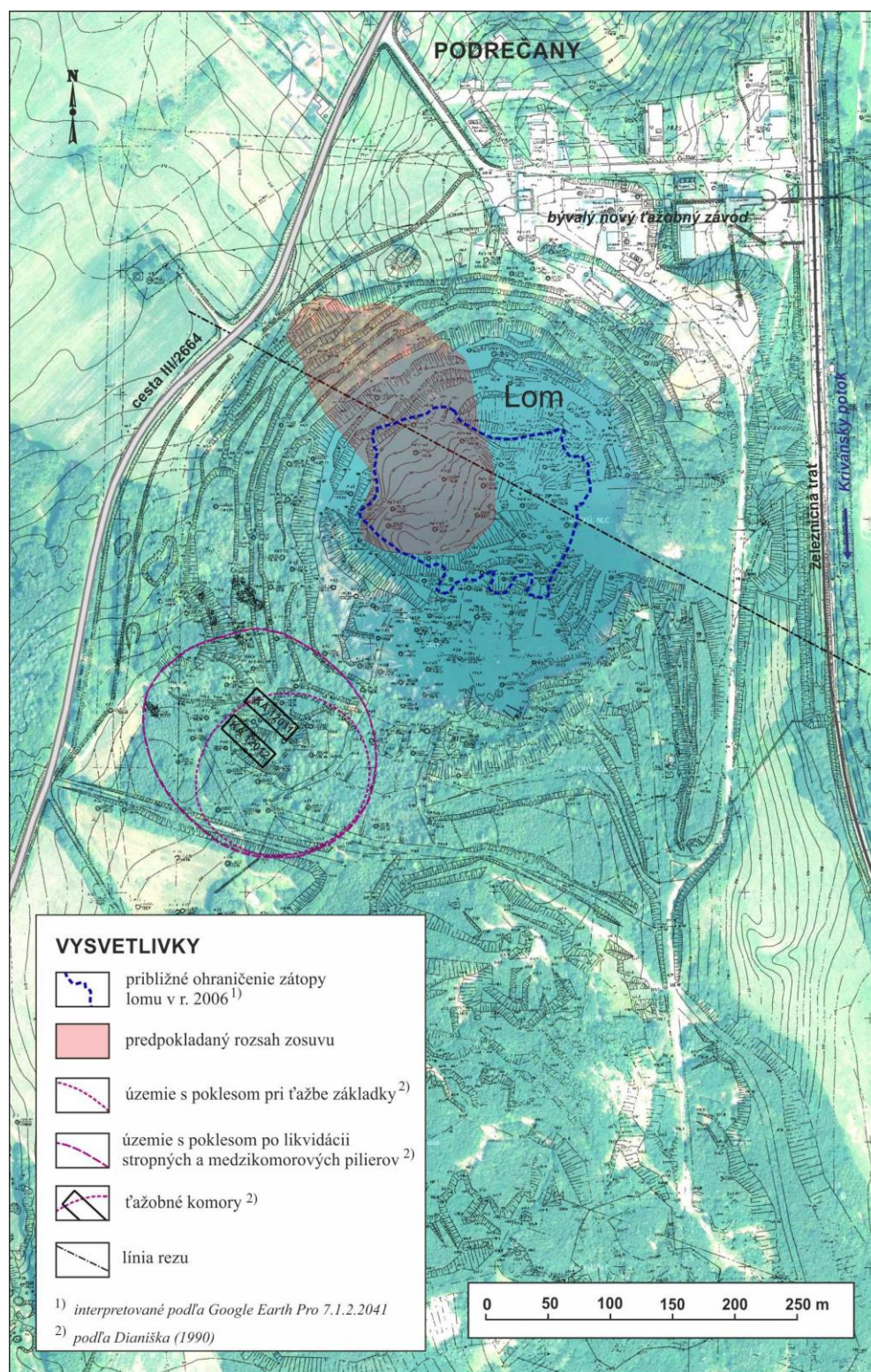
Archívny výskum spočíval vo vyhľadávaní, získavaní, zhromažďovaní a základnom štúdiu archívnych správ v geofonde ŠGÚDŠ a archívnych dokumentov v Slovenskom banskom archíve v Banskej Štiavnici. Z najvýznamnejších dokumentov získaných v rámci archívneho výskumu boli o. i. dokumentácie plánov prieskumu, otvárania, príprav a dobývania za posledné obdobia rokov 1987 – 1991 a 1991 – 1995.

Podľa Bárta et al. (1983) podrobný a systematický ložiskový prieskum v oblasti ložiska bol zahájený v roku 1952. Otvárka a ťažba ložiska sa začali povrchovým lomom roku 1960 a neskôr sa prešlo na banskú ťažbu (Abonyi et al., 1972 in Grecula et al., 1995). Presný dátum ukončenia ťažby na ložisku sa nepodarilo zistiť. Podľa posledných zistených údajov o ťažbe (Ročné rozbor, 1992) ťažba prebiehala ešte do konca roka 1991. Ťažbu vykonávali Slovenské magnezitové závody, š. p., Košice.

Magnezitové ložisko Podrečany je viazané na ostrov vrchného karbónu, ktorý je pokrytý sedimentami terciéru a kvartéru. Vrchný karbón je tektonicky obmedzený zo všetkých strán oproti mladopaleozoickému a mezozoickému obalu veporíd. Na západe a severozápade je vrchný karbón obmedzený násunovou plochou lubenícko-margecanskej línie, ktorá má sklon 40 – 60 ° k V až JV. Bezprostredným podložím magnezitových šošoviek sú grafitické bridlice, ktoré smerom do podložia pozvoľne prechádzajú do chloriticko-grafitických fylitov, pričom tieto obsahujú polohy piesčitých sľudnatých a sericitických fylitov, tmavých vápencov a dolomitov. Nadložná séria hornín zaradená do vrchného súvrstvia začína polohou piesčitých sericitických fylitov. Tieto smerom do nadložia prechádzajú do sericitických a sericiticko-chloritických bridlic. Grafitické bridlice často tvoria vložky až súvislé polohy v týchto horninách. Generálny priebeh karbónskeho súvrstvia je JZ – SV s úklonom 65 – 80°. Ložisko magnezitu predstavujú 4 šošovkovité karbonátové telesá. Celé produktívne magnezitové pásmo má overenú smernú dĺžku 1 400 m, maximálnu šírku 320 m a je tvorené štyrmi väčšími a niekoľkými menšími čo do veľkosti a kvality ako i množstva zásob magnezitu rozdielnymi šošovkami – šošovky I., II., IV a V., pričom podľa Dianiška (1990) sa s ťažbou šošoviek IV. (pre zlé kvalitatívne parametre a komplikovanú dopravu) a V. (pre lokalizáciu v ochrannom pilieri železničnej trate Lučenec – Lovinobaňa) neuvažovalo (podľa Dianiška, 1990, upravené).

