

MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA



Podsystem 04

Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

Správa za rok 2021

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

Číslo geologickej úlohy: **207**

Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy: **RNDr. Peter Ondrus**

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

Spoluriešitelia: **Mgr. Eduard Mašlár**

Mgr. Ingrid Mašlarová

Mgr. Milan Siska

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

Štatutárny zástupca zhotoviteľa geologických prác:

RNDr. Igor Slaninka, PhD.
generálny riaditeľ ŠGÚDŠ

Spišská Nová Ves december 2022

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 kritérium horninového prostredia, pôdy a podzemnej vody podľa príloh 12a a 12b k smernici MŽP SR č. 1/2015-7
IT	Intervenčné kritérium 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 pozadovej koncentrácie pre daný vodný útvar
OBÚ	Obvodný banský úrad
RB	Rudné bane, š. p.
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 pozadovej koncentrácie pre daný vodný útvar
ŠHRO	Štiavnicko-hodrušký rudný obvod
VDŠ	Voznická dedičná štôľňa
VŤŽP	Podsystem 04 Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie ČMS – Geologické faktory

Obsah	Strana
1 Úvod	4
2 Základná charakteristika monitorovacej siete	5
3 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia.....	7
4 Výsledky monitorovania	13
4.1 Štiavnicko-hodrušský rudný obvod.....	13
4.2 Lokalita Kremnica.....	19
4.3 Lokalita Dúbrava.....	23
4.4 Lokalita Pezinok.....	28
4.5 Lokalita Špania Dolina.....	38
4.6 Lokalita Rudňany – Poráč	43
4.7 Lokalita Nižná Slaná	60
4.8 Lokalita Slovinky	74
4.9 Lokalita Rožňava.....	80
4.10 Lokalita Smolník	84
4.11 Lokalita Novoveská Huta.....	88
4.12 Lokalita Podrečany.....	100
4.13 Lokalita Prešov – Solivary	108
4.14 Lokalita Veľký Krtíš	119
4.14 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu	121
5 Závery.....	122
6 Literatúra	129

1 Úvod

Medzi najvážnejšie negatívne vplyvy ťažby nerastných surovín na životné prostredie patrí narušenie stability povrchu, indukované prítomnosťou otvorených vytŕažených priestorov v podzemí. Vplyvom týchto javov vznikajú škody na stavebných objektoch, líniových stavbách, pôdnom fonde a lesnom poraste, i nebezpečenstvo úrazov a ohrozenie života pri pohybe osôb. Drenážnym účinkom banských diel dochádza k odvodňovaniu horninových komplexov, zníženiu výdatnosti využívaných zdrojov podzemnej vody a vzniku sústredených výtokov banských vôd na povrch. Ich anomálne chemické zloženie často negatívne ovplyvňuje kvalitu povrchových tokov. Pozostatkom ťažby sú akumulácie veľkého množstva zostatkových materiálov s obsahom kontaminantov na haldách a odkaliskách a s tým súvisiaca kontaminácia povrchových a podzemných vôd. V blízkosti závodov s tepelným spracovaním vytŕaženej 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 bankou činnosťou. Následne bola realizovaná geologická úloha „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí, vznikajúcich bankou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). V nej bol navrhnutý systém zisťovania škôd na životnom prostredí a boli vybraté najrizikovejšie lokality na zaradenie do tohto systému. Išlo o otvorený systém, v ktorom sa počet lokalít a rozsah monitoringu menili podľa aktuálnych potrieb a možností financovania.

V roku 2006 boli do informačného systému *ČMS – Geologické faktory*, podsystemu 04 *Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie* (VŤŽP) prevzaté vstupné údaje, ktoré sú výsledkom riešenia uvedenej geologickej úlohy. V roku 2007 bolo zahájené 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 (Bajtoš et al., 2012). V roku 2020 bolo k monitorovaným lokalitám zaradené i lúhovacie pole ložiska soli Prešov – Solivary a zatopený lom na ložisku magnezitu v Podrečanoch. 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 VŤŽP terénny monitoring geochemických a hydrogeologických aspektov v období rokov 2007 – 2015.

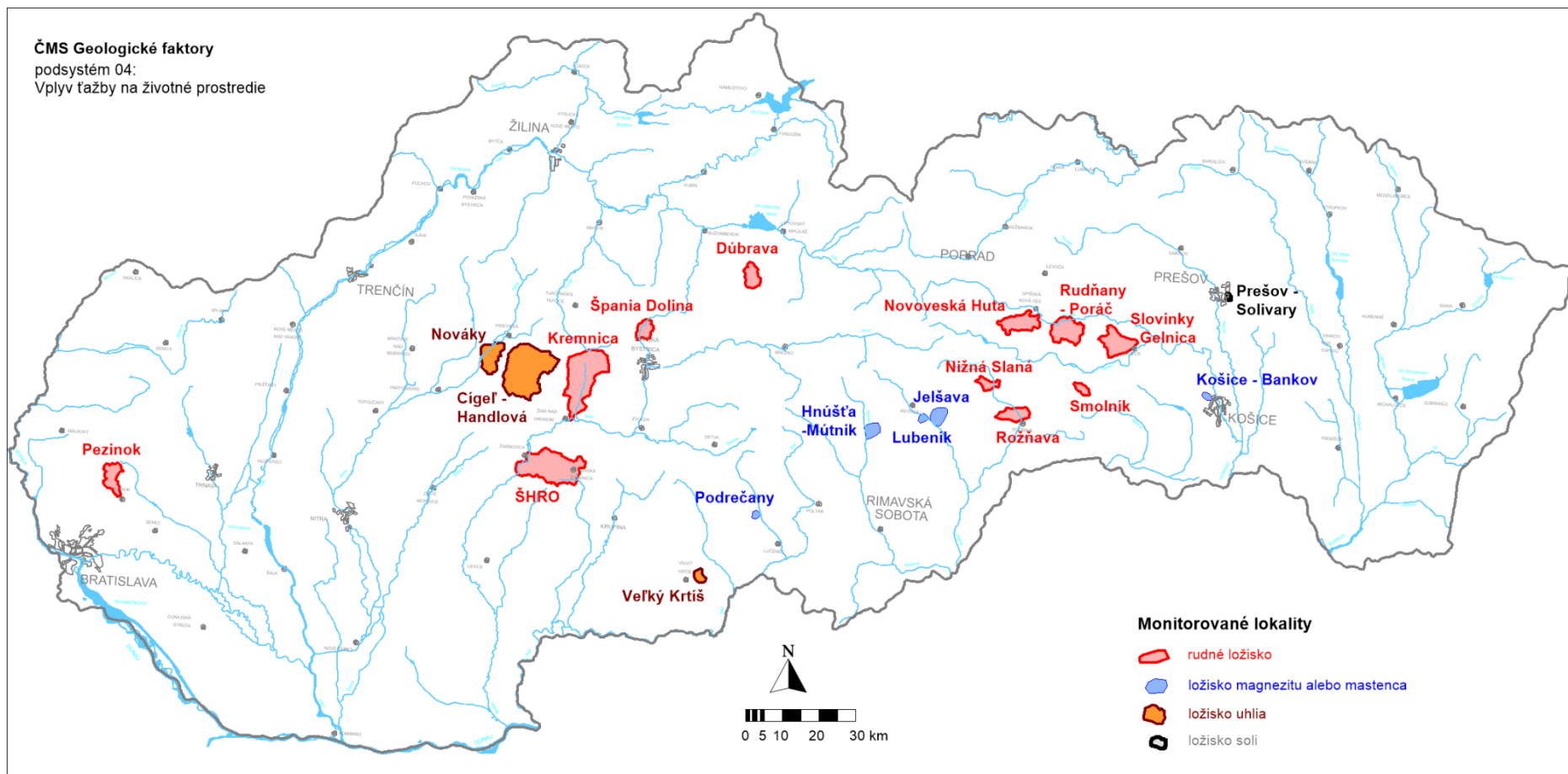
Monitoring vykonávaný v rámci VŤŽP sa netýka bezpečnostného a stabilného hodnotenia odkalísk, ktoré sú podľa vodného zákona vodnými stavbami. Vodohospodárska výstavba, š.p. nad nimi vykonáva odborný technicko-bezpečnostný dohľad, ktorý je zameraný na zisťovanie technického stavu vodných stavieb, ktorých poškodenie môže spôsobiť ohrozenie príslušného územia, životov ľudí a majetku. Monitoring v rámci VŤŽP taktiež nezahŕňa sledovanie nakladania s bankým 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. 2.1 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. 3.1 a 3.3). 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 – Poráč, Slovinky – Gelnica, Smolník, Novoveská Huta, Rožňava, Nižná Slaná, Štiavnicko-hodrušský rudný obvod (ŠHRO), Kremnica, Špania Dolina, Dúbrava a Pezinok. Ťažba nerastov na hodnotených lokalitách bola v minulosti ukončená, v súčasnosti prebieha už len na sadrovcovej bani Mária v Novoveskej Hute a na rudnej 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 2021 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 prejavov na ložiskách. Terénny monitoring nezahŕňa uhoľné ložiská a ťažené ložiská magnezitu a mastenca. V roku 2021 boli realizované 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. Rekognoskačné a dokumentačné terénne práce boli v roku 2021 realizované i na lokalite Podrečany (zatopený magnezitový lom) a Prešov – Solivary (opustené lúhovacie pole ložiska soli).



Obr. 2.1 Situácia lokalít intenzívne postihnutých ťažbou nerastov zaradených do štátneho monitoringu v rámci VTŽP

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 a povrchovej vody. Rozsah sledovaných ukazovateľov kvality je na pozorovaných lokalitách volený podľa geochemického typu ložiska a doterajších výsledkov monitoringu a je preto miestne špecifický (tab. 3.1). Na každom pozorovacom objekte sa pri odbere vzorky vody meria i prietok, resp. úroveň hladiny. 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. Na vybraných lokalitách sa nepravidelne odoberajú i vzorky sedimentu.

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 STN EN ISO 5667-1, ISO 5667-2 a STN EN 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 ISO 5667-11 *Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd*. Odporúča sa používať ju spoločne s STN EN ISO 5667-1, ISO 5667-2 a STN EN 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. Priamo v teréne sú 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 sú vykonávané v akreditovanom laboratóriu GAL ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi. Pre stanovenie jednotlivých ukazovateľov vo vodách boli použité analytické metódy, ktoré sú uvedené v tab. 3.2. 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. 3.1 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 2021					Frekvencia meraní	Skupiny sledovaných parametrov
			Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska			
Rudňany – Poráč	V	3	3	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2, Hg	
	V	1	0	0	1	0	6x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR1, ZR2, Hg, DOC – 2x	
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	H, TP, SR, SP1, SP2, ZR1, ZR2, Hg	
	V	3	0	1	1	1	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR1, ZR2, Hg, DOC	
							3x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2, Hg	
Slovinky – Gelnica	V	5	5	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1	
	V	1	0	0	1	0	6x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, DOC – 2x	
	V	4	0	0	2	2	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, CN ⁻ - 2x	
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1	
Smolník	V	2	2	0	0	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR2	
	V	1	0	0	1	0	6x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR1, ZR2, DOC – 2x	
	V	4	0	0	2	2	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR1, ZR2, CN ⁻ - 2x	
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR2	
Novoveská Huta	V	3	3	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, U, 226Ra	
	V	1	1	0	0	0	4x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, U, 226Ra	
	V	3	0	0	3	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, U, 226Ra, 222Rn	
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1, U, 226Ra, 222Rn	
N. Huta – Teplička	V	1	1	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR	
	V	2	0	0	2	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1	
Rožňava	V	3	0	0	3	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR1, ZR2, Hg	
							2x ročne	Q, TP, SR, SP1	
Nižná Slaná	V	1	0	0	0	1	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, CN ⁻	
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2	
Štiavnicko-hodrušský rudný obvod (ŠHRO)	V	6	6	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2	
	V	6	0	0	5	1	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2	
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2	
Kremnica	V	1	1	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, Hg, CN ⁻	
	V	4	0	0	3	1	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2; Hg a CN ⁻ - 1x	
Špania Dolina	V	3	3	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1	
	V	5	0	0	4	1	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2	
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1	

Pokračovanie tab. 3.1

Lokalita	Typ obj.	Počet monitor. objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd a sedimentov sledované v roku 2021					Frekvencia meraní	Skupiny sledovaných parametrov
			Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska			
Dúbrava	V	2	2	0	0	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1	
	V	6	0	0	6	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2	
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1	
Pezinok	V	2	0	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2	
	V	6	0	0	0	6	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, DOC, U, Ra226	
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1	
Podrečany	V	1	jazero – 2 vzorky	0	0	0	1x ročne	H, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2	
Prešov -	V	6	6	0	0	0	1x ročne	Q, TP	
Solivary	V	22	0	22	0	0	1x ročne	H	

Vysvetlivky: Typ objektu: V – voda, S – sediment. Skupiny parametrov: Q – prietok toku resp. výdatnosť prameňa; TP – základné fyzikálno-chemické parametre: teplota vzduchu, teplota vody, merná elektrolytická vodivosť vody, obsah kyslíka rozpusteného vo vode; SR – obsah Ca, Mg, Fe, Mn, SO₄; SP1 – obsah As, Sb, Cu, Zn, Pb, Cd, Ba, Al, Ni; SP2 – obsah Cr, Co, Se, V, Be, Mo, Sn, Ag; ZR1 – KNK_{4,5}, ZNK_{8,3}, Na, K, Sr, Fe²⁺, HCO₃, CO₃, F, Cl, SiO₂; ZR2: NH₄⁺, NO₂, NO₃.

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.). Požadované koncentrácie kovov pre jednotlivé útvary povrchových vôd Slovenska sú prevzaté z publikácie Bodiš et al. (2010). Keďže Sb a Ba sa nenachádzajú 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 ich 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.

Tab. 3.2 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.

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 – 2021 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 počítačových programov MapInfo Professional a QGIS.

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, príp. s horizontálnou a vertikálnou presnosťou do 0,02 m (podľa prekrytia územia vegetačným pokryvom). Subsidenčné výškové zmeny sú príp. overované výškovou digitálnou niveláciou. Digitálnym fotografickým snímokovaním 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. 5.1). 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. 3.3 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-hodrušského rudného obvodu (ŠHRO) v súčasnosti vykonáva ťažbu polymetalického zrudnenia Pb, Zn a Cu s obsahom Au, Ag len Slovenská banská spol. s r. o., Hodruša – Hámre, v bani Rozália. V roku 2020 vyťažila 51,4 kt rudy (HBÚ, 2022).

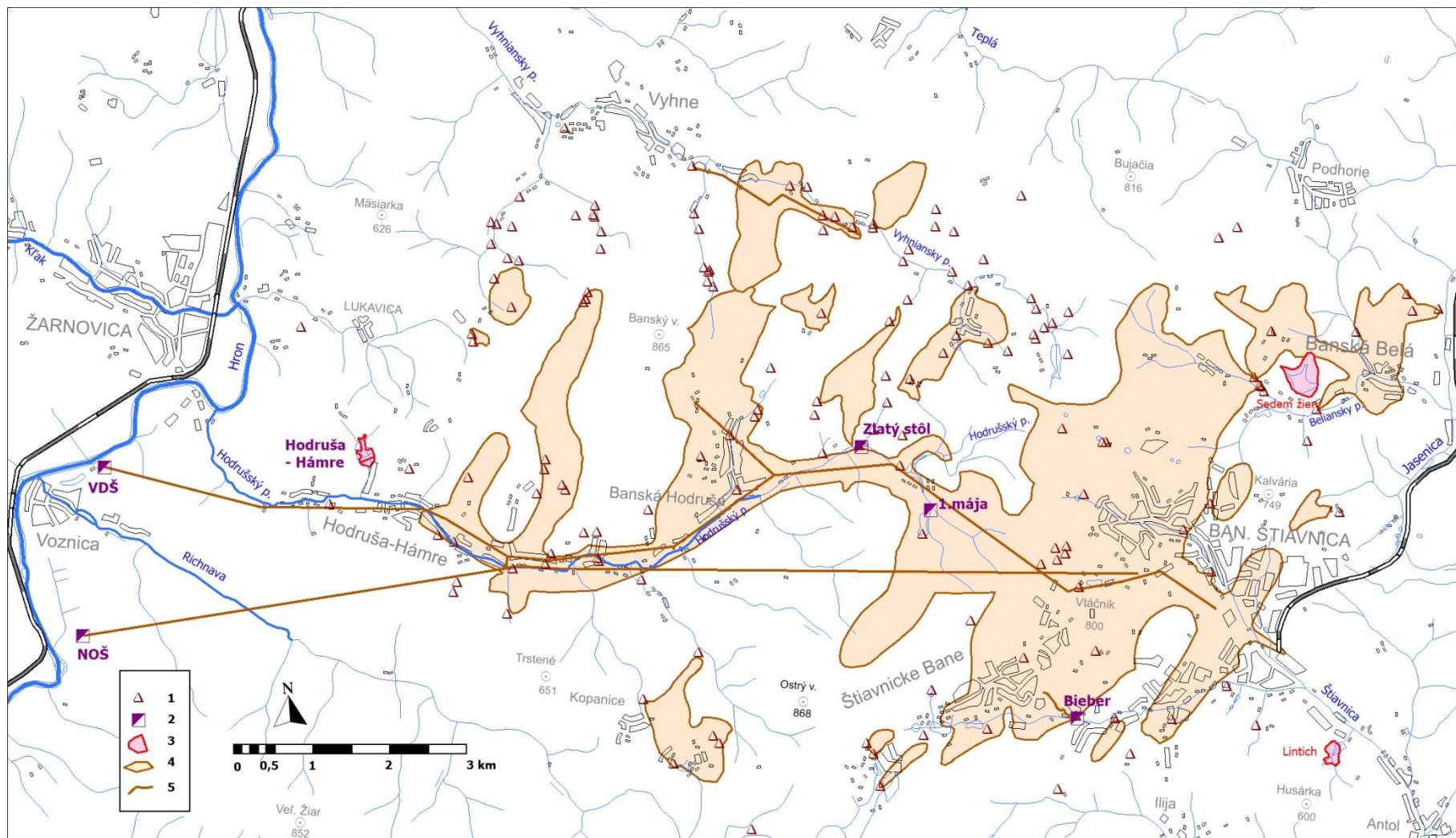
V oblasti ŠHRO sa nachádza 160 štôlní s výtokom banskej vody, pričom väčšina z nich je súčasťou rozsiahleho navzájom prepojeného systému, odvodňovaného dvoma dedičnými štôlnami – Voznickou dedičnou štôľňou (VDŠ) a Novou odvodňovacou štôľňou (NOŠ). Nachádzajú sa tu tri odkaliská: Hodruša – Hámre, Sedem žien a Lintich. Odkalisko Hodruša – Hámre je v súčasnosti prevádzkované. Opustené a sanované odkalisko Sedem žien je registrovanou environmentálnou záťažou (SK/EZ/BS/79) a jeho environmentálne vplyvy sú monitorované (Kordík et al., 2015b; Kordík, 2020a). Odkalisko Lintich bolo odstavené v roku 1975, dnes je registrovanou environmentálnou záťažou (SK/EZ/BS/85) s monitorovanými environmentálnymi vplyvmi (Kordík et al., 2015a; Kordík, 2020b). Vplyvy podrúbania na povrch majú v ŠHRO len lokálny charakter.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

V oblasti ŠHRO sú v rámci VŤŽP od roku 2007 sledované výtoky banskej vody z dvoch dedičných odvodňovacích štôlní (VDŠ a NOŠ), z jednej z významnejších starých štôlní (štôľne Zlatý stôl) a drenážna voda odkaliska v Hodruši (obr. 4.1.1). VDŠ je sledovaná len pri jej ústí, situovanom cca 50 m od rieky Hron. NOŠ je sledovaná na dvoch miestach – pri ústí štôľne a po cca 800 m pri jej vyústení do rieky Hron. U štôľne Zlatý stôl a odkaliska v Hodruši bol sledovaný aj ich vplyv na kvalitu vody v recipientoch. V rámci VŤŽP boli na týchto objektoch odoberané vzorky vody a sedimentu 1x ročne v období 2007 – 2013. V rokoch 2014 – 2019 bola voda týchto objektov vzorkovaná dvakrát ročne. V roku 2020 a 2021 boli štôľne a odkalisko vzorkované 2-krát, povrchové toky raz. 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, štyrikrát v roku 2012 a raz v roku 2013 – tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia v rámci VŤŽP. Od roku 2019 sú vzorkované i výtoky banskej vody zo štôľne 1. mája nad Horným Hodrušským jazerom a zo štôľne Bieber v Štiavnických Baniach. V roku 2016 a 2017 tu bolo odobratých a analyzovaných spolu 8 vzoriek vodného sedimentu.

Z výsledkov monitorovania vody Hodrušského potoka (objekty ŠHRO5, ŠHRO6, ŠHRO8 a ŠHRO9) vyplýva, že v hodnotenom období jej kvalita vyhovovala požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 4.1.1, 4.1.2). Hoci voda odkaliska v Hodruši (objekt ŠHRO4) mala zvýšený obsah SO₄, Mn, Zn a Ca a vysokú hodnotu vodivosti vody, neprejavuje sa to negatívne na kvalite miestneho recipientu monitorovaného v profile pod odkaliskom (objekt ŠHRO5). Podobne sa zvýšený obsah Mn a Ca v banskej vode štôľne Zlatý stôl (objekt ŠHRO7) neprejavuje negatívne na kvalite potoka pod vyústením tejto štôľne (objekt ŠHRO9).

Riziko negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody v ŠHRO predstavuje hlavne banská voda VDŠ (objekt ŠHRO3). Obsah zinku v nej predstavuje v sledovanom období rokov 2007 – 2020 66-násobné prekročenie požiadavky na ročný priemer podľa prílohy č. 1 časť B nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z., obsah Pb 7,6-násobné, obsah Cd 15-násobné, obsah Mn 11-násobné a obsah Al 3,5-násobné prekročenie (tab. 4.1.2). V roku 2021 bola miera týchto prekročení výrazne nižšia v prípade Zn, Mn, Cd (tab. 4.1.2).



Obr. 4.1.1 Oblasť ŠHRO s vyznačením banských diel a monitorovaných banských objektov

Vysvetlivky: 4.1.1 –ústie štôlne s výtokom banskej vody, 2 – monitorované ústie štôlne s výtokom banskej vody, 3 – odkalisko, 4 – oblasť výskytu banských diel v podzemí (podrúbaná oblasť), 5 – priebeh významnej banskej chodby.

Tab. 4.1.1 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 - 20	77	8,10	250	0,09	0,366	0,322	0,13	0,891	0,0054	0,0017	0,005	0,0032	0,015	106	26
	2021	71	8,37	233	0,06	0,039	0,043	0,03	0,076	0,0003	0,0011	0,001	0,0002	0,016	99	24
ŠHRO2	2007 - 20	78	8,17	258	0,04	0,373	0,323	0,11	0,938	0,0051	0,0014	0,005	0,0033	0,016	108	26
	2021	77	8,10	264	0,03	0,058	0,123	0,03	0,354	0,0017	0,0011	0,003	0,0009	0,027	109	26
ŠHRO3	2007 - 20	133	7,46	634	0,15	2,095	3,162	0,70	5,053	0,0696	0,0050	0,027	0,0191	0,012	205	66
	2021	136	7,62	629	0,42	0,188	2,180	0,08	3,055	0,0021	0,0020	0,005	0,0124	0,020	201	71
ŠHRO4	2007 - 20	97	7,79	373	0,20	0,763	1,614	0,23	0,152	0,0138	0,0009	0,002	0,0002	0,026	120	28
	2021	179	8,17	883	0,34	0,171	2,435	0,04	0,743	0,0004	0,0012	0,003	0,0005	0,033	285	92
ŠHRO6	2007 - 20	37	8,17	83	0,26	0,143	0,051	0,07	0,020	0,0023	0,0025	0,002	0,0001	0,020	52	13
	2021	45	8,87	86	0,43	0,030	0,099	0,02	0,035	0,0003	0,0012	0,002	0,0001	0,256	69	18
ŠHRO5	2007 - 20	46	8,05	123	0,55	0,144	0,183	0,04	0,040	0,0028	0,0017	0,002	0,0002	0,030	64	17
	2021	66	8,77	210	0,42	0,033	0,396	0,12	0,134	0,0003	0,0038	0,002	0,0001	0,286	101	30
ŠHRO7	2007 - 20	83	7,35	141	0,03	0,267	0,474	0,01	0,011	0,0027	0,0007	0,001	0,0002	0,033	131	46
	2021	88	7,38	141	0,05	0,078	0,436	0,02	0,038	0,0003	0,0005	0,002	0,0001	0,035	128	48
ŠHRO8	2007 - 20	33	7,79	94	0,06	0,195	0,072	0,07	0,029	0,0023	0,0011	0,002	0,0001	0,016	50	9
	2021	36	7,94	101	0,06	0,173	0,027	0,03	0,012	0,0003	0,0011	0,001	0,0001	0,013	53	9
ŠHRO9	2007 - 20	39	7,85	97	0,04	0,329	0,181	0,05	0,010	0,0034	0,0012	0,002	0,0002	0,016	61	16
	2021	48	7,81	112	0,06	0,152	0,122	0,06	0,023	0,0003	0,0023	0,001	0,0001	0,050	71	18

Vysvetlivky: ŠHRO1 – NOŠ pri Hrone; ŠHRO2 – NOŠ; ŠHRO3 – VDS; ŠHRO4 – Hodruša, odkalisko; ŠHRO6 – Hodrušský potok nad odkaliskom; ŠHRO5 – Hodrušský potok pod odkaliskom; ŠHRO7 – Zlatý stôl, štôlna; ŠHRO8 – Zlatý stôl, potok nad štôlnou; ŠHRO9 – potok pod štôlnou Zlatý stôl. V rokoch 2019 – 2021 boli charakteristické hodnoty vody Hodruškého potoka na objektoch ŠHRO5 a ŠHRO9 určené výpočtom podľa zmiešavacej rovnice.

Tab. 4.1.2 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	Ba	Ca	Mg
ŠHRO1	2007 - 2020	0,70	V	1,00	0,07	0,18	1,07	0,66	11,58	0,58	0,11	0,36	2,59	0,15	1,06	0,13
	2021	0,65	V	0,93	0,05	0,02	0,14	0,15	0,99	0,03	0,07	0,07	0,16	0,16	0,99	0,12
ŠHRO2	2007 - 2020	0,71	V	1,03	0,03	0,19	1,08	0,54	12,18	0,56	0,09	0,34	2,61	0,16	1,08	0,13
	2021	0,70	V	1,05	0,02	0,03	0,41	0,15	4,59	0,18	0,07	0,17	0,70	0,27	1,09	0,13
ŠHRO3	2007 - 2020	1,21	V	2,53	0,12	1,05	10,54	3,51	65,63	7,57	0,32	1,84	15,29	0,12	2,05	0,33
	2021	1,24	V	2,51	0,33	0,09	7,27	0,40	39,68	0,23	0,13	0,34	9,92	0,20	2,01	0,36
ŠHRO4	2007 - 2020	0,88	V	1,49	0,16	0,38	5,38	1,15	1,00	1,63	0,06	0,12	0,09	0,26	1,20	0,14
	2021	1,63	V	3,53	0,26	0,09	8,12	0,20	4,88	0,05	0,08	0,16	0,20	0,33	2,85	0,46
ŠHRO6	2007 - 2020	0,34	V	0,33	0,20	0,07	0,17	0,34	0,13	0,27	0,16	0,11	0,07	0,20	0,52	0,06
	2021	0,41	V	0,34	0,33	0,02	0,33	0,10	0,23	0,03	0,08	0,11	0,02	2,56	0,69	0,09
ŠHRO5	2007 - 2020	0,41	V	0,49	0,43	0,07	0,61	0,21	0,26	0,33	0,11	0,13	0,07	0,30	0,64	0,08
	2021	0,60	V	0,84	0,00	0,02	1,32	0,61	0,88	0,03	0,25	0,11	0,05	2,86	1,01	0,15
ŠHRO7	2007 - 2020	0,75	V	0,57	0,03	0,13	1,58	0,07	0,07	0,24	0,06	0,06	0,09	0,33	1,31	0,23
	2021	0,80	V	0,56	0,04	0,04	1,45	0,08	0,25	0,02	0,05	0,08	0,06	0,35	1,28	0,24
ŠHRO8	2007 - 2020	0,30	V	0,38	0,04	0,10	0,24	0,34	0,19	0,20	0,10	0,12	0,06	0,16	0,50	0,05
	2021	0,33	V	0,40	0,05	0,09	0,09	0,15	0,08	0,02	0,10	0,05	0,02	0,13	0,53	0,05
ŠHRO9	2007 - 2020	0,35	V	0,39	0,03	0,16	0,60	0,25	0,06	0,30	0,10	0,08	0,09	0,16	0,61	0,08
	2021	0,44	V	0,45	0,04	0,08	0,41	0,30	0,15	0,02	0,20	0,06	0,04	0,50	0,71	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 RP-PoK a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 41.1.

V banskej vode NOŠ (ŠHRO11) ide v období rokov 2007 – 2020 o 12-násobné prekročenie RP-PoK pre Zn, 2,6-násobné prekročenie pre Cd a 1,1-násobné prekročenie pre

Mn. V roku 2021 bola miera týchto prekročení výrazne nižšia (tab. 4.1.2) u zinku, obsahy Cd a Mn boli vyhovujúce. Kvalita vody Hrona na monitorovacom mieste Hron – Brehy (SHMÚ, NEC: R232000D), vzdialenom 10 km pod VDS, nebola v roku 2021 sledovaná.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) môžeme konštatovať, že kvalita banskej vody štólne VDS v hodnotenom období je vysoko riziková. Indikačné kritérium podzemnej vody (ID) prekračuje v období 2007 – 2020 v priemere 3,4-krát obsah Zn, 3,8-krát Cd a 2,8-krát Al. Mierne pod úrovňou ID je obsah Pb (tab. 4.1.3). V roku 2021 je prekročenie ID pre Zn 2-násobné, pre Cd 2,5-násobné a obsah Al bol pod limitom. Intervenčné kritérium (IT) je v období rokov 2007 – 2020 (tab. 4.1.4) 1,8-násobne prekročené pre Al a mierne i pre Zn, Cd je tesne pod jeho úrovňou. V roku 2021 nebolo prekročenie IT-kritéria zaznamenané. V drenážnej vode odkaliska v Hodruši ani v banskej vode štólne Zlatý stôl neprekračuje IT žiaden zo sledovaných ukazovateľov (tab. 4.1.4).

Tab.4.1.3 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	2007-2020	0,39	V	0,02	0,43	0,63	0,05	0,03	0,01	0,65	0,03
	2021	0,38	V	0,01	0,12	0,24	0,02	0,02	0,003	0,18	0,05
ŠHRO3	2007-2020	0,67	V	0,03	2,81	3,37	0,70	0,10	0,03	3,82	0,03
	2021	0,68	V	0,15	0,32	2,04	0,02	0,04	0,01	2,48	0,04
ŠHRO4	2007-2020	0,48	V	0,29	0,92	0,10	0,14	0,02	0,002	0,04	0,05
	2021	0,90	V	0,15	0,16	0,50	0,004	0,02	0,003	0,09	0,07
ŠHRO7	2007-2020	0,41	V	0,02	0,05	0,01	0,03	0,01	0,001	0,04	0,07
	2021	0,44	V	0,01	0,06	0,025	0,003	0,01	0,002	0,03	0,07
ŠHRO11	2019 - 20	0,46	V	0,01	2,47	0,03	0,004	0,23	0,001	0,02	0,02
	2021	0,47	V	0,01	2,04	0,02	0,003	0,19	0,001	0,01	0,02
ŠHRO14	2019 - 20	0,57	V	0,03	0,28	0,25	0,004	0,01	0,002	0,255	0,03
	2021	0,70	V	0,01	0,12	0,35	0,003	0,01	0,001	0,33	0,03

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7, hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom, označenie objektov ako pri tab. 4.1.1 a 4.1.5.

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

Zavalené ústie štólne 1.mája (ŠHRO14) sa nachádza v povodí Hodrušského potoka nad Dolným Hodrušským jazerom. Z banskej vody sa v priestore pod štôlnou k cestnej komunikácii križujúcej bezmenný potok tečúci z Horného Hodrušského jazera intenzívne zráža a akumuluje okrový sediment. Podľa výsledkov vzorkovania z rokov 2019 – 2020 a 2021 je táto banská voda riziková z hľadiska požiadaviek na kvalitu vody povrchových tokov obsahom SO₄, Fe, Mn, Al a Ca (tab. 4.1.6). Vzorkovaním potoka v profile ŠHRO12 pod touto štôlnou, nad Dolným Hodrušským jazerom, sa toto riziko preukázalo pre kvalitatívne parametre SO₄, Mn a Ca. Obsah hliníka zistený v banskej vode tejto štólne prevyšuje indikačné i intervenčné kritérium kvality podzemnej vody.

Ústie štólne 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. 10). Po zmiešaní banskej vody s vodou toku Štiavnica zostáva obsah týchto prvkov nadlimitný občasne. Nadlimitný obsah zinku bol v toku Štiavnica v roku 2019 dokumentovaný i na monitorovacom mieste kvality povrchových vôd SHMÚ „nad Svätým Antonom“, tu však aj s nadlimitným obsahom Cd a Pb (Májovská et al., 2020). V roku 2021 tento objekt nebol

monitorovaný. Znáмым zdrojom, ktorý prispieva k znečisteniu potoka Štiavnica kovmi, je odkalisko Lintich. Jeho drenážna voda obsahuje 0,1 – 1,1 mg/l Zn, 0,5 – 3,1 µg/l Cd a 1,2 – 2,1 mg/l Mn (Kordík et al., 2015a). Ako však ukazujú výsledky vzorkovania vody Štiavnice nad a pod vyústením drenážnej vody odkaliska (Kordík et al., 2015), tento vplyv na kvalitu jej vody nie je významný. Obsah zinku býva 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 a 0,176 mg/l v roku 2020 (tab. č. 4.1.7). V roku 2021 nebol sledovaný. 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 (Májovská et al., 2020). V roku 2020 a 2021 tu však obsahy týchto kovov neboli sledované. Negatívny vplyv drenážnych vôd odkaliska Sedem žien na kvalitu vody Belianskeho potoka bol dokumentovaný monitoringom v rokoch 2013 – 2015 (Kordík et al., 2015), s prekročením limitov pre Cd, Zn, Mn, SO₄ a Ca. Z hľadiska kritérií pre kvalitu podzemnej vody je banská voda štôlne Bieber v sledovaných parametroch vyhovujúca.

Tab. 4.1.4 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 – 2020	0,26	V	0,27	0,19	0,03	0,01	0,003	0,16	0,01
	2021	0,26	V	0,08	0,07	0,01	0,01	0,001	0,04	0,01
ŠHRO3	2007 – 2020	0,44	V	1,76	1,01	0,35	0,05	0,014	0,96	0,01
	2021	0,45	V	0,20	0,61	0,01	0,02	0,003	0,62	0,01
ŠHRO4	2007 – 2020	0,32	V	0,57	0,03	0,07	0,01	0,001	0,01	0,01
	2021	0,60	V	0,10	0,15	0,002	0,01	0,002	0,02	0,02
ŠHRO7	2007 – 2020	0,28	V	0,03	0,002	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01
	2021	0,29	V	0,04	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,02
ŠHRO11	2019 – 2020	0,31	V	1,54	0,01	0,002	0,12	0,0005	0,006	0,01
	2021	0,31	V	1,28	0,01	0,001	0,10	0,0005	0,003	0,005
ŠHRO14	2019 – 2020	0,38	V	0,18	0,07	0,002	0,006	0,0009	0,06	0,01
	2021	0,47	V	0,08	0,11	0,001	0,01	0,0005	0,08	0,01

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7, hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom, označenie objektov ako pri tab. 4.1.1 a 4.1.5..

Tab. 4.1.5 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody v objektoch ŠHRO zaradených do monitoringu v roku 2019

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
ŠHRO10	2019 – 20	39	7,70	130	0,025	0,047	0,010	0,02	0,010	0,0003	0,0006	0,001	0,0001	0,018	60	10
	2021	43	7,83	166	0,08	0,030	0,013	0,02	0,012	0,0003	0,0006	0,001	0,0001	0,018	64	11
ŠHRO11	2019 – 20	93	6,10	474	0,10	5,375	0,490	0,62	0,048	0,0004	0,0117	0,0003	0,0010	0,010	200	11
	2021	93	6,29	482	0,12	4,170	0,469	0,51	0,037	0,0003	0,0095	0,0003	0,0010	0,009	185	11
ŠHRO12	2019 – 20	76	7,38	430		0,422	0,434	0,09	0,024	0,0003	0,0014	0,001	0,0001	0,013	177	11
	2021	83	7,43	418	0,07	0,182	0,337	0,10	0,030	0,0003	0,0008	0,001	0,0001	0,015	160	12
ŠHRO13	2019 – 20	68	8,08	204		0,033	0,109	0,02	0,022	0,0006	0,0013	0,002	0,0001	0,019	94	27
	2021	56	7,84	142	0,09	0,084	0,346	0,02	0,029	0,0009	0,0013	0,003	0,0002	0,019	71	20
ŠHRO14	2019 – 20	113	7,39	403	0,05	0,028	0,342	0,07	0,370	0,0004	0,0006	0,002	0,0013	0,013	162	55
	2021	140	7,63	573	0,07	0,010	0,610	0,03	0,529	0,0003	0,0006	0,001	0,0017	0,013	189	75
ŠHRO15*	2019 – 20	91	8,14	299		0,037	0,199	0,07	0,164	0,0003	0,0013	0,001	0,0006	0,021	106	31
	2021	69	7,83	214	0,09	0,073	0,372	0,02	0,099	0,0008	0,0012	0,003	0,0004	0,018	90	29

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	NH ₄	Fe	Mn	Al	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba	Ca	Mg
ŠHRO10	2019 – 20	0,36	V	0,52	0,02	0,023	0,03	0,10	0,07	0,02	0,05	0,05	0,03	0,18	0,60	0,05
	2021	0,33	V	0,50	0,02	0,011	0,04	0,10	0,06	0,02	0,05	0,05	0,04	0,18	0,54	0,05
ŠHRO11	2019 – 20	0,84	V	1,90	0,07	2,69	1,63	3,09	0,31	0,03	1,02	0,05	0,05	0,10	2,00	0,05
	2021	0,85	V	1,93	0,09	2,09	1,56	2,55	0,24	0,02	0,83	0,05	0,02	0,09	1,85	0,05
ŠHRO12	2019 – 20	0,70	V	1,72		0,21	1,45	0,45	0,16	0,02	0,12	0,05	0,03	0,13	1,77	0,06
	2021	0,75	V	1,67	0,05	0,09	1,12	0,50	0,20	0,02	0,07	0,05	0,02	0,15	1,60	0,06
ŠHRO13	2019 – 20	0,62	V	0,82		0,02	0,36	0,10	0,14	0,07	0,15	0,12	0,06	0,19	0,94	0,14
	2021	0,51	V	0,57	0,07	0,04	1,15	0,10	0,19	0,11	0,15	0,16	0,09	0,19	0,71	0,10
ŠHRO14	2019 – 20	1,03	V	1,61	0,04	0,014	1,14	0,35	2,43	0,05	0,07	0,09	0,57	0,13	1,62	0,27
	2021	1,27	V	2,29	0,05	0,005	2,03	0,15	3,48	0,03	0,07	0,05	0,73	0,13	1,89	0,38
ŠHRO15*	2019 – 20	0,82	V	1,20		0,02	0,66	0,36	1,08	0,03	0,15	0,07	0,27	0,21	1,06	0,15
	2021	0,63	V	0,86	0,07	0,04	1,24	0,11	0,65	0,10	0,13	0,14	0,18	0,18	0,90	0,15

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. Vzorky sedimentu z vody NOŠ, odobraté v roku 2016, mali vyššie koncentrácie Zn a Cd ako priemerné hodnoty z monitoringu z rokov 2007 – 2013. Vzorky sedimentu z banskej vody štôlnie 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.

Tab. 4.1.7 Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody toku Štiavnica na monitorovacom mieste Pod ústím Ilijského potoka v roku 2020 (Döményová et al., 2021)

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-POK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Cd $\mu\text{g/l}$	12	0,180	1,510	1,276	0,636	5/5	3,5 / 2,25
Pb $\mu\text{g/l}$	12	0,30	1,46	0,57	0,41	-	15 / 2,2
Zn $\mu\text{g/l}$	12	71,70	370,00	251,90	176,18	5/5	- / 152

Inžinierskogeologické aspekty

V oblasti ŠHRO sa v minulosti nevykytli 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 štôlnie Glanzenberg a likvidáciu jej prejavov na povrchu realizované jej zabezpečenie, najmä odstránením čiastočných závalov, opravou existujúcej výmurovky štôlnie a novou kamennou výmurovkou nestabilných častí štôlnie (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 2021 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 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 žil s drahokovovou 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), v roku 2020 a 2021 sa vyťažilo po 50 t rudy (Zvrškovec, 2021, 2022).

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 amalgamácii a lúhovaní koncentráta kyanidom sodným. Hrádze sa postupne navyšovali z materiálu, ktorý sedimentoval v nádržkách. 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 µg/g, 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 sústreďuje 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 štôlna 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) a 2020 - 2021 (1 meranie). Monitoring je vykonávaný na troch výtokoch zo štôlní, dvoch profiloch povrchových tokov a výtoku priesakovej vody z odkaliska (tab. 4.2.1, obr. 4.2.1). V čase odberov vzoriek v rokoch 2020 a 2021 bola výpustná rúra priesakovej vody z odkaliska suchá.

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality vo vode Kremnického potoka pred ústím do Hrona za monitorované obdobie rokov 2008 – 2020 neprekročili hodnotu RP-PoK pri žiadnom zo sledovaných ukazovateľov. V roku 2021 bolo zistené mierne prekročenie RP-PoK pre arzén (tab. 13). Zdrojom zvýšenej koncentrácie Mn je banská voda Hlbokej štôlne, Hornoveskej štôlne i priesak z odkaliska v Hornej Vsi. Voda potoka v profile pod odkaliskom Horná Ves zväčša vyhovuje kvalitatívnym požiadavkám pre povrchovú vodu napriek tomu, že občasne vytekajúci priesak z odkaliska obsahuje vysoké koncentrácie SO₄, Mn, Zn a Cu. Vo vzorke z roku 2021 zistená hodnota neprekročila RP-PoK pre mangán. Úroveň obsahu kyanidov (pod medzou detekcie) bola v roku 2021 vyhovujúca, charakteristická hodnota pre roky 2009 – 2020 však mierne prekračuje požadovanú hodnotu 0,005 mg/l. V SHMÚ monitorovanom profile Kremnického potoka „Pod Kremnicou“ (R177010D) v roku 2020 obsah zinku vyhovoval požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (Döményová et al., 2021); v roku 2021 tu nebol sledovaný.

Banská voda Hlavnej dedičnej štôlne je riziková vo vzťahu ku kvalite povrchových vôd najmä koncentráciou Mn (tab. 4.2.2). Vo vode Hrona v profile R185000D Žiar nad Hronom, situovanom pod vyústením banskej vody Hlavnej dedičnej štôlne sa vo výsledkoch monitoringu SHMÚ obsah Mn neuvádza a zistený ročný priemer obsahu As 7,5 µg/l je nižší ako RP-PoK = 15,5 µg/l (Döményová et al., 2022).

Tab. 4.2.1 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	Ca mg/l	Mg mg/l
Kremnický potok	2008 – 20	27,1	7,76	35	0,06	0,00005	0,019	0,0126	0,0034	0,003	27	7
	2021	32,3	7,93	38	0,05	-	0,007	0,0135	0,0026	0,003	29	8
odkalisko Horná Ves	2008 – 20	88,6	7,04	466	5,35	0,00006	2,166	0,0072	0,0027	0,013	123	36
	2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potok pod odkaliskom	2008 – 20	36,4	8,01	57	0,26	0,00005	0,015	0,0053	0,0018	0,002	47	13
	2021	44,1	8,28	59	0,21	0,00005	0,006	0,0083	0,0013	0,001	51	16
Hlavná dedičná štôlna	2008 – 20	59,2	7,35	250	1,05	0,00007	0,051	0,0121	0,0052	0,004	87	23
	2021	58,8	7,26	234	0,92	-	0,044	0,0183	0,0042	0,002	71	19
Hlboká štôlna	2008 – 20	92,1	7,05	160	0,49	0,00007	0,020	0,0033	0,0029	0,002	98	32
	2021	102,0	6,99	139	0,48	-	0,001	0,0030	0,0006	0,001	101	33
Hornoveská štôlna	2008 – 20	13,2	6,00	46	0,34	0,00005	0,037	0,0022	0,0013	0,001	11	3
	2021	13,5	5,92	48	0,35	-	0,026	0,0020	0,0003	0,001	10	3

Tab. 4.2.2 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	Ca	Mg
Kremnický potok	2008 – 20	0.25	V	0.14	0.21	0,11	0.32	0.83	0.68	0.40	0.27	0.04
	2021	0.29	V	0.15	0.15	-	0.12	0.89	0.52	0.35	0.29	0.04
odkalisko Horná Ves	2008 – 20	0.81	V	1.86	17.85	0,13	28.13	0.47	0.55	1.04	1.23	0.18
	2021	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potok pod odkaliskom	2008 – 20	0.33	V	0.23	0.85	0,13	0.20	0.35	0.36	0.17	0.47	0.06
	2021	0.40	-	0.23	0.69	-	0.08	0.55	0.26	0.08	0.51	0.08
Hlavná dedičná štôľňa	2008 – 20	0.54	V	1.00	3.52	0,12	0.66	0.78	1.04	0.26	0.87	0.11
	2021	0.53	V	0.94	3.08	0,11	0.57	1.18	0.84	0.14	0.71	0.09
Hlboká štôľňa	2008 – 20	0.84	V	0.64	1.63	0,13	0.26	0.22	0.58	0.14	0.98	0.16
	2021	0.93	V	0.56	1.60	-	0.01	0.20	0.12	0.08	1.01	0.17
Homoveská štôľňa	2008 – 20	0.12	V	0.19	1.12	0,11	0.90	0.13	0.10	0.31	0.11	0.01
	2021	0.12	N	0.19	1.16	-	0.79	0.13	0.05	0.21	0.10	0.01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.

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 štôľní nebola počas monitorovaného obdobia v sledovaných parametroch riziková (tab. 4.2.3). 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 vo vode monitorovaných objektov pre rok 2021 s obdobím 2007 – 2020 zisťujeme, že nedošlo k významnej zmene oproti predošlému obdobiu (tab. 4.2.1).

Tab. 4.2.3 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Kremnica s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

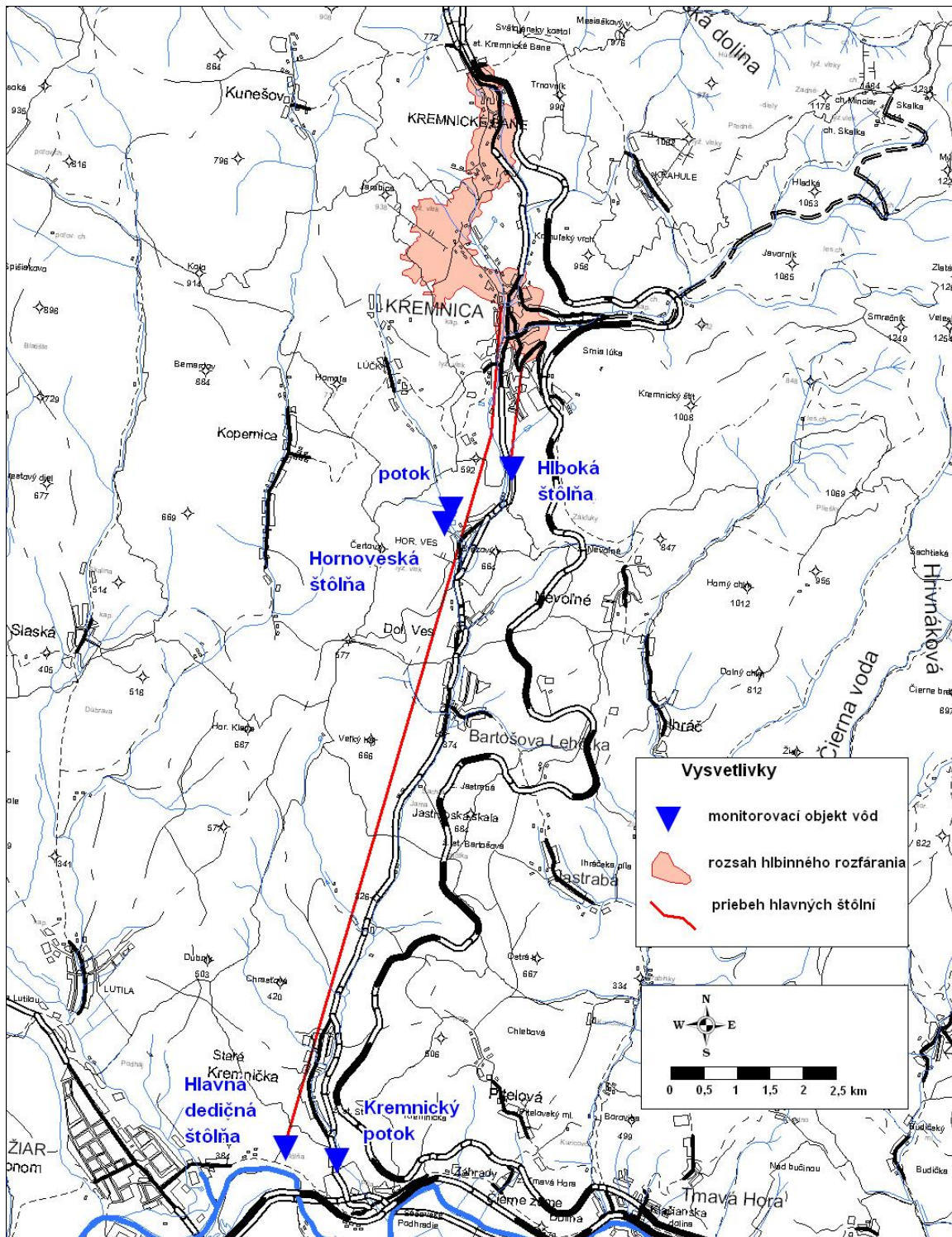
Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	As	Sb	Cu
odkalisko Horná Ves	2008 – 20	0,44	V	0,03	1,44	0,14	0,11	0,01
	2021	-	V	-	-	-	-	-
Hlavná dedičná štôľňa	2008 – 20	0,30	V	0,03	0,03	0,24	0,21	0,004
	2021	0,29	V	-	0,03	0,37	0,17	0,00
Hlboká štôľňa	2008 – 20	0,46	V	0,03	0,01	0,07	0,12	0,002
	2021	0,51	V	-	0,001	0,06	0,02	0,001
Homoveská štôľňa	2008 – 20	0,07	V	0,03	0,02	0,04	0,05	0,001
	2021	0,07	N	-	0,02	0,04	0,01	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.2.1.

