

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA



Podsystem 04

Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

Správa za rok 2023

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 Mašlárová Mgr. Milan Siska
Zástupca zhotoviteľa geologických prác:	RNDr. Pavel Liščák, CSc.
Štatutárny zástupca zhotoviteľa geologických prác:	Ing. Radovan Piško generálny riaditeľ ŠGÚDŠ

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 Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia
IT	intervenčné kritérium horninového prostredia, pôdy a podzemnej vody podľa príloh 12a a 12b k smernici Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia
KPV	hodnota požiadavky na kvalitu povrchovej vody pre všeobecné ukazovatele podľa časti A prílohy č. 1 k nariadeniu vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd
MH-A1	medzná hodnota ukazovateľa pre povrchové vody určené na odber pre pitnú vodu podľa prílohy č. 2 k nariadeniu vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd, časť A
NOŠ	Nová odvodňovacia štôlna
NPK	najvyššia prípustná koncentrácia ukazovateľov kvality vody pre nesyntetické a syntetické látky podľa časti B a C prílohy č. 1 k nariadeniu vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd
NPK-PoK	najvyššia prípustná koncentrácia ukazovateľov kvality vody pre nesyntetické látky podľa časti B prílohy č. 1 k nariadeniu vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd s pripočítanou hodnotou požadovej koncentrácie pre daný vodný útvar
OBÚ	Obvodný banský úrad
RP	ročný priemer ukazovateľov kvality vody pre nesyntetické a syntetické látky podľa časti B a C prílohy č. 1 k nariadeniu vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd
RP-PoK	ročný priemer ukazovateľov kvality vody pre nesyntetické látky podľa časti B prílohy č. 1 k nariadeniu vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd s pripočítanou hodnotou požadovej koncentrácie pre daný vodný útvar
SVP	Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. Bratislava
ŠGÚDŠ	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
ŠHRO	Štiavnicko-hodrušský rudný obvod
VDŠ	Voznická dedičná štôlna
VŤŽP	podsystem 04 Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie ČMS – Geologické faktory

Zoznam skratiek legislatívnych predpisov a interných predpisov ŠGÚDŠ

- GAL ŠGÚDŠ – IP 18.4 – ŠGÚDŠ, Geoanalytické laboratória, Spišská Nová Ves – Interný predpis IP 18.4. Dokument č. 320/26/18.4: Odber vôd
- GAL ŠGÚDŠ – ŠPP 16 – ŠGÚDŠ, Geoanalytické laboratória, Spišská Nová Ves – Štandardný pracovný postup ŠPP č. 16. Dokument č. 320: Pokyny na odber vzoriek, konzerváciu vzoriek a manipuláciu so vzorkami.
- Nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z. z. – 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. – Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 452/2019 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd
- Smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7 – Smernica Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia
- Smernica ŠGÚDŠ č. 4/2019 – Smernica ŠGÚDŠ č. 4/2019. Metrologický poriadok. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
- Zákon NR SR č. 364/2004 Z. z. – Zákon NR SR č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon)
- Zákon NR SR č. 220/2014 Z. z. – Zákon NR SR č. 220/2014 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- Zákon NR SR č. 514/2008 Z. z. – Zákon NR SR č. 514/2008 Z. z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Obsah

1	ÚVOD	5
2	ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA MONITOROVACEJ SIETE	6
3	POZOROVANÉ UKAZOVATELE A METÓDY ICH HODNOTENIA	8
4	VÝSLEDKY MONITOROVANIA	14
4.1	Štiavnicko-hodrušský rudný obvod	14
4.2	Lokalita Kremnica	22
4.3	Lokalita Dúbrava	26
4.4	Lokalita Pezinok	31
4.5	Lokalita Špania Dolina	43
4.6	Lokalita Rudňany – Poráč	48
4.7	Lokalita Nižná Slaná	65
4.8	Lokalita Slovinky – Gelnica	84
4.9	Lokalita Rožňava	91
4.10	Lokalita Smolník	95
4.11	Lokalita Novoveská Huta	100
4.12	Lokalita Podrečany	111
4.13	Lokalita Prešov – Solivary	121
4.14	Lokalita Veľký Krtíš	128
4.15	Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu	131
5	ZÁVERY	132
	LITERATÚRA	140

1 Úvod

Medzi najväčšie 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 banskou činnosťou. Následne bola realizovaná geologická úloha „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí, vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). V nej bol navrhnutý systém zisťovania škôd na životnom prostredí a vybrané najrizikovejšie lokality na zaradenie do tohto systému. Ide o otvorený systém, v ktorom sa počet lokalít a rozsah monitoringu mení podľa aktuálnych potrieb a možností financovania.

V roku 2006 boli do informačného systému ČMS, *Geologické faktory*, podsystemu 04 *Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie* (VŤŽP) prevzaté vstupné údaje, ktoré sú výsledkom riešenia uvedenej geologickej úlohy. V roku 2007 bolo začaté vlastné monitorovanie na lokalitách, vytypovaných pri riešení vyššie uvedenej geologickej úlohy ako rizikové. Samotný počet monitorovaných lokalít bol limitovaný výškou vyčlenených finančných prostriedkov a týkal sa nasledovných oblastí rudných ložísk: Banská Štiavnica a Banská Hodruša (Štiavnicko-hodrušský rudný 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 poli ložiska soli Prečov – 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.

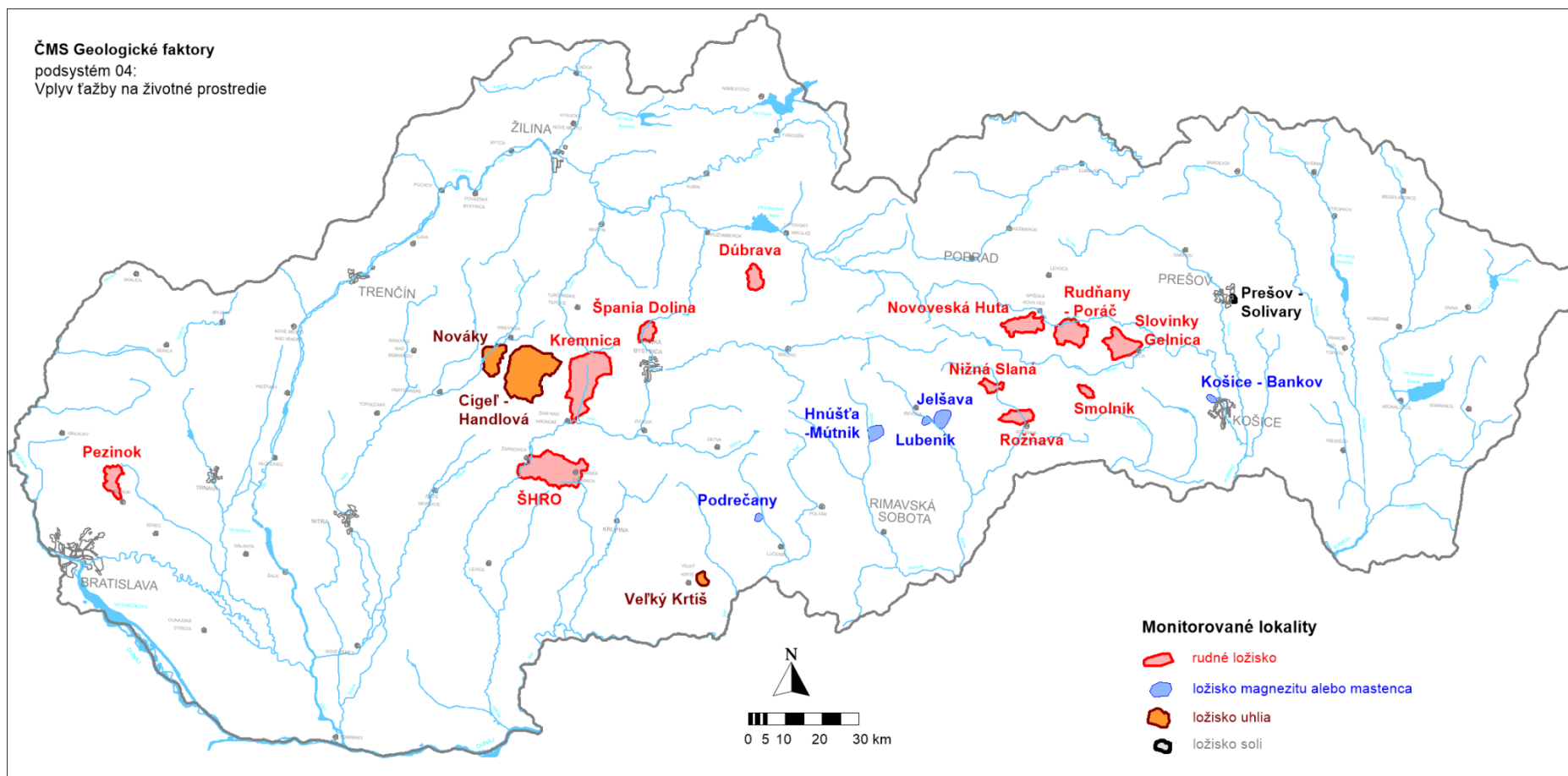
Monitoring vykonávaný v rámci VŤŽP sa netýka bezpečnostného a stabilitného hodnotenia odkalísk, ktoré sú podľa vodného zákona (zákon NR SR č. 364/2004 Z. z.) vodnými stavbami. Vodohospodárska výstavba, š.p. nad nimi vykonáva odborný technicko-bezpečnostný dohľad, ktorý je zameraný na zisťovanie technického stavu vodných stavieb, ktorých poškodenie môže spôsobiť ohrozenie príslušného územia, životov ľudí a majetku. Monitoring v rámci VŤŽP taktiež nezahŕňa sledovanie nakladania s banským odpadom podľa zákona NR SR 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 ložiskách magnezitu, mastenca a uhlia, na ktorých sa vykonáva banská činnosť, 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 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 bolo ukončené vo februári 2022 objavením sa výtoku z odvodňovacieho diela bane – štôlne Marta. 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 závaly nad vydobytými priestormi a banskými dielami, kontaminácia povrchových tokov výtokmi banských vôd, priesakmi z hál a odkalísk a v prípade prevádzky zariadení tepelnej úpravy rudy i imisné zaťaženie územia s negatívnymi dosahmi na kvalitu pôd, rastlinný kryt i kvalitu ovzdušia. Monitoring hydrogeologických a geochemických aspektov je zameraný na dopĺňanie databázy o dostupné archívne, prevádzkové a publikované údaje o výdatnosti a chemickom zložení výtokov 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 2023 sa pri monitoringu inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby na ŽP naviazalo na lokality navrhnuté do štátneho monitorovacieho systému v rámci úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). Monitorovacie práce pozostávajú hlavne z archívneho spracovania súhrnných údajov o geometrii, hĺbke a časovom slede vydobytých priestorov a aktualizácie, resp. dopĺňania údajov z predchádzajúceho monitorovania a ich dopĺňania do internej databázy. Tento informačný monitoring je postupne rozširovaný o terénnu rekognoskáciu jednotlivých lokalít vrátane dokumentácie nových udalostí na ložiskách. V roku 2023 boli realizované terénne práce, spočívajúce v rekognoskácii a dokumentácii závalov povrchu vyvolaných podrúbaním, na lokalite Rudňany – Poráč, Novoveská Huta, Nižná Slaná – Kobeliarovo 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 2023 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 VŤŽP

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 OTN ŽP 3108:99. Na vybraných lokalitách sa nepravidelne odoberajú i vzorky sedimentu.

Postupy, spôsoby a techniky odberu vzoriek vôd, vrátane konzervácie vzoriek a manipulácie s nimi boli vykonané v súlade s internými predpismi GAL ŠGÚDŠ – IP 18.4 a ŠPP 16. Pracovné postupy v týchto dokumentoch rešpektujú požiadavky vyplývajúce zo súvisiacich platných legislatívnych predpisov, z platných STN, STN EN a STN (EN) ISO noriem, ako aj usmernenia výrobcov k obsluhu a k používaniu zavedených zariadení, ktoré sú určené na zabezpečenie výkonu odberu vzoriek.

Vzorky vôd na sledovaných profiloch tokov, výtokov zo štôlní a prameňov, sa odoberali pomocou odberových zariadení (odberová nádoba, odberová nádoba uchytená na teleskopickú tyč, zmiešavacia nádoba) alebo ponorením prázdnej vzorkovnice pod hladinu vody. Pre odber vzoriek na stanovenie fyzikálno-chemických ukazovateľov a kovov sa použili vzorkovnice z plastu (PET, PE), na stanovenie obsahov Fe^{2+} vzorkovnice z tmavého skla. Presné pokyny na odber vzoriek, konzerváciu vzoriek a manipuláciu so vzorkami boli určené príslušným laboratóriom zodpovedným za výkonom analýz (GAL ŠGÚDŠ, Spišská Nová Ves) a sú uvedené v GAL ŠGÚDŠ – ŠPP 16. Postupy odberu vzoriek boli vykonané v súlade s pokynmi, ktoré sú uvedené v GAL ŠGÚDŠ – IP 18.4. Odoberaté vzorky boli v deň odberu odovzdané do laboratória na ďalšie spracovanie.

Priamo v teréne sa prenosnými terénnymi prístrojmi rady WTW vykonávali stanovenia pH, teploty vody a teploty vzduchu, mernej elektrickej vodivosti vody, rozpusteného O_2 a redox potenciálu (ORP). Zariadenia určené pre ich stanovenie boli pred realizáciou skúšok vhodne nastavené a kontrolované v súlade s platným metrologickým poriadkom ŠGÚDŠ (smernica ŠGÚDŠ č. 4/2019) a v súlade s interným predpisom GAL ŠGÚDŠ – IP 18.4.

Vzorky vôd pre stanovenie kovov (makroprvkov a mikroprvkov) boli na mieste odberu (podľa potreby) filtrované pomocou vákuovej pumpy Nalgene alebo pomocou filtračného zariadenia Swinnex Millipore cez jednorazové membránové filtre s veľkosťou pórov $0,45\ \mu\text{m}$. Vzorky na chemickú analýzu kovov boli na mieste odberu chemicky stabilizované podľa požiadaviek laboratória.

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 2023					
			Povrchový tok	Podzemná voda	Banská voda	Drenáž z odkaliska	Frekvencia meraní	Skupiny sledovaných parametrov
Rudňany – Poráč	V	2	2	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2, Hg
	V	1	0	0	1	0	6x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2 – 3x, ZR1, ZR2, Hg – 2x, DOC – 2 x
	V	6	2	0	4	0	1x ročne	H/Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, Hg
	V	2	0	1	1	1	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, Hg, DOC, CN ⁻ - 1x
							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	5	0	0	3	2	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, DOC, 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, Fe ²⁺ , 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, ZR2
Novoveská Huta	V	3	3	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, U, ²²⁶ Ra
	V	1	1	0	0	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, U, ²²⁶ Ra
	V	3	0	0	3	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, U, ²²⁶ Ra, ²²² Rn
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1, U, ²²⁶ Ra, ²²² Rn
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 – 3x, DOC – 3x
							2x ročne	Q, TP, SR, SP1
Nižná Slaná	V	1	0	0	0	1	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, CN ⁻
	V	1	0	0	1	0	10x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2 – 2x, ZR1, ZR2, DOC – 6x, PO ₄ ³⁻ - 6x, ²²⁶ Ra – 2vz.
	V	1	0	0	1	0	4x ročne	H/Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2
	V	2	0	0	2	0	4x ročne	TP, SR, SP1, SP2 – 4 vz., ZR1, 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, DOC, ²²⁶ Ra – 1 vz., U – 1 vz.
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2, ²²⁶ Ra – 1 vz., U – 1 vz.
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 a ZR2 – 2 vz.; Hg a U a CN ⁻ - 1vz.
Špania Dolina	V	3	3	0	0	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1
	V	5	0	0	4	1	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, DOC, ²²⁶ Ra – 3vz.
							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 2020					Skupiny sledovaných parametrov
			Povrchový tok	Podzemná voda	Banská voda	Drenáž z odkaliska	Frekvencia meraní	
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, DOC – 2 vz.
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1
Pezinok	V	2	0	0	0	0	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2, ²²⁶ Ra
	V	6	0	0	0	6	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, Fe ²⁺ , ZR2, ²²⁶ Ra, U, DOC
							1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ²²⁶ Ra
Podrečany	V	1	jazero	0	0	0	1x ročne	H, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, DOC – 1 vz.
Baňa Dolina	V	5	0	5	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, Co; SP2 – obsah Cr, Se, V, Be, Mo, Sn, Ag; ZR1 – KNK_{4,5}, ZNK_{8,3}, Na, K, Sr, HCO₃, CO₃, F, Cl, SiO₂; ZR2: NH₄⁺, NO₂, NO₃.

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.

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.). Pozadové 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 (MH-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 smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7. Ako charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek pre hodnotené obdobie sa uvádzajú ich aritmetické priemery.

Kvalita vzoriek sedimentu odoberaných na totožných miestach spolu so vzorkami vôd je hodnotená 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		2,00	E	WTW pH 730
KNK, ZNK	mmol/l	0,1	E	Titroline 7000
Merná elektrolytická vodivosť pri 25 °C	mS/m	1	E	WTW Cond 3310
Rozp. látky 105 °C	mg/l	15	G	Sartorius 1801
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	2,2	Výpočet	
CHSK _{Mn}	mg/l	0,5	E	Metrohm 800 Dosino
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	3,0 (6,1)	Výpočet	
F ⁻	mg/l	0,1	IC	DIONEX ICS 5000
Cl ⁻	mg/l	1	IC	DIONEX ICS 5000
NO ₃ ⁻	mg/l	1	IC	DIONEX ICS 5000
SO ₄ ²⁻	mg/l	2	IC	DIONEX 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 5110, 5110 ICP-OES
Na ⁺	mg/l	0,1	AES-ICP	
K ⁺	mg/l	0,2	AES-ICP	
Ca ²⁺	mg/l	0,1	AES-ICP	
Mg ²⁺	mg/l	0,1	AES-ICP	
Ba ²⁺	mg/l	0,001	AES-ICP	
Mn ²⁺	mg/l	0,001	AES-ICP	
Al ³⁺	mg/l	0,01	AES-ICP	
Sr ²⁺	mg/l	0,001	AES-ICP	
SiO ₂	mg/l	0,1	AES-ICP	
B	mg/l	0,02	AES-ICP	
Mo	µg/l	3	AES-ICP	
Co, Cr, Cu, Ni, V, Zn	µg/l	2	AES-ICP	
Be	µg/l	0,1	AES-ICP	
Ag	µg/l	1	AES-ICP	
Sn	µg/l	20	AES-ICP	
As, Sb, Pb, Unat	µg/l	0,5	AES-ICP	BRUKER AURORA M90 AGILENT TECHNOLOGIES 7900
Cd	µg/l	0,1	AES-ICP	
Se	µg/l	1	ICP MS	
Hg	µg/l	0,1	AAS-AMA	AMA 254

Vysvetlivky: E – elektrochémiá, 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) wydobyté (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 podsystému 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 snímkovaním sú dopĺňané výsledky terénnej rekognoskácie a dokumentované porovnávacie fotografické snímkovania z vytýčených stanovišť.

Monitorované oblasti sa podľa dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov a ich intenzity orientačne zaraďujú do troch tried zaťaženia oblasti geodynamickými javmi vyvolanými banskou činnosťou (tab. 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

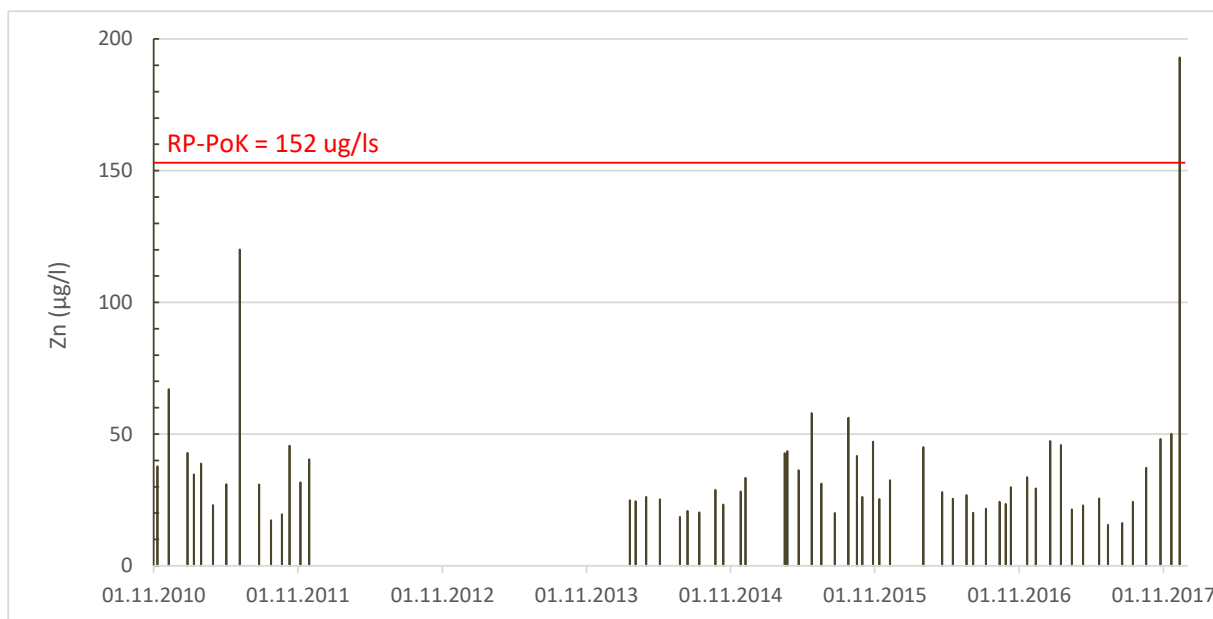
V historicky významnej oblasti ťažby drahokovovej rudy Štiavnicko-hodruškého rudného obvodu (ŠHRO) v súčasnosti vykonáva ťažbu polymetalického zrudnenia Pb, Zn a Cu s obsahom Au, Ag len Slovenská banská spol. s r. o., Hodruša – Hámre, v bani Rozália. V roku 2023 vyťažila 52,35 kt rudy (HBÚ, 2023).

V oblasti ŠHRO sa nachádza 160 štôlní s výtokom banskej vody, pričom väčšina z nich je súčasťou rozsiahleho navzájom prepojeného systému, odvodňovaného dvoma dedičnými štôľňami – 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. 4.1.2). 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 dva krát ročne. V rokoch 2020 – 2023 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, štyri krát 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.

Z výsledkov monitorovania vody Hodruškého 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). Len vo vzorke z roku 2022 bol zistený zvýšený obsah amónneho iónu v mieste nad prítokom z odkaliska (objekt ŠHRO5), súvisiaci pravdepodobne s fekálnym znečistením. Zvýšený obsah Mn a Ca v banskej vode štôľne Zlatý stôl (objekt ŠHRO7) nepredstavuje významný negatívny vplyv na kvalitu potoka pod vyústením tejto štôľne (objekt ŠHRO9). Kvalita vody Hodruškého potoka bola v období rokov 2010 – 2017 sledovaná SHMÚ a monitorovacom mieste „pod Dolnými Hámrami“. Obsah zinku (obr. 4.1.1) i kadmia vyhovoval požiadavkám na kvalitu povrchových tokov.

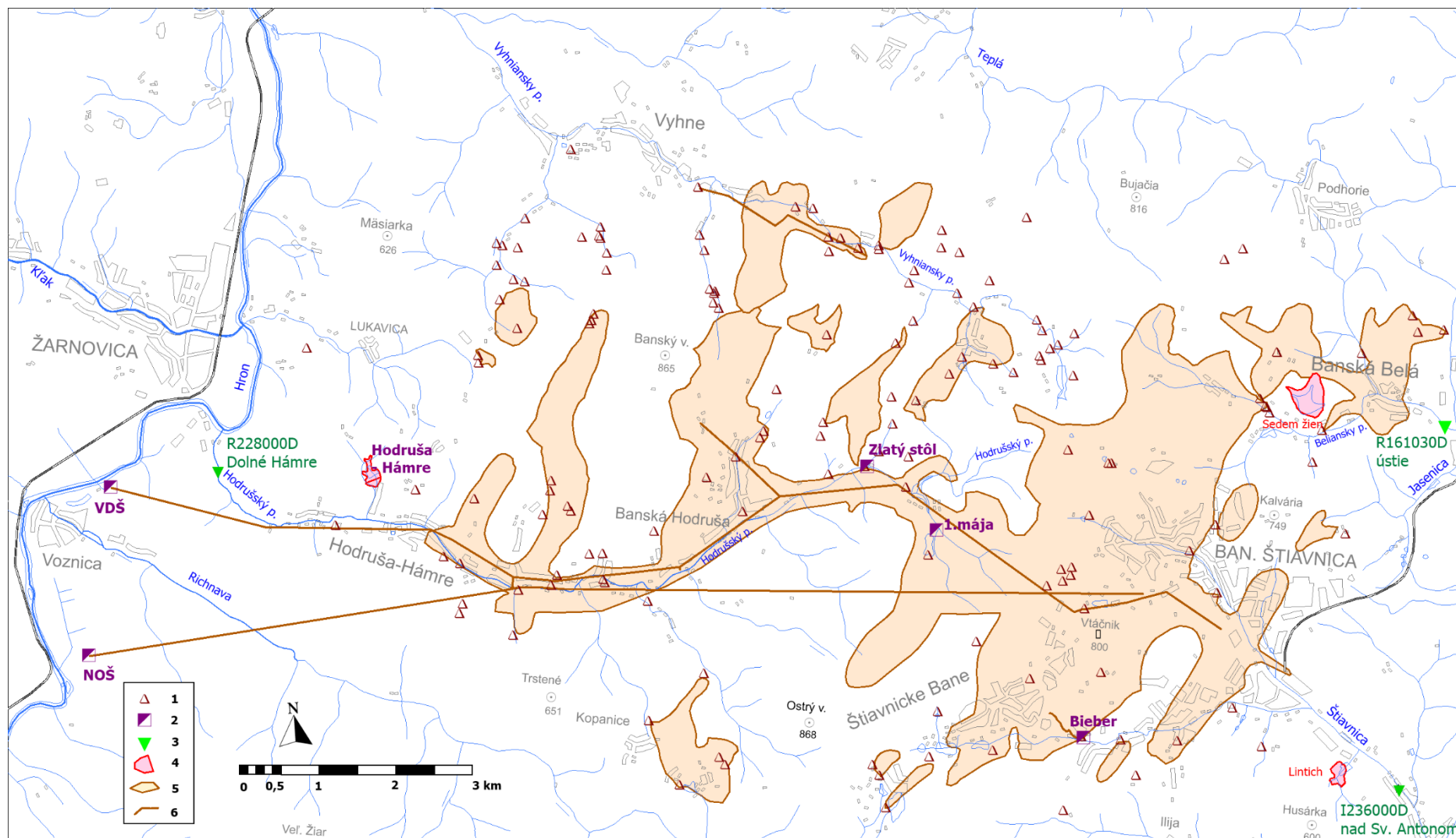


Obr. 4.1.1 Obsah zinku vo vode Hodruškého potoka na monitorovacom mieste SHMÚ R228000D „pod Dolnými Hámrami“ v období rokov 2010 – 2017 (podľa údajov SHMÚ)

Riziko negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody v ŠHRO predstavuje hlavne banská voda VDS (objekt ŠHRO3). Obsah zinku v nej predstavuje v sledovanom období rokov 2007 – 2022 63-násobné prekročenie požiadavky na ročný priemer podľa prílohy č. 1 časť B nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z., obsah Pb 6,7-násobné, obsah Cd 15-násobné, a obsah Mn 10-násobné prekročenie (tab. 4.1.2). V roku 2023 bola miera týchto prekročení výrazne nižšia v prípade Pb a nižšia i u Zn a Mn (tab. 4.1.2).

V banskej vode NOŠ (objekt ŠHRO2) ide v období rokov 2007 – 2022 o 11,5-násobné prekročenie RP-PoK pre Zn, 2,5-násobné prekročenie pre Cd a mierne prekročenie pre Mn. V roku 2023 bola miera týchto prekročení výrazne nižšia (tab. 4.1.2), obsahy Cd a Mn boli vyhovujúce. Takmer 8-násobné prekročenie RP-PoK pre Zn sa pri odtoku k ústiu Hrona (objekt ŠHRO1) znížilo na 1,4-násobné. Kvalita vody Hronu na monitorovacom mieste Hron – Brehy (SHMÚ, NEC: R232000D), vzdialenom 10 km pod VDS a NOŠ, bola v roku 2022 sledovaná – v parametroch Hg, Cd, Pb, As, Cu, Cr, Ni a Zn zistené obsahy vyhoveli požiadavkám na kvalitu povrchovej vody.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) môžeme konštatovať, že kvalita banskej vody štôlne VDS v hodnotenom období je vysoko riziková. Indikačné kritérium podzemnej vody (ID) prekračuje v období 2007 – 2022 v priemere 3,2-krát obsah Zn, 3,7-krát Cd a 2,5-krát Al. Pod úrovňou ID je obsah Pb (tab. 4.1.3). V roku 2023 je prekročenie ID pre Zn 2,7-násobné, pre Cd 3,7-násobné a obsah Al bol pod limitom. Intervenčné kritérium (IT) je v období rokov 2007 – 2022 (tab. 4.1.4) 1,6-násobne prekročené pre Al a mierne pod limitom je obsah Zn a Cd. V roku 2023 nebolo prekročenie IT-kritéria u sledovaných prvkov na tomto objekte zaznamenané. V drenážnej vode odkaliska v Hodruši (objekt ŠHRO4) ani v banskej vode štôlne Zlatý stôl (ŠHRO7) neprekračuje IT ani ID žiaden zo sledovaných ukazovateľov (tab. 4.1.4).