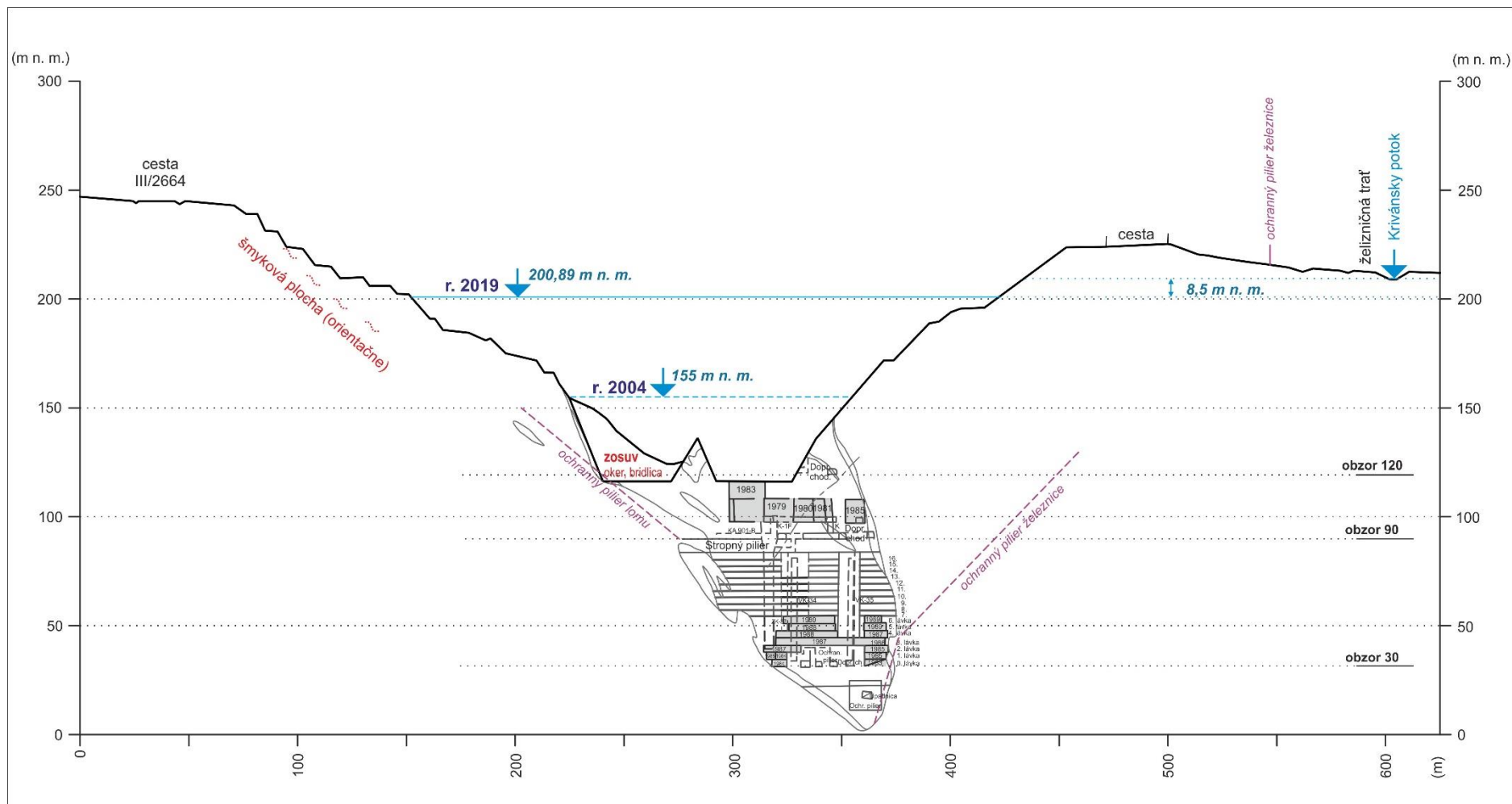
Šošovka I. je najjužnejším telesom. Severovýchodná časť tejto šošovky sa ponára smerom do hĺbky oproti jej JZ časti, ktorá je reprezentovaná okrom, obsahuje aj magnezit. SV časť šošovky bola dobývaná podetážovým závalom na horizontoch 167 – 186 m n. m., nižšie dvoma otvorenými komorami z horizontu 120 – 167 m n. m. V šošovke bolo prípravnými a ťažobnými prácami overené poruchové pásmo len v komore KA 12012 v nadložnej časti pri kontakte so sericitickými bridlicami. Druhé poruchové pásmo v tejto šošovke je väčšieho rozsahu a zasahuje až na horizont + 98 m n. m. (podľa Dianiška, 1990, upravené). Na obr. 60 je znázornená aj oblasť poklesu pri ťažbe základky a oblasť poklesu po likvidácii stropných pilierov a medzikomorových pilierov komôr s označením KA 12011 a KA 12012 v oblasti

šošovky I., ktorú uvádza v povrchovej mape lomu Dianiška (1990). Výskyt subsidenčných javov potvrdila rekognoskácii terénu v r. 2019, keď tu boli pozorované závaly s výraznými odlučnými poklesovými hranami a ťahovo-poklesovými trhlinami (obr. 62).



Obr. 60: Situácia ťažobného lomu ložiska magnezitu Podrečany.

(Ortofotomapa stav z r. 2018 – zdroj: https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get, topograf. podklad: Dianiška, 1990.)



Obr. 61: Rez ložiskom magnezitu Podrečany – šošovky II s ťažobným lomom, banskými dielami a úrovňou hladiny jazera v lome.
(S použitím podkladov Dianišku, 1990).

Vznik lomu súvisí s ťažbou magnezitu časti ložiska s označením šošovka II. Smerná dĺžka šošovky II. je 455 m, úklonná hĺbka 340 m. Generálny smer šošovky je SSV – JJZ. Úklon šošovky je variabilný, najmä v podloží, kde kolíše v rozmedzí 30 až 80°. Nadložná časť šošovky je pomerne kolmejšia 50 – 80 ° k JV. Generálny sklon šošovky je 65 ° k JV. Ložiskovú výplň tvorí magnezit a dolomit. Samotné teleso má typický šošovkovitý tvar, ktoré je v centrálnej časti prerušené oddenudovaním povrchových okrových partií. Magnezit v tejto časti podľahol mechanickému a chemickému zvetrávaniu v podobe kavernóznych partií až do hĺbky 70 m n. m.



Obr. 62: Ťahovo-poklesová otvorená trhlina v oblasti závalov časti ložiska šošovka I.

Podľa Dianišku (1990) v minulosti bolo dobývanie realizované jamovým lomom vykonávané až do hĺbky + 116 m n. m do 1. kvartálu 1978, kedy došlo ku zosuvu svahu lomu a znemožneniu ďalšieho dobývania. Od tohto obdobia sa prešlo výlučne na podzemné dobývanie (otvorená komora, výstupkové dobývanie) na obzoroch + 120 m n. m. a + 90 m n. m. Šošovky I. a II. sú napojené na ťažnú jamu Július na úrovni + 30 m n. m. a + 90 m n. m. Hlavnými obzormi bane v tejto dobe boli + 120, + 90, + 30 a 0 m n. m. (obr. 61) .

Z hľadiska inžinierskogeologických aspektov lokality je významná existencia zosuvu v sz. časti lomu. V rámci terénneho výskumu v r. 2019 bolo vykonané zdokumentovanie a GNSS zameranie oblasti odľučnej časti predmetného zosuvu. Oblasť šmykovej plochy v hornej časti zosuvu je dobre viditeľná (obr. 63). Prevažná časť telesa zosuvu je už zatopená (obr. 64).