Inžinierskogeologické aspekty

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

miestami 10 – 12 m pod povrch územia, to znamená len približne 8 – 9 m pod základovú škáru objektov takmer súvislej zástavby. Doterajšie výsledky však preukázali (Baliak et al., 1989), že nie je možné dostatočne spoľahlivo identifikovať prejavy podrúbania na povrchu, ale odporúča sa pokračovať v geodetickom monitoringu centrálnej mestskej oblasti (CMO) Kremnica. Zo záverov zvlášť detailného inžinierskogeologického mapovania do mapy mierky 1: 5 000 však vyplýva, že aj napriek veľkému rozsahu vydobytých priestorov je povrch územia Kremnice stabilný (Baliak et al., 1989). V roku 2021 neboli v tejto oblasti zaznamenané významné prejavy nestability.



Obr. 4.2.1 Situácia monitorovaných objektov v oblasti Kremnice

4.3 Lokalita Dúbrava

Ložisko antimonitovej rudy v rovnomennom DP a ChLÚ 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 banských diel a ochranu banských objektov. Okrem štôlní a háld 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 štôlne (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 háld 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. Uvedené lokality boli monitorované i v období rokov 2016 – 2020 (Gurinová, 2020a, 2020b).

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. V predmetnej správe sú 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. Sanáciu a odstránenie havárie odkaliska č. 2 zrealizovala v období 2019 až 2021 organizácia Envigeo, a.s. (Tupý et al., 2021).

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 bankých a povrchových vôd. V roku 2007 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci VŤŽP jednorazovým hydrometrovaním a vzorkovaním dvoch profilov potoka Paludžanka a piatich štôlní s výtokom banskej vody (tab. 4.3.1, obr. 4.3.1). V roku 2009 boli vykonané dva odbery vzoriek, pričom vzorkovaný navyše oproti roku 2008 bol Hlavný dopravný prekop. V rokoch 2010 až 2021 boli 2 krát ročne ovzorkované všetky spomenuté objekty.

Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z vykonaných laboratórnych analýz sú uvedené v tab. 4.3.1. 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 – 2020 a 2-násobne vyššiu v roku 2021 (tab. 4.3.2). 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 – 2020 pre antimón 28-násobne, v roku 2021 22-násobne. Pre arzén nie je prekročená (tab. 4.3.2). Obsah síranov a medi, i železa a mangánu vo vode tohto toku je nízky.

Tab. 4.3.1 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 - 2020	4,9	7,45	7	0,0059	0,0181	0,002
	2021	4,1	7,47	4	0,0050	0,0078	0,001
D7	2007 - 2020	8,5	7,69	17	0,0083	0,1391	0,001
	2021	7,7	7,77	13	0,0074	0,1083	0,001
D2	2007 - 2020	21,4	7,65	37	0,0309	1,1161	0,001
	2021	18,9	7,74	32	0,0326	0,921	0,001
D3	2007 - 2020	59,4	8,12	177	0,1133	7,913	0,002
	2021	57,7	8,33	155	0,2110	7,314	0,002
D4	2007 - 2020	42,6	7,94	136	0,0295	1,3783	0,001
	2021	44,8	7,96	141	0,0429	1,442	0,001
D5	2007 - 2020	42,9	8,11	108	0,0334	0,9934	0,001
	2021	39,5	8,00	95	0,0376	0,877	0,001
D6	2007 - 2020	42,5	8,03	119	0,0139	1,1449	0,001
	2021	42,3	8,05	113	0,0152	1,0995	0,001
D8	2009 - 2020	34,5	7,74	90	0,0308	2,4961	0,001
	2021	34,7	8,22	83	0,0394	2,5350	0,001

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. 4.3.1.

Tab. 4.3.2 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 - 2020	0,04	V	0,03	0,3	4	0,9
	2021	0,04	V	0,02	0,3	2	0,5
D7	2007 - 2020	0,08	V	0,07	0,5	28	0,5
	2021	0,07	V	0,05	0,4	22	0,5
D2	2007 - 2020	0,19	V	0,15	1,8	223	0,2
	2021	0,17	V	0,13	1,9	184	0,2
D3	2007 - 2020	0,54	V	0,71	6,5	1583	0,2
	2021	0,52	V	0,62	12,1	1463	0,2
D4	2007 - 2020	0,39	V	0,54	1,7	276	0,1
	2021	0,41	V	0,56	2,4	288	0,1
D5	2007 - 2020	0,39	V	0,43	1,9	199	0,1
	2021	0,36	V	0,38	2,1	175	0,1
D6	2007 - 2020	0,39	V	0,48	0,8	229	0,1
	2021	0,38	V	0,45	0,9	220	0,1
D8	2009 - 2020	0,31	V	0,36	1,8	499	0,1
	2021	0,32	V	0,33	2,2	507	0,1

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 4.3.1.

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 štôlna Samuel a Hlavného dopravného prekopu (tab. 4.3.3 a 4.3.4). Obsahom arzenu je riziková len štôlna Samuel. Zistené údaje poukazujú na sezónny charakter kolísania koncentrácie kontaminantov, pričom obsah Sb stabilne vysoko prevyšuje príslušnú indikačnú hodnotu (ID) – u jednotlivých štôlní 30 až 300-násobne. Príslušná intervenčná hodnota je u týchto objektov prekročená 20 až 160-násobne (tab. 4.3.4). Charakteristické hodnoty obsahu Sb vo výtokoch banskej vody za rok 2021 sú zväčša mierne nižšie, alebo nezmenené, v porovnaní s obdobím rokov 2007 – 2020.

Tab. 4.3.3 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 - 2020	0,11	V	0,6	45	0,001
	2021	0,09	V	0,7	37	0,001
D3	2007 - 2020	0,30	V	2,3	317	0,002
	2021	0,29	V	4,2	293	0,002
D4	2007 - 2020	0,21	V	0,6	55	0,001
	2021	0,22	V	0,9	58	0,001
D5	2007 - 2020	0,21	V	0,7	40	0,001
	2021	0,20	V	0,8	35	0,001
D6	2007 - 2020	0,21	V	0,3	46	0,001
	2021	0,21	V	0,3	44	0,001
D8	2009 - 2020	0,17	V	0,6	100	0,001
	2021	0,17	V	0,8	101	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. Označenie objektov ako pri tab. 4.3.1.

Tab. 4.3.4 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 - 2020	0,07	V	0,3	22	0,001
	2021	0,06	V	0,3	18	0,001
D3	2007 - 2020	0,20	V	1,1	158	0,001
	2021	0,19	V	2,1	146	0,001
D4	2007 - 2020	0,14	V	0,3	28	0,001
	2021	0,15	V	0,4	29	0,001
D5	2007 - 2020	0,14	V	0,3	20	0,001
	2021	0,13	V	0,4	18	0,001
D6	2007 - 2020	0,14	V	0,1	23	0,001
	2021	0,14	V	0,2	22	0,001
D8	2009 - 2020	0,12	V	0,3	50	0,001
	2021	0,12	V	0,4	51	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4. Označenie objektov ako pri tab. 4.3.1.

Kvalita vody toku Paludžanka bola v roku 2020 a 2021 sledovaná SHMÚ, nad zaústením do VN Liptovská Mara. Obsah Hg, Cd, Pb, As, Cu, Cr, Ni i Zn vyhovoval požiadavkám na kvalitu povrchovej vody, obsah Sb nebol sledovaný (Döményová et al., 2021, 2022). V roku 2021 bola kvalita tohto toku sledovaná i pri horárni nad obcou Dúbrava - obsah Hg, Cd, Pb, As, Cu, Cr, Ni i Zn vyhovoval požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (Döményová et al., 2022).

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho 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. 4.3.5). V obsahu bária prekračuje intervenčné kritérium pre obytné zóny a v obsahu As indikačné kritérium.

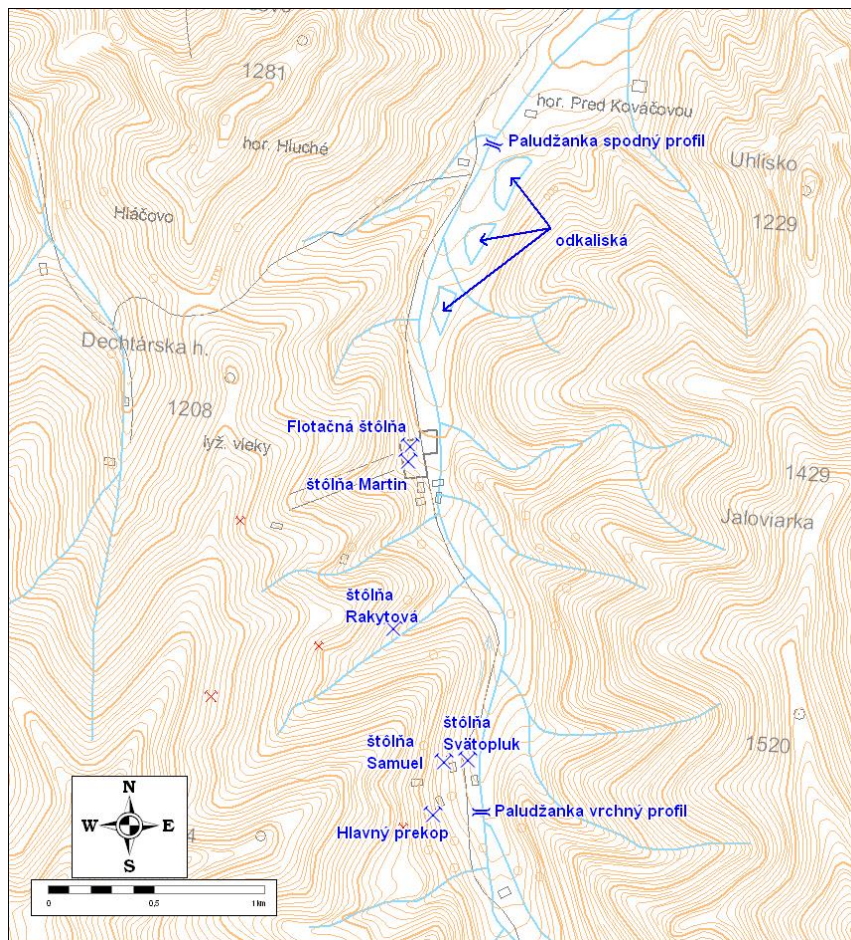
Tab. 4.3.5 Chemické zloženie sedimentu z 15. 10. 2019 z potoka Paludžanka pri horárni Hluché

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. 4.3.1: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Dúbrava

Inžinierskogeologické aspekty

Na lokalite Dúbrava ťažba nevyvolala významnejšie geodynamické javy. Nevyskytujú sa tu významné poklesy terénu nad bankskými dielami. Negatívne vplyvy hald, odkalísk a odvalov na životné prostredie boli redukované realizáciou „Plánu zabezpečenia hlavných. bankských diel, likvidácie bankských diel, povrchu a ložiska Dúbrava – Sb v rokoch 1991 – 1995“. Už v roku 1976 sa zabezpečila rekultivácia na viacerých hlušinových odvaloch. Na niektorých haldách, resp. odkaliskách v roku 1993 prebiehala rekultivácia (prekrytie zeminou); koruna a vonkajší svah hrádze odkaliska 3 sú zatrávnené a pokryté humusom. V dobývacom priestore Dúbrava prebiehali likvidačné práce v bankských dielach do roku 2008. 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 vykonáva v DP Dúbrava zabezpečenie bankských diel i kontrolu odkalísk (Zvrškovec, 2021). Ústia monitorovaných štólní sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2021 boli nepoškodené. Dňa 14. 11. 2019 vznikla v severnej časti odkaliska č. 2 Lazisko – Dúbrava havarijná svahová deformácia, ktorej dokumentácia je predmetom obhliadkovej správy (Bajtoš et al., 2019). Jej základné zistenia a návrhy ďalšieho postupu sú uvedené v ročnej správe monitoringu VŤŽP za rok 2020.

4.4 Lokality 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 banských dielach. V roku 1999 bol DP Pezinok zmluvne prevedený na organizáciu METAL – ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala likvidáciu lomu navážkou základkového materiálu. V DP Pezinok II v roku 2005 pre organizáciu Rudné bane, š. p. Banská Bystrica vykonávala banskú činnosť – zabezpečovanie banských diel dodávateľsky organizácia METAL – ECO SERVIS, spol. s r. o. Pezinok, ktorá vykonávala aj rekultivačné a sanačné práce na „Novom odkalisku“. Likvidácia lomu Kolársky vrch bola ku koncu roka 2009 vykonaná na cca 75 % z celkového objemu lomu (Správa o činnosti HBÚ za rok 2009). V roku 2009 bola zároveň v DP Pezinok realizovaná činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavov banskej činnosti na povrch – zavážanie prepadnutých štôlní, vetracích komínov, úprava nebezpečných odvalov a zabezpečovanie štôlní proti vstupu cudzích osôb, vyčistenie ústí štôlní (Antimónová štôlna, Pyritová štôlna, štôlna Budúcnosť – úprava žľabu v ústí na odtok banskej vody). V roku 2011 bola realizovaná štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica, činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavu bývalej banskej činnosti na povrchu, a to 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, v roku 2019 – 53,77 kt, v roku 2020 – 38,56 kt a v roku 2021 – 40,1 kt materiálu (Kolektív autorov, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, Zvrškovec 2020, 2021, 2022). DP Pezinok II získala v roku 2012 na základe výberového konania organizácia ELGEO – Trading, s.r.o. Pezinok, ktorá v rokoch 2013 až 2017 nevykonávala žiadnu banskú činnosť, v dôsledku čoho jej zaniklo oprávnenie na dobývanie a banské diela sú tu odvtedy v zabezpečení (Zvrškovec, 2020).

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

vody, ako stav vyžadujúci okamžitý sanačný zásah. Na základe výsledkov analýzy rizika bola vypracovaná štúdia uskutočniteľnosti sanácie.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Obeh podzemných vôd v oblasti je stabilizovaný, režim výtokov zo štôlní je úzko naviazaný na zrážkovo-klimatický režim. Na lokalite nebol v minulosti vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd, až v roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci VTŽP 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. 4.4.1. V rokoch 2009 – 2011 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne, v roku 2012 raz, v rokoch 2013 – 2018 opäť 2x ročne, v roku 2019 5-krát, v roku 2020 4-krát a v roku 2021 2-krát. Od roku 2019 sú monitorované i výtoky zo štôlní Trojárová, Čmele a Sirková.

V tab. 4.4.1 sú uvedené charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek v sledovanom období. Výtoky banskej vody obsahujú zvýšené koncentrácie antimónu a arzénu, 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 arzénu (v priemere približne 7,7-násobné prekročenie v období 2008 – 2020). Banská voda štôlne Rýhová tvorí celý prietok pravostranného prítoku Blatiny a trvale obsahuje zvýšené koncentrácie Fe, Al, Zn, Sb a Ni, ktoré nevyhovujú požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 4.4.2). V roku 2021 prekročila limit aj objemová aktivita ²²⁶Ra, avšak charakteristická hodnota pre obdobie 2008 – 2020 je nižšia ako limitná hodnota. Banská voda Pyritovej štôlne má z hľadiska rizika negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody zvýšený obsah síranového aniónu, vápnika, mangánu, arzénu a antimónu, i vysokú hodnotu EC. Banská voda štôlne Budúcnosť vykazuje zvýšený obsah síranového aniónu, železa, mangánu, arzénu, antimónu a niklu.

Tab. 4.4.1 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Pezinok

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Cd mg/l	²²⁶ Ra (Bq/l)
P1	2008 - 2019	56,3	6,88	198	84	5,315	0,278	0,37	0,1297	0,0007	0,0038	0,0092	0,0078	0,1055	0,00066	0,164
	2021	57,7	6,79	187	78	6,435	0,293	0,56	0,1360	0,0003	0,0048	0,0095	0,0125	0,1180	0,00055	0,222
P2	2008 - 2019	49,5	7,95	144	59	0,277	0,132	0,06	0,0055	0,0004	0,1346	0,0389	0,0019	0,0091	0,0001	0,085
	2021	58,3	8,03	178	71	0,299	0,183	0,03	0,0010	0,0003	0,2620	0,0604	0,0010	0,0070	0,00005	0,118
P3	2008 - 2019	118,3	7,85	558	149	0,320	0,570	0,03	0,0060	0,0010	0,0408	0,4239	0,0012	0,0173	0,00011	0,112
	2021	110,0	7,84	496	138	0,361	0,663	0,03	0,0035	0,0003	0,0493	0,3598	0,0010	0,0165	0,00005	0,089
P4	2008 - 2019	79,4	7,45	327	94	4,631	1,601	0,06	0,0764	0,0010	0,0294	0,0912	0,0015	0,0777	0,00028	0,094
	2021	83,5	7,47	357	101	5,290	2,050	0,08	0,0735	0,0003	0,0363	0,0855	0,0010	0,1145	0,00005	0,056
P5	2019 – 2020	39,7	7,37	105	70	1,096	0,145	0,02	0,0598	0,0003	0,0036	0,0678	0,0010	0,0378	0,00006	0,115
	2021	42,2	7,32	110	63	0,715	0,125	0,01	0,0425	0,0003	0,0060	0,0739	0,0010	0,0310	0,00008	0,190
P6	2019 – 2020	43,0	8,11	100	71	0,032	0,008	0,03	0,0032	0,0003	0,0486	0,3322	0,0010	0,0076	0,00005	0,136
	2021	42,5	8,12	97	63	0,025	0,005	0,02	0,0025	0,0003	0,0483	0,2651	0,0010	0,0075	0,00005	0,087
P13	2019 – 2020	86,0	7,09	324	136	3,168	1,803	0,02	0,0565	0,0003	0,0305	0,0523	0,0010	0,0798	0,00005	0,101
	2021	89,4	7,10	349	113	3,865	1,895	0,06	0,0540	0,0003	0,0376	0,0606	0,0015	0,0880	0,00005	0,100

Vysvetlivky: P1 – štôlna Rýhová, P2 – potok Blatina nad nemocnicou, P3 – Pyritová štôlna, P4 – štôlna Budúcnosť, P5 – štôlna Čmele, P6 – štôlna Trojárová, P13 – štôlna Sirková. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.4.1.

Z hľadiska hodnotenia kvality bankých vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) je obsahom Sb riziková najmä banká voda Pyritovej štôľne, ktorá v roku 2021 7,2-násobne prekračuje IT (tab. 4.4.4). Banká voda štôľne Trojárová v tomto období prekračuje toto kritérium 5,3-násobne a štôľna Budúcnosť 1,7-násobne. Banká voda Rýchovej štôľne dlhodobo prekračuje ID zo sledovaných ukazovateľov len v obsahu niklu (tab. 4.4.3). Charakteristický obsah Sb pre rok 2021 je vyšší ako v období 2008 – 2020 u štôľne Sirková, u štôľne Pyritová a Trojárová je tomu naopak a u štôľne Rýchová a Čmele I sa významne nezmenila.

Tab. 4.4.2 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Pezinok s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Ca	Fe	Mn	Al	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd	²²⁶ Ra
Ryhová štôľňa	2008 - 20	0,51	V	0,79	0,84	2,66	0,93	1,85	1,68	0,08	0,22	1,84	0,42	4,79	0,88	0,82
	2021	0,52	V	0,75	0,78	3,22	0,98	2,78	1,77	0,03	0,27	1,90	0,66	5,36	0,73	1,11
Blatina dolný	2008 - 20	0,45	V	0,58	0,59	0,14	0,44	0,30	0,07	0,05	7,69	7,78	0,10	0,41	0,12	0,42
	2021	0,53	V	0,71	0,71	0,15	0,61	0,15	0,01	0,03	14,97	12,08	0,05	0,32	0,07	0,59
Pyritová štôľňa	2008 - 20	1,08	V	2,23	1,49	0,16	1,90	0,14	0,08	0,12	2,33	84,77	0,06	0,79	0,14	0,56
	2021	1,00	V	1,98	1,38	0,18	2,21	0,15	0,05	0,03	2,81	71,95	0,05	0,75	0,07	0,45
Budúcnosť štôľňa	2008 - 20	0,72	V	1,31	0,94	2,32	5,34	0,29	0,99	0,12	1,68	18,23	0,08	3,53	0,38	0,47
	2021	0,76	V	1,43	1,01	2,65	6,83	0,38	0,95	0,03	2,07	17,10	0,05	5,20	0,07	0,28
štôľňa Čmele I	2019 – 20	0,36	V	0,42	0,70	0,55	0,48	0,10	0,78	0,03	0,21	13,56	0,05	1,72	0,08	0,57
	2021	0,38	V	0,44	0,63	0,36	0,42	0,03	0,55	0,03	0,34	14,78	0,05	1,41	0,10	0,95
štôľňa Trojárová	2019 – 20	0,39	V	0,40	0,71	0,02	0,03	0,15	0,04	0,03	2,78	66,44	0,05	0,35	0,07	0,68
	2021	0,39	V	0,39	0,63	0,01	0,02	0,10	0,03	0,03	2,76	53,01	0,05	0,34	0,07	0,43
štôľňa Sirková	2019 – 20	0,78	V	1,29	1,36	1,58	6,01	0,10	0,73	0,03	1,74	10,47	0,05	3,63	0,07	0,51
	2021	0,81	V	1,39	1,13	1,93	6,32	0,30	0,70	0,03	2,15	12,12	0,08	4,00	0,07	0,50

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.

Tab. 4.4.3 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Pezinok s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
P1	2008 - 2020	0,28	V	1,48	0,13	0,000	0,08	0,37	0,008	1,05	0,13
	2021	0,29	V	2,22	0,14	0,0002	0,10	0,38	0,01	1,18	0,11
P3	2008 - 2020	0,59	V	0,11	0,006	0,001	0,82	16,95	0,001	0,17	0,02
	2021	0,55	V	0,12	0,00	0,0002	0,99	14,39	0,001	0,17	0,01
P4	2008 - 2020	0,40	V	0,23	0,08	0,001	0,59	3,65	0,001	0,78	0,06
	2021	0,42	V	0,30	0,07	0,0002	0,73	3,42	0,001	1,15	0,01
P5	2019 – 2020	0,20	V	0,08	0,06	0,0002	0,07	2,71	0,001	0,38	0,01
	2021	0,21	V	0,02	0,04	0,0002	0,12	2,96	0,001	0,31	0,02
P6	2019 – 2020	0,22	V	0,12	0,00	0,0002	0,97	13,29	0,001	0,08	0,01
	2021	0,21	V	0,08	0,00	0,0002	0,97	10,60	0,001	0,08	0,01
P13	2019 – 2020	0,43	V	0,08	0,06	0,0002	0,61	2,09	0,001	0,80	0,01
	2021	0,45	V	0,24	0,05	0,0002	0,75	2,42	0,002	0,88	0,01

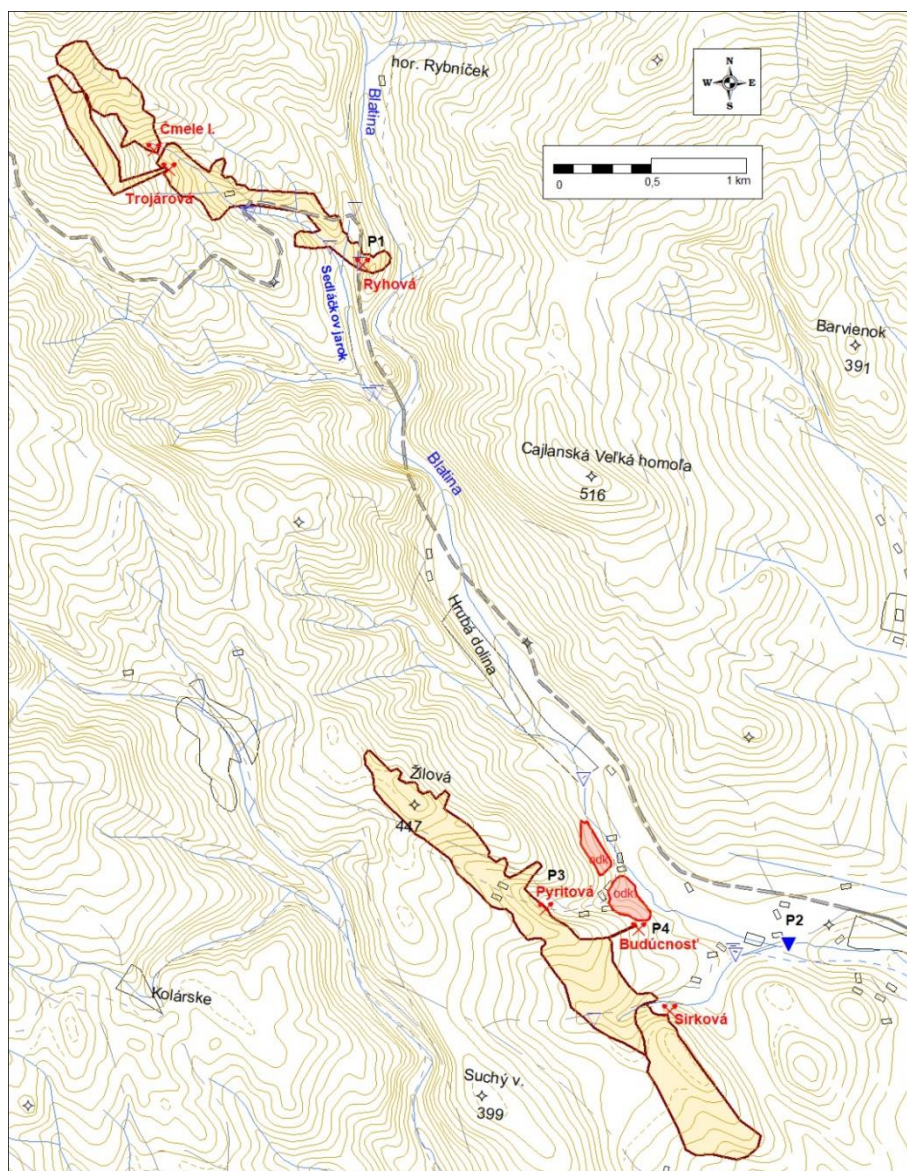
Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. Označenie objektov ako pri tab. 4.4.1.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
P1	2008 - 2020	0,19	V	0,93	0,06	0,0001	0,04	0,18	0,004	0,53	0,03
	2021	0,19	V	1,39	0,07	0,0001	0,05	0,19	0,006	0,59	0,03
P3	2008 - 2020	0,39	V	0,07	0,003	0,000	0,41	8,48	0,001	0,09	0,01
	2021	0,37	V	0,08	0,002	0,0001	0,49	7,20	0,001	0,08	0,003
P4	2008 - 2020	0,26	V	0,15	0,04	0,000	0,29	1,82	0,001	0,39	0,01
	2021	0,28	V	0,19	0,04	0,0001	0,36	1,71	0,001	0,57	0,003
P5	2019 - 2020	0,13	V	0,05	0,03	0,0001	0,04	1,36	0,001	0,19	0,003
	2021	0,14	V	0,01	0,02	0,0001	0,06	1,48	0,001	0,16	0,004
P6	2019 - 2020	0,14	V	0,08	0,002	0,0001	0,49	6,64	0,001	0,04	0,003
	2021	0,14	V	0,05	0,001	0,0001	0,48	5,30	0,001	0,04	0,003
P13	2019 - 2020	0,29	V	0,05	0,03	0,0001	0,30	1,05	0,001	0,40	0,003
	2021	0,30	V	0,15	0,03	0,0001	0,38	1,21	0,001	0,44	0,003

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4.. Označenie objektov ako pri tab. 4.4.1.



Obr. 4.4.1 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 (podľa Soboliča, 1956).

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

V rámci terénneho výskumu bolo GNSS zameraných, zdokumentovaných a podrobne popísaných v r. 2015 niekoľko závalov s označením Z1 až Z8 v oblasti smernej chodby ložiska Nádej a zával Z9 na ústí štôlne Eduard. Podrobnejšie zhodnotenie vzniku závalov vo vzťahu k rozfáraníu územia a geologickým pomerom bolo popisované v čiastkovej správe za r. 2015 – ČMS Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie.

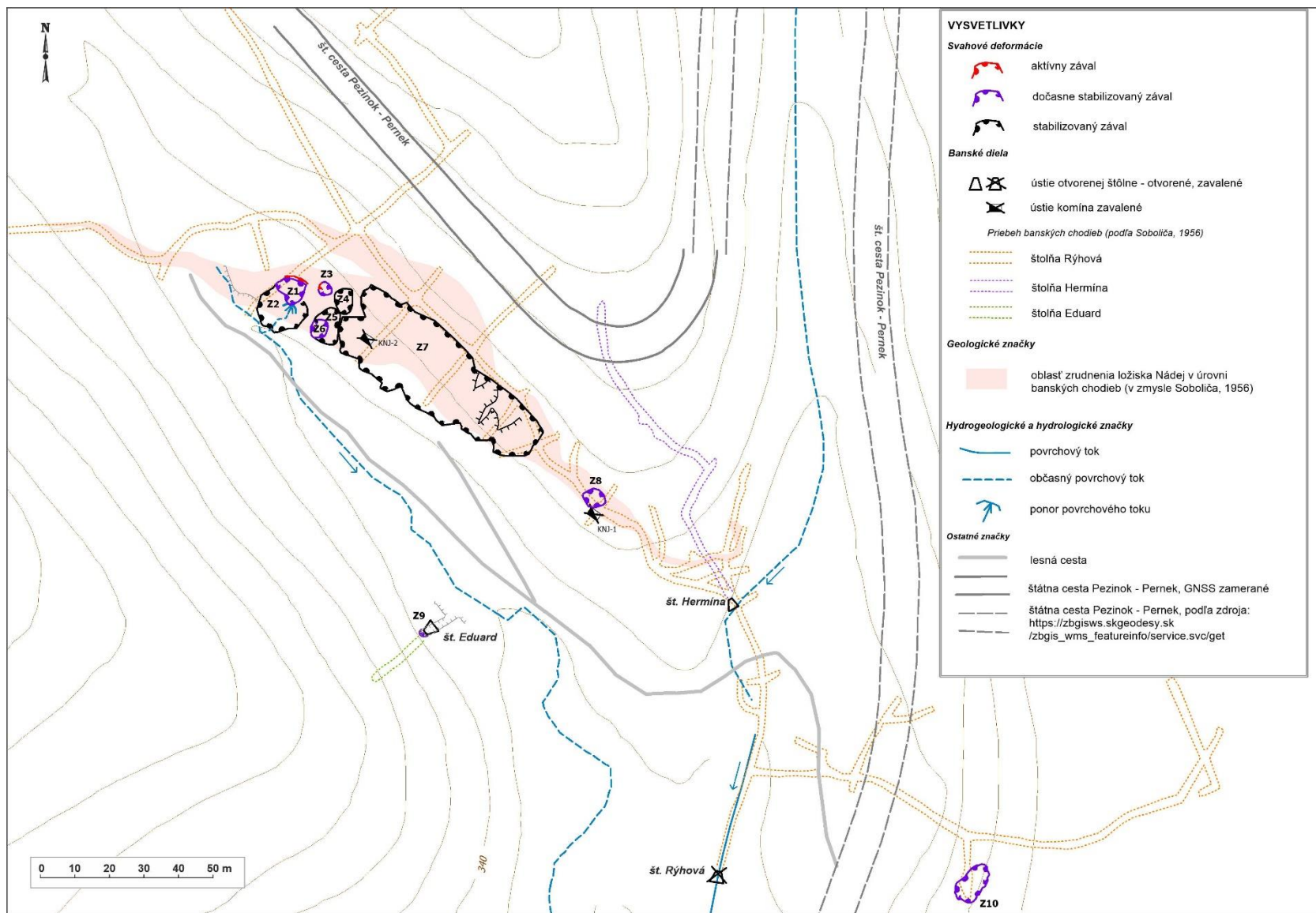
Realizovanou rekognoskáciou lokality v r. 2021 nebolo vizuálne zaznamenané významnejšie rozširovanie závalov alebo vznik nových závalov oproti predošlému obdobiu. Zároveň neboli pozorované ďalšie následné (sekundárne) významnejšie geodynamické javy (predovšetkým svahové deformácie). Aktualizovaný stav situácie závalov k r. 2021 je zobrazený na obr. 4.4.2.

Vzhľadom na zníženú dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) je možné polohopisné zmeny rozširovania závalov (hlavne menšieho rozsahu - v desiatkach centimetrov) sledovať len obtiažne. Pozorovanie aktivity závalov spočívalo predovšetkým v časovom porovnaní fotodokumentácie a v sledovaní monitorovacích kolíkov (zával Z1).

Zával s najvýraznejším prejavom aktivity je zával s vlastným označením Z1 (vzdialený cca 42 m od št. cesty č. 503 Pezinok – Pernek). Hlavná odlučná hrana vo svahu je zvislá, s odhadovanou maximálnou hĺbkou 6 m, ktorá sa smerom do údolia znižuje na cca 1,5 m. Maximálna šírka závalu je cca 9 m a dĺžka cca 7 m. Zával drénuje vody občasného povrchového toku, ktoré sú odvádzané do priestorov bankských chodieb štôlne Rýchová a intenzifikujú výdatnosť bankských vôd na ústí štôlne. Občasný tok bol v skoršom období vedený v osi údolia, avšak umelým zásahom bol terén od osi údolia prehĺbený a tok nasmerovaný smerom k závalu.

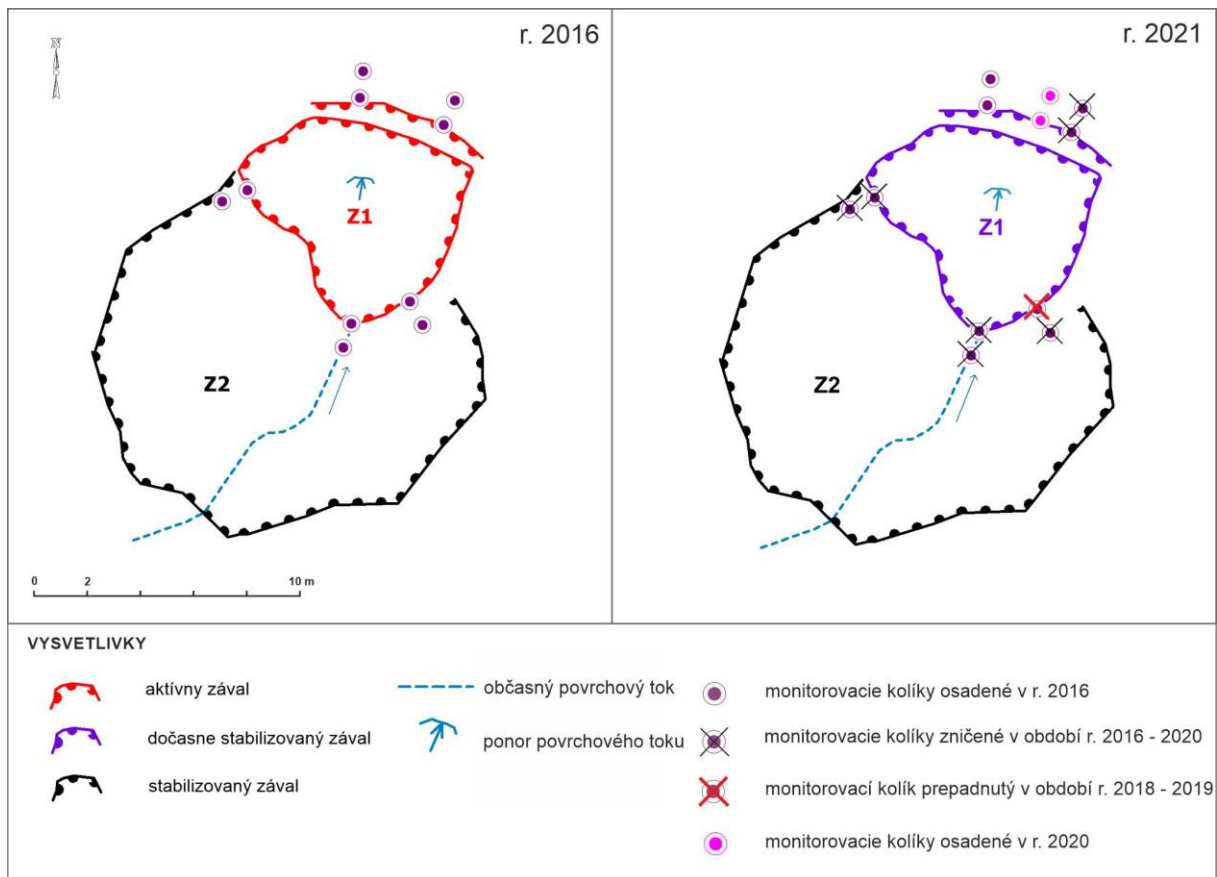
Za účelom sledovania rozširovania závalu boli v r. 2016 osadené monitorovacie kolíky v profiloch kolmých na okraj závalu (obr. 4.4.3). Zároveň bola realizovaná porovnávacía fotodokumentácia závalu (obr. 4.4.4, 4.4.5). Do rekognoskácie v r. 2017 došlo k zničeniu 5 kolíkov na južnom a západnom okraji závalu Z1 (obr. 4.4.3). V období medzi pozorovaniami v r. 2018 a 2019 sa monitorovací kolík na južnej strane závalu prepadol do závalu. V rámci terénneho výskumu v r. 2020 neboli identifikované kolíky na profile na severnom okraji závalu. Preto boli osadené západnejšie 2 nové kolíky (obr. 4.4.3, 4.4.4).

Na základe terénnych zistení možno konštatovať, že postupné mierne rozširovanie závalu smerom na severovýchod naďalej pokračuje. V období od r. 2019 k tomu došlo predovšetkým v mieste vyššie spomínaného vyústenia občasného toku do závalu (obr. 4.4.5), kde sa závalová depresia mierne rozšírila vplyvom spätnej erózie vody.



Obr. 4.4.2

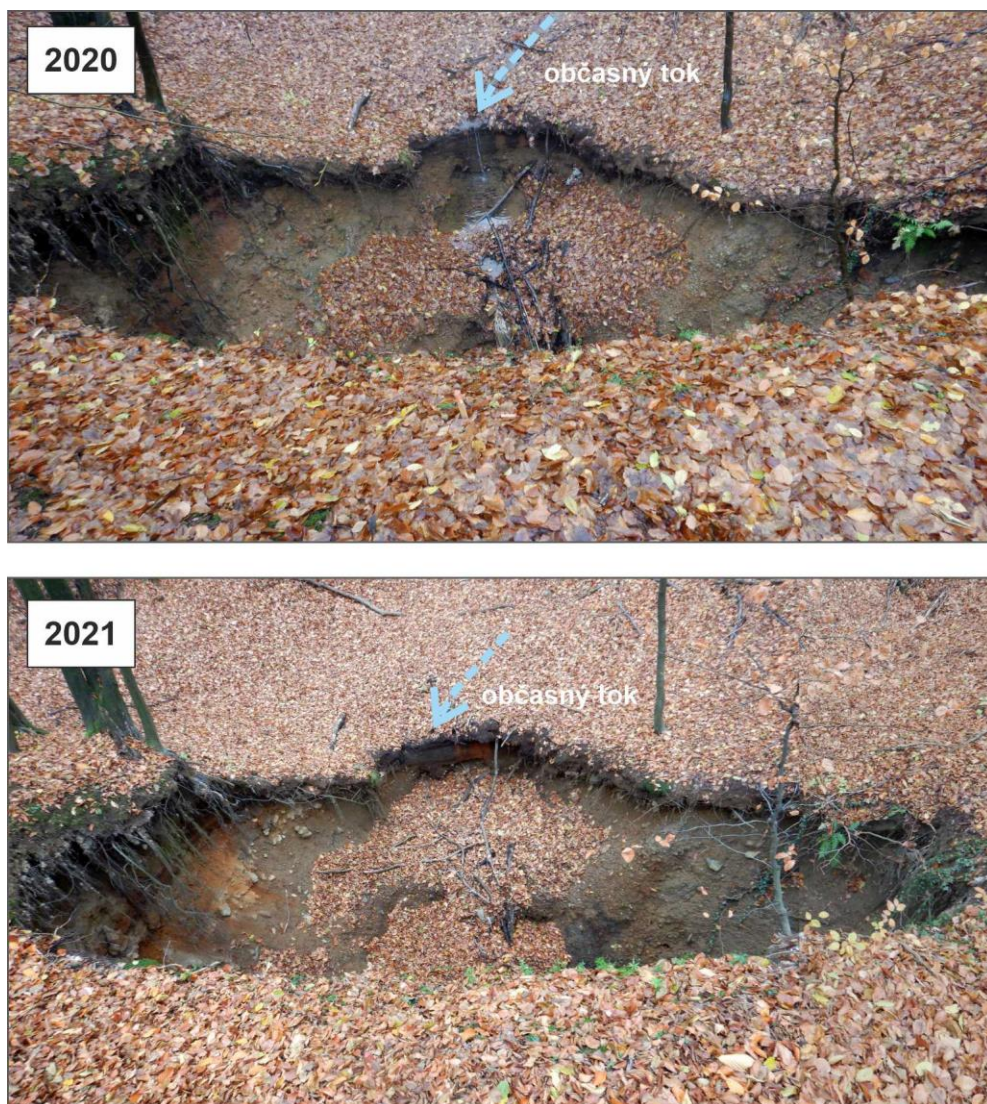
Situácia závalov v oblasti ložiska Nádej (s použitím podkladov Sobolič, 1956 a Mašlár et al., 2001).



Obr. 4.4.3 Orientačný situačný náčrt závalov Z1 a Z2 s lokalizáciou monitorovacích vytyčovacích kolíkov so stavom k r. 2016 a 2021



Obr. 4.4.4 Porovnávacie fotografické snímkovanie závalu Z1 nad banskou chodbou štólne Rýhová z r. 2020 a 2021 (pohľad z juhu) s označením situovania monitorovacích kolíkov (červenými šípkami)



Obr. 4.4.5 Zával Z1 nad banskou chodbou štôlne Rýhová dokumentovaný v r. 2020 a 2021 (pohľad zo severu)

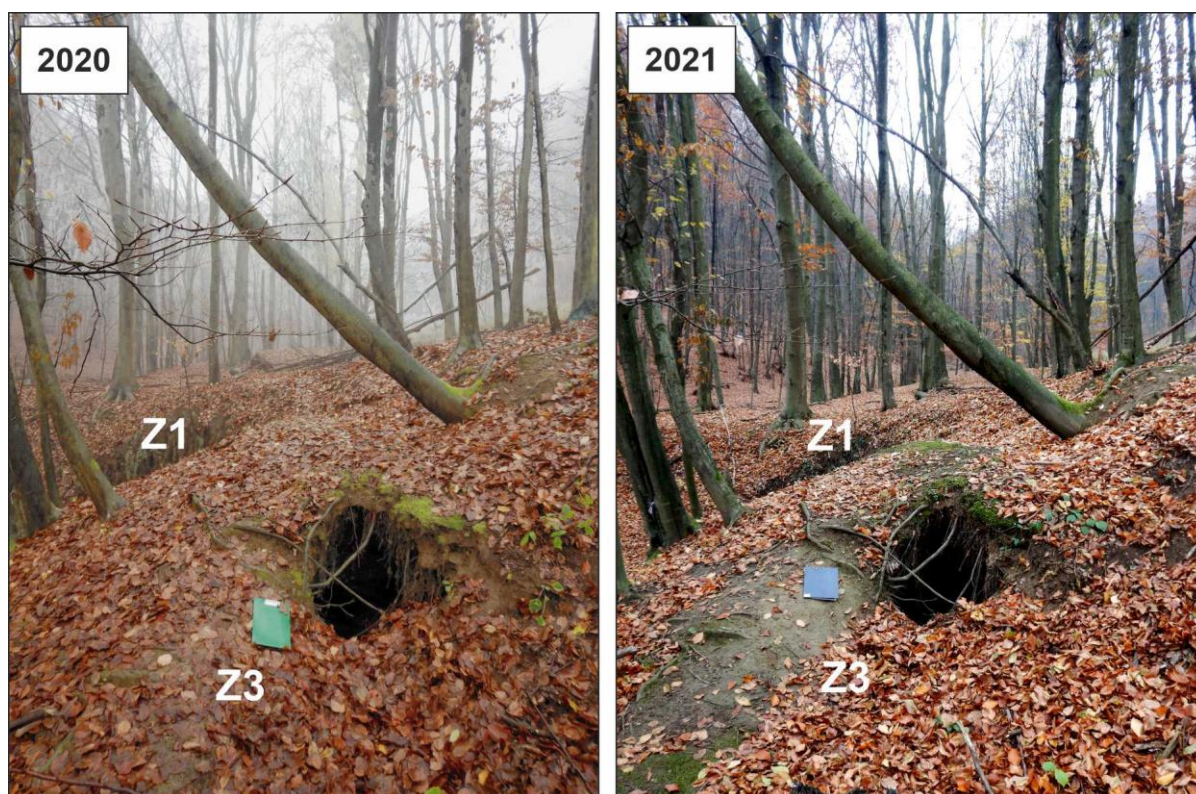
Terénnym sledovaním v r. 2021 nebolo pozorované viditeľné rozširovanie závalu Z1. Je to zrejmé z porovnávacieho snímkovania závalu z r. 2020 a r. 2021 (obr. 4.4.4, 4.4.5). Možno konštatovať, že geodynamická aktivita na závale sa prejavuje v súčasnosti (a možno ju naďalej očakávať) najmä v podobe osypov a zosúvania pripovrchovej vrstvy eluviálno-deluviálneho komplexu zemín (s celkovou hrúbkou cca 4 m) pod koreňovým systémom stromov (najmä na S až V okraji závalu), čím sa pôvodný okraj závalu miernemu rozširuje (od r. 2015 do r. 2021 o cca 0,2 až 0,5 m) a v mieste vyústenia občasného toku do závalu o cca 1 m. Z hľadiska aktivity je možné samotný zával naďalej klasifikovať ako dočasne stabilizovaný. Zároveň neboli vizuálne pozorované žiadne ďalšie svahové deformácie v širšom okolí vo svahu nad závalom (smerom k štátnej ceste).

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. 4.4.6) vyplýva, že v období medzi pozorovaniami v r. 2020 a 2021 došlo len k sotva pozorovateľnému rozšíreniu závalu v prejave na povrchu terénu. V porovnaní s r. 2020 je však pozorovateľné rozširovanie dutiny (obr. 5) vytvorenej pod povrchom terénu, ktorá sa postupne rozširuje smerom k závalu Z1 a aj k závalu Z3. V r. 2021 bol zistený dosah dutiny

do hĺbky cca 1 m a zistená šírka cca 2 m. Už v r. 2019 bolo zároveň pozorované, že dochádza k aktívnemu poklesávaniu povrchu terénu smerom od závalu Z3 k závalu Z1 (obr. 4.4.7), čo naznačuje predpoklad možného postupného skrytého prepájania závalov Z1 a Z3.