Obr. 4.1.2 Oblasť ŠHRO s vyznačením banských diel a monitorovaných banských objektov

Vysvetlivky: 1 – ústie štólne s výtokom banskej vody, 2 – monitorované ústie štólne s výtokom banskej vody, 3 – miesto monitorovania kvality toku SHMÚ, 4 – odkalisko, 5 – oblasť výskytu banských diel v podzemí (podrúbaná oblasť), 6 – 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 – 22	76	8,13	244	0,09	0,328	0,288	0,12	0,788	0,0048	0,0016	0,005	0,0028	0,015	104	26
	2023	74	7,92	237	0,03	0,100	0,052	0,04	0,111	0,0007	0,0012	0,001	0,0002	0,015	104	26
ŠHRO2	2007 – 22	77	8,18	254	0,04	0,389	0,312	0,10	0,882	0,0049	0,0015	0,005	0,0031	0,016	106	26
	2023	85	8,05	280	0,03	0,434	0,178	0,06	0,597	0,0026	0,0015	0,003	0,0024	0,015	116	27
ŠHRO3	2007 – 22	134	7,48	636	0,19	1,946	3,049	0,64	4,822	0,0618	0,0052	0,025	0,0183	0,014	205	66
	2023	142	7,43	655	0,04	0,792	2,175	0,22	4,000	0,0109	0,0040	0,013	0,0184	0,014	209	71
ŠHRO4	2007 – 22	105	7,84	430	0,21	0,691	1,651	0,21	0,201	0,0122	0,0011	0,002	0,0002	0,027	137	35
	2023	148	8,02	727	0,22	0,471	1,885	0,07	0,615	0,0028	0,0007	0,002	0,0007	0,023	231	63
ŠHRO6	2007 – 22	38	8,25	83	0,55	0,133	0,055	0,06	0,021	0,0020	0,0024	0,002	0,0001	0,060	54	13
	2023	44	8,54	77	0,13	0,057	0,014	0,06	0,007	0,0012	0,0018	0,003	0,0001	0,024	60	14
ŠHRO5	2007 – 22	48	8,15	132	0,75	0,129	0,199	0,07	0,051	0,0024	0,0023	0,002	0,0002	0,087	68	18
	2023	60	8,48	183	0,16	0,107	0,359	0,19	0,110	0,0012	0,0034	0,003	0,0001	0,047	90	24
ŠHRO7	2007 – 22	83	7,36	142	0,04	0,257	0,468	0,01	0,013	0,0025	0,0008	0,001	0,0002	0,034	131	47
	2023	85	7,33	132	0,03	0,256	0,356	0,03	0,008	0,0004	0,0006	0,001	0,0001	0,031	121	43
ŠHRO8	2007 – 22	33	7,82	94	0,06	0,239	0,079	0,07	0,027	0,0021	0,0012	0,002	0,0001	0,015	51	9
	2023	29	7,96	56	0,03	0,860	0,055	0,08	0,009	0,0009	0,0023	0,002	0,0001	0,016	40	7
ŠHRO9	2007 – 22	42	7,83	104	0,05	0,318	0,177	0,06	0,011	0,0027	0,0014	0,002	0,0002	0,033	66	17
	2023	40	7,84	71	0,03	0,749	0,115	0,07	0,009	0,0008	0,0020	0,002	0,0001	0,019	56	15

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 – 2023 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 – 22	0,69	V	0,98	0,07	0,16	0,96	0,60	10,23	0,52	0,11	0,33	2,28	0,15	1,04	0,13
	2023	0,68	V	0,95	0,02	0,05	0,17	0,20	1,44	0,08	0,08	0,07	0,16	0,15	1,04	0,13
ŠHRO2	2007 – 22	0,70	V	1,02	0,03	0,19	1,04	0,51	11,45	0,53	0,10	0,33	2,46	0,16	1,06	0,13
	2023	0,77	V	1,12	0,02	0,22	0,59	0,28	7,75	0,28	0,09	0,20	1,92	0,15	1,16	0,13
ŠHRO3	2007 – 22	1,22	V	2,54	0,15	0,97	10,16	3,18	62,62	6,72	0,33	1,69	14,68	0,14	2,05	0,33
	2023	1,29	V	2,62	0,03	0,40	7,25	1,10	51,95	1,18	0,26	0,84	14,68	0,14	2,09	0,36
ŠHRO4	2007 – 22	0,95	V	1,72	0,16	0,35	5,50	1,03	1,32	1,44	0,07	0,12	0,10	0,27	1,37	0,17
	2023	1,34	V	2,91	0,17	0,24	6,28	0,35	4,04	0,33	0,05	0,11	0,29	0,23	2,31	0,32
ŠHRO6	2007 – 22	0,35	V	0,33	0,43	0,07	0,18	0,30	0,14	0,24	0,15	0,11	0,06	0,60	0,54	0,07
	2023	0,40	V	0,31	0,10	0,03	0,05	0,30	0,05	0,14	0,12	0,16	0,02	0,24	0,60	0,07
ŠHRO5	2007 – 22	0,43	V	0,53	0,59	0,06	0,66	0,33	0,34	0,28	0,15	0,13	0,07	0,87	0,68	0,09
	2023	0,55	V	0,73	0,13	0,05	1,20	0,97	0,72	0,14	0,22	0,15	0,05	0,47	0,90	0,12
ŠHRO7	2007 – 22	0,76	V	0,57	0,03	0,13	1,56	0,07	0,09	0,22	0,07	0,06	0,09	0,34	1,31	0,23
	2023	0,77	V	0,53	0,02	0,13	1,19	0,15	0,05	0,03	0,05	0,05	0,03	0,31	1,21	0,21
ŠHRO8	2007 – 22	0,30	V	0,38	0,04	0,12	0,26	0,36	0,18	0,19	0,10	0,11	0,05	0,15	0,51	0,05
	2023	0,26	V	0,23	0,02	0,43	0,18	0,40	0,06	0,08	0,20	0,11	0,02	0,16	0,40	0,04
ŠHRO9	2007 – 22	0,38	V	0,42	0,04	0,16	0,59	0,29	0,07	0,24	0,12	0,09	0,07	0,33	0,66	0,08
	2023	0,36	V	0,28	0,02	0,37	0,38	0,35	0,06	0,07	0,17	0,10	0,02	0,19	0,56	0,07

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. 4.1.1.

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 – 2022	0,38	v	0,02	0,41	0,59	0,05	0,03	0,00	0,62	0,03
	2023	0,42	v	0,01	0,22	0,40	0,03	0,03	0,003	0,48	0,03
ŠHRO3	2007 – 2022	0,67	v	0,04	2,54	3,21	0,62	0,10	0,02	3,67	0,03
	2023	0,71	v	0,01	0,88	2,67	0,11	0,08	0,01	3,67	0,03
ŠHRO4	2007 – 2022	0,52	v	0,27	0,83	0,13	0,12	0,02	0,002	0,04	0,05
	2023	0,74	v	0,06	0,28	0,41	0,028	0,01	0,002	0,13	0,05
ŠHRO7	2007 – 2022	0,42	v	0,02	0,06	0,01	0,02	0,02	0,001	0,04	0,07
	2023	0,42	v	0,01	0,12	0,005	0,004	0,01	0,001	0,02	0,06
ŠHRO11	2007 – 2022	0,46	v	0,01	2,48	0,03	0,014	0,22	0,001	0,02	0,02
	2023	0,47	v	0,01	2,18	0,02	0,003	0,25	0,001	0,01	0,02
ŠHRO14	2007 – 2022	0,63	v	0,02	0,20	0,27	0,004	0,01	0,002	0,28	0,02
	2023	0,65	v	0,02	0,14	0,37	0,003	0,01	0,002	0,36	0,03

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa smernice MŽP SR č. 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.

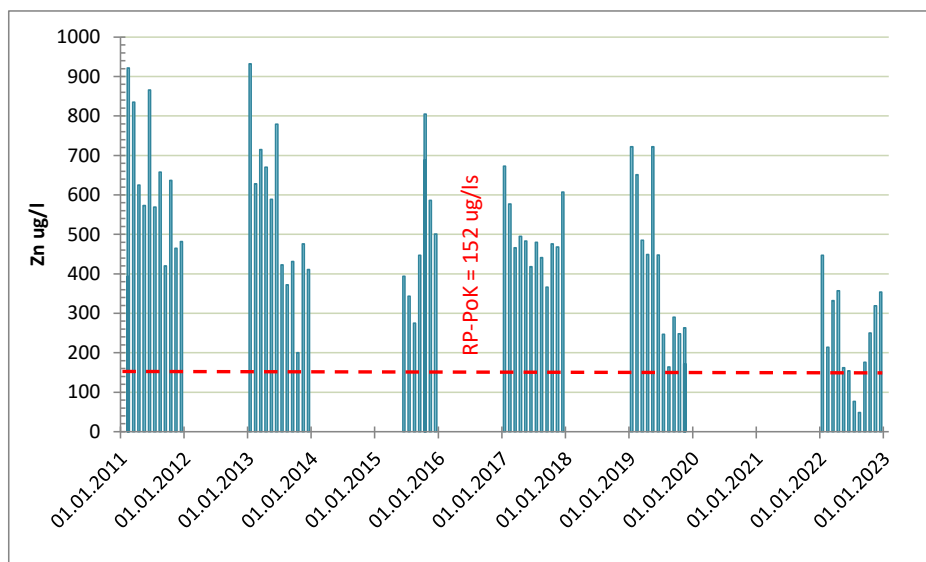
V roku 2019 boli k objektom monitoringu Štiavnicko-hodrušského rudného revíru zaradené i štôlna 1. mája a štôlna Bieber.

Zavalené ústie štôlny 1. mája (ŠHRO14) sa nachádza v povodí Hodrušského potoka nad Dolným Hodrušským jazerom. Z banskej vody sa v priestore pod štôľňou k cestnej komunikácii križujúcej bezmenný potok tečúci z Horného Hodrušského jazera intenzívne zráža a akumuluje okrový sediment. Podľa výsledkov vzorkovania z rokov 2019 – 2022 a 2023 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 štôľňou, nad Dolným Hodrušským jazerom, sa toto riziko preukázalo pre kvalitatívne parametre SO₄, Mn a Ca (v roku 2023 s výnimkou Mn). Obsah hliníka zistený v banskej vode tejto štôlny prevyšuje indikačné i intervenčné kritérium kvality podzemnej vody (tab. 4.1.3 a 4.1.4).

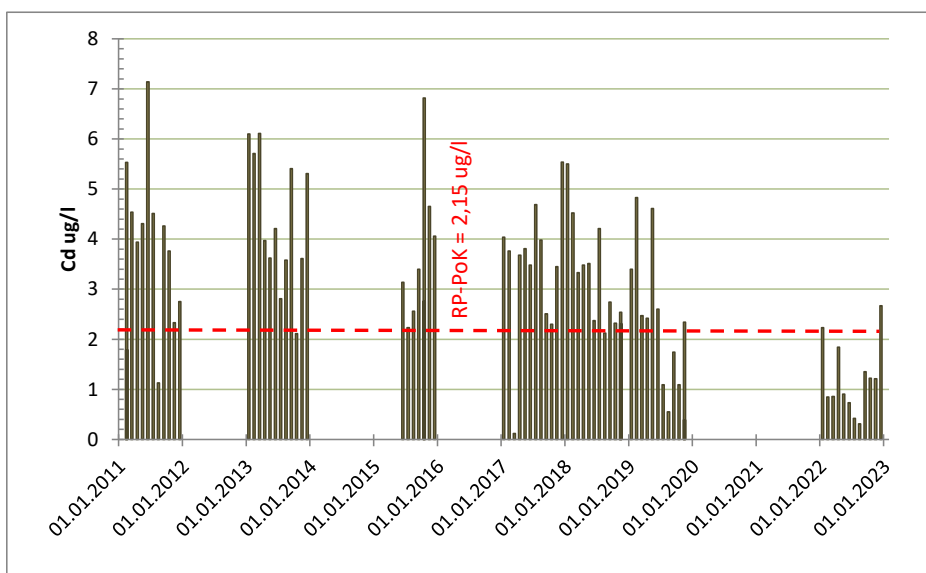
Ústie štôlny Bieber sa nachádza v intraviláne obce Štiavnické Bane. Monitorovaný je vplyv banskej vody na kvalitu toku Štiavnica. Banská voda má z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody vysoký obsah síranov, Mn, Zn a Ca (tab. 4.1.6). Po zmiešaní banskej vody s vodou toku Štiavnica zostáva obsah týchto prvkov nadlimitný len občasne – v roku 2023 bol mierne prekročený limit pre obsah síranov.

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 ukázali výsledky vzorkovania vody Štiavnice nad a pod vyústením drenážnej vody odkaliska (Kordík et al., 2015), tento vplyv na kvalitu jej vody nie je významný.

Na monitorovacom mieste SHMÚ na toku Štiavnica „nad Svätým Antonom“ (riečny km 50,5) bol v období od roku 2011 zaznamenaný nadlimitný obsah zinku s postupným poklesom z ročného priemeru 0,620 mg/l v roku 2011 na 0,244 mg/l v roku 2022 (obr. 4.1.3, tab. 4.1.7). Na nižšie situovanom monitorovacom mieste „pod ústím Ilijského potoka (riečny km 47,0) bol za rok 2022 dokumentovaný ročný priemer obsahu Zn 0,159 mg/l (tab. č. 4.1.8). Obsah kadmia na tomto monitorovacom mieste klesol z ročného priemeru 4 µg/l v roku 2011 na 1,2 µg/l v roku 2022 (obr. 4.1.4, tab. 4.1.8). V roku 2023 kvalita vody Štiavnice nebola na týchto miestach sledovaná, na monitorovacom mieste Pod Domaníkmi (I243010D) bol zaznamenaný ročný priemer obsahu Zn 0,216 mg/l, prevyšujúci hodnotu NPK-PoK = 0,152 mg/l (Döményová et al., 2024).



Obr. 4.1.3 Obsah zinku vo vode toku Štiavnica na monitorovacom mieste SHMÚ I236000D „nad Svätým Antonom“ v období rokov 2011 – 2022 (podľa údajov SHMÚ)



Obr. 4.1.4 Obsah kadmia vo vode toku Štiavnica na monitorovacom mieste SHMÚ I236000D „nad Svätým Antonom“ v období rokov 2011 – 2022 (podľa údajov SHMÚ)

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 až 2023 tu obsahy týchto kovov neboli sledované (Döményová et al., 2021, 2022, 2023). 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, SO_4 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 – 2022	0,26	V	0,26	0,18	0,02	0,02	0,002	0,15	0,01
	2023	0,28	V	0,14	0,12	0,01	0,01	0,002	0,12	0,01
ŠHRO3	2007 – 2022	0,45	V	1,59	0,96	0,31	0,05	0,012	0,92	0,01
	2023	0,47	V	0,55	0,80	0,05	0,04	0,006	0,92	0,01
ŠHRO4	2007 – 2022	0,35	V	0,52	0,04	0,06	0,01	0,001	0,01	0,01
	2023	0,49	V	0,18	0,12	0,014	0,01	0,001	0,03	0,01
ŠHRO7	2007 – 2022	0,28	V	0,03	0,003	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01
	2023	0,28	V	0,08	0,002	0,002	0,01	0,001	0,004	0,02
ŠHRO11	2019 – 2022	0,31	V	1,55	0,01	0,007	0,11	0,0006	0,005	0,005
	2023	0,31	V	1,36	0,006	0,001	0,12	0,0005	0,003	0,004
ŠHRO14	2019 – 2022	0,42	V	0,13	0,08	0,002	0,007	0,0008	0,07	0,01
	2023	0,43	V	0,09	0,11	0,001	0,01	0,001	0,09	0,01

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa smernice MŽP SR č. 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 – 22	44	7,82	144	0,152	0,046	0,130	0,03	0,014	0,0005	0,0006	0,001	0,0002	0,021	70	12
	2023	48	7,09	146	0,03	0,076	0,010	0,04	0,005	0,0016	0,0007	0,001	0,0001	0,020	69	12
ŠHRO11	2019 – 22	93	6,23	478	0,28	5,483	0,481	0,62	0,038	0,0014	0,0110	0,0003	0,0013	0,009	194	11
	2023	94	6,37	487	0,10	6,380	0,437	0,55	0,029	0,0003	0,0123	0,0003	0,0010	0,008	187	10
ŠHRO12	2019 – 22	77	7,55	382	0,14	0,375	0,392	0,10	0,023	0,0004	0,0011	0,001	0,0001	0,015	160	12
	2023	88	7,69	421	0,03	0,211	0,268	0,05	0,013	0,0003	0,0008	0,001	0,0001	0,021	165	12
ŠHRO13	2019 – 22	66	8,03	197	0,10	0,073	0,223	0,02	0,027	0,0008	0,0015	0,003	0,0002	0,019	88	26
	2023	47	7,76	380	0,09	0,082	0,178	0,04	0,017	0,0015	0,0013	0,002	0,0001	0,019	58	15
ŠHRO14	2019 – 22	125	7,53	493	0,06	0,027	0,407	0,05	0,404	0,0004	0,0007	0,002	0,0014	0,012	174	64
	2023	130	7,41	245	0,03	0,010	0,574	0,04	0,555	0,0003	0,0006	0,002	0,0018	0,014	180	69
ŠHRO15*	2019 – 22	82	8,04	270	0,09	0,069	0,273	0,04	0,122	0,0006	0,0014	0,002	0,0005	0,019	100	31
	2023	66	7,72	329	0,08	0,068	0,254	0,04	0,122	0,0013	0,0011	0,002	0,0004	0,018	86	28

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 – 22	0,40	V	0,58	0,12	0,023	0,43	0,15	0,09	0,05	0,05	0,05	0,07	0,21	0,70	0,06
	2023	0,44	V	0,58	0,02	0,038	0,03	0,20	0,03	0,14	0,06	0,05	0,04	0,20	0,69	0,06
ŠHRO11	2019 – 22	0,85	V	1,91	0,22	2,74	1,60	3,10	0,25	0,13	0,95	0,05	0,04	0,09	1,94	0,05
	2023	0,86	V	1,95	0,07	3,19	1,46	2,73	0,19	0,02	1,07	0,05	0,02	0,08	1,87	0,05
ŠHRO12	2019 – 22	0,70	V	1,53	0,11	0,19	1,31	0,52	0,15	0,03	0,09	0,05	0,04	0,15	1,60	0,06
	2023	0,80	V	1,68	0,02	0,11	0,89	0,25	0,09	0,02	0,07	0,05	0,02	0,21	1,65	0,06
ŠHRO13	2019 – 22	0,60	V	0,79	0,08	0,04	0,74	0,12	0,18	0,10	0,16	0,14	0,07	0,19	0,88	0,13
	2023	0,43	V	1,52	0,07	0,04	0,59	0,20	0,11	0,18	0,15	0,11	0,04	0,19	0,58	0,08
ŠHRO14	2019 – 22	1,14	V	1,97	0,04	0,013	1,36	0,25	2,66	0,05	0,08	0,07	0,62	0,12	1,74	0,32
	2023	1,19	V	0,98	0,02	0,005	1,91	0,18	3,65	0,03	0,06	0,05	0,80	0,14	1,80	0,35
ŠHRO15*	2019 – 22	0,75	V	1,08	0,07	0,03	0,91	0,20	0,80	0,08	0,16	0,11	0,22	0,19	1,00	0,15
	2023	0,60	V	1,31	0,06	0,03	0,85	0,19	0,80	0,15	0,12	0,10	0,18	0,18	0,86	0,14

Tab. 4.1.7 Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody toku Štiavnica na monitorovacom mieste „nad Svätým Antonom“ v roku 2022 (Döményová et al., 2023)

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-POK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Cd $\mu\text{g/l}$	12	0,311	2,670	2,191	1,216	5/5	3,5 / 2,25
Pb $\mu\text{g/l}$	12	0,30	1,46	0,99	0,44		15 / 2,2
Ni $\mu\text{g/l}$	12	1,00	3,29	1,94	1,39		36 / 6
Zn $\mu\text{g/l}$	12	71,70	370,00	356,70	240,88	5/5	- / 152

Tab. 4.1.8 Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody toku Štiavnica na monitorovacom mieste „pod ústím Ilijského potoka“ v roku 2022 (Döményová et al., 2023)

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-POK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Cd $\mu\text{g/l}$	12	0,357	1,360	1,281	0,657	5/5	3,5 / 2,25
Zn $\mu\text{g/l}$	12	47,00	234,00	207,00	158,99	5/5	- / 152

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 štôlne Bieber, odobraté v roku 2017, ukázali koncentráciu vysoko prevyšujúcu IT pre Pb, Zn a Cd. Výsledky tohto monitoringu sú uvedené v správe z monitoringu za rok 2017.

Inžinierskogeologické aspekty

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

V roku 2023 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. Rudné bane š. p. Banská Štiavnica vykonávali likvidáciu prejavov starých banských diel Mária šachty v k.ú. Banská Štiavnica a Žofia šachty v k. ú. Banská Belá (HBÚ, 2023). 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 žíl s draho kovovou mineralizáciou v Kremnickom rudnom poli, kulminujúca v 14. a 15. storočí, bola ukončená v roku 1970. Od roku 2014 nepravidelne vykonáva v štôlni Andrej organizácia ORTAC, s.r.o. Kremnica dobývanie výhradného ložiska Au – Ag rudy Kremnica – Šturec, v roku 2023 sa tu neťažilo (HBÚ, 2024).

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

Odkalisko Horná Ves je v informačnom systéme nakladania s ťažobným odpadom SAŽP evidované ako opustené úložisko – odkalisko. V informačnom systéme environmentálnych záťaží je odkalisko registrované ako potenciálna environmentálna záťaž. Zároveň je evidované v registri kategorizovaných vodných stavieb – odkalísk v kategórii IV, ako svahové odkalisko. Jeho správcom je Kremnická banská spoločnosť, s.r.o.. Substrát sledovaného odkaliska a okolitá pôda obsahujú vysoké koncentrácie ťažkých kovov. Na hrádzi bola zistená koncentrácia arzénu v úrovni 117 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 sústredzuje podzemné vody, ktoré na povrch vytekajú len niekoľkými štôľňami. Banský postihnutá oblasť s ťažbou rozrušenými východmi rudných telies, sekundárnymi akumuláciami vyťaženej horniny i skládkami odpadov z úpravy, zaberá hornú časť povodia Kremnického potoka.

Hydrogeologické pomery sú stabilizované, podstatnú časť prítomných banských diel a nafárané hydrogeologické kolektory odvodňuje Hlavná dedičná štôľňa do Hrona, pričom časť z odtiekajúceho 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 – 2023 (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, v roku 2022 len s nepatrným množstvom vody (mokvanie).

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality vo vode Kremnického potoka pred ústím do Hrona za monitorované obdobie rokov 2008 – 2021 neprekročili hodnotu RP-PoK pri žiadnom zo sledovaných ukazovateľov (tab. 4.2.1, 4.2.2). V rokoch 2022 a 2023 tento objekt nebol vzorkovaný. Zdrojom zvýšenej koncentrácie Mn je banská voda Hlbokej štôľne, Hornoveskej štôľne 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 2023 tu však zistená hodnota mierne prekročila RP-PoK pre mangán. Úroveň obsahu kyanidov (pod medzou detekcie) bola v roku 2023 vyhovujúca, charakteristická hodnota ChH = 0,0052 mg/l pre roky 2009 – 2022 však nepatrne prekračuje požadovanú hodnotu NPK = 0,005 mg/l.

Na SHMÚ monitorovanom mieste Kremnického potoka „Pod Kremnicou“ (R177010D, riečny km 12,6) v roku 2022 obsah zinku vyhovoval požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (Döményová et al., 2023), s dokumentovaným ročným priemerom 57 µg/l. V roku 2023 tu nebol sledovaný, monitorovaný bol na ústí do Hrona (R183000D) len v obsahu As, keď bol zistený jeho vyhovujúci ročný priemer 13,54 µg/l (Döményová et al., 2024).

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 1,4 km pod vyústením banskej vody Hlavnej dedičnej štôlne, sa vo výsledkoch monitoringu SHMÚ obsah Mn neuvádza a z rizikových nesyntetických látok bol sledovaný len arzén. Jeho zistené ročné priemery 9,1 µg/l za rok 2022 a 7,32 µg/l za rok 2023 sú nižšie ako RP-PoK = 15,5 µg/l (Döményová et al., 2023,2024).

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) možno konštatovať, že kvalita banskej vody pozorovaných štôlní 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, v roku 2023 však ID nebolo prekročené. Obsah kyanidov v nej neprekračuje hodnotu ID.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu ukazovateľov kvality vo vode monitorovaných objektov pre rok 2023 s obdobím 2007 – 2022 zisťujeme, že nedošlo k významnej zmene oproti predošlému obdobiu (tab. 4.2.1). Výnimkou je výrazný pokles obsahu Zn a Sb vo vode Hlbokaj štôlne a pokles obsahu Sb v Hornoveskej štôlni.

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 – 21	27,1	7,76	35	0,06	0,00005	0,019	0,0126	0,0034	0,003	27	7
	2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
odkalisko Horná Ves	2008 – 22	88,6	7,04	466	5,35	0,00006	2,166	0,0072	0,0027	0,013	123	36
	2023	95,5	7,77	428	31,70	0,00005	1,230	0,0045	0,0028	0,010	131	32
potok pod odkaliskom	2008 – 22	37,3	8,04	57	0,27	0,00005	0,013	0,0056	0,0016	0,002	51	15
	2023	45,3	8,08	56	0,31	0,00005	0,004	0,0044	0,0009	0,001	49	14
Hlavná dedičná štôlna	2008 – 22	59,9	7,36	252	1,03	0,00007	0,049	0,0126	0,0051	0,004	86	22
	2023	37,7	7,21	126	0,53	-	0,032	0,0072	0,0017	0,003	42	10
Hlboká štôlna	2008 – 22	93,3	7,04	156	0,48	0,00007	0,017	0,0032	0,0025	0,002	98	33
	2023	95,3	7,21	113	0,38	-	0,009	0,0027	0,0003	0,001	99	31
Hornoveská štôlna	2008 – 22	13,2	5,94	47	0,34	0,00005	0,036	0,0021	0,0012	0,001	11	3
	2023	13,2	5,93	46	0,33	-	0,038	0,0016	0,0003	0,001	11	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 – 22	0,25	V	0,14	0,21	0,11	0,32	0,83	0,68	0,40	0,27	0,04
	2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
odkalisko	2008 – 22	0,81	V	1,86	17,85	0,13	28,13	0,47	0,55	1,04	1,23	0,18
Homá Ves	2023	0,87	V	1,71	105,67	0,11	15,97	0,30	0,56	0,80	1,31	0,16
potok pod odkaliskom	2008 – 22	0,34	V	0,23	0,90	0,12	0,17	0,37	0,33	0,16	0,51	0,07
	2023	0,41	V	0,22	1,04	0,11	0,05	0,29	0,18	0,08	0,49	0,07
Hlavná dedičná štôlna	2008 – 22	0,54	V	1,01	3,44	0,13	0,63	0,81	1,01	0,24	0,86	0,11
	2023	0,34	V	0,50	1,76	0,00	0,42	0,46	0,34	0,20	0,42	0,05
Hlboká štôlna	2008 – 22	0,85	V	0,62	1,60	0,15	0,23	0,21	0,51	0,13	0,98	0,16
	2023	0,87	V	0,45	1,25	0,00	0,12	0,18	0,05	0,08	0,99	0,15
Homoveská štôlna	2008 – 22	0,12	N	0,19	1,12	0,11	0,90	0,13	0,10	0,31	0,11	0,01
	2023	0,12	N	0,18	1,11	0,00	1,16	0,11	0,05	0,21	0,11	0,01

Vysvetlivky: 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.

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

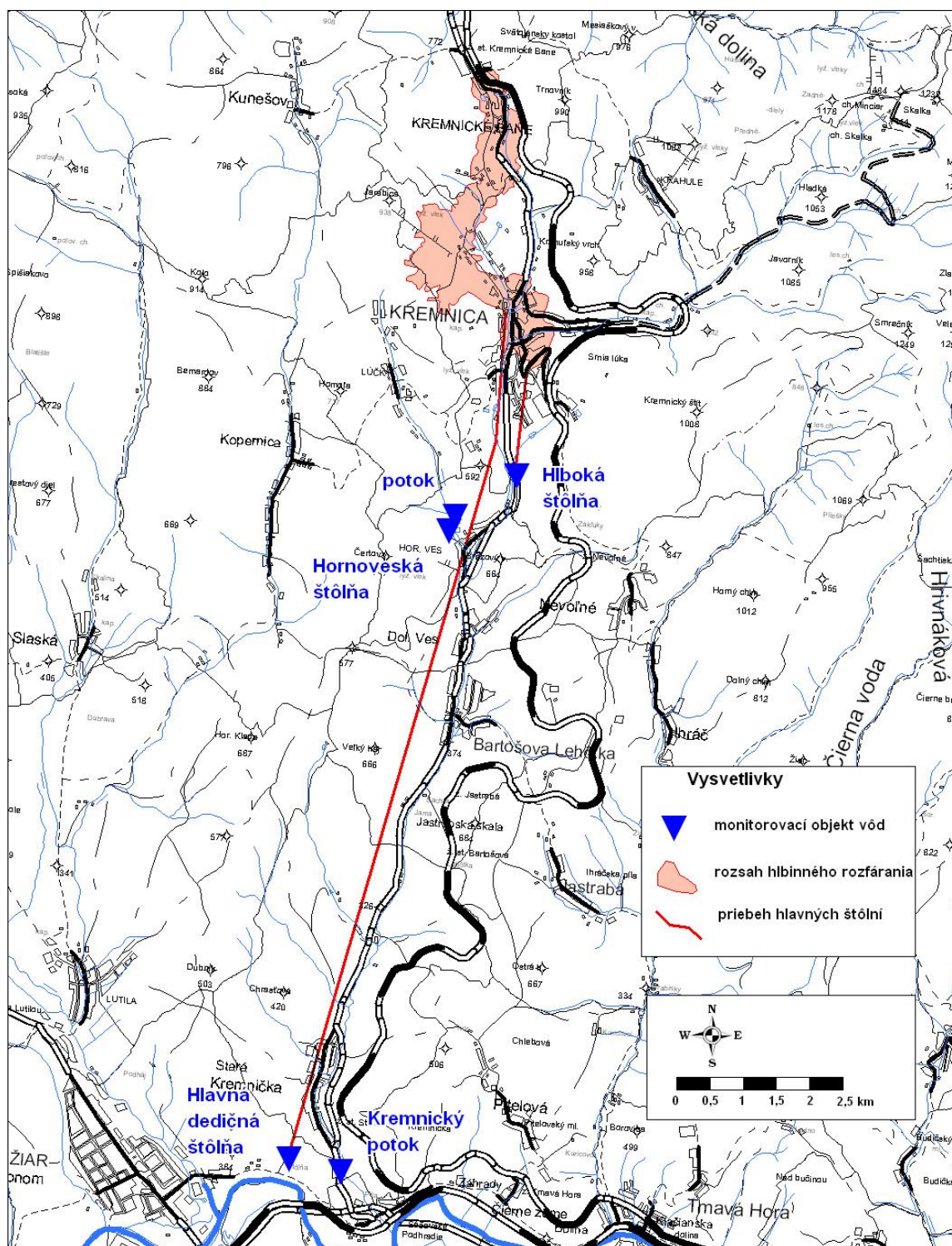
Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	As	Sb	Cu
odkalisko Homá Ves	2008 – 22	0,44	V	0,03	1,44	0,14	0,11	0,01
	2023	0,48	V	0,03	0,82	0,09	0,11	0,01
Hlavná dedičná štôlna	2008 – 22	0,30	V	0,03	0,03	0,25	0,20	0,004
	2023	0,19	V	0,00	0,02	0,14	0,07	0,003
Hlboká štôlna	2008 – 22	0,47	V	0,03	0,01	0,06	0,10	0,002
	2023	0,48	V	0,00	0,006	0,05	0,01	0,001
Homoveská štôlna	2008 – 22	0,07	N	0,03	0,02	0,04	0,05	0,001
	2023	0,07	N	0,00	0,03	0,03	0,01	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3.