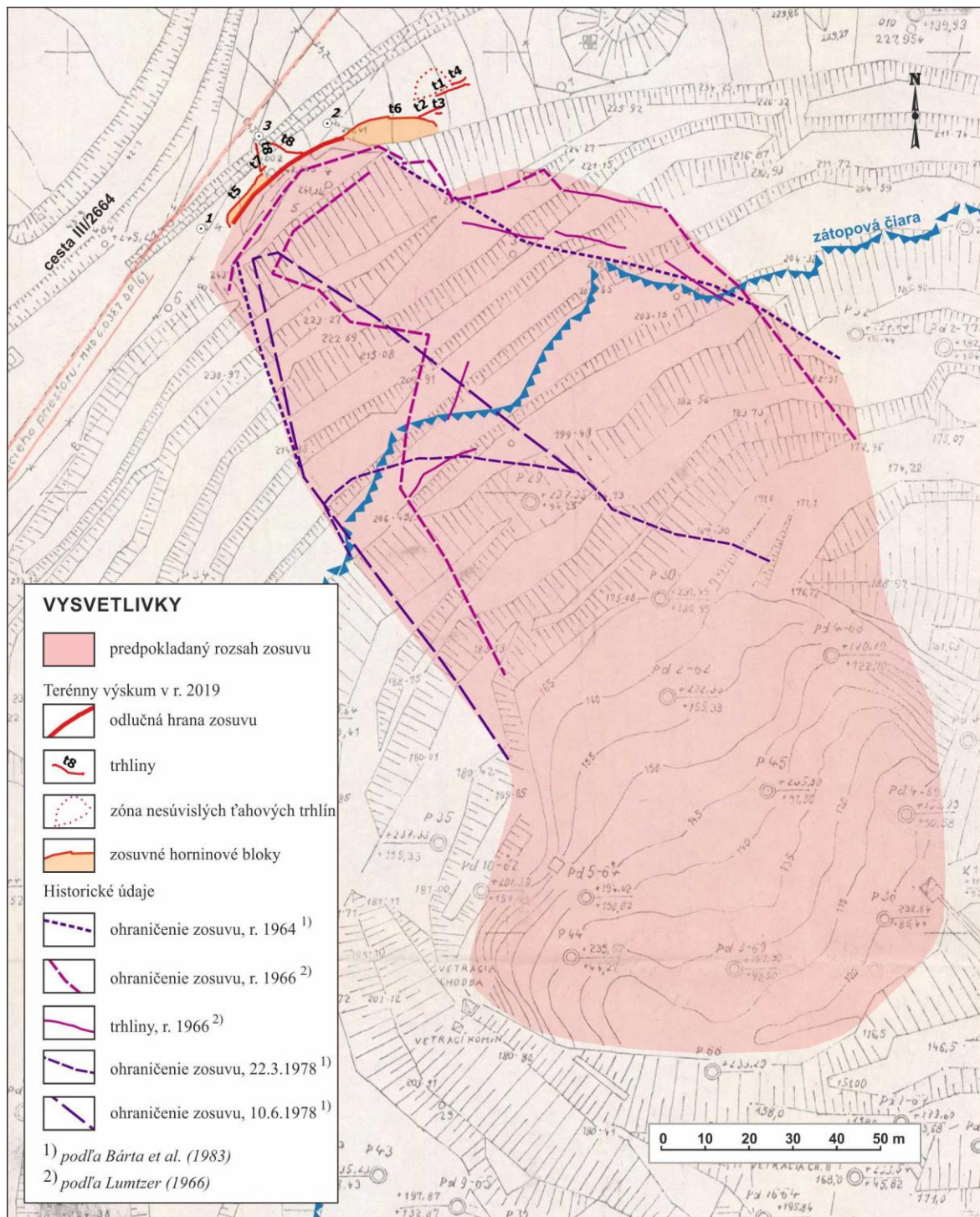
Terénnym výskumom bolo zistené, že hlavná odľučná hrana zosuvu sa nachádza v pomerne malej vzdialenosti (cca 23 m) od cesty III. triedy č. 2664. Nadväzujú na ňu paralelné retrográdne trhliny, ktoré svojim prejavom možno považovať za aktívne. Dokumentovaných bolo niekoľko trhlín (obr. 64). Najvýraznejšími sú trhliny s prevažne poklesovým prejavom, ktoré vymedzujú takmer oddelené zosuvné horninové bloky. Menší blok oddeľuje trhlina s označením *t5* (obr. 65) s max. poklesom odhadom 0,5 až 1 m. Väčší blok oddeľuje trhlina s označením *t6* s mierou poklesu odhadom do 1 – 2 m. Na trhlinu *t5* v smerovom pokračovaní nadväzuje krátka otvorená trhlina *t7*.



Obr. 63: Oblasť odlučnej hrany zosuvu v lome s detailom šmykovej plochy.

V strednej časti odlučnej hrany zosuvu bola pozorovaná menšia pravdepodobne poklesová kotlina ohraničená poklesovými trhlinami $t8$. Retrográdny vývoj zosuvu dokumentujú trhliny $t1$ až $t4$. Na povrchu terénu majú výrazne zreteľný ťahový charakter so šírkou roztvorenia cca do 7 cm ($t3$) až do 15 cm ($t2$, $t4$) príp. lokálne až do 25 cm ($t1$). Ich priebeh je obtiažne identifikovať vzhľadom na hustý porast tráv a krovín. Blízko trhlín $t1$ a $t4$ bola vymedzená menšia zóna viacerých krátkych nesúvislých ťahových trhlín.

V rámci terénnej rekognoskácie lokality v r. 2019 boli nájdené tri pevné geodetické body s označením na výtyčkách v teréne ako 1, 2 a 3 (obr. 66). Betónový základ stabilizácie bodu 3 je viditeľne narušený. Na bodoch nie sú zreteľné geodetické značky pre zameranie. Napriek snahe sa nepodarilo k týmto bodom získať žiadne archívne údaje. V dokumentácii ročných rozborov za rok 1991 (Ročné rozborov, 1992) sa nachádza zmienka o meraniach posuvov bodov, kde sa uvádza nasledovné. Pri ventilátorovni sa sleduje 10 bodov pre vertikálne a horizontálne posuvy 1x za mesiac. Pohyby sú väčšinou v rozmedzí 2 – 3 mm. Body zosuvov v oblasti lomu boli merané vlastnými pracovníkmi na jar a na jeseň v počte 42 bodov. Lumtzer (1966) uvádza výsledky geodetických sledovaní pohybov bodov s označením č. 5, č. 4, č. 2 a č. 002. Tieto body sa pravdepodobne (podľa ich nadmorskej výšky) nachádzali v telese zosuvu, a už nie sú funkčné. Viac údajov o miestach meraných geodetických bodov a výsledkoch meraní sa nepodarilo z archívnych materiálov zistiť.



Obr. 64: Situácia zosuvu s približným označením zátopovej čiary podľa snímky LiDARu (obr. 67). (Topografický podklad: Dianiška, 1990.)



Obr. 65: Stena trhliny t5.

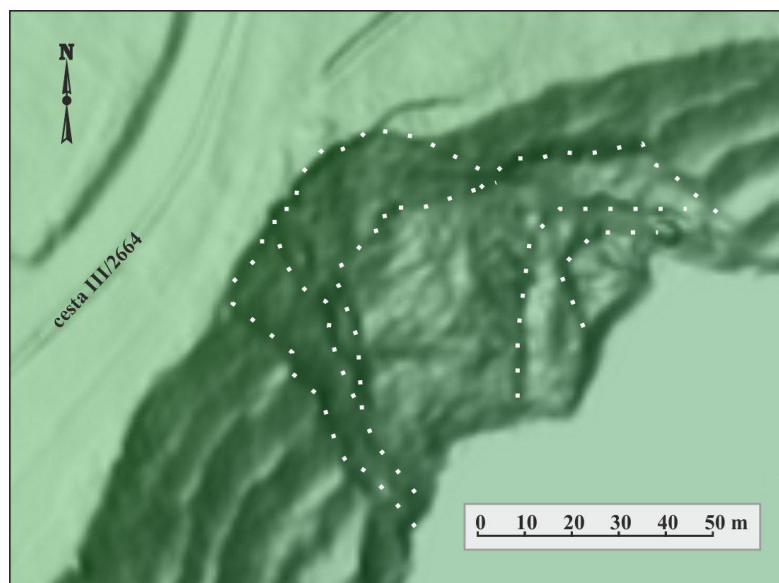


Obr. 66: Geodetický bod s označením 3.