Obr. 4.4.6 Lokálny menší zával na SZ okraji závalu Z3, stav z r. 2020 a r. 2021



Obr. 4.4.7 Pokles povrchu terénu medzi závalmi Z1 a Z3 s pozorovaným nakláňaním kmeňov stromov, stav z r. 2020 a 2021

V r. 2021 bola vykonaná 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 lievnikovitého 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. Pri rekognoskácii závalu v r. 2021 bolo zistené, že v období od monitorovania v r. 2020 nedošlo k pozorovateľnej aktivizácii závalu (obr. 4.4.8). Stav je obdobný ako pri jeho prvotnej dokumentácii v r. 2015. Na okraji závalu je viditeľné iba nepatrné zliezanie deluviálnych zemín pod koreňovým systémom stromov. Zával Z8 je klasifikovaný ako dočasne stabilizovaný.



Obr. 4.4.8 Zával Z8 nad banskou chodbou štôlne Rýchová so stavom z r. 2020 a r. 2021 (pohľad zo severovýchodu)

V r. 2015 bola terénnou obhliadkou zistená aktivizácia zavalovania ústia štôlne Eduard závalom Z9, pričom došlo k čiastočnému otvoreniu ústia s priemerom cca 1,2 m. V r. 2017 bola vykonaná čiastočná úprava ústia štôlne s odľážením časti závalovej sutiny pred ústím štôlne a vybudovaním steny z betónových tvárnic s hlavným preletovým otvorom cca 20 x 40 cm a malým otvorom v strope (obr. 4.4.9). 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.



Obr. 4.4.9 Ústie štôlne Eduard

Rekognoskáciou v r. 2021 neboli zistené výraznejšie zmeny v rozširovaní závalu na ústí štôlne od r. 2017. V rámci monitorovania lokality bol v r. 2021 dokumentovaný aj zával s vlastným označením Z10 (obr. 4.4.2) na ložisku Kristína západne od ložiska Nádej. Toto ložisko bolo (podobne ako ložisko Nádej) dobývané štôľňou Rýchová, a to jej východnou vetvou. V jej nadloží bol prostredníctvom GNSS zameraný zával Z10 lokalizovaný na ploche umelého terénneho platá. Nachádza sa cca 25 m od št. cesty č. 503 Pezinok – Pernek. Rozsah závalu je cca 6 x 12 m, hĺbka odhadom 5 – 6 m. Vzhľad terénu nenasvedčuje, že zával je aktívny. Zatiaľ nepredpokladáme ani jeho rozširovanie (nie sú badateľné poklesové formy reliéfu v blízkosti okraja závalu). Geodynamická aktivita sa prejavuje iba nepatrne v podobe zosúvania deluviálnych zemín na okraji závalu a následným vznikom vývrátov stromov (obr. 4.4.10).



Obr. 4.4.10: Zával na ložisku Kristína nad chodbou štôlne Rýchová

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). Oblasť už sanovanej flotačnej úpravne v Španej Doline je monitorovanou (Mikušová et al., 2015) registrovanou environmentálnou záťažou (SK/EZ/BB/17).

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 odkalisku.

Odtokové pomery oblasti, drénovanej viacerými sústavami banských diel, sú stabilizované. Režim výtokov zo štôľní je úzko naviazaný na zrážkovo-odtokové pomery.

Na lokalite v minulosti nebol vykonávaný systematický monitoring bankských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite začatý štátny terénny monitoring v rámci VŤŽP hydrometrovaním a vzorkovaním troch profilov povrchových tokov (Banský potok, potok Zelená, Richtársky potok), štyroch štôlní s výtokom banskej vody a priesaku z odkaliska. Vykonaný bol jeden odber vzoriek dňa 23. 10. 2008 spojený s meraním kvantitatívnych parametrov objektov. V rokoch 2009 – 2019 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne, v roku 2020 raz ročne. V povodí Banského potoka nad monitorovaným profilom SD1 sa nachádza štôlnia Ivan, Denná štôlnia, Dopravný prekop i odkalisko s výtokom drenážnej vody (obr. 4.5.1). 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) – tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia VŤŽP.

Tab. 4.5.1 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	Ni mg/l
SD1	2008 – 2020	39,0	8,21	49	0,082	0,059	0,026	0,036	0,058	0,095	0,040	-
	2021	39,0	8,33	44	0,100	0,065	0,030	0,037	0,058	0,074	0,048	0,002
SD2	2008 – 2020	75,4	8,26	162	0,058	0,065	0,041	0,104	0,162	0,397	0,044	0,007
	2021	70,5	8,79	95	0,028	0,018	0,025	0,004	0,871	0,575	0,036	0,001
SD3	2008 – 2020	55,8	8,08	73	0,030	0,021	0,009	0,086	0,037	0,458	0,545	0,020
	2021	49,8	8,15	67	0,006	0,024	0,010	0,082	0,049	0,368	0,699	0,037
SD4	2008 – 2020	45,8	8,09	66	0,005	0,006	0,013	0,042	0,059	0,613	0,589	-
	2021	44,4	7,93	60	0,004	0,006	0,010	0,033	0,061	0,479	0,511	0,011
SD5	2008 – 2020	30,7	7,93	40	0,030	0,009	0,015	0,009	0,032	0,144	0,284	0,001
	2021	31,6	7,73	39	0,006	0,007	0,015	0,004	0,035	0,134	0,207	0,001
SD7	2008 – 2020	51,2	7,28	87	0,056	0,002	0,029	0,043	0,027	0,141	0,139	0,005
	2021	51,9	7,14	83	0,013	0,002	0,020	0,042	0,026	0,117	0,218	0,007
SH1	2008 – 2020	34,9	8,15	45	0,008	0,003	0,009	0,004	0,012	0,058	0,052	-
	2021	35,6	8,28	47	0,004	0,002	0,010	0,002	0,011	0,051	0,053	0,001
SH2	2008 – 2020	99,6	6,93	284	0,030	0,004	0,014	0,099	0,020	0,197	0,217	0,021
	2021	102,3	6,76	270	0,003	0,003	0,020	0,070	0,019	0,164	0,220	0,023

Pozn.: Označenie monitorovaných objektov: SD1 – Banský potok pod odkaliskom, SD2 – priesak z odkaliska, SD3 – štôlnia Piesky, SD4 – potok Zelená, SD5 – Denná štôlnia, SD7 – Ivan štôlnia, SH1 – Richtársky potok, SH2 – štôlnia Ferdinand. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.5.1.

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina odvodené z výsledkov monitoringu sú uvedené v tab. 4.5.1. Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie medi, antimónu a arzenu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu výrazne kontaminujú miestne povrchové toky. Z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody 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 – 2020 dokumentované 123-násobné prekročenie v obsahu Sb, 52-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. 4.5.2). Mierne zvýšený 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 štôlna Ferdinand.

Tab. 4.5.2 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	Ni
SD1	2008 – 2020	0,35	V	0,20	0,04	0,20	0,13	0,49	6,06	18,99	3,54	-
	2021	0,35	V	0,18	0,05	0,22	0,15	0,49	6,11	14,72	4,20	0,07
SD2	2008 – 2020	0,69	V	0,65	0,03	0,22	0,21	1,41	17,07	79,44	3,91	0,30
	2021	0,64	V	0,38	0,014	0,06	0,13	0,05	91,67	115,02	3,14	0,05
SD3	2008 – 2020	0,51	V	0,29	0,02	0,07	0,05	1,16	3,93	91,58	48,21	0,91
	2021	0,45	V	0,27	0,003	0,08	0,05	1,10	5,16	73,59	61,81	1,66
SD4	2008 – 2020	0,42	V	0,27	0,003	0,02	0,07	0,57	6,24	122,68	52,15	-
	2021	0,40	V	0,24	0,002	0,02	0,05	0,44	6,47	95,77	45,22	0,50
SD5	2008 – 2020	0,28	V	0,16	0,01	0,03	0,08	0,12	3,40	28,70	25,10	0,05
	2021	0,29	V	0,15	0,003	0,02	0,08	0,05	3,72	26,79	18,27	0,05
SD7	2008 – 2020	0,47	V	0,35	0,03	0,01	0,14	0,58	2,83	28,18	12,29	0,23
	2021	0,47	V	0,33	0,007	0,01	0,10	0,57	2,75	23,48	19,29	0,32
SH1	2008 – 2020	0,32	V	0,18	0,004	0,01	0,05	0,06	1,27	11,52	4,56	-
	2021	0,32	V	0,19	0,002	0,01	0,05	0,03	1,21	10,10	4,65	0,05
SH2	2008 – 2020	0,91	V	1,14	0,01	0,01	0,07	1,34	2,11	39,37	19,20	0,93
	2021	0,93	V	1,08	0,001	0,008	0,10	0,94	2,01	32,83	19,42	1,02

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 4.5.1.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) sú obsahom Sb rizikové všetky monitorované zdroje banskej vody, najvýraznejšie z nich štôlna Piesky, ktorá takmer 10-násobne prekračuje IT (tab. 4.5.4). Obdobne vysokú úroveň Sb obsahuje i priesaková voda odkaliska. Z ostatných sledovaných ukazovateľov je prekročené intervenčné kritérium len v obsahu As, v priesakovej vode odkaliska.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahov Sb v jednotlivých monitorovaných objektoch pre rok 2021 s predošlým obdobím rokov 2008 – 2020 zisťujeme nárast vo vode odkaliska a mierny pokles na štôlni Piesky. Pomerne stabilné sú úrovne týchto prvkov vo vode štôlni Ferdinand, Ivan a Denná.

Tab. 4.5.3 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	Ni
SD2	2008 – 2020	0,38	V	0,07	3,24	15,89	0,04	0,07
	2021	0,35	V	0,00	17,42	23,00	0,04	0,01
SD3	2008 – 2020	0,28	V	0,06	0,75	18,32	0,54	0,20
	2021	0,25	V	0,05	0,98	14,72	0,70	0,37
SD5	2008 – 2020	0,15	V	0,01	0,65	5,74	0,28	0,01
	2021	0,16	V	0,002	0,71	5,36	0,21	0,01
SD7	2008 – 2020	0,26	V	0,03	0,54	5,64	0,14	0,05
	2021	0,26	V	0,03	0,52	4,70	0,22	0,07
SH2	2008 – 2020	0,51	V	0,07	0,40	7,87	0,22	0,21
	2021	0,51	V	0,05	0,38	6,57	0,22	0,23

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. Označenie objektov ako pri tab. 4.5.1.

Tab. 4.5.4 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	Ni
SD2	2008 – 2020	0,25	V	0,02	1,62	7,94	0,02	0,03
	2021	0,24	V	0,001	8,71	11,50	0,02	0,01
SD3	2008 – 2020	0,19	V	0,02	0,37	9,16	0,27	0,10
	2021	0,17	V	0,02	0,49	7,36	0,35	0,18
SD5	2008 – 2020	0,10	V	0,002	0,32	2,87	0,14	0,01
	2021	0,11	V	0,001	0,35	2,68	0,10	0,01
SD7	2008 – 2020	0,17	V	0,01	0,27	2,82	0,07	0,03
	2021	0,17	V	0,01	0,26	2,35	0,11	0,04
SH2	2008 – 2020	0,33	V	0,02	0,20	3,94	0,11	0,10
	2021	0,34	V	0,01	0,19	3,28	0,11	0,11

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4. Označenie objektov ako pri tab. 4.5.1.

Tab. 4.5.5 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. 4.3.5.

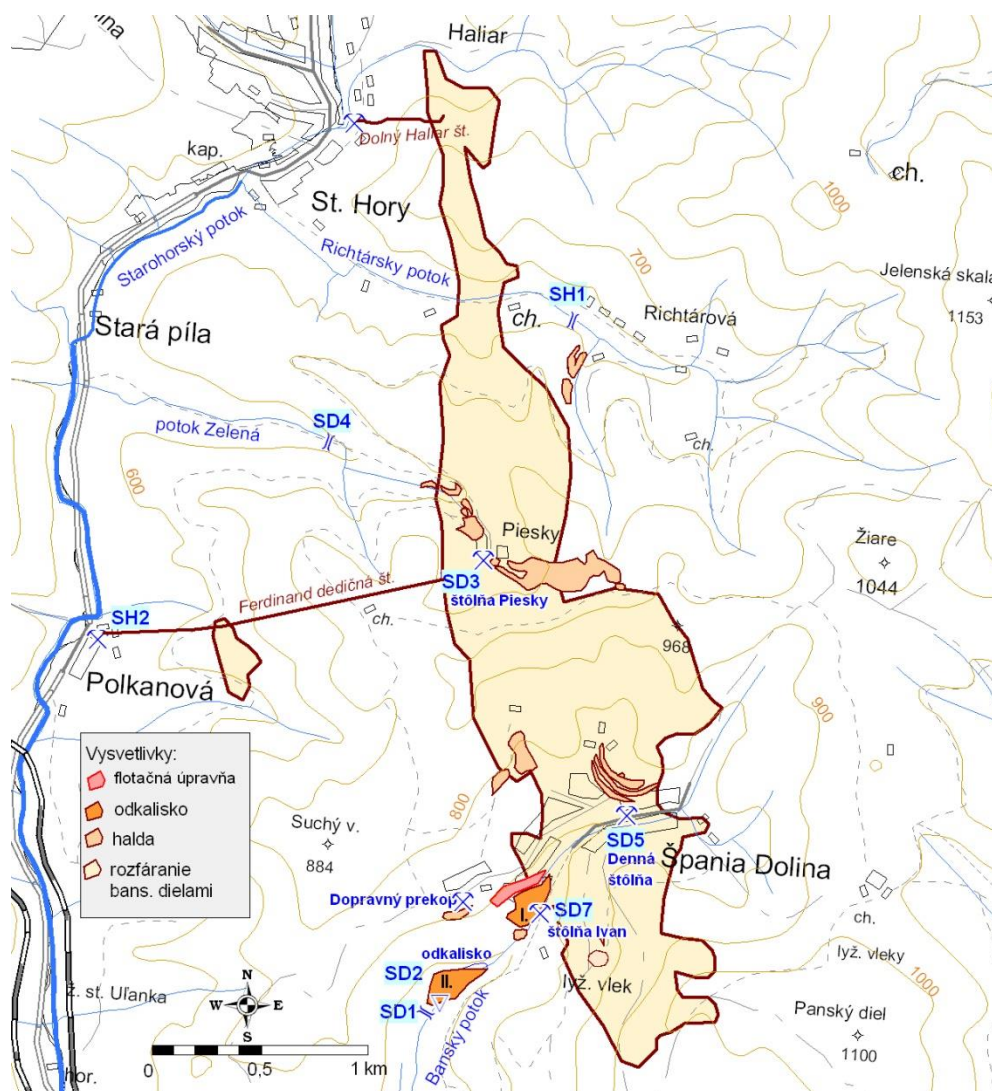
Tab. 4.5.6 Chemické zloženie sedimentu potoka Zelená

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. 4.3.5.

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. 4.5.5). 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. 4.5.6).



Obr. 4.5.1 Situácia monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina

Inžinierskogeologické aspekty

Na ložisku, na ktorom bola ťažba definitívne ukončená v roku 1985, bolo v rámci komplexného zhodnotenia zatvoreného ložiska (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 – 2020 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 2020 boli stabilné a nepoškodené.

4.6 Lokalita Rudňany – Poráč

Na tejto lokalite sa nachádza viacero ložísk pokrytých dobývacím priestorom, prípadne chráneným ložiskovým územím. Ťažba Fe, Cu, Hg rudy bola okolo roku 1990 ukončená. V poslednej dobe sa vykonávala ťažba baritu v menšom rozsahu nad dedičným horizontom Rochus v oblasti Poráča na ložisku Rudňany, pričom v rokoch 2019 – 2021 sa tu už nedobývalo (SABAR, s.r.o., Markušovce pre Rudohorskú investičnú spoločnosť a. s., Spišská Nová Ves). Organizácia výhradné ložisko dobývala technológiou s použitím dobývacej metódy „Medziobzorové dobývanie krátkymi vrtmi na zával“ so samovoľným zavaľovaním vydobytého priestoru. Prejav dobývania je na povrchu vymedzený závalovým pásmom, v ktorom vzniknuté terénne poklesy (prepadliská) sú priebežne zavázané inertným materiálom – elektrárenským popolčekom, ako následná rekultivácia. Na ložisku Markušovce – odkalisko vykonáva aktivity firma RIS s.r.o., Spišská Nová Ves. Rudné bane a. s., Spišská Nová Ves priebežne vykonáva na lokalite Rudňany – Poráč nariadené opatrenia OBÚ v Spišskej Novej Vsi – likvidačné a zabezpečovacie práce na banských dielach, ako aj likvidáciu následkov banskej činnosti a prejavov na povrchu, ktoré ohrozujú verejný záujem. V rokoch 2017 – 2021 boli robené terénne úpravy závalového pásma v oblasti Krížová, hlavne zavážanie závalu pod haldou 5 RP II (Zvrškovce 2020, 2021, 2022).

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

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

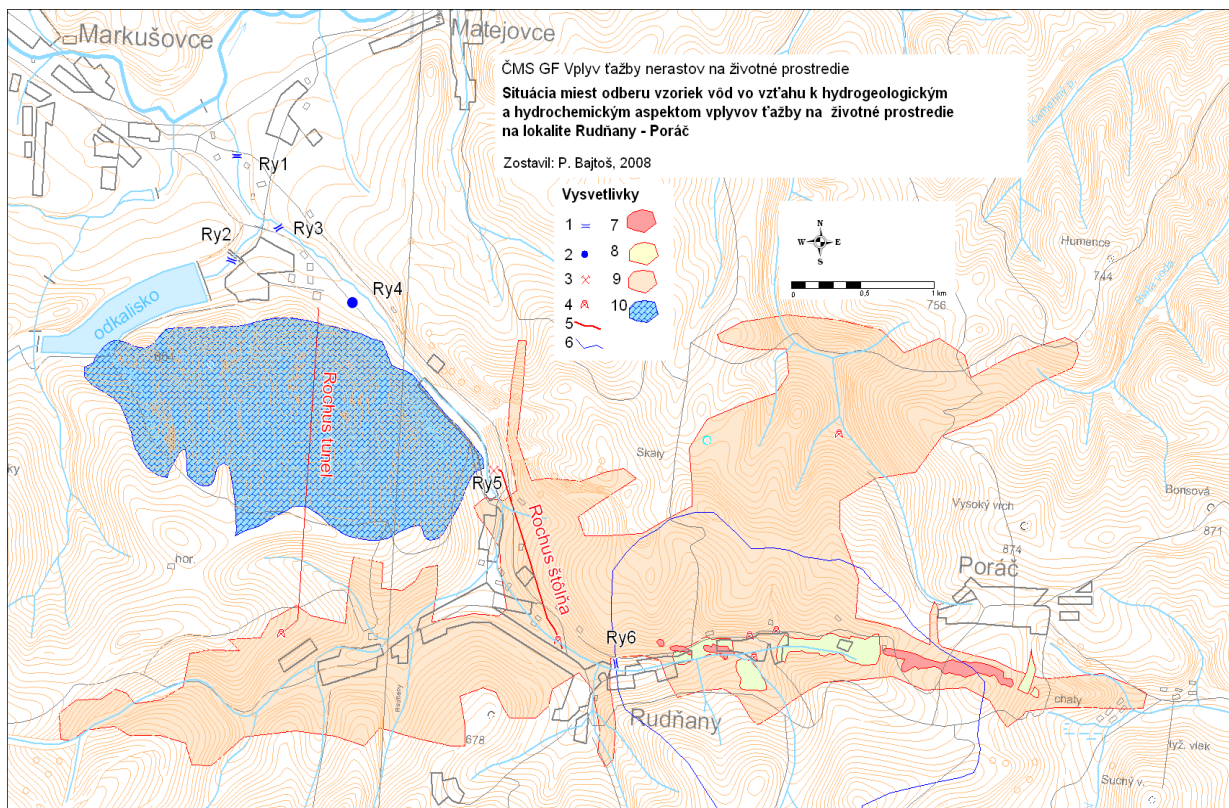
Vplyv vyrazených banských diel na hydrogeologické pomery lokality spočíva v modifikácii pôvodného obehu a režimu podzemných vôd hydrogeologického masívu paleozoických metamorfítov gemerika. Vzhľadom na charakter priepustnosti hydrogeologického masívu sa vplyv drenáže podzemných vôd banskými dielami sústreďuje 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 spad 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. 4.6.1). V roku 2013 bola k terénne monitorovaným objektom VŤŽP doplnená i štôľňa VŤŽP (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 vzorkované 2x ročne. V rokoch 2019 – 2021 bola banská voda štôľne Rochus vzorkovaná 6x ročne a odkalisko, prameň Olšo a štôľňa VŤŽP (Ry7) 4x ročne. Monitorované toky boli v roku 2019 vzorkované 2x ročne, v roku 2020 raz 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 VŤŽP. Charakteristické hodnoty hlavných kontaminujúcich zložiek v regióne odvodené z týchto údajov sú uvedené v tab. 4.6.1.

Z hľadiska kvality povrchových vôd bol v monitorovanom období najvýznamnejším kontaminantom oblasti antimón, ktorý presiahol limit vo všetkých troch monitorovaných profiloch Rudnianskeho potoka (tab. 4.6.2). Najvýraznejšie – približne 10-násobné prekročenie – je za obdobie 2007 – 2020 zaznamenané v profile Ry6, ktorého spádovou oblasťou je pramenná časť jeho povodia medzi Rudňanami a Poráčom. V roku 2021 tu bolo zaznamenané 5,5-násobné prekročenie. Pred ústím do Hornádu (profil Ry1) je priemerný obsah Sb dlhodobo približne 2-násobne vyšší oproti limitu, v roku 2021 bolo prevýšenie 1,4-násobné. Lokálne sa v monitorovanej oblasti môže vyskytovať zvýšený obsah bária, čo dokumentujú analýzy vody štôľne VŤŽP (Ry7) 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 dlhodobo mierne prekračuje požadovanú hodnotu pre povrchové vody i obsah Cu, v roku 2021 bolo prekročenie 2,3-násobné. Zdrojom rizikovej koncentrácie mangánu (5-násobné prekročenie KPV) je banská voda vytekajúca zo štôlne Rochus. 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 žiaden neprekročil v roku 2021 prípustné hodnoty. Z nesyntetických látok sú zverejnené výsledky sledovania obsahu medi, ktorého priemerná hodnota z 12 vzoriek 2,50 µg/l neprekročila prípustnú RP-PoK 10,5 µg/l.



Obr. 4.6.1 Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a hydrochemickým aspektom vplyvov ťažby na životné prostredie na lokalite Rudňany – Poráč.

Vysvetlivky: 1 – monitorovaný profil toku s označením, 2 – prameň Olšo, 3 – výtok zo štôlne 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. 4.6.3). 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 štôlne Rochus (12.4.2010: Sb = 0,057 mg/l, prekročené IT; 3. 5. 2012: Sb = 0,026 mg/l, prekročené ID). V roku 2019 a 2020 mierne prekročili úroveň ID dokumentované charakteristické hodnoty obsahu ortuti vo vode prameňa Olšo. Pri porovnaní charakteristickej hodnoty obsahu Sb pre rok 2021 voči predchádzajúcemu obdobiu 2007 – 2020 zistíme u všetkých sledovaných objektov mierny pokles. Ten je zaznamenaný

u väčšiny objektov aj pri obsahu síranov a mangánu. Mierne stúpol obsah Hg vo vode prameňa Olšo.

Tab. 4.6.1 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 – 2020	68,0	8,09	127	0,108	0,129	0,0002	0,006	0,077	0,004	0,010	0,005
	2021	71,5	8,12	113	0,108	0,088	0,00030	0,001	0,068	0,004	0,007	0,003
Ry2	2007 – 2020	84,4	7,86	217	0,051	0,074	0,0003	0,003	0,041	0,008	0,016	0,003
	2021	82,1	7,79	184	0,045	0,058	0,0005	0,001	0,041	0,009	0,014	0,003
Ry3	2007 – 2020	28,7	7,80	27	0,071	0,048	0,0001	0,006	0,063	0,002	0,006	0,003
	2021	32,4	7,65	24	0,085	0,055	0,0001	0,003	0,080	0,002	0,003	0,002
Ry4	2007 – 2020	63,0	7,61	96	0,007	0,007	0,0016	0,016	0,075	0,002	0,013	0,002
	2021	64,9	7,57	87	0,025	0,006	0,0018	0,002	0,075	0,002	0,012	0,001
Ry5	2007 – 2020	161,5	7,55	411	0,349	1,428	0,0001	0,005	0,035	0,009	0,009	0,004
	2021	154,0	7,20	321	0,369	1,474	0,0001	0,009	0,045	0,012	0,004	0,004
Ry6	2007 – 2020	40,6	7,62	30	0,118	0,265	0,0002	0,013	0,104	0,005	0,052	0,013
	2021	51,4	7,24	24	0,033	0,333	0,0005	0,012	0,150	0,005	0,028	0,024
Ry7	2013 – 2020	124,4	7,83	22	0,050	0,022	0,0002	0,003	0,318	0,001	0,002	0,001
	2021	154,4	7,82	25	0,043	0,007	0,0002	0,001	0,283	0,001	0,001	0,001

Vysvetlivky: Ry1 – Rudniansky potok pred ústím do Hornádu, Ry2 – drenáž z odkaliska, Ry3 – Rudniansky potok nad štôľňou Rochus, Ry4 – prameň Olšo, Ry5 – štôľňa Rochus, Ry6 – Rudniansky potok nad jamou Mier, Ry7 – štôľňa Vsechsvätých. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.6.1.

Tab. 4.6.2 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 – 2020	0,62	V	0,51	0,05	0,43	0,21	0,10	0,77	0,36	1,90	0,51
	2021	0,65	V	0,45	0,05	0,29	0,29	0,02	0,68	0,37	1,42	0,29
Ry2	2007 – 2020	0,77	V	0,87	0,03	0,25	0,33	0,05	0,41	0,73	3,26	0,33
	2021	0,75	V	0,73	0,02	0,19	0,50	0,02	0,41	0,88	2,80	0,29
Ry3	2007 – 2020	0,26	V	0,11	0,04	0,16	0,07	0,10	0,63	0,20	1,14	0,31
	2021	0,29	V	0,09	0,04	0,18	0,05	0,05	0,80	0,17	0,68	0,19
Ry4	2007 – 2020	0,57	V	0,38	0,004	0,02	1,52	0,26	0,75	0,19	2,70	0,15
	2021	0,59	V	0,35	0,012	0,02	1,67	0,03	0,75	0,20	2,41	0,10
Ry5	2007 – 2020	1,47	V	1,64	0,17	4,76	0,13	0,09	0,35	0,84	1,82	0,34
	2021	1,40	V	1,28	0,18	4,91	0,11	0,15	0,45	1,13	0,90	0,42
Ry6	2007 – 2020	0,37	V	0,12	0,06	0,88	0,14	0,21	1,04	0,47	10,37	1,19
	2021	0,47	V	0,10	0,02	1,11	0,48	0,20	1,50	0,50	5,50	2,29
Ry7	2013 – 2020	1,13	V	0,09	0,03	0,07	0,22	0,07	3,18	0,08	0,31	0,16
	2021	1,40	V	0,10	0,02	0,02	0,18	0,02	2,83	0,08	0,11	0,15

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.6.1.

Tab. 4.6.3 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Rudňany – Poráč s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg mg/l	Zn mg/l	Ba mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l
Ry2	2007 - 2020	0.42	V	0.17	0.003	0.04	0.15	0.65	0.003	0.01	0,01	0.01
	2021	0.41	V	0.26	0.001	0.04	0.18	0.56	0.003	0.01	-	0.01
Ry4	2007 - 2020	0.32	V	0.80	0.02	0.07	0.04	0.54	0.002	0.01	0,01	0.01
	2021	0.32	V	0.88	0.002	0.08	0.04	0.48	0.001	0.01	-	0.01
Ry5	2007 - 2020	0.81	V	0.07	0.005	0.03	0.17	0.36	0.004	0.09	0,04	0.02
	2021	0.77	V	0.06	0.009	0.04	0.23	0.18	0.004	0.09	-	0.02
Ry7	2013 - 2020	0.62	V	0.12	0.003	0.32	0.02	0.06	0.001	0.01	0,01	0.01
	2021	0.77	V	0.09	0.001	0.28	0.02	0.02	0.001	0.01	-	0.01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. Označenie objektov ako pri tab. 4.6.1.

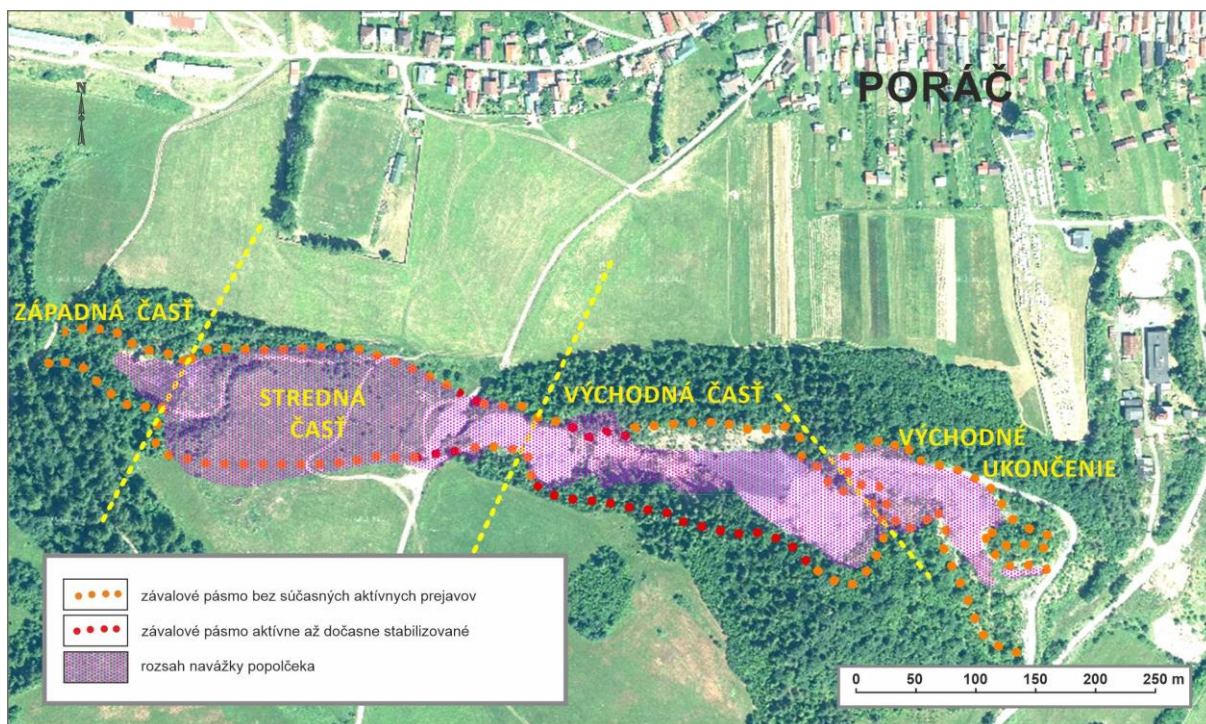
Kontaminácia povrchovej vody sa prejavuje v chemickom zložení sedimentu Rudnianskeho potoka. Vzorka z 13. 9. 2012 dokumentovala, že v profile R1 pred ústím do Hornádu obsahuje tento sediment ortuť (23 násobok) a antimón (5 násobok) v úrovni nad intervenčným kritériom pre priemysel a As, Cu (približne 2 násobok) nad intervenčným kritériom pre obytné zóny. Sediment Rudnianskeho potoka vo vzorke z roku 2017 nevyhovel kritériám metodického pokynu v piatich ukazovateľoch, 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, ktorej obsah prekračuje stanovený limit až 31-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).

Inžinierskogeologické aspekty

Na území ložiska došlo v dôsledku rozsiahleho podrúbania k preukázateľnému poškodeniu a ohrozeniu majetku vo veľkom rozsahu. Fyzikálne zmeny v horninovom masíve po dlhodobom dobývaní rúd s masovým využívaním metód ťažby bez základky a následným vznikom otvorených priestorov vyvolali poklesy terénu so závalmi na veľkých plochách: na lokalite Baniská dĺžky takmer 1 km, na dne a úpätných svahoch medzi Rudňanmi a Poráčom, na niekoľkých miestach nad Hrubou žilou niekoľko sto metrov na sever od dna údolia a ojedinele v oblasti žily Zlatník asi 1,5 km na sever od obce Poráč. K poklesom so spojeným pretvorením terénu došlo v minulosti po celej dĺžke údolia a priľahlých svahoch medzi jamou Mier a jamou Poráč. Tieto javy boli sledované o. i. aj na geodetických profiloch. Sledovanie poklesov v oblasti nádvorja jamy Poráč, na profile „starej štátnej cesty“, na preložke cesty III. triedy Spišská Nová Ves – Poráč a závalového pásma Baniská, zabezpečované ťažobnou organizáciou sa už vzhľadom na ukončenie ťažby nevykonáva.

Podľa Správy o činnosti OBÚ v Košiciach za rok 2021 (Správa o činnosti, 2022) organizácia Rudné bane, š.p. Banská Štiavnica v roku 2021 vykonávala v rámci likvidácie starého banského diela Rochus obzor, časť Zlatník (v k. ú. Poráč) práce v podzemí v súvislosti s likvidáciou banského diela. Oblasť DP Poráč I. (so závalovým pásmom Baniská) je bez ťažby. Naposledy tu boli dobývané zásoby baritu v r. 2018.

Prejavy dobývania na povrchu vymedzené závalovým pásmom, so vznikom terénnych poklesov (prepadlísk), sú priebežne rekultivované zavázaním inertným materiálom – elektrárenským popolčekom.



Obr. 4.6.2 16 Rozsah zavážania závalového pásma Baniská popolčekom s vymedzením úsekov podľa aktuálnej aktivity deformácií povrchu územia vplyvom ťažby so stavom k r. 2021 (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 geologických faktorov ČMS sa preto sústreďuje práve do tejto oblasti.

Závalové pásmo Baniská je v rámci ČMS – GF rozčlenené a sledované v 4 oblastiach, a to – západnej, strednej, východnej časti a východného ukončenia (obr. 4.6.2). Závalové pásmo je zavážané popolčekom (v strednej časti až po úroveň pôvodného terénu pred vznikom závalov). Aktivita zavážania bola zaznamenaná v r. 2021 najmä vo východnej časti závalového pásma, kde zároveň došlo už k úplnému prepojeniu návážky od východného k západnému okraju závalového pásma.

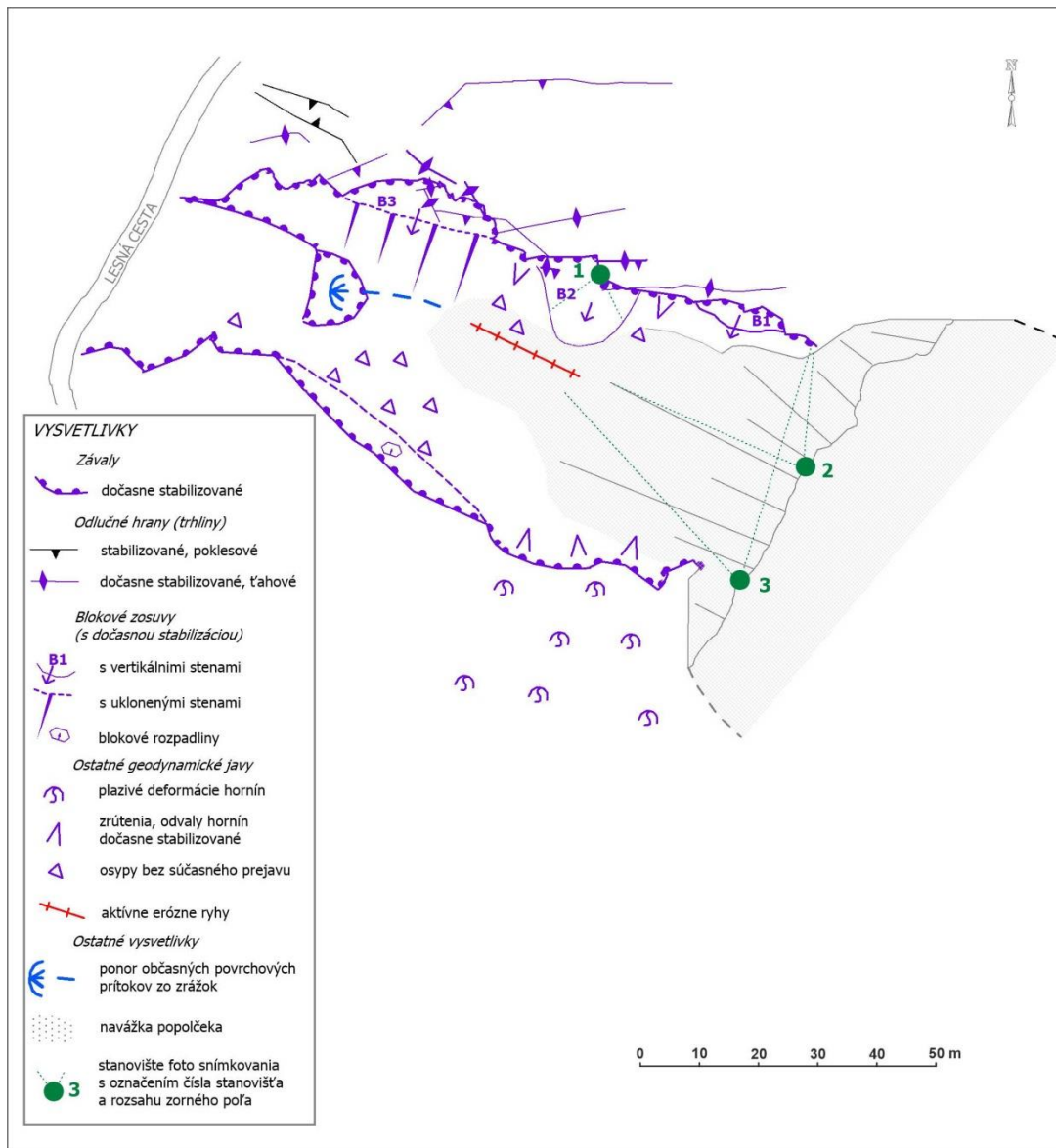
Vzhľadom na zníženú dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) a obmedzenú možnosť prístupu k južnému okraju závalového pásma (z dôvodu osobnej bezpečnosti), je možné sledovať len obtiažne rozširovanie závalového pásma a ďalších súvisiacich geodynamických javov prostredníctvom GNSS zameriavania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

Vplyvy banskej činnosti sa v poslednom období prejavovali v niektorých častiach závalového pásma v rozširovaní závalu najčastejšie v podobe sekundárnych retrográdnych svahových deformácií do širšieho okolia závalov formou 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 poddolovania) 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 r. 2018) v strednej a východnej časti závalového pásma nemožno v budúcom období vylúčiť poklesávanie územia (s príp. rozširovaním závalov) a príp. ďalší rozvoj sekundárnych 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. 2021 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. 4.6.3).



Obr. 4.6.3 Prejavy geodynamických javov v západnej časti závalového pásma Baniská

Pre pozorovanie zmien aktivity pre úsek časti severného okraja závalového pásma sa od r. 2017 realizuje porovnávacie fotografické snímkovanie z troch vytýčených stanovišť (obr. 4.6.3). Porovnávania snímok z r. 2020 a z r. 2021 poukázali na nasledovné skutočnosti: Z obr. 4.6.4 vyplýva, že na horninovom bloku B2 neboli pozorované od r. 2020 významnejšie geodynamické zmeny. Vzhľadom na nízku mieru aktivity severného okraja závalu uvádzame porovnávacie snímkovanie iba zo stanovišťa 3 (obr. 4.6.5). Z obr. 4.6.5 vyplýva, že na

sledovanom úseku severného okraja závalu neboli zaznamenané pozorovateľné zmeny v progresivite rozvoja závalu, resp. rozvolňovania blokov horninového masívu a iných geodynamických javov od predchádzajúceho sledovania v r. 2020. Posledná aktivita v podobe osypov a odvalovania menších skalných blokov západne vedľa bloku B2 bola zaznamenaná v r. 2018. Zmena v rozsahu zavážania popolčekom v tejto časti závalového pásma (obr. 4.6.3) nebola zistená od r. 2017. Negatívnym javom v priebehu navážania popolčeka ako aj v súčasnej dobe je skládkovanie odpadu rôzneho druhu – komunálny odpad, stavebný odpad, a pod.



Obr. 4.6.4 Porovnávacie fotografické snímkovania západnej časti závalového pásma Baniská – blokový zosuv B2 zo stanovišťa 1



Obr. 4.6.5 Porovnávacie fotografické snímkovania západnej časti závalového pásma Baniská – severný okraj závalového pásma zo stanovišťa 3 so stavom k r. 2020 a 2021

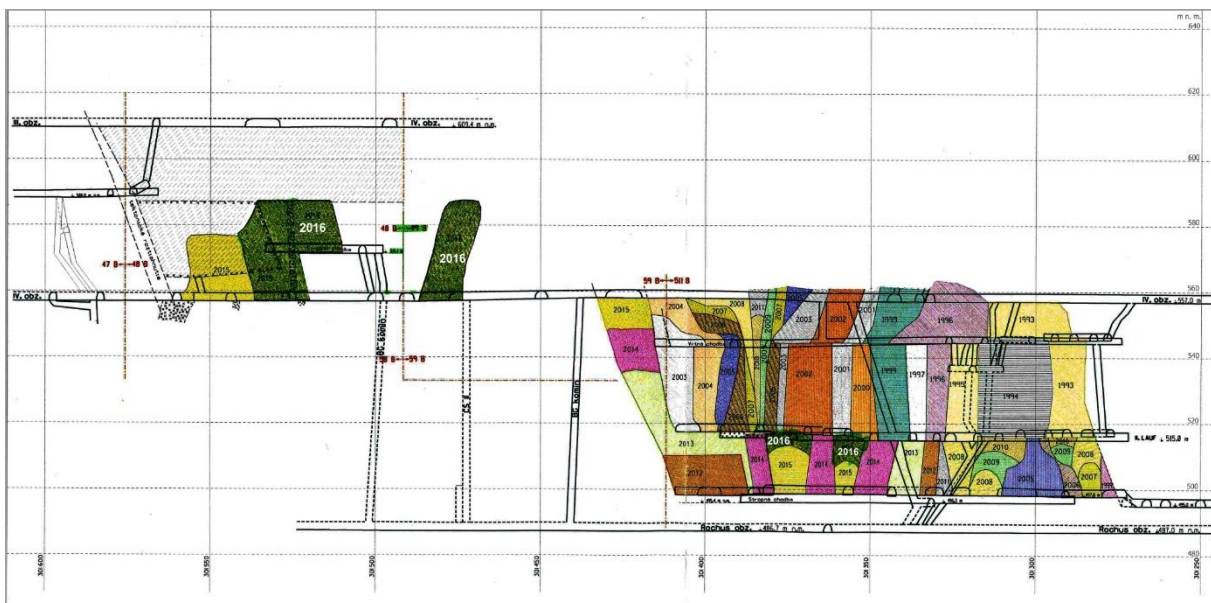
Závalové pásmo Baniská – stredná časť

Stredná časť závalového pásma je zavezená popolčekom (obr. 4.6.2). 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. 6). Obhliadkou miesta v r. 2019 bolo zistené, že v prevažnej časti až po úroveň terénu pred vznikom závalov bol zával medzičasom zavázaný popolčekom. Ďalšia aktivizácia, resp. rozširovanie závalu už nebolo badateľné. Zmeny na závale od tejto doby neboli pozorované ani v r. 2021.

Závalové pásmo Baniská – východná časť

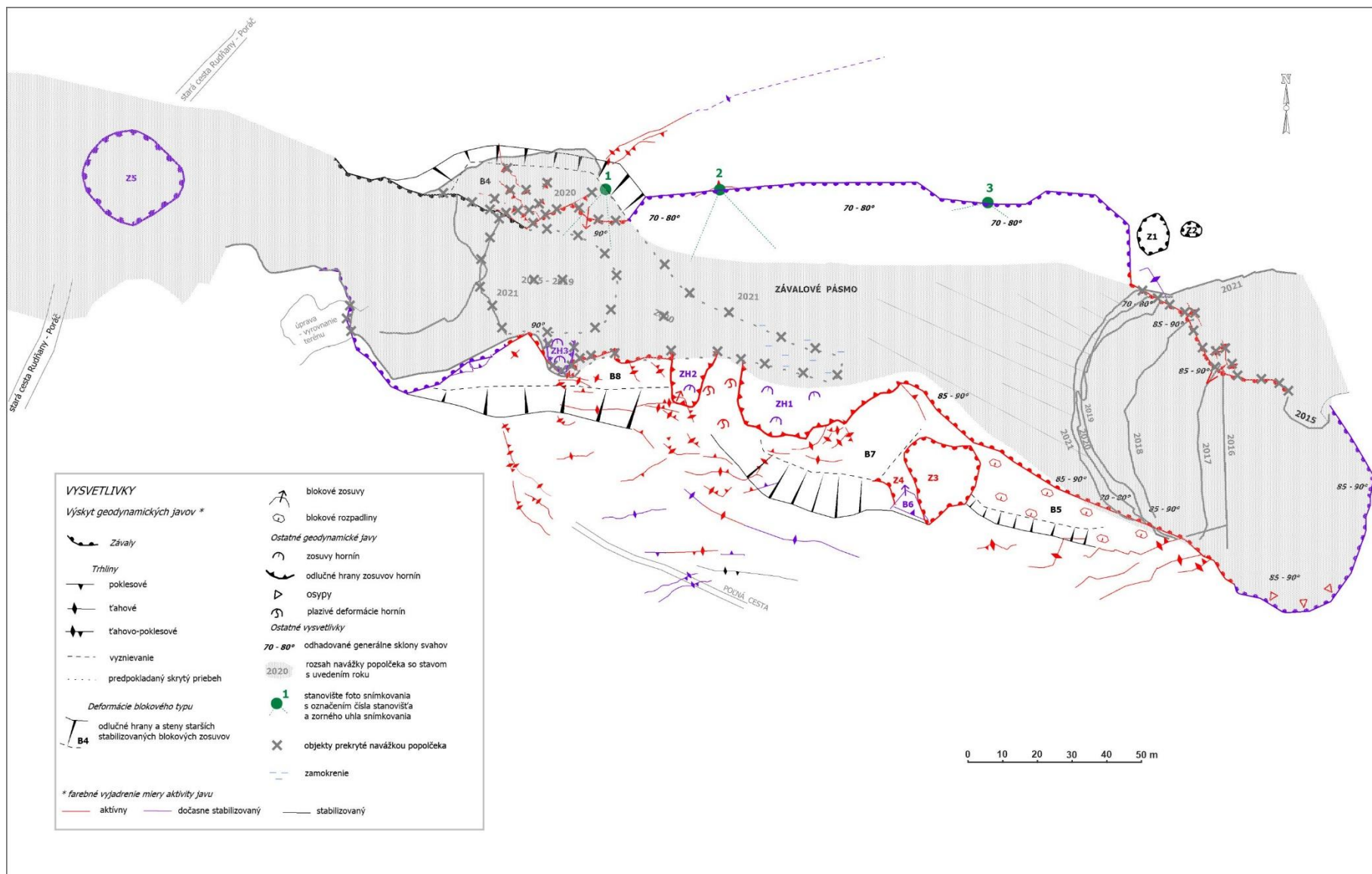
Tažba baritu na Droždiak žile pokračovala v období r. 2015 a 2016 nad stropnou chodbou nad Rochus obzorom, pod úrovňou 4. obzoru a v bloku 48B, 58B a 49B nad 4. obzorom (obr. 4.6.6). Od r. 2017 sa ťažba mala sústrediť do oblasti medzi Rochus obzorom a Stropnou chodbou a IV. obzor 557 m n. m. a IV. obzorom 580 m n. m. V r. 2019 už ťažba neprebiehala.

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. 4.6.7).



Obr. 4.6.6 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 trhliny ťahovo – poklesového a ťahového charakteru, a to v oblasti bloku B4 na severnom okraji závalového pásma a južne od bloku B8 v oblasti pásma trhlín južného okraja závalového pásma.



Obr. 4.6.7 Situácia východnej a čiastočne strednej časti závalového pásma Baniská

Zmeny stavu geodynamických javov už v r. 2020 v porovnaní s predchádzajúcim obdobím v oblasti bloku B4 nebolo možné sledovať, nakoľko blok B4 bol v čase rekognoskácie lokality zavezený navážkou popolčeka. V ostatnej časti severného okraja východnej časti závalového pásma neboli terénnou rekognoskáciou v r. 2021 zaznamenané pozorovateľné zmeny v aktivite subsidencie územia alebo v rozvoji sekundárnych svahových deformácií.

Hodnotenie geodynamickej aktivity južného okraja východnej časti závalového pásma vyplýva predovšetkým z porovnania snímok z r. 2020 a 2021 (obr. 4.6.8) realizovaných z troch stanovišť vytýčených v r. 2017 (obr. 4.6.7). V porovnaní s r. 2020 nie sú pozorovateľné zmeny na odľučnej stene v sledovanej časti závalového pásma. Z porovnania fotografického snímkovania zo stanovišta 1 (obr. 4.6.8a) je zrejmé, že pozorovaný úsek závalu je takmer po jeho okrajovú hranu (v oblasti bloku B8 a zosuvu ZH3) zavezený navážkou popolčeka. Od posledného pozorovania v r. 2020 došlo ešte k navrhšeniu navážky popolčeka (v pravej časti foto 2021 – obr. 4.6.8a).