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 náhlých 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. Vydobyte 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 2023 neboli v tejto oblasti zaznamenané významné prejavy nestability.

Organizácia ORTAC s. r. o. Kremnica vykonávala v roku 2022 zabezpečenie štôlne Milan (HBU, 2023).



Obr. 4.2.1 Situácia monitorovaných objektov v oblasti Kremnice

4.3 Lokalita Dúbrava

Ložisko antimonitovej rudy v rovnomennom dobývacom poli a chránenom ložiskovom území Dúbrava patrí k ložiskám s ukončenou ťažbou. Jeho správcom je organizácia Rudné bane, š. p. Banská Štiavnica, ktorá tu od zastavenia ťažby vykonávala rekultiváciu a dodnes vykonáva zabezpečenie a likvidáciu banských diel a ochranu banských objektov. Okrem štôlní a hál 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 pôdných 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 hál 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 prímесou 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 popisované podmienky vzniku tejto udalosti, rekonštruovaný jej priebeh, charakterizované vzniknuté škody a možnosti ohrozenia a navrhnuté opatrenia na prevenciu pred opätovným vznikom takéhoto nežiaduceho javu a na elimináciu jeho ďalších negatívnych vplyvov na životné prostredie a ľudské zdravie.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Environmentálne problémy na tejto lokalite sú dôsledkom pozostatkov hlbínnej ťažby Sb – Au rudy. Okrem zjavných sústredených výtokov banskej vody zo štôlní (sumárna výdatnosť siedmich monitorovaných štôlní dosahuje 30 – 70 l/s, v priemere 50 l/s) ju spôsobujú aj skryté priesaky depóniami haldového materiálu, úpravárenských kalov (z časti rekultivovaných) i prírodnými ložiskovými geochemickými anomáliami v pripovrchovej zóne horninového masívu.

Na tejto lokalite nebol v minulosti vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2007 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci VTŽP 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 2023 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: 3-násobne vyššiu ako limit pre povrchovú vodu pre obdobie rokov 2008 – 2022 a 2-násobne vyššiu v roku 2023 (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 – 2022 pre antimón 27-násobne, v roku 2023 29-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 – 2022	4,8	7,43	7	0,006	0,017	0,002
	2023	4,8	7,20	5	0,005	0,011	0,001
D7	2007 – 2022	8,5	7,70	16	0,008	0,135	0,001
	2023	9,7	7,50	16	0,009	0,147	0,001
D2	2007 – 2022	21,5	7,67	36	0,031	1,090	0,001
	2023	20,9	7,69	31	0,029	0,887	0,001
D3	2007 – 2022	59,3	8,13	175	0,120	7,870	0,002
	2023	69,8	8,16	203	0,203	8,265	0,001
D4	2007 – 2022	41,8	7,96	133	0,030	1,328	0,001
	2023	38,4	7,80	110	0,028	0,960	0,001
D5	2007 – 2022	43,1	8,11	109	0,034	1,002	0,001
	2023	48,4	7,98	138	0,041	1,205	0,001
D6	2007 – 2022	42,7	8,04	119	0,014	1,138	0,001
	2023	44,0	7,79	117	0,014	1,053	0,001
D8	2007 – 2022	34,6	7,79	90	0,032	2,478	0,001
	2023	37,3	7,90	91	0,039	2,275	0,002

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 – 2022	0,04	V	0,03	0,3	3	0,8
	2023	0,04	V	0,02	0,3	2	0,5
D7	2007 – 2022	0,08	V	0,07	0,5	27	0,5
	2023	0,09	V	0,07	0,5	29	0,5
D2	2007 – 2022	0,20	V	0,14	1,8	218	0,2
	2023	0,19	V	0,13	1,7	177	0,2
D3	2007 – 2022	0,54	V	0,70	6,9	1574	0,2
	2023	0,63	V	0,81	11,6	1653	0,1
D4	2007 – 2022	0,38	V	0,53	1,7	266	0,1
	2023	0,35	V	0,44	1,6	192	0,1
D5	2007 – 2022	0,39	V	0,44	2,0	200	0,1
	2023	0,44	V	0,55	2,3	241	0,1
D6	2007 – 2022	0,39	V	0,47	0,8	228	0,1
	2023	0,40	V	0,47	0,8	211	0,1
D8	2007 – 2022	0,31	V	0,36	1,8	496	0,1
	2023	0,34	V	0,36	2,2	455	0,2

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 (smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) sú obsahom Sb rizikové všetky monitorované výtoky banskej vody (tab. 4.3.3 a 4.3.4). Obsahom arzénu 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 40 až 315-násobne pre obdobie 2007 – 2022 a 35 až 331-násobne pre rok 2023. Príslušná intervenčná hodnota je u týchto objektov prekročená 20 až 157-násobne pre obdobie 2007 – 2022 (tab. 4.3.3) a 18 až 165-násobne pre rok 2023 (tab. 4.3.4). Charakteristické hodnoty obsahu Sb vo výtokoch banskej vody za rok 2023 sú zväčša mierne nižšie, v porovnaní s obdobím rokov 2007 – 2022. Medziročný nárast je dokumentovaný u štôlny Samuel a štôlny Martin.

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 – 2022	0,11	V	0,6	44	0,001
	2023	0,10	V	0,6	35	0,001
D3	2007 – 2022	0,30	V	2,4	315	0,002
	2023	0,35	V	4,1	331	0,001
D4	2007 – 2022	0,21	V	0,6	53	0,001
	2023	0,19	V	0,6	38	0,001
D5	2007 – 2022	0,22	V	0,7	40	0,001
	2023	0,24	V	0,8	48	0,001
D6	2007 – 2022	0,21	V	0,3	46	0,001
	2023	0,22	V	0,3	42	0,001
D8	2007 – 2022	0,17	V	0,6	99	0,001
	2023	0,19	V	0,8	91	0,002

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 – 2022	0,07	V	0,3	22	0,001
	2023	0,07	V	0,3	18	0,001
D3	2007 – 2022	0,20	V	1,2	157	0,001
	2023	0,23	V	2,0	165	0,001
D4	2007 – 2022	0,14	V	0,3	27	0,001
	2023	0,13	V	0,3	19	0,001
D5	2007 – 2022	0,14	V	0,3	20	0,001
	2023	0,16	V	0,4	24	0,001
D6	2007 – 2022	0,14	V	0,1	23	0,001
	2023	0,15	V	0,1	21	0,001
D8	2007 – 2022	0,12	V	0,3	50	0,001
	2023	0,12	V	0,4	46	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), následne v roku 2022 i sledovaný obsah Hg, Cu a Zn (Döményová et al., 2023). V roku 2023 kvalita vody Paludžanky nebola sledovaná (Döményová et al., 2023).

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. Vzorka sedimentu Paludžanky odobratá 15. 10. 2019 pri horárni Hluché obsahovala 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.

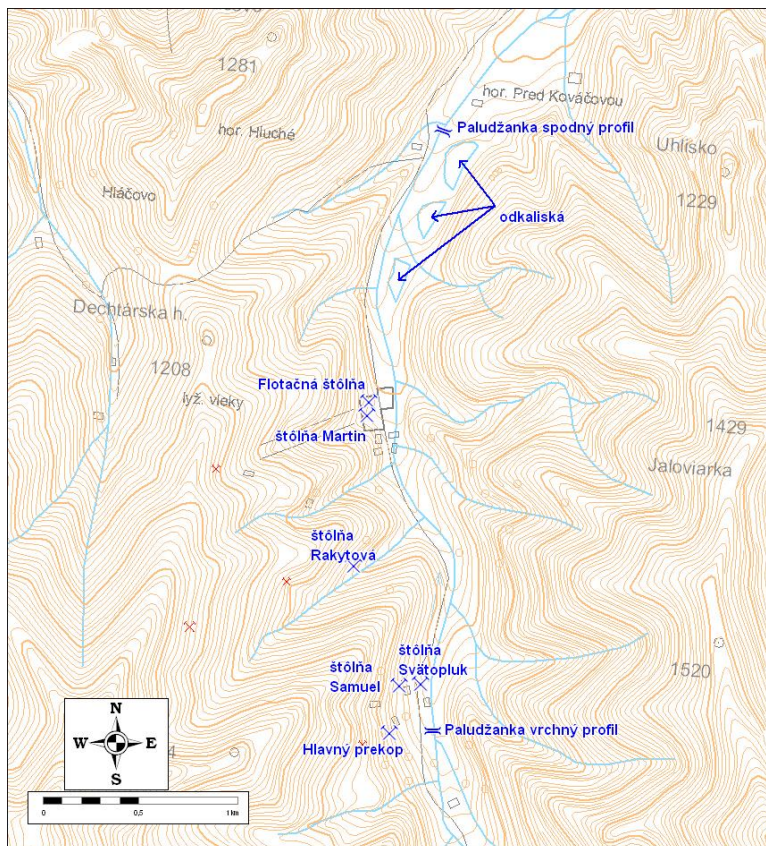
Tab. 4.3.5 Chemické zloženie sedimentu z 15. 10. 2019 z potoka Paludžanka pri horárni Hluché

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 smernice MŽP SR č. 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 banskými dielami. Negatívne vplyvy háld, odkalísk a odvalov na životné prostredie boli redukované realizáciou „Plánu zabezpečenia hlavných. banských diel, likvidácie banských 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 banských 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 banských diel i kontrolu odkalísk (HBÚ, 2021). 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 VTŽP za rok 2020.

Ústia štôlní monitorovaných v rámci VTŽP sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2023 boli nepoškodené, s voľným výtokom banskej vody.

4.4 Lokalita Pezinok

Na lokalite Pezinok bola ťažba v minulosti ukončená. Nachádzajú sa tu dve významné banské-ložiskové lokality – Sb-ložisko a pyritové ložisko. Pyritové ložisko sa nachádza v blízkosti kóty Trojárová (578 m n. m.), vo vzdialenosti asi 5 km od severného okraja Pezinka, časti Cajla. V blízkosti severného okraja intravilánu mesta (Psychiatrická nemocnica Filipa Pinela), v oblasti medzi kótami Žilová (447 m n. m.) a Vimpergy (306 m n. m.), sa nachádza ložisko Pezinok – antimónové rudy, ktoré je chránené dvoma dobývacími poľami: DP Pezinok a DP Pezinok II. Toto ložisko je zároveň pokryté CHLÚ, ktorého správcou 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. Táto činnosť bola vykonávaná aj v roku 2023 (HBÚ, 2024). 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 dobývanie sa tu odvtedy nevykonáva (HBÚ, 2024). Organizácia GEMEA, s.r.o., Trnava má rozhodnutím OBÚ v Bratislave č. 426-1493/2023 zo 14. júna 2023 povolené Muzeálne využívanie banského diela – štôlne Budúcnosť v DP Pezinok II (OBÚ Bratislava, 2024).

V rámci programu prieskumov environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenska bol realizovaný i prieskum environmentálnej záťaže Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk (Tupý et al., 2015). Na základe výsledkov tohto prieskumu bola potvrdená prítomnosť kontaminantov v oblasti Kolárskeho vrchu a navrhlo sa túto EZ, dosiaľ klasifikovanú ako pravdepodobnú, preklasifikovať ako potvrdenú EZ. V rámci vypracovania analýzy rizika boli hodnotené environmentálne a zdravotné riziká. Environmentálne riziká boli hodnotené pre As a Sb v biologickej kontaktnej zóne pre územie znečistené ukladaním ťažobných odpadov a potvrdilo sa riziko znečistenia pôd a zemín – materiálu odkaliska, hľad flotačného kalu a banských hľad. 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. Následne bol realizovaný doplnkový prieskum pred zahájením samotnej sanácie environmentálnej záťaže PK (017) / Pezinok – Rudné bane – odkaliská (SK/EZ/PK/656), vrátane vypracovania aktualizácie analýzy rizika

znečisteného územia zameranej na zistenie miery, rozsahu, šírenia, vývoja a zmien závažného znečistenia v skúmanom území a odporúčania pre realizáciu samotných sanačných prác (Urban et al., 2020).

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 VŤŽP jednorazovým hydrometrovaním a vzorkovaním troch štôlní s výtokom banskej vody na lokalite Sb-ložiska a potoka Blatina v profile pod ložiskovým územím, pred jej vstupom do intravilánu Pezinka. 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 rokoch 2021 – 2023 2-krát. Od roku 2019 sú s rovnakou frekvenciou vzorkované i výtoky zo štôlní Trojárová, Čmele a Sirková na lokalite Trojárová a tok Blatina pred nad Sb-ložiskom.

V tab. 4.4.1 sú uvedené charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek v sledovanom období. Výtoky banskej vody v oblasti Sb-ložiska obsahujú zvýšené koncentrácie antimónu a arzenu, ale i síranov, železa, mangánu a niklu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Blatina tak, že ten na monitorovanom mieste P2 nevyhovuje požiadavkám na kvalitu povrchovej vody koncentráciou antimónu a arzenu (u oboch v priemere približne 8-násobné prekročenie v období 2008 – 2022), hoci nad Sb-ložiskom na profile P10 im vyhovuje. V roku 2023 mierne prekročila limit aj objemová aktivita ²²⁶Ra vody toku Blatina, na oboch monitorovaných miestach. Banská voda Pyritovej štôlne má z hľadiska rizika negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody zvýšený obsah síranového aniónu, vápnika, mangánu, arzenu a antimónu, i vysokú hodnotu EC. Banská voda štôlne Budúcnosť vykazuje stabilne zvýšený obsah síranového aniónu, železa, mangánu, arzenu, antimónu a niklu.

Banská voda štôlne Ryhová tvorí väčšinu roka celý prietok Sedláčkovho jarku a trvale obsahuje zvýšené koncentrácie Fe, Al, Zn, Sb a Ni, ktoré nevyhovujú požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 4.4.2). V roku 2023 tu mierne prekročila limit aj objemová aktivita ²²⁶Ra.

V roku 2022 bola kvalita vody Blatiny sledovaná SHMÚ na monitorovacom mieste W6085000 „nad Pezinkom“ (riečny km 7,3). Zistené obsahy As a Ni vyhoveli požiadavkám na kvalitu povrchových vôd, obsah Sb nebol meraný (tab. 4.4.3). V roku 2023 nebola kvalita vody Blatiny na tomto monitorovacom mieste sledovaná (Döményová et al., 2024).

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) je obsahom Sb riziková najmä banská voda Pyritovej štôlne, ktorá v roku 2023 9,2-násobne prekračuje IT (tab. 4.4.4). Banská voda štôlne Trojárová v tomto období prekračuje toto kritérium 5,2-násobne a štôlna Budúcnosť 1,6-násobne. Banská voda Ryhovej štôlne dlhodobo prekračuje ID zo sledovaných ukazovateľov len v obsahu niklu, v roku 2023 však k prekročeniu ID nedošlo (tab. 4.4.3). Charakteristický obsah Sb pre rok 2023 je u všetkých štôlní nižší ako v období 2008 – 2022, s výnimkou Pyritovej štôlne.

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 – 2022	56,6	6,89	197	83	5,406	0,274	0,38	0,1283	0,0013	0,0038	0,0091	0,0082	0,1046	0,00062	0,174
	2023	58,0	7,01	191	79	4,580	0,225	0,08	0,1080	0,0003	0,0020	0,0065	0,0045	0,0975	0,00050	0,251
P2	2008 – 2022	50,7	7,97	147	62	0,273	0,136	0,05	0,0044	0,0003	0,1455	0,0399	0,0017	0,0081	0,00008	0,105
	2023	56,3	7,76	134	68	0,328	0,127	0,06	0,0010	0,0005	0,1730	0,0322	0,0010	0,0030	0,00005	0,254
P3	2008 – 2022	116,8	7,85	544	147	0,356	0,558	0,03	0,0054	0,0012	0,0436	0,4166	0,0011	0,0158	0,00009	0,118
	2023	120,6	7,84	479	149	0,509	0,333	0,06	0,0055	0,0003	0,0561	0,4620	0,0010	0,0145	0,00005	0,164
P4	2008 – 2022	79,6	7,47	328	95	4,629	1,666	0,07	0,0743	0,0008	0,0307	0,0902	0,0017	0,0859	0,00024	0,097
	2023	73,0	7,45	277	87	4,605	1,770	0,09	0,0515	0,0003	0,0553	0,0793	0,0015	0,0885	0,00005	0,198
P5	2019 – 2022	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
	2023	40,0	7,39	103	61	0,557	0,105	0,02	0,0240	0,0003	0,0033	0,0667	0,0010	0,0185	0,00005	0,223
P6	2019 – 2022	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
	2023	44,6	7,92	101	65	0,070	0,005	0,04	0,0045	0,0003	0,0421	0,2620	0,0015	0,0075	0,00005	0,238
P10	2019 – 2022	39,6	7,97	82	52	0,165	0,019	0,05	0,0049	0,0006	0,0049	0,0045	0,0016	0,0076	0,00006	0,201
	2023	39,1	7,74	77	49	0,127	0,017	0,06	0,0010	0,0003	0,0036	0,0023	0,0020	0,0040	0,00005	0,252
P13	2019 – 2022	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
	2023	88,8	7,04	331	113	3,775	1,625	0,06	0,0440	0,0003	0,0321	0,0404	0,0010	0,0765	0,00005	0,333

Vysvetlivky: P1 – štôľňa Ryhová, P2 – potok Blatina nad nemocnicou, P3 – Pyritová štôľňa, P4 – štôľňa Budúcnosť, P5 – štôľňa Čmele, P6 – štôľňa Trojárová, P10 – potok Blatina nad areálom RB, P13 – štôľňa Sirková. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.4.1.

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 – 22	0,51	V	0,79	0,83	2,70	0,91	1,91	1,67	0,16	0,22	1,81	0,44	4,75	0,83	0,87
	2023	0,53	V	0,76	0,79	2,29	0,75	0,38	1,40	0,03	0,11	1,29	0,24	4,43	0,67	1,25
Blatina dolný	2008 – 22	0,46	V	0,59	0,62	0,14	0,45	0,26	0,06	0,04	8,31	7,98	0,09	0,37	0,10	0,52
	2023	0,51	V	0,54	0,68	0,16	0,42	0,30	0,01	0,06	9,89	6,44	0,05	0,14	0,07	1,27
Pyritová štôľňa	2008 – 22	1,06	V	2,18	1,47	0,18	1,86	0,14	0,07	0,15	2,49	83,32	0,06	0,72	0,12	0,59
	2023	1,10	V	1,92	1,49	0,25	1,11	0,28	0,07	0,03	3,21	92,40	0,05	0,66	0,07	0,82
Budúcnosť štôľňa	2008 – 22	0,72	V	1,31	0,95	2,31	5,55	0,35	0,97	0,09	1,76	18,03	0,09	3,91	0,31	0,48
	2023	0,66	V	1,11	0,87	2,30	5,90	0,43	0,67	0,03	3,16	15,85	0,08	4,02	0,07	0,99
štôľňa Čmele I	2019 – 22	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
	2023	0,36	V	0,41	0,61	0,28	0,35	0,08	0,31	0,03	0,19	13,33	0,05	0,84	0,07	1,11
štôľňa Trojárová	2019 – 22	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
	2023	0,41	V	0,40	0,65	0,03	0,02	0,18	0,06	0,03	2,41	52,40	0,08	0,34	0,07	1,19
Blatina nad RB	2019 – 22	0,36	V	0,33	0,52	0,08	0,06	0,23	0,06	0,07	0,28	0,90	0,09	0,35	0,10	1,00
	2023	0,36	V	0,31	0,49	0,06	0,06	0,30	0,01	0,03	0,21	0,46	0,11	0,18	0,08	1,26
štôľňa Sirková	2019 – 22	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
	2023	0,81	V	1,32	1,13	1,89	5,42	0,30	0,57	0,03	1,83	8,07	0,05	3,48	0,07	1,66

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.

Tab. 4.4.3 Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody toku Blatina na monitorovacím mieste „nad Pezinkom“ v roku 2022 (Döményová et al., 2023)

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-POK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
As µg/l	3	5,00	5,00	5,00	3,33		- / 17,5
Ni µg/l	12	10,50	3,33	8,09	5,20		36,0 / 6,0

Tab. 4.4.4 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 – 2022	0,28 V		1,53	0,13	0,001	0,08	0,36	0,008	1,05	0,05
	2023	0,29 V		0,30	0,11	0,0002	0,04	0,26	0,005	0,98	0,06
P3	2008 – 2022	0,58 V		0,11	0,005	0,001	0,87	16,66	0,001	0,16	0,01
	2023	0,60 V		0,22	0,006	0,0002	1,12	18,48	0,001	0,15	0,02
P4	2008 – 2022	0,40 V		0,28	0,07	0,001	0,61	3,61	0,002	0,86	0,09
	2023	0,37 V		0,34	0,05	0,0002	1,11	3,17	0,002	0,89	0,14
P5	2019 – 2022	0,20 V		0,08	0,06	0,0002	0,07	2,71	0,001	0,38	0,01
	2023	0,20 V		0,06	0,02	0,0002	0,07	2,67	0,001	0,19	0,01
P6	2019 – 2022	0,22 V		0,12	0,003	0,0002	0,97	13,29	0,001	0,08	0,01
	2023	0,22 V		0,14	0,005	0,0002	0,84	10,48	0,002	0,08	0,01
P13	2019 – 2022	0,43 V		0,08	0,06	0,0002	0,61	2,09	0,001	0,80	0,14
	2023	0,44 V		0,24	0,04	0,0002	0,64	1,61	0,001	0,77	0,13

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

Tab. 4.4.5 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Pezinok s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

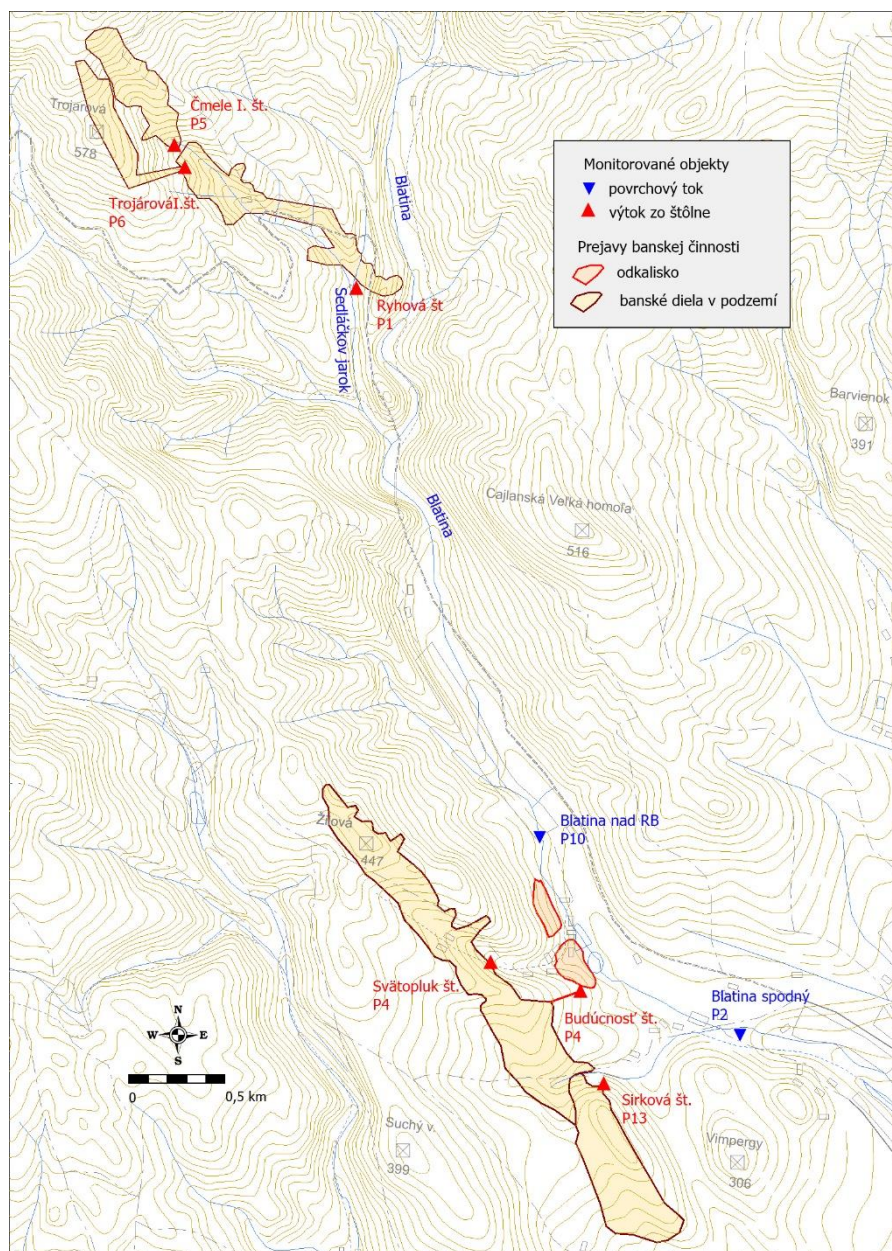
Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
P1	2008 – 2022	0,19 V		0,96	0,06	0,0003	0,04	0,18	0,004	0,52	0,02
	2023	0,19 V		0,19	0,05	0,0001	0,02	0,13	0,002	0,49	0,03
P3	2008 – 2022	0,39 V		0,07	0,003	0,0002	0,44	8,33	0,001	0,08	0,01
	2023	0,40 V		0,14	0,003	0,0001	0,56	9,24	0,001	0,07	0,01
P4	2008 – 2022	0,27 V		0,17	0,04	0,000	0,31	1,80	0,001	0,43	0,05
	2023	0,24 V		0,21	0,03	0,0001	0,55	1,59	0,001	0,44	0,07
P5	2019 – 2022	0,14 V		0,05	0,02	0,0001	0,06	1,28	0,001	0,15	0,01
	2023	0,13 V		0,04	0,01	0,0001	0,03	1,33	0,001	0,09	0,01
P6	2019 – 2022	0,15 V		0,08	0,003	0,0001	0,42	5,68	0,001	0,05	0,005
	2023	0,15 V		0,09	0,002	0,0001	0,42	5,24	0,001	0,04	0,005
P13	2019 – 2022	0,29 V		0,08	0,03	0,0001	0,37	1,04	0,001	0,40	0,06
	2023	0,30 V		0,15	0,02	0,0001	0,32	0,81	0,001	0,38	0,07

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4.. 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.

Obsahy prvkov v riečnych sedimentoch, odobraných počas doplňkového geologického prieskumu EZ Pezinok – Rudné bane – odkaliská zo 60 odberných miest v alúviu potoka Blatina a jeho prítokov vo vrchnej časti doliny v smere na Trojárovú (Sedlačkov jarok), vykazovali zvýšené obsahy v prípade As a Sb a ojedinele boli zaznamenané zvýšené obsahy Ni (Urban et al., 2020). Pri ostatných stanovených parametroch neprišlo k prekročeniu ID ani IT hodnôt pre zeminy podľa smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7. Obsah antimónu vo vzorkách varíruje v širokom rozmedzí od 5,2 po 1129 mg/kg. Najvyššie koncentrácie boli preukázané v oblasti odkalísk, na rozdiel od štúdie Tupý a kol. (2015), v ktorej boli identifikované najvyššie obsahy Sb v okolí štôlne Trojárová (ktorú odvodňuje Sedlačkov jarok). Po sútoku Sedlačkovho jarku a Blatiny dochádza ku poklesu koncentrácie Sb v riečnych sedimentoch, pokles je evidentný až po oblasť areálu Rudných baní. Anomálne výnimky s hodnotami As a Sb nad IT limit predstavuje vzorka PK-RS-28 (As 384 mg/kg, Sb 757 mg/kg), ktorá môže reprezentovať dotáciu znečisťujúcich látok v znose z oblasti dobývok a hald na Kolárskom vrchu a vzorka

PK-RS-19 (Sb 367 mg/kg , As 92,6 mg/kg – prekročenie ID limitu). Vzorky z toku Blatina pod odkaliskami až po juhovýchodnú hranicu prieskumného územia vykazovali opäť nadlimitné koncentrácie Sb a As. Obsah As v analyzovaných vzorkách preukázal podobnú distribúciu ako v prípade Sb. Jeho vysoké obsahy boli preukázané v oblasti štôlne Trojárová. Vzorky z areálu v blízkosti úpravne a odkalísk až po juhovýchodnú hranicu prieskumného územia dokumentujú nadlimitné koncentrácie As.



Obr. 4.4.1: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Pezinok.

Inžinierskogeologické aspekty

Pyrit-pyrotínové ložisko Nádej leží v juhovýchodnom pokračovaní ložiska Augustín. Vlastné ložisko tvorí asi 200 m dlhá šošovka na oboch koncoch smerne vytiahnutá. V jej pokračovaní sú drobné útržky šošovky. V podloží vystupuje granodiorit (starší karbón) alebo aktinolitické bridlice (silúr – devón). V nadloží ložiska je 5 až 25 m hrubá apofýza granodioritu. Sklon ložiska je 30 – 70° na sever. Ruda je väčšinou silne grafitická s málo pevnými lavicami (podľa Soboliča, 1956).

Na lokalite boli dokumentované závaly na ložisku Nádej, 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 rozfáraniu územia a geologickým pomerom bolo popisované v čiastkovej správe za r. 2015 – ČMS Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie.