Podľa posudku o zosuve lomovej steny (Lumtzer, 1966) k vzniku zosuvu došlo pri hĺbení v lomovej jame na kótu 169 m n. m. pri prekročení medznej výšky v tejto oblasti, t. j. 70 m po puklinách a tektonických plochách. V posudku sú uvedené o. i. opatrenia pre udržanie stability pri hĺbení lomu po kótu 135 m n. m. Ako však už bolo spomínané vyššie, k ukončeniu lomovej ťažby došlo až pri dobývaní do hĺbkovej úrovne + 116 m n. m. do 1. kvartálu 1978, kedy nastala ďalšia zosuvná aktivizácia svahu lomu, čím bolo znemožnené ďalšie dobývanie. Pre úplnosť je potrebné uviesť, že podľa informácií z miestnych zdrojov došlo pred niekoľkými rokmi údajne opäť k výraznejšej pozorovateľnej aktivizácii zosuvu v čase výdatnejších dažďových zrážok.

Lokalizácie, resp. ohraničenia svahových deformácií pre príslušnú dobu ich vzniku, resp. ich dokumentácie sú znázornené na obr. 64. Trhliny, ktoré registroval Lumtzer (1966), dosahujú strmý sklon ($79^\circ - 86^\circ$). Po zhodnotení znázornenia ohraničení sa zdá, že zobrazujú iba odlučnú a transportačnú oblasť zosuvu. Oblasť rozšírenia zosuvu v jeho akumuláčnej oblasti bol na obr. 64 orientačne zakreslený na základe topografického podkladu a interpretácie rezu (obr. 61). Vzhľadom na to, že svahové deformácie museli zákonite vyvolať morfológické zmeny reliéfu, topografia územia zosuvu v jeho odlučnej a transportačnej oblasti na obr. 64 a na obr. 61 (zosuvnej časti rezu) nezodpovedá reálnemu stavu. Potvrďuje to aj snímka LiDAR (obr. 67), z ktorej je tiež zrejмый vývoj opätovnej aktivizácie zosuvu v podobe viditeľných kriviek retrográdnych odlučných hrán zosuvu.

Z „Povrchovej mapy lomu so zosuvom“, ktorú uvádza Lumtzer (1966), je zrejмый, že významným sprievodným faktorom zosuvných aktivít dotknutej oblasti lomu sú pravdepodobne aj úložné pomery. Uvedené bodové údaje orientácie meraní smeru vrstiev v mape (najčastejšie v rozmedzí cca $50^\circ - 86^\circ$ so sklonom k JJV až JVV) sú totiž často blízke orientácii svahov lomu v týchto miestach. „Navodenie“ sklonových pomerov svahov na sklony blízke sklonom vrstiev hornín, príp. puklinatosti hornín v daných miestach, vplyvom ťažby (v minulej dobe) alebo zmenou sklonu svahu vplyvom zosuvnej aktivizácie (až do súčasnej doby), tak vytvára priaznivé podmienky pre ďalšiu zosuvnú aktivizáciu. Z obr. 61 je takisto zrejмый, že podľa zakreslenia aktivizácie zosuvu v r. 1978 dosahoval svah vyšší sklon (cca 60°). Aj Lumtzer (1966) pri posúdení stability svahu konštatuje, že posun je po puklinách a tektonických líniah či bridličnatosti. Z uvedeného vyplýva, že jedným z hlavných dôvodov prečo došlo k svahovým deformáciám práve v danom mieste lomovej jamy, sú úložné pomery hornín a orientácia diskontinuít puklinatosti hornín.



Obr. 67: Snímka LiDAR s orientačným vyznačením priebehu retrográdnych odlučných hrán zosuvu. (LiDAR – snímkovanie 16.11.2018 – 10.4.2019, zdroj: <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/teren>).

Z podmienok stabilitných výpočtov, ktoré uvádza Lumtzer (1966), vyplývajú nasledovné skutočnosti. Pre výpočty stability do hĺbky (predpokladanej ďalšej ťažby) 135 m n. m. bol pre grafitické a chloritické bridlice použitý uhol vnútorného trenia $\varphi = 20^\circ$ kohézia (súdržnosť) pre súdržné (celistvé) bridlice 2 kp/cm^2 (v prepočte 196 kPa), pre porušené bridlice 1 kp/cm^2 (98 kPa) a $0,5 \text{ kp/cm}^2$ (49 kPa). Pre karbonátové horniny použil Lumtzer hodnoty pevností (v tlaku, ťahu, strihu a ohybe). Vplyvy na zosuv sú hydrostatické a hydrodynamické a pôsobia po puklinách a poruchách. Preto pri výpočtoch stability Lumtzer počítal so situáciou pri pôsobení a aj bez pôsobenia hydrostatického tlaku. Pri pôsobení hydrostatického tlaku Lumtzer uvažoval s plným pôsobením hydrostatického tlaku podzemnej vody v puklinách, čím zahrnul aj hydrodynamické účinky vplývajúce na stabilitu svahu pri znižovaní hladiny podzemných vôd pri odvodňovaní lomu, vzhľadom na to, že nebol známy koeficient priepustnosti k hydrodynamickým prepočtom.

Pre súčasné hodnotenie zosuvných aktivít sú významné poznatky, ktoré poskytuje Lumtzer (1966) pri hodnotení stabilitných výpočtov, keď uvádza, že zo súčiniteľov bezpečnosti jasne vyplýva, že po kótu 173 m n. m. je u suchého svahu bezpečnosť svahu dostatočná tak u súdržných ako aj u rozrušených bridlíc, kde kohézia klesá až na hodnotu $0,5 \text{ kp/cm}^2$ (49 kPa). V jarnom a jesennom období, keď pukliny sú napájané povrchovou vodou, súčiniteľ stability klesá až na 1,06 u súdržných bridlíc, zatiaľ čo u rozrušených je to už nestabilný stav.

Lumtzer (1966) v návrhoch na zvýšenie stability generálneho svahu okrem opatrení súvisiacich s ťažbou (existenciou ochranných pilierov) odporúča zníženie generálneho svahového uhla z 35° na 28° , avšak pre náročnosť skryvkových prác sa s tým nepočítalo. V návrhoch na nápravné opatrenia sa okrem návrhov týkajúcich sa podmienok pri ťažbe (čerpania zatopených banských priestorov, ochranných pilierov, atď.) uvádza aj návrh na zachytenie povrchových vôd, aby nevtekali do ťahovej trhliny na korune lomu. Toto opatrenie sa pravdepodobne v neskoršej dobe realizovalo, nakoľko v povrchovej mape lomu, ktorú uvádza Dianiška (1990; obr. 64), je viditeľný pravdepodobne povrchový odvodňovací rigol vedený medzi cestou III/2664 a hlavnou odlučnou hranou zosuvu. V rámci vlastnej rekognoskácie terénu v r. 2019 však existencia rigolu nebola zreteľná.

Z uvedeného je zrejmé, že z hľadiska inžinierskogeologických aspektov je najrizikovejšou oblasťou existujúceho zosuvu. Pre ďalšiu retrográdnú aktivizáciu zosuvu bude

mať vplyv predovšetkým prítomnosť vody. Negatívny vplyv na stabilitu zosuvu bude mať jednak intenzívna zrážková činnosť spojená s dotáciou povrchovej vody do oblasti zosuvu vrátane plochy nad hlavnou odľučnou hranou zosuvu, ako aj nasycovanie horninového prostredia v zátopovej zóne pri ďalšom vzostupe hladiny vody v lome, kedy dochádza k zmene napätostného stavu geologického prostredia. Opodstatnený je predpoklad opätovnej aktivizácie už existujúceho zosuvu, ale aj príp. vzniku nových svahových deformácií v ostatných častiach svahov lomovej jamy v zóne kvartérnych zemín a rozvetraného predkvartérneho podložia.