Vzhľadom na to predpokladáme zmenu stavu zosuvu ZH3 (ako sekundárneho geodynamického javu po vzniku závalov) z aktívneho na dočasne stabilizovaný ako dôsledok zvýšenia pasívnych síl z priráženia navážkou. Podobne takúto zmenu stavu z aktívneho na dočasne stabilizovaný z dôvodu zavážania závalu popolčekom možno charakterizovať aj pri svahovej deformácii ZH1, resp. ZH2 (obr. 4.6.7, obr. 4.6.8b). Z obr. 4.6.8b je zreteľný dosah zavezenia zosuvného svahu popolčekom. Z porovnania fotografického snímkovania z r. 2020 a 2021 zo stanovišť 2 a 3 (obr. 4.6.8b, c) nie sú zrejmé pozorovateľné zmeny v aktivite geodynamických javov nezastretých navážkou popolčeka. Málo významným geodynamickým javom môže byť iba opadávanie menších horninových úlomkov. Stav v r. 2021 je porovnateľný aj so stavom v r. 2017. V rámci sledovania južného okraja východnej časti závalového pásma boli južne od bloku B8 v oblasti pásma trhlín v r. 2019 (obr. 4.6.7) dokumentované tiež terénne nerovnosti v trávnom poraste v podobe trhlín. V rámci rekognoskácie terénu v r. 2021 neboli zaznamenané pozorovateľné zmeny stavu v tejto oblasti v porovnaní s r. 2020, resp. s r. 2019. Terénnym výskumom v r. 2021 bolo zistené, že po rekognoskácii v r. 2020 prebiehalo zavážanie závalov popolčekom tejto časti závalového pásma do takej miery, že došlo k prepojeniu navážky (obr. 4.6.7, 4.6.9). Lokálne sú pozorovateľné na ploche navážky zamokrenia (obr. 4.6.7, 4.6.10).



a)

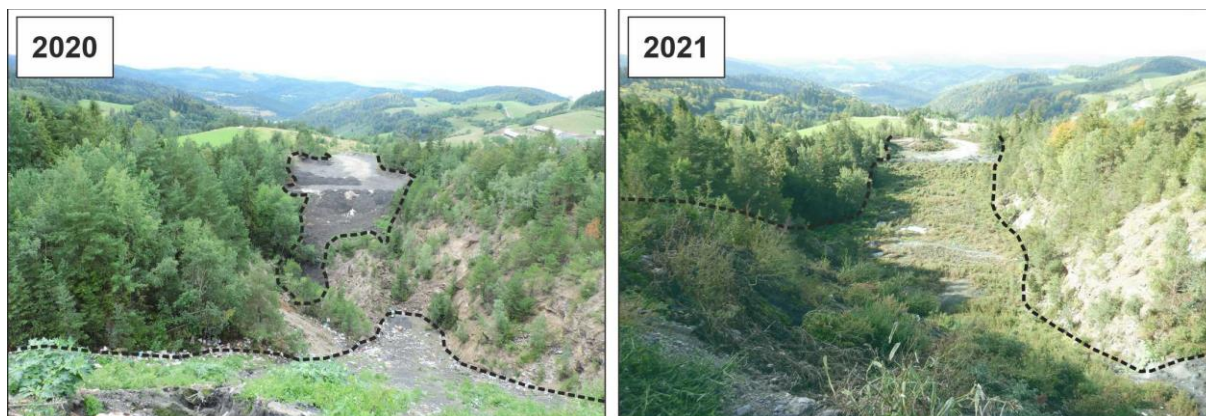


b)



c)

Obr. 4.6.8 Porovnávacie fotografické snímkovania východnej časti závalového pásma Baniská z r. 2020 a 2021 zo stanovíšť: a) stanovište 1, b) stanovište 2, c) stanovište 3



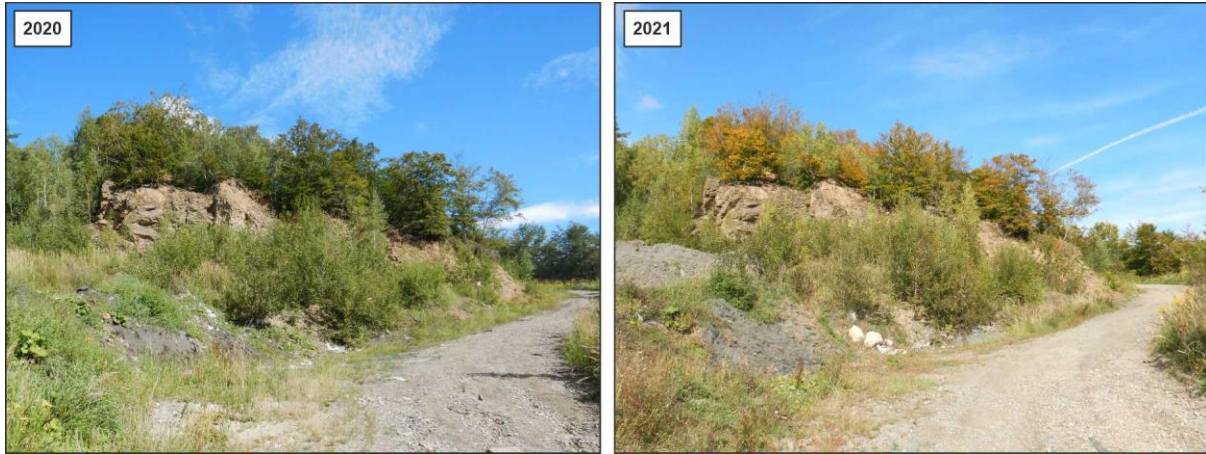
Obr. 4.6.9 Pohľad na rozsah navážky popolčeka v smere z východu na západ (s vyznačením ohraničenia navážky) s viditeľným prepojením navážky v r. 2021



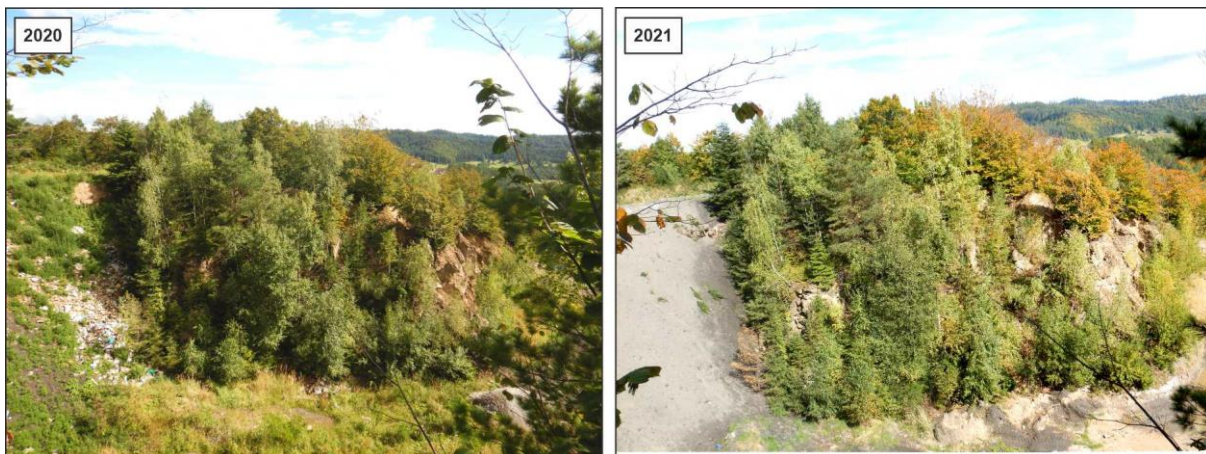
Obr. 4.6.10 Detail miesta zamokrenia navážky popolčeka

Závalové pásmo Baniská – východné ukončenie

Hodnotenie geodynamickej aktivity východného ukončenia závalového pásma vyplýva z rekognoskácie územia a z porovnania snímok z rokov 2020 a 2021 (obr. 10, 11) realizovaných zo siedmich stanovišť vytýčených v r. 2017 (obr. 12).



a)



b)



c)

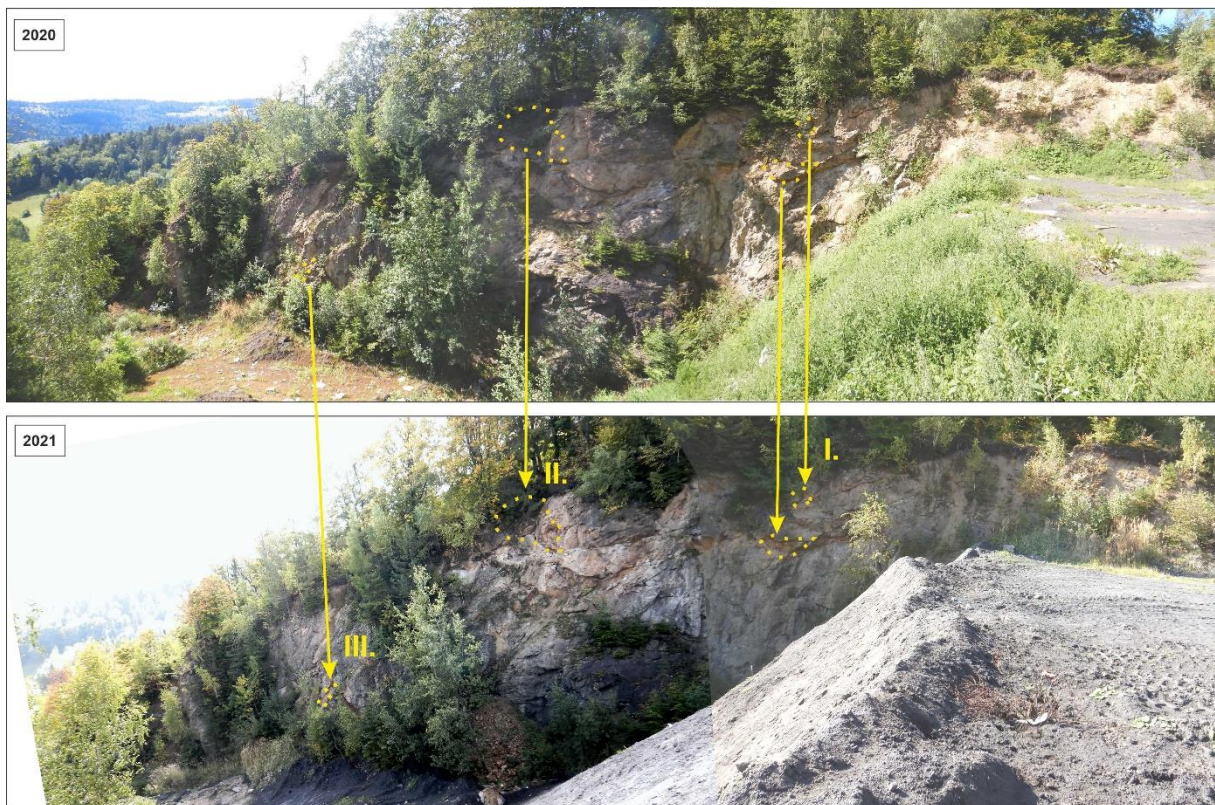
Obr. 4.6.11 Porovnávacie fotografické snímkovania východného ukončenia závalového pásma Baniská z r. 2020 a 2021 – severný okraj južnej vetvy zo stanovišť:
a) stanovište 1, b) stanovište 2, c) stanovište 3

Základné GNSS zameranie a dokumentácia geodynamických javov východného ukončenia závalového pásma so spracovaním do mapového zobrazenia boli realizované v r. 2017. Na obr. 4.6.13 je zobrazená situácia východného ukončenia závalového pásma aktualizovaná podľa výsledkov rekognoskácie a pozorovaní realizovaných v r. 2021.

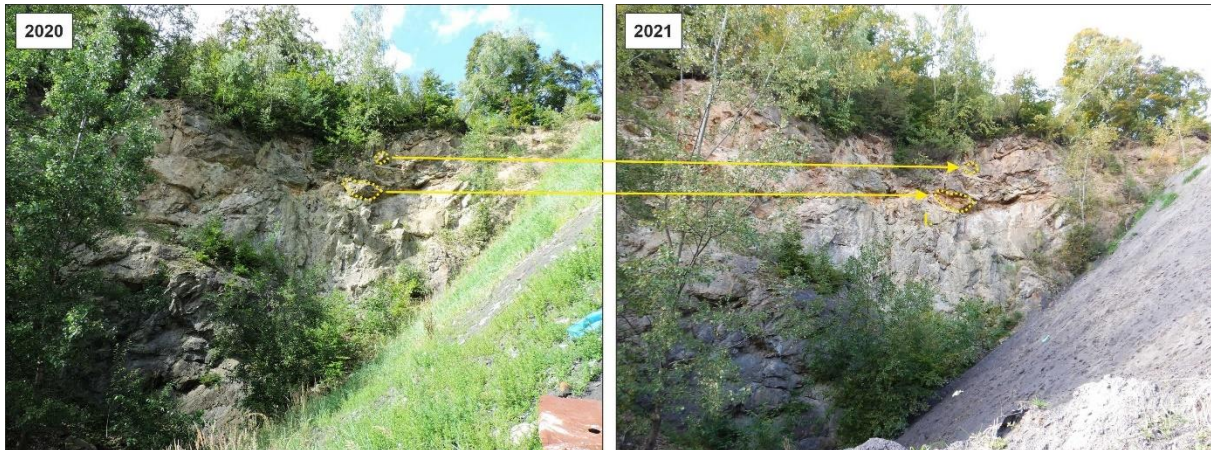
Fotografické snímky zo stanovišť 1, 2 a 3 (obr. 4.6.11) zachytávajú severný okraj južnej vetvy závalu, na ktorej vidieť postupné zarastanie obnaženej steny vegetáciou (najmä stromovým porastom), a to predovšetkým v jeho západnej časti. V jeho strednej a východnej časti prebieha menej výrazné osypávanie úlomkov hornín na odlučnej stene závalu. Podľa porovnania fotografického snímkovania z r. 2020 a z r. 2021 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). Preto je tu možné registrovať aktívne vypadávanie väčších úlomkov alebo blokov. Ako je zrejmé podľa obr. 4.6.12, tento jav je možné očakávať na viacerých miestach odlučnej steny závalu. Pri rekognoskácii v r. 2021 bolo registrované opadávanie horninových blokov, podľa porovnávacích fotografických snímok zo stanovišť 4, 5 a 6 na troch miestach, a to v mieste ozn. I (obr. 4.6.1a,b), mieste ozn. II (aktívne už dlhšie obdobie) a mieste ozn. III (obr. 4.6.12a,c). V oblasti severnej vetvy neboli pozorované žiadne zmeny v dynamike rozširovania závalu a ani následné zmeny v aktivite sekundárnych geodynamických javov oproti r. 2020 (obr. 4.6.12d).

V porovnaní s r. 2020 (resp. 2017) bola pozorovaná zmena v rozširovaní rozsahu zavážania popolčekom, keď bol násyp návažky rozšírený tak na S-vetve (obr. 4.6.12d) ako aj J-vetve (obr. 4.6.11b,c) s posunom hrany násypu návažky o cca 1 – 5 m (obr. 4.6.13).



a)



b)



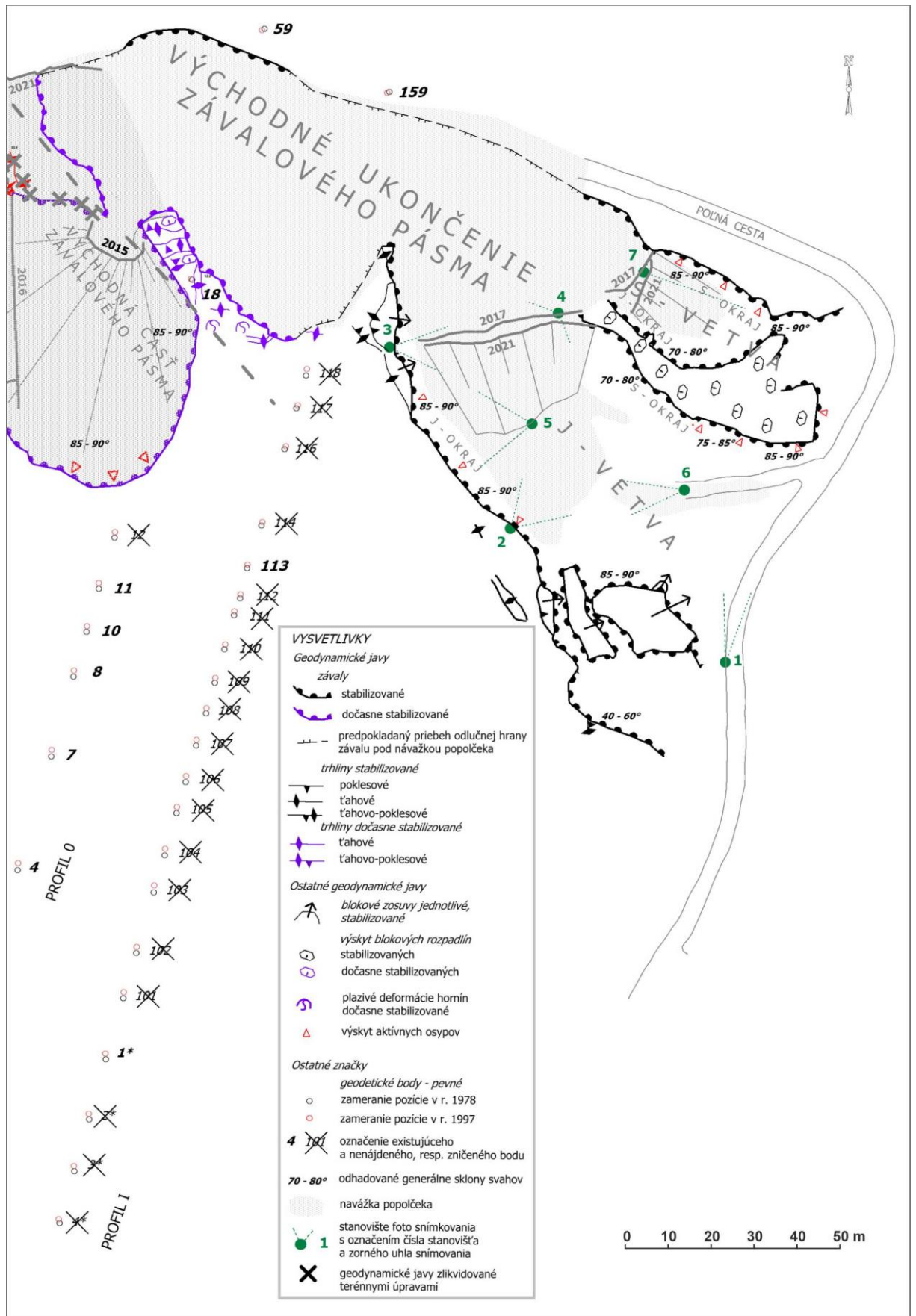
c)



d)

Obr. 4.6.12 Porovnávacie fotografické snímkovania východného ukončenia závalového pásma
Baniská
z r. 2020 a 2021 – južný okraj južnej vetvy zo stanovišť:
a) stanovište 4, b) stanovište 5, c) stanovište 6 a severný okraj severnej vetvy zo stanovišť a,
d) stanovište 7

V zachovanom výbežku pôvodného terénu medzi závalmi v oblasti geodetického bodu 18 profilu 0 (obr. 12) sa javia dokumentované geodynamické javy bez pozorovateľnej zmeny v porovnaní s predchádzajúcim obdobím.



Obr. 4.6.13 Situácia východného ukončenia závalového pásma Baniská

4.7 Lokalita Nižná Slaná

Ťažba a spracovanie rúd v oblasti Nižnej Slanej prebiehala od 13. storočia. Spočiatku sa ťažila hlavne meď (ťažba medi kulminovala v 18. storočí) a ortuť (18. – 19. storočie). V druhej polovici 18. a v 19. storočí sa rozvíja ťažba železa na ložisku Manó – do roku 1975 dedičnou štôľňou Manó a neskôr šachtou Gabriela.

Ložisko metasomatického sideritu Nižná Slaná – Manó – Kobeliarovo (DP Nižná Slaná) ťažili po 2. svetovej vojne Železorudné bane Spišská Nová Ves, po privatizácii spoločnosť 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 banká činnosť – likvidácia hlavných bankých diel v dobývacom priestore „Nižná Slaná“. Pre zamedzenie vzniku nežiaducich priesakov v zastavanom priestore medzi šachtou a riekou Slaná, kde prechádza štátna cesta, sa v hydrogeologickej štúdií (Bachňák, 2011) navrhuje vyrazenie odvodňovacej štôľne 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. V roku 2013 organizácia Zamgeo, s.r.o., Rožňava vyrazila úvodnú časť odvodňovacej štôľne 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 štôľne Marta – odvodňovacieho bankého diela z povrchu až do telesa jamy Gabriela o celkovej dĺžke 110 m. V rokoch 2017 – 2019 bola realizovaná výstavba vodohospodárskych zariadení pred ústím štôľne Marta na základe vodoprávneho rozhodnutia a výstavba portálu tejto štôľne (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 bankský 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 povinností 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., 2016a) 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 potoka Gampel'. Za účelom návrhu eliminácie environmentálnych a zdravotných rizík spojených s environmentálnou záťažou bola vypracovaná štúdia uskutočniteľnosti sanácie. Štúdia rieši kontamináciu ťažobného odpadu uloženého na odkalisku, kontamináciu priesakovej vody v

mieste kde opúšťa hrádzu a kontamináciu ťažobného odpadu uloženého na halde v doline Gampel'. V štúdií sú okrem nulového variantu rozpracované 4 alternatívy sanácie, resp. uzatvorenia odkaliska, pričom odporúčaná alternatíva je alternatíva č. 2, spočívajúca v čiastočnom zatrávnení povrchu a v čiastočnom zalesnení povrchu odkaliska. Sanácia, resp. rekultivácia haldy v doline potoka Gampel' je okrem nulového variantu navrhovaná v dvoch alternatívach, odporúča sa alternatíva č. 2, ktorá zahŕňa zatrávnenie plochy haldy a spevnenie svahu nad potokom Gampel'. Sanácia vôd je navrhnutá v prípade priesakovej vody z odkaliska a banskej vody zo šachty Gampel', ktoré sú kontaminované arzénom a mangánom. V záveroch štúdie sanácie je uvedený prehľad ekonomických nákladov na jednotlivé alternatívy sanácie aj odporúčané alternatívy sanácie odkaliska haldy Gampel', priesakovej vody z odkaliska a banskej vody zo štôlne Gampel'. K realizácii navrhovaných sanačných prác zatiaľ nedošlo.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Po ukončení ťažby na ložisku Manó prebiehalo od augusta 2011 samovoľné zatápanie bane. Organizácia RB Banská Bystrica sledovala stúpanie hladiny pravidelnými meraniami v jame Gabriela. V decembri 2021 bola hladina zistená v úrovni 40,3 m pod terénom, t. j. 13 m pod úrovňou odvodňovacej štôlne Marta. Na základe dokumentovaného trendu stúpania hladiny bolo možné odhadnúť objavenie sa výtoku z bane v štôlni Marta na začiatok februára 2022.

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 emisí 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 VŤŽP prevádzkové údaje o kvalite odpadových a banských vôd za roky 2005 – 2009. Vlastnými laboratórnymi prácami sme 2 krát ročne zisťovali kvalitu drenážnej vody z odkaliska v rokoch 2009 až 2020. 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. 32 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 arzenu, i hodnoty EC vo vode odkaliska, nevyhovujúce požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 4.7.2). 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 je približne na úrovni intervenčného kritéria), (tab. 4.7.3 a 4.7.4). Taktiež mierne prekračuje hodnotu indikačného kritéria pre obsah amónneho iónu. V roku 2021 bola zistená charakteristická hodnota obsahu As vyššia oproti obdobiu 2009 – 2020 o 35 %, síranového iónu o 11 % a mangánu o 7 %. Naopak, zníženie koncentrácie je zistené u Sb o 28 % a Cu o 25 %. Zachovanie pôvodnej úrovne bolo zistené u amónneho iónu.

Tab. 4.7.1 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska v Nižnej Slanej

Objekt	Obdobie	Q l/s	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	NH ₄ mg/l
odkalisko	2009 – 2020	1,27	116,6	7,87	350	1,00	1,49	0,0021	0,1121	0,0032	0,0014	1,57
	2021	0,94	124,9	8,16	390	0,96	1,60	0,0003	0,1515	0,0023	0,0010	1,59

Tab. 4.7.2 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska v Nižnej Slanej s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Pb	As	Sb	Cu	NH ₄ ⁺
odkalisko	2009 - 2019	1,06	V	1,40	0,50	4,96	0,21	9,75	0,64	0,12	1,22
	2020	1,14	V	1,56	0,48	5,33	0,02	13,17	0,46	0,09	1,23

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.

Tab. 4.7.3 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 - 2020	0,58	V	1,31	0,02	2,24	0,13	0,001
	2021	0,62	V	1,32	0,003	3,03	0,09	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3.

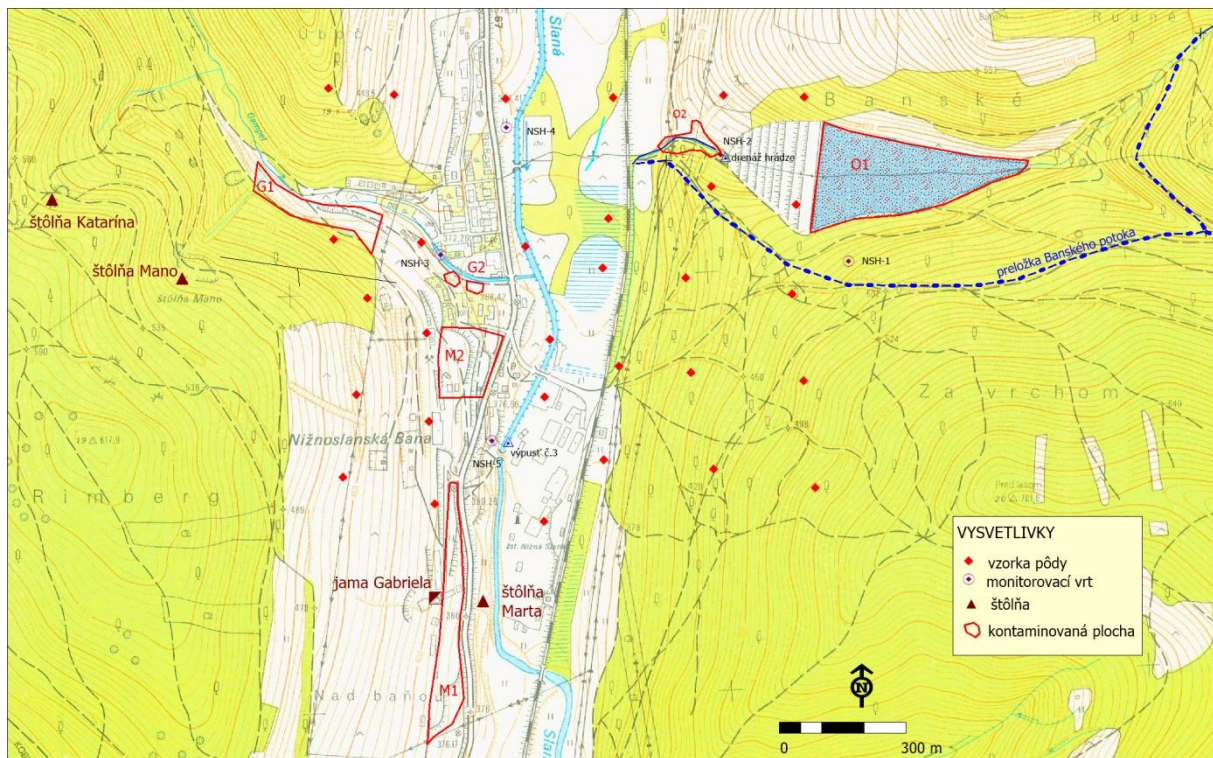
Tab. 4.7.4 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality drenážnej vody odkaliska Nižná Slaná s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄	Pb	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 - 2019	0,39	V	0,65	0,01	1,12	0,06	0,001
	2020	0,42	V	0,66	0,001	1,52	0,05	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4.

Na monitorovacom mieste rieky Slaná vo Vlachove sú dlhodobo sledované i obsahy As, Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Hg a Zn – v roku 2021 všetky vyhovovali požiadavkám na kvalitu povrchových vôd. Hodnota prietoku Q₃₅₅ pre toto miesto je 0,68 m³/s. Ak pri výpočte podľa zmiešavacej rovnice uvažujeme s touto hodnotou prietoku, s koncentráciou As = 4 µg/l (požadovaná hodnota pre tento úsek rieky Slaná), s koncentráciou As = 150 µg/l a výdatnosťou 1 l/s pre priesak z odkaliska, dostávame hodnotu obsahu As = 4,4 µg/l. Tento orientačný výpočet ukazuje, že i pri najnižších prietokoch Slanej prítok z odkaliska pravdepodobne nezvyšuje obsah As v riečnej vode nad limit pre povrchové vody.

Dlhotrvalé emisné zaťaženie v dôsledku činnosti spracovateľského závodu sa v oblasti Nižnej Slanej prejavilo na **kvalite pôdy**. Podľa výsledkov štúdia biochemických vlastností ako indikátora stupňa zaťaženia pôd v okolí Nižnoslanskej Bane (Demková et al., 2020), sú tu prekročené limitné hodnoty určené pre pôdy Slovenska (Zákon NR SR č. 220/2004 Z. z) v obsahu As, Cd, Hg, Fe, Mn a lokálne i Pb (obr. 4.7.1). Existuje tu teda riziko, že pri domácom pestovaní plodín alebo zbere lesných plodov toxické látky vstupujú do potravinového reťazca a ohrozujú ľudské zdravie. V súčasnosti prispieva k existujúcemu zaťaženiu pôdy občasný prašný spad spôsobený veternou eróziou materiálu odkaliska, prebiehajúcou v suchých veterných obdobiach.



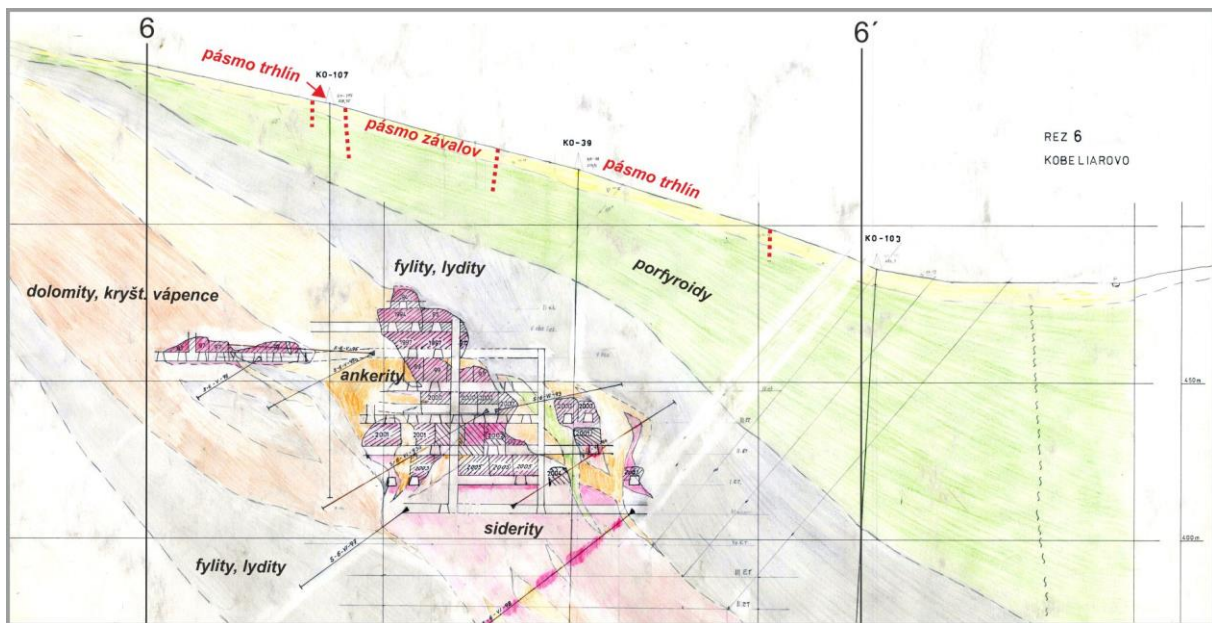
Obr. 4.7.1 Situácia vymedzených kontaminovaných plôch (Pramuk et al., 2016a) v okolí Nižnoslanskej Bane. Vzorky pôdy (Demková et al., 2020) preukázali prekročenie limitných hodnôt určených pre pôdy Slovenska (zákon NR SR č. 220/2004 Z. z) v obsahu As, Cd, Hg, Fe, Mn a lokálne i Pb

Inžinierskogeologické aspekty

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. 4.7.2). Nadložie telesa tvoria čierne fylity s lyditi a sericiticko – chloritické fylity (Mihók, Jančura, 1995).

Ložisko Kobeliarovo je charakterizované výskytom sústredenej skupiny závalov. Na opodstatnený predpoklad vzniku závalov v dôsledku ťažby ložiska už upozornili v súvislosti s výpočtom zásob na ložisku (Mihók, Jančura, 1995). Ako uvádzajú, rudné teleso hlavnej polohy sa nachádza 25 – 50 m (V – Z) pod povrchom, čo je reálny predpoklad prepádavania povrchu pri odťažení určitého množstva zásob. Toto sa potvrdilo v apríli 1995, kedy sa doposiaľ nezavalený vyrúbaný priestor na II. a I. etáži náhle zavalil preborením nadložžia (čierne a zelenkavé fylity) s prejavmi až na povrch, keď sa vytvoril kráter veľkosti na ploche 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, Jančura, 1995).

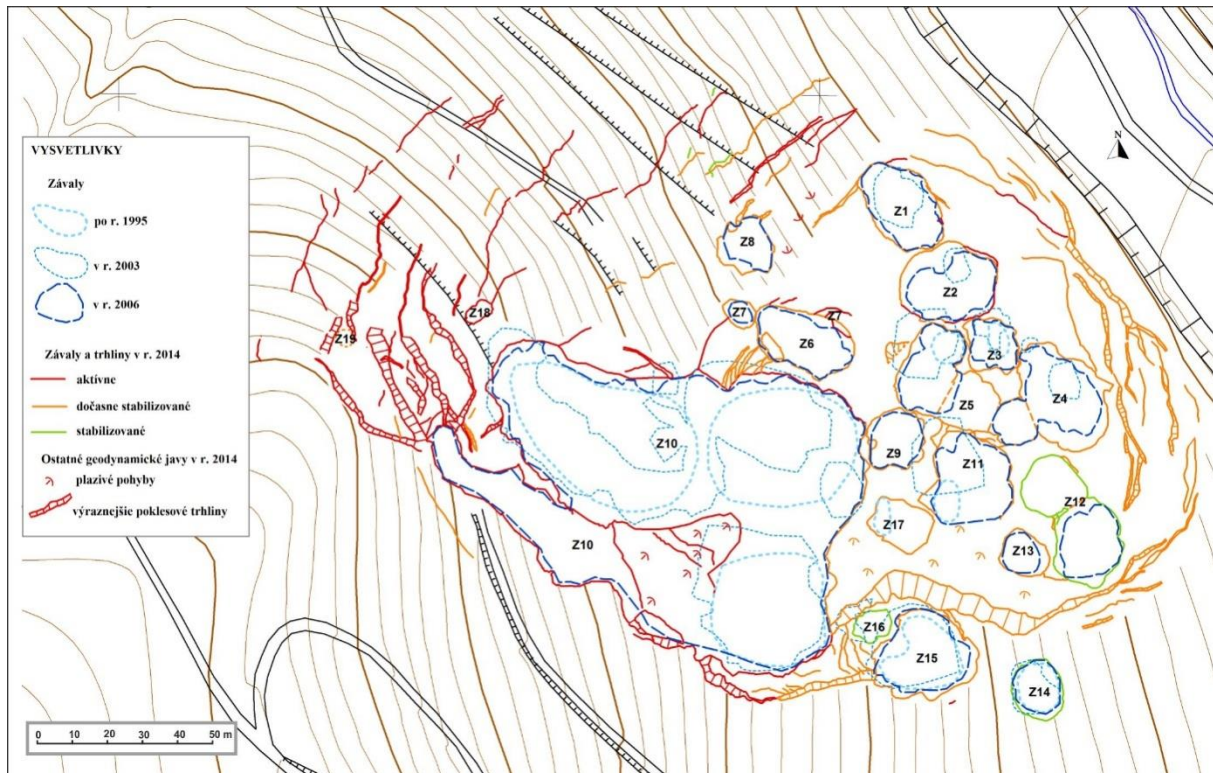


Obr. 4.7.2 Rez 6 – 6' ložiskom Kobeliarovo (zdroj: zložka GJ11, Slovenský banský archív v Banskej Štiavnici, upravené a doplnené)

V rámci vlastných prác na lokalite Nižná Slaná R8 – ložisko Kobeliarovo bolo v r. 2014 realizované v oblasti závalov podrobné GNSS zameranie s horizontálnou presnosťou od 0,1 m do 1,5 – 2,5 m (v závislosti od pokrytia územia vegetačným pokryvom). Registrované boli viaceré typy geodynamických javov vplyvom poddolovania ako závaly (resp. subsidenčné depresie), trhliny poklesového, ťahového a ťahovo – poklesového charakteru, plazivé pohyby hornín a pod.

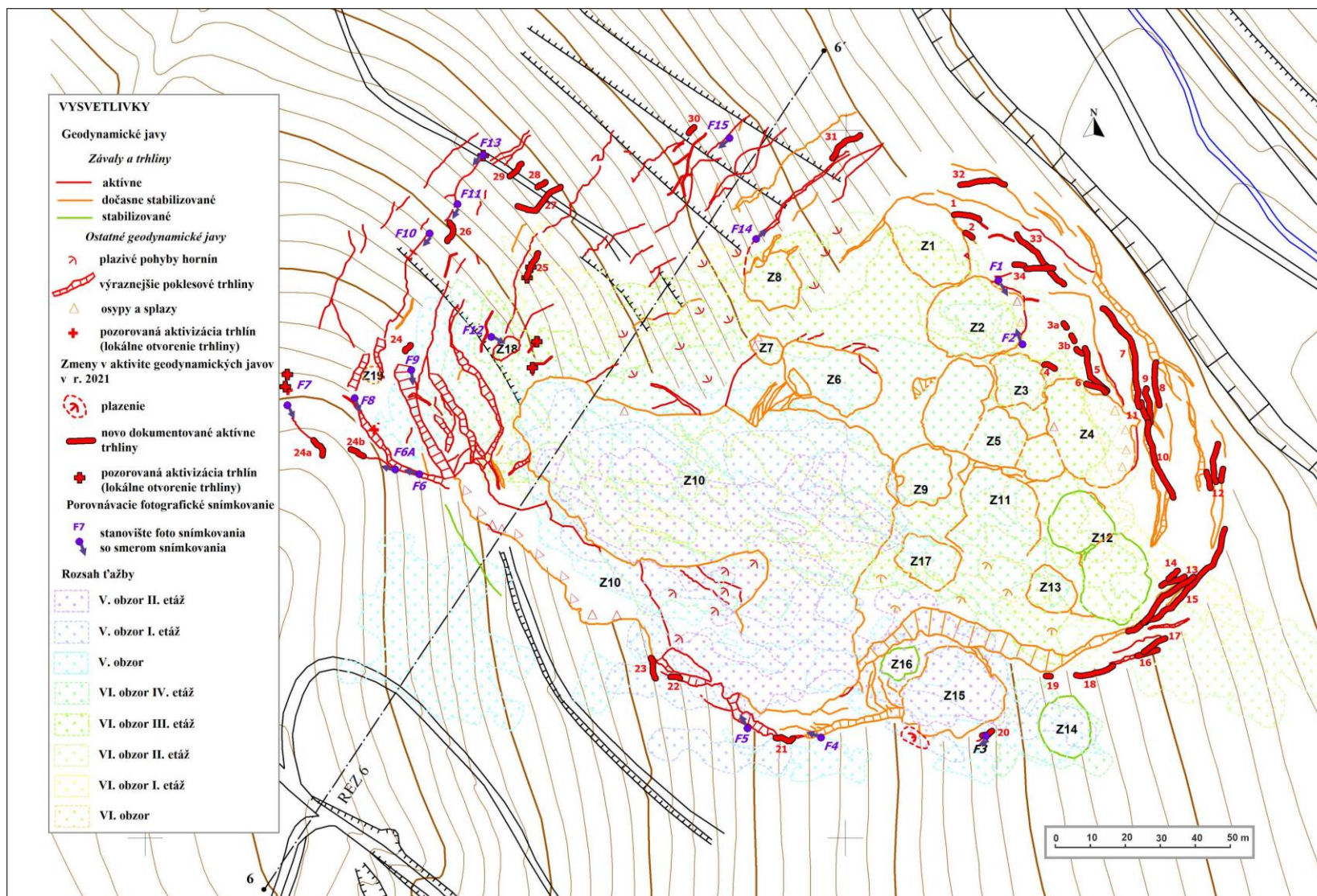
Celkovo bolo v r. 2014 lokalizovaných 19 závalov zobrazených na obr. 4.7.3, na ktorom je možné pozorovať aj postupný vývoj rozširovania sa závalov na ložisku. Niektoré zo závalov sú aj ohraničené skupiny predtým samostatných závalov (napr. závaly Z5, Z12). Plošný rozsah závalov (bez trhlín) dosahuje vo V – Z smere šírku približne 200 m (270 m vrátane výskytu trhlín) a v S – J smere približne 170 m (200 m vrátane trhlín).

Ako je zrejmé z obr. 4.7.4, najrozsiahljší zával Z10 je lokalizovaný v oblasti ťažby 5. 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. rokoch 20. stor. Ťažba na ložisku sa postupne presúvala smerom do hĺbky a zároveň na severovýchod smerom k údoliu Kobeliarskeho potoka. Severovýchodná časť závalového pásma, s viac-menej samostatnými závalmi Z1 – Z9, Z11 – Z13 a Z17, sa vyvinula nad ťažobnou oblasťou VI. obzoru a jeho etáží. Ďalšiemu rozširovaniu závalov do údolia by mal zamedzovať ochranný pilier Kobeliarskeho potoka.



Obr. 4.7.3 Mapa vývoja závalov na ložisku Kobeliarovo v období rokov 1995 – 2014 (topografický podklad: Ščuka et al., 1982)

Najaktívnejšou oblasťou je oblasť západnej až severnej časti závalového pásma s vyvinutým širším pásmom trhlín (až okolo 80 m). Dôvodom aktivity je pravdepodobne prepájanie vydobytých priestorov od V. obzoru smerom do hĺbky – do etáží VI. obzoru so snahou rozširovania závalov v podobe tvorby výrazných aktívnych ťahovo – poklesových trhlín prevažne SV – JZ orientácie. Pozoruhodnou je JZ oblasť závalového pásma, kde na povrchu zatiaľ nebol pozorovaný vznik závalov nad vydobytými priestormi V. obzoru, čo pravdepodobne súvisí s väčšou hĺbkou nadložja vydobytých priestorov. Väčšia aktivita je na južnom okraji závalového pásma, kde je úroveň V. obzoru bližšie k povrchu terénu a vydobyté priestory sú aj v I. etáži V. obzoru a smerom na sever do oblasti závalu Z10 aj v II. etáži V. obzoru. Najbližšie k obci Kobeliarovo je juhovýchodný okraj ťaženej časti ložiska v úrovni II. etáže VI. obzoru. Napriek relatívne malej hĺbke ťažby (okolo 40 m) tu zatiaľ neboli v širšom okolí závalov pozorované výraznejšie (voľným okom pozorovateľné) morfológické prejavy subsidencie územia.



Obr. 4.7.4 Mapa závalov na ložisku Kobeliarovo so zobrazením dokumentovaných zmien v r. 2021 a so znázornením rozsahu ťažby získanom spracovaním mapových podkladov zo Slovenského banského archívu v Banskej Štiavnici (topografický podklad: Ščuka et al., 1982)

V r. 2021 sa práce sústredili na rekognoskáciu predmetného územia zameranú na registráciu zmien v rozsahu a aktivite závalov a súvisiacich sprievodných sekundárnych geodynamických javov v porovnaní s predošlým obdobím. Vzhľadom na zníženú dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) a obmedzenú možnosť prístupu k okraju závalu (z dôvodu osobnej bezpečnosti), je možnosť sledovania rozširovania závalov a sprievodných geodynamických javov prostredníctvom GNSS zameriavania (hlavne menšieho rozsahu) značne obmedzená. 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, F3, F4, F6, F9, F13, F14 a 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; odvtedy sa celkovo realizujú porovnávacie fotografické snímkovania na 16 stanovištiach (obr. 4.7.4).

V rámci terénneho výskumu boli v r. 2021 zistené zmeny v geodynamickej aktivite sledovanej lokality v podobe identifikácie nových aktívnych trhlín, príp. aktivizácie existujúcich trhlín s označením 1 až 34 v pásme trhlín takmer v celom okolí závalového pásma (obr. 4.7.4). Oblasť závalov Z1 až Z17 postupne intenzívnejšie podlieha zarastaniu krovínami a stromami a je obtiažnejšie pozorovateľná. Rozširovanie závalov z dôvodu poddolovania nebolo pozorované. Geodynamická aktivita na závaloch sa prejavuje iba v podobe osypov deluviálneho horizontu zemín, prípadne kamenitých až balvanitých úlomkov z predkvartérneho podložia.

V SV až JV časti závalového pásma bola dokumentovaná geodynamická aktivita v r. 2021 v podobe lokalizácie väčšieho počtu nových trhlín, príp. pozorovateľnej aktivizácie existujúcich trhlín. Ako je zrejmé z obr. 4.7.4, vznik trhlín bol zaznamenaný v dlhšom úseku v pásme trhlín s dosahom niektorých trhlín až k existujúcim závalom. Trhliny majú ťahový alebo ťahovo–poklesový, menej často poklesový charakter. Ich orientácia je spravidla paralelná so staršími trhlinami, resp. líniou okraja závalov. Trhlina 1 je ťahovo – poklesová s mierou poklesu 0,5 m pri závale Z1. Smerom od závalu poklesový charakter trhliny vyznieva. Sporadicky sú úseky s väčšou šírkou roztvorenia (0,3 m). V prípade trhliny 2 sa jedná o úsek aktivizovanej staršej dočasne stabilizovanej trhliny, kde bolo zistené prehĺbenie otvorenia trhliny. Paralelnú orientáciu s trhlinou 1 má (od závalu Z1 vzdialenejšia) ťahovo – poklesová trhlina 32 (obr. 4.7.5) so spätným poklesom cca 0,2 – 0,4 m a šírkou cca 0,2 m. Ťahovo – poklesová trhlina 33 šírky 0,2 – 0,4 m má tiež mierny spätný pokles (0,1 – 0,2 m) a lokálne prehĺbenia. Ťahová trhlina 34 (miestami s prerušeným priebehom) má šírku cca 0,1 m a dostupnú hĺbku 0,1 – 0,2 m. Trhlina 3a je ťahová trhlina šírky cca 0,2 m (s priechodnou hĺbkou cca 0,2 m). Ťahová trhlina 3b (obr. 4.7.6) sa prejavuje ako depresia šírky cca do 0,4 m a hĺbky 0,3 m. Jej samostatné pokračovanie smerom na juh sa prejavuje v podobe poklesovej trhliny so spätným poklesom (smerom od závalu) cca 0,2 m. Trhlina 3a a dvojica trhlín 3b naznačujú možnosť napojenia sa smerom na sever na aktívnu trhlinu na okraji závalu Z2 a trhlinu 5, čo by v budúcnosti mohlo tvoriť líniu odlučnej plochy závalu pre prepojenie závalov Z2, Z3 a Z4.



Obr. 4.7.5 Ťahovo – poklesová trhlina 32



Obr. 4.7.6 Trhlina 3b

Z terénnej rekognoskácie a porovnávacieho snímkovania zo stanovišť F1 (obr. 4.7.5a) a F2 (obr. 4.7.5b) vyplýva, že neboli zaznamenané pozorovateľné zmeny v rozširovaní závalu Z2. Pozorované je aktívne opadávanie úlomkov na vyústení krátkej aktívnej trhliny.