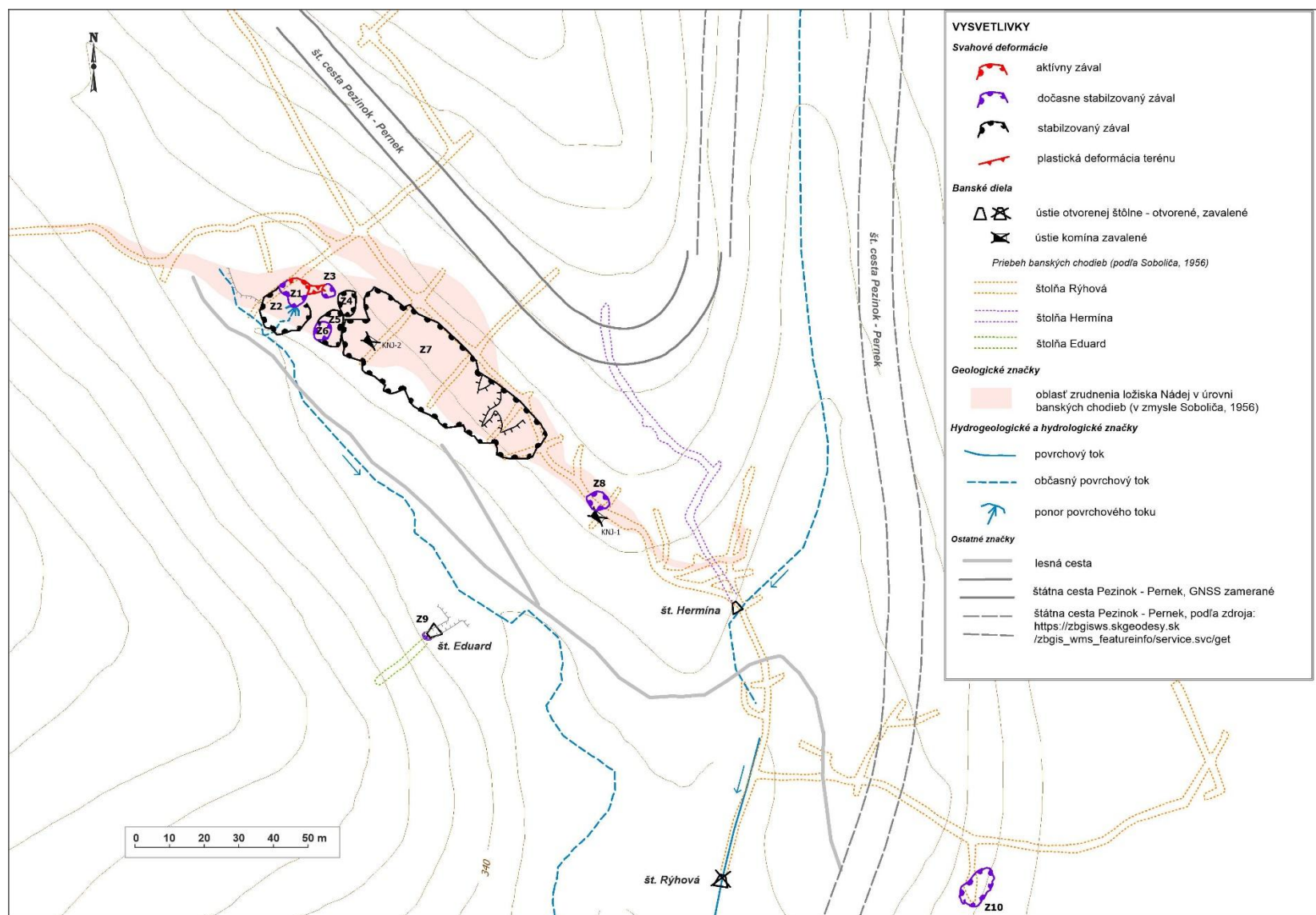
Realizovanou rekognoskáciou lokality v r. 2023 nebolo vizuálne zaznamenané významnejšie rozširovanie závalov alebo vznik nových závalov oproti predošlému obdobiu. Zároveň neboli pozorované ďalšie následné (sekundárne) významnejšie geodynamické javy (predovšetkým svahové deformácie). Aktualizovaný stav situácie závalov k r. 2023 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 porovnávaní fotodokumentácie a v sledovaní monitorovacích kolíkov (zával Z1).

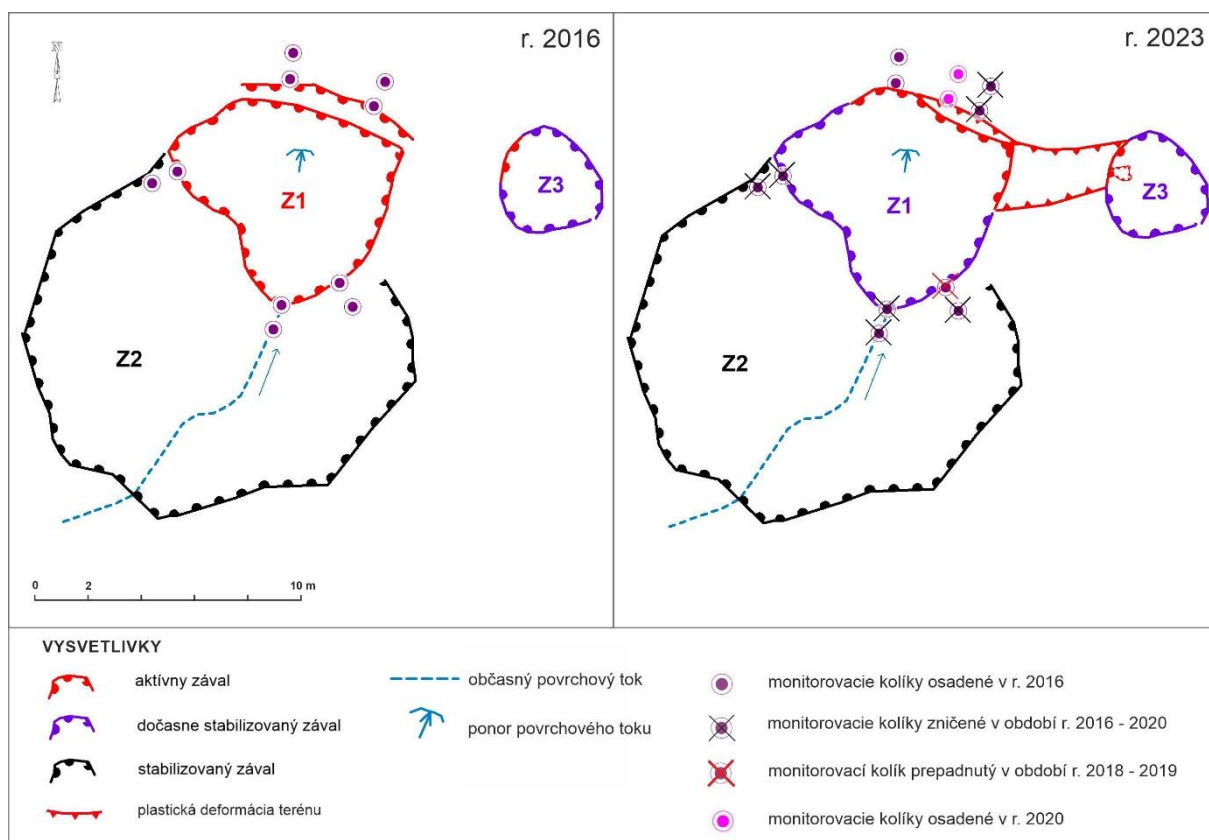
Zával s najvýraznejším prejavom aktivity je zával s vlastným označením Z1 (vzdialený cca 42 m od št. cesty č. 503 Pezinok – Pernek). Hlavná odlučná hrana vo svahu je zvislá, s odhadovanou maximálnou hĺbkou 6 m, ktorá sa smerom do údolia znižuje na cca 1,5 m. Maximálna šírka závalu je cca 9 m a dĺžka cca 7 m. Zával drénuje vody občasného povrchového toku, ktoré sú odvádzané do priestorov banských chodieb štôlne Rýhová a intenzifikujú výdatnosť banských 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, 4.4.6). 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.).

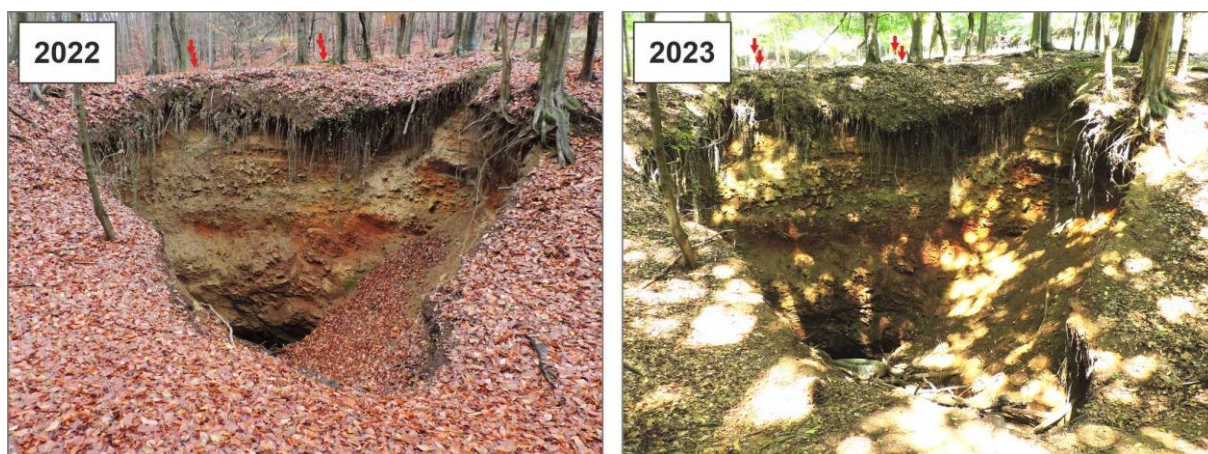
Na základe terénnych zistení možno konštatovať, že postupné nepatrné rozširovanie závalu smerom na severovýchod naďalej pokračuje (obr. 4.4.4). V období od r. 2019 k tomu došlo predovšetkým v mieste vyššie spomínaného vyústenia občasného toku do závalu (obr. 4.4.6), kde sa závalová depresia mierne rozšírila vplyvom spätnej erózie vody.



Obr. 4.4.2: Situácia závalov v oblasti ložiska Nádej (s použitím podkladov Sobolíč, 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 2023



Obr. 4.4.4: Porovnávacie fotografické snímkovanie závalu Z1 nad banskou chodbou štôlne Rýhová z r. 2022 a 2023 (pohľad z juhu) s označením situovania monitorovacích kolíkov (červenými šípkami)

Terénnym sledovaním r. 2023 bolo pozorované nepatrné viditeľné rozširovanie závalu Z1 iba v pripovrchovej zóne deluviálneho pokryvu (obr. 4.4.4). Možno konštatovať, že geodynamická aktivita na závale sa prejavuje v súčasnosti (a možno ju naďalej očakávať) v nepatrnej miere 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 mierne rozširuje a tiež v mieste vyústenia občasného toku do závalu (obr. 4.4.6) o cca 1 m proti smeru toku. Z hľadiska aktivity je možné samotný zával naďalej klasifikovať ako dočasne stabilizovaný. Avšak výnimkou je aktívna oblasť na jeho S a V okraji s prechodom k závalu Z3 (obr. 4.4.3). V r. 2023 bol pozorovaný na východnej stene závalu vznik trhlín (obr. 4.4.5). Vizuálne pozorovateľné svahové deformácie v širšom okolí vo svahu nad závalom Z1 smerom k štátnej ceste neboli zistené.

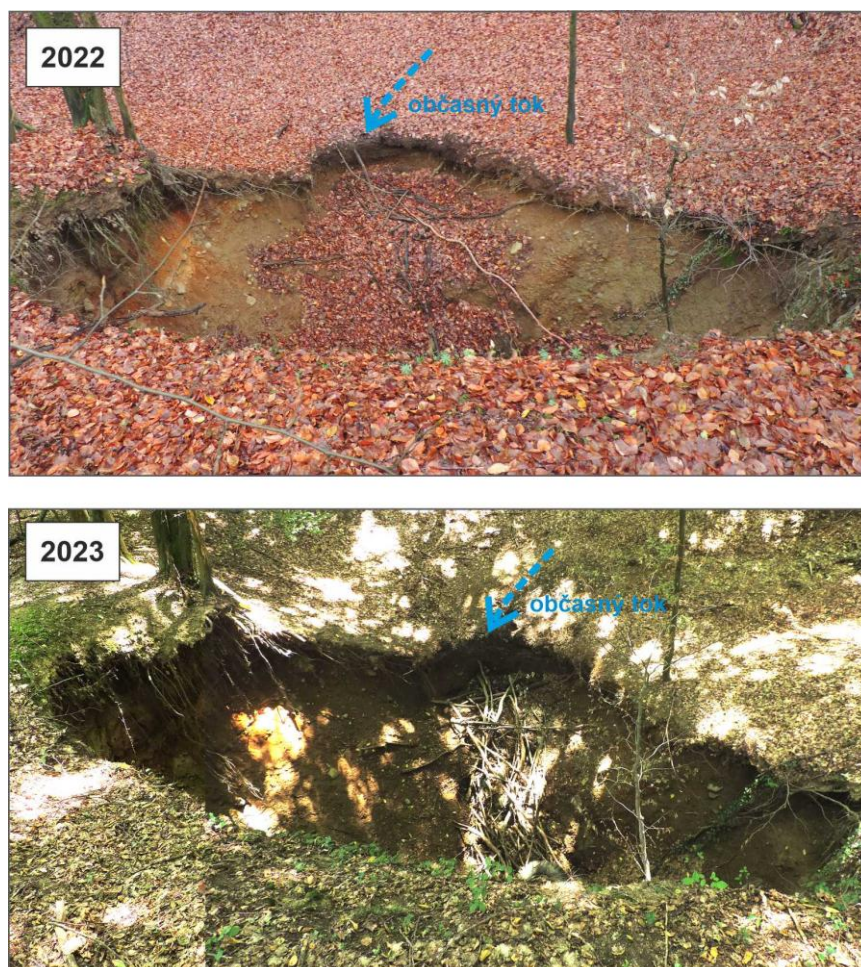


Obr. 4.4.5: Detail trhlín na V stene v smere na zával Z3.

Aktivita prebieha v oblasti prepojenia závalu Z1 a Z3 s viditeľným prejavom na SZ okraji závalu Z3 (obr. 4.4.3), kde už v r. 2015 bolo pozorované vytvorenie menšieho závalu (so širšou dutinou pod povrchom terénu) s priemerom cca 60 cm na povrchu terénu. Z porovnania fotografických snímok (obr. 4.4.7) vyplýva, že v období medzi pozorovaniami v r. 2022 a 2023 síce došlo k nepatrnému pozorovateľnému rozšíreniu závalu (otvoru na povrchu terénu), badateľnejšie je avšak jeho rozšírenie pod terénom resp. prehĺbenie vytvorené pod povrchom terénu, ktoré 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. V r. 2023 sa jej hĺbka zvýšila na cca 1,2 m. Už v r. 2019 bolo zároveň pozorované, že dochádza k aktívnemu poklesávaniu povrchu terénu v priestore medzi závalom Z3 a Z1 (obr. 4.4.3, 4.4.8), čo naznačuje predpoklad možného postupného prepájania závalov Z1 a Z3.

V r. 2023 bola vykonaná aj rekognoskácia závalu Z8, ktorý sa nachádza vo svahu, cca 36 m južne od ostrej zákruty št. cesty Pezinok – Pernek. Zával je v priečnom profile lievikovitého tvaru, na povrchu terénu s priemerom okolo 6 m. Maximálna hĺbka v strede závalu je cca 2,5 m. Steny závalu sú obnažené. Vznik závalu s najväčšou pravdepodobnosťou súvisí s prítomnosťou banského komína. Pri rekognoskácii závalu v r. 2023 bolo zistené, že v období od monitorovania v r. 2022 nedošlo k pozorovateľnej aktivizácii závalu (obr. 4.4.9).

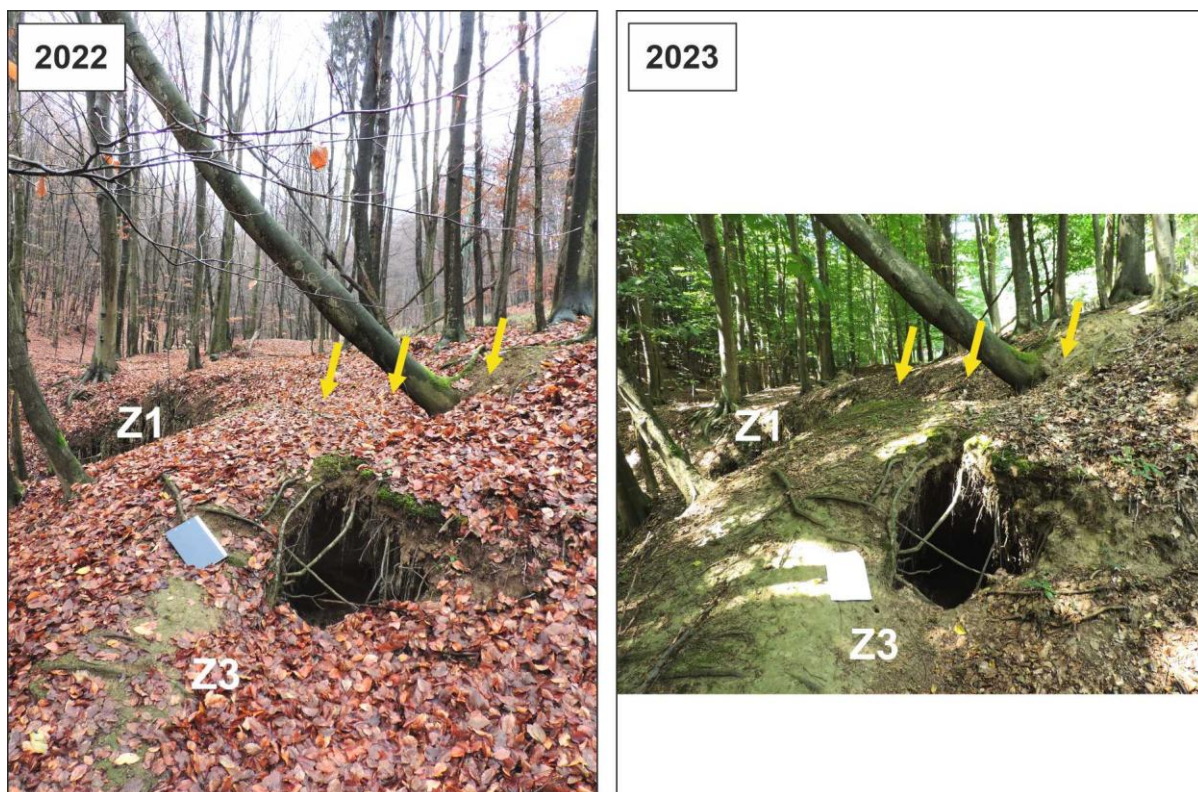
Stav je obdobný ako pri jeho prvotnej dokumentácii v r. 2015. Na okraji závalu je viditeľné iba nepatrné zliezanie deluviálnych zemín pod koreňovým systémom stromov. Zával Z8 je klasifikovaný ako dočasne stabilizovaný.



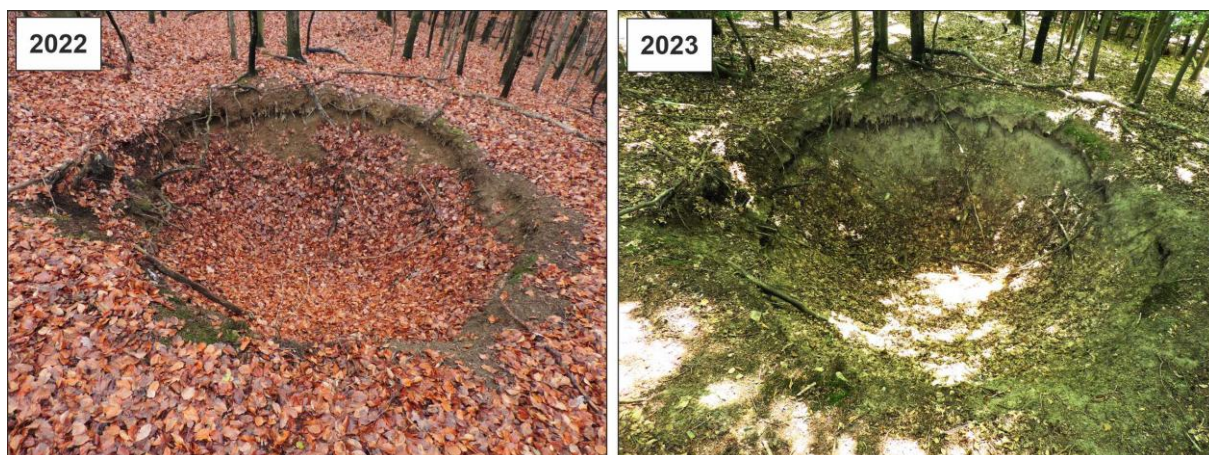
Obr. 4.4.6: Zával Z1 nad banskou chodbou štôlne Rýhová dokumentovaný v r. 2022 a 2023 (pohľad zo severu)



Obr. 4.4.7: Lokálny menší zával na SZ okraji závalu Z3, stav z r. 2022 a r. 2023



Obr. 4.4.8 Pokles povrchu terénu medzi závalmi Z1 a Z3 s pozorovaným nakláňaním kmeňov stromov, stav z r. 2022 a 2023



Obr. 4.4.9 Zával Z8 nad banskou chodbou štôlne Rýhová so stavom z r. 2022 a r. 2023 (pohľad zo severovýchodu)

V r. 2015 bola terénou 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 odťažením 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. 4.4.10). Podľa nápisu na bočnej stene preletového

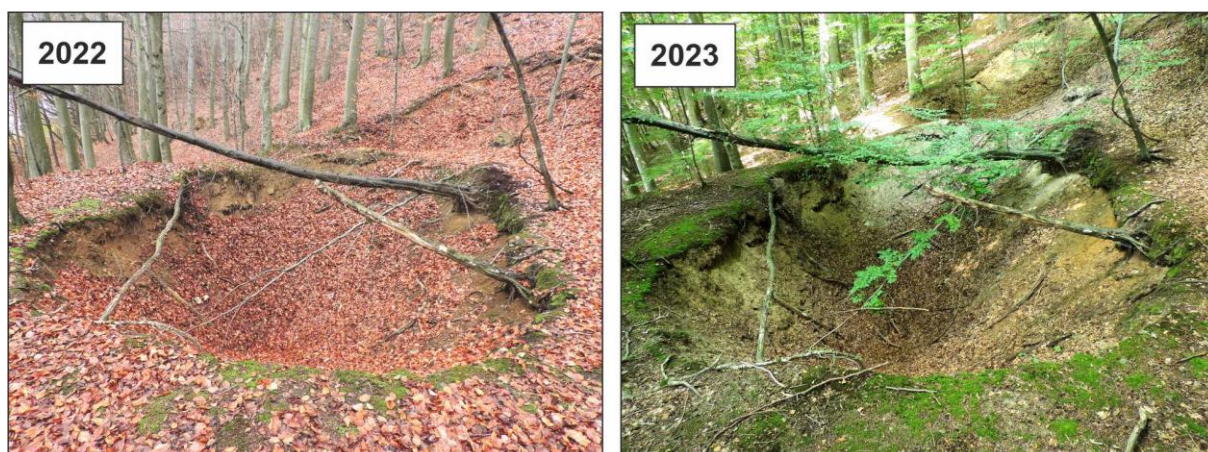
otvoru úprava ústia bola realizovaná ešte v r. 2017 organizáciou SAOLA – ochrana prírody ako úprava a zabezpečenie vchodu pre zimovisko netopierov.

Rekognoskáciou v r. 2023 neboli zistené výraznejšie zmeny v rozširovaní závalu na ústí štôlne v porovnaní s r. 2022.



Obr. 4.4.10 Ústie štôlne Eduard, stav z r. 2022 a r. 2023

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 Rýhová, a to jej východnou vetvou. V jej nadloží bol prostredníctvom GNSS zameraný zával Z10 lokalizovaný na ploche umelého terénneho platô. 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. Porovnávacie snímkovanie (obr. 4.4.11) vyhotovené pri rekognoskácii v r. 2023 nepoukazuje na aktivizáciu závalu v porovnaní s posledným pozorovaním v r. 2022.



Obr. 4.4.11: Zával na ložisku Kristína nad chodbou štôlne Rýhová, stav z r. 2022 a r. 2023

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). V údolí nad Špaňou Dolinou sa nachádzajú vodárenské zdroje – pramene Pri vodojeme a Tajch-štôlna (obr. 4.5.1), prevádzkované Stredoslovenskou vodárenskou prevádzkovou spoločnosťou, a. s. Banská Bystrica (Auxt et al., 2017).

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 štôlni je úzko naviazaný na zrážkovo-odtokový režim.

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 – 2022	39,4	8,22	49	0,102	0,066	0,026	0,038	0,059	0,095	0,042	0,002
	2023	41,8	8,29	43	0,137	0,073	0,030	0,044	0,074	0,081	0,047	0,001
SD2	2008 – 2022	75,1	8,30	158	0,054	0,060	0,039	0,097	0,229	0,418	0,044	0,005
	2023	74,7	8,50	81	0,096	0,047	0,030	0,005	0,592	0,363	0,035	0,001
SD3	2008 – 2022	56,1	8,09	74	0,026	0,021	0,010	0,085	0,038	0,450	0,548	0,030
	2023	60,4	8,02	75	0,014	0,021	0,020	0,083	0,036	0,414	0,626	0,037
SD4	2008 – 2022	46,3	8,08	67	0,006	0,006	0,012	0,041	0,060	0,609	0,590	0,011
	2023	52,1	7,85	63	0,006	0,006	0,015	0,036	0,057	0,535	0,590	0,012
SD5	2008 – 2022	31,0	7,92	41	0,025	0,009	0,015	0,009	0,032	0,143	0,285	0,001
	2023	33,6	7,94	41	0,003	0,005	0,010	0,004	0,032	0,136	0,265	0,001
SD7	2008 – 2022	51,7	7,29	90	0,047	0,002	0,027	0,042	0,027	0,139	0,146	0,006
	2023	55,9	7,14	99	0,088	0,003	0,025	0,051	0,026	0,133	0,208	0,005
SH1	2008 – 2022	35,6	8,16	47	0,007	0,002	0,010	0,004	0,012	0,058	0,053	0,001
	2023	36,8	8,24	46	0,016	0,003	0,010	0,003	0,011	0,057	0,056	0,001
SH2	2008 – 2022	100,4	6,92	287	0,025	0,004	0,016	0,095	0,020	0,193	0,217	0,021
	2023	104,8	6,90	311	0,005	0,003	0,025	0,066	0,016	0,170	0,213	0,019

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

Na lokalite v minulosti nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite začatý štátny terénny monitoring v rámci VTŽP hydrometrovaním a vzorkovaním troch profilov povrchových tokov (Banský potok, potok Zelená, Richtársky potok), štyroch štôlni 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 – 2023 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne (len v roku 2020 raz ročne). V povodí Banského potoka nad monitorovaným profilom SD1 sa nachádza štôlna Ivan, Denná štôlna, 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 štôlna Piesky,

drénujúca vyššie úrovne severnej časti dobývacieho poľa. Jeho najsevernejšia časť zasahuje až do povodia Richtárskeho potoka východne od obce Staré Hory, ktorý je monitorovaný v profile SH1. Dedičnou štôľňou dobývacieho poľa je štôľňa 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. Znečistenie podzemných vôd na lokalite Špania Dolina – flotačná úpravňa sa zistilo výlučne pre anorganické ukazovatele (Mikušová et al., 2015). Na základe porovnania výsledkov chemických analýz s indikačnými (ID) a intervenčnými (IT) kritériami v zmysle smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 pre rizikovú analýzu bolo zistené ich prekročenie v zdrojových aj indikačných monitorovacích vrtoch. Prekročené boli ID kritériá – pH (vrt VN77-6), Al (VN77-6), Sb (VN77-6) a IT kritériá – Al (VN77-6), Sb (VN77-5).