Existujúci zosuv môže v prípade aktivizácie priamo ohroziť predovšetkým cestu III. triedy č. 2664. Z tohto dôvodu možno podľa kategorizácie rizika z hľadiska socio-ekonomickej významnosti (Marzocchi et al., 2009) zaradiť dokumentovaný zosuv do kategórie R3 – vysoká významnosť: obavy o bezpečnosť obyvateľstva. Potenciálne poruchy funkčnosti stavieb a infraštruktúry, možné prerušenie ekonomických aktivít a relevantné poškodenie životného prostredia.

Stúpajúca úroveň hladiny vody je už blízko pod úrovňou miestnej eróznej bázy (v rozdiel o cca 8,5 m), ktorú predstavuje Krivánsky potok. Otázny je budúci vývoj hydrogeologických pomerov po dosiahnutí resp. prekročení tejto úrovne hladiny, najmä v akej výškovej úrovni sa stabilizuje hladina v lome a aké prípadné zmeny nastanú v tejto súvislosti v geotechnických pomeroch lomu a jeho okolia. Súvisí to s potenciálnym rizikom aktivizácie existujúceho zosuvu a vzniku nových svahových deformácií na svahoch za východným okrajom lomu, ktoré by mohli ohrozovať železničnú trať a prípadne spôsobiť prehradenie potoka.

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 bankových 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 stále existujúcom DP Modrý Kameň nachádza sieť vrtov, ktoré slúžili na monitorovanie hladiny podzemných a bankových vôd a ich výtokov na zemský povrch na území zasiahnutom bankovou 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 – 2019 tu dochádzalo k doznievaniu poklesov terénu (Kolektív autorov, 2018 a 2019, Zvrškovec, 2020). Hladina podzemnej vody ani jej kvalita tu nebola monitorovaná. Vzhľadom na uvedené skutočnosti je vhodné v najbližšom období zaradiť túto lokalitu do monitoringu ČMS GF.

4.14 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu

Z lokalít, ktoré nie sú zaradené do ČMS GF, 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 Gbeľy (Šalamon a Šimek, 2013, 2014 a 2015) s návrhom

protiprievalových opatrení. Prejav poklesov obdobného charakteru ako v roku 2013 sa zistil i v roku 2017 (Kolektív autorov, 2018). V roku 2018 sa tu vytvorili poklesy s trvalým zamokrením, zatiaľ bez výraznejšieho poškodenia porastových drevín (Kolektív autorov, 2019). V roku 2019 bola vykonaná rekultivácia banskou činnosťou ovplyvneného pozemku v k. ú. Čáry o výmere 1,35 ha. Banské vody čerpané na tejto bani sú výtlačným 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 2019 vykonávala opatrenia na odstránenie nebezpečného stavu týkajúceho sa banského diela – štólne Slávik na lokalite Dubník pri obci Červenica. Banské dielo bolo v úvodných 8,0 m vyzmáhané a vo vzdialenosti 8,0 m od ústia diela bola vybudovaná pevná železobetónová hrádza s otvormi. Cez jestvujúcu banskú haldu pred ústím diela bol vybudovaný žľab na odvádzanie banských vôd do recipientu miestneho vodného toku (Zvrškovec, 2020).

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 vrtovej (Bajtoš et al., 2017). K navrhnutým opatreniam patrí okamžité zamedzenie únikom soľanky technickými opatreniami na vrtoch a postupná likvidácia ťažobných vrtovej v zmysle existujúceho „Plánu likvidácie hlavných banských diel v DP Prešov I. – Solivary“.

V rokoch 2018 – 2019 v DP „Prešov I – Solivary“ zabezpečovacie práce neboli vykonávané, ústia jednotlivých vrtovej a nebezpečné časti podrúbaného územia nie sú označené a zabezpečené. V lúhovacom poli dochádza k výtoku soľanky do voľného priestoru na povrchu najmä v dôsledku devastačného poškodenia povrchového zariadenia vrtovej, resp. sond. Pre DP „Prešov I – Solivary“ sú v platnosti OBÚ nariadené opatrenia naposledy známemu vlastníčkovi vrtovej – organizácii EKOFARMA, s.r.o. na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti prevádzky a zariadení lúhovacieho poľa; táto organizácia je v súčasnosti nezastihnuteľná. Tunajší úrad v súčinnosti s Hlavným banským úradom v roku 2019 vykonal sporadické prehliadky územia v rámci DP „Prešov I – Solivary“ za účelom zistenia aktuálneho stavu povrchu (Zvrškovec, 2020).

5 Závery

Predkladaná ročná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác realizovaných v priebehu roku 2019 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 2007-2018 i poznatky z predošlého obdobia.

Monitorovacia sieť lokalít a objektov i spôsob monitoringu vychádza z návrhov obsiahnutých v záverečnej správe geologickej úlohy *System 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, boli začaté v roku 2007.

Monitoring inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby zachytáva výskyt významných geodynamických javov, ktoré na sledovaných lokalitách vznikajú v dôsledku narušenia horninového prostredia banskými dielami. V roku 2019 sa terénymi pozorovaniami a realizáciou porovnávacieho fotografického snímkovania sledoval vývoj týchto javov na ložisku Nádej pri Pezinku, v závalovom pásme Baniská na žile Droždiak pri Poráči, na sideritovom ložisku pri Kobeliarove (lokalita Nižná Slaná), na lokalite Novoveská Huta a na magnezitovom ložisku Podrečany.

Na ložisku Nádej pri Pezinku nebolo zaznamenané významné rozširovanie existujúcich závalov alebo vznik nových závalov. Zároveň neboli pozorované ďalšie následné (sekundárne) významnejšie geodynamické javy.

Na ložisku Kobeliarovo v porovnaní so zisteniami z predošlých rokov nebolo zaznamenané rozširovanie závalov. Pozorovateľné sú však zmeny v geodynamickej aktivite sledovanej lokality v podobe identifikácie nových aktívnych trhlín, príp. aktivizácie už dokumentovaných trhlín v okolí existujúcich závalov. Málo významná geodynamická aktivita sa prejavuje tiež v podobe osypov v horných častiach odľučných stien závalov.

Vplyv podrúbania sa v závalovom pásme Baniská na lokalite Rudňany – Poráč v súčasnosti prejavuje v jeho niektorých častiach rozširovaním závalu najčastejšie v podobe sekundárnych retrográdnych svahových deformácií do širšieho okolia závalov v podobe gravitačného rozvoľňovania a rozpadávania horninových blokov, blokových zosuvov hornín, zosuvov hornín. Západnú časť závalového pásma možno považovať za dočasne stabilizovanú, keďže v posledných rokoch tu nebolo zistené rozširovanie existujúcich, ani vznik nových závalov. Stredná časť závalového pásma je zavezená popolčekom. Nový zával (s označením Z5), ktorého vznik tu bol zaznamenaný v roku 2018 v miestach prechodu nevyužívanej starej cesty Rudňany – Poráč naprieč závalovým pásmom, bol medzičasom zavezený elektrárenským popolčekom v prevažnej časti až po úroveň terénu pred vznikom závalu. Pravdepodobne už nedošlo k ďalšej aktivizácii, resp. rozširovaniu tohto závalu. Vo východnej časti závalového pásma boli v roku 2019 registrované zmeny stavu geodynamických javov v porovnaní s predchádzajúcim obdobím, a to v oblasti bloku B4 na severnom okraji závalového pásma a južne od bloku B8 v oblasti pásma trhlín južného okraja závalového pásma. Vzhľadom na donedávna prebiehajúcu ťažbu v strednej a východnej časti závalového pásma nemožno vylúčiť ďalšie poklesávanie územia a rozvoj svahových deformácií.