Ťahová trhlina 4 šírky cca 0,2 m uvoľňuje horninový blok medzi závalom Z3 a závalom Z4. Miera poklesu ťahovo – poklesovej trhliny 5 sa postupne zvyšuje v jej priebehu smerom k závalu Z4 (cca od 0,1 do 0,5 m). Poklesová trhlina 6 s mierou poklesu cca do 0,5 m (podobne ako trhlina 4) uvoľňuje zosuvný horninový blok na okraji závalu Z4. Pri trhlíne 7 sa jedná o aktivizáciu staršej ťahovo – poklesovej trhliny s poklesom cca 0,7 m a pri trhlíne 8 o aktivizáciu staršej poklesovej trhliny. Trhlina 9 sa napája na aktivizovanú staršiu poklesovú trhlínu 10. Pri jej napojení má poklesový charakter s poklesom cca 0,6 m. Smerom od závalu prechádza do ťahového charakteru so šírkou roztvorenia na povrchu cca 0,3 m. Krátka ťahová trhlina 11 (šírky 0,2 m) paralelne nadväzuje na trhlínu 7 v jej tesnej blízkosti a stretáva sa s trhlínami 9 a 10 v ich prepájaní. Séria troch ťahových paralelných trhlín s označením 12 (šírky cca 0,2 m) naznačuje aktivizáciu porušovania horninového masívu v prepájaní starších výrazných dočasne stabilizovaných trhlín. Paralelné ťahové trhlíny 13 a 14 (šírky cca 0,2) sa vytvorili medzi aktivizovanou výraznou trhlínou 15 (ktorej miera roztvorenia sa zväčšuje) a závalom Z12. Trhlina 13 má pri povrchu terénu výrazné kolmé steny s dosahom otvorenia až do hĺbky 0,5 m (obr. 4.7.7). Trhlíny 16 (obr. 4.7.8) a 17 sú ťahovo – poklesové trhlíny podobného charakteru šírky cca 0,1 m a s poklesom 0,1 m. Trhlíny nadväzujú na skôr dokumentovanú aktívnu ťahovo – poklesovú trhlínu, na ktorú od západu nadväzuje ťahová trhlina 18 so šírkou cca 0,1 až 0,2 m a nepravidelným priebehom. Trhlina 18 pravdepodobne skryto (pod vegetáciou) pokračuje smerom na západ na trhlínu 19. Krátka otvorená ťahová trhlina 19 (šírky cca 0,1 m) nadväzuje na výraznú dočasne stabilizovanú poklesovú trhlínu.

Z uvedeného vyplýva, že geodynamická aktivizácia SV až JV oblasti závalového pásma v pásme trhlín naznačuje predovšetkým predpoklad možného rozšírenia závalov v oblasti závalov Z1 až Z4 (trhlíny 1 – 12 a 32 – 34) a s pokračovaním do oblasti závalov Z12 a Z13 (trhlíny 13 – 19).

Trhlina fotodokumentovaná zo stanovišťa F3 (obr. 4.7.13c) je zjavne aktivizovaná, na východnom ukončení je priechodná až do hĺbky cca 1 m. Trhlina 20 naznačuje nadväzovanie na skôr dokumentovanú aktivizovanú ťahovú trhlínu fotodokumentovanú zo stanovišťa F3. Je možné predpokladať, že vytvára postupne zosuvnú odlučnú plochu rozšírenia závalu Z15. Aktivizáciu oblasti južného okraja závalu Z15 naznačuje aj pozorovaná deformácia terénu charakteru plazenia na okraji závalu Z15 západnejšie od trhlíny 20.



Obr. 4.7.7 Ťahová trhlina 13



Obr. 4.7.8 Ťahovo – poklesová trhlina 16

Na južnom až západnom okraji závalového pásma bola v r. 2021 pozorovaná výraznejšia geodynamická aktivizácia v úseku dĺžky cca 50 m od stanovišťa F4 po trhlínu 23. V budúcnosti je možné predpokladať rozširovanie závalu 10 v tomto úseku. Na porovnávacích snímkach zo stanovišťa F4 (obr. 4.7.13d) nie sú viditeľné zmeny v porovnaní r. 2020 a 2021, avšak pri podrobnej obhliadke boli pozorované na viacerých miestach otvory na staršej ťahovo – poklesovej trhlíne označenej ako trhlina 21 (obr. 4.7.9), ktorými sa prejavuje jej aktivizácia. Podobné prejavy boli zistené na trhlíne označenej 22 s otvormi do hĺbky až cca 0,7 m. Na okraji závalu 10 bola dokumentovaná nová ťahovo – poklesová trhlina 23 (na dvoch miestach s prehĺbením trhlíny). Podľa porovnávacieho fotosnímkovania zo stanovišťa F5 (obr. 4.7.13e) sa zdá, že dochádza k poklesávaniu horninového bloku severne od stanovišťa.



Obr. 4.7.9 Aktivizácia ťahovo – poklesovej trhlíny 21

V širšej oblasti pásma trhlín v západnej až severnej časti závalového pásma boli v r. 2021 registrované geodynamické aktivity vo forme vzniku nových trhlín a tiež vo forme otvorov (prepadlín) v priebehu viditeľných trhlín alebo v priebehu zastretých trhlín (prebiehajúcich skryto pod povrchom terénu). Zo stanovišťa F6 (obr. 4.7.13f) neboli pozorované prejavy aktivizácie trhlíny.

Zo stanovišťa F6a (obr. 4.7.13g) nebola pozorovaná aktivizácia trhliny, avšak v jej priebehu vzdialenejšie od stanovišťa bola pri rekognoskácii terénu pozorovaná jej aktivizácia v podobe 2 otvorov v trhlíne označenej ako trhlina 24b (obr. 4.7.11). V južnej časti priebehu aktívnej trhliny 24a bolo pozorovaných niekoľko otvorov v priebehu trhliny, čo svedčí o jej aktivizácii. Na ostatnej časti tejto trhliny viditeľnej pri snímkovaní zo stanovišťa F7 (obr. 4.7.13h) neboli pozorované prejavy aktivity.



Obr. 4.7.10 Ťahová trhlina 24

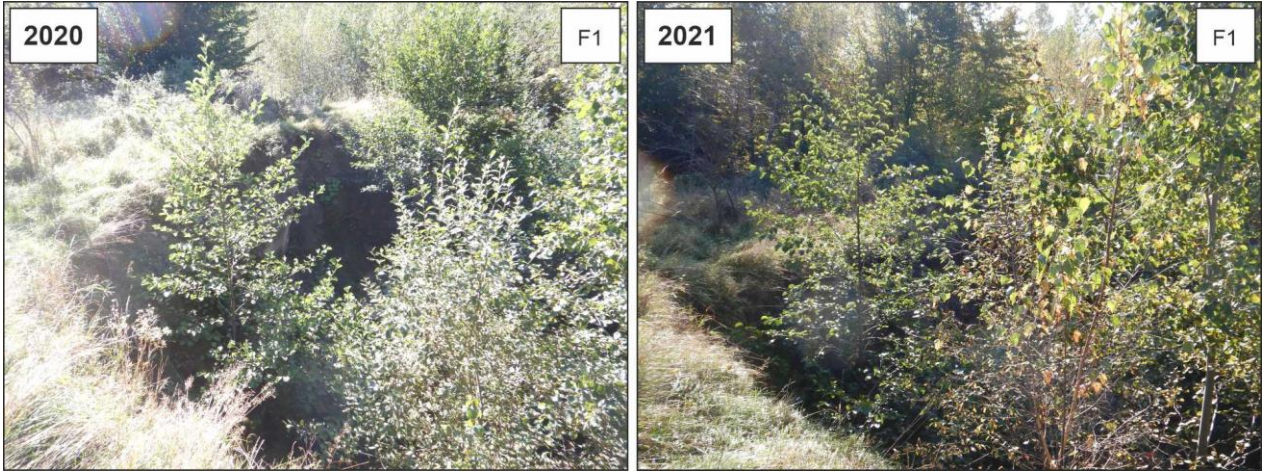


Obr. 4.7.11 Otvor v trhlíne 24b

Porovnávacie snímky zo stanovišť F8 a F9 (obr. 4.7.13i, j) nepreukazujú zmenu aktivity na sledovaných trhlínach. V blízkosti stanovišťa F9 bola pozorovaná nová aktívna ťahová trhlina 24 (obr. 4.7.10) šírky cca 0,1 – 0,2 m s nepatrným poklesom (niekoľko cm) a so sporadickým otvorením. Aktivizácia závalu Z18 podľa porovnávacieho snímkovania (obr. 4.7.13n) nebola badateľná. Na aktívnych trhlínach medzi závalmi Z18 a Z10 boli zistené miesta s prejavmi aktivizácie – otvorenia trhlín (obr. 4.7.1211).



Obr. 4.7.12 Aktivizácia trhliny medzi závalmi Z18 a Z10



a)

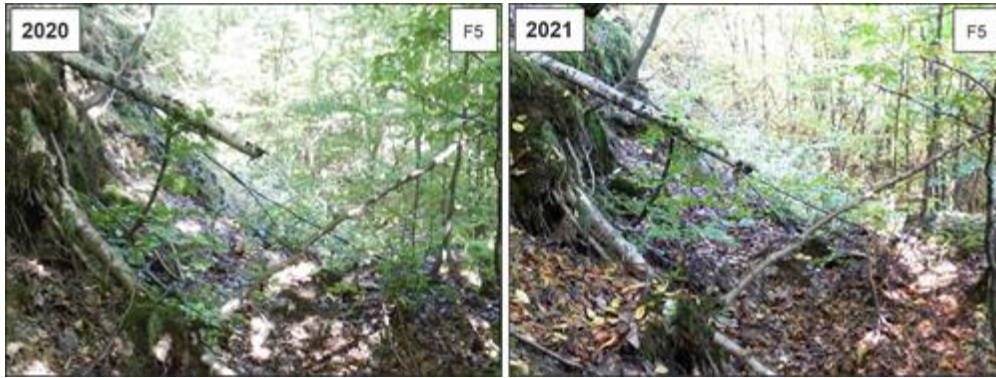


b)



c)

d)



e)



f)

g)



h)

i)



j)

k)



l)

m)



n)



o)

p)

Obr. 4.7.13 Porovnávacie fotografické snímkovania závalového pásma v Kobeliarove z r. 2020 a z r. 2021 zo stanovišť: a) F1, b) F2, c) F3, d) F4, e) F5, f) F6, g) F6A, h) F7, i) F8, j) F9, k) F10, l) F11, m) F13, n) F12, o) F14, p) F15

V širšej oblasti pásma trhlín severozápadne až severne od závalového pásma bolo zaregistrovaných niekoľko novovzniknutých trhlín (trhliny 25 až 31). Trhlina 25 je ťahovo – poklesová s výraznejším poklesom (cca 0,6 m) s dvoma krátkymi otvorenými úsekmi šírky cca 0,2 m. Porovnávacie snímkovanie trhlín zo stanovišť F10, F11 a F13 (obr. 4.7.13k, l a m) nepreukauje zmenu aktivity na sledovaných trhlinách, avšak priamo v mieste stanovišťa F13 bola spozorovaná aktivita v podobe otvoru, čo poukazuje na možnosť skrytého priebehu sledovanej trhliny pod povrchom terénu smerom na SV. V blízkom okolí stanovišť F11 a F13 bol pozorovaný vznik nových trhlín. Ťahová trhlina 26 nadväzuje na trhlinu snímkovanú zo

stanovišťa F11 a smerom na juh je orientovaná na už existujúcu sériu aktívnych trhlín. Šírka trhliny na povrchu terénu (s prejavom miernej depresie) je do 0,3 m, sporadicky má priebeh len v náznakoch a lokálne sú prítomné aj otvorené krátke úseky. Trhlina 27 má ťahovo – poklesový charakter, lokálne sú viditeľné otvorenia trhliny do hĺbky. Miera poklesu je do cca 0,5 m. Pokles je spätný (v smere od závalov) okrem úseku v pretínaní s lesnou cestou. Trhlina 28 sa prejavuje ako spätný pokles (cca 0,2 m) na lesnej ceste. Ťahovo – poklesová trhlina 29 je priebežne otvorená a má šírku cca 0,1 m. Výška spätného poklesu je nepatrná (niekoľko cm). Ťahová trhlina 30 sa javí ako smerové pokračovanie skôr dokumentovanej aktívnej trhliny v smere na SV. Trhlina má podobu pozdĺžnej depresie šírky a hĺbky cca 0,5 – 0,7 m. Porovnávacie snímkovanie trhliny (neďaleko od trhliny 30) zo stanovišťa F15 (obr. 4.7.13p) nepoukazuje na zmenu jej aktivity. Zistená nová ťahová trhlina 31 (s prejavom depresie šírky cca 0,1 – 0,2 m a hĺbky cca 0,1 m) nadväzuje na trhlinu, ktorej JZ časť je sledovaná zo stanovišťa F14. Porovnávacie snímkovanie trhliny zo stanovišťa F14 smerujúcej k závalu Z8 (obr. 4.7.13o) však nepoukazuje na zmenu jej aktivity.

Zo sledovania lokality ložiska Kobeliarovo vyplýva, že pozorovateľná neustávajúca aktivita geodynamických javov vzniknutých vplyvom ťažby sa v r. 2021 výraznejšie prejavila predovšetkým v pásme trhlín takmer po celom obvode závalového pásma, a to najmä v podobe výskytu nových trhlín, príp. aktivizácie existujúcich trhlín.

4.8 Lokalita Slovinky - Gelnica

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 Železorudných baní Slovinky. V roku 2021 táto organizácia pokračovala vo výstavbe oporného múra pri Slovinskom potoku, vykonala terénne úpravy v okolí portálu štólne Alžbeta a vykonávala pravidelnú údržbu odkaliska Bodnárec (Zvrškovec, 2021).

V období od februára 2014 do júla 2015 bol na lokalite Slovinky vykonaný podrobný geologický prieskum životného prostredia (Pramuk et al., 2016b) 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 štólne 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 inhaláciou ortuti, 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 štólne Alžbeta a drenážnej vody odkaliska Bodnárec.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Banské priestory v oblasti medzi Slovinkami a Gelnicou, ktorými boli v minulosti hlbinne 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 štôlni na gelnických žilách, k najvýznamnejším patria 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 otekajúcej štôľňou Alžbeta vykonávajú od roku 2002 s frekvenciou 4x ročne pracovníci Rudné bane, š.p. Banská Bystrica, pričom sa 1x ročne sledovala i jej kvalita v obmedzenom rozsahu parametrov (pH, Cu, As, Hg a Fe). Vlastný monitoring v rámci VŤŽP je od roku 2008 realizovaný na týchto pozorovacích objektoch (obr. 4.8.1): S14 – banská voda ložiska vytekajúca štôľňou Alžbeta, S15 – drenážna voda odkaliska Bodnárce, 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 2020 a 2021 sa z uvedených miest vzorkovali raz povrchové toky, 2-krát vody odkaliska a 7-krát štôlna Alžbeta. 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. 4.8.2). Banská voda z týchto štôlní bola v roku 2019 vzorkovaná 4 krát, Turzovský potok dva krát. V rokoch 2020 a 2021 bola banská voda týchto štôlní vzorkovaná 2-krát a Turzovský potok raz. Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z výsledkov laboratórnych analýz odobratých vzoriek vôd za roky 2008 – 2021 sú uvedené v tab. 4.8.1.

V hodnotenom období v profile Slovinského potoka pod oblasťou postihnutou ťažobnými aktivitami (profil S16) je monitoringom dokumentovaná dlhodobo vysoká koncentrácia As a Sb, nevyhovujúca požiadavkám na kvalitu povrchových vôd, čo sa potvrdilo i vzorkovaním v roku 2021 (tab. 4.8.2) Slovinský potok má pritom pri vstupe do ložiskovej oblasti (profil S11) vyhovujúcu kvalitu. V profile pred jeho sútokom s Poráčskym potokom (S12) je však už dlhodobo nevyhovujúci obsah antimónu. Kvalita Poráčskeho potoka na jeho ústí do Slovinského potoka (S13) je dobrá.

Z hľadiska hodnotenia kvality banskej vody štôlne Alžbeta a drenážnej vody odkalísk v Slovinkách podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) je dlhodobo riziková len štôlna Alžbeta (S14), a to v obsahu As (tab. 4.8.3, 4.8.4), ktorý v priemere takmer 7-násobne prevyšuje príslušné indikačné a 3-násobne prekračuje príslušné intervenčné kritérium. Charakteristická hodnota obsahu As v banskej vode štôlne Alžbeta za rok 2021 prevyšuje ID kritérium 8,5-násobne a IT kritérium 4-násobne.

V profile Turzovského potoka pred ústím do Hnilca (profil G1) je dokumentovaná zvýšená koncentrácia Sb, v období rokov 2014 – 2020 približne 5-násobne prevyšujúca požadovanú hodnotu pre povrchovú vodu (tab. 4.8.2). Jeho zdrojom je hlavne banská voda štôlne Krížová, v ktorej obsah Sb približne 4-násobne prevyšuje intervenčné kritérium pre podzemnú vodu (tab. 4.8.4). Charakteristická hodnota obsahu Sb v banskej vode štôlne Krížová je o 73 % vyššia v roku 2021 ako v období 2014 – 2020 (tab. 4.8.1).

Tab. 4.8.1 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Slovinky – Gelnica

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Cd mg/l
SI1	2008-2020	17,2	8,10	21	0,274	0,017	-	0,0163	0,0027	0,0013	0,0025	0,0037	0,0010	0,0001
	2021	20,1	8,07	20	0,024	0,003	-	0,0010	0,0003	0,0008	0,0020	0,0020	0,0010	0,00005
SI2	2008-2019	22,3	8,12	27	0,031	0,011	0,00005	0,0059	0,0026	0,0042	0,0180	0,0107	0,0010	0,0001
	2020	27,6	7,96	28	0,020	0,007	-	0,0010	0,0003	0,0051	0,0235	0,0100	0,0010	0,00005
SI3	2008-2020	36,8	8,33	24	0,038	0,023	0,00006	0,0039	0,0026	0,0015	0,0019	0,0019	0,0010	0,0001
	2021	41,3	8,21	22	0,044	0,018	-	0,0010	0,0003	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010	0,00005
SI4	2007-2020	103,0	7,86	305	0,740	0,376	0,00007	0,0035	0,0028	0,3347	0,0086	0,0042	0,0010	0,00010
	2021	95,1	8,06	241	0,729	0,172	-	0,0013	0,0001	0,4227	0,0078	0,0030	0,0010	0,00005
SI5	2008-2020	127,1	7,60	615	0,104	2,563	0,00006	0,0137	0,0024	0,0404	0,0061	0,0067	0,0354	0,00012
	2021	100,3	7,75	486	0,042	1,068	-	0,0025	0,0004	0,0353	0,0083	0,0040	0,0190	0,00005
SI6	2008-2020	41,2	8,22	67	0,217	0,061	0,00005	0,0055	0,0032	0,0330	0,0115	0,0063	0,0010	0,0001
	2021	48,0	8,16	69	0,092	0,026	-	0,0010	0,0003	0,0593	0,0110	0,0040	0,0010	0,00005
SI7	2009-2020	93,9	7,99	256	0,095	0,176	0,00005	0,0084	0,0027	0,0173	0,0114	0,0031	0,0017	0,00142
	2021	81,4	7,97	200	0,026	0,067	-	0,0020	0,0003	0,0118	0,0091	0,0020	0,0010	0,00060
G1	2014-2020	39,7	8,24	51	0,030	0,008	0,00006	0,0081	0,0018	0,0032	0,0280	0,0139	0,0010	0,0001
	2021	41,4	8,39	51	0,025	0,012	-	0,0050	0,0003	0,0035	0,0269	0,0140	0,0010	0,00005
G2	2014-2020	67,4	8,01	63	0,086	0,019	0,00009	0,0161	0,0018	0,0100	0,1857	0,0975	0,0010	0,0001
	2021	59,3	7,72	63	0,072	0,017	-	0,0155	0,0003	0,0124	0,3210	0,1255	0,0020	0,00008
G3	2014-2020	46,4	8,01	90	0,070	0,018	0,00005	0,0072	0,0018	0,0010	0,0056	0,0199	0,0020	0,0001
	2021	46,6	7,80	98	0,034	0,015	-	0,0075	0,0003	0,0010	0,0056	0,0290	0,0040	0,00005

Vysvetlivky: SI1 – Slovinský potok nad ložiskom, SI2 – Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, SI3 – ústie Poráčskeho potoka, SI4 – banská voda ložiska vytekajúca štôľňou Alžbeta, SI5 – drenážna voda odkaliska Bodnárec, SI6 – Slovinský potok pod ložiskom, SI7 – drenážna voda odkaliska Kalligrund, G1 – potok Turzov, G2 – štôľňa Stará Krížová, G3 – štôľňa Jozef. Situácia objektov je na obr. 4.8.1 a 4.8.2

Tab. 4.8.2 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Slovinky – Gelnica s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
SI1	2008 – 2020	0,16	V	0,08	0,14	0,06	0,05	0,37	0,33	0,11	0,50	0,25	0,05	0,08
	2021	0,18	V	0,08	0,01	0,01	-	0,02	0,03	0,07	0,40	0,14	0,05	0,08
SI2	2008 – 2020	0,20	V	0,11	0,02	0,04	0,05	0,10	0,32	0,37	3,59	0,57	0,05	0,08
	2021	0,25	V	0,11	0,01	0,02	-	0,02	0,03	0,44	4,70	0,53	0,05	0,08
SI3	2008 – 2020	0,33	V	0,09	0,02	0,08	0,06	0,06	0,32	0,13	0,37	0,10	0,05	0,07
	2021	0,38	V	0,09	0,02	0,06	-	0,02	0,03	0,09	0,22	0,05	0,05	0,07
SI4	2007 – 2020	0,94	V	1,22	0,37	1,25	0,06	0,06	0,34	28,86	1,71	0,22	0,05	0,13
	2021	0,86	V	0,96	0,36	0,57	-	0,02	0,01	36,44	1,55	0,16	0,05	0,07
SI5	2008 – 2020	1,16	V	2,46	0,05	8,54	0,06	0,22	0,29	3,48	1,23	0,35	1,61	0,16
	2021	0,91	V	1,94	0,02	3,56	-	0,04	0,05	3,04	1,66	0,21	0,86	0,07
SI6	2008 – 2020	0,37	V	0,27	0,11	0,20	0,05	0,09	0,39	2,85	2,30	0,34	0,05	0,07
	2021	0,44	V	0,28	0,05	0,09	-	0,02	0,03	5,11	2,20	0,21	0,05	0,07
SI7	2008 – 2020	0,85	V	1,02	0,05	0,59	0,05	0,14	0,32	1,49	2,28	0,17	0,08	1,89
	2021	0,74	V	0,80	0,01	0,22	-	0,03	0,03	1,02	1,82	0,11	0,05	0,80
G1	2014 – 2020	0,36	V	0,20	0,01	0,03	0,06	0,13	0,21	0,28	5,59	0,74	0,05	0,08
	2021	0,38	V	0,20	0,01	0,04	-	0,08	0,03	0,30	5,38	0,74	0,05	0,08
G2	2014 – 2020	0,61	V	0,25	0,04	0,06	0,08	0,26	0,21	0,86	37,14	5,18	0,05	0,08
	2021	0,54	V	0,25	0,04	0,06	-	0,25	0,03	1,07	64,20	6,68	0,09	0,12
G3	2014 – 2020	0,42	V	0,36	0,03	0,06	0,05	0,12	0,21	0,09	1,11	1,06	0,09	0,08
	2021	0,42	V	0,39	0,02	0,05	-	0,12	0,03	0,08	1,12	1,54	0,18	0,08

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.8.1.

Tab. 4.8.3 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Slovinky – Gelnica s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
SI4	2007 – 2020	0,51	V	0,03	0,003	0,03	6,69	0,34	0,004	0,01	0,02
	2021	0,48	V	-	0,001	0,001	8,45	0,31	0,003	0,01	0,01
SI7	2009 – 2020	0,47	V	0,03	0,01	0,03	0,35	0,46	0,003	0,02	0,28
	2021	0,41	V	-	0,00	0,003	0,24	0,36	0,002	0,01	0,12
SI5	2008 – 2020	0,64	V	0,03	0,01	0,02	0,81	0,25	0,01	0,35	0,02
	2021	0,50	V	-	0,003	0,004	0,71	0,33	0,00	0,19	0,01
G2	2014-2020	0,34	V	0,04	0,02	0,02	0,20	7,43	0,10	0,01	0,01
	2021	0,30	V	-	0,02	0,003	0,25	12,84	0,13	0,02	0,02
G3	2014-2020	0,23	V	0,03	0,01	0,02	0,02	0,22	0,02	0,02	0,01
	2021	0,23	V	-	0,01	0,003	0,02	0,22	0,03	0,04	0,01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.8.1.

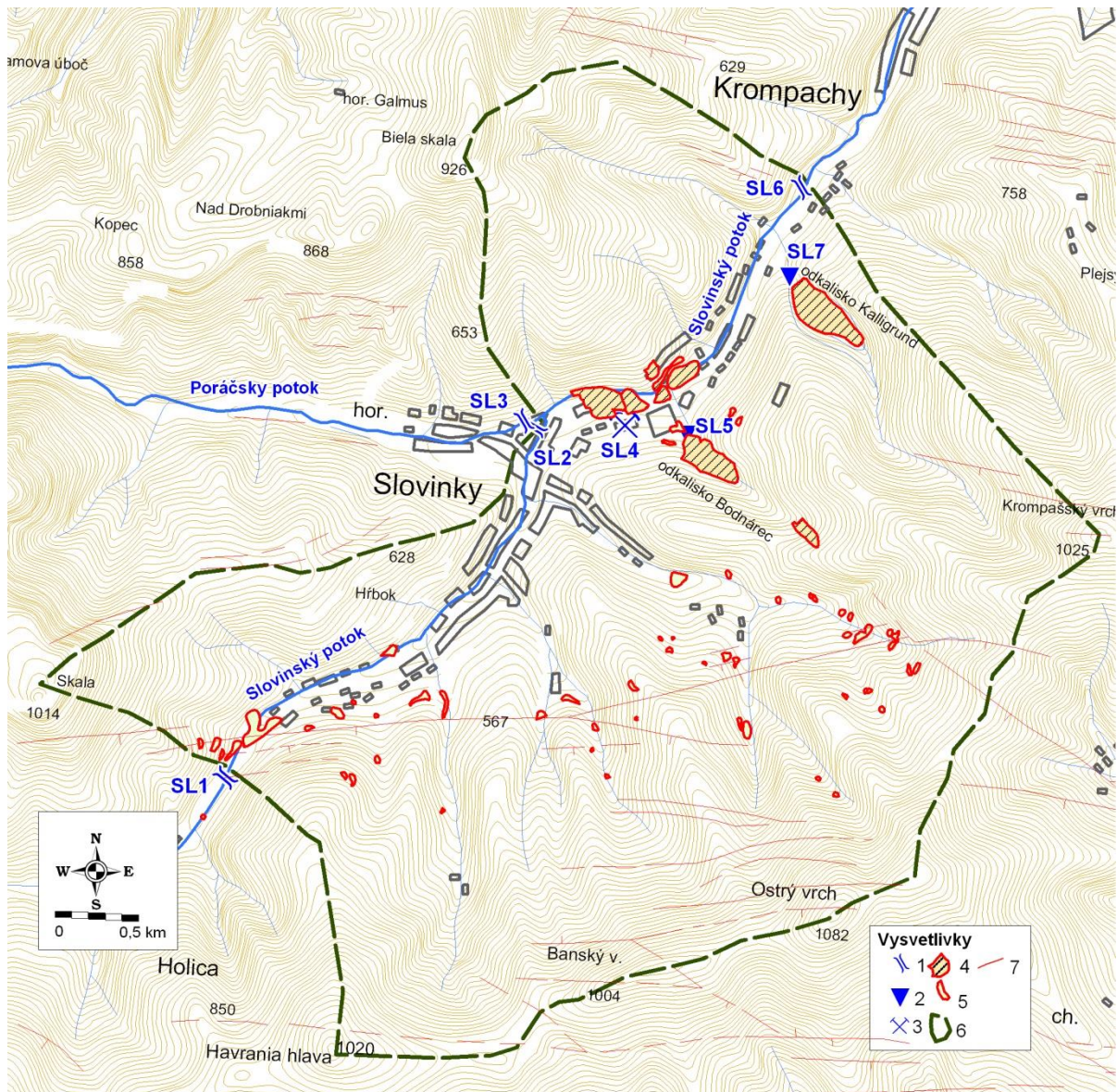
Tab. 4.8.4 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Slovinky – Gelnica s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
SI4	2007 – 2020	0,34	V	0,01	0,002	0,01	3,35	0,17	0,002	0,01	0,01
	2021	0,32	V	-	0,001	0,0003	4,23	0,16	0,002	0,005	0,003
SI7	2009 – 2020	0,31	V	0,01	0,004	0,01	0,17	0,23	0,002	0,01	0,07
	2021	0,27	V	-	0,001	0,001	0,12	0,18	0,001	0,005	0,03
SI5	2008 – 2020	0,42	V	0,01	0,01	0,01	0,40	0,12	0,003	0,18	0,01
	2021	0,33	V	-	0,001	0,002	0,35	0,17	0,002	0,095	0,003
G2	2014-2020	0,22	V	0,02	0,01	0,01	0,10	3,71	0,05	0,01	0,003
	2021	0,20	V	-	0,01	0,001	0,12	6,42	0,06	0,01	0,004
G3	2014-2020	0,15	V	0,01	0,004	0,01	0,01	0,11	0,01	0,01	0,003
	2021	0,16	V	-	0,004	0,001	0,01	0,11	0,01	0,02	0,003

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.8.1.

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., 2015b), vyplýva: 1) dnové sedimenty Slovinského potoka na úrovni šachty Dorota nie sú kontaminované, 2) sediment Banského potoka v mieste na hranici intravilánu Sloviniak 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 VŤŽP 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.



Obr. 4.8.1 Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Sloviniky.
 Vysvetlivky: 1 – monitorovaný profil povrchového toku, 2 – monitorovaná drenáž odkaliska, 3 – monitorované ústie štôlne, 4 – odkalisko, 5 – halda, 6 – rozvodnica, 7 – rudná žila.

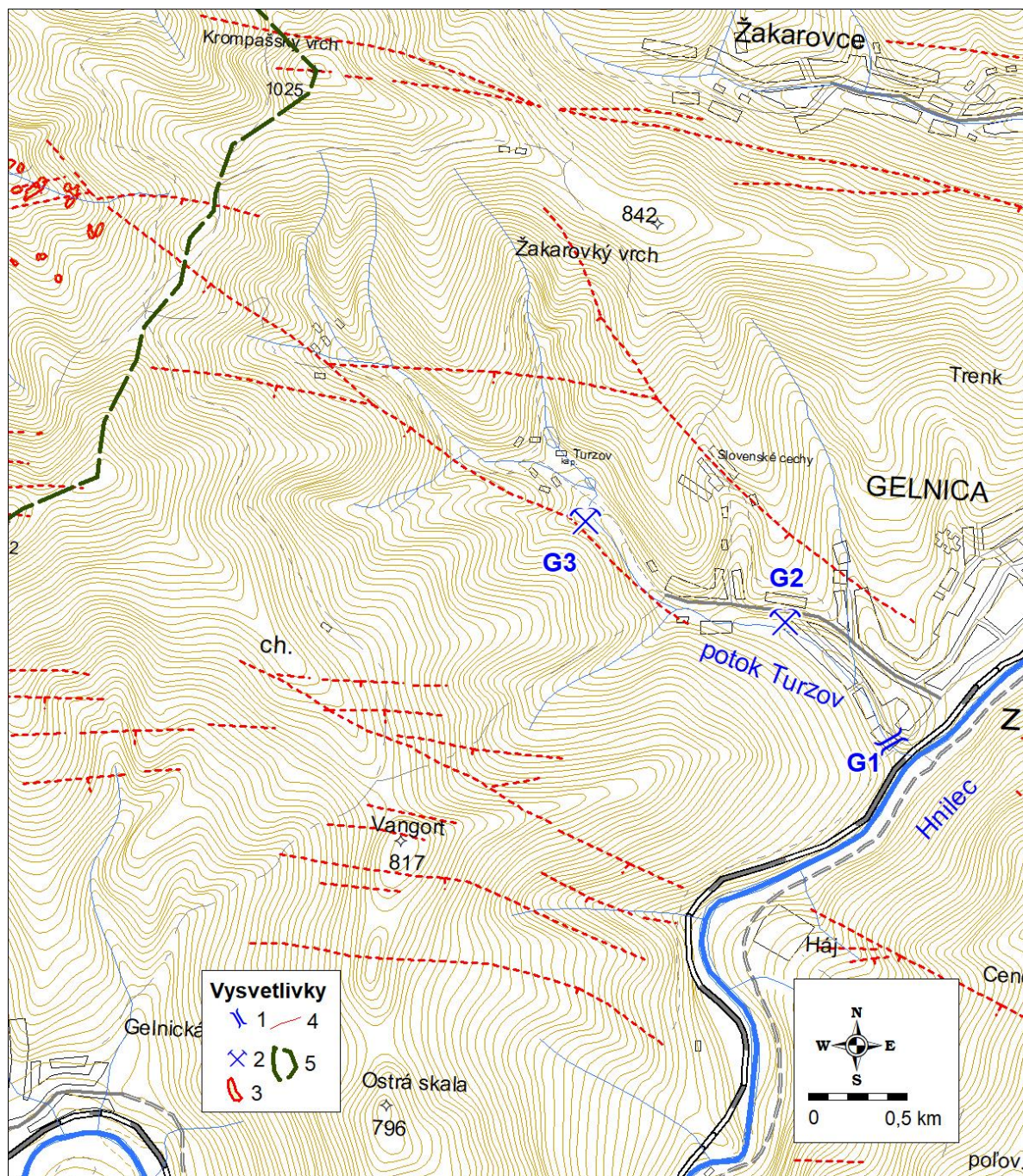
Inžinierskogeologické aspekty

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, prepahliská), 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 štôlne Krížová v Gelnici. V roku 2012 tento podnik vykonával technické úpravy toku Slovinického potoka

v úseku pod bývalým závodom ŽB pre zamedzenie vodnej erózie telies haldového materiálu akumulovaného na alúviu tohto toku. V rokoch 2013 – 2020 sa v oblasti Slovinky nevyskytli nové povrchové prejavy nestability.

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



Obr. 4.8.2 Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Gelnica.
 Vysvetlivky: 1 – monitorovaný profil povrchového toku, 2 – monitorované ústie štólne,
 3 – halda, 4 – rudná žila, 5 – rozvodnica.

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 bankských diel bane Mária, na základe rozhodnutia OBÚ v Spišskej Novej Vsi č.243-654/2012, v roku 2013 hlavne na VI. horizonte (Kolektív autorov, 2014). Na základe zmeny č. 1 tohto rozhodnutia č. 607-1755/2014 realizovala táto ťažobná organizácia v roku 2014 čistenie a rekonštrukciu bankských chodieb, čerpanie vody a ďalšie práce zamerané na prípravu razenia chodieb a dobývania v bloku komplexných Fe rúd na Striebornej žile i vyťaženie 0,18 kt rudy (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 sa vyťažilo 0,45 kt rudy, v rokoch 2016 – 2017 sa neťažilo a v roku 2018 sa vyťažilo 0,146 kt. Banská činnosť bola v rokoch 2019 – 2021 zameraná na rekonštrukciu a údržbu bankských diel, i dobývanie ložiska Rožňava – Strieborná, vyťažilo sa 0,95 kt (2019), resp. 0,07 kt (2020, 2021), (Zvrškovec, 2020, 2021 a 2022). 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.

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

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Hlbinné bane Mária a Sadlovský sú oddelené údolím rieky Slaná. Ťažila a spracovávala sa tu Fe, Cu ruda viazaná na karbonátovo-kremeňovo-sulfidické rudné žily. V období ťažby boli v podzemí priamo prepojené prekopom. Ten bol neskôr prehradený hrádzou, ktorá dnes hydraulicky oddeľuje obe zatopené bane. Obe bane sú z hľadiska hydrogeologických i geochemických aspektov od roku 2007 sledované v rámci štátneho monitoringu VŤŽP s frekvenciou meraní 2x ročne. V rokoch 2019 a 2020 boli vzorkované 4 krát, v roku 2021 2-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 VŤŽP. Množstvo vody kolísalo medzi 3,35 až 22,32 l/s. Pre odvodnenie ložiska, kvôli obnoveniu ťažby na Striebornej žile, bolo 17.8.2011 začaté čerpanie banskej vody na šachte Mária, s priemerným čerpaným množstvom 25 l/s. Dňa 13.7.2012 dosiahla úroveň vody v bani klenby náraziska na 6. horizonte (180 m n. m.). 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 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. 4.9.1. 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 sú vykonávané v rámci štátneho monitoringu VŤŽP od roku 2007. Zároveň boli tieto objekty vzorkované pre určenie kvality vody raz v roku 2007, dvakrát ročne v období 2008 – 2018, 4-krát ročne v rokoch 2019 a 2020 a 2-krát ročne v roku 2021.

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 VŤŽP. Charakteristické hodnoty rizikových komponentov odvodené z výsledkov vlastných i prevzatých laboratórnych analýz vôd monitorovaných objektov sú uvedené v tab. 4.9.1.

Z monitorovaných zdrojov banskej vody sú dlhodobo 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 2021 rizikový obsah antimónu (7-násobok medznej hodnoty), ale i Cu, SO₄, As, Ni a EC (tab. 4.9.2). Do rieky Slaná je vypúšťaná už upravená banská voda, so súhlasom a pod dohľadom príslušného orgánu ŽP. Voda štôľne Augusta je dlhodobo riziková obsahom SO₄, Mn, As a hodnotou EC. Charakteristická hodnota týchto parametrov pre rok 2021 je nižšia ako pre obdobie 2007 – 2020 pre všetky uvedené parametre, s výnimkou arzénu, u ktorého bolo zaznamenané zvýšenie o 28 % (tab. 4.9.2). Vo vode štôľne Sadlovský v sledovanom období 2007 – 2020 úrovne potenciálnych kontaminantov boli nízke, hoci obsah SO₄ a Sb sú tesne pod ich požadovanými hodnotami. V roku 2021 je zaznamenané mierne prekročenie KPV pre sírany.

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 2021 žiadny zo sledovaných parametrov v monitorovaných objektoch lokality (tab. 4.9.4). Indikačné kritérium v roku 2021 prekročila ChH obsahu Sb v čerpanej vode z bane Mária (pred čistením) a ChH obsahu As vo vode štôľne Augusta, ktorá je mierne vyššia ako priemer pre obdobie 2007 – 2020 (tab. 4.9.3). Pre obdobie rokov 2007 – 2020 mierne prevyšuje ID charakteristická hodnota pre hodnotu pH a pre obsah Al čerpaná voda bane Mária, pred čistením.

Tab. 4.9.1 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej vody z lokality Rožňava

Objekt	Objekt	Dátum	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	Cd mg/l
Ro1	Dopravný prekop	2007 – 20	116,2	5,74	618	39,15	20,21	0,27	0,00007	0,106	0,005	0,009	0,021	0,079	0,031	0,00019
		2021	127,5	6,97	515	3,74	3,98	0,06	-	0,021	-	0,013	0,034	0,036	0,024	0,00013
Ro2	Sadlovský štôľňa	2007 – 20	96,9	8,24	229	0,19	0,03	0,01	0,00007	0,004	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,00010
		2021	107,0	8,39	255	0,06	0,02	0,01	-	0,001	0,0003	0,002	0,004	0,001	0,001	0,00005
Ro3	Augusta štôľňa	2007 – 20	193,0	7,74	698	1,31	1,77	0,01	0,00006	0,006	0,002	0,066	0,004	0,002	0,003	0,00009
		2021	147,5	7,78	452	1,59	1,06	0,06	-	0,001	0,0003	0,085	0,002	0,001	0,002	0,00003

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).

Tab. 4.9.2 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Rožňava s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
Ro1	2007-2020	1,06	N	2,47	19,58	67,37	1,35	0,68	1,86	0,48	0,81	4,27	5,17	1,39	0,25
	2021	1,16	V	2,06	1,87	13,25	0,28	0,50	0,36	-	1,09	6,80	2,32	1,07	0,17
Ro2	2007-2020	0,88	V	0,92	0,10	0,10	0,07	0,69	0,07	0,24	0,24	0,89	0,09	0,07	0,13
	2021	0,97	V	1,02	0,03	0,07	0,04	0,50	0,02	0,02	0,16	0,85	0,07	0,05	0,07
Ro3	2007-2020	1,75	V	2,79	0,66	5,91	0,06	0,56	0,11	0,24	5,77	0,72	0,10	0,12	0,12
	2021	1,34	V	1,81	0,80	3,53	0,30	0,50	0,02	0,02	7,39	0,41	0,07	0,09	0,03

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.9.1. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mape na obr. 4.9.1.

Tab. 4.9.3 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Rožňava s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

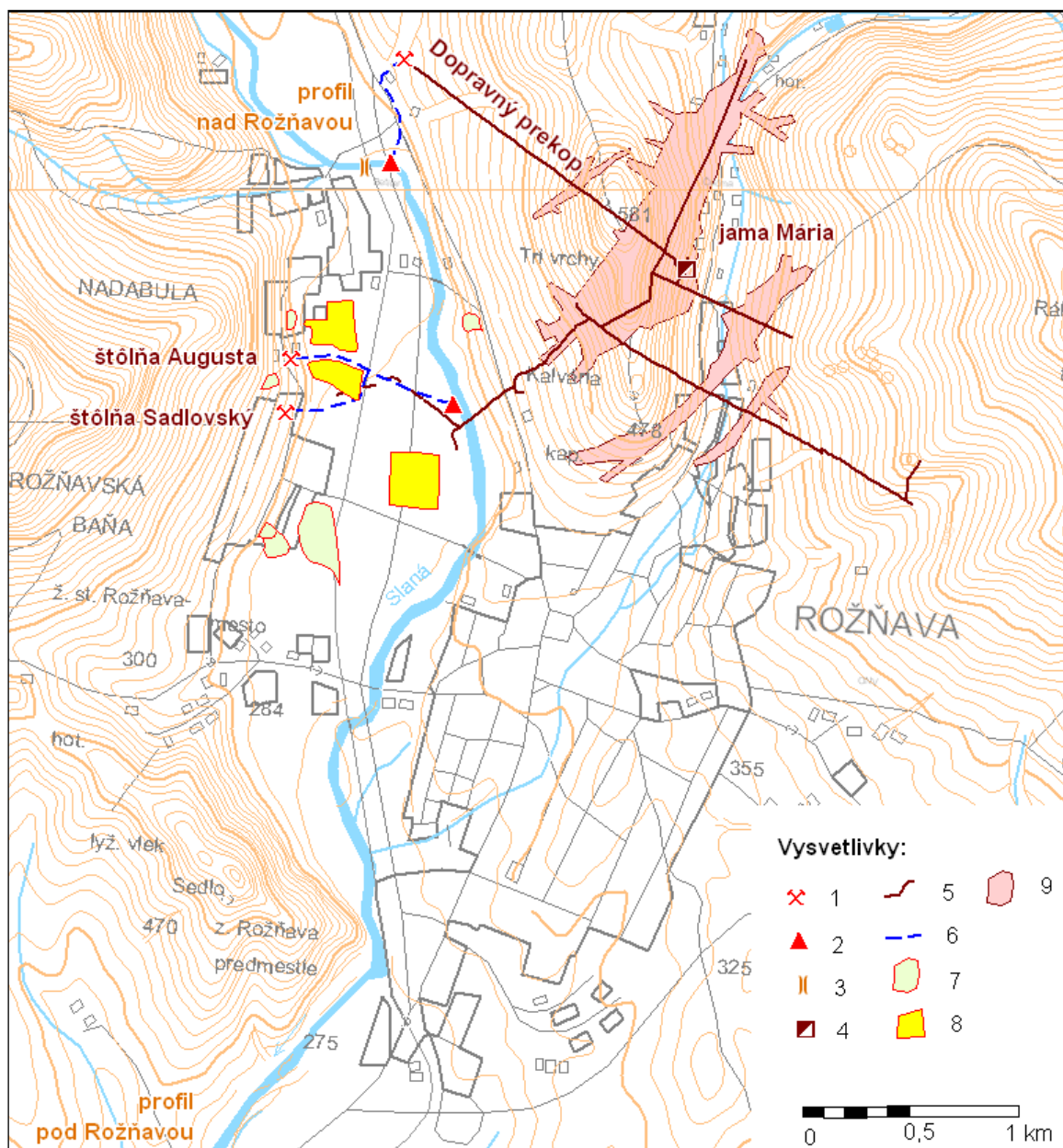
Objekt	Dátum	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
Ro1	2007-2020	0,58	N	1,08	0,03	0,11	0,003	0,19	0,85	0,08	0,31	0,04
	2021	0,64	V	0,22	-	0,02	-	0,25	1,36	0,04	0,24	0,03
Ro2	2007-2020	0,48	V	0,06	0,03	0,004	0,002	0,06	0,18	0,001	0,02	0,02
	2021	0,54	V	0,03	-	0,001	0,0002	0,04	0,17	0,001	0,01	0,01
Ro3	2007-2020	0,97	V	0,05	0,03	0,006	0,002	1,33	0,14	0,002	0,03	0,02
	2021	0,74	V	0,24	-	0,001	0,0002	1,70	0,08	0,001	0,02	0,01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. Označenie objektov ako pri tab. 4.9.1.

Tab. 4.9.4 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Rožňava s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Dátum	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
Ro1	2007-2020	0,39	N	0,68	0,01	0,05	0,001	0,09	0,43	0,04	0,15	0,01
	2021	0,43	V	0,14	-	0,010	-	0,13	0,68	0,018	0,12	0,01
Ro2	2007-2020	0,32	V	0,04	0,01	0,002	0,0005	0,03	0,09	0,001	0,01	0,005
	2021	0,36	V	0,02	0,00	0,001	0,0001	0,02	0,09	0,001	0,01	0,003
Ro3	2007-2020	0,64	V	0,03	0,01	0,003	0,0005	0,66	0,07	0,001	0,01	0,004
	2021	0,49	V	0,15	0,00	0,001	0,0001	0,85	0,04	0,001	0,01	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4. Označenie objektov ako pri tab. 4.9.1.



Obr. 4.9.1 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.

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 SHMÚ 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 (Májovská et al., 2020). V roku 2020 neboli sledované (Döményová et al., 2021).

Na monitorovacom mieste rieky Slaná v Rožňave sú dlhodobo sledované i obsahy As, Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Hg a Zn – v roku 2021 všetky vyhovovali požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (Döményová et al., 2022). Hodnota prietoku Q_{355} pre toto miesto je 0,68 m³/s. Ak pri výpočte podľa zmiešavacej rovnice uvažujeme s touto hodnotou prietoku, s koncentráciou As = 4 µg/l (požadovaná hodnota pre tento úsek rieky Slaná), s priemernými koncentraciami As a priemernými výdatnosťami výtokov banskej vody zo štôlní Sadlovský, Augusta a čerpanej vody z bane Mária, dostávame pre vodu rieky Slaná pod vyústením týchto banských vôd hodnotu obsahu As = 4,5 µg/l. Tento orientačný výpočet ukazuje, že i pri najnižších prietokoch Slanej prítoky banskej vody z týchto objektov významne nezvyšujú obsah As v riečnej vode.

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 2020, 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 vykonáva aj v súčasnosti pravidelnú údržbu odkaliska Smolník (Zvrškovec, 2022).

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 banských 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 banských 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. Hydrometrickými, vzorkovacími a laboratórnymi prácami štátneho monitoringu VŤŽP bola v období rokov 2008

– 2021 dokumentovaná banská voda šachty Pech, štôlní Karoli 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 Karoli. Meranie množstva banskej vody vytekajúcej zo šachty Pech s frekvenciou 2x ročne a priesaku z odkaliska raz ročne od roku 2000 vykonáva organizácia RB Banská Bystrica. Tieto výsledky boli preberané do databázy VŤŽP, doplnené sú vlastnými hydrometrickými meraniami a vzorkovaním vody šachty Pech i dvoch výtokov drenážnej vody z odkaliska a dvoch profilov potoka Smolník, vykonávanými v rokoch 2008 – 2018 s frekvenciou 2x ročne. V roku 2019 sa profily potoka Smolník vzorkovali 2-krát a zostávajúce objekty 4-krát. V roku 2020 a 2021 sa profily potoka Smolník vzorkovali raz a zostávajúce objekty 2-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. 4.10.1.

Charakteristické hodnoty hlavných kontaminantov lokality Smolník, odvodené z výsledkov laboratórnych analýz vzoriek vôd, obsahuje tab. 4.10.1. V hodnotenom období z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody sú na výstupnom profile potoka Smolník Sm8 z hodnotenej oblasti zistené nevyhovujúce koncentrácie Fe, Mn, Al, Zn a Cu (tab. 4.10.2), hoci na vstupnom profile Sm1 sú vyhovujúce. Najvýraznejšie prekročenie požadovanej hodnoty – približne 10-násobné – je v období do roku 2020 dokumentované u zinku a hliníka, výrazné (niekoľko-násobné) je i u železa, mangánu a medi. V rokoch 2020 a 2021 bola povrchová voda vzorkovaná len raz, čo znižuje výpovednú hodnotu medziročného porovnania. Avšak u väčšiny sledovaných parametrov boli zistené obdobné koncentrácie ako v doterajšom období, pričom vyššie približne o 40 % boli v roku zistené u Al a Zn. V roku 2021 mierne prekročil hodnotu RP-PoK i obsah Cd.