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina, odvodené z výsledkov monitoringu VŤŽP, 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 – 2022 dokumentované 122-násobné prekročenie limitu v obsahu Sb, 52-násobné pre Cu a 6-násobné pre As. V roku 2023 bola miera prekročenia týchto limitov mierne nižšia. 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 štôľne Piesky (objekt SD3) nespôsobuje prekročenie požadovanej hodnoty Zn v povrchovej vode recipientu – v potoku Zelená (objekt SD4). Rizikový obsah Zn mala do roku 2022 aj voda z odkaliska (SD2) a zo štôľne 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 – 2022	0,36	V	0,20	0,05	0,22	0,13	0,51	6,23	18,94	3,67	0,09
	2023	0,38	V	0,17	0,07	0,24	0,15	0,59	7,84	16,13	4,12	0,05
SD2	2008 – 2022	0,68	V	0,63	0,03	0,20	0,19	1,31	24,06	83,65	3,87	0,23
	2023	0,69	V	0,33	0,048	0,16	0,15	0,07	62,26	72,50	3,10	0,05
SD3	2008 – 2022	0,51	V	0,30	0,01	0,07	0,05	1,15	3,99	90,07	48,50	1,38
	2023	0,55	V	0,30	0,007	0,07	0,10	1,11	3,82	82,70	55,40	1,68
SD4	2008 – 2022	0,42	V	0,27	0,003	0,02	0,06	0,56	6,36	121,89	52,21	0,50
	2023	0,49	V	0,25	0,003	0,02	0,08	0,49	5,95	107,00	52,21	0,52
SD5	2008 – 2022	0,28	V	0,16	0,01	0,03	0,08	0,12	3,39	28,65	25,22	0,05
	2023	0,31	V	0,16	0,001	0,02	0,05	0,05	3,33	27,10	23,41	0,05
SD7	2008 – 2022	0,47	V	0,36	0,02	0,01	0,13	0,57	2,80	27,77	12,88	0,25
	2023	0,51	V	0,39	0,044	0,01	0,13	0,68	2,69	26,60	18,41	0,23
SH1	2008 – 2022	0,32	V	0,19	0,003	0,01	0,05	0,05	1,28	11,64	4,68	0,05
	2023	0,33	V	0,19	0,008	0,01	0,05	0,03	1,17	11,30	4,91	0,05
SH2	2008 – 2022	0,91	V	1,15	0,01	0,01	0,08	1,29	2,07	38,64	19,23	0,95
	2023	0,95	V	1,24	0,003	0,010	0,13	0,89	1,65	33,90	18,85	0,86

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 (smernica 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). Mierne nižšiu úroveň Sb obsahuje i priesaková voda odkaliska. Z ostatných sledovaných ukazovateľov je prekročené intervenčné kritérium len v obsahu As, v priesakovej vode odkaliska. Miera jeho prekročenia bola v roku 2023 2-krát vyššia, ako v predošlom období.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahov Sb v jednotlivých monitorovaných objektoch pre rok 2023 s predošlým obdobím rokov 2008 – 2022 zisťujeme nárast vo vode odkaliska. Pomerne stabilné sú úrovne týchto prvkov vo vode štôlní 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 – 2022	0,38	V	0,06	4,57	16,73	0,04	0,05
	2023	0,37	V	0,003	11,83	14,50	0,04	0,01
SD3	2008 – 2022	0,28	V	0,06	0,76	18,01	0,55	0,30
	2023	0,30	V	0,06	0,73	16,54	0,63	0,37
SD5	2008 – 2022	0,16	V	0,01	0,64	5,73	0,29	0,01
	2023	0,17	V	0,002	0,63	5,42	0,26	0,01
SD7	2008 – 2022	0,26	V	0,03	0,53	5,55	0,15	0,06
	2023	0,28	V	0,03	0,51	5,32	0,21	0,05
SH2	2008 – 2022	0,51	V	0,06	0,39	7,73	0,22	0,21
	2023	0,52	V	0,04	0,31	6,78	0,21	0,19

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 – 2022	0,25	V	0,02	2,29	8,37	0,02	0,03
	2023	0,25	V	0,001	5,92	7,25	0,02	0,01
SD3	2008 – 2022	0,19	V	0,02	0,38	9,01	0,27	0,15
	2023	0,20	V	0,02	0,36	8,27	0,31	0,19
SD5	2008 – 2022	0,10	V	0,002	0,32	2,86	0,14	0,01
	2023	0,11	V	0,001	0,32	2,71	0,13	0,01
SD7	2008 – 2022	0,17	V	0,01	0,27	2,78	0,07	0,03
	2023	0,19	V	0,01	0,26	2,66	0,10	0,03
SH2	2008 – 2022	0,33	V	0,02	0,20	3,86	0,11	0,11
	2023	0,35	V	0,01	0,16	3,39	0,11	0,10

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

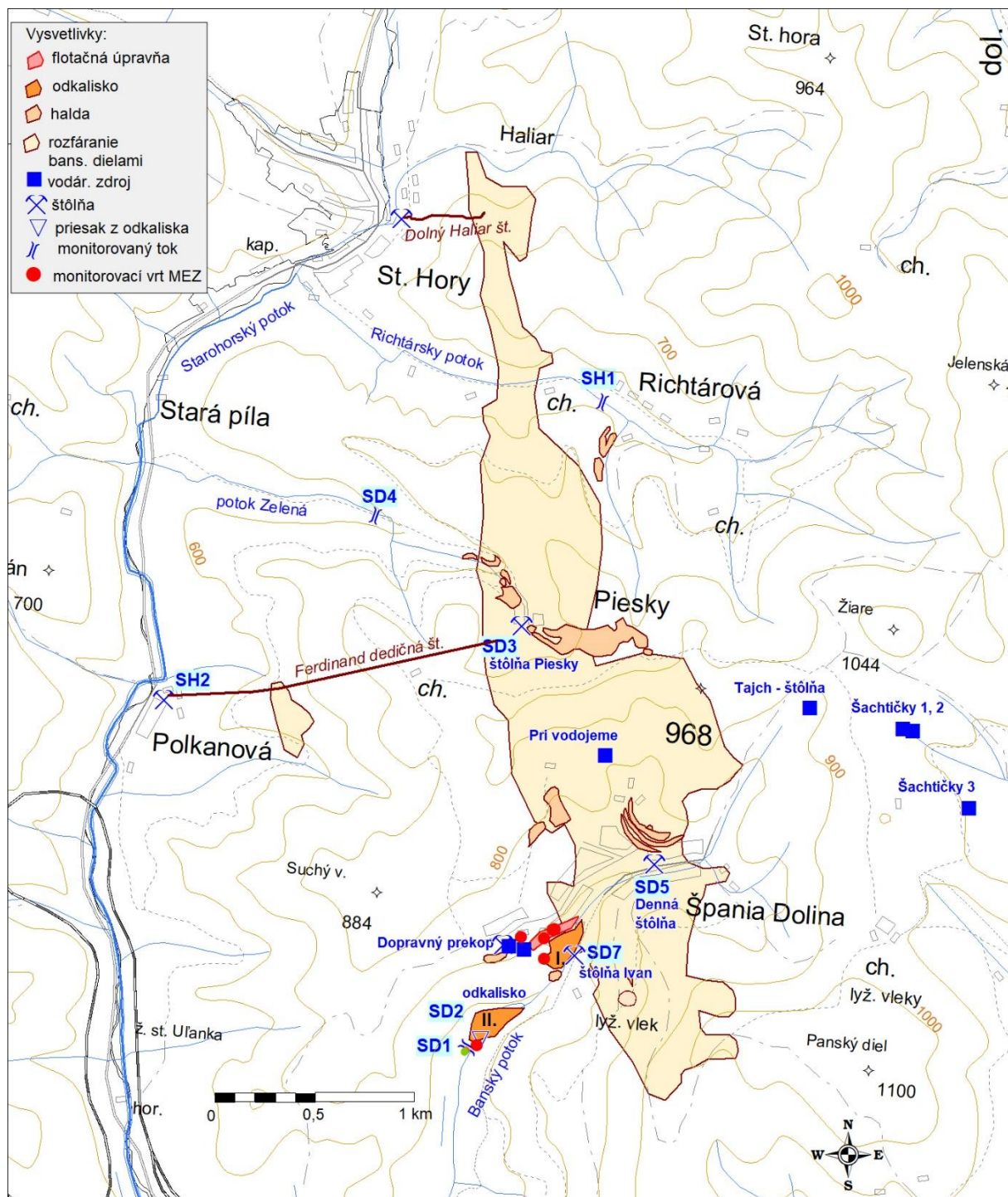
Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.3.5.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečného sedimentu. 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. V profile pod odkaliskom v Španej Doline bolo v rámci VŤŽP 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). 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).

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 Podložený 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 – 2023 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 2023 boli stabilné a nepoškodené, s voľným výtokom banskej vody.



Obr. 4.5.1 Situácia monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina

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 barytu (SABAR, s.r.o., Markušovce pre Rudohorskú investičnú spoločnosť a. s., Spišská Nová Ves) v menšom rozsahu nad dedičným horizontom Rochus v oblasti Poráča na ložisku Rudňany, pričom v rokoch 2019 – 2023 sa tu už nedobývalo (HBÚ, 2024). Organizácia výhradné žilné ložisko dobývala technológiou s použitím dobývacej metódy „Medziobzorové dobývanie krátkymi vrtmi na zával“ so samovoľným zavalovaním vydobytého priestoru. Prejav dobývania je na povrchu vymedzený závalovým pásomom, v ktorom vzniknuté terénne poklesy (prepadliská) boli priebežne zavázané inertným materiálom – elektrárenským popolčekom, ako následná rekultivácia. Rudné bane a. s., Banská Štiavnica 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 (HBÚ 2020, 2021, 2022).

Odkalisko v Markušovciach je v zmysle zákona NR SR č. 514/2008 Z. z. zaradené do kategórie A. Ide o uzavreté úložisko, s následným materiálovým využitím. V registri kategorizovaných vodných stavieb – odkalísk – je v zmysle vodného zákona (zákon č. NR SR č. 364/2004 Z. z.) evidované ako údolné odkalisko v kategórii II a podlieha odbornému technicko-bezpečnostnému dohľadu. Jeho správcom je RIS a. s. Spišská Nová Ves.

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

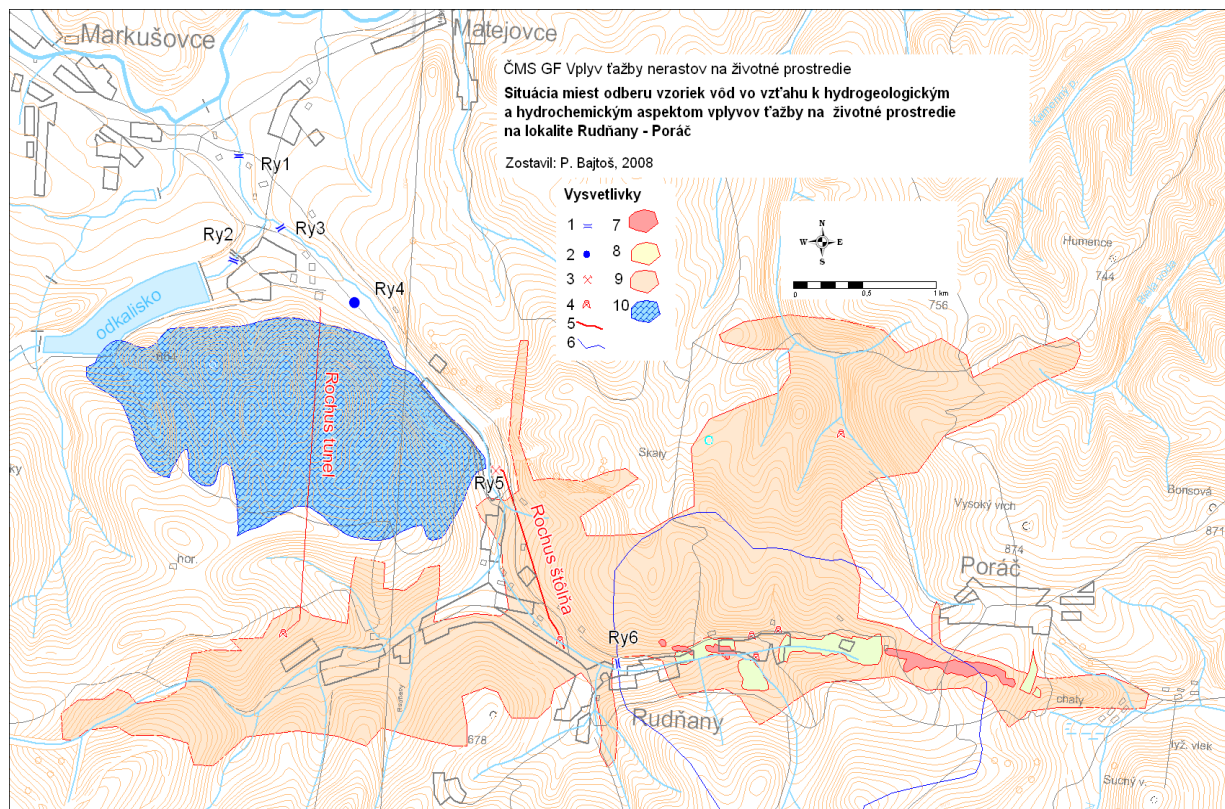
Vplyv vyrazených banských diel na hydrogeologické pomery lokality spočíva v modifikácii pôvodného obehu a režimu podzemných vôd hydrogeologického masívu paleozoických metamorfitov gemerika. Vzhľadom na charakter priepustnosti hydrogeologického masívu sa vplyv drenáže podzemných vôd banskými dielami sústreďuje 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 vytťaženej rúbaniny (rudné, hlušínové), skládky odpadu po úprave rudy mletím a pražením, skládka flotačného kalu – odkalisko, plošné anomálie pôdy kontaminovanej imisiami technologických plynov a prašného spadu z tepelnej úpravy rúd. Uvedené zdroje kontaminácie sú sústredené hlavne pozdĺž východov žíl na povrch, ústí hlavných banských diel na povrch a v areáli Nového priemyselného závodu (NPZ), kde dlhodobo prebiehala úprava vytťaženej 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 obehu 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 Všetehsvätých (Ry7), ktorej ústie bolo stabilizované a upravené výstavbou murovaného portálu organizáciou Rudné bane š.p., v rámci zabezpečovacích prác v roku 2013. Tieto objekty boli v rámci monitoringu do roku 2018 vzorkované 2x ročne. V rokoch 2019 – 2023 bola banská voda štôľne Rochus vzorkovaná 6x ročne a odkalisko a prameň Olšo 4x ročne. Monitorované povrchové toky boli v rokoch 2019 až 2023 vzorkované 1 – 2x 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 a podrobne vyhodnotené z hľadiska charakteristiky hydrochemického režimu (Bajtoš, 2022). 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 presahuje limit vo všetkých troch monitorovaných profiloch Rudnianskeho potoka (tab. 4.6.2). Najvýraznejšie – približne 10-násobné prekročenie – je za obdobie 2007 – 2023 zaznamenané v profile Ry6, ktorého spádovou oblasťou je pramenná časť jeho povodia medzi Rudňanami a Poráčom. V roku 2023 tu bolo zaznamenané 5,9-násobné prekročenie. Pred ústím do Hornádu (profil Ry1) je priemerný obsah Sb dlhodobo oproti limitu približne 2-násobne vyšší, v roku 2021 bolo prevýšenie 1,7-násobné. Lokálne sa v monitorovanej oblasti môže vyskytovať zvýšený obsah bária, čo dokumentujú analýzy vody štôľne Všetehsvätých pri Poráči (3-násobné prekročenie požadovanej hodnoty pre povrchovú

vodu). V profile Ry6 sa charakteristická hodnota Ba pohybuje tesne nad úrovňou požadovanej hodnoty. V tomto profile dlhodobo mierne prekračuje požadovanú hodnotu pre povrchové vody i obsah Cu (v roku 2023 bolo prekročenie 1,05-násobné). Zdrojom rizikovej koncentrácie mangánu (4,7-násobné prekročenie KPV za obdobie rokov 2007 – 2022 a 5-násobné v roku 2022) 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. V rámci monitoringu kvality povrchových vôd (SHMÚ Bratislava) nebol Rudniansky potok v roku 2023 sledovaný.



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 (smernica 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 (ID pre Sb prekročené 3x, pre Hg 1x), vody prameňa Olšo (prekročenie obsahu Hg zaznamenané 7-krát, do 0,0032 mg/l) a vody štôlne Rochus (prekročenie IT pre Sb 12.4.2010: 0,057 mg/l, prekročené ID pre Sb 3. 5. 2012: 0,026 mg/l). Pri porovnaní charakteristickej hodnoty obsahu Sb pre rok 2023 voči predchádzajúcemu obdobiu 2007 – 2022 zisťujeme u štôlni Rochus výrazný pokles. Obsah Hg vo vode prameňa Olšo v roku 2023 oproti predchádzajúcemu obdobiu mierne stúpol, vo vode odkaliska stúpol výrazne.

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 – 2022	69,0	8,11	127	0,110	0,126	0,0003	0,005	0,076	0,004	0,009	0,005
	2023	76,3	7,92	115	0,774	0,100	0,00020	0,004	0,072	0,005	0,008	0,005
Ry2	2007 – 2022	84,8	7,86	214	0,056	0,074	0,0004	0,003	0,042	0,008	0,016	0,004
	2023	82,1	7,67	174	0,234	0,095	0,0013	0,003	0,078	0,009	0,017	0,007
Ry3	2007 – 2022	29,5	7,79	27	0,078	0,052	0,0001	0,006	0,065	0,002	0,005	0,003
	2023	36,2	7,44	24	0,090	0,060	0,0001	0,002	0,095	0,002	0,004	0,003
Ry4	2007 – 2022	63,9	7,61	96	0,010	0,007	0,0016	0,014	0,075	0,002	0,013	0,002
	2023	68,4	7,41	84	0,038	0,006	0,0019	0,002	0,090	0,002	0,012	0,002
Ry5	2007 – 2022	161,3	7,52	403	0,342	1,413	0,0001	0,006	0,036	0,009	0,009	0,004
	2023	160,5	7,22	365	1,406	1,510	0,0001	0,006	0,038	0,017	0,004	0,004
Ry6	2007 – 2022	42,2	7,61	29	0,110	0,278	0,0002	0,012	0,109	0,005	0,049	0,014
	2023	56,0	7,23	23	0,059	0,087	0,0001	0,005	0,120	0,003	0,030	0,011
Ry7	2013 – 2022	134,6	7,87	34	0,049	0,019	0,0004	0,003	0,312	0,001	0,001	0,001
	2023	161,7	7,64	24	0,044	0,007	0,0003	0,001	0,276	0,0004	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 Všetehsvätých. 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 – 2022	0,63	V	0,51	0,05	0,42	0,26	0,09	0,76	0,37	1,84	0,48
	2023	0,69	V	0,46	0,39	0,33	0,19	0,06	0,72	0,50	1,66	0,48
Ry2	2007 – 2022	0,77	V	0,86	0,03	0,25	0,39	0,05	0,42	0,76	3,18	0,34
	2023	0,75	V	0,70	0,12	0,32	1,21	0,04	0,78	0,89	3,34	0,67
Ry3	2007 – 2022	0,27	V	0,11	0,04	0,17	0,08	0,10	0,65	0,20	1,08	0,30
	2023	0,33	V	0,10	0,05	0,20	0,10	0,03	0,95	0,21	0,76	0,29
Ry4	2007 – 2022	0,58	V	0,39	0,005	0,02	1,53	0,23	0,75	0,20	2,62	0,15
	2023	0,62	V	0,33	0,019	0,02	1,83	0,03	0,90	0,18	2,37	0,21
Ry5	2007 – 2022	1,47	V	1,61	0,17	4,71	0,14	0,10	0,36	0,86	1,73	0,35
	2023	1,46	V	1,46	0,70	5,03	0,10	0,10	0,38	1,68	0,78	0,41
Ry6	2007 – 2022	0,38	V	0,12	0,06	0,93	0,20	0,20	1,09	0,46	9,71	1,29
	2023	0,51	V	0,09	0,03	0,29	0,05	0,08	1,20	0,31	5,90	1,05
Ry7	2013 – 2022	1,22	V	0,13	0,02	0,06	0,38	0,06	3,12	0,08	0,27	0,16
	2023	1,47	V	0,10	0,02	0,02	0,29	0,02	2,76	0,04	0,13	0,15

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. 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, ktorého 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).

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 – 2022	0,42	V	0,20	0,003	0,04	0,16	0,64	0,004	0,01	0,01	0,01
	2023	0,41	V	0,64	0,003	0,08	0,19	0,67	0,007	0,01	0,01	0,02
Ry4	2007 – 2022	0,32	V	0,80	0,01	0,08	0,04	0,52	0,002	0,01	0,01	0,01
	2023	0,34	V	0,96	0,002	0,09	0,04	0,47	0,002	0,01	0,01	0,01
Ry5	2007 – 2022	0,81	V	0,07	0,006	0,04	0,18	0,35	0,004	0,09	0,04	0,02
	2023	0,80	V	0,05	0,006	0,04	0,35	0,16	0,004	0,17	0,05	0,02
Ry7	2013 – 2022	0,67	V	0,20	0,003	0,31	0,02	0,05	0,001	0,01	0,01	0,01
	2023	0,81	V	0,15	0,001	0,28	0,01	0,03	0,001	0,01	0,01	0,01

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

Inžinierskogeologické aspekty

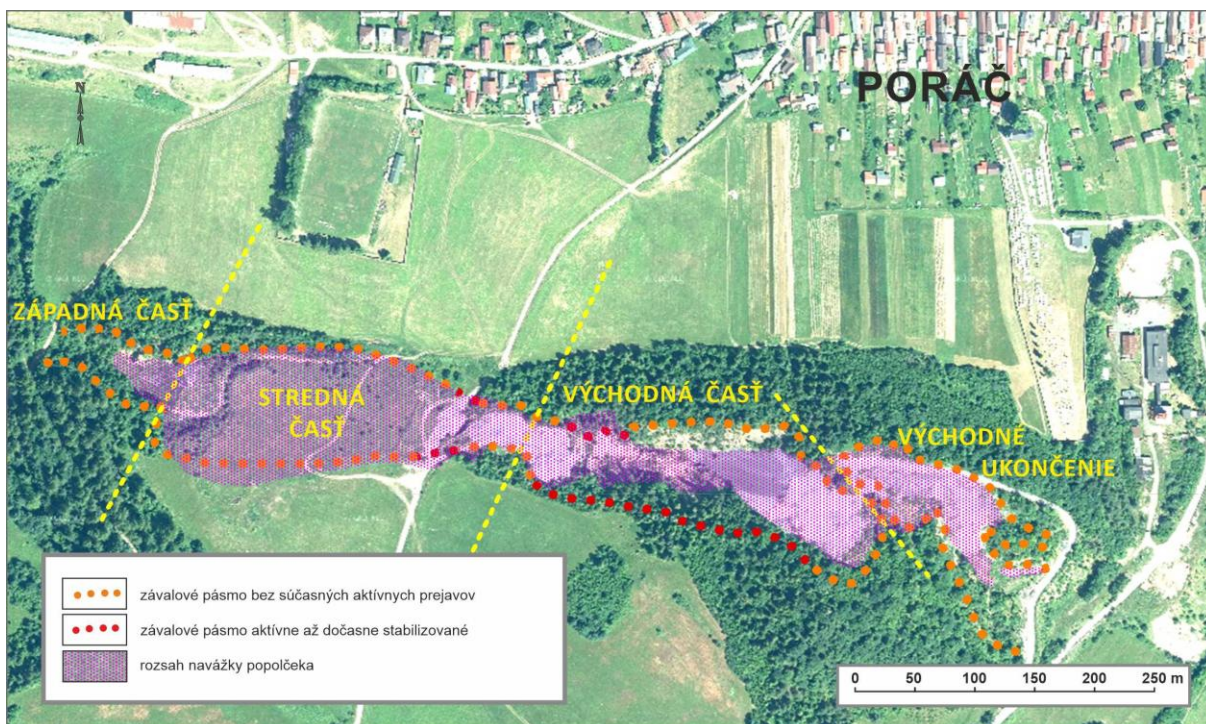
Na území ložiska došlo v dôsledku rozsiahleho podrúbania k preukázateľnému poškodeniu a ohrozeniu majetku vo veľkom rozsahu. Fyzikálne zmeny v horninovom masíve po dlhodobom dobývaní rúd s masovým využívaním metód ťažby bez zakládky a následným vznikom otvorených priestorov vyvolali poklesy terénu so 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.

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.

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 rozčlenené a sledované v rámci 4 oblastí, a to – západnej, strednej, východnej časti a východného ukončenia (obr. 4.6.2). Závalové pásmo bolo zavázané popolčekom (v strednej časti až po úroveň pôvodného terénu pred vznikom závalov). Posledná aktivita v zavázaní bola zaznamenaná v r. 2021 najmä vo východnej časti závalového pásma, kde zároveň došlo už k úplnému prepojeniu návažky od východného k západnému okraju závalového pásma. Pri terénnej rekognoskácii v r. 2023 nebola pozorovaná zmena rozsahu návažky popolčeka v porovnaní s r. 2022, resp. s r. 2021.



Obr. 4.6.2: Rozsah zavážania závalového pásma Baniská popolčekom s vymedzením úsekov podľa aktuálnej aktivity deformácií povrchu územia vplyvom ťažby so stavom k r. 2023 (topograf. podklad – zdroj: https://zbgisws.sk/geodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get)

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 rozširovanie závalového pásma a ďalších súvisiacich geodynamických javov prostredníctvom GNSS zameriavania (hlavne menšieho rozsahu) v tesnej blízkosti závalového pásma sledovať len obtiažne. Preto sú morfológické zmeny v oblasti závalového pásma hodnotené aj prostredníctvom medziročného porovnávania časových fotografických snímok získavaných zo stanovišť vytýčených v r. 2017.

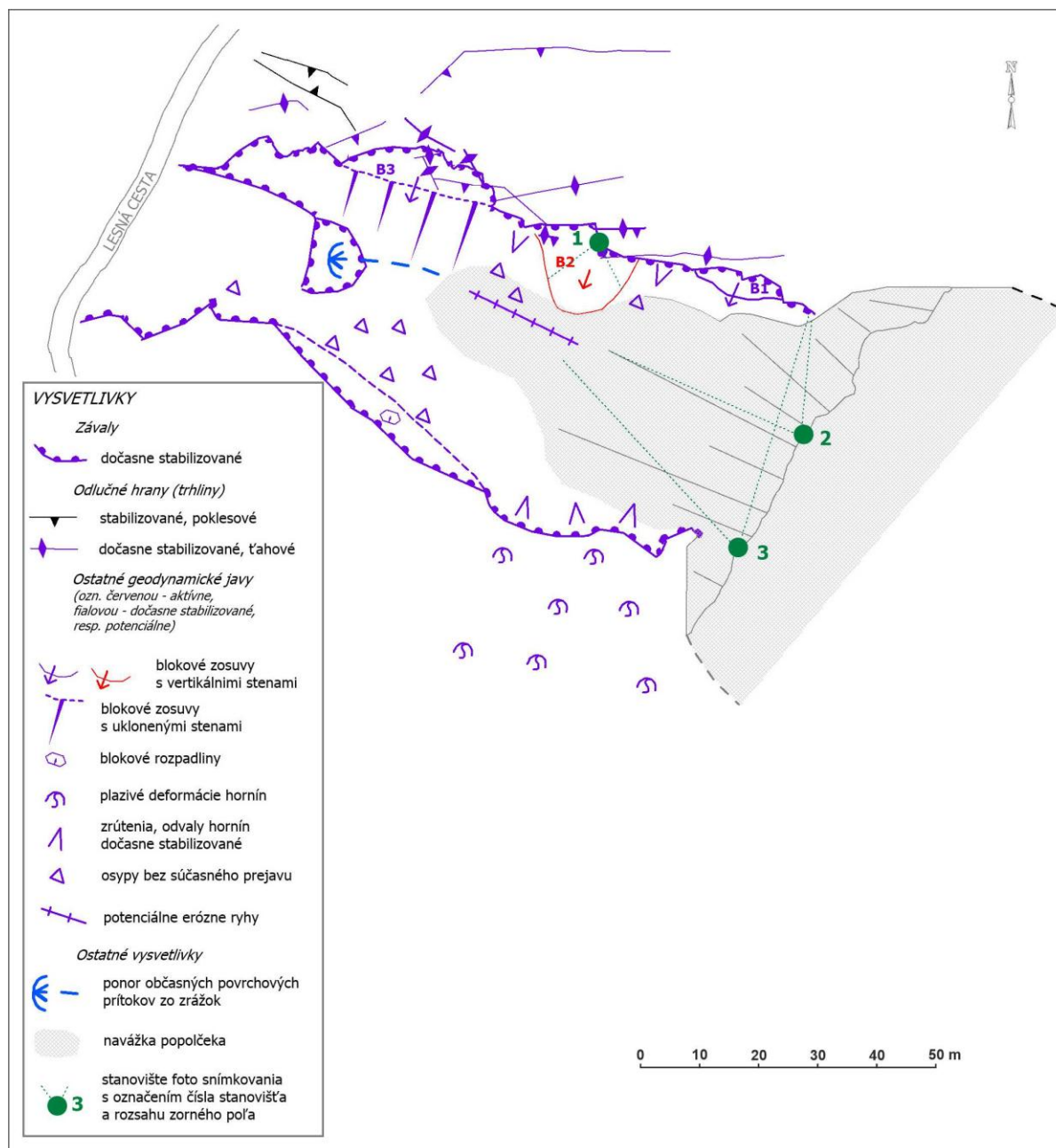
Vplyvy banskej činnosti sa v poslednom období prejavovali v niektorých častiach závalového pásma v rozširovaní závalu, najčastejšie v podobe sekundárnych retrográdnych svahových deformácií do širšieho okolia závalov, v podobe gravitačného rozvoľňovania a rozpadania horninových blokov, blokových zosuvov hornín, zosuvov hornín a pod. Miera progresívneho rozvoja týchto retrográdnych svahových deformácií v prevažnej miere závisí (ak neberieme do úvahy iba vplyv samotného poddolovania) od rozsahu zavezenia depresií 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. 2023 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 dlhodobiejšieho vývoja charakterizovať ako dočasne stabilizovanú (obr. 4.6.3).

Pre pozorovanie zmien aktivity pre úsek časti severného okraja závalového pásma sa začalo v r. 2017 realizovať porovnávacie fotografické snímkovanie z troch vytýčených stanovišť (obr. 4.6.3). Vzhľadom na narastajúce clonenie snímkovania zo stanovišťa 2 porastom stromom a nízku mieru aktivity severného okraja závalu boli hodnotené porovnávacie snímkovania iba zo stanovišť 1 a 3. Z porovnávania snímok z r. 2022 a z r. 2023 a terénnej rekognoskácie vyplývajú nasledovné skutočnosti.



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

Z obr. 4.6.4 vyplýva, že na horninovom bloku B2 neboli pozorované od r. 2022 významnejšie geodynamické zmeny. Z obr. 4.6.5 vyplýva, že na sledovanom úseku severného okraja závalu neboli zaznamenané pozorovateľné zmeny v progresivite rozvoja závalu, resp. rozvoľňovania blokov horninového masívu a iných geodynamických javov od predchádzajúceho sledovania v r. 2022. Posledná aktivita v podobe osypov a odvaľovania menších skalných blokov západne od bloku B2 bola zaznamenaná v r. 2018. Zmena v rozsahu



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. 2022 a 2023

zavážania popolčekom v tejto časti závalového pásma (obr. 4.6.5) nebola registrovaná od r. 2017. Negatívnym javom je nelegálne skládkovanie odpadu rôzneho druhu – komunálny odpad, stavebný odpad, a pod. na navážku popolčeka v oblasti stanovišťa 3.