V rámci terénneho výskumu lokality Novoveská Huta neboli v porovnaní s predchádzajúcim obdobím zistené výraznejšie zmeny v rozvoji, resp. rozširovaní závalov nad Novou štôlnou. Nad ťaženým ložiskom sadrovca a anhydritu bol v období rokov 2000 – 2018 zaznamenaný ťažobnou organizáciou vznik 8 závalov. Z dokumentácie dvojice závalov

v doline Podzámčiská na východnom okraji ložiska v roku 2019 vyplýva, že za posledné obdobie sledovania nedošlo k ich pozorovateľnej aktivizácii, resp. rozšíreniu. Pôvodne aktívny zával Z1 možno v súčasnosti považovať za dočasne stabilizovaný, starší zával Z2 je stabilizovaný. Novší zával Z3 lokalizovaný v oblasti kóty Skalka na severnom okraji ložiska sa nachádza v blízkosti lesnej cesty intenzívne využíwanej o. i. ako cykloturistická a turistická trasa. Vzhľadom na pokračujúcu ťažbu na lokalite možno očakávať výskyt geodynamických javov aj v budúcnosti.

Vstupná analýza existujúceho stavu na samovoľne zatápanom magnezitovom lome v Podrečanoch ukázala, že z hľadiska inžinierskogeologických aspektov je najrizikovejšou oblasť existujúceho zosuvu. Pre ďalšiu retrográdnú aktivizáciu zosuvu bude mať vplyv predovšetkým prítomnosť vody. Negatívny vplyv na stabilitu zosuvu bude mať jednak intenzívna zrážková činnosť spojená s dotáciou povrchovej vody do oblasti zosuvu vrátane plochy nad hlavnou odľučnou hranou zosuvu, ako aj nasycovanie horninového prostredia v zátopovej zóne pri ďalšom vzostupe hladiny vody v lome, kedy dochádza k zmene napätostného stavu geologického prostredia. Opodstatnený je predpoklad opätovnej aktivizácie už existujúceho zosuvu, ale aj príp. vzniku nových svahových deformácií v ostatných častiach svahov lomovej jamy v zóne kvartérnych zemín a rozvetraného predkvartérneho podložia. Existujúci zosuv môže v prípade aktivizácie priamo ohroziť predovšetkým cestu III. triedy č. 2664. Potenciálne riziko vzniku nových svahových deformácií by mohlo nastať aj na svahoch za východným okrajom lomu nad železničnou traťou a Krivánskym potokom. Súvisí to so stúpajúcou úrovňou hladiny vody v lomovej jame a stavom hydrogeologických pomerov po dosiahnutí resp. prekročení úrovne miestnej eróznej bázy (Krivánsky potok) a následnej možnej zmeny napätostného stavu horninového prostredia.

Tab. 66: Zatriedenie monitorovaných lokalít podľa dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov

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

Geodynamické javy vznikajúce dôsledkom prebiehajúcej ťažby uhoľných ložísk a ložísk magnezitu a mastenca sú sledované prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií, v roku 2019 havarijné udalosti neboli evidované.

Rizikové lokality zaradené do ČMS GF môžeme zatriediť podľa doposiaľ dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov a ich významnosti do troch tried (tab. 66). Do triedy **A** sme zaradili ložiská bez významného výskytu svahových pohybov, poklesov terénu a porúch objektov vyvolaných banskou činnosťou. V triede **B** boli dokumentované spomínané dopady, ale boli menšieho rozsahu. Pre triedu **C** 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.

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 š. p., Banská Bystrica a pre bezpečné odvedenie banskej vody po zatopení bane bola vyrazená odvodňovacia štôľňa.

Dynamický hydrogeologický režim charakterizuje lokalitu Novoveská Huta, v dôsledku odvodňovania sadrovcovej bane Mária čerpaním banskej vody, pre umožnenie ťažby. Nepriaznivý stav pretrváva na Novej štôľni, kde je hladina vody v banskom systéme vzduť závalom vzniknutým pri ústí štôľne a podmieňuje nežiaduce krasovatenie sadrovcovej polohy v blízkosti povrchu s možnosťou vzniku závalov a poklesov terénu. Pre nápravu tohto stavu bol vypracovaný projekt technického riešenia a prebieha verejné obstarávanie na jeho realizáciu.

Na lokalite Pezinok možno za nepriaznivý faktor považovať vtok povrchového toku do otvoreného závalu nad banskými dielami štôľne Ryhová a stav zavaleného ústia tejto štôľne. Výtok banskej vody z tejto štôľne s výdatnosťou 10 – 84 l/s sa nachádza v koryte Sedláckovho jarku. V prípade utesnenia odtokových ciest banskej vody samovoľným závalom v štôľni, vznikajúcim okrovým sedimentom alebo prínosom sedimentu občasným tokom za povodňového stavu, vzniká riziko následnej postupnej akumulácie vody v banských priestoroch a vzniku náhleho prievahu banskej vody na povrch, s možnosťou poškodenia blízkej cestnej komunikácie a vzniku ďalších škôd na objektoch pozdĺž potoka.

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 2019 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.

Nepriaznivá situácia pretrváva na lúhovacom poli ložiska soli v dobývacom poli (DP) Prešov I. – Solivary, kde zabezpečovacie práce nariadené vlastníčkovi vrtovej sieťky nie sú vykonávané, nebezpečné časti podrúbaného územia nie sú označené ani inak zabezpečené a z poškodených ústí vrtovej sieťky uniká do okolitého prostredia soľanka.

Monitoring geochemických aspektov vplyvu ťažby v doterajšom období rokov 2007 – 2019 poukazuje na pretrvávajúci nepriaznivý vplyv ťažobnej činnosti na kvalitu povrchových

a podzemných 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. 67).

Najnepriaznivejšia situácia je na lokalite Smolník, kde je voda miestneho potoka Smolník kontaminovaná Fe, Mn, Al, Zn a Cu a banská voda šachty Pech prekračuje intervenčné kritérium pre podzemnú vodu obsahmi Al, Zn, Co a reakciou vody (pH) a indikačné kritérium prekračuje i obsahmi Ni, Cd, Be a hodnotou EC. Na lokalite Slovinky – Gelnica je monitoringom dokumentované znečistenie vody Slovinského a Turzovského potoka antimónom. Banská voda štôlne Alžbeta v Slovinkách presahuje IT obsahom arzénu a banská voda Starej Krížovej štôlne v Gelnici obsahom antimónu. Lokality Smolník a Slovinky – Gelnica sa nachádzajú v útvere podzemných vôd SK200500FK *Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského Rudohoria oblasti povodia Hornád*.

Na lokalite Rudňany, v útvere podzemných vôd SK200460KF *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu oblasti povodia Hornád*, pretrváva kontaminácia vody Rudnianskeho potoka antimónom, báriom a meďou. V roku 2019 tu bolo dokumentované prekročenie hodnoty ID pre obsah ortuti vo vode prameňa Oľšo, hoci v predošlých rokoch k tomu nedochádzalo.

Z lokalít Špania Dolina, Rožňava a Nižná Slaná, nachádzajúcich sa v útvere podzemných vôd SK200280FK *Puklinové a krasovo – puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Slovenského Rudohoria*, pozorovateľné zlepšenie kvality banských vôd nastalo na lokalite Rožňava, v dôsledku čistenia čerpanej banskej vody bane Mária, v porovnaní s obdobím zatopenia bane. Na lokalite Špania dolina je voda miestnych tokov kontaminovaná meďou, arzénom a antimónom. IT pre obsah antimónu je vo vode štôlní Piesky, Denná, Ivan, Ferdinand a v drenážnej vode odkaliska dlhodobo prekročená 2 až 10-násobne.