Tab. 4.10.1 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 – 2020	10,4	7,27	15	0,3	0,1	0,05	0,022	0,002	0,002	0,005	0,001	0,001	0,00012
	2021	13,3	7,47	14	0,1	0,02	0,01	0,004	0,001	0,002	0,004	0,001	-	0,00005
Sm2	2008 – 2020	25,8	5,14	111	20,1	2,2	4,80	0,086	0,002	0,001	0,067	0,173	0,047	0,00037
	2021	29,4	5,25	148	10,8	1,7	2,48	0,075	0,001	0,001	0,051	0,245	-	0,00045
Sm3	2008 – 2020	278,6	4,02	2404	295,2	23,3	58,40	6,410	0,056	0,047	1,713	0,156	0,254	0,00503
	2021	245,6	3,96	2044	212,8	17,7	42,88	4,398	0,054	0,033	1,328	0,125	-	0,00682
Sm4	2008 – 2020	47,0	6,24	204	1,4	1,6	0,17	0,289	0,002	0,001	0,052	0,033	0,002	0,00010
	2021	45,2	6,61	196	0,1	0,4	0,02	0,093	0,000	0,001	0,003	0,014	-	0,00018
Sm6	2008 – 2020	172,2	6,28	1016	13,9	14,2	0,10	0,101	0,003	0,120	0,042	0,048	0,046	0,00025
	2021	158,9	6,20	929	9,5	12,8	0,08	0,083	0,000	0,145	0,048	0,052	-	0,00030
Sm7	2008 – 2020	292,4	6,35	2063	62,3	17,8	0,10	0,309	0,004	0,616	0,010	0,065	0,078	0,00011
	2021	302,5	6,57	2060	49,1	17,1	0,04	0,083	0,000	0,770	0,002	0,070	-	0,00008
Sm8	2008 – 2020	29,6	6,08	127	10,6	1,2	1,86	0,319	0,003	0,006	0,104	0,011	0,010	0,00036
	2021	26,6	5,38	112	10,0	1,0	2,81	0,319	0,003	0,005	0,283	0,011	-	0,00070

Vysvetlivky: Označenie monitorovaných objektov: Sm1 – potok Smolník nad ložiskom, Sm2 – Nová štôľňa, Sm3 – šachta Pech, Sm4 – štôľňa 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. 4.10.1.

Potok Smolník sa v profile pred ústím do rieky Hnilec monitoroval 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 obsahy 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. V roku 2020 tento objekt nebol sledovaný.

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) prevyšuje intervenčné kritérium (IT) obsah Al (až 146-násobné prekročenie v období rokov 2008 – 2019 a 142-násobné prekročenie v roku 2019), Zn a Co v šachte Pech, obsah Al v Novej štôlni a obsah As na oboch ústiach drenáže z odkaliska (tab. 4.10.4). Indikačné kritérium (ID) je okrem toho prekročené pre hodnotu EC pre šachtu Pech, pre obsah Ni v šachte Pech a Novej štôlni a obsah Cd pre šachtu Pech (tab. 4.10.3). Obsah berýlia nevyhovuje ID podzemnej vody u vody šachty Pech a Novej štôlne. Reakcia vody nevyhovuje indikačnému kritériu u všetkých objektov pre obdobie 2008 – 2020, v roku 2021 už vyhovovala v štôlni Karoli a hornom výtoku priesakovej vody odkaliska. Intervenčnému kritériu nevyhovuje reakcia vody šachty Pech a Novej štôlne. Na výtok banskej vody zo šachty Pech (Sm3) sú charakteristické hodnoty väčšiny sledovaných ukazovateľov pre rok 2021 nižšie v porovnaní s obdobím 2008 – 2020 (tab. 4.10.1), výnimkou je Cu. Reakcia vody bola mierne kyslejšia.

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. 4.10.5). 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. 4.10.2 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 – 2020	0,09	V	0,06	0,16	0,17	0,23	0,73	0,29	0,16	0,19	0,04	0,03	0,20
	2021	0,12	V	0,06	0,04	0,07	0,05	0,13	0,06	0,22	0,15	0,03	-	0,09
Sm2	2008 – 2020	0,23	N	0,44	10,04	7,49	23,99	2,78	0,28	0,09	2,56	5,78	0,94	0,64
	2021	0,27	N	0,59	5,39	5,60	12,38	2,42	0,07	0,08	1,93	8,17	-	0,78
Sm3	2008 – 2020	2,53	N	9,62	147,60	77,72	292,02	208,12	6,78	4,89	65,65	5,21	5,08	8,67
	2021	2,23	N	8,18	106,40	58,87	214,40	142,79	6,60	3,42	50,88	4,16	-	11,76
Sm4	2008 – 2020	0,43	V	0,82	0,72	5,35	0,84	9,38	0,27	0,15	2,00	1,11	0,03	0,17
	2021	0,41	V	0,78	0,03	1,36	0,08	1,74	0,03	0,06	0,04	0,38	-	0,09
Sm6	2008 – 2020	1,57	V	4,06	6,93	47,28	0,50	3,27	0,33	12,54	1,60	1,61	0,92	0,42
	2021	1,45	V	3,82	5,35	45,67	0,10	1,93	0,05	15,58	0,34	1,67	-	0,34
Sm7	2008 – 2020	2,66	V	8,25	31,17	59,30	0,52	10,04	0,48	64,14	0,38	2,17	1,56	0,19
	2021	2,76	V	8,58	27,35	60,83	0,10	3,20	0,03	65,00	0,04	2,32	-	0,09
Sm8	2008 – 2020	0,27	V	0,51	5,31	3,93	9,29	10,34	0,38	0,63	4,00	0,36	0,21	0,62
	2021	0,37	V	0,71	7,50	5,53	13,45	14,45	0,40	0,89	4,02	0,50	-	1,03

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.10.1. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mape na obr. 4.10.1.

Tab. 4.10.3 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 – 2020	0,13	N	19,19	0,06	0,02	0,02	0,07	1,73	0,47	0,07	1,13
	2021	0,15	N	9,90	0,05	0,006	0,02	0,05	2,45	-	0,09	1,45
Sm3	2008 – 2020	1,39	N	233,62	4,27	0,56	0,94	1,71	1,56	2,54	1,01	1,72
	2021	1,23	N	171,52	2,93	0,54	0,66	1,33	1,25	-	1,36	1,60
Sm4	2008 – 2020	0,24	N	0,67	0,19	0,02	0,03	0,05	0,33	0,02	0,02	0,07
	2021	0,22	V	0,06	0,04	0,003	0,01	0,001	0,12	-	0,01	0,05
Sm6	2008 – 2020	0,86	N	0,40	0,07	0,03	2,41	0,04	0,48	0,46	0,05	0,06
	2021	0,80	N	0,08	0,04	0,00	2,99	0,01	0,50	-	0,04	0,05
Sm7	2008 – 2020	1,46	N	0,41	0,21	0,04	12,32	0,01	0,65	0,78	0,02	0,06
	2021	1,52	N	0,08	0,07	0,003	12,48	0,001	0,70	-	0,01	0,05

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. Označenie objektov ako pri tab. 4.10.1.

Tab. 4.10.4 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 – 2020	0,09	N	12,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,87	0,24	0,02	0,45
	2021	0,10	N	6,19	0,01	0,003	0,01	0,03	1,23	-	0,02	0,58
Sm3	2008 – 2020	0,93	N	146,01	1,28	0,28	0,47	0,86	0,78	1,27	0,25	0,69
	2021	0,82	N	107,20	0,88	0,27	0,33	0,66	0,62	-	0,34	0,64
Sm4	2008 – 2020	0,16	N	0,42	0,06	0,01	0,01	0,03	0,17	0,01	0,01	0,03
	2021	0,15	V	0,04	0,01	0,001	0,01	0,001	0,06	-	0,003	0,02
Sm6	2008 – 2020	0,57	V	0,25	0,02	0,01	1,20	0,02	0,24	0,23	0,01	0,02
	2021	0,53	V	0,19	0,02	0,00	1,45	0,024	0,26	-	0,02	0,02
Sm7	2008 – 2020	0,97	V	0,26	0,06	0,02	6,16	0,01	0,33	0,39	0,01	0,03
	2021	1,01	V	0,10	0,02	0,001	7,70	0,001	0,35	-	0,004	0,03

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4. Označenie objektov ako pri tab. 4.10.4.

Tab. 4.10.5 Chemické zloženie sedimentu potoka Smolník v profile pod odkaliskom

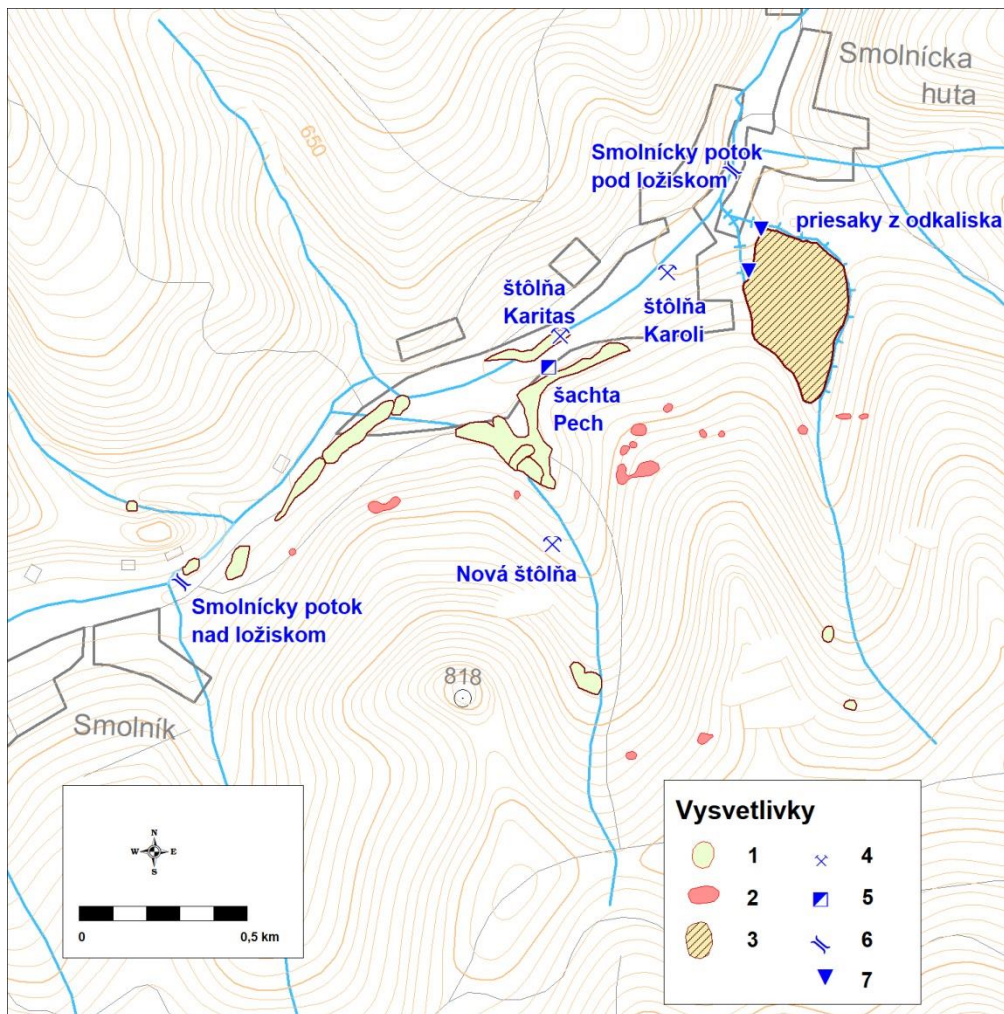
Ozn. objektu	Dátum	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
Sm8	29. 10. 2019	7,23	0,1	12,2	0,3	221	90	87	14,6

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. 4.3.5.

Inžinierskogeologické aspekty

Medzi Smolníkom a Smolníckou Hutou sa nachádza pásmo závalov nad vydobytými časťami pyritového ložiska (obr. 4.10.1). V rokoch 2012 – 2021 na tejto lokalite neboli zaznamenané významné prejavy nestability telesa odkaliska ani povrchu terénu nad banskými priestormi.



Obr. 4.10.1 Situácia monitorovaných objektov a hlavných prejavov ťažby na lokalite Smolník.
 Vysvetlivky: 1 – halda, 2 – zával, 3 – odkaliska, 4 – výtok z ústia štôľne, 5 – výtok zo šachty,
 6 – monitorovaný profil na povrchovom toku, 7 – priesak z odkaliska.

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 2021 ťažba sadrovca na bani Mária dosiahla objem 8,9 kt (Zvrškovec, 2022). Na ložisku Šafárka sa v roku 2021 vyťažilo 0,1 kt sadrovca.

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 štôľne) (obr. 4.11.1). 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 sadrovcevej 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 štôľní. 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 roncu cez povrchové závaly. 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 medzi 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 VŤŽP 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 sadrovcevej bane Mária (obr. 4.11.1, tab. 4.11.1). V roku 2021 boli 2-krát vzorkované výtoky banskej vody, 4-krát Suchohorský potok pod Muráňom (NH6) a raz boli vzorkované ostatné miesta na povrchových tokoch.

Z porovnania výsledkov monitoringu kvality s požiadavkami na kvalitu povrchových vôd vyplýva, 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 medi, mangánu, i hliníka. Priemerná koncentrácia Al = 0,71 mg/l pre obdobie rokov 2007 – 2020 predstavuje 77-násobné prekročenie RP-PoK, v roku 2021 je zaznamenané 52-násobné prekročenie). Priemerná koncentrácia niklu

za obdobie rokov 2007 – 2020 je 28 µg/l, čo predstavuje 1,3-násobné prekročenie RP-PoK, v roku 2021 bolo prekročenie len 1,1-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 Fe (0,16 – 11,48 mg/l), Mn (1,20 – 1,97 mg/l), Al (1,11 – 3,88 mg/l), Cu (0,46 – 1,06 mg/l), Ni (0,08 – 0,13 mg/l), As (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 štôlní a prítomnými haldami vyťaženej materiálu. Napriek tomu tu neboli zaznamenané výrazné nárasty koncentrácií rizikových zložiek (²²⁶Ra, U_{nat}, Cu, As) medzi pozorovanými profilmi.

Tab.4.11.1 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 – 2020	261,7	7,82	1352	0,104	0,020	0,020	0,001	0,002	0,002	0,085	0,009	2,4
	2021	141,8	7,24	658	0,145	0,041	0,034	0,003	0,001	0,010	0,124	0,004	10,0
NH2	2007 – 2020	18,3	7,89	32	0,044	0,017	0,064	0,001	0,001	0,006	0,068	0,003	-
	2021	17,2	7,74	24	0,019	0,005	0,066	0,001	0,0005	0,002	0,144	-	-
NH3	2007 – 2020	24,1	7,99	38	0,030	0,010	0,044	0,002	0,001	0,004	0,079	0,003	-
	2021	21,1	8,11	28	0,020	0,007	0,037	0,001	0,001	0,002	0,139	-	-
NH4	2007 – 2020	78,9	7,51	244	0,133	0,078	0,061	0,024	0,011	0,030	0,077	0,006	10,2
	2021	83,5	7,32	286	0,084	0,055	0,065	0,022	0,008	0,028	0,100	0,005	11,5
NH5	2007 – 2020	22,4	8,01	37	0,010	0,007	0,036	0,001	0,001	0,002	0,105	0,002	-
	2021	18,3	7,96	25	0,009	0,003	0,028	0,001	0,0003	0,001	0,123	-	-
NH6	2007 – 2020	20,7	5,80	75	0,149	0,562	0,024	0,001	0,001	0,180	0,113	0,022	-
	2021	17,2	5,98	72	0,138	0,385	0,022	0,0003	0,0003	0,135	0,168	0,017	-
NH7	2007 – 2020	42,3	8,00	71	0,059	0,013	0,076	0,003	0,001	0,003	0,127	0,038	10,5
	2021	40,4	8,09	65	0,018	0,011	0,077	0,004	0,0008	0,002	0,197	0,052	1170

Označenie objektov: NH1 – čerpaná banská voda ložiska sadrovca, NH2 – Suchohorský potok pred ústím do Holubnice, NH3 – Holubnica nad sútokom so Suchohorským potokom, NH4 – Vodná štôlnia, 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. 4.11.1.

Najvyššia úroveň objemovej aktivity ²²⁶Ra je zaznamenaná monitoringom vo vývere pod jamou č.1 (profil NH7) s priemerom 0,132 Bq/l a variačným rozpätím 0,051 – 0,267 Bq/l. Len o niečo nižšia je úroveň ²²⁶Ra v povrchovej vode profilu NH6 pod lomom Muráň, s priemerom 0,126 Bq/l a variačným rozpätím 0,039 – 0,298 Bq/l. Na zostávajúcich objektoch dlhodobá priemerná hodnota ²²⁶Ra neprekračuje 0,11 Bq/l. Prekročenie medznej hodnoty tohto parametra pre povrchovú vodu 0,2 Bq/l bolo na monitorovaných potokoch v Novoveskej Hute (mimo objektu NH6) zaznamenané len sporadicky; na Holubnici bolo zaznamenané na objekte NH3 dňa 8.10.2018 a na objekte NH5 dňa 17.5.2018 (0,280 Bq/l) a 10.8.2020 (0,341 Bq/l); na ústí Suchohorského potoka do Holubnice (objekt NH2) nebolo zaznamenané. Obsah prírodného uránu v monitorovaných profiloch povrchových tokov je stabilne nižší ako príslušná medzná hodnota 0,05 mg/l (tab. 4.11.2).

Tab. 4.11.2 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 - 2020	2,38	V	5,41	0,05	0,07	0,20	0,15	0,33	0,17	0,43	0,17
	2021	1,29	V	2,63	0,072	0,14	0,34	0,28	0,29	0,74	0,62	0,08
NH2	2007 - 2020	0,17	V	0,13	0,022	0,06	0,64	0,11	0,18	0,65	0,34	0,06
	2021	0,16	V	0,10	0,010	0,02	0,66	0,06	0,10	0,23	0,72	-
NH3	2007 - 2020	0,22	V	0,15	0,01	0,03	0,44	0,17	0,18	0,29	0,40	0,06
	2021	0,19	V	0,11	0,01	0,02	0,37	0,15	0,20	0,16	0,70	-
NH4	2007 - 2020	0,72	V	0,98	0,07	0,26	0,61	2,46	2,12	2,36	0,38	0,12
	2021	0,76	V	1,14	0,04	0,18	0,65	2,31	1,69	2,19	0,50	0,11
NH5	2007 - 2020	0,20	V	0,15	0,005	0,02	0,36	0,10	0,18	0,12	0,52	0,05
	2021	0,17	V	0,10	0,005	0,01	0,28	0,05	0,05	0,08	0,62	-
NH6	2007 - 2020	0,19	N	0,30	0,07	1,87	0,24	0,06	0,11	20,42	0,57	0,44
	2021	0,16	N	0,29	0,07	1,28	0,22	0,04	0,05	15,31	0,84	0,35
NH7	2007 - 2020	0,38	V	0,28	0,03	0,04	0,76	0,29	0,16	0,35	0,64	0,76
	2021	0,37	V	0,26	0,01	0,04	0,77	0,43	0,17	0,23	0,99	1,03

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.11.1. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mape na obr. 4.11.1.

Tab. 4.11.3 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Novoveská Huta s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	Ba	As	Sb	Cu
NH1	Sadrovka	2007 – 2020	1,31	V	0,02	0,03	0,07	0,002
		2021	0,71	V	0,03	0,05	0,06	0,010
NH4	Vodná štôlna	2007 – 2020	0,39	V	0,06	0,47	0,42	0,03
		2021	0,42	V	0,06	0,44	0,34	0,03
NH7	Pod jamou č. 1	2007 – 2020	0,21	V	0,08	0,06	0,03	0,003
		2021	0,20	V	0,08	0,08	0,03	0,002

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. Označenie objektov ako pri tab. 4.11.1.

Banská voda Vodnej štôlne s rizikovou koncentráciou As, Sb a Cu (tab. 4.11.2) 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. Pri vzorkovaní dňa 6.9.2021 dosahovali koncentrácie prvkov, vypočítané podľa zmiešavacej rovnice pre tok Holubnice v mieste pod sútokom so Suchohorským potokom, nasledovné hodnoty: As = 1,9 µg/l, Sb = 1,1 µg/l a Cu = 2,9 µg/l. 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 ich obsahy 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 sadrovcevej bane (tab. 4.11.3). Intervenčné kritérium nedosahuje žiadny zo sledovaných parametrov.

Na lokalite Novoveská Huta bol v rámci VŤŽP dňa 11.9.2019 vzorkovaný sediment na 6 monitorovacích miestach, 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 Holubnicou prekročil intervenčné kritérium pre obytné zóny 1,3-násobne.

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 Hnilčika a predtým i železná ruda z V. grétskej žily prebiehajúcej hrebeňom Gretle. Po ukončení ťažby bola Nová štôlna zabezpečená pri realizácii likvidačných prác (v roku 1992). Odvtedy do polovice roka 2008 bol výtok z Novej štôlne prirodzený a neovplyvnený závalmi, pohyboval sa podľa aktuálnej hydrologickej situácie v rozmedzí 5,91 – 26,23 l/s, s priemerom 16,23 l/s.

Takéto prievaly, vyvolané prítomnosťou sadrovcového krasu v úvodnom úseku Novej štôlne, sa opakovali štyri krát: pri prvom 26. 9. 2008 vyteklo zo štôlne cca 95,8 tis. 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 štôlne. 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. Odvrtal sa monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila sa prievalová hrádza pri ústí štôlne 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 štôlne zároveň stabilne vytekalo malé množstvo vody, ktoré nebolo merané. Vzhľadom na túto situáciu boli k dovtedy monitorovaným objektom lokality Novoveská Huta v rámci VŤŽP doplnené i štyri monitorovacie objekty v okolí ústia Novej štôlne: samotné ústie Novej štôlne (T1), zával nad ústím Novej štôlne s výtokom banskej vody (T2), monitorovací vrt MV-1 (T3) a profil miestneho potoka nad ústím Novej štôlne (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 štôlne 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 štôlne. Vzduťá hladina vody v banskej sústave však spôsobuje nežiaduce krasovatenie sadrovcového súvrstvia nad úrovňou štôlne 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 štôlne.

V období rokov 2012 až 2021 bol odtok banských vôd na tejto lokalite stabilizovaný, nevyskytli sa neočakávané výrony na povrch. V roku 2021 dosiahlo sumárne množstvo odtekajúcich banských vôd z Novej štôlne a z krátera (z vrtu v dobe merania voda nevytekala) v priemere 6,95 l/s.

Tab. 4.11.4 Výsledky monitoringu kvality vôd na lokalite Novoveská Huta – Teplička

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Ba mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
Nová štôľňa	2009 – 2020	165	7,71	741	0,10	1,72	0,100	286	82	0,0006	0,0014	0,003
	2021	166	7,64	694	0,04	0,22	0,017	308	77	0,0008	0,0011	0,004
kráter	2009 – 2020	149	7,55	633	0,02	0,27	0,027	258	78	0,0004	0,0017	0,0020
	2021	150	7,53	530	0,01	0,29	0,024	251	67	0,0004	0,0016	0,0010
potok	2009 – 2020	135	8,28	482	-	-	0,054	198	52	0,0003	0,0008	-
	2021	133	8,24	610	0,02	0,05	-	238	51	0,0005	0,0010	-

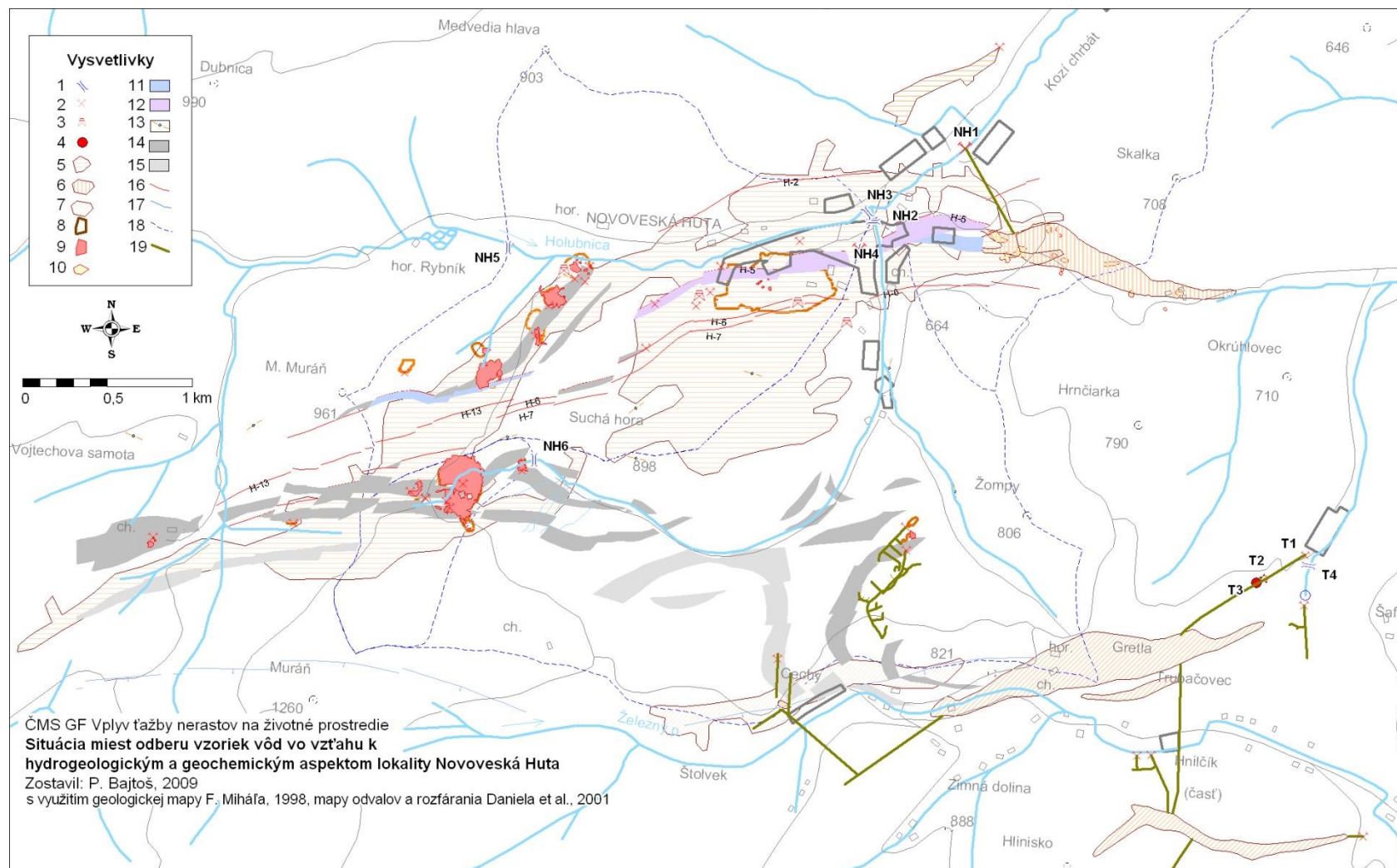
Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 411.1.

Miestny potok, ktorý je recipientom banskej vody Novej štôlne, obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu a vápnika i vysokú celkovú mineralizáciu (tab. 4.11.4) 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 sú ich koncentrácie nevyhovujúce (tab. 4.11.5). Koncentrácia SO₄ a Ca v roku 2021 svojou úrovňou zodpovedala predchádzajúcemu monitorovanému obdobiu.

Tab. 4.11.5 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody lokality Novoveská Huta – Teplička s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄	Fe	Mn	Ba	Ca	Mg	As	Sb
Nová štôľňa	2009 – 2020	1,50	V	2,96	0,05	5,73	1,00	2,86	0,41	0,06	0,28
	2021	1,51	V	2,77	0,02	0,72	0,17	3,08	0,38	0,08	0,21
kráter	2009 – 2020	1,36	V	2,53	0,01	0,90	0,27	2,58	0,39	0,05	0,34
	2021	1,37	V	2,12	0,003	0,98	0,24	2,51	0,33	0,04	0,32
potok	2009 – 2020	1,23	V	1,93			0,54	1,98	0,26	0,03	0,17
	2021	1,21	V	2,44	0,009	0,17		2,38	0,26	0,05	0,20

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.



Obr. 4.11.1: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyv 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.

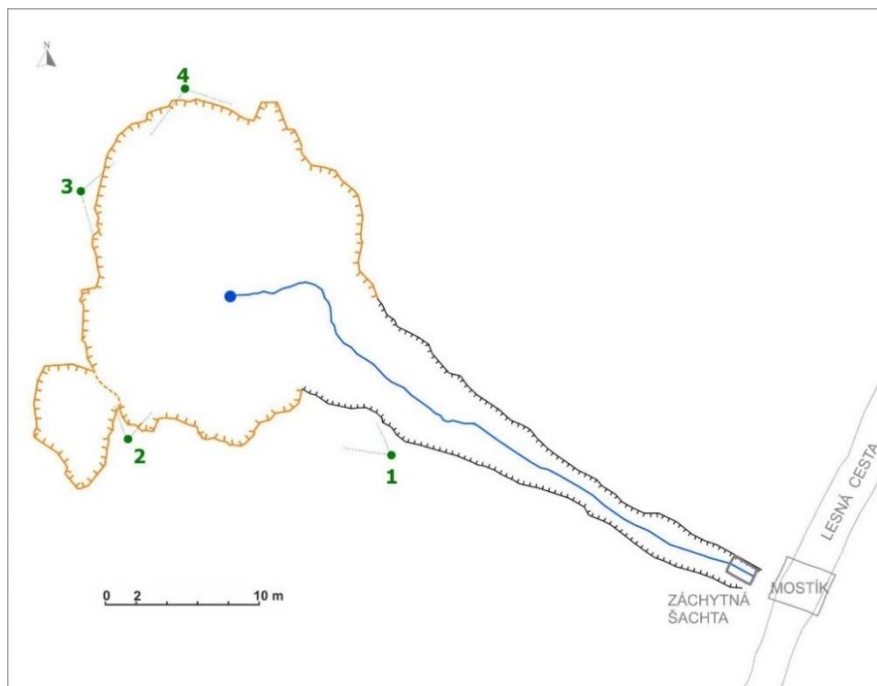
Inžinierskogeologické aspekty

Inžinierskogeologické aspekty vplyvu ťažby sa sledujú v oblasti Novej štôlne a v oblasti závalového pásma nad sadrovcovou baňou, medzi Novoveskou Hutou a dolinou Podzámčiská.

Nová štôľňa

Na predmetnej lokalite bolo v r. 2014 realizované podrobné GNSS zameranie závalov (obr. 4.11.2). 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 prekopom až k lesnej ceste.

Vzhľadom na to, že zmeny v rozsahu závalov sú ťažko registrovateľné GNSS zameriavaním pre zníženú dostupnosť signálu (kvôli lesnému porastu), možno polohopisné zmeny rozširovania závalov (hlavne menšieho rozsahu - v desiatkach centimetrov) sledovať len obtiažne. Pre pozorovanie zmien aktivity závalu možno o. i. využiť porovnanie fotografických snímok závalu zo stanovišť 1 až 4 (obr. 4.11.2). Z porovnávacieho snímkovania z r. 2020 a 2021 a terénnej rekognoskácie lokality vyplývajú nasledovné



skutočnosti.

Obr. 4.11.2 Situácia závalov v oblasti Novej štôlne

V rámci terénneho výskumu lokality v r. 2021 neboli v porovnaní s predchádzajúcim obdobím zistené pozorovateľné zmeny v rozvoji, resp. rozširovaní závalov. Potvrďuje to aj porovnanie fotografických snímok západnej časti závalu zo stanovišť, pričom pre porovnanie miery geodynamickej aktivity postačuje uvedenie (vzhľadom na nízky stupeň prejavov aktivity) porovnávacích snímok z protihľých stanovišť 1 a 4 (obr. 4.11.3). Prípadná nepatrná geodynamická aktivita hlavného závalu sa vzťahuje na okrajovú hranu závalu najmä na jeho západnú až severnú časť, kde môže dochádzať 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 vyvaľovaniu stromového porastu. V porovnaní s predchádzajúcim obdobím je viditeľné pokračujúce rozširovanie prirodzeného 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.

V širšom okolí závalu v smerovom pokračovaní štôlne neboli zistené žiadne subsidenčné prejavy na povrchu terénu.



a)



b)

Obr. 4.11.3 Fotografické snímkovania závalov na Novej štôlni. Porovnávacie snímkovania z r. 2020 a z r. 2021: a) zo stanovišťa 1, b) zo stanovišťa 4

Oblasť závalového pásma v oblasti Novoveská Huta - Podzámčiská

Ťažba na ložisku anhydritu a sadrovca v blízkosti Novoveskej Huty (mestskej časti Spišskej Novej Vsi) v rámci dobývacieho priestoru DP Spišská Nová Ves sa z hľadiska inžinierskogeologických aspektov vplyvu na životné prostredie prejavuje už desiatky rokov predovšetkým formou vytvárania výrazných závalov ako dôsledku vydobytia bankých priestorov. Rozsahu rozfárana z nultého, 1., 2. a 3. obzoru zodpovedá pomerne početný a rozsahovo značný výskyt závalov (obr. 4.11.2). V období rokov 2000 – 2018 bol zaznamenaný ťažobnou organizáciou vznik 8 závalov (s označením 0 – 7, obr. 4.11.2). Ťažba na ložisku je v posledných rokoch nízka.

Podľa Správy o činnosti (2022a) HBÚ a OBÚ SR za r. 2021 ťažba sadrovca a anhydritu v DP „Spišská Nová Ves“ predstavovala objem 8,9 kt, čo je zníženie ťažby oproti roku 2020 o 7,9 kt. Podľa Správy o činnosti (2022) v mimoodvolacom konaní sa tiež začala riešiť závažná problematika banskej činnosti – likvidácie hlavných bankých diel a zatopenie sadrovcovej bane „Mária“, v DP „Spišská Nová Ves“, kde rozhodnutím vydanom OBÚ v Spišskej Novej Vsi sa povolilo čiastočné zatopenie prirodzeným spôsobom (odstavením a demontážou hlavnej čerpacej stanice), ktorého konečným dôsledkom mohlo byť znehodnotenie zásob a bolo nutné prijať opatrenia, ktoré takýto stav zamedzia.

V rámci sledovania inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby je ložisko anhydritu a sadrovca v Novoveskej Hute, vzhľadom na nebezpečenstvo pre pohyb osôb v závalovom pásme, sledované v okrajových častiach závalového pásma na dvoch miestach, 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. 4.11.2).

V oblasti Podzámčiská je sledovaná dvojica závalov s označením Z1 a Z2. Vzhľadom na to, že nebola pozorovaná podstatnejšia zmena v aktivizácii závalov v porovnaní r. 2014 a r. 2019, neboli závaly v r. 2021 predmetom sledovania.

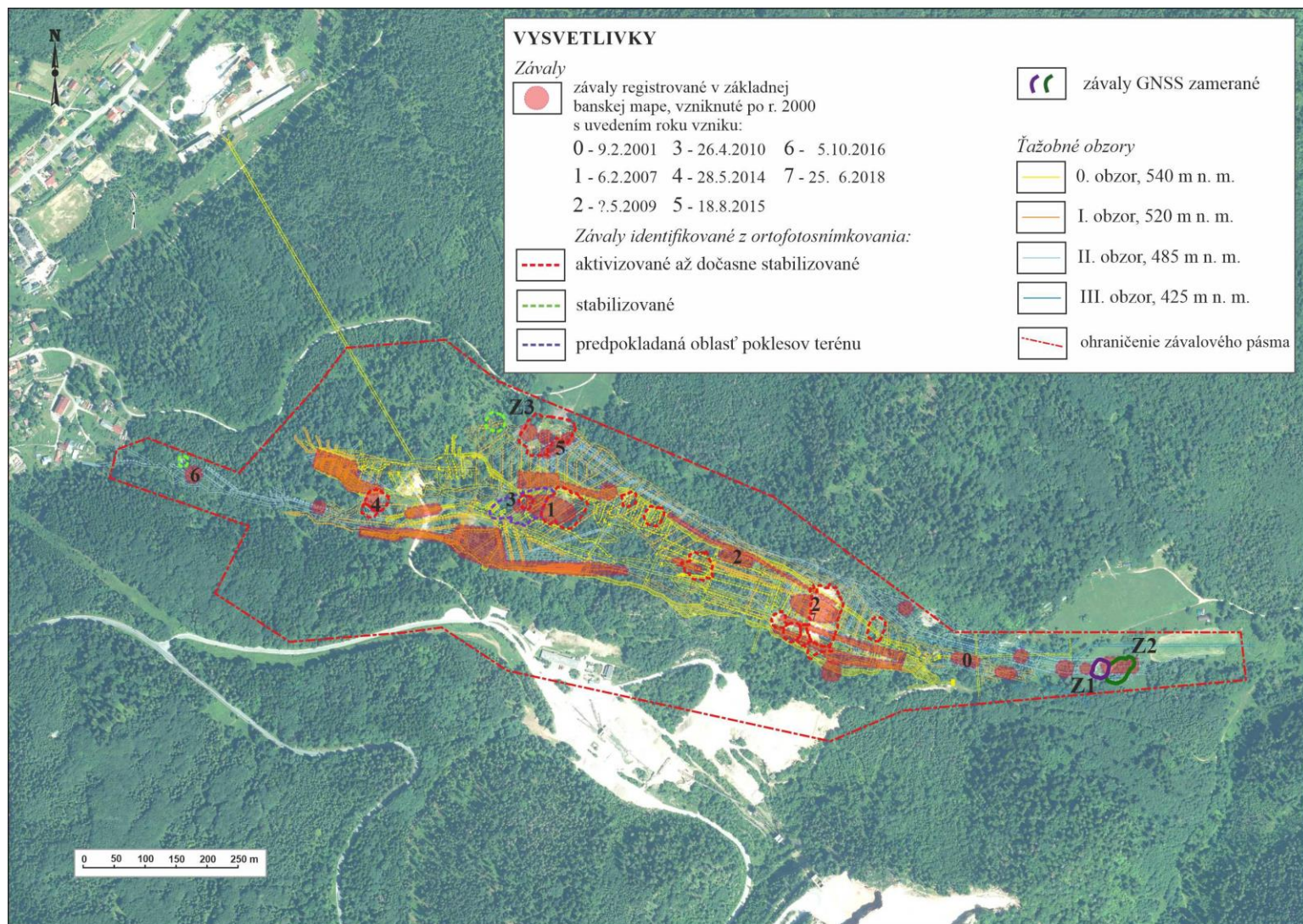
V oblasti „Skalka“, JV od areálu sadrovcovej bane na okraji Novoveskej Huty, bol v rámci sledovania lokality v r. 2019 dokumentovaný novší zával s vlastným označením Z3 (obr. 4.11.2).

Vzhľadom na rizikovosť územia, z hľadiska bezpečnosti pohybu v oblasti závalov, je zával sledovaný iba na základe vizuálnych pozorovaní zo SZ okraja závalu. Časť severného okraja závalu bola zameraná v r. 2019 systémom GNSS. Zároveň je realizované fotografické snímkovanie 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. 4.11.3).

V miestach pozorovania severného okraja závalu prebiehalo v skoršom období po vzniku závalu jeho zavážanie odpadovým materiálom (zemina a drevná drť, príp. stavebný a komunálny odpad). Odpad zastiera pôvodný okraj závalu, ktorý pravdepodobne pôvodne prebiehal v týchto miestach o niekoľko metrov severnejšie.

V r. 2021 bol zával Z3 opätovne pozorovaný. Zároveň bolo realizované porovnávacie fotografické snímkovanie závalu. Z porovnania snímkovania z r. 2020 a z r. 2021 (obr. 4.11.3) vyplýva, že došlo k pozorovateľnej aktivizácii, resp. rozširovaniu závalu. Došlo k aktivizácii závalu, v dĺžke cca 10 m (obr. 4.11.4). Aktivizácia sa prejavila v podobe zosúvania deluviálno – eluviálneho komplexu zemín s hrúbkou cca 1 – 2 m. Zosúvanie nezasiahlo zónu zvetraných predkvartérnych hornín. Zával sa rozšíril iba v menšej miere, a to o cca 1 – 3 m.



Obr. 4.11.4 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 1:2500 (2018) a ortofotosnímkovania (Greisel, 2020).
 (Ortofotomapový podklad - zdroj: https://zbgisws.sk/geodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get)



Obr. 4.11.5 Porovnávacie fotografické snímky juhovýchodného okraja závalu Z3 z r. 2020 a 2021 s vyznačením miesta aktivizácie okraja závalu dokumentovanej v r. 2021



Obr. 4.11.6 Ortofotosnímka závalu Z3 s vyznačením jeho ohraničenia (červená línia) a miesta aktivizácie okraja závalu (žltá línia) dokumentovanej v r. 2021 (snímka - zdroj: súkromný archív, Greisel, 2020)

Sledovaná oblasť je po ťažbe sadrovca dotknutá z časového hľadiska iba nedávnou geodynamickou aktivitou prejavujúcou sa vznikom subsidenčných depresí – závalov s morfológicky výrazným a zreteľným ohraničením. Preto je potrebné túto oblasť naďalej sledovať.

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., 2004 a 2010), odvtedy sa tu vývoj situácie nesledoval. V súvislosti s pokračujúcim zatápaním lomu vzniká potreba sledovania zmien najmä z hľadiska inžinierskogeologických aspektov vplyvu banskej činnosti, preto bola lokalita v roku 2019 zaradená medzi lokality monitorované v rámci VŤŽP.

V roku 2019 sa práce v rámci monitoringu lokality sústredili na získavanie archívnych údajov a úvodnú obhliadku predmetnej lokality. V rokoch 2020 a 2021 sa realizovala terénna dokumentácia geodynamických javov na okrajoch lomovej jamy, zameranie úrovne hladiny vody a laboratórny rozbor jej chemického zloženia.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Pre obbeh podzemných vôd v priestore ložiska je dôležité, že relatívne priepustné šošovky karbonátov sú izolované v slabo priepustných paleozoických horninách a teda s blízkym recipientom, Krivánskym potokom, intenzívne nekomunikujú. V priebehu ťažby bola hladina podzemnej vody v ložisku umelo znižovaná na úroveň najnižšieho horizontu 30 m n. m. čerpaním a odvádzaním banských vôd. Celkový prítok do ložiska dosahoval 7 – 18 l/s (Návesňák et al. 1975, Jezný, 1981, Bárta et al., 1983). Odozva veľkosti prítokov na zrážky bola určená vizuálnym pozorovaním na 6 hodín. Prítoky do ložiska boli pôvodom miestne infiltrované zrážky (hlavne spadnuté do lomu) a prítoky podzemných vôd pripovrchovej zóny paleozoických metamorfítov, prúdiace do priestoru ložiska z východných svahov kopca Sedem chotárov.

Po ukončení čerpania banských vôd neboli hydraulické zmeny vo zvodnení sledované. Z celkovej situácie rozfáraného ložiska je zrejmé, že došlo k postupnému zatopeniu podzemných banských priestorov. Pri terénnej obhliadke v rámci environmentálneho hodnotenia lokality dňa 17. 8. 2004 sa zistilo (Radvanec et al., 2004), že dno ťažobného lomu je zatopené a hladina vzniknutého jazera je v nadmorskej výške cca 155 m n. m., teda 39 m nad najhlbšou časťou lomu a približne 57 m pod miestnou eróznou bázou. Na základe odobratej vzorky bolo konštatované, že z hľadiska obsahov Fe, Mn, Al aj ostatných stopových prvkov voda vyhovuje požiadavkám pre kvalitu pitnej vody, resp. kvalitatívnym cieľom pre povrchové vody. Vysoko ich však prevyšuje obsah síranov a celkový obsah rozpustených látok. Relatívne vysoké sú i obsahy vápnika a horčíka, vyhovujú však požiadavkám na kvalitu povrchovej vody. Obdobné úrovne koncentrácie sledovaných parametrov boli zistené i vzorkami, odobratými v rámci monitoringu VŤŽP v rokoch 2020 a 2021 (tab. 4.12.1). Porovnanie koncentrácií prvkov stanovených týmito analýzami indikuje vysokú časovú stabilitu chemického zloženia vody jazera. V roku 2021 boli v rovnakom čase odobraté vzorky z jazera z hĺbky 0,5 m a 12 m pod hladinou, pričom neboli zistené významné zmeny vo vertikálnom profile.

Tab. 4.12.1 Chemické zloženie vody jazera v lome Podrečany

Dátum	pH	O ₂ %	RL mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Zn mg/l
17.8.2004	8,30		1149	10,6	100	141	14,7	595	0,003	0,001	< 0,003
17.10.2018	8,30	103	1093	9,4	92	139	4,8	590	0,004	0,0008	0,002
21.9.2020	8,30	94	1195	10,3	91	144	12,3	695	0,0038	0,0006	0,008
18.10.2021 – 0,5 m p.h.	8,35	86	1116	10,0	85	145	12,5	586	0,0031	<0,0005	<0,002
18.10.2021 – 12 m p.h.	8,40	92	1132	10,3	87	145	13,1	599	0,0029	<0,0005	0,0008

Chemické zloženie podzemných vôd ložiska sa podľa zhodnotenia vzoriek odobratých počas jeho prieskumu (Návesňák et al., 1975, Jezný, 1981) v správe o environmentálnom hodnotení (Radvanec et al., 2004) formuje procesmi rozpúšťania karbonátov infiltrujúcimi zrážkami a silikátogénnymi podzemnými vodami hydrogeologického masívu paleozoických metamorfítov. Pomerne vysokú variabilitu hodnôt celkovej mineralizácie v súbore týchto hodnôt spôsobuje hlavne vysoký rozptyl hodnôt obsahu síranov. Tendencia zmien pomeru Mg/SO₄ poukazuje na intenzifikáciu rozpúšťania dolomitu a magnezitu kyselinami produkovanými pri oxidácii sulfidov.

Z hydrogeologických pomerov lokality - hlavne nízkej priepustnosti hornín obklopujúcich ložiskovú polohu - možno vyvodzovať, že hladina vody v lome bude stúpať do úrovne vyššej ako miestna drenážna báza. Tú predstavuje koryto Krivánskeho potoka. Preto je potrebné naďalej monitorovať pohyb úrovne hladiny jazierka a po dosiahnutí úrovne eróznej bázy i kontrolovať prípadný vznik výverov vody na úpätí svahu medzi lomom a Krivánskym potokom. Zaznamenaná rýchlosť stúpania hladiny je komentovaná v ďalšom texte, v časti venovanej inžinierskogeologickým aspektom.

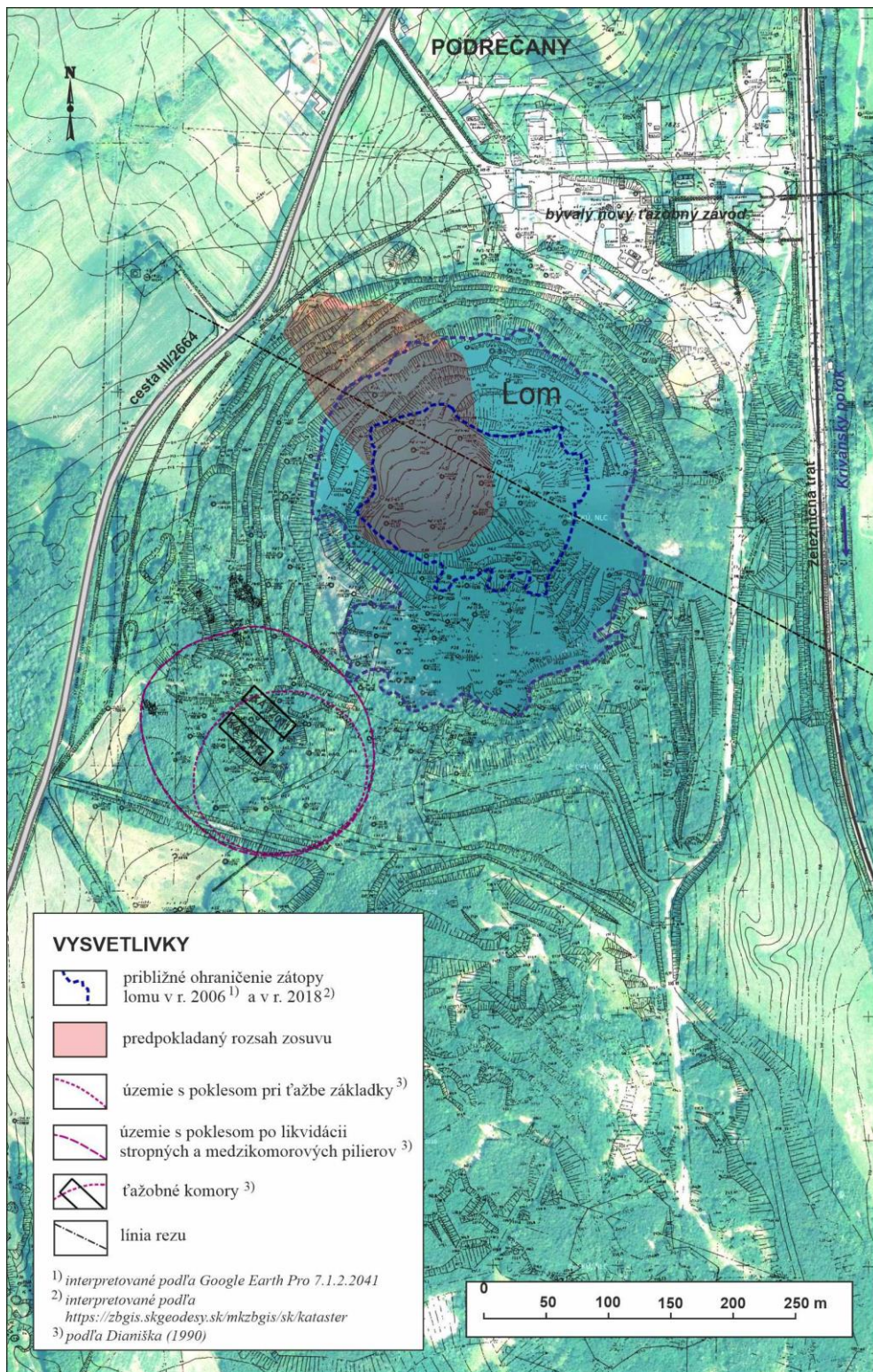
Inžinierskogeologické aspekty

Lokalita Podrečany je sledovaná v súvislosti s výskytom geodynamických javov a pokračujúcim postupným zatápaním ťažobného lomu (obr. 4.12.1).