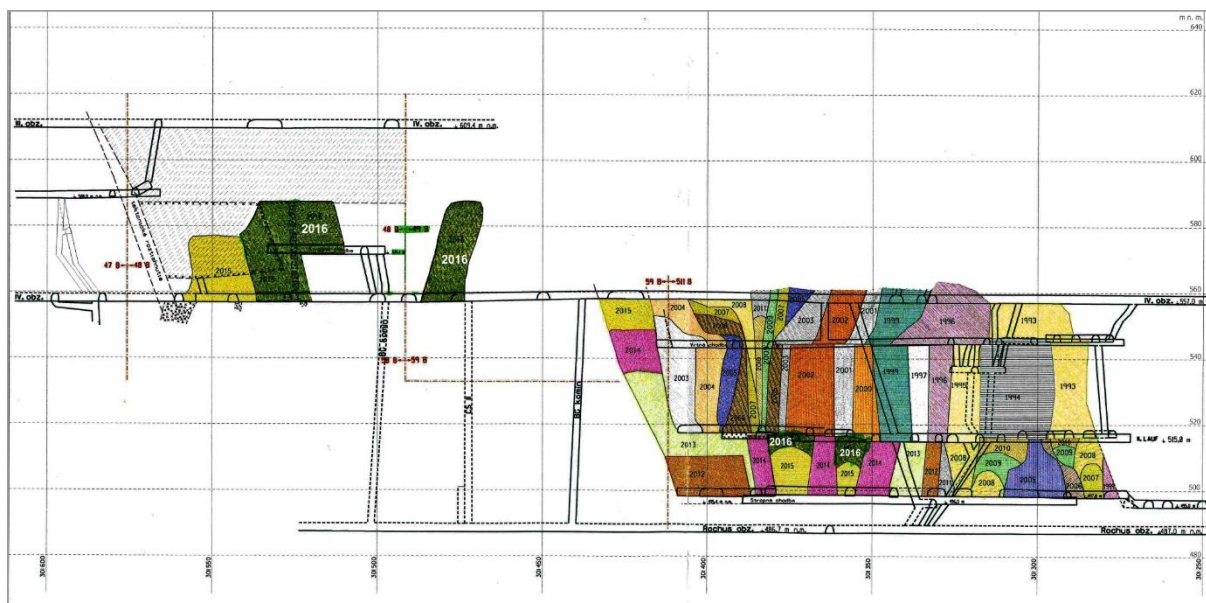
Závalové pásmo Baniská – stredná časť

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. 4.6.7). Obhliadkou miesta v r. 2019 bolo zistené, že zával bol medzičasom zavážaný popolčekom v prevažnej časti až po úroveň terénu pred vznikom závalu. Ďalšia aktivizácia, resp. rozširovanie závalu už nebolo badateľné. Zmeny na závale od tejto doby neboli pozorované ani v r. 2023.

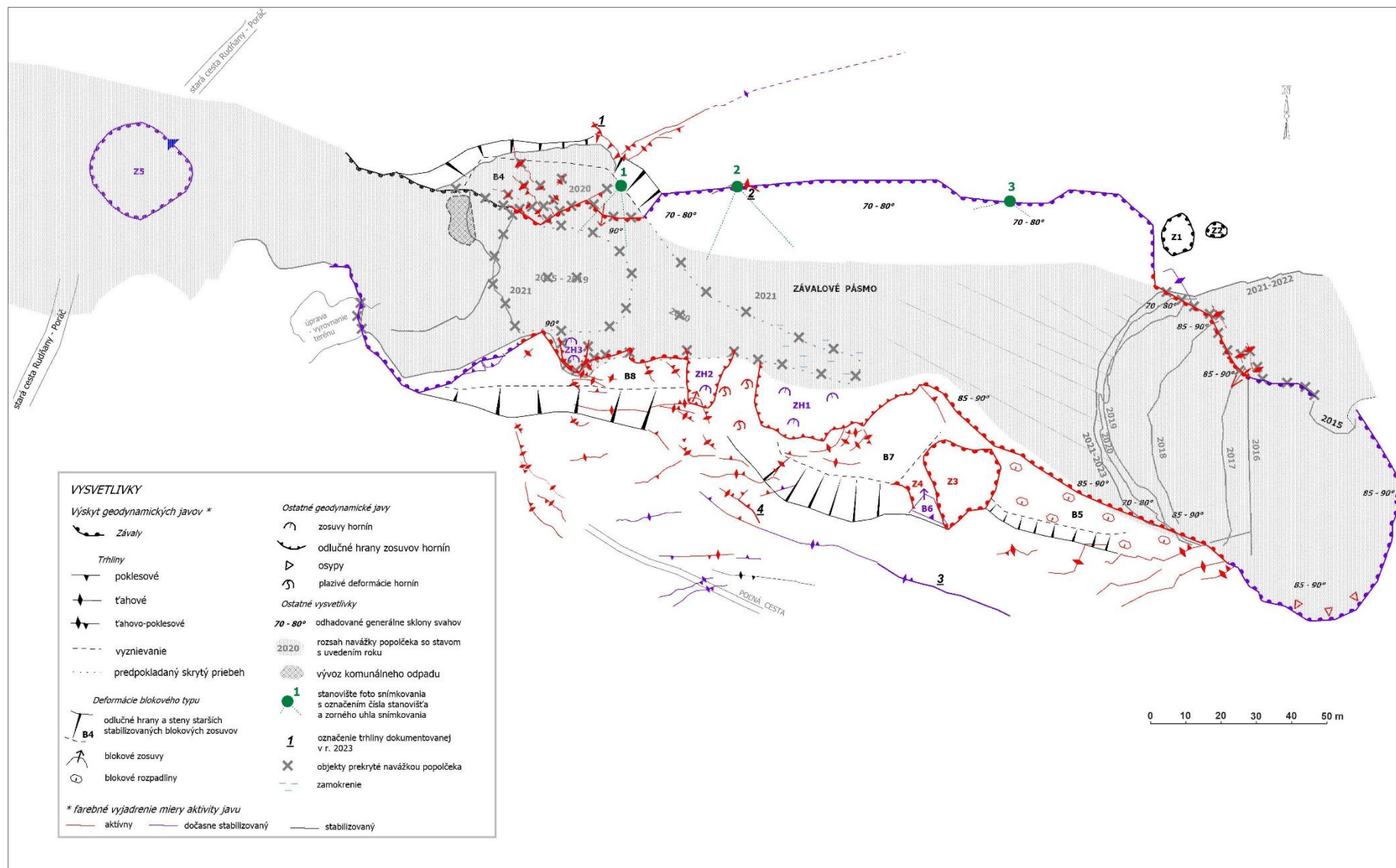
Závalové pásmo Baniská – východná časť

Tažba barytu na Droždiak žile pokračovala v období r. 2015 a 2016 nad stropnou chodbou nad Rochus obzorom, pod úrovňou 4. obzoru a v bloku 48B, 58B a 49B nad 4. obzorom (obr. 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)



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

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.

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 r. 2023 bola zaznamenaná aktivizácia odľučnej poklesovej hrany bloku B4, ktorá má zvislý priebeh (obr. 4.6.7, 4.6.8). Zároveň bol pozorovaný vznik ťahovo-poklesovej trhliny 1 (s mierou poklesu do 0,3 m), ktorá vyúsťuje k odľučnej poklesovej hrane bloku B4 (obr. 4.6.7). Blízke paralelné aktívne ťahovo-poklesové trhliny JZ – SV smeru možno naďalej považovať za aktívne s predpokladom ich opätovnej aktivizácie.



Obr. 4.6.8: Aktivizovaná poklesová odľučná hrana bloku B4

V blízkosti stanovišťa 2 bola v r. 2023 pozorovaná reaktivizácia aktívnej trhliny v podobe jej predlžovania JV smerom. Zistené tu boli 3 menšie otvory v teréne, ktoré v prepojení vytvárajú líniu JV smeru. Dá sa predpokladať, že existuje skryté pokračovanie trhliny ďalej smerom do závalu.

V ostatnej časti severného okraja východnej časti závalového pásma neboli terénou rekognoskáciou v r. 2023 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 vyhotovených v r. 2022 a 2023 (obr. 4.6.9) realizovaných z troch stanovišť vytýčených v r. 2017 (obr. 4.6.7). V porovnaní s r. 2022 nie sú pozorovateľné zmeny na odľučnej stene v sledovanej časti závalového pásma. Z fotografického snímkovania zo stanovišťa 1 (obr. 4.6.9a) je zrejmé, že pozorovaný úsek závalu je takmer po jeho okrajovú hranu (v oblasti bloku B8 a zosuvu ZH3) zavezený navážkou popolčeka. Vzhľadom na to bol v r. 2021 zmenený stav zosuvu ZH3 (ako sekundárneho geodynamického javu po vzniku závalov) z aktívneho na dočasne stabilizovaný (obr. 4.6.7) ako dôsledok zvýšenia pasívnych síl z prítlačenia návažkou popolčeka v závale.



a)



b)

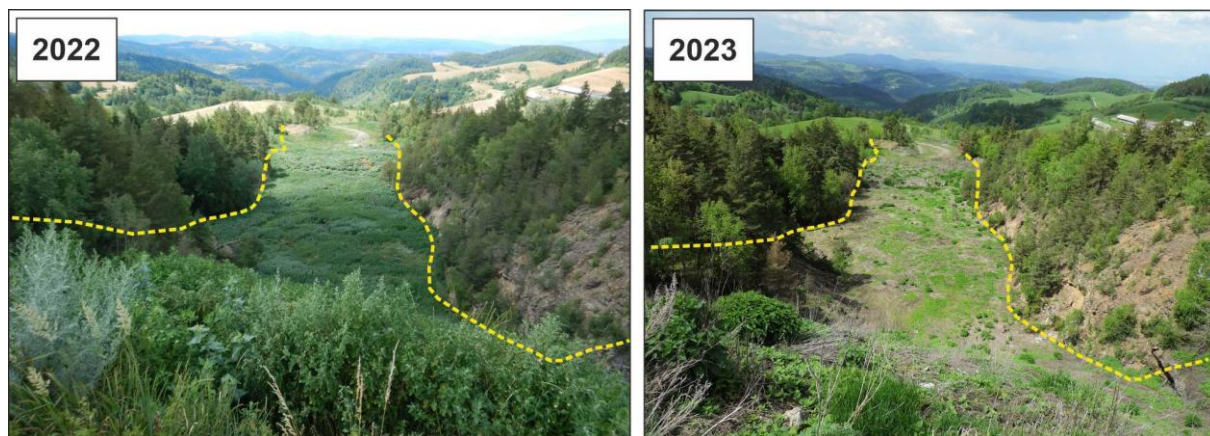


c)

Obr. 4.6.9 Porovnávacie fotografické snímkovania východnej časti závalového pásma Baniská z r. 2022 a 2023 zo stanovišť: a) stanovište 1, b) stanovište 2, c) stanovište 3

Od posledného pozorovania v r. 2022 nedošlo k zmene rozsahu navážky popolčeka. Povrch navážky je úplne zarastený invazívnymi druhmi rastlín. Podobne takáto zmena stavu z aktívneho na dočasne stabilizovaný z dôvodu zavážania závalu popolčekom bola v r. 2021 upravená aj pri svahovej deformácii ZH1, resp. ZH2 (obr. 4.6.7). Z obr. 4.6.9b je zreteľný dosah zavezenia zosuvného svahu popolčekom (rovinatá časť v spodnej polovici snímok na obr. 4.6.9b). Z porovnania fotografického snímkovania z r. 2022 a 2023 zo stanovišť 2 a 3 (obr. 4.6.9b, 4.6.9c) nie sú zrejmé významnejšie pozorovateľné zmeny v aktivite geodynamických javov v častiach zosuvných svahov závalu nezastretých navážkou popolčeka. Výnimkou je odľučná hrana na zosuve ZH1, kde je z porovnania snímok (obr. 4.6.9b, 4.6.9c) zreteľné miesto (označené na snímkach prerušovanou červenou čiarou), kde došlo k lokálnemu zosunutiu horninového materiálu na hrane závalu. K málo významným prítomným geodynamickým javom možno priradiť opadávanie menších horninových úlomkov. Stav v r. 2023 je porovnateľný aj so stavom v r. 2017.

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). V r. 2023 nebola pozorovaná zmena v rozsahu navážky v porovnaní s r. 2022, resp. r. 2021 (obr. 4.6.10). Lokálne sú pozorovateľné na ploche navážky zamokrenia.

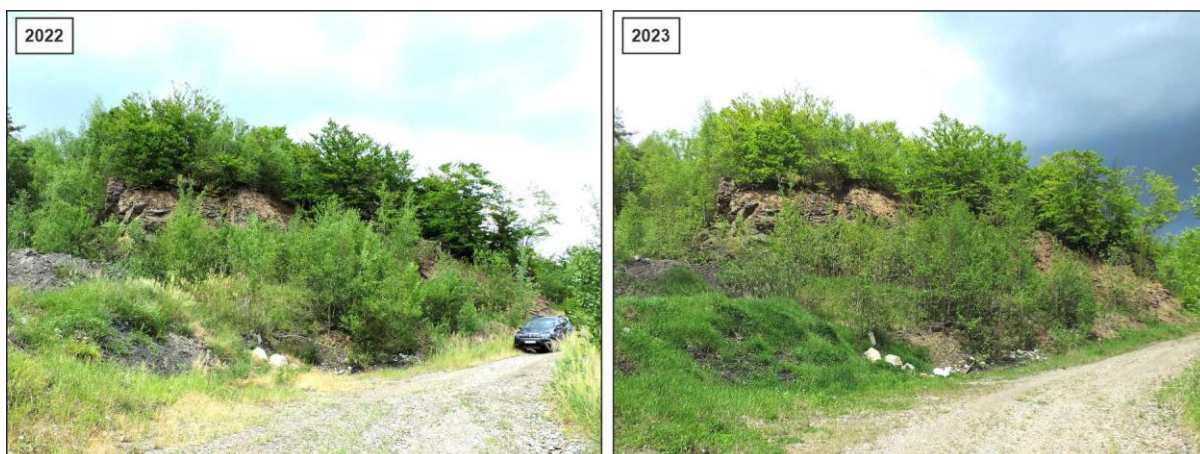


Obr. 4.6.10 Pohľad na rozsah navážky popolčeka v smere z východu na západ
(s vyznačením ohraničenia navážky)

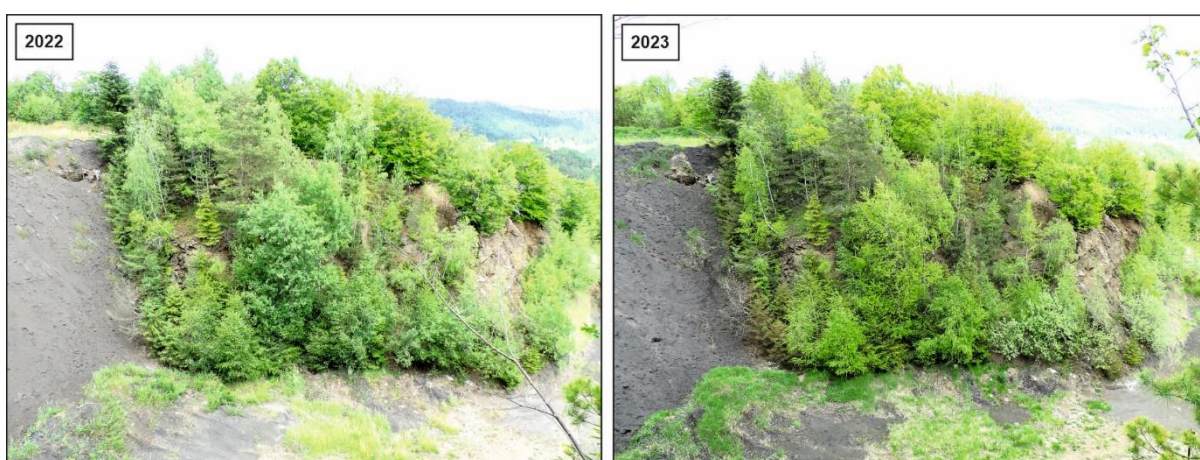
V rámci sledovania južného okraja východnej časti závalového pásma bol v trávnom poraste južne od bloku B8 v oblasti pásma trhlín v r. 2019 (obr. 4.6.7) dokumentovaný výskyt značného počtu aktívnych a dočasne stabilizovaných trhlín. V rámci rekognoskácie terénu v r. 2023 boli v rámci tejto oblasti zaznamenané pozorovateľné zmeny. Zaznamenaná bola ťahovo-poklesová trhlina (s GNSS zameraním) s označením 3, ktorá je severovýchodným pokračovaním skôr dokumentovanej trhliny. Zistená bola aj poklesová trhlina s označením 4 s mierou poklesu cca 0,3 m a s predpokladaným aktívnym charakterom.

Závalové pásmo Baniská – východné ukončenie

Hodnotenie geodynamickej aktivity východného ukončenia závalového pásma vyplýva z rekognoskácie územia a z porovnania snímok z rokov 2022 a 2023 (obr. 4.6.11, 4.6.12) realizovaných zo siedmich stanovišť vytýčených v r. 2017 (obr. 4.6.13).



a)



b)



c)

Obr. 4.6.11 Porovnávacie fotografické snímkovania východného ukončenia závalového pásma Baniská z r. 2022 a 2023 – 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 bolo 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. 2023.



a)



b)



c)



d)

Obr. 4.6.12: Porovnávacie fotografické snímkovania východného ukončenia závalového pásma
Baniská

z r. 2022 a 2023 – južný okraj južnej vetvy zo stanovišť:
a) stanovište 4, b) stanovište 5, c) stanovište 6 a
severný okraj severnej vetvy zo stanovišť: a) stanovište 7

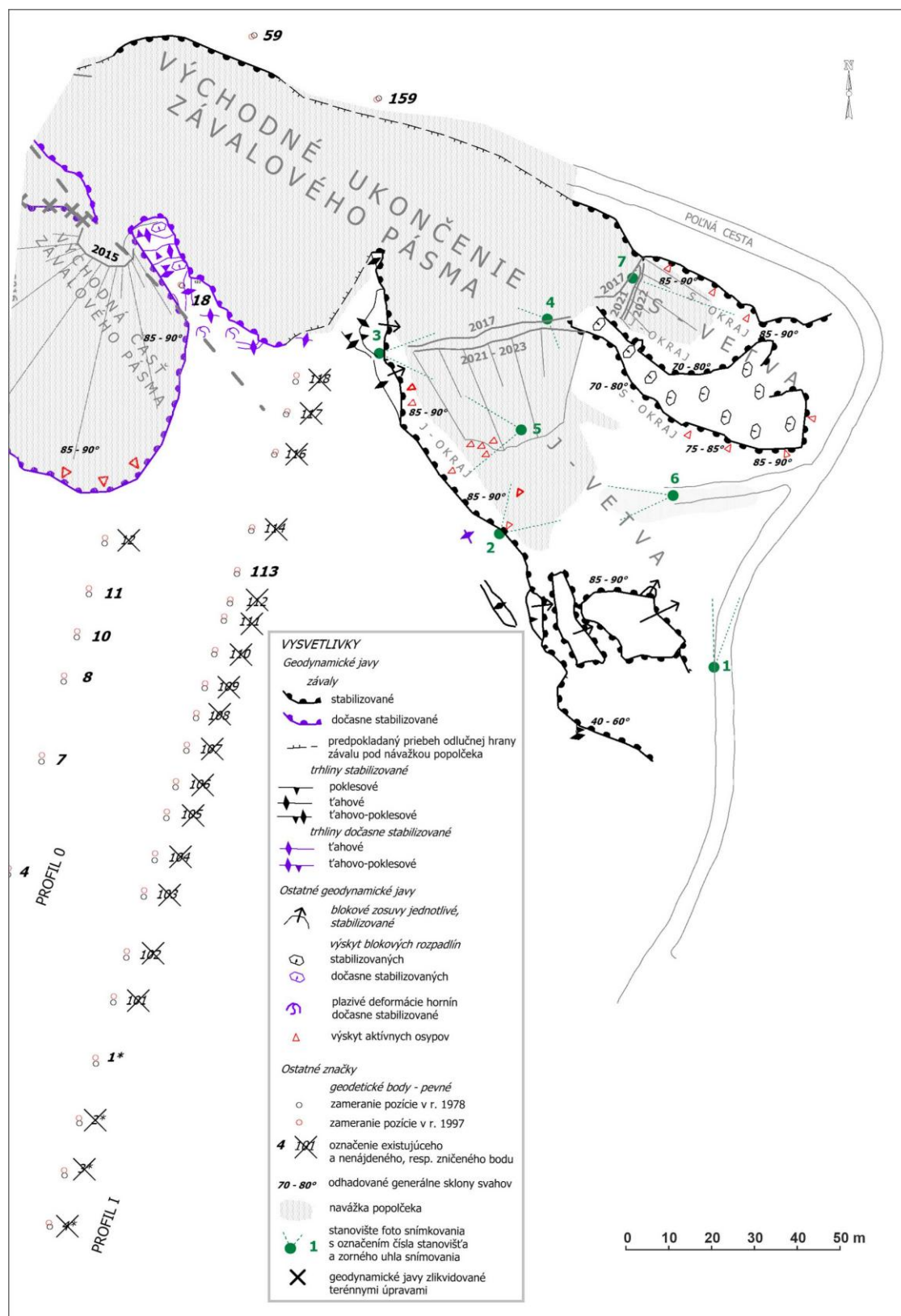
Fotografické snímky zo stanovišť 1, 2 a 3 (obr. 4.6.11) zobrazujú severný okraj južnej vetvy závalu, na ktorom vidieť postupné zarastanie obnaženej steny vegetáciou (najmä stromovým porastom), a to predovšetkým v jeho západnej časti. V jeho strednej a východnej časti prebieha menej výrazné osypávanie úlomkov hornín na odlučnej stene závalu. Podľa porovnania fotografického snímkovania z r. 2022 a z r. 2023 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. Táto oblasť je o. i. fotograficky snímkaná zo stanovišť 4, 5 a 6 (obr. 4.6.12 a) až c). Pri rekognoskácii v r. 2023 neboli zaregistrované významnejšie zmeny v aktivite závalu oproti r. 2022. Registrovaná bola lokálna aktivizácia vypadávania úlomkov a blokov hornín z odlučnej steny závalu, a to JV od stanovišť 3 (obr. 4.6.12b, 4.6.13) a severne od stanovišť 2 (obr. 4.6.12a, 4.6.13).

Oblasť severnej vetvy východného ukončenia závalového pásma neprejavuje v porovnaní s predchádzajúcim obdobím známky aktivizácie. Dokumentuje to aj porovnávacie snímkovanie zo stanovišť 7 (obr. 4.6.12d).

V porovnaní s r. 2022 nebola v tejto oblasti pozorovaná zmena v rozširovaní rozsahu zavážania popolčekom.

V zachovanom výbežku pôvodného terénu medzi závalmi v oblasti geodetického bodu 18 profilu 0 (obr. 4.6.13) sa javia dokumentované geodynamické javy bez pozorovateľnej zmeny v porovnaní s predchádzajúcim obdobím.



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 3. 8. 2011 bola organizácii Siderit, s.r.o., Nižná Slaná povolená banská činnosť – likvidácia hlavných banských 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 štúdii (Bachňák, 2011) navrhlo vyrazenie odvodňovacej štôľne vo výškovej úrovni miestnej eróznej bázy 360 m n. m. Po odpojení elektrickej energie došlo 18. 8. 2011 na XIII. obzore a 19. 8. 2011 na XII. obzore k ukončeniu odvodňovania podzemia čerpaním. Odvtedy prebiehalo 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 banského diela z povrchu až do telesa jamy Gabriela o celkovej dĺžke 110 m. V rokoch 2017 – 2019 bola realizovaná výstavba vodohospodárskych zariadení pred ústím štôľne Marta na základe vodoprávneho rozhodnutia a výstavba portálu tejto štôľne (HBÚ, 2020). K zatopeniu bane došlo vo februári 2022, monitoring množstva a kvality banskej vody vytekajúcej zo štôľne Marta je zabezpečovaný, v zmysle podmienok príslušného úradu ŽP, organizáciou Rudné bane š. p. Banská Štiavnica. Vzhľadom na mimoriadne nepriaznivú kvalitu vytekajúcej banskej vody, spôsobujúcu kontamináciu vody a sedimentu v rieke Slaná, vláda SR vyhlásila v júli 2022 mimoriadnu situáciu na rieke Slaná a zriadila medzirezorný krízový štáb, ktorý v ďalšom období koordinoval aktivity smerujúce náprave existujúceho stavu.

Odkalisko v Nižnej Slanej je zaradené do kategórie A podľa zákona NR SR č. 514/2008 Z. z. Obvodný banský úrad v Spišskej Novej Vsi, ako prvostupňový orgán na výkon štátnej správy, podľa zákona NR SR č. 514/2008 Z. z., tu vykonáva štátny dozor nad plnením požiadaviek a povinností prevádzkovateľov úložísk ťažobných odpadov ustanovených zákonom NR SR č. 514/2008 Z. z. a rozhodnutiami vydanými na jeho základe.

V období od februára 2014 do júla 2015 bol na lokalite Nižná Slaná vykonaný podrobný geologický prieskum životného prostredia (Pramuk et al., 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 štôlny Gampel. K realizácii navrhovaných sanačných prác zatiaľ nedošlo.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Po ukončení ťažby na ložisku Manó – Gabriela 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 štôlny Marta. Na základe dokumentovaného trendu stúpania hladiny bolo možné odhadnúť objavenie se 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 dlhodobo zdrojom emisií plyných zložiek a tuhých úletov kontaminujúcich ovzdušie a povrch ich spádovej oblasti najmä sírou, železom, mangánom a arzénom. Nemagnetický podiel separácie tepelne spracovanej rudy bol skladovaný na odkalisku lokalizovanom v blízkosti bansko-úpravárenského závodu. Počas prevádzky sa čerpaná banská voda používala v technológii úpravy rudy a jej prebytok bol prečerpávaný na odkalisko. Ťažobnou organizáciou bol realizovaný prevádzkový monitoring množstva a kvality banskej vody a priesakovej vody z odkaliska. V zmysle programu v schválenom manipulačnom a prevádzkovom poriadku odkaliska sa na ňom pravidelne vykonávali merania hladiny podzemnej vody v sondách a geodetické merania posunu hrádze odkaliska.

Ťažobná organizácia poskytla do databázy VTŽP 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 2023. Tieto údaje sú pre obdobie rokov 2014 a 2015 doplnené výsledkami laboratórnych rozborov, vykonaných v rámci geologického prieskumu životného prostredia (Pramuk et al., 2016). V tab. 4.7.2 uvádzame charakteristické hodnoty sledovaných kvalitatívnych ukazovateľov drenážnej vody odkaliska, odvodené z výsledkov laboratórnych 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. 4.7.3). Z hľadiska hodnotenia kvality drenážnej vody odkaliska podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) je priesaková voda odkaliska riziková obsahom As (približne 2-násobne prevyšuje indikačné kritérium a mierne prevyšuje úroveň intervenčného kritéria), (tab. 4.7.4 a 4.7.5). Taktiež mierne prekračuje hodnotu indikačného kritéria pre obsah amónneho iónu. V roku 2023 bola zistená charakteristická hodnota obsahu As vyššia oproti obdobiu 2009 – 2022 o 21 %. Naopak, zníženie koncentrácie je zistené u Mn o 13 %, Sb o 24 %, Cu o 24 % a amónneho iónu o 8 %. Zachovanie pôvodnej úrovne bolo zistené u síranového iónu.

V polovici februára 2022 nastal očakávaný výtok banskej vody zo zatopenej bane Manó – Gabriela. Výtok z bane nastal po jej samovoľnom zatopení, keď v polovici februára 2022 dosiahla úroveň stúpajúcej hladiny vody odvodňovacia štôlna Marta. Voda bola spočiatku nízko mineralizovaná, avšak obsah v nej rozpustených látok postupne stúpal a od začiatku marca sa stabilizoval na tak vysokej úrovni že významne zhoršil kvalitu vody rieky Slaná pod vyústením banskej vody, čím nevyhovovala požiadavkám na kvalitu povrchovej vody,

Voda zo zatopenej sideritovej bane (dobývok na šošovkách Manó a Gabriela) vyteká jamou Gabriela prelivom do štôlne Marta a ňou gravitačne vyteká na povrch. Spočiatku do sideritovej bane Manó – Gabriela vtekala slepou jamou Manó II i banská voda, privádzaná Kobeliarovským prekopom z oblasti medzi Nižnou Slanou a Kobeliarovom. Po prevedení banskej vody Kobeliarového prekopu technickým zásahom popri jame Manó II k ústiu štôlne Jozef v polovici júna 2022, vyteká jamou Gabriela do štôlne Marta už len voda pochádzajúca zo samotnej bane Manó – Gabriela. Navyše je do štôlne Marta zvedená potrubím i voda zo štôlne Jozef (pritekajúca z Kobeliarovského prekopu), kde dochádza k ich miešaniu. Zmiešaná banská voda je z ústia štôlne Marta (obr. 4.7.1) vyvedená potrubím cez čistace zariadenie (usadzovacia nádrž, lapač oleja) do výpustného objektu na pravom brehu rieky Slaná (obr. 4.7.2).



Obr. 4.7.1: Ústie štôlne Marta v Nižnoslanskej Bani



Obr. 4.7.2: Výpustný objekt banskej vody pod ústím štôlne Marta, na pravom brehu rieky Slaná.
Z banskej vody sa intenzívne zráža železitý oker

Celkové množstvo vody vytekajúce z bane štôľňou Marta do rieky Slaná kolísalo od objavenia sa výtoku do konca augusta 2022, podľa týždenných meraní RB na Parshallovom žľabe, od 3 do 23 l/s, s priemerom 18 l/s. Do 10. 6. 2022 predstavovalo takmer celé toto množstvo kontaminovanú vodu vytekajúcu jamou Gabriela do štôlne Marta – len množstvo

0,54 – 1,11 l/s z neho tvoril podiel čistej vody zvedený do štôlne Marta zo štôlne Jozef. Po obnovení odtoku vody z Kobeliarovského prekopu do štôlne Jozef (zabránením jej vtoku do hlbších častí bane pri slepej jame Manó II technickým opatrením), ku ktorému došlo 10. 6. 2022, stúplo množstvo vody vytekajúcej zo štôlne Jozef a následne zvedené potrubím do štôlne Marta na 16 – 20 l/s. Množstvo kontaminovanej vody, vytekajúcej jamou Gabriela do štôlne Marta, zároveň kleslo na 1 – 3 l/s. V roku 2023 vytekalo z jamy Gabriela v priemere 2,23 l/s vysoko mineralizovanej banskej vody, zo štôlne Jozef 20,1 l/s čistej banskej vody (tab. 4.7.1) – po ich zmiešaní v štôlni Marta dosahovalo teda celkové množstvo banskej vody vytekajúcej do rieky Slaná v priemere 22,3 l/s. Merania prietoku banskej vody v štôlni Jozef a meranie množstva vody vytekajúcej z jamy Gabriela boli realizované ŠGÚDŠ pomocou prenosného prietokomera Valeport nepravidelne, v dobe odberu vzoriek. Koncom augusta 2022 RB š. p. zabezpečili v štôlni Marta pri jame Gabriela vybudovanie merného prepadu, pre možnosť pravidelného merania množstva z nej vytekajúcej vody objemovou metódou (pomocou ciachovanej nádoby a stopiek).