Na lokalite Dúbrava, v útvere SK200300FK *Puklinové a krasovo – puklinové podzemné vody SZ Nízkych Tatier oblasti povodia Váh*, sú stabilným dominantným zdrojom kontaminácie potoka Paludžanka antimónom výtoky banskej vody zo 6 štôlní so sumárnou výdatnosťou približne 50 l/s. Obsah antimónu vo vode jednotlivých štôlní je stabilne 20 až 150 násobne vyšší ako IT pre podzemné vody.

V Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode (útvary podzemných vôd SK200220FP *Puklinové a medzizrnové podzemné vody S časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hron*) bol v roku 2019 dokumentovaný nadlimitný obsah síranov, mangánu a vápnika vo vode prítoku Hodrušského potoka nad Dolným Hodrušským jazerom spôsobený prítokom banskej vody zo štôlne 1. mája. Tiež bol dokumentovaný nadlimitný obsah síranov a zinku v toku Štiavnica vplyvom prítoku banskej vody zo štôlne Bieber v Štiavnických Baniach. Obsahy Al, Zn a Cd presahujúce ID prípadne i IT sú dlhodobo charakteristické pre banskú vodu Voznickej dedičnej štôlne (VDŠ). Kvalitu vody rieky Hron, do ktorej táto banská voda vteká, môže významne negatívne ovplyvniť v období nízkych riečnych prietokov len v obsahu Zn.

Na lokalite Pezinok, v útvere SK200030FK *Puklinové a krasovo – puklinové podzemné vody Pezinských Karpát oblasti povodia Váh*, je dokumentovaná dlhodobo nepriaznivá kvalita vody Sedláčkovho jarku pre vysoké obsahy Fe, Mn, Zn, Sb, Ni a Cd. Spôsobuje ju banský systém štôlne Ryhová, ktorou bolo otvorené pyrit-pyrotínové ložisko Nádej. Tento banský systém drénuje okrem podzemnej vody aj časť prietoku povrchových tokov, čo zvyšuje intenzitu rozpúšťania minerálov ložiska. Potok Blatina pred vstupom do areálu nemocnice nad Pezinkom má trvale zvýšené obsahy arzénu a antimónu. Dominantnými zdrojmi kontaminácie sú tu výtoky zo štôlní Pyritová a Budúcnosť s obsahom antimónu 20- resp. 4-násobne vyšším ako ID a sumárnou výdatnosťou približne 10 l/s.

Tab. 67: 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 1/2015-7 zistené na monitorovaných lokalitách pre obdobie 2007 – 2019

Lokalita (útvár podz. vôd)	Parametre nevyhovujúce požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (RP-PoK)				Kvalita banskej, drenážnej a podzemnej vody			
	banská voda, drenážna voda odkalísk		povrchové toky		prekročené ID		prekročené IT	
	2007–2018	2019	2007–2018	2019	2007– 2018	2019	2007– 2018	2019
ŠHRO (SK200220FP)	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cu, Cd, Ca	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cd, Ca	SO ₄ , Mn, Zn, Cd, Ca	SO ₄ , Mn, Zn, Cd, Ca	Al, Zn, Cd	Al, Zn, Cd	Al, Zn, Cd	Al
Kremnica (SK200220FP)	SO ₄ , Mn, Zn, Cu	SO ₄ , Mn, Zn	-	-	Zn	-	-	-
Dúbrava (SK200300FK)	Sb, As	Sb, As	Sb	Sb	Sb, As	Sb, As	Sb	Sb, As
Pezinok (SK200030FK)	EC, SO ₄ , Fe, Mn, As, Sb, Zn, Ni	EC, SO ₄ , Fe, Mn, As, Sb, Zn, Ni, Cd	Fe, As, Sb, Zn, Ni	Fe, Mn,As, Sb, Zn, Ni, Cd	Sb	Sb, As, Ni	Sb	Sb
Špania Dolina (SK200280FK)	SO ₄ , Zn, As, Sb, Cu	Zn, As, Sb, Cu	As, Sb, Cu	As, Sb, Cu	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb, As
Rudňany (SK200460KF)	EC, SO ₄ , Mn, Hg, Sb, Ba	EC, SO ₄ , Mn, Hg, Sb, Ba	Ba, Sb, Cu	Ba, Sb, Cu	-	Hg	-	-
Nižná Slaná (SK200280FK)	EC, SO ₄ , NH ₄ , Mn, As	EC, SO ₄ , NH ₄ , Mn, As	nem.	nem.	As, NH ₄	As, NH ₄	-	As
Slovinky– Gelnica (SK200500FK)	EC, SO ₄ , Mn, As, Sb, Cu, Ni, Co	EC, SO ₄ , Mn, As, Sb, Cu	Sb, As	Sb, As	As, Sb	As, Sb	As, Sb	As, Sb
Rožňava (SK200280FK)	EC, pH, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, As, Sb, Cu, Ni	EC, SO ₄ , Mn, As, Sb,	nem.	nem.	pH, Al, As	As	pH	-
Smolník (SK200500FK)	EC, pH, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, As, Cu, Ni, Co, Cd	EC, pH, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, As, Cu, Ni, Co, Cd	Fe, Mn, Al, Zn, Cu	Fe, Mn, Al, Zn, Cu	EC, pH, Al, Zn, As, Cu, Ni, Co, Cd, Be	EC,pH, Al, Zn, As, Ni, Co, Be	pH, Al, Zn, As, Co	EC, pH, Al, As, Co
Novoveská Huta (SK200460KF)	EC, RL, SO ₄ , As, Sb, Cu, Ca	EC, RL, SO ₄ , As, Sb, Cu, Ca	EC, pH, RL, SO ₄ , Mn, Cu, Al, Ni, Ca	EC, pH, RL, SO ₄ , Mn, Cu, Al, Ni, Ca	Al	Al	Al	Al

Poznámka: – : monitorované ale k prekročeniu nedochádza, nem. : nemonitorované.

Zvýšené koncentrácie kontaminantov uvoľňovaných s 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 antimónu na lokalite Novoveská Huta (tab. 68). K ďalším rizikovým kontaminantom dokumentovaným v sedimentoch tokov patria Pb, Zn, Cd, Hg, Co, Cu a Ba.

Tab. 68: Ukazovatele kvality sedimentov nevyhovujúce kritériám Metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7 pre horninové prostredie a pôdy zistené na monitorovaných lokalitách v období 2007 – 2019

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	Hg, Pb, Zn, Cu, Cd, As, Sb	Pb, Zn, Cu, Cd, As	Pb, Zn, Cu, Cd, As
Kremnica	Zn, As, Sb, Co	As, Sb, Co	As
Dúbrava	As, Sb, Ba	As, Sb, Ba	As, Sb
Pezinok	As, Sb	As, Sb	As, Sb
Špania Dolina	Hg, As, Sb, Cu	Hg, As, Sb, Cu	As, Sb, Cu
Rudňany	Hg, As, Sb, Ba, Cu	Hg, As, Sb, Ba, Cu	Hg, Sb, As, Ba
Slovinky – Gelnica	Hg, As, Sb, Cu, Ba	As, Sb, Cu, Ba	As, Sb
Smolník	Pb, As, Sb, Cu	Pb, As, Sb, Cu	As
Novoveská Huta	As, Cu, Mo	As, Cu, Mo	As, Mo

Na základe skutočností zistených vykonaným monitoringom odporúčame pri plánovaní budúceho monitoringu vplyvov ťažby na životné prostredie:

V dobývacom poli (DP) Prešov I. – Solivary realizovať terénny monitoring nadväzujúci na výsledky štúdie vplyvu lúhovacieho poľa Prešov I – Solivary na abiotické zložky životného prostredia (Bajtoš et al., 2017).