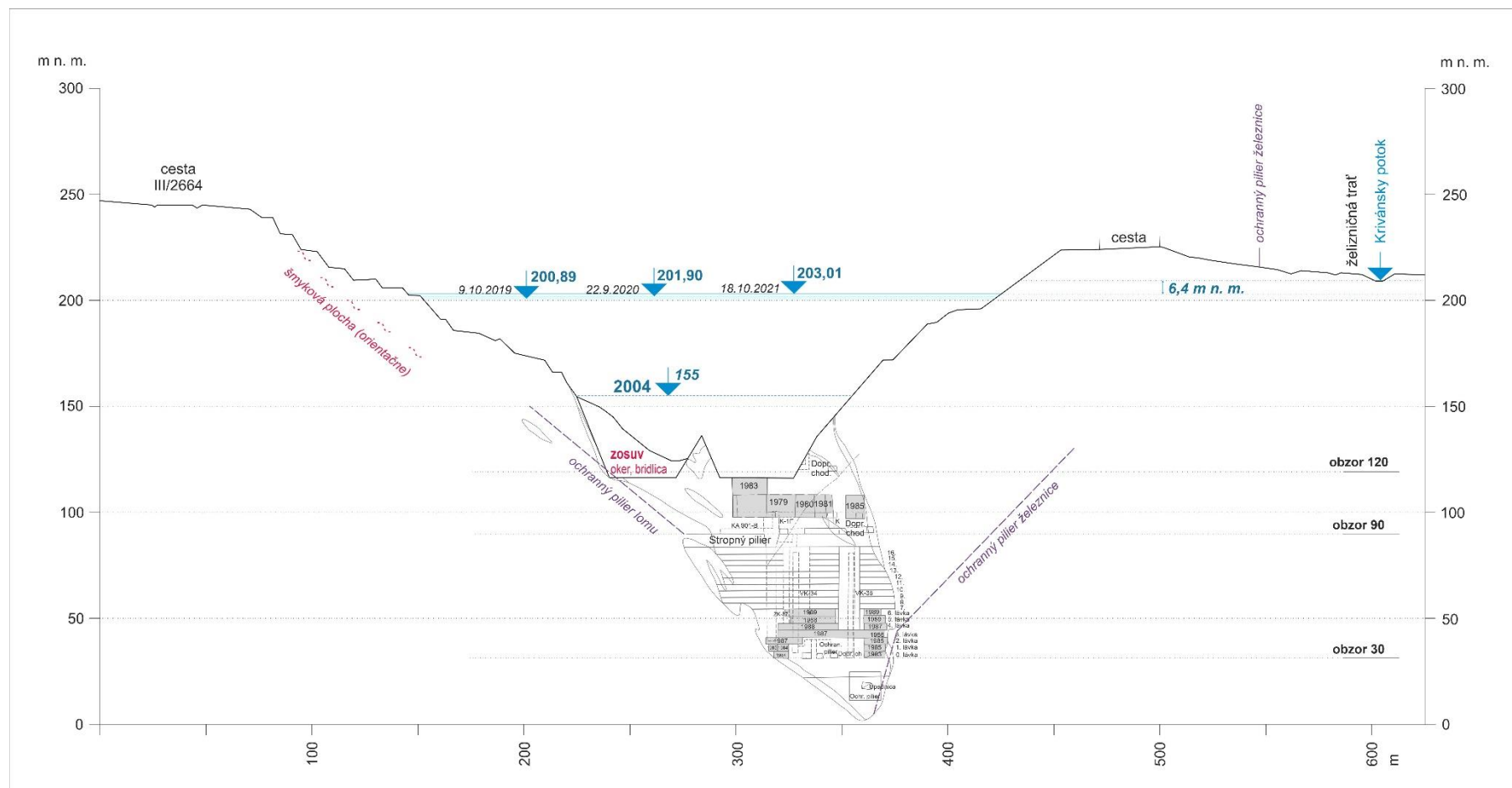
V roku 2019 sa práce v rámci monitoringu lokality sústredili na získavanie archívnych údajov a úvodnú obhliadku predmetnej lokality. V čiastkovej správe za r. 2019 ČMS – Geologické faktory, podsystem 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie je uvedená charakteristika ložiska a inžinierskogeologické javy (predovšetkým vývoj sledovania a analýzy zosuvu v SZ časti lomu), ktoré sa prejavovali počas ťažby na ložisku.

Vznik lomu súvisí s ťažbou magnezitu v časti ložiska s označením šošovka II (obr. 4.12.2). 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 s typickým šošovkovitým tvarom je v centrálnej časti prerušené oddenudovaním povrchových okrových partií. Magnezit v tejto časti podľa hol mechanickému a chemickému zvetrávaniu v podobe kavernóznych partií až do hĺbky 70 m n. m.

Podľa Dianišku (1990) v minulosti bolo dobývanie 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 ťažobnú 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. 4.12.2).



Obr. 4.12.1 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. 4.12.2 Rez ložiskom – šošovky II. s použitím podkladov Dianiška (1990) s vyznačením zisťovanej úrovne hladiny vody v ťažobnom lome

Z hľadiska výskytu inžinierskogeologických javov súvisiacich s ťažbou, resp. samotnou existenciou ťažobného lomu, je najvýznamnejšia existencia zosuvu v SZ časti lomu (obr. 4.12.1). V rámci terénneho výskumu v r. 2019 bolo vykonané základné zdokumentovanie a GNSS zameranie oblasti odlučnej časti predmetného zosuvu.

Terénnym výskumom v r. 2019 bolo zistené, že hlavná odlučná 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. 4.12.3). Najvýraznejšími sú trhliny s prevažne poklesovým prejavom, ktoré vymedzujú takmer oddelené zosuvné horninové bloky. Menší blok oddeľuje trhlina s označením *t5* 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*.

V strednej časti odlučnej hrany zosuvu bola pozorovaná menšia, pravdepodobne poklesová, depresia 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.

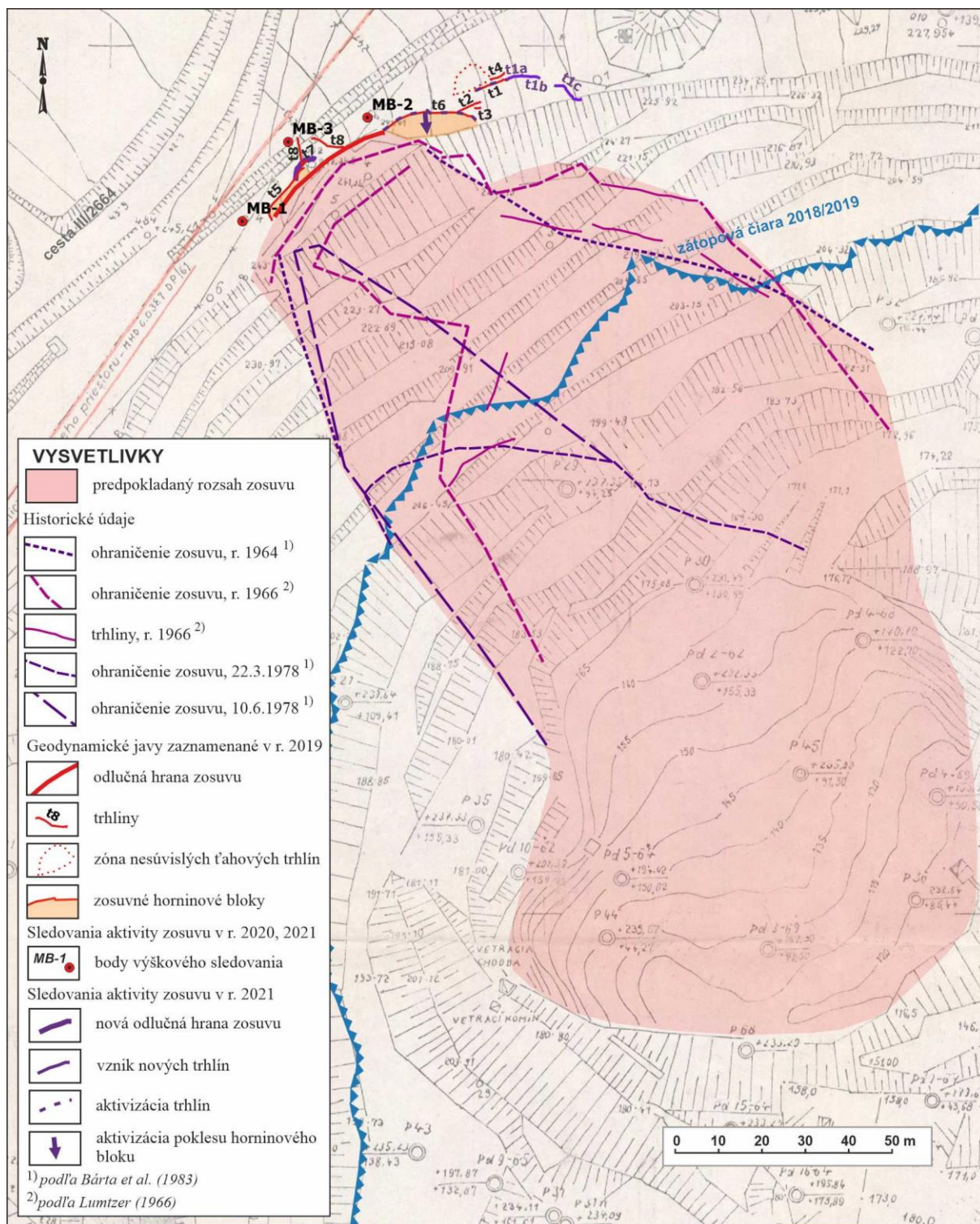
V rámci sledovania lokality v r. 2021 bola pozorovaná výraznejšia aktivita svahovej deformácie. Zistený bol vznik krátkej retrográdnej odlučnej hrany zosuvu (obr. 4.12.5), ktorá prepojila skôr dokumentovanú trhlinu *t5* a trhlinu *t7* (obr. 4.12.3). Pôvodná odlučná hrana zosuvu tak bola v tomto mieste retrográdne posunutá o cca 3,5 m. Vznik retrográdnej odlučnej plochy zosuvu je zreteľný aj z porovnania fotografických snímok (obr. 4.12.4) realizovaných v r. 2020 a v r. 2021. Prevažná časť telesa zosuvu je už zatopená (obr. 4.12.3), čo zvyšuje riziko ďalšej aktivizácie zosuvu.

Geodynamická aktivita bola zistená aj východne od odlučnej hrany zosuvu. Aktivizovaná bola trhlina *t6* poklesového horninového bloku, pričom je možné zároveň predpokladať, že došlo aj k ďalšiemu poklesu bloku. K aktivizácii došlo aj na trhlina *t1* (obr. 4.12.3), pričom bolo pozorované tiež pokračovanie tejto trhliny v smere na východ ako ťahovo – poklesovej trhliny *t1a* s mierou poklesu cca 40 cm (obr. 4.12.6) a ďalším pokračovaním v podobe prevažne (trávnatým porastom) zastretej trhliny *t1b* so sporadickým otvorením trhliny v šírke cca 0,2 m. K pokračovaniu línie smeru trhliny možno priradiť aj poklesovú trhlinu *t1c* s poklesom terénu o cca 0,2 – 0,4 m.

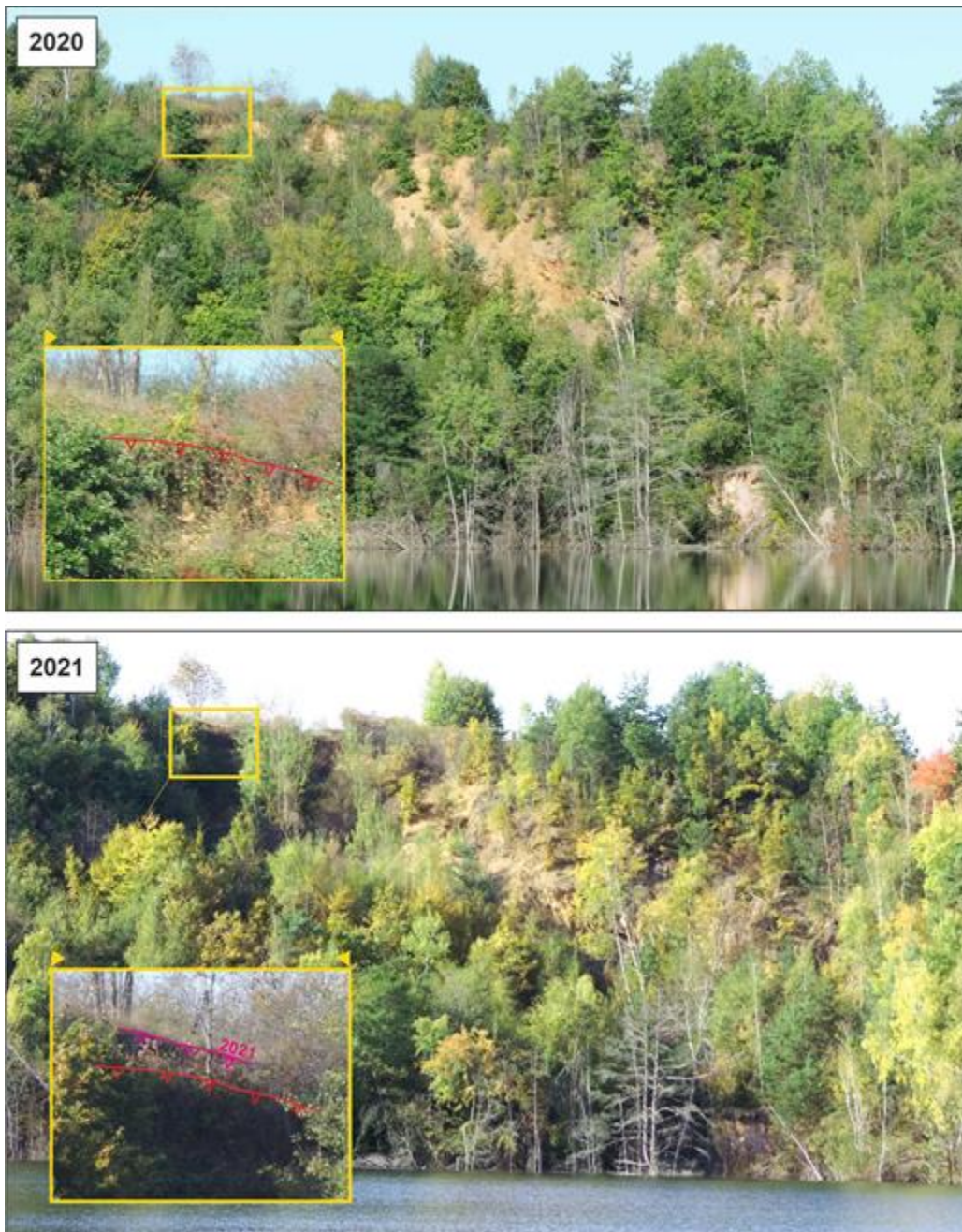
Okrem terénnej rekognoskácie bola aj v r. 2021 (podobne ako v r. 2020) sledovaná miera vertikálnych pohybov na vybraných 3 existujúcich umelých antropogénnych prvkoch (bodoch) v odlučnej oblasti zosuvu. Body sa nachádzajú v zóne predpokladanej ďalšej retrográdnej aktivizácie zosuvu. Jedná sa o meracie body s pracovným označením MB-1, MB-2 a MB-3 (obr. 4.12.3) podrobnejšie charakterizovaných v správe za r. 2020 ČMS – Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie. V r. 2020 bola realizovaná nultá séria meraní a v r. 2021 1. séria meraní. Výsledky výškových meraní merných bodov MB-1, MB-2 a MB-3 v r. 2020 a v r. 2021 sú uvedené v tab. 4.12.2.

Tab. 4.12.2: Výsledky meraní relatívnej výšky meraných bodov MB-1, MB-2 a MB-3

Dátum merania	Meraný bod					
	MB-1		MB-2		MB-3	
	Výška bodu odmeraná (m)	Zmena výšky bodu (mm)	Výška bodu odmeraná (m)	Zmena výšky bodu (mm)	Výška bodu odmeraná (m)	Zmena výšky bodu (mm)
22.9.2020	-0,77676	-2,54	-3,29296	+ 3,45	-1,36043	-7,08
18.10.2021	-0,77422		-3,29641		-1,35335	



Obr. 4.12.3 Situácia zosuvu s približným označením zátopovej čiary podľa snímky LiDARu z obdobia 16.11.2018 – 10.4.2019 (zdroj: <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/teren>), (topograf. podklad: Dianiška, 1990)



Obr. 4.12.4: Viditeľná oblasť odľučnej hrany zosuvu v r. 2020 a 2021 s vyznačením priebehu pôvodnej odľučnej hrany zosuvu (červenou líniou) a priebehu retrográdnej odľučnej hrany zosuvu registrovanej v r. 2021



Obr. 4.12.5 Hrana novej retrográdnej odlučnej plochy zosuvu Obr. 4.12.6: Detail novej ťahovo – poklesovej trhliny tla

Z výsledkov výškových meraní (tab.4.12.2) vyplýva iba málo výrazný pokles bodu MB–1, čo pravdepodobne súvisí so situáciou bodu v okrajovej časti hlavnej odlučnej hrany zosuvu. Zaznamenaný bol však neočakávaný nepatrný výzdvih bodu MB–2. Tento trend pohybu bude potrebné overiť výškovými meraniami v ďalšom období. Pri bode MB–3 je však badateľná výraznejšia miera poklesu. Poklesová aktivita na bode MB–3 pravdepodobne naznačuje súvis so vznikom vyššie popisovanej novej retrográdnej odlučnej hrany zosuvu, ktorá sa nachádza v krátkej vzdialenosti (cca 5,5 m) od bodu MB–3.

Vzhľadom na neustále stúpanie hladiny vody v lome bola v rámci terénnych prác aj v r. 2021 meraná nadmorská výška hladiny vody v lome (tab. 4.12.3). Z tab. 4.12.3 je zrejmé, že medziročne bol zaznamenaný vzostup hladiny (od posledného merania v r. 2020) o 0,87 m, čo je porovnateľný medziročný vzostup ako v období r. 2019 – 2020 (1,01 m). Priemerná medziročná rýchlosť 0,93 m/rok je tiež podobná ako za obdobie r. 2019 – 2020, a to 1,06 m/rok (s výnimkou sledovaného krátkeho obdobia v r. 2020 s výdatnými dažďovými zrážkami za mesiac október – 336 % normálu za r. 1981 – 2010 podľa zrážkomernej stanice Boľkovce).

Tab. 4.12.3: Výsledky meraní hladiny vody v ťažobnom lome.

Miesto merania hladiny vody	Dátum merania	Hladina vody (m n. m.)	Rozdiel hladiny vody v lome od predchádzajúceho merania (m)	Priemerná rýchlosť stúpania hladiny vody medzi meraniami (m/rok)	Rozdiel hladiny vody v lome od hladiny vody Krivánskeho potoka (m)
Krivánsky potok	9.10.2019	209,42			
Lom	2004	155,00			54,42
	9.10.2019	200,89	45,89		8,53
	22.9.2020	201,90	1,01	1,06	7,52
	9.11.2020	202,14	0,24	1,82	7,28
	18.10.2021	203,01	0,87	0,93	6,41

Z uvedeného je zrejmé, že z hľadiska inžinierskogeologických aspektov na lokalite Podrečany je v súčasnosti najrizikovejšou oblasť existujúceho zosuvu. Očakávaná je ďalšia retrográdna aktivizácia zosuvu, na ktorú 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 odlučnou hranou

zosuvu, ako aj nasycovanie horninového prostredia telesa zosuvu v zátopovej zóne pri pokračujúcom vzostupe hladiny vody v lome, kedy dochádza k zmene napätostného stavu geologického prostredia. Hladina vody v lome (zátopová čiara na obr. 4.12.3) pritom dosahovala podľa Lidar snímkovania (z obdobia 16. 11. 2018 – 10. 4. 2019, zdroj: <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/teren>) až do strednej časti zosuvného svahu lomu. Opodstatnený je tiež predpoklad opätovnej aktivizácie nielen existujúceho zosuvu, ale aj príp. vzniku nových svahových deformácií v ostatnej časti lomovej jamy, predovšetkým v zóne kvartérnych zemín a rozvetraného predkvartérneho podložia. Súvisiacim rizikom je aj vznik následnej prílivovej nárazovej vlny v lome pri náhlom zosuve väčšieho objemu zosuvnej horninovej masy do lomu a s tým súvisiaci možný vznik sekundárnych zosuvov v protiľahlom svahu, resp. preliatie prílivovej vlny cez okrajovú hranu lomu.

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 (s rozdielom cca **6,4 m**, so stavom k 18. 10. 2021), ktorú predstavuje Krivánsky potok. Otázny je stav hydrogeologických pomerov po dosiahnutí, resp. prekročení tejto úrovne hladiny, t. j. či sa napr. hydrogeologické pomery upravujú do pôvodného stavu pred započatím ťažby ložiska a aké príp. zmeny nastanú v tejto súvislosti v geotechnických pomeroch. Súvisí to o. i. s potenciálnym rizikom vzniku nových svahových deformácií na svahoch za východným okrajom lomu, ktoré by mohli ohrozovať železničnú trať a príp. spôsobiť prehradenie potoka. V krajnom prípade existuje možnosť preliatia vôd zo zatápaného lomu cez jeho východný okraj do údolia Krivánskeho potoka a s tým súvisiace potenciálne riziko vzniku svahových deformácií ohrozujúcich železničnú trať.

4.13 Lokalita Prešov - Solivary

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

V rokoch 2018 – 2021 v DP „Prešov I. – Solivary“ zabezpečovacie práce neboli vykonávané, ústia jednotlivých vrtov 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 vrtov. Pre DP

„Prešov I – Solivary“ sú v platnosti OBÚ nariadené opatrenia naposledy známemu vlastníkovi vrtov – 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 (Zvrškovec, 2022). 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).

Z vyššie uvedených dôvodov bol na tejto lokalite v rokoch 2020 a 2021 v rámci VŤŽP realizovaný terénny monitoring geologických faktorov životného prostredia. Spočíval v meraní základných parametrov vody povrchových tokov, úrovne hladiny vody v prístupných otvorených vrtoch a GNSS meraniach pohybov povrchu terénu.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

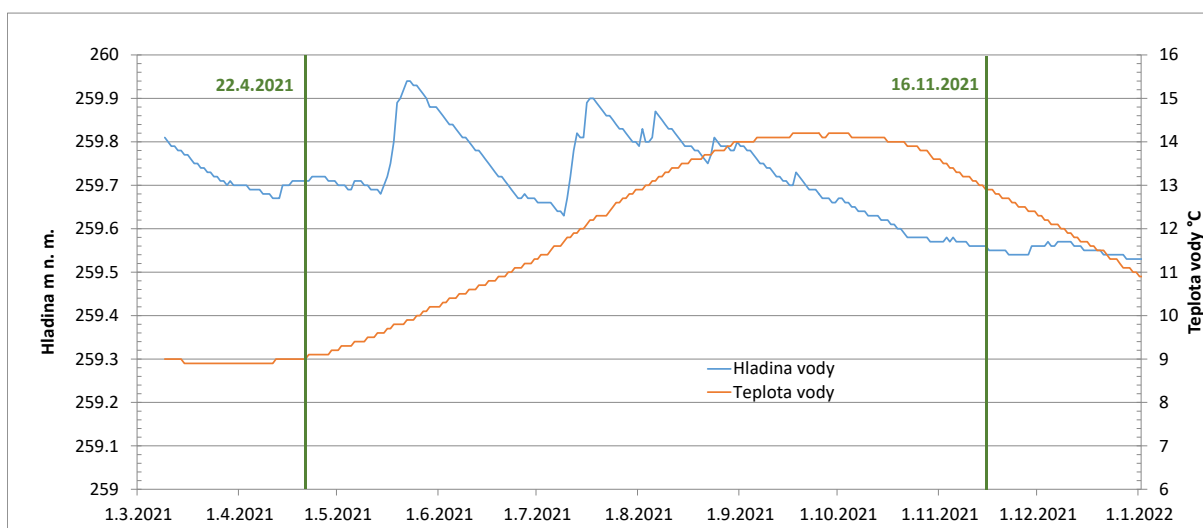
Hydrogeologické pomery oblasti lúhovacieho poľa boli vyhodnotené v rámci geologickej štúdie (Bajtoš et al., 2017). Počas jej realizácie bol zisťovaný stav 155 ťažobných vrtov, pričom v prípade možnosti bola v nich zmeraná úroveň hladiny vody, resp. zaznamenané množstvo unikajúcej soľanky. Úroveň hladiny vody bolo možné merať hladinomerom vo vrtoch s chýbajúcim uzáverom. Pri úniku soľanky bola zaznamenaná výšková úroveň úniku, ku ktorému dochádzalo prelivom cez hranu otvorenej pažnice vrtu, bočnou trúbkou alebo otvorom vytvoreným koróziou. Na situačnej mapke ťažobných vrtov (obr. 4.13.2) sú rozlíšené uzavreté vrty, z ktorých neboli viditeľné známky úniku soľanky (a v ktorých nebolo možné zmerať úroveň hladiny podzemnej vody), vrty s pozorovaným únikom soľanky a otvorené vrty s možnosťou zmerať hladinu podzemnej vody. V časti lúhovacieho poľa spadajúcej do povodia Šalgovického potoka (severná časť lúhovacieho poľa) bola úroveň hladiny podzemnej vody zväčša pod úrovňou terénu. V časti lúhovacieho poľa v pravostrannej časti povodia Barackého potoka je hladina podzemnej vody v úrovni nad alebo pod terénom, nezávisle od výškovej úrovne ústia vrtu (resp. lokalizácie vrtu voči drenážnej báze lokality). V časti lúhovacieho poľa v ľavostrannej časti povodia Barackého potoka sú na väčšine vrtov známky netesnosti s únikom soľanky, čo dokumentuje úroveň hladiny podzemnej vody nad terénom. Obdobne je tomu tak i v časti lúhovacieho poľa spadajúceho do povodia Soľného potoka.

V roku 2020 a 2021 sme preverili stav dostupných otvorených 22 vrtov lúhovacieho poľa, na ktorých bola v roku 2017 zmeraná hladina, resp. preliv. Z nich bolo možné zmerať úroveň hladiny v 10 vrtoch (tab. 4.13.1), ostatné boli uzavreté, prípadne nedostupné pre meranie. Z vykonaných meraní úrovne hladín vyplýva v prevahe mierny vzostup v porovnaní s úrovňou dokumentovanou v roku 2017. Vzhľadom na malý počet údajov zatiaľ nie je možné interpretovať časový trend zmeny úrovne hladiny podzemnej vody. Merania v roku 2021 boli realizované v obdobiach relatívne nízkych a ustálených vodných stavov – prvé v jarnom období po doznení vplyvu topenia snehu a druhé v jesennom období chudobnom na zrážky (obr. 4.13.1).

Množstvo soľanky unikajúcej netesnosťami v zhlaví vrtov závisí od aktuálneho tlaku vo vrte a technického stavu zhlavia. Výdatnejšie prelivy sú niekedy provizórne utesňované miestnymi obyvateľmi.

Tab. 4.13.1: Úrovně hladiny zaznamenané v ťažobných vrtech lúhovacieho poľa v roku 2017 (Bajtoš et al., 2017) a v rokoch 2020 a 2021

Vrt	Dátum	Ústie vrtu (m n. m.)	Hladina podzemnej vody (m p. t.)	Poznámka
103/86	24.6.2020	292,63		- priechodnosť vrtu do 66 m p.t.
	26.11.2020		32,6	priechodnosť vrtu do 66 m p.t.
	22.4.2021			- priechodnosť vrtu do 3,11 m p.t.
	16.11.2021			- priechodnosť vrtu do 3,22 m p.t.
110/87	24.11.2017	280,24	1,51	
	24.6.2020		0,395	priechodnosť vrtu do 2,33 m p.o.b.
	26.11.2020		0,05	priechodnosť vrtu do 2,33 m p.o.b.
	22.4.2021		-0,03	priechodnosť vrtu do 2,31 m p.o.b.
112/88	24.11.2017	281,89	2,78	
	24.6.2020		1,85	
	26.11.2020		1,38	
	22.4.2021		1,08	priechodnosť vrtu do 50 m p.o.b
113/88	24.11.2017	282,29	0,36	
	24.6.2020		0,86	priechodnosť vrtu viac ako 100 m p.o.b.
	26.11.2020		0,81	priechodnosť vrtu viac ako 100 m p.o.b.
	22.4.2021		0,75	priechodnosť vrtu viac ako 100 m p.o.b.
61/58	24.11.2017	297,03	-0,11	
	24.6.2020		-0,35	
	26.11.2020		-0,38	
	22.4.2021		-0,39	priechodnosť vrtu 34,56 m p.o.b.
62/58	24.11.2017	296,3	0,53	
	24.6.2020		0,60	
	26.11.2020		0,31	
	22.4.2021		-0,19	priechodnosť vrtu 11,22 m p.o.b.
63/58	24.11.2017	300,51	3,07	
	24.6.2020		0,33	
	26.11.2020		3,03	
	22.4.2021		2,66	priechodnosť vrtu viac ako 100 m p.o.b.
91/79	24.11.2017	294,07	3,05	
	24.6.2020		2,84	priechodnosť vrtu do 3,22 m p.t.
	26.11.2020		2,63	
	22.4.2021		2,61	priechodnosť vrtu do 3,82 m p.t.
95/81	24.11.2017	292,29	0,00	
	24.6.2020		0,00	priechodnosť vrtu do 3,04 m p.t.
	22.4.2021			
	16.11.2021			
96/81	24.11.2017	291,86	> 10	používaný 10 m hladinomer
	24.6.2020		> 10	priechodnosť vrtu do 10,04 m p.t.
	22.4.2021			- priechodnosť vrtu do 10,04 m p.t.
	16.11.2021			- priechodnosť vrtu do 10,04 m p.t.

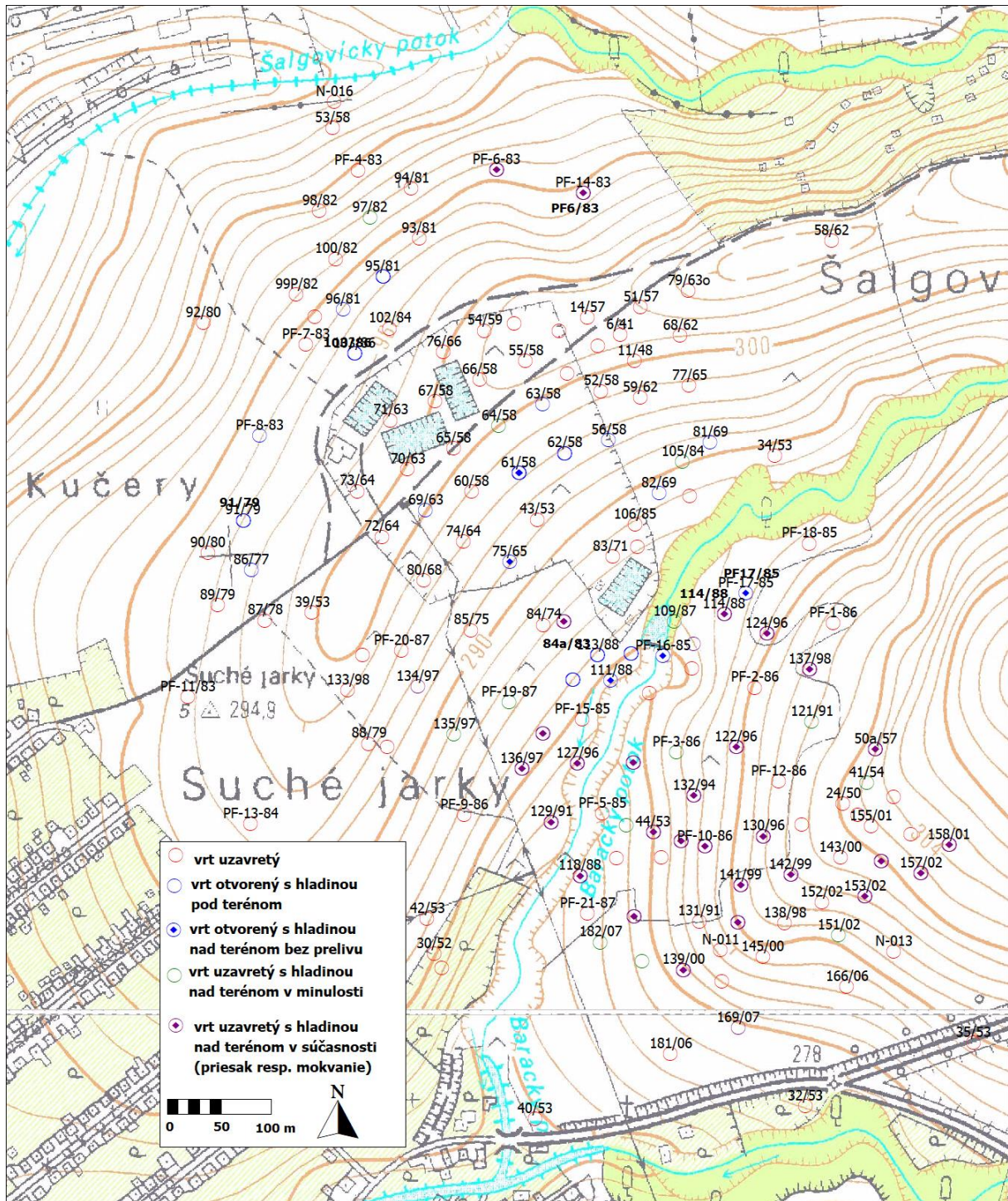


Obr. 4.13.1: Zmeny úrovne hladiny a teploty vody v sonde SHMÚ č. 1111 vo Veľkom Šariši v roku 2021 s vyznačením doby merania hladiny vo vrtoch lúhovacieho poľa v Solivaroch

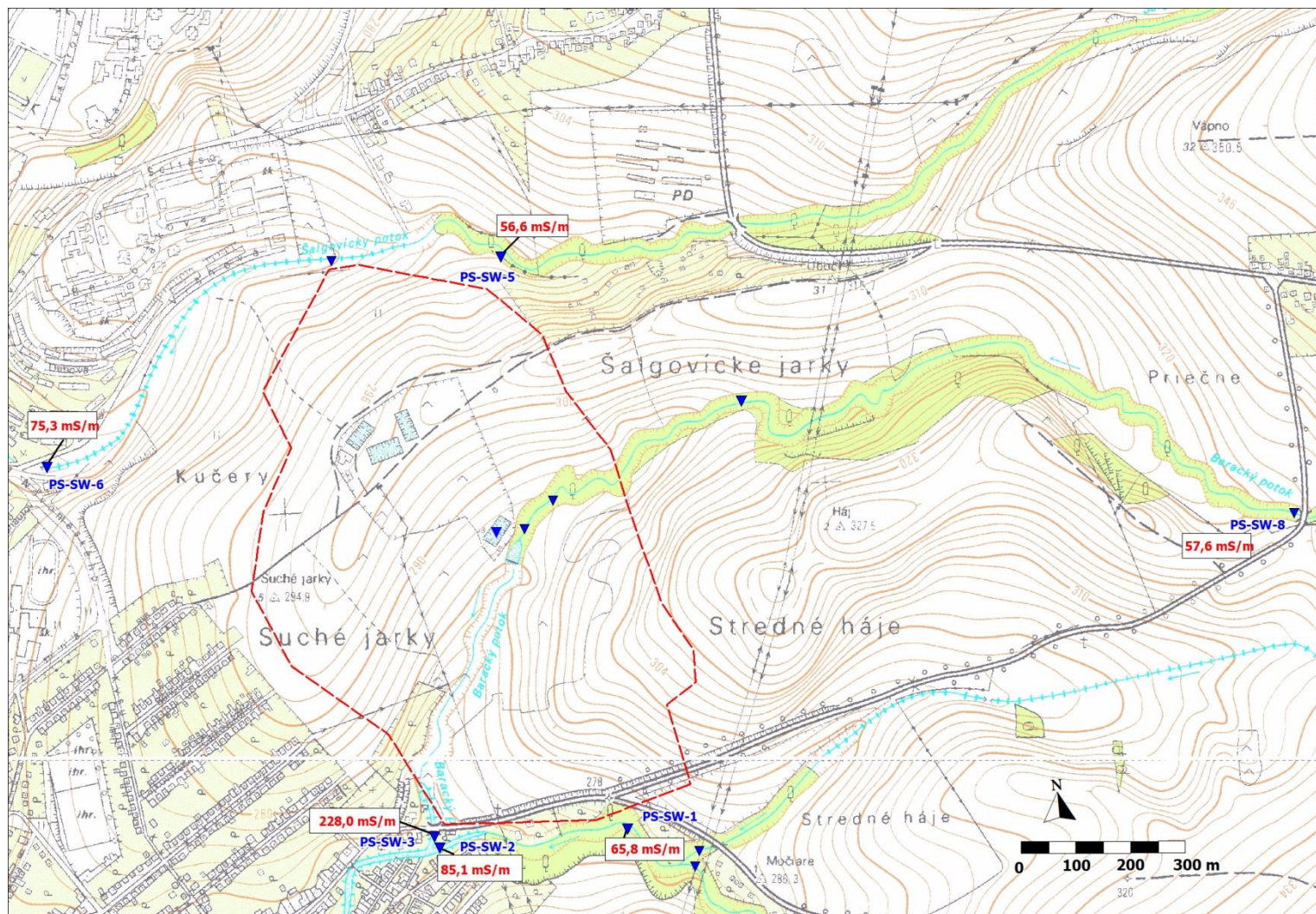
V roku 2021 boli zmerané prietoky i základné fyzikálno-chemické parametre vody miestnych povrchových tokov na 6 monitorovacích miestach (obr. 4.13.3). Ide o rovnaké miesta, ktoré boli monitorované v rámci predchádzajúcej štúdie (Bajtoš et al., 2017) a v rámci monitoringu VŤŽP v roku 2020. Z meraní realizovaných 10. 9. 2020 v období relatívne nízkych prietokov vyplynulo, že hodnota EC₂₅ vody prevyšovala KPV na Soľnom potoka pred sútokom s Barackým potokom mierne a na Barackom potoku pred sútokom so Soľným potokom až 9-násobne. Ide o monitorovacie miesta lokalizované pod lúhovacím poľom a zvýšené hodnoty EC₂₅ indikujú úniky soľanky z poškodených zhlaví vrtov. Voda Soľného potoka pod sútokom s Barackým potokom, na vstupe do intravilánu Prešova, mala podľa výpočtu podľa zmiešavacej rovnice hodnotu EC₂₅ = 230 mS/m – 2-násobne vyššiu ako KPV. V roku 2021 (tab. 4.13.2) prevyšovala KPV len hodnota EC₂₅ na Barackom potoku, približne 2-násobne. Voda Soľného potoka pod sútokom s Barackým potokom, na vstupe do intravilánu Prešova, mala v tej dobe podľa výpočtu podľa zmiešavacej rovnice hodnotu EC₂₅ = 147 mS/m – 1,3-násobne vyššiu ako KPV. V roku 2017 boli na Barackom potoku, v období porovnateľnom z hľadiska výšky odtoku s meraniami z roku 2020, zistené obdobné hodnoty: dňa 1. 8. 2017 pri prietoku 0,21 l/s EC₂₅ = 1323 mS/m a 15. 8. 2017 pri prietoku 0,60 l/s EC₂₅ = 1041 mS/m (Bajtoš et al., 2017).

Tab. 4.13.2 Prietoky tokov a základné fyzikálno-chemické ukazovatele ich vody v oblasti lúhovacieho poľa Solivary – Prešov zmerané 23. 9. 2021

Tok	Objekt	Q (l/s)	tv (°C)	tvzd (°C)	EC ₂₅ (mS/m)	pH	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)
Soľný potok	PS-SW-1	11,19	9,8	11	65,8	7,99	10,58	95,2
Soľný potok	PS-SW-2	9,96	10	14,9	85,1	8,19	11,15	100,9
Baracký potok	PS-SW-3	7,62	10,7	14,9	228	8,23	12,66	116,6
Baracký potok	PS-SW-8	5,88	9,8	11,8	57,6	8,08	10,87	98,7
Šalgovický potok	PS-SW-5	9,7	10,1	10	56,6	8,03	10,50	95,4
Šalgovický potok	PS-SW-6	9,88	11,5	15,6	75,3	8,24	11,06	103,4



Obr. 4.13.2 Pozícia ťažobných vrtov v lúhovacom poli soľného ložiska Prešov – Solivary



Obr. 4.13.3 Situácia miest pozorovania kvality povrchovej vody na lúhovacom poli Prešov – Solivary
 Vysvetlivky: Miesta pozorovania sú vyznačené modrým trojuholníkom, s kódovým označením a hodnotou EC25 nameranou dňa 10.9.2020.
 Červená prerušovaná čiara ohraňuje lúhovacie pole.

Inžinierskogeologické aspekty

Lokalita je predmetom sledovania ŠGÚDŠ od r. 2020 aj s ohľadom na potrebu hodnotenia inžinierskogeologických aspektov súvisiacich s predpokladom pretrvávajúceho progresívneho vývoja deformácií – poklesov územia vyplývajúceho z výsledkov štúdie „Vplyv lúhovacieho poľa Prešov I. – Solivary na abiotické zložky životného prostredia“ (Bajtoš et al., 2017).

V zmysle Správy o činnosti Hlavného banského úradu a obvodných banských úradov Slovenskej republiky za rok 2021 (Správy o činnosti, 2022a) je v súčasnosti v DP Prešov I – Solivary takmer neriešiteľný právny stav. DP je v súčasnosti bez organizácie, ktorá by bola nositeľkou práv a povinností a stále hrozia škody na životnom prostredí. Likvidačné práce neboli vykonané. Výsledky zabezpečovacích prác vykonaných v roku 2010 boli zdevastované fyzickými osobami. Zabezpečovacie práce už nie sú vykonávané, ústia jednotlivých vrtov a nebezpečné časti podrúbaného územia nie sú označené a zabezpečené. Tlaky a deformácie v otvorených komorách – kavernách okolo lúhovacích vrtov sa prejavujú na povrchu zvyšovaním tlaku vo vrtoch a deformáciou terénu. V roku 2016 boli organizáciou Rudné bane, š. p. Banská Bystrica vykonávané fyzické obhliadky zamerané na kontrolu plnenia časti opatrení nariadených rozhodnutím HBÚ, ktorým bolo zmenené a nahradené rozhodnutie OBÚ v Košiciach na zaistenie ochrany všeobecných záujmov v DP Prešov I – Solivary a v jeho okolí pre organizáciu Rudné bane š. p. Výsledky týchto obhliadok boli hlásené pravidelne na OBÚ v Košiciach. Proti tomuto rozhodnutiu HBÚ podal protest prokurátor Krajskej prokuratúry Banská Bystrica. HBÚ ďalším rozhodnutím tomuto protestu prokurátora v plnom rozsahu vyhovel, zrušil svoje rozhodnutie aj rozhodnutie OBÚ v Košiciach o nariadení opatrení organizácii Rudné bane, š. p. z dôvodu vecnej nepríslušnosti. V DP Prešov I – Solivary sú v platnosti úradom nariadené opatrenia, naposledy známemu vlastníkovi vrtov – organizácii EKOFARMA, s. r. o., Prešov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti prevádzky a zariadení lúhovacieho poľa (pravidelné kontroly zabezpečenia ústia jednotlivých vrtov a stavu akumuláčnych nádrží a ich zabezpečenie na zabránenie úniku soľanky do terénu). Táto organizácia je v súčasnosti nezastihnuteľná bez možnosti akejkoľvek komunikácie.

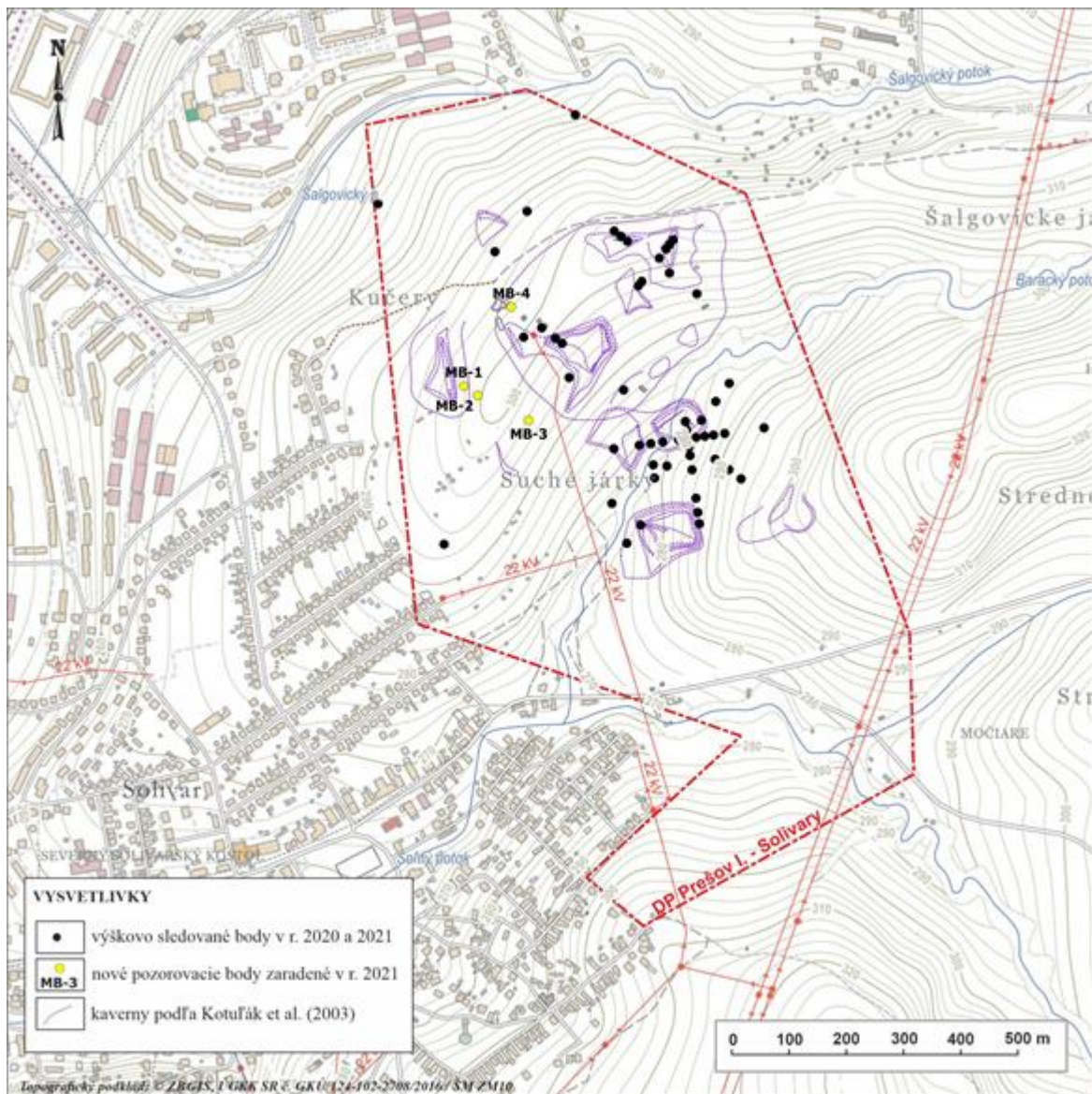
V dobývacom poli Prešov I. – Solivary (obr. 14.3.4) sa nachádza lúhovacie pole po ťažbe kamennej soli, ktorá bola ukončená v máji 2009.

V rámci štúdie (Bajtoš et al., 2017) boli hodnotené poklesy územia do roku 2017 vychádzajúce z porovnania vlastných výškových GNSS meraní pevných geodetických bodov (realizovaných súčasne s revíziou geodetických bodov) a posledných výškových geodetických zameraní realizovaných počas ťažby z jesene 2008. Celkový pokles bodov do r. 2008 bolo možné hodnotiť až na 172 bodoch. Vlastné merania v r. 2017 boli orientačné, uskutočňované už iba na 91 zachovaných bodoch s obmedzenou výškovou presnosťou (rádovo x.0,1 m).