Tab. 4.7.1: Množstvo vody vytekajúcej z bane Manó – Gabriela v Nižnej Slanej v roku 2023

	Jozef štôlna	Šachta Gabriela	Štôlna Marta
Minimum	15,48	0,79	16,61
Medián	20,80	2,31	21,55
Maximum	24,70	3,22	27,23
Aritmetický priemer	20,07	2,23	22,3
Štandardná odchýlka	2,96	0,67	3,3
Počet meraní	16	18	15

Tab. 4.7.2 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality vody monitorovaných objektov v Nižnej Slanej

Objekt	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	Sb mg/l
odkalisko	2009-2022	119	7,91	356	1,02	1,51	0,07	0,004	0,0018	0,117	0,0030
	2023	118	8,08	353	1,08	1,32	0,02	0,001	0,0003	0,142	0,0023
Jama Gabriela	2022	2 005	5,47	32 835	3 890	516	2,56	2,63	0,04	11,53	0,0220
	2023	2 195	5,26	27 395	2 814	339	1,96	1,83	0,01	15,00	0,0270
Štôlna Jozef	2022	49	7,49	110	0,25	0,08	0,01	0,0037	0,0004	0,0032	0,0020
	2023	62	8,16	176	0,11	0,01	0,02	0,0015	0,0003	0,0010	0,0032
Štôlna Marta	2022	1 065	5,89	14 156	1 772	215	0,8	1,05	0,06	3,18	0,0170
	2023	429	5,92	2 878	278	35	0,2	0,14	0,01	0,62	0,0050
Objekt	Obdobie	Ni mg/l	Co mg/l	Be mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l		
odkalisko	2009-2022	0,001	0,001	-	0,0007	0,0013	1,58	56,13	17,81		
	2023	0,001	0,001	-	0,0010	0,0010	1,56	46,35	18,75		
Jama Gabriela	2022	18,57	2,14	0,0029	0,00178	0,0125	0,17	359	5240		
	2023	9,00	0,55	0,0038	0,0017	0,0210	0,36	457	4988		
Štôlna Jozef	2022	0,002	0,001	-	0,0005	0,0010	0,06	48,83	31,77		
	2023	0,001	0,001	-	0,0005	0,0010	0,05	62,68	42,05		
Štôlna Marta	2022	6,62	0,92	-	0,0121	0,0032	-	2312	4181		
	2023	0,94	0,08	-	0,0026	0,0007	0,80	225	511		

Banská voda vytekajúca štôľňou Marta do rieky Slaná má z hľadiska limitov pre povrchové vody extrémne vysoký obsah železa, mangánu a arzenu, ako aj vysoký obsah síranov, niklu, kobaltu, zinku, hliníka, kadmia, vápnika a horčíka a príliš kyslú reakciu (tab. 4.7.3). ID kritérium pre podzemnú vodu v roku 2022 prekročila v obsahu As, Ni, Co, Cd a Al. V roku 2023 úroveň obsahov Al, Co a Cd klesla pod ID kritérium. Banská voda jamy

Gabriela prekračuje IT kritérium v obsahu As, Ni, Co, Al a Be (tab. 4.7.5). V medziročnom porovnaní rokov 2022 a 2023 stúpol v nej obsah arzénu a klesol obsah Fe, Mn, Zn, Pb, Al, SO₄, Ni, Co a Cd (tab. 4.7.2). V priebehu roka 2023 mal klesajúci trend obsah Fe, Mn, Zn, Ni, Co, Al, pričom obsah As stúpol z 11 mg/l na 20 mg/l.

Tab. 4.7.3 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody monitorovaných objektov v Nižnej Slanej s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	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	Sb mg/l
odkalisko	2009 – 2022	1,08	V	1,42	0,51	5,02	0,07	0,10	0,18	10,20	0,61
	2023	1,07	V	1,41	0,54	4,38	0,10	0,02	0,02	12,35	0,46
Jama Gabriela	2022	18	N	131	1945	1719	13	66	4	1002	4
	2023	20	N	110	1407	1129	10	46	1,3	1304	5
Štôľňa Jozef	2022	0,44	V	0,44	0,13	0,27	0,05	0,09	0,04	0,28	0,39
	2023	0,56	V	0,70	0,05	0,05	0,11	0,04	0,02	0,09	0,65
Štôľňa Marta	2022	10	N	57	886	716	4	26	6	276	3
	2023	4	N	12	139	115	1,1	4	1,4	54	1,0
Objekt	Obdobie	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l			
odkalisko	2009 – 2022	0,05	0,02	0,26	0,12	1,23	0,28	0,18			
	2023	0,05	0,02	0,02	0,09	1,32	0,25	0,19			
Jama Gabriela	2022	844	43	7	1,1	0,13	3,59	26,20			
	2023	409	11	0,7	1,9	0,28	4,57	24,94			
Štôľňa Jozef	2022	0,09	0,02	0,09	0,05	0,24	0,32	0,09			
	2023	0,05	0,02	0,20	0,09	0,04	0,31	0,42			
Štôľňa Marta	2022	301	18	5	0,28	-	23	21			
	2023	43	1,6	1,03	0,06	0,6	2,3	2,6			

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.

Tab. 4.7.4 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody monitorovaných objektov v Nižnej Slanej s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄ ⁺	Al	Zn	Pb	As	Sb	Ni	Co	Be	Cd	Cu
odkalisko	2009 – 2022	0,59	V	1,32	0,06	0,003	0,02	2,34	0,12	0,01	0,01		0,13	0,001
	2023	0,59	V	1,30	0,08	0,001	0,003	2,84	0,09	0,01	0,01		0,01	0,001
jama Gabriela	2022	10,03	N	0,14	10,26	1,76	0,41	231	0,88	186	21,4	2,92	3,57	0,06
	2023	10,98	N	0,30	7,85	1,22	0,14	300	1,09	90	5,5	3,76	0,34	0,11
št. Jozef	2022	0,24	V	0,05	0,04	0,002	0,004	0,06	0,08	0,02	0,01		0,10	0,01
	2023	0,31	V	0,04	0,09	0,001	0,003	0,02	0,13	0,01	0,01		0,10	0,01
št. Marta	2022	5,32	N	-	3,19	0,70	0,62	63,55	0,75	66,23	9,24		2,42	0,02
	2023	2,14	N	0,67	0,86	0,09	0,14	12,31	0,20	9,40	0,81		0,52	0,003

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3.

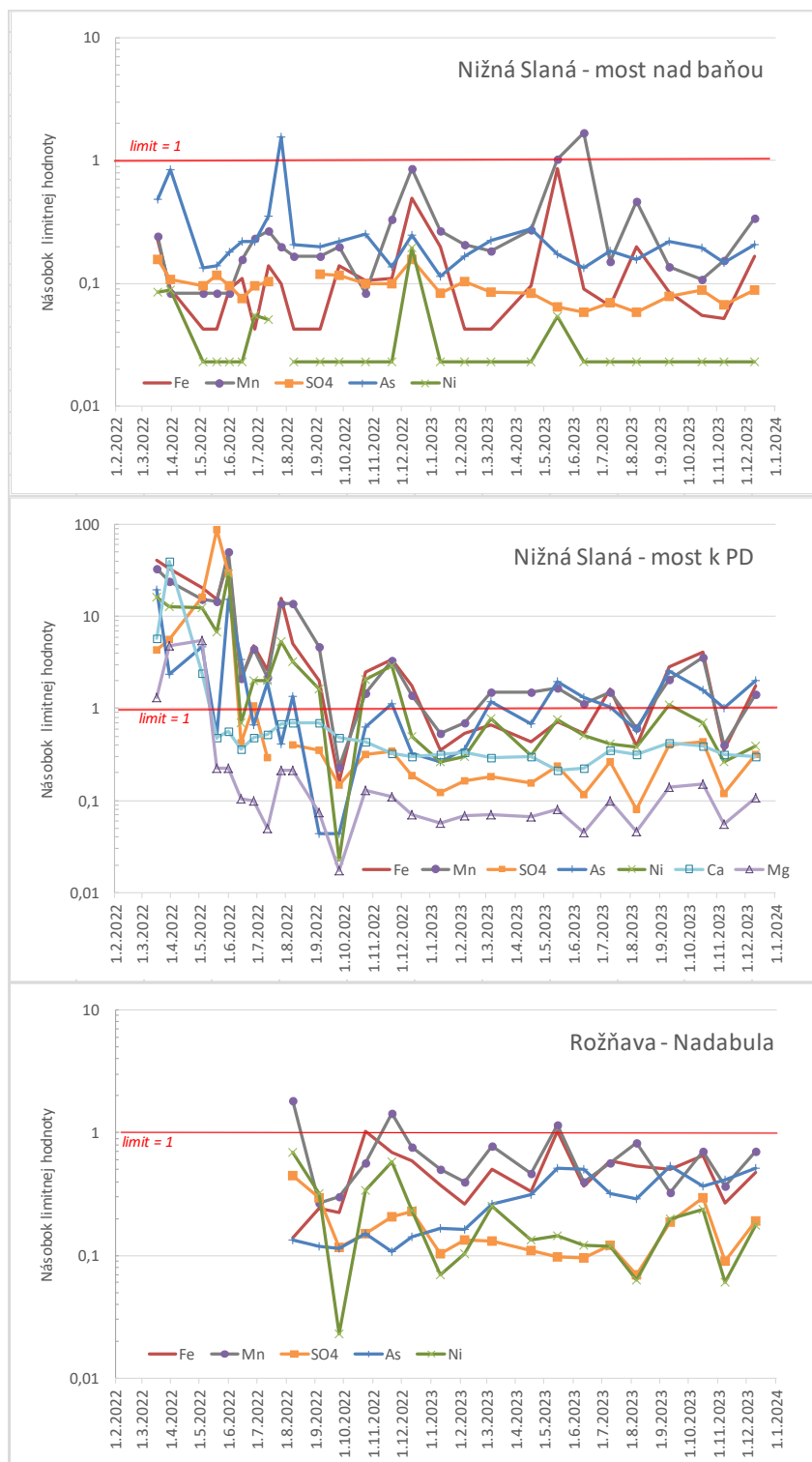
Z dôvodu výrazného zhoršenia kvality vody v rieke Slaná po objavení sa výtoku z bane Manó – Gabriela, boli v rámci ČMS GF v dvoch cykloch odobraté vzorky riečnej vody, z vybraných odberných miest pod Nižnou Slanou. Pri prvom odbere bol zistený nadlimitný obsah Mn a Ni v riečnej vode od Nižnej Slanej po Tornaľu, nadlimitný obsah Fe po Rožňavu a nadlimitný obsah SO₄ v Nižnej Slanej. Pri druhom odbere bol zistený nadlimitný obsah Mn v riečnej vode od Nižnej Slanej po štátnu hranicu s MR, nadlimitný obsah Ni po Tornaľu a nadlimitný obsah Fe, SO₄ a As po Plešivec.

Tab. 4.7.5 Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody monitorovaných objektov v Nižnej Slanej s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

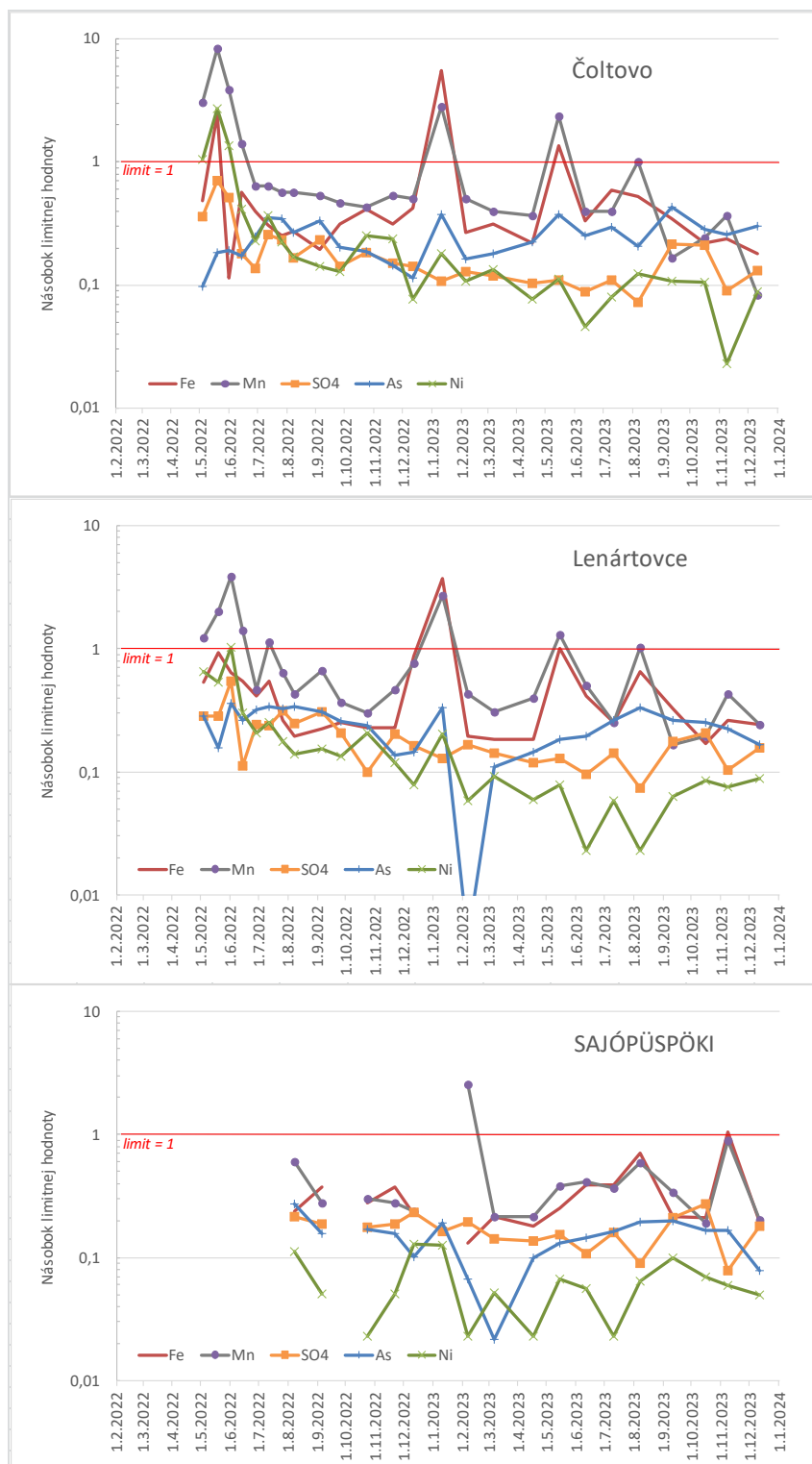
Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄ ⁺	Al	Zn	Pb	As	Sb	Ni	Co	Be	Cd	Cu
odkalisko	2009 – 2021	0,40	V	0,66	0,03	0,001	0,01	1,17	0,06	0,01	0,01		0,03	0,001
	2022	0,39	V	0,65	0,05	0,0002	0,001	1,42	0,05	0,01	0,01		0,003	0,001
jama Gabriela	2022	6,68	N	0,07	6,41	0,53	0,20	115,27	0,44	92,87	10,68	1,17	0,89	0,02
	2023	7,32	N	0,15	4,90	0,37	0,07	150,02	0,55	45,02	2,74	1,50	0,09	0,04
št. Jozef	2022	0,16	V	0,03	0,03	0,001	0,002	0,03	0,04	0,01	0,01		0,03	0,002
	2023	0,21	V	0,02	0,06	0,0003	0,001	0,01	0,06	0,01	0,01		0,03	0,002
št. Marta	2022	3,55	N	-	1,99	0,21	0,31	31,77	0,37	33,11	4,62		0,60	0,01
	2023	1,43	N	0,33	0,54	0,03	0,07	6,16	0,10	4,70	0,40		0,13	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4.

Od roku 2022 je kvalita vody rieky Slaná, v súvislosti s výrazným zhoršením kvality riečnej vody po objavení sa výtoku zo zatopenej bane v Nižnej Slanej, monitorovaná organizáciou Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. (SVP). Monitoring SVP je vykonávaný v Nižnej Slanej pod mostom nad bývalým závozom (r. km 67,75), v Nižnej Slanej pod baňou – pod mostom k PD (r. km 66,0), v Rožňave – Nadabule (r. km 55,5), v Čoltove (r. km 28,2), v Lenártovciach (r. km 3,3) a v Sajópüspöki (r. km 0, hranica s Maďarskom), s frekvenciou 1 – 2 krát za mesiac. V roku 2023 požiadavkám na kvalitu povrchovej vody v Nižnej Slanej nad bývalým závozom sporadicky nevyhoveli len obsah Mn (obr. 4.7.3). V Nižnej Slanej pod mostom pri PD (pod vyústením banskej vody z bane Manó – Gabriela) bolo zaznamenané prekročenie limitov v obsahu Fe, Mn a As, v porovnaní s rokom 2022 je miera prekročenia výrazne nižšia (obr. 4.7.3). V Rožňave bolo zaznamenané len občasné prekročenie limitu pre obsah mangánu (obr. 4.7.3). V Čoltove a v Lenártovciach bol občasne zaznamenaný privysoký obsah Fe a Mn, v obdobiach vysokých prietokov rieky Slaná (obr. 4.7.4). Na hranici s Maďarskom bolo zaznamenané len jednorazové prevýšenie limitu pre obsah mangánu. Tieto merania sú súčasťou monitoringu kvality povrchových vôd SR, pravidelne vyhodnocovaného SHMÚ (www.shmu.sk).



Obr. 4.7.3: Miera prekročenia limitných hodnôt pre povrchové vody vo vzorkách vody z rieky Slaná (podľa údajov SVP)



Obr. 4.7.4: Miera prekročenia limitných hodnôt pre povrchové vody vo vzorkách vody z rieky Slaná (podľa údajov SVP)

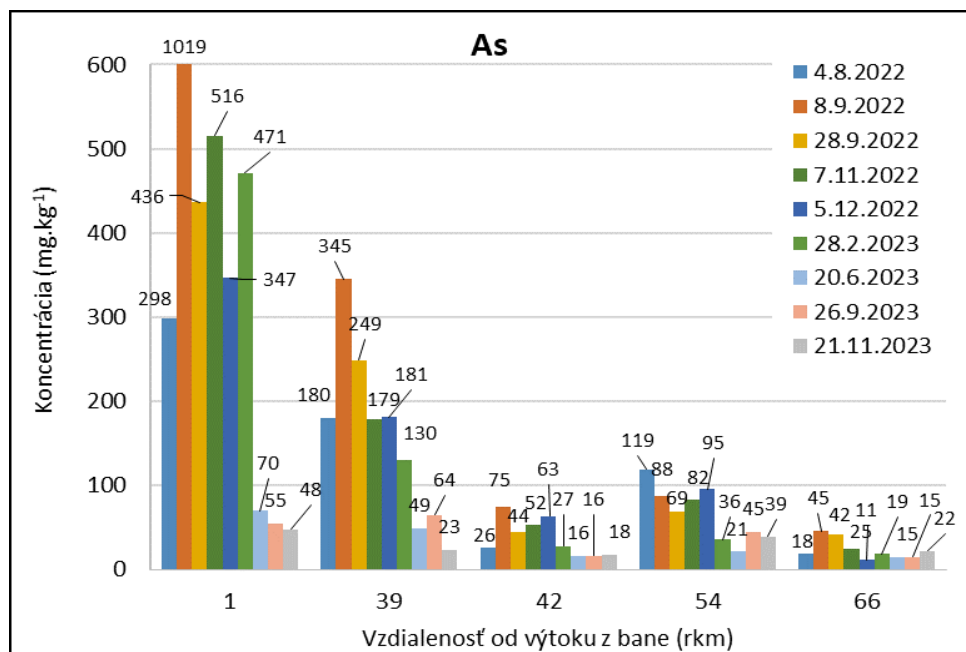
Sprievodným javom vysokej mineralizácie banskej vody, vznikajúcej v bani, je intenzívna precipitácia Fe okru po jej výtoku na povrch a po zmiešaní s riečnou vodou. Ten obsahuje 63 % Fe_2O_3 , 7 % SO_3 a až 6 % arzénu. Preto je potrebné, okrem kvality riečnej vody a podzemnej vody riečnych náplavov, venovať veľkú pozornosť i kvalite aktívnych riečnych sedimentov, ktoré sa tvoria a migrujú v koryte rieky.

V rámci riešenia mimoriadnej situácie na rieke Slaná boli v rokoch 2022 – 2023 vzorkované jej sedimenty (ŠGÚDŠ, Bratislava). Celkovo boli v prvej kampani realizované práce na 19 miestach a z toho bolo odobraných 22 vzoriek (18 vzoriek dnového sedimentu, 1 vzorka vyzrážaného okru vo výtoku z bane, 2 vzorky suspendovaného sedimentu vo vznose a 1 vzorka obliakov s okrovým povlakom). Laboratórne boli zisťované nasledovné parametre: strata sušením do 110 °C, strata žíhaním do 450 °C, strata žíhaním nad 450 °C, vybrané prvky (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, V, Zn, Zr, Hg). Na základe výsledkov terénnych meraní a chemických analýz sedimentov bolo pre opakované merania a odbory vybraných 5 miest, na ktorých bola potvrdená dostatočná kumulácia jemnozrnného sedimentu a zároveň predpoklad výskytu sedimentu so zvýšeným obsahom kontaminantov pochádzajúcich z bane: Slaná-Nižná Slaná, pod mostom k PD (1 km pod zdrojom znečistenia); Slaná-Čoltovo, nad MVE (39 km); Slaná-Bretka, pod MVE (42 km); Slaná-Včelince, nad haťou MVE (54 km) a Slaná pod sútokom s Rimavou-štatná hranica (66 km). Okamžitý prírastok koncentrácie chemických ukazovateľov, ktorý súvisí s výtokom banských vôd do rieky Slaná, bol zistený najmä pre celkový obsah As, Fe, Ni a Co. Obsah As v sedimente sa na lokalite Čoltovo od roku 1996 až do vzniku mimoriadnej situácie pohyboval v rozmedzí 20 až 56 mg/kg s mediánovou hodnotou 33 mg/kg. Vo vzorkách odobraných v roku 2022 je dokumentovaný prudký nárast až na 350 mg/kg (8. 9. 2022) a následný mierny pokles pri poslednom zdokumentovanom meraní na lokalite dňa 21. 9. 2022 (Stríček et al., 2022).

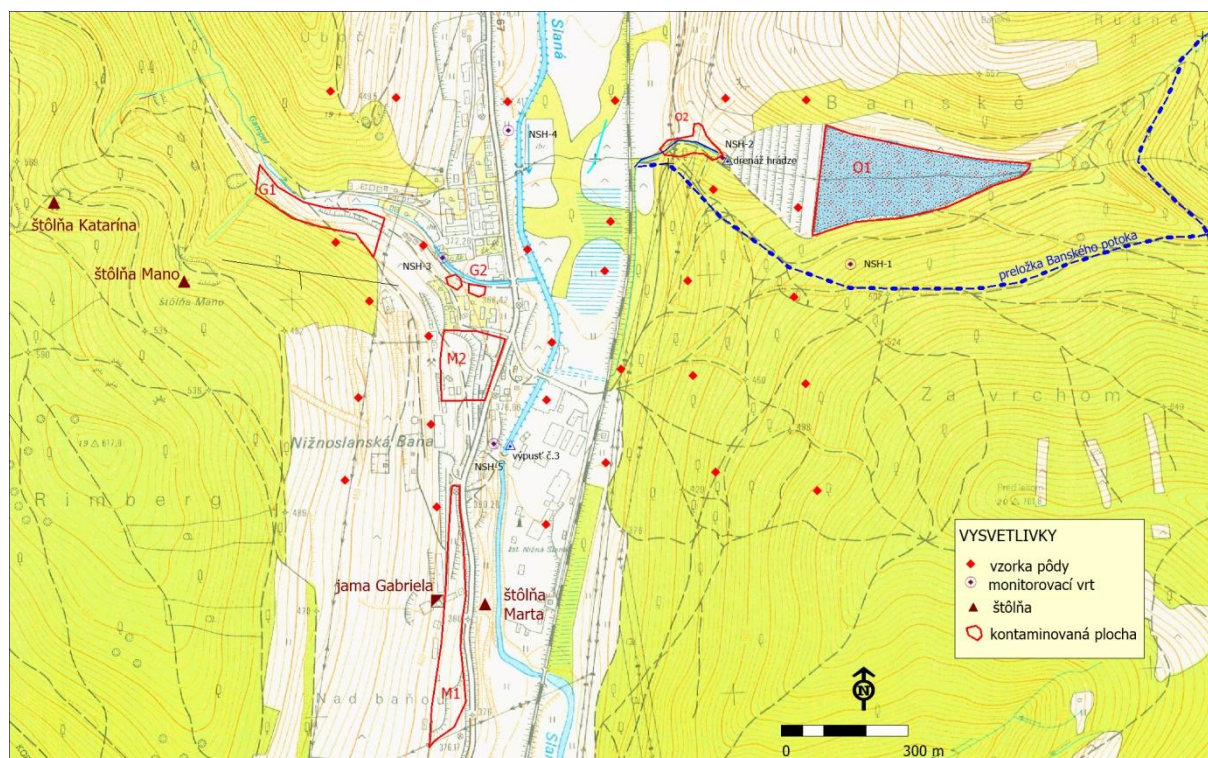
Za celé obdobie monitorovania od augusta 2022 do novembra 2023 vyplýva, že procesmi oxidácie, transportu a riedenia v rieke, dochádza s pribúdajúcou vzdialenosťou od miesta výtoku banských vôd k znižovaniu obsahov uvedených ukazovateľov v sedimentoch. Ustálenie zistených chemických obsahov v sedimentoch približne na úroveň obsahov referenčnej vzorky možno pozorovať pre väčšinu sledovaných chemických ukazovateľov približne od 40 km pod zdrojom znečistenia. Výnimkou sú zvýšené obsahy Fe a As na lokalite Včelince (rkm 53,89) spôsobené zachytávaním jemného sedimentu v lokálnej pasci malej vodnej elektrárne (MVE). Výsledky analýz preukázali, že arzén je v sedimente viazaný na oxidované formy železa. Z časového hľadiska je možné konštatovať, že od júna 2023 bol zaznamenaný významný pokles kumulácie jemnozrnného okrového sedimentu s obsahom potenciálne toxických prvkov v blízkosti zdroja kontaminácie, čo sa v rovnakom čase prejavilo aj na vzdialenejších pozorovaných miestach (Stríček et al., 2024). Vývoj koncentrácie arzénu v závislosti od vzdialenosti od zdroja znečistenia (výtoku banských vôd zo štôlne Marta) a v závislosti od času je uvedený na obr. 4.7.5.

Pôvodný sediment, akumulovaný v čase najvyššieho výtoku z bane (pred jeho znížením technickými zásahmi v bani v júni 2022) bol postupne transportovaný počas vysokých (aj povodňových) stavov rieky a bol postupne vymývaný aj z nádrží MVE. Keďže výtok banskej vody stále pretrvával, stále sa vytváral aj jemný okrový sediment. K jeho akumulácii dochádza hlavne pri nižších stavoch hladiny (nižších prietokoch) rieky Slaná.

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. 4.7.6). Existuje tu teda riziko, že pri domacom pestovaní plodín alebo zbere lesných plodov toxické látky vstupujú do potravinového reťazca a ohrozujú ľudské zdravie. V súčasnosti prispieva k existujúcemu zaťaženiu pôdy občasný prášny spad spôsobený veternou eróziou materiálu odkaliska, prebiehajúcou v suchých veterných obdobiach.



Obr. 4.7.5: Koncentrácia arzénu v sedimentoch rieky Slaná v závislosti od vzdialenosti od zdroja znečistenia počas obdobia monitorovania



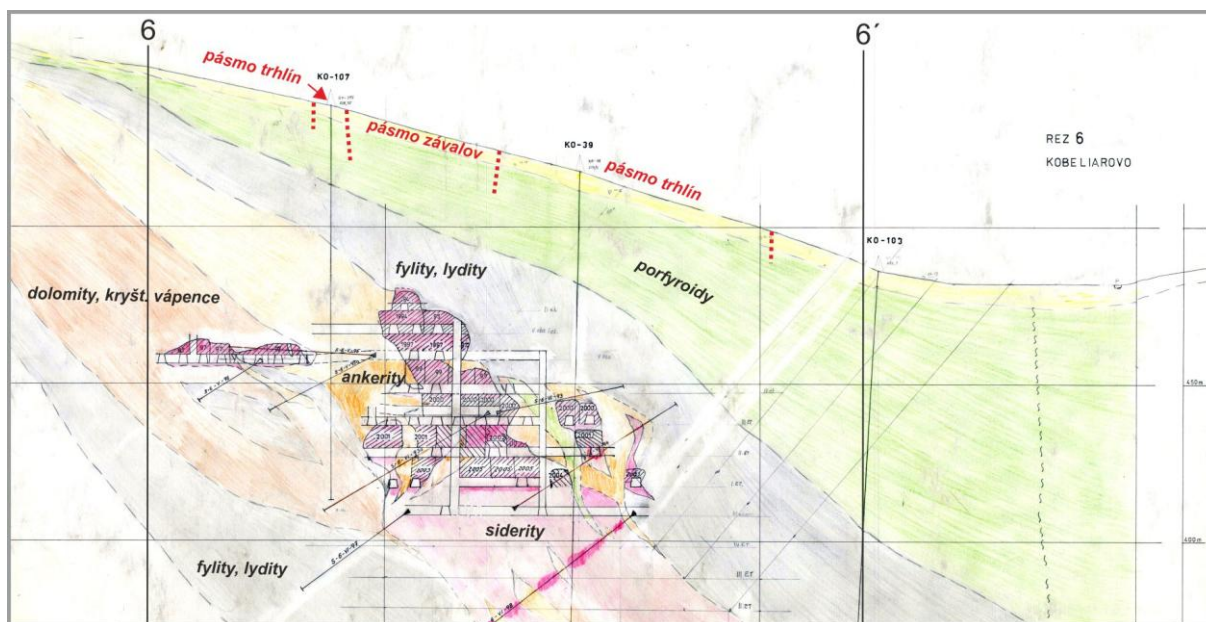
Obr. 4.7.6 Situácia vymedzených kontaminovaných plôch (Pramuk et al., 2016a) v okolí Nižnoslanskej Bane. Vzorky pôdy (Demková et al., 2020) preukázali prekročenie limitných hodnôt určených pre pôdy Slovenska (zákon NR SR č. 220/2004 Z. z.) v obsahu As, Cd, Hg, Fe, Mn a lokálne i Pb

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 kryštallické 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 kryštallických vápencov (obr. 4.7.5). Nadložie telesa tvoria čierne fylity s lyditmi a sericiticko – chloritické fylity (Mihók, Jančura, 1995).