Na Bani Dolina pri Veľkom Krtíši s ukončenou ťažbou zväžiť potrebu, prípadne i rozsah a parametre terénneho monitoringu poklesov povrchu, hladinového režimu podzemnej vody a kvality podzemnej a povrchovej vody.

Na lokalite Podrečany zadať úlohu na vypracovanie štúdie vplyvov zatápania magnezitového lomu na abiotické zložky ŽP, zameranú hlavne na prognózu úrovne stabilizácie hladiny vody v lome, zmenu charakteru prúdenia podzemnej vody v okolí lomu a posúdenie rizika aktivizácie geodynamických javov (predovšetkým existujúceho zosuvu v lome, ale i možný vznik nových zosuvov v jeho okolí), vplyv na kvalitu podzemných a povrchových vôd, návrh spôsobu ďalšieho monitoringu a postupu pre elimináciu rizík.

Na lokalite Pezinok zadať úlohu vyhládavacieho ložiskového prieskumu, ktorým sa zisťujú a overujú geologické podmienky na zabezpečovanie a likvidáciu starých banských diel, pre zabezpečenie úvodnej časti štôlne Ryhová a zamedzenie vtoku a priesaku povrchových tokov do banských diel súvisiacich s touto štôľňou, s cieľom zabezpečiť plynulý odtok banskej vody a zamedziť možnosti jeho utesnenia závalom prípadne prínosom sedimentu vodou Sedláckovho jarku, s rizikom prievalu banskej vody na povrch; tiež technickými úpravami na povrchu zmenšiť množstvo banskej vody vytekajúcej zo štôlne.

Na lokalite Dolné Hodrušské jazero v ŠHRO zadať úlohu na zabezpečenie plynulého odtoku banskej vody zo štôlne 1.mája tak, aby nedochádzalo k nekontrolovanému roztekaniu a vsakom do cestného telesa, zabezpečiť zavalené ústie tejto štôlne pre plynulý odtok banskej vody bez rizika vzdúvania a následných prievalov na povrch, prípadne i zväžiť možnosť aplikácie systému pasívneho čistenia banskej vody, z ktorej sa intenzívne zráža a akumuluje okrový sediment.

6 Literatúra

- Auxt, A., Kotuč, J., Leššo, 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., 1993: Novoveská Huta – Rudňany, banské vody, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Bajtoš, P., Mašlár, E., Mašlárová, I., 2019: Správa z obhliadky odkaliska č. 2 Lazisko – Dúbrava po havarijnom úniku flotačného kalu do potoka Paludžanka. Manuskript, archív ŠGÚDŠ Bratislava.
- 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.
- Bárta, K., Nosál, P., Líšková, A., 1983: Záverečná správa a výpočet zásob Šošovka II., Podrečany, magnezit, stav 1.1.1982. Podrobný prieskum – II. etapa. Rudné bane a magnezitové závody, generálne riaditeľstvo Bratislava, Slovenské magnezitové závody, n. p. Košice, závod Lovinobaňa, Slovenský banský archív v Banskej Štiavnici
- Blaškovičová, L., Borodajkevycová, M., Podolinská, J., Liová, S., Lovasová, E., Síčová, B., Pospíšilová, I., Paľušová, Z., 2017: Hydrologická ročenka. Povrchové vody 2016. SHMÚ Bratislava.
- Bodiš, D., Kordík, J., Slaninka, I., Kučárová, K., Valúchová, M., Shearman, A., Pekárová, P., 2010: Pozadňová 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., 1990: Plán prieskumu, otvárk, prípravy a dobývania ložiska Podrečany, závod SMZ Lovinobaňa na obdobie 1991 – 1995, Slovenské magnezitové závody, štátny podnik, Košice, Slovenský banský archív v Banskej Štiavnici
- Dianiška, I. 2008: Vplyv zatopeného ložiska bane Mária na hydrogeologické pomery okolia mesta Rožňava. Diplomová práca, PriF UK Bratislava.

- 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 taxaceny 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.
- Grečula, P. et al., 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria, Zväzok 1, 1. vydanie, Geokomplex, Bratislava, 829 str
- Kohút, J., Nigrínyová, J., Vasil'ko, T., Verseghy, 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 banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2013: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2012. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2014: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2013. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2015: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2014. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2016: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2015. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2017: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2016. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2018: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2017. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2019: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2018. Hlavný banský 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.
- Lumtzer, E., 1966: Posudok o zosuve lomovej steny na závode SMZ – Lovinobaňa – lom Podrečany, Ústav pre výskum rúd, pobočka Košice
- Májovská, A., Döményová, J., Arvaiová, M., Bartík, I., Micajová, B., Škôrňová, J., Takáčová, D., Vlk, J., Melová, K., Ľupták, Ľ., Šimor, V., Gápelová, V., Sičová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2020: Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2019. MŽP SR, SHMÚ Bratislava.

- Marzocchi, W., Mastellone, M. L., Di Ruocco, A., Novelli, P., Romeo, E. a Gasparini, P., 2009: Principles of multi-risk assessment. Interaction amongst natural and man-induced risks. EC, Directorate-General for Research, Environment Directorate
- 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.
- Mikušová, J., Jelínek, R., Mihál', I., Olšavský, M., Šefčík, P., Bottlík, F., Dananaj, I., Zlocha, M., 2015: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách SR, záverečná správa. Lokalita: MEZ č. 77, Špania Dolina – flotačná úpravňa. Manuskript, Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava, e. č. 9644.
- 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.
- Pešková, I., Fajčíková, K., Fričovský, B., Michalko, J., Sentpetery, M., Šefčík, P., Žilka, A., 2015a: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Lokalita: MEZ č. 13, Lazisko – odkaliská L. Dúbrava. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Pešková, I., Fajčíková, K., Fričovský, B., Michalko, J., Sentpetery, M., Šefčík, P., Žilka, A., 2015b: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Lokalita: MEZ č. 14, Dúbrava – štôlna a haldy. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ 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., Weiszerová, 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.

- Pramuk, V., Bachňák, M., Bačík, M., Komoň, J., Hojnoš, M., Potančok, L., Jurkovič, Ľ., Šottník, P., Kotuč, J., Hrabčák, M., Sekula, P., Varga, M., 2016: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Sloviniky ťažba a úprava rúd, (SK/EZ/SN/900). Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Ročné rozbor, 1992: Ročné rozbor za rok 1992, Slovenské magnezitové závody, š. p., Košice, archív Slovenského banského archívu v Banskej Štiavnici.
- Radvanec, M., Németh, Z., Bajtoš, P., (Eds.), 2010: Magnesite and Talc in Slovakia – Genetic and Geoenvironmental Models: Magnezit a talk na Slovensku – genetický a geoenvironmentálny model. / – Bratislava : Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2010. – 189 s. ISBN 978-80-89343-31-7.
- 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 01.2013. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ.
- Šalamon, M., Šimek, R., 2014: Hydrogeologický prieskum a odvodňovanie ložiska lignitu Gbely, DP-Gbely III, Baňa Čáry a.s., stav k 01.2014. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ.
- Šalamon, M., Šimek, R., 2015: Hydrogeologický prieskum a odvodňovanie ložiska lignitu Gbely, DP-Gbely III, Baňa Čáry a.s., stav k 01.2015. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ.
- 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. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- 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.
- 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. Manuskript. Geocomplex, a. s., Bratislava: 2005, s. 1 – 76.
- Zvarová, I., Jankulár, M., Šefčík, P., Dananaj, I., Zlocha, M., Šimeková, J., Gluch, A., Bystrická, G., Lacenová, K., 2015: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Lokalita: MEZ č. 90, Banská Štiavnica – odkalisko Lintich. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Zvrškovec, B., 2020: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2019. Hlavný banský úrad Prievidza.