V rámci sledovaní lokality v r. 2020 bola realizovaná úvodná „nultá“ séria GNSS meraní na pevných bodoch s vyššou výškovou presnosťou (prevažne do 0,015 m) v porovnaní s meraniami realizovanými v rámci štúdie v r. 2017.

Medzičasom došlo k úmyselnému poškodeniu ďalších meracích bodov, preto bolo možné merania v r. 2020 vykonať na menšom počte (a to 67) bodov v porovnaní s r. 2017. V rámci terénnych prác v r. 2021 bolo zistené, že došlo k zničeniu ďalších meracích bodov (obr. 14.3.5). K likvidácii bodov dochádza v súčasnosti pri terénnych úpravách značnej plochy poklesového územia (obr. 14.3.6).

Preto GNSS merania 1. série v r. 2021 bolo možné realizovať na menšom počte (54 bodov) v porovnaní s r. 2020. Hodnotenie poklesu územia z výsledkov vlastných meraní preto vychádza z hodnotenia 54 meracích bodov.



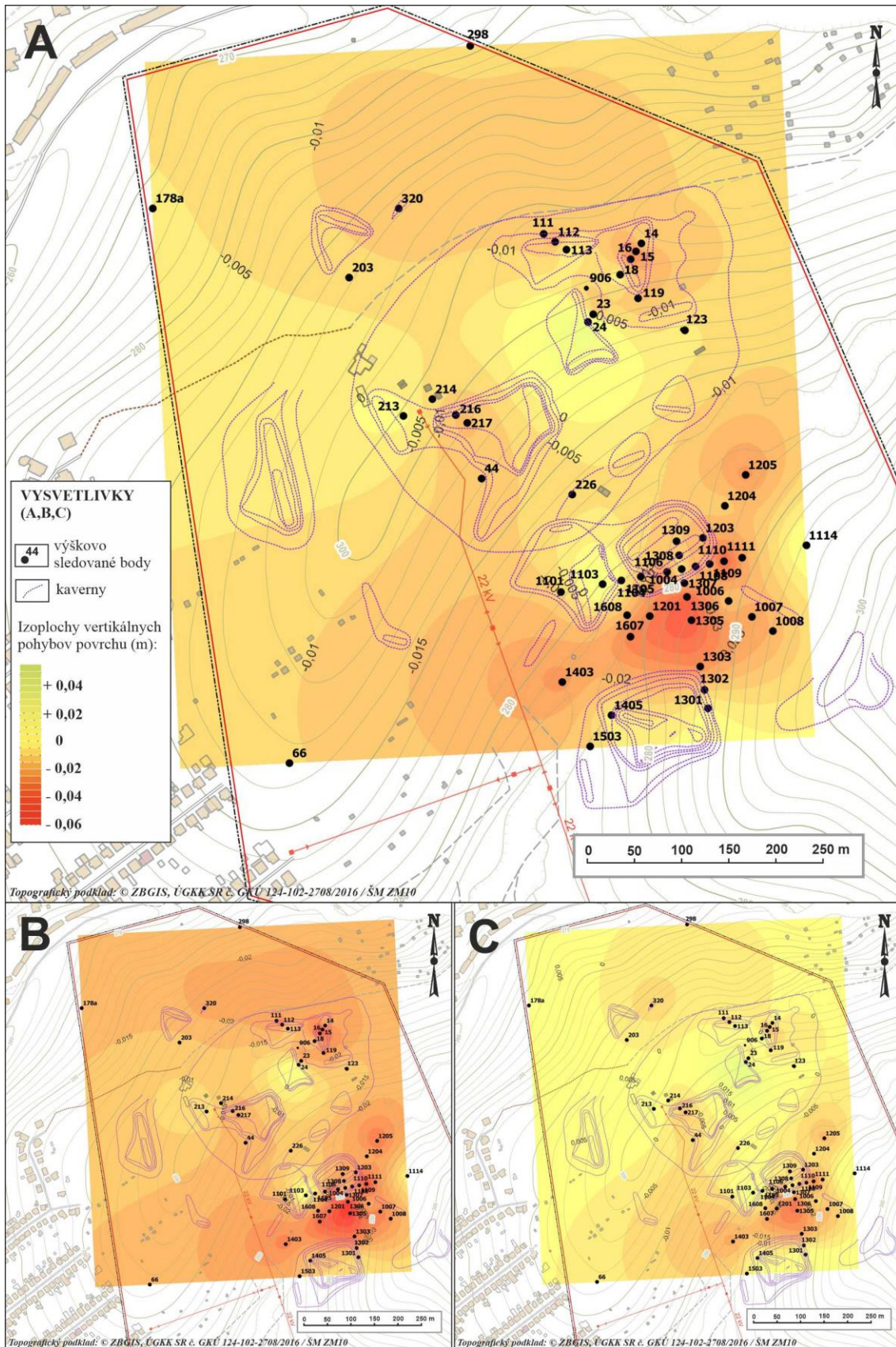
Obr. 4.13.4 Situácia záujmového územia lokality Prešov I. – Solivary



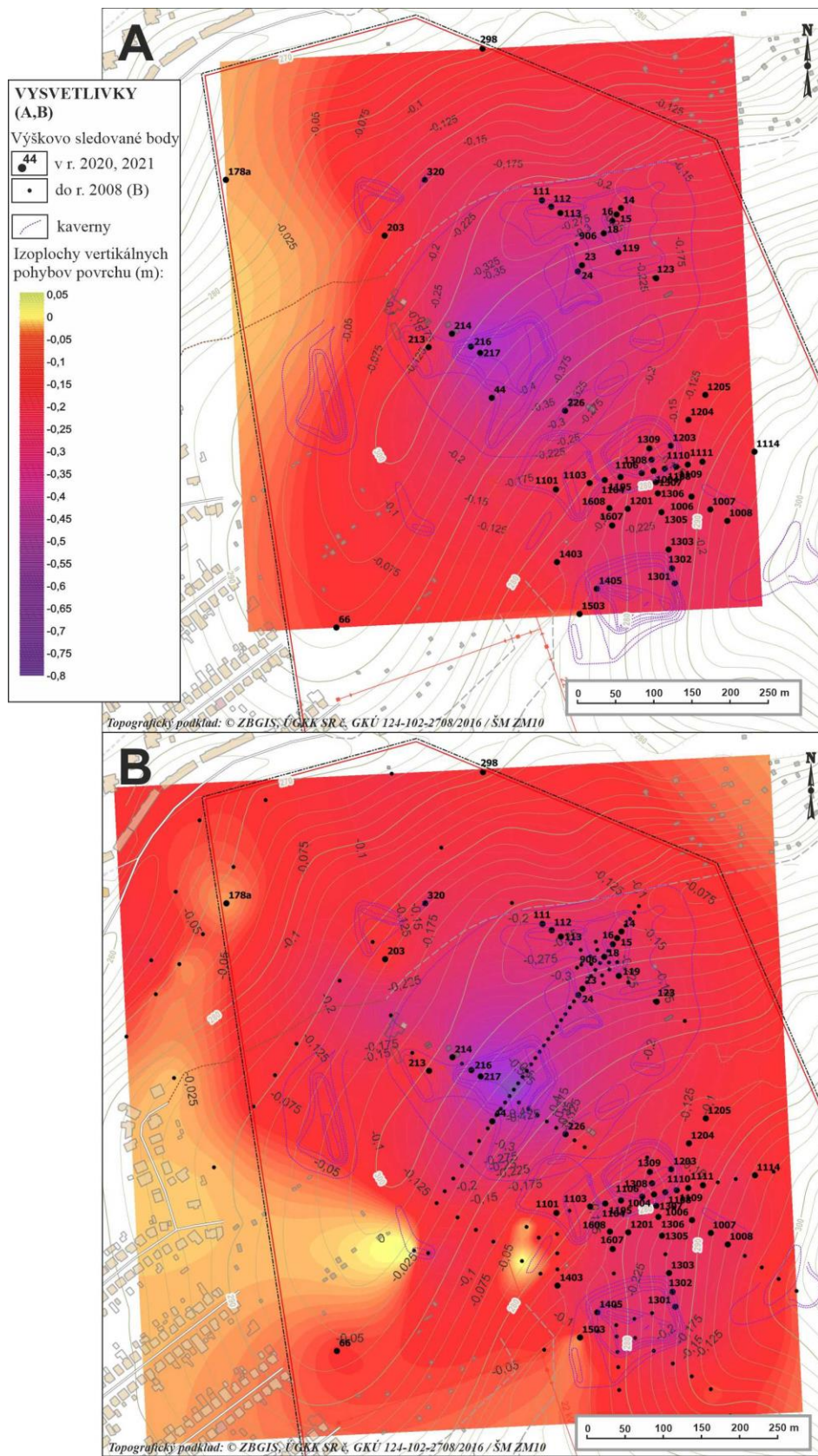
Obr. 4.13.5 Zničený (vytrhnutý) bod 36. osadenia



Obr. 4.13.6 GNSS lokalizácia pôvodného miesta



Obr. 4.13.7 Izoplochy poklesov terénu z výsledkov GNSS meraní realizovaných v r. 2020 a v r. 2021: A – podľa priamych hodnôt meraní, B – po odpočítaní chyby merania, C – po pripočítaní chyby merania



Obr. 4.13. Izoplochy poklesov terénu z výsledkov geodetických výškových meraní realizovaných počas ťažby na ložisku do r. 2008 so zohľadnením: A – iba bodov meraných aj v r. 2020 a r. 2021, B – všetkých bodov výškovo sledovaných do r. 2008

Výsledky výškových meraní interpretované vo forme izoplôch poklesov územia za obdobie r. 2020 – 2021 sú zobrazené na obr. 14.3.7. Okrem mapy izoplôch poklesov bodov z priamo nameraných rozdielov nadmorských výšok bodov (obr. 14.3.7A) bola zostrojená aj mapa izoplôch poklesov bodov so zohľadnením chýb merania pri odpočítaní chyby (obr. 14.3.7B) ako aj pri pripočítaní chyby (obr. 14.3.7C). Je potrebné podotknúť, že presnosť plošnej interpretácie poklesov vo forme izoplôch je značne obmedzená vzhľadom na relatívne nízky počet bodov a nerovnomernosť pokrytia územia meracími bodmi. Napriek tomuto obmedzeniu možno nesporne lokalizovať najvyššiu mieru poklesov (a to aj pri zohľadnení chyby meraní - obr. 14.3.7B a C) do JV časti hodnotenej oblasti, a to v okolí bodu 1403 (0,028 m), a ďalej smerom na SV v oblasti bodov 1607 a 1201 (0,033 m), 1303 (0,030 m), 1305 a 1306 (0,045 m), v okolí bodu 1110 (0,048 m) a v menšej miere (0,027 – 0,019 m) v okolí ďalších bodov a bodu 1205 (0,028 m). Mierne zvýšený pokles je pozorovateľný v strednej časti územia v okolí bodov 216 (0,015 m) a 217 (0,017 m) a potom v SV časti v okolí bodov 15 (0,037 m) a 16 (0,028 m).

Pre porovnanie miery a lokalizácie anomálnosti poklesov z vlastných medziročných (z r. 2020 a r. 2021) meraní boli zostavené mapy izoplôch poklesov územia zaznamenaných počas ťažby na ložisku do r. 2008, a to v alternatíve izoplôch poklesov územia so zohľadnením iba bodov meraných aj v r. 2020 a r. 2021 (obr. 14.3.8A) a tiež v alternatíve izoplôch poklesov územia so zohľadnením všetkých bodov výškovo sledovaných do r. 2008 (obr. 14.3.8B). Pri porovnaní obr. 14.3.8A a B je zrejmé, že aj interpretácia izoplôch z hľadiska miery poklesov pri zohľadnení nižšieho počtu pozorovacích bodov (obr. 14.3.8A) je podobná ako pri interpretácii izoplôch pri zohľadnení všetkých pozorovacích bodov sledovaných v r. 2008. Preto možno považovať aktuálnu meranú sieť s nižším počtom pozorovacích bodov ešte za pomerne reprezentatívnu.

Pri porovnávaní zistených medziročných vertikálnych pohybov (2020 – 2021) (obr. 4) a celkových poklesov na ložisku do r. 2008 (obr. 14.3.8) je možné konštatovať nasledovné zistenia. Širšiu oblasť anomálnejších poklesov v strednej časti sledovaného územia pozorovanú do r. 2008 potvrdzuje zvýšená miera poklesov v okolí bodov 216 a 217 zistená v období r. 2020 – 2021. Taktiež zistenú zvýšenú mieru poklesov v SV časti územia v okolí bodov 15 a 16 možno pozorovať aj v období do r. 2008. Avšak rozsiahlejšia zóna zvýšených poklesov v JV časti územia (body 1403 až 1205) zistená v období r. 2020 – 2021 nie je zreteľná z pozorovaní poklesov aj v období do r. 2008. Dá sa to vysvetliť tým, že v tejto časti bol zistený vznik kaverien v porovnaní s ostatnou časťou územia najneskôr v rámci hodnotenia územia do r. 2003 (podľa údajov, ktoré uvádza Kotulák, 2003), a preto je možné, že výraznejšie poklesy územia v tejto časti územia sú pozorovateľné ešte aj v súčasnosti. Pre úplnosť je potrebné sa zmieniť aj o registrovaných kladných hodnotách vertikálnych pohybov na sledovanom území. Takéto vyššie hodnoty boli zaznamenané na bodoch 1103 (0,015 m) a 24 (0,027 m). Kladné hodnoty vertikálnych pohybov indikujúce zdvih územia už boli pozorované lokálne aj v období ťažby do r. 2008. Tento prejav pohybu je potrebné potvrdiť pri ďalších meraniach v budúcnosti.

Vzhľadom na redukciu počtu meracích bodov a potrebu podrobnejšieho sledovania západnej okrajovej časti poklesového územia (v blízkosti záhradkárskej oblasti, resp. obytnej zóny) bola v r. 2021 sieť pozorovacích bodov doplnená o 4 body s pracovným označením MB–1 až MB–4 (obr. 14.3.4), na ktorých bola realizovaná „nultá“ série GNSS meraní. Bod MB–1 bol zriadený na betónovej pätko oplotení (s predpokladaným hlbším založením). Bod MB–2 je situovaný na konštrukcii ústia vrtu 39/53. Bod MB–3 sa nachádza na betónovom základe kovovej výtyčky. Bod MB–4 je zriadený na kovovom trní v ochrannej rúre s neznámou pôvodnou funkciou (obr. 14.3.9).



Obr. 4.13.9 Pozorovací bod s pracovným označením MB–4 zaradený do pozorovacej siete v r. 2021.

Z uvedeného je zjavné, že sledované územie v oblasti DP Prešov I. – Solivary sa javí z hľadiska poklesávania ako aktívne. Trend, oblasti a mieru poklesávania územia je potrebné overovať v budúcnosti ďalšími výškovými GNSS meraniami na pevných bodoch pozorovacej siete. Predpokladanou pretrvávajúcou nepriaznivou skutočnosťou, ktorá bude obmedzovať (v najhoršom prípade znemožňovať) vykonávanie GNSS meraní, je ničenie pozorovacích geodetických bodov v záujmovom území.

4.14 Lokalita 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 banských diel, stavebných objektov (povoľovaných OBÚ) a vrtov v DP Modrý Kameň k 30. 6. 2015 a týmto dňom ukončila aj banskú činnosť (Kolektív autorov, 2016). K 6.7.2022 je DP Modrý Kameň stále uvádzaný v evidencii dobývacích priestorov (www.hbu.sk) ako DP bez ťažobnej organizácie. Okrem zlikvidovaných vrtov sa v DP Modrý Kameň nachádza sieť vrtov, ktoré slúžili na monitorovanie hladiny podzemných a banských vôd a ich výtokov na zemský povrch na území zasiahnutom banskou 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. V správach o činnosti HBU za rok 2020 a 2021 (Zvrškovec, 2021) nie sú o DP Modrý Kameň uvedené žiadne údaje. Vzhľadom na uvedené skutočnosti bola táto lokalita od roku 2021 zaradená do aktívneho monitoringu VŤŽP.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Dlhodobým, intenzívnym odvodňovaním ložiska po dobu viac ako 50 rokov došlo k vytvoreniu rozsiahleho depresného kužeľa. Po ukončení čerpania podzemných vôd po ukončení ťažby došlo k postupnému vyplňovaniu tohto priestoru dovtedy, kým hladina podzemnej vody nedosiahne úroveň miestnej eróznej bázy - koryta Starej rieky a neobnoví sa prírodný hydrologický a hydrogeologický režim. Stúpanie hladiny vo vrtoch v priestore ložiska bolo sledované v rokoch 2008 – 2009 (Kohút et al., 2010). V nasledujúcich rokoch sa v tomto monitoringu nepokračovalo. V roku 2021 sa v rámci monitoringu VŤŽP realizovala obhliadka vybraných vrtoch a v prípade ich dostupnosti a funkčnosti i meranie úrovne hladiny podzemnej vody. V tab. 4.14.1 sú uvedené výsledky tohto merania. Zhlavia vrtoch V-1 až V-5 a RC22 sú už zlikvidované. Na vrtoch RC205, RC161, RC209, RC211 a RC033 je úroveň hladiny v hĺbke viac ako 100 m pod terénom. Porovnanie údajov z roku 2010 a 2021 ukazuje pre toto obdobie priemernú rýchlosť stúpania hladiny okolo 2,5 m/rok. Obnovovanie pôvodných hydraulických pomerov zvodne je teda veľmi pozvoľné.

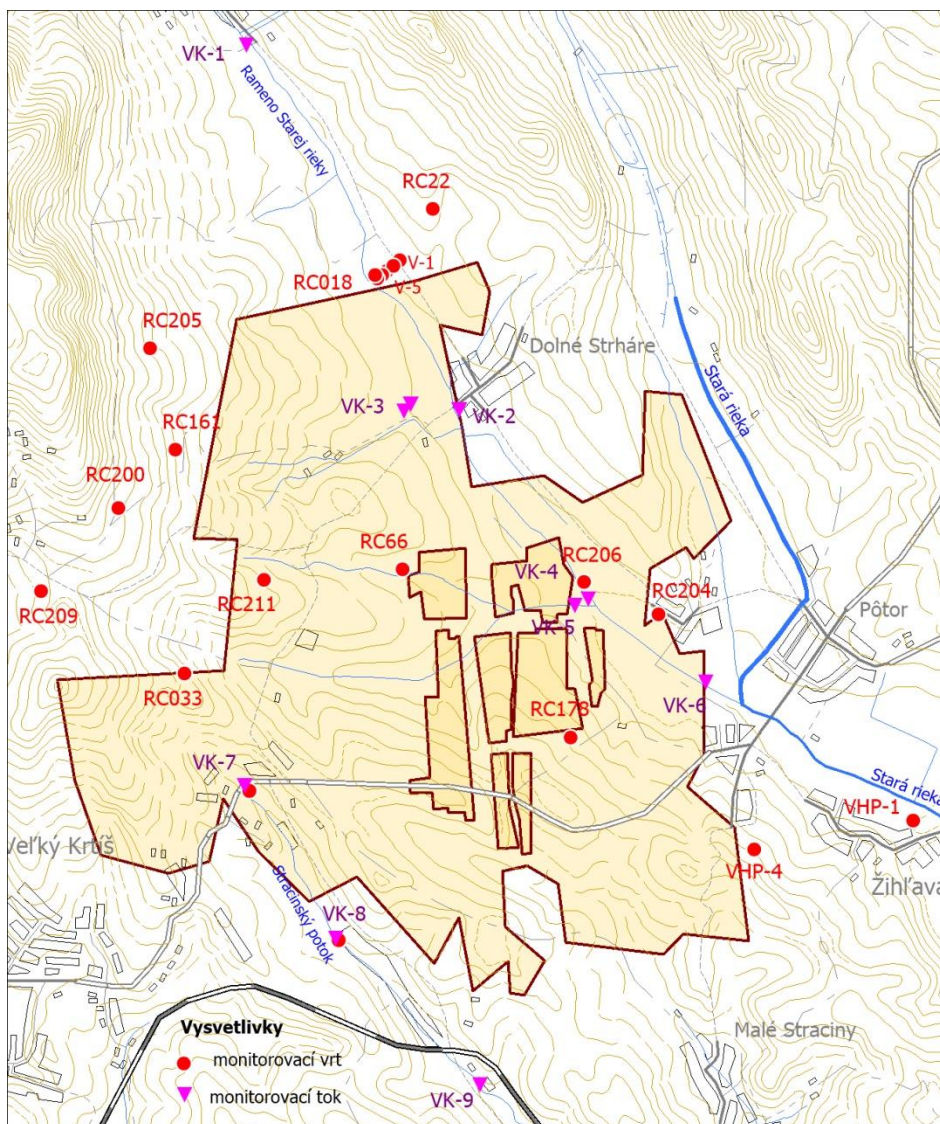
Tab. 4.14.1: Úrovne hladiny podzemnej vody v pozorovacích vrtoch bane Dolina dňa 24. 11. 2021

Ozn_vrtu	H v roku 2010 (m p.o.b.)	H 24.11.2021 (m p.o.b.)	delta H (m)	Rýchlosť stúpania hladiny (m/r)
RC205	232,51	>200	< 32,51	< 2,96
RC161	216,70	189,83	26,87	2,44
RC209	-	> 200	-	-
RC211	161,98	132,85	29,13	2,65
RC66	90,40	2,38	88,02	8,00
RC033	187,62	159,91	27,71	2,52

Na hlavných tokoch oblasti sme odobrali vzorky vody na stanovenie vybraných ukazovateľov kvality (tab. 4.14.2). Zistené hodnoty anorganických ukazovateľov, i organického uhlíka, vyhovujú požiadavkám na kvalitu povrchovej vody.

Tab. 4.14.2 : Vybrané ukazovatele kvality vody povrchových tokov oblasti bane Dolina stanovené zo vzoriek z 24.11.2021

Ozn objektu	T _{H2O} °C	T _{vzd} °C	pH	EC uS/m	O ₂ mg/l	Nasýt. O ₂ %	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	SO ₄ mg/l	As mg/l	DOC mg/l
VK-1	2,6	5,0	7,83	17,5	14,3	105,8	19,3	5,8	0,224	0,041	6,1	>0,001	2,1
VK-2	1,7	3,7	7,57	18,4	13,4	96,8	20,2	6,1	0,171	0,013	6,4	>0,001	-
VK-5	4,4	5,8	7,44	19,5	11,3	87,4	21,7	6,4	0,291	0,032	6,9	0,0006	-
VK-7	2,4	5,8	7,61	19,7	12,4	90,9	21,8	6,4	0,223	0,007	6,8	0,0006	3,1



Obr. 4.14.1: Situácia monitorovacích vrtov a miest na povrchovej tokoch v oblasti Baňa Dolina (podfarbená je oblasť s hlbinnými banskými dielami)

4.15 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu

Z lokalít, ktoré nie sú zaradené do VŤŽP, došlo v roku 2014 k havarijnej udalosti – prievalu zvodnených pieskov – na bani Čáry (Kolektív autorov, 2015). V roku 2013 sa tu vyskytli povrchové prejavy vyvolané hlbinnou ťažbou. Vytvorili sa tu poklesy bez trvalého zamokrenia a bez výraznejšieho poškodenia porastových drevín (Kolektív autorov, 2014). Na základe protiprievalových opatrení, schválených OBÚ Bratislava „Rozhodnutím o povolení POPD pod č. 1908/2002 zo dňa 20. 8. 2002“ boli zhodnotené hydrogeologické pomery a odvodňovanie na ložisku Gbely (Šalamon a Šimek, 2013, 2014 a 2015) s návrhom protiprievalových opatrení. 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 rokoch 2019 – 2021 bola vykonaná rekultivácia banskou činnosťou

ovplyvneného pozemku v k. ú. Čáry o výmere 1,35 ha. V roku 2021 realizovaná rekultivácia poľnohospodárskej pôdy v lokalite pri Trstí, na ploche o výmere 3,1683 ha, kde v rámci povolených terénnych úprav bolo uložených 34 765 t hlušiny (Zvrškovec, 2021). Výška surovej ťažby dosiahla v roku 2021 205,4 kt (Zvrškovec, 2022). 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 2021 vykonávala, okrem pravidelnej údržby a monitoringu odkalísk vo Vajskovej a Banskej Štiavnici, práce na zabezpečení niektorých prepahlísk v Perlovej doline pri Gelnici a pri Krompachoch.

5 Závěry

Predkladaná ročná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác realizovaných v priebehu roku 2021 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 – 2020, 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 2021 sa terénymi pozorovaniami a meraniami ako aj realizáciou fotografického snímokovania 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, na lokalite Prešov – Solivary a na magnezitovom ložisku Podrečany.

Na ložisku Nádej pri Pezinku bolo zaznamenané postupné mierne rozširovanie závalu Z1 nad banskými dielami štôlne Rýhová, ktorá drénuje vodu miestneho občasného toku. Z hľadiska aktivity je možné samotný zával naďalej klasifikovať ako dočasne stabilizovaný.

Zo sledovania závalového pásma nad v minulosti ťaženým sideritovým ložiskom Kobeliarovo pri Nižnej Slanej vyplýva, že pozorovateľná neustávajúca aktivita geodynamických javov vzniknutých vplyvom ťažby sa v r. 2021 výraznejšie prejavila predovšetkým v pásme trhlín takmer po celom obvode závalového pásma, a to najmä v podobe výskytu nových trhlín, príp. aktivizácie existujúcich trhlín.

Prejavy vplyvu podrúbania v závalovom pásme Baniská na lokalite Rudňany – Poráč majú v súčasnosti stagnujúci trend. Charakteristickými javmi v jeho niektorých častiach v poslednej dobe boli rozširovania 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

a východná časť závalového pásma je zavezená popolčekom, neboli tu zaznamenané pozorovateľné zmeny v aktivite subsidencie územia alebo v rozvoji sekundárnych svahových deformácií. Vzhľadom na to, že posledná donedávna prebiehajúca ťažba bola realizovaná v strednej a východnej časti závalového pásma, nemožno však v budúcnosti vylúčiť ďalšie doznievanie poklesávania územia a rozvoj sekundárnych 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 štôľňou. V nadloží ťaženého ložiska sadrovca a anhydritu bol v období rokov 2000 – 2018 ťažobnou organizáciou zaznamenaný vznik 8 závalov. Na novšom sledovanom závale Z3 lokalizovanom na severnom okraji ložiska (v blízkosti lesnej cesty intenzívne využívanaj o. i. ako cykloturistická a turistická trasa) došlo v roku 2021 k pozorovateľnej aktivizácii, resp. rozširovaniu závalu. Aktivizácia sa prejavila v podobe zosúvania deluviálno – eluviálneho komplexu zemín s hrúbkou cca 1 – 2 m. Zosúvanie nezasiahlo zónu zvetraných predkvartérnych hornín. Sledovaná oblasť s ťažbou sadrovca je z časového hľadiska dotknutá geodynamickou aktivitou prejavujúcou sa vznikom subsidenčných depresí – závalov s morfológicky výrazným a zreteľným ohraničením. Preto je potrebné túto oblasť naďalej sledovať.

Z hľadiska inžinierskogeologických aspektov na lokalite Podrečany je v súčasnosti najrizikovejšou oblasť existujúceho zosuvu v severozápadnej časti bývalého ťažobného lomu. Očakávaná je ďalšia retrográdna aktivizácia zosuvu, na ktorú 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 telesa zosuvu v zátopovej zóne pri pokračujúcom vzostupe hladiny vody v lome, kedy dochádza k zmene napätostného stavu geologického prostredia. Opodstatnený je tiež predpoklad opätovnej aktivizácie nielen existujúceho zosuvu, ale aj príp. vzniku nových svahových deformácií v ostatnej časti lomovej jamy, predovšetkým v zóne kvartérnych zemín a rozvetraného predkvartérneho podložja. Súvisiacim rizikom je aj vznik následnej prílivovej nárazovej vlny v lome pri náhlom zosuve väčšieho objemu zosuvnej horninovej masy do lomu a s tým súvisiaci možný vznik sekundárnych zosuvov v protihľahlom svahu, resp. preliatie prílivovej vlny cez okrajovú hranu lomu. Existujúci zosuv môže v prípade aktivizácie priamo ohroziť predovšetkým cestu III. triedy č. 2664. Stúpajúca úroveň hladiny vody je už blízko pod úrovňou miestnej eróznej bázy (v rozdiel o cca **6,4 m**, so stavom k 18. 10. 2021), ktorú predstavuje Krivánsky potok. Otáznym je vývoj hydrodynamických pomerov po dosiahnutí, resp. prekročení tejto úrovne hladiny, t. j. či sa napr. hydrogeologické pomery priblížia k pôvodnému stavu pred začatím ťažby ložiska a aké príp. zmeny nastanú v tejto súvislosti v geotechnických pomeroch. Súvisí to o. i. s potenciálnym rizikom vzniku nových svahových deformácií na svahoch za východným okrajom lomu, ktoré by mohli ohrozovať železničnú trať a príp. spôsobiť prehradenie potoka. V krajnom prípade existuje možnosť preliatia vôd zo zatápaného lomu cez jeho východný okraj do údolia Krivánskeho potoka a s tým súvisiace potenciálne riziko vzniku svahových deformácií ohrozujúcich železničnú trať.

Pri porovnávaní zistených medziročných vertikálnych pohybov povrchu terénu pre obdobie rokov 2020 – 2021 na lúhovacom poli v Solivaroch pri Prešove sa zistilo, že najintenzívnejšie poklesy (do 4,8 cm) prebiehajú v súčasnosti v jeho juhovýchodnej časti. Širšiu oblasť anomálnych poklesov v strednej časti sledovaného územia, pozorovanú do roku 2008, potvrdzuje menej výrazné zvýšenie miery poklesov v okolí bodov 216 a 217 zistené v období r. 2020 – 2021. Zistenú medziročnú zvýšenú mieru poklesov v severovýchodnej časti územia v okolí bodov 15 a 16 (do 3,7 cm) bolo možné pozorovať aj v minulosti, v období do r. 2008. Tieto trendy je potrebné potvrdiť ďalšími meraniami v budúcnosti.

Tab. 5.1 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	C
Pezinok	P	M	M	B
Špania Dolina	–	P	P	A
Rudňany	M/A, M/P	V/A, P	M/A, P	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	V/A	M	P	C
Prešov - Solivary	–	V	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 2021 havarijné udalosti neboli evidované.

Rizikové lokality zaradené do VŤŽP môžeme zatriediť podľa doposiaľ dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov a ich významnosti do troch tried (tab. 5.1). 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, časť lokality Nižná Slaná nad ložiskom Kobeliarovo a lokalita magnezitového lomu v Podrečanoch. Na týchto lokalitách stále prebiehajú geodynamické javy smerujúce k rozširovaniu pôvodných a vytváraniu nových povrchových zavalov.

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 od roku 2011 prebieha, na základe rozhodnutia OBÚ o povolení likvidácie hlavných banských diel organizácii Siderit, s.r.o., Nižná Slaná, samovoľné zatápanie bane

Manó – Gabriela. Monitoring zatápania bane a súvisiace opatrenia, nariadené OBÚ v Spišskej Novej Vsi v DP Nižná Slaná, i príslušným úradom životného prostredia, zabezpečuje po zániku pôvodnej ťažobnej spoločnosti organizácia Rudné bane š. p., Banská Bystrica. Pre bezpečné odvedenie banskej vody po zatopení bane tu bola vyrazená odvodňovacia štôlna Marta a následne (2017 – 2019) realizovaná výstavba vodohospodárskych zariadení pred jej ústím. V decembri 2021 bola pri pravidelnom monitoringu stúpania hladiny zistená jej úroveň 40,3 m pod terénom, t. j. 13 m pod úrovňou odvodňovacej štôlne Marta. Na základe dokumentovaného trendu stúpania hladiny bolo možné odhadnúť objavenie sa výtoku z bane v štôlni Marta na začiatku februára 2022, kedy touto štôľňou začala na povrch – do rieky Slaná – vytekať banská voda.

Baňa Mária v Rožňave sa od roku 2014 odvodňuje prerušovaným čerpaním, pri priemernom prítoku do bane v množstve 4,9 – 6,6 l/s (TRATEC s.r.o). Hladina vody v bani sa týmto spôsobom udržiava v úrovni minimálne 80 m pod úrovňou VI. obzoru (resp. 100 m n. m.). Nepriaznivé vplyvy tohto čerpania na prírodný obeh podzemnej vody neboli zaznamenané. Do rieky Slaná sa vypúšťa po čistení, kvalita vypúšťanej vody je kontrolovaná príslušným úradom životného prostredia.

Dynamický hydrogeologický režim charakterizuje časť lokality Novoveská Huta, v dôsledku odvodňovania sadrovcovej bane Mária čerpaním banskej vody, pre umožnenie ťažby. Nepriaznivý stav pretrváva na Novej štôlni východne od Novoveskej Huty, kde je hladina vody v banskom systéme vzduť závalom vzniknutým pri ústí štôlne 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, k jeho realizácii však dosiaľ nedošlo.

Na lokalite Pezinok možno za nepriaznivý faktor považovať vtok povrchového toku do otvoreného závalu nad banskými dielami štôlne Rýhová a stav zavaleného ústia tejto štôlne. Výtok banskej vody z tejto štôlne s výdatnosťou 10 – 84 l/s sa nachádza v koryte Sedláčkovho jarku. V prípade utesnenia odtokových ciest banskej vody samovoľným závalom v štôlni, vznikajúcim okrovým sedimentom alebo prínosom sedimentu občasným tokom za povodňového stavu, vzniká riziko následnej postupnej akumulácie vody v banských priestoroch a vzniku náhleho prievalu 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 2020 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 vykonával len v rokoch 2008 až 2010. Merania hladiny v dostupných monitorovacích vrtoch, vykonané v rámci VŤŽP v roku 2021, ukázali ich pomalý vzostup. Vo väčšine meraných vrtoch sú stále v hĺbke väčšej ako 100 m.

Monitoring geochemických aspektov vplyvu ťažby v doterajšom období rokov 2007 – 2021 (v rámci ČMS – GF) poukazuje na pretrvávajúci nepriaznivý vplyv ťažobnej činnosti na kvalitu povrchových a podzemných vôd. Vzhľadom na hydrogeologické pomery lokalít postihnutých ťažbou rudných ložísk, zložky uvoľňované do podzemnej vody zvetrávaním minerálov rýchlo prestupujú do miestnych povrchových tokov a zhoršujú ich kvalitu (tab. 5.2).

Najnepriaznivejšia situácia je na lokalite Smolník, kde je voda miestneho potoka Smolník kontaminovaná Fe, Mn, Al, Zn, Cu a Cd. Hlavným zdrojom kontaminácie je tu kyslá banská voda šachty Pech, prekračujúca dlhodobo približne 150-násobne IT pre podzemnú vodu obsahom hliníka (v roku 2021 zaznamenané 107-násobné prekročenie), mierne i

obsahom Zn (v roku 2021 pokles pod úroveň IT, avšak 3-násobné prekročenie ID) a Co. Indikačné kritérium je prekročené i obsahmi Cu, Ni, Co, Be a hodnotou EC.

Na lokalite Slovinky – Gelnica je monitoringom dokumentované znečistenie vody Slovinského a Turzovského potoka antimónom, Slovinského potoka i arzénom. Banská voda štôlne Alžbeta v Slovinkách presahuje IT obsahom arzenu (v roku 2021 4,2-násobne) a banská voda Starej Krížovej štôlne v Gelnici obsahom antimónu (v roku 2021 6,4-násobne) – v oboch prípadoch ide o nárast oproti predošlému sledovanému obdobiu. Lokality Smolník a Slovinky – Gelnica sa nachádzajú v útvare podzemných vôd SK200500FK *Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského rudohoria oblasti povodia Hornád* (podľa zoznamu útvarov podzemných vôd v nariadení vlády SR č. 452/2019 Z. z.).

Na lokalite Rudňany, v útvare podzemných vôd SK200460KF *Dominantné krasovo-puklinové podzemné vody Slovenského raja a Galmusu oblasti povodia Hornád*, pretrváva kontaminácia vody Rudnianskeho potoka antimónom na jeho ústí do Hornádu. V oblasti medzi Rudňanmi a Poráčom je kontaminovaný i mangánom (v roku 2021 1,1-násobné prevýšenie KPV), báriom (1,5-násobné prevýšenie limitu pre pitnú vodu) a meďou (2,3-násobné prevýšenie RP-PoK). Banská voda dedičnej štôlne Rochus je zdrojom kontaminácie mangánom a síranmi, v roku 2021 prekročil RP-PoK i obsah v nej rozpusteného arzenu. Voda krasovo-puklinového prameňa Olšo pri Markušovciach je kontaminovaná ortuťou, jej charakteristická hodnota za rok 2021 však neprekročila ID. Na lokalite Novoveská Huta s opustenou uránovou a prevádzkovanou sadrovcovou baňou je kvalita tokov dobrá, s podlimitnými priemernými hodnotami objemovej aktivity rádia. Len lokálne, v pramennej časti Suchohorského potoka, dochádza k prekročeniu RP-PoK pre hliník, meď a nikel, i prekročeniu KPV pre mangán.

Monitorované lokality Špania Dolina, Rožňava a Nižná Slaná sa nachádzajú v útvare podzemných vôd SK200280FK *Puklinové a krasovo – puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Slovenského Rudohoria*. Monitorované zdroje banských vôd na lokalite Rožňava sú nositeľom – z hľadisku vplyvu na kvalitu povrchovej vody – rizikových obsahov SO₄, Mn, As, Sb, Cu a Ni. Úroveň obsahu As nad ID kritérium je zaznamenaný v banskej vode štôlne Augusta, odvodňujúcu baňu v Nadabule, v roku bolo prekročenie 1,7-násobné – mierne vyššie ako priemer za predošlé sledované obdobie. Na lokalite Nižná Slaná bol v roku 2021 sledovaný len výtok drenážnej vody z odkaliska, so zaznamenanou hodnotou As mierne prevyšujúcou IT a NH₄⁺ mierne prevyšujúcou ID kritérium pre podzemnú vodu. Na lokalite Špania dolina je voda miestnych tokov dlhodobo 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, v roku 2021 sa tu ich úroveň v porovnaní s predošlým obdobím výrazne nezmenila.

Na lokalite Dúbrava, v útvare 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 roku 2021 bola dokumentovaná jeho nezmenená úroveň.

V Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode (útvary podzemných vôd SK200220FP *Puklinové a medzizrnové podzemné vody S časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hron*) sú dlhodobo charakteristické obsahy Al, Zn a Cd presahujúce ID prípadne i IT pre banskú vodu Voznickej dedičnej štôlne (VDS). V roku 2021 sú zaznamenané ich nižšie obsahy v porovnaní s predošlým obdobím, len Zn a Cd prekročili približne 2-násobne ID kritérium. Kvalitu vody rieky Hron, do ktorej táto banská voda vteká, môže významne negatívne ovplyvniť v období nízkych riečnych prietokov len v obsahu Zn. Monitoringom v roku 2021 bol potvrdený negatívny vplyv banskej vody štôlne 1. mája na prítoku

Hodruškého potoka nad Dolným Hodrušským jazerom, zvýšením koncentrácie SO₄, Mn a Ca nad KPV.

Tab. 5.2 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 – 2020

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	
	2007–2020	2021	2007–2020	2021	2007– 2020	2021	2007– 2020	2021
ŠHRO (SK200220FP)	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, As, Cu, Cd, Ca	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cd, Ca	SO ₄ , Mn, Zn, Cd, Ca	SO ₄ , Mn, Ca, Ba	Al, Zn, Cd	Al, Zn, Cd	Al, Zn	Al
Kremnica (SK200220FP)	SO ₄ , Mn, Sb, Zn, Cu, Ca	SO ₄ , Ca, Mn, As, Zn	-	-	Zn	-	-	-
Dúbrava (SK200300FK)	Sb, As	Sb, As	Sb	Sb	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb, As
Pezinok (SK200030FK)	EC, SO ₄ , Ca, Fe, Mn, Al, As, Sb, Zn, Ni	SO ₄ , Ca, Fe, Mn, Al, As, Sb, Zn, Ni, Cd	Fe, Al, As, Sb, Zn, Ni	Fe, Al, As, Sb, Zn, Ni, ²²⁶ Ra	Al, Sb, Ni	Al, Sb, Ni	Sb	Sb, Al
Špania Dolina (SK200280FK)	SO ₄ , Zn, As, Sb, Cu	SO ₄ , Zn, As, Sb, Cu, Ni	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, As	Ba, Sb, Cu	Ba, Sb, Cu	-	Hg	-	-
Nížná 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	As
Slovinky– Gelnica (SK200500FK)	EC, SO ₄ , Mn, As, Sb, Cu, Ni, Cu, Cd	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, Cu, Ni	nem.	nem.	pH, Al, As	As, Sb	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, Cd	Fe, Mn, Al, Zn, Cu	Fe, Mn, Al, Zn, Cu, Cd	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
Novoveská Huta (SK200460KF)	EC, SO ₄ , As, Sb, Cu, Ca	EC, SO ₄ , As, Sb, Cu, Ca	EC, pH, SO ₄ , Mn, Cu, Al, Ni, Ca	EC, pH, RL, SO ₄ , Mn, Cu, Al, Ni, Ca, ²²⁶ Ra	EC, Al	Al	Al	Al

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

Na lokalite Pezinok, v útvare SK200030FK *Puklinové a krasovo – puklinové podzemné vody Pezinských Karpát oblasti povodia Váh*, je dokumentovaná dlhodobá nepriaznivá kvalita vody Sedláčkovho jarku pre vysoké obsahy Fe, Zn, Sb a Ni. Spôsobuje ju banský systém štôlne Rýchová, 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. V roku 2021 bola v banskej vode Rýchovej štôlne zistená i úroveň objemovej aktivity ²²⁶Ra prevyšujúca limitnú hodnotu pre povrchové vody. Potok Blatina pred vstupom do areálu nemocnice nad Pezinkom má trvale zvýšené obsahy arzenu a antimónu. Dominantnými zdrojmi kontaminácie sú tu výtoky zo štôlni Pyritová a Budúcnosť s obsahom antimónu približne 10- resp. 2-násobne vyšším ako IT a sumárnou výdatnosťou približne 10 l/s. V roku 2021 je na týchto štôlniach dokumentovaná mierne nižšia úroveň obsahu Sb (7,2 resp. 1,71-násobok IT), avšak mierne vyššia v prípade As (0,99 resp. 0,73-násobok ID).

Na lokalite Prešov – Solivary bol dokumentovaný pretrvávajúci negatívny vplyv nezabezpečených ťažobných vrtov lúhovacieho poľa na ložisku soli, na kvalitu vody miestnych tokov. Príčinou sú úniky soľanky z poškodených uzáverov vrtov. V roku 2021 bolo jednorazovo zistené 2-násobné prekročenie KPV pre elektrolytickú vodivosť vody na Barackom potoku, indikujúce pretrvávajúci nežiaduci vplyv únikov soľanky na kvalitu povrchovej vody. Táto lokalita sa nachádza v útvare SK2005300P *Medzizrnové podzemné vody Košickej kotliny*.

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. K ďalším rizikovým kontaminantom dokumentovaným v sedimentoch tokov patria Pb, Zn, Cd, Hg, Co, Cu a Ba (tab. 5.3). V roku 2020 ani 2021 neboli odoberané a analyzované nové vzorky sedimentov.

Tab. 5.3: 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

6 Literatúra

- Auxt, A., Kotuč, J., Leško, J., Bačík, M., Sekula, P., Sekula, P., Komoň, J., Hojnoš, M., Bašista, J., Varga, M., Hrabčák, M., Polčan, I., 2015: Prieskum environmentálnej záťaže Smolník – ťažba pyritových rúd (SK/EZ/GL/237). Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Bachňák, M., 2011: Nižná Slaná. Zatápanie ložiska Manó – Gabriela. Geologický prieskum životného prostredia – orientačný prieskum. Manuskript, archív OBÚ Spišská Nová Ves, 25 s.
- Bajtoš, P., 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.
- Baliak, F., Malgot, J., Letavay, M., Bartók, J., Kuchár, Š., Šebová, H., Solmanová, A., 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 banký archív v Banskej Štiavnici
- Blaškovičová, L., Borodajkevycová, M., Podolinská, J., Liová, S., Lovásová, L., 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.
- Demková, L., Bobuľská, L., Michalko, M., Árvay, J., 2020: Biochemické vlastnosti ako indikátor stupňa zaťaženia pôd v okolí starých banských environmentálnych záťaží. Biodiversity & Environment, Vol. 12, No. 1, 4 – 14.
- 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 banký archív v Banskej Štiavnici
- Döményová, J., Arvaiová, M., Bartlík, I., Micajová, B., Mrafková, L., Lovásová, L., Lupták, Ľ., Melová, K., Šimor, V., Gápelová, V., Síčová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2021:

- Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2020. MŽP Sr, SHMÚ Bratislava. www.shmu.sk
- Döményová, J., Arvaiová, M., Bartlík, I., Micajová, B., Mrafková, L., Lovásová, Ľ., Ľupták, Ľ., Melová, K., Šimor, V., Gápelová, V., Síčová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2022: Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2021. MŽP Sr, SHMÚ Bratislava. www.shmu.sk
- 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 taxacenózy 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.
- Grecula, P. et al., 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria, Zväzok 1, 1. vydanie, Geocomplex, a.s. Bratislava, 829 str.
- Gurinová, E., 2020a: Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, lokalita č. 14, Dúbrava – štôlna a haldy Liptovská Dúbrava. Správa o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Gurinová, E., 2020b: Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, lokalita č. 14, Lazisko – odkaliská Liptovská Dúbrava. Správa o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Jakubek, Ľ., 2016: Preložka cesty III. triedy (Spišská Nová Ves – Poráč), geodeticko – meračský elaborát. Sabar, s.r.o., Markušovce.
- Jezný, M., 1981: Posúdenie hydrogeologických pomerov na ložisku Podrečany – magnezit. Manuskript. Geofond Bratislava.
- Kohút, J., Nigrínyová, J., Vasil'ko, T., Verseghe, R., 2010: Monitorovanie hladiny podzemných a banských vôd a ich výtokov na zemský povrch na území zasiahnutom banskou činnosťou na Bani Dolina vo Veľkom Krtíši. Hodnotiaca správa za roky 2008 – 2010. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kolektív autorov, 2012: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2011. Hlavný 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.
- Kordík, J., Zvarová, I., Jankulár, M., Šefčík, P., Dananaj, I., Zlocha, M., Šimeková, J., Gluch, A., Bystrická, G., Lacenová, K., 2015a: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Lokalita: MEZ č. 90, Banská Štiavnica – odkalisko Lintich. Manuskript. Archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kordík, J., Zvarová, I., Jankulár, M., Šefčík, P., Dananaj, I., Zlocha, M., Šimeková, J., Gluch, A., Bystrická, G., Lacenová, K., 2015b: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Lokalita: MEZ č. 152, Banská Belá – odkalisko Sedem žien. Manuskript. Archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kordík, J., 2020a: Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, lokalita č. 152 Banská Belá – odkalisko Sedem žien. Správa o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020. Manuskript. Archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kordík, J., 2020b: Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, lokalita č. 90 Banská Štiavnica – odkalisko Lintich. Správa o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020. Manuskript. Archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kotulák, P., Gonda, S., Tejbus, V., Vavrek, P., 2003: Súčasný stav lúhovacích polí v DP Prešov I. – Solivary. Zhodnotenie rizík, návrh ďalšieho využívania z aspektu stability terénu a jeho novej deštrukcie, 26 str.
- 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., Síčová, 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. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- Nariadenie vlády SR č. 452/2019 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády SR č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd.
- Návesňák, J., Tomko, I., Lukaj, M., Valko, P., 1975: Záverečná správa a výpočet zásob Podrečany – sošovka II. – magnezit – DP. Manuskript. Geofond Bratislava.
- 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 – štôlne 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., 2016a: 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, L., Šottník, P., Kotuč, J., Hrabčák, M., Sekula, P., Varga, M., 2016b: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Slovinky ťažba a úprava rúd, (SK/EZ/SN/900). Manuskript. Archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Radvanec, P., Bajtoš, P., Baláž, P., Cicmanová, S., Koděra, P., Németh, Z., Prochaska, W., Roda, Š., Tréger, M., 2004: Magnezity a mastence. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ, 365 s.
- 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.
- Tupý, P., Čičmancová, A., Ilkanič, A., Schwarz, J., Mareková, I., Vlčeková, V., Vaterka, Patrik Čermák, F., Škarba, R., Smrek, M., Benedík, Š., 2021: Sanácia a odstránenie dôsledkov havárie odkaliska č. 2 Dúbrava. Záverečná správa zo sanácie geologického prostredia. December 2021. ENVIGEO, a.s.
- 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.
- Zvrškovec, B., 2020: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2019. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Zvrškovec, B., 2021: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2020. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Zvrškovec, B., 2022: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2021. Hlavný banský úrad Prievidza.