Ložisko Kobeliarovo je charakterizované výskytom sústredenej skupiny závalov. Na opodstatnený predpoklad vzniku závalov v dôsledku ťažby ložiska upozornili už v súvislosti s výpočtom zásob na ložisku Mihók, Jančura (1995). Ako uvádzajú, rudné teleso hlavnej polohy sa nachádza 25 – 50 m (V – Z) pod povrchom, čo je reálny predpoklad prepádavania povrchu pri odťažení určitého množstva zásob. Toto sa potvrdilo v apríli 1995, kedy sa doposiaľ nezavalený vyrúbaný priestor na II. a I. etáži náhle zavalil preborením nadložia (čierne a zelenkavé fylity) s prejavmi až na povrch, keď sa vytvoril kráter veľkosti na ploche cca 20×15 m. Z uvedeného vyplývalo, že pri ďalšom dobývaní závalovými dobývacími metódami sa bude postupnou exploataciou ložiska prepádavať povrch nad ložiskom. Závalové pásmo po vynesení na povrch malo plochu 5,6 ha (vyrúbanie zásob po úroveň VI. obzoru) (Mihók, Jančura, 1995).



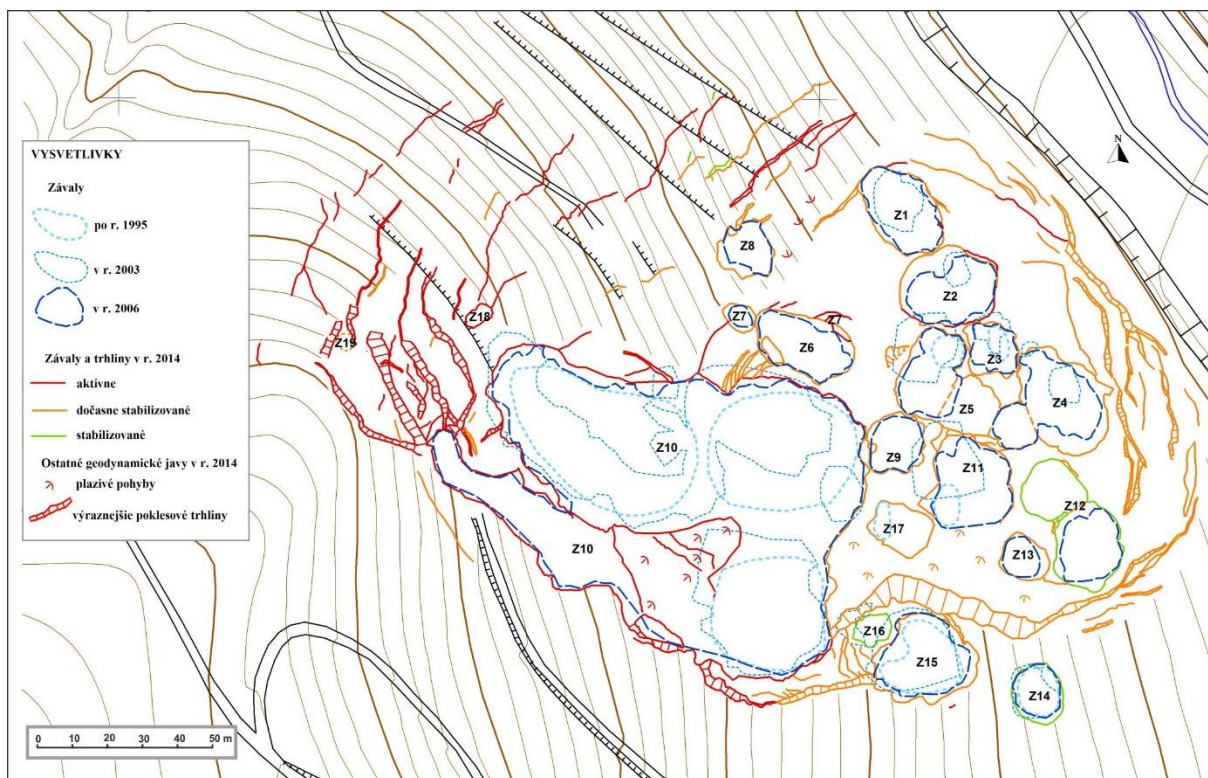
Obr. 4.7.5 Rez 6 – 6' ložiskom Kobeliarovo (zdroj: zložka GJ11, Slovenský banský archív v Banskej Štiavnici, upravené a doplnené)

V rámci vlastných prác na lokalite Nižná Slaná R8 – ložisko Kobeliarovo bolo v r. 2014 v oblasti závalov realizované 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.

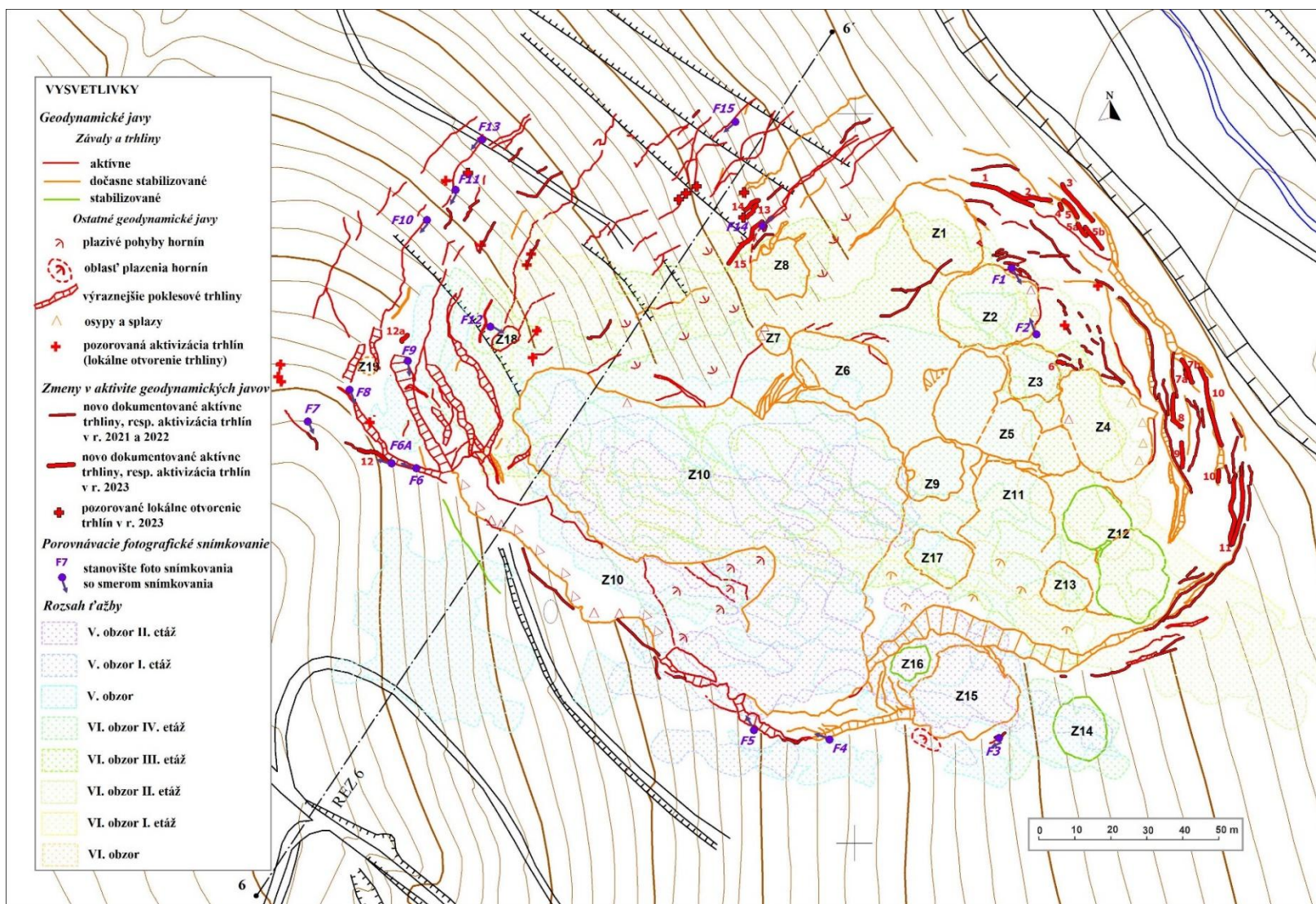
Celkovo bolo v r. 2014 lokalizovaných 19 závalov zobrazených na obr. 4.7.6, na ktorom je možné pozorovať aj postupný vývoj rozširovania sa závalov na ložisku. Niektoré zo závalov sú aj ohraňované skupiny predtým samostatných závalov (napr. závaly Z5, Z12). Plošný rozsah závalov (bez trhlín) dosahuje vo V – Z smere šírku približne 200 m (270 m vrátane výskytu trhlín) a v S – J smere približne 170 m (200 m vrátane trhlín).

Ako je zrejmé z obr. 4.7.7, najrozsiahlejší zával Z10 je lokalizovaný v oblasti ťažby 5. obzoru a jeho etáží. Ide 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. 4.7.6 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 sa 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 nadložia vydobytých priestorov.



Obr. 4.7.7 Mapa závalov na ložisku Kobeliarovo so zobrazením dokumentovaných zmien v r. 2023 a so znázornením rozsahu ťažby získanom spracovaním mapových podkladov zo Slovenského banského archívu v Banskej Štiavnici (topografický podklad: Ščuka et al., 1982)

Väčšia aktivita je aj 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.

V r. 2023 sa práce sústredili na rekognoskáciu predmetného územia zameranú na registráciu zmien v rozsahu a aktivite závalov a súvisiacich sprievodných sekundárnych geodynamických javov (predovšetkým trhlín) 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 obmedzené. Preto je vhodné morfológické zmeny v oblasti závalového pásma hodnotiť aj prostredníctvom porovnávania časových fotografických snímok získavaných z vytýčených stanovišť. Pre sledovanie zmien v rozširovaní samotných závalov je však aj tento spôsob sledovania vzhľadom na hustý vegetačný pokryv veľmi obmedzený.

Pre pozorovanie zmien aktivít závalového pásma bolo v r. 2017 vytýčených 7 stanovišť s označením F1, F5, F7, F8, F10 – F12 (v r. 2017 označené ako A až G), z ktorých bolo realizované „nulté snímkovanie“. V r. 2018 bola z týchto stanovišť realizovaná 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, odkedy sa celkovo realizujú porovnávacie fotografické snímkovania na 16 stanovištiach. Situácia stanovišť je znázornená na obr. 4.7.7.

V rámci terénneho výskumu boli v r. 2023 zistené zmeny v geodynamickej aktivite sledovanej lokality prevažne v podobe aktivizácie existujúcich trhlín a v menšej miere registrácie nových aktívnych trhlín v pásme trhlín závalového pásma, hlavne v jeho severovýchodnej až východnej časti (obr. 4.7.7). Oblasť závalov Z1 až Z17 postupne intenzívnejšie podlieha zarastaniu krovinami a stromami a je z hľadiska geodynamickej aktivity obtiažnejšie pozorovateľná. Na okrajoch závalov (najmä na závaloch s označením Z2, Z4, Z7 a Z10) je pozorovateľná tvorba osypov deluviálneho horizontu zemín, prípadne kamenitých až balvanitých úlomkov z prekvarterneho podložia.

V SV až V časti závalového pásma bola dokumentovaná geodynamická aktivita v r. 2023 (podobne ako v predošlom období) v podobe pozorovateľnej aktivizácie viacerých existujúcich trhlín a vzniku nových trhlín v predpolí závalov. Popisované trhliny, u ktorých bol zistený aj poklesový prejav majú charakter spätného poklesu (pokles v smere od závalov).

Ako je zrejmé z obr. 4.7.7, vzdialenejšie východne až severovýchodne od závalu Z1, resp. Z2 bola dokumentovaná skupina aktívnych trhlín.

Trhlina 1 je aktivizovaná staršia ťahovo-poklesová trhlina s čerstvým roztvorením š. 10 – 20 cm. Nová ťahová trhlina 2 (š. cca 10 – 20 cm) je v časti svojho priebehu paralelná s trhlinou 1 v jej tesnej blízkosti.

Trhliny 3, 4 a 5 sú paralelné aktivizované staršie trhliny. Aktivizácia ťahovo-poklesovej trhliny 3 sa prejavuje jej sporadickým prehĺbením. Aktivizovaná ťahová trhlina 4 (š. cca 10 cm) prechádza v svojom priebehu v smere na JV do ťahovo-poklesovej formy. Ťahovo-poklesová trhlina 5 sa prejavuje aktivizáciou pomerne výrazne. Na povrchu dosahuje šírku 20 – 40 cm a spätný pokles na trhlíne dosahuje až cca 0,7 m. V smere na JV pokračovaním trhliny 5 sú nové dokumentované paralelné trhliny, a to ťahovo-poklesová trhlina 5a (š. cca 20 – 30 cm s mierou poklesu cca 0,25 m) a výrazná ťahová trhlina 5b (š. 0,5 – 1 m).

Podľa porovnávacieho snímkovania zo stanovišť F1 (obr. 4.7.8a) a F2 (obr. 4.7.8b) pri závale Z2 je zreteľné uvoľňovanie a opadávanie horninových blokov na východnej stene závalu.

V úzkom priestore medzi závalmi Z3 a Z4 bolo pozorovaná nová ťahovo-poklesová trhlina 6, ktorá je západným pokračovaním skôr registrovanej aktívnej trhliny. Miera poklesu cca 0,3 m poukazuje na intenzívnejšiu snahu v prepájaní sa závalov Z3 a Z4.

Ako ďalšia aktívna oblasť bola dokumentovaná skupina trhlín východne od závalu 4. Dokumentovaná tu bola skupina trhlín. Ide o prevažne o opätovnú zreteľnú aktivizáciu skôr vytvorených trhlín. Trhliny 7a a 7b sú aktivizované ťahovo-poklesové trhliny, na ktorých boli pozorované na viacerých miestach ich otvorenia v podobe dutín do hĺbky cca 10 cm. Aktivizovanou je tiež ťahová trhlina 8 (š. cca 10 – 20 cm) s prechodom do ťahovo-poklesovej formy v smere na juh so spätným poklesom. V blízkosti trhliny 8 bolo zaznamenané vytvorenie novej výraznej ťahovo-poklesovej trhliny 9 (š. cca 20 – 30 cm) so spätným poklesom až do cca 0,7 m. Aktivizovanou trhlinou je ťahovo-poklesová trhlina 10 so spätným poklesom cca 30 cm pričom bolo pozorované jej opätovné roztvorenie š. cca 10 cm. Aktivizovaná trhlina 11 vymedzuje poklesnutý (prepadnutý) terén do hĺbky cca 1,5 m.

V južnej časti závalového pásma nebola pozorovaná aktivizácia trhlín, resp. vznik nových trhlín. Aktívna ťahová trhlina fotograficky dokumentovaná zo stanovišťa F3 (obr. 4.7.8c) neprejavuje vizuálne zmenu stavu v porovnaní so stavom v r. 2022. Aktuálne dosahuje priechodnosť otvorenia trhliny hĺbku cca 1 m. Podobne nebola pozorovaná zmena aktivity zo stanovišť F4 a F5 (obr. 4.7.8d, 4.7.8e).

V západnej časti závalového pásma trhlina sledovaná zo stanovišťa F6 nepreukazuje podľa fotografického snímkovania (obr. 4.7.8f) zreteľnejšiu aktivizáciu.

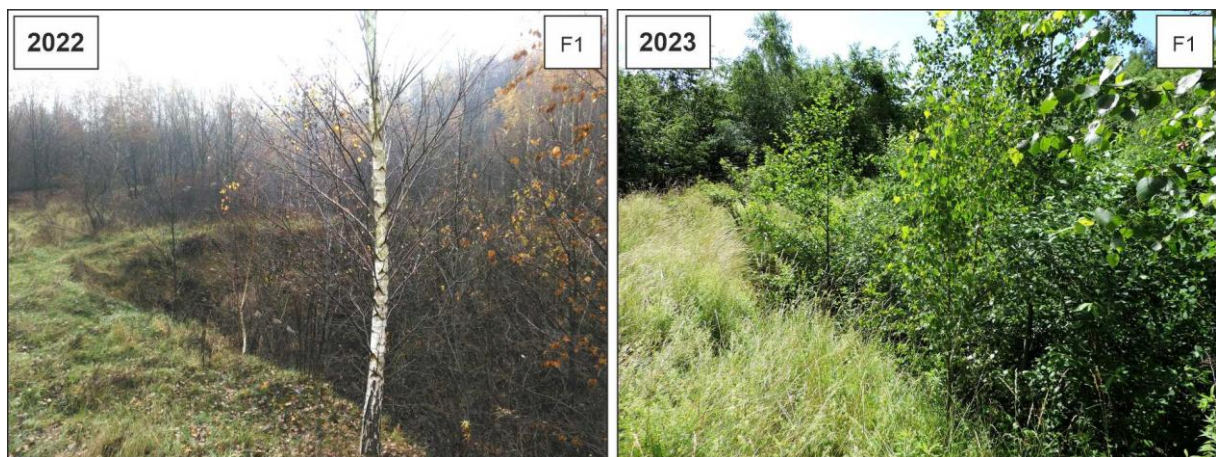
Porovnávacie snímkovanie zo stanovišťa F6A (obr. 4.7.8.g) poukazuje na zreteľnejšiu aktivizáciu trhliny 12, na ktorej pri jej východnom ukončení bolo pozorované zliezanie/opadávanie úlomkov na trhlíne čo súvisí pravdepodobne s jej aktivizáciou. Detail aktivizácie trhliny v podobne prepadnutia terénu je zreteľný aj na obr. 4.7.9.

Podľa porovnávacieho snímkovania zo stanovišťa 7 (obr. 4.7.8h) sa zdá, že aktivita pokračuje na pozorovanej trhlíne aj naďalej.

Porovnávacie snímkovanie trhlín uskutočňované zo stanovišť F8 a F9 (obr. 4.7.8i a 4.7.8j) nepoukazuje na pozorovateľnú výraznejšiu zmenu aktivity na sledovaných trhlinách. Na závale sledovanom zo stanovišťa F12 (obr. 4.7.8n) nebola pozorovaná aktivizácia. Krátka trhlina 12a prejavuje aktivitu s poklesovým efektom cca 10 – 15 cm a priebežnou otvorenou hĺbkou cca 30 cm. Zároveň je možné predpokladať aj jej skrytý priebeh v smere na JZ, resp. aj na SV.

Snímkovanie trhliny zo stanovišťa F10 (obr. 4.7.8k) naznačuje jej pravdepodobnú aktivizáciu vzhľadom na obnaženie – zostrmovanie stien trhliny. Na trhlíne snímkovanej zo stanovišťa F11 (obr. 4.7.8l) neboli pozorované výraznejšie známky aktivizácie, avšak v jej blízkosti (cca 5 m severovýchodne, obr. 4.7.7) bol na povrchu registrovaný otvor priemeru cca 20 cm s priechodnosťou do hĺbky cca 0,6 m. To by naznačovalo, že v týchto miestach dochádza ku geodynamickej poklesovej aktivite, ktorá sa môže v budúcnosti prejaviť ešte výraznejšie. Z porovnávacieho snímkovania trhliny zo stanovišťa F13 (obr. 4.7.8m) nevyplýva pozorovateľná aktivizácia sledovanej trhliny.

V severnej časti územia závalového pásma bolo zaznamenaných niekoľko nových trhlín. Trhlina 13 je ťahová trhlina, ktorá sa na povrchu terénu prejavuje len preliačninami. Na jej JZ ukončení bol zistený otvor priemeru cca 10 cm s hĺbkovým dosahom cca 30 cm. To naznačuje, že priebeh otvorenosti trhliny je prevažne skrytý. V blízkosti trhliny bola registrovaná paralelná poklesová trhlina 14 s mierou poklesu cca 0,5 m.

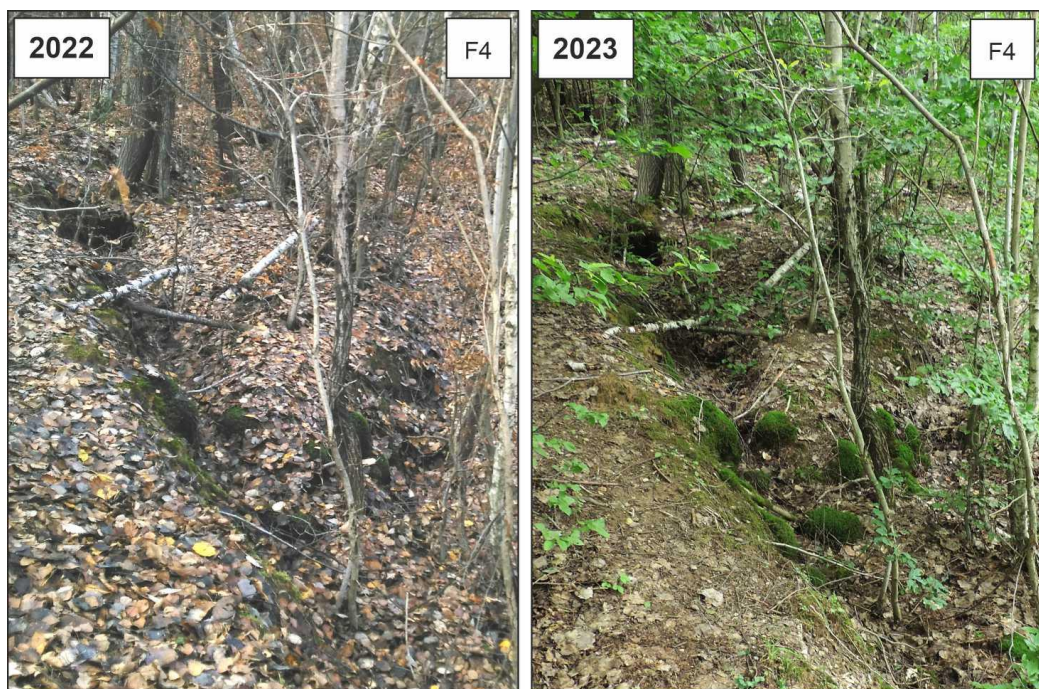


a)



b)

c)



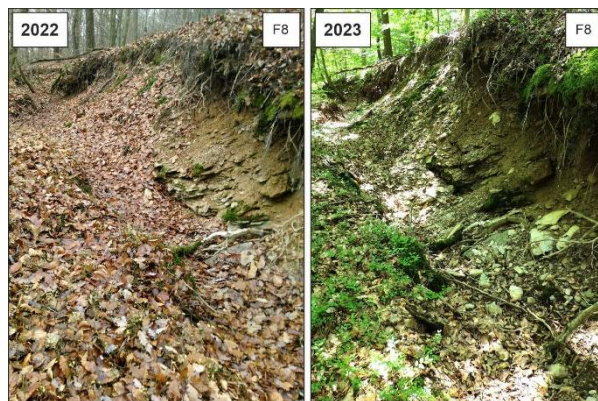
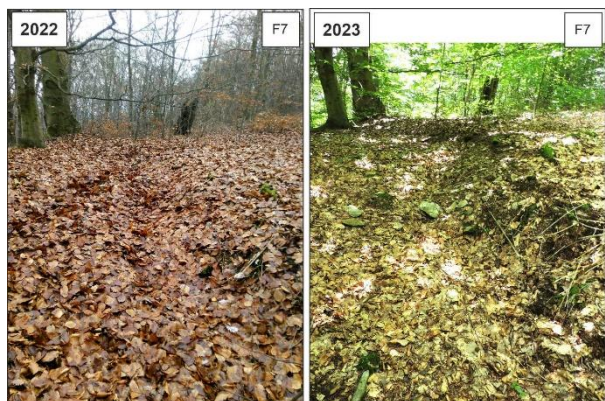
d)



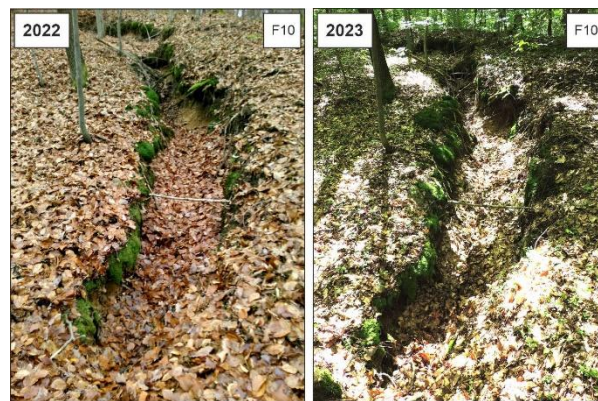
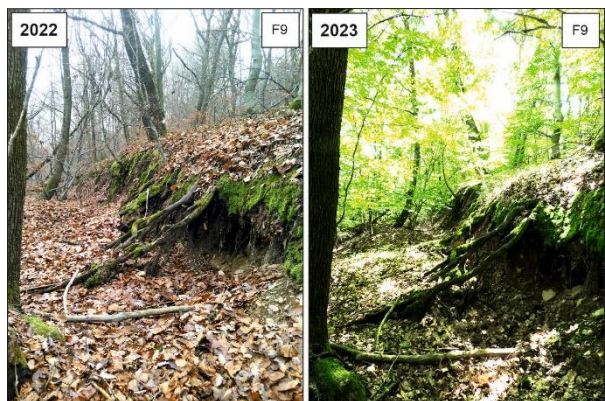
e)



f)



h)



j)



g)



i)



k)

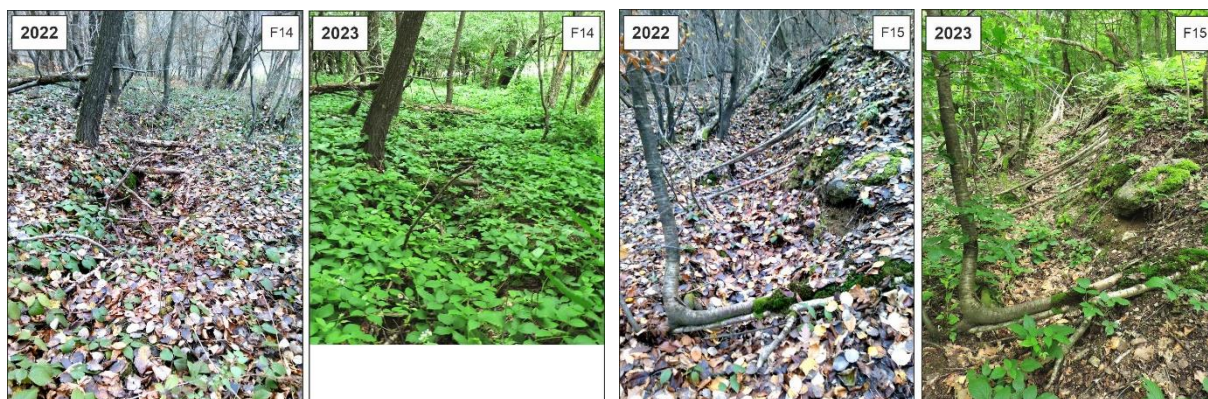


l)

m)



n)



o)

p)

Obr. 4.7.8: Porovnávacie fotografické snímkovania závalového pásma v Kobeliarove z r. 2021 a z r. 2022 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

Severne od trhliny 14 bol na dočasne stabilizovanej trhline zaznamenaný otvor v dĺžke cca 40 cm a š. 25 cm s hĺbkovým dosahom do cca 0,6 m, čo by mohlo naznačovať že otvorenosť tejto trhliny skryto prebieha aj v jej ďalšom priebehu smerom na SV. Severozápadne (cca 15 až 20 m) od trhliny 14 bola tiež v priebehu aktívnej trhliny zaznamenaná skupina otvorov priemeru cca 30 cm s hĺbkovým dosahom cca 0,5 m.

Blízko závalu Z8 bola zaznamenaná nová aktívna poklesová trhlina 15 s mierou poklesu cca 10 až 30 cm (s poklesovou orientáciou smerom k závalu Z8), ktorá v svojom severozápadnom ukončení nadväzuje na aktívnu trhlinu sledovanú snímkovaním zo stanovišť a

F14. V priebehu trhliny sú miestami viditeľné otvory (obr. 4.7.10). Z porovnávacieho snímkovania (obr. 4.7.8) vyplýva, že došlo k náklonu stromu na severozápadnej strane trhliny.

Trhlina sledovaná porovnávacím snímkaním zo stanovišťa F15 nevykazuje známky svojej aktivizácie.



Obr. 4.7.9: Detail prepadnutia terénu
– otvoru na trhline 12



Obr. 4.7.10: Otvor v teréne na trhline 15

Zo sledovania lokality ložiska Kobeliarovo vyplýva, že pozorovateľná neustávajúca aktivita geodynamických javov vzniknutých vplyvom ťažby sa v r. 2023 výraznejšie prejavila takmer v celej oblasti trhlín závalového pásma, a to najmä v podobe výskytu nových trhlín ale tiež v podobe aktivizácie existujúcich trhlín. Vývoj prejavov geodynamickej aktivity v poslednom období zároveň naznačuje predpoklad rozširovania existujúcich závalov najmä v severovýchodnej až východnej časti závalového pásma.

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 2023 táto organizácia pokračovala vo výkone kontrol odvádzania banskej vody z dedičnej štôlne Alžbeta a pravidelnej údržbe odkaliska Bodnarec (HBÚ, 2024).

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 štôlne Alžbeta, prekračuje ukazovatele kvality vody pre daný povrchový recipient – čo znamená, že znečistenie podzemnej vody predstavuje riziko pre povrchové vody, 4) teoreticky existuje výrazné riziko ohrozenia zdravia hodnotenej populácie z expozície ortuti inhaláciou, 5) v prevažnej väčšine prípadov nie je predpoklad poškodenia zdravia hodnotenej populácie pri dermálnom kontakte so znečistenými zeminami a povrchovou vodou – výnimkou je trvalo bývajúcce obyvateľstvo v blízkosti znečisteného územia (dospelí aj deti), ktorí by denne prichádzali do styku so znečistenou zemínou. Riziko vyplýva z prítomnosti arzenu (klasifikovaný ako potvrdený karcinogén). Navrhuje sa spôsob sanácie odkalísk a odvalov i čistenie banskej vody štôlne Alžbeta a drenážnej vody odkaliska Bodnarec.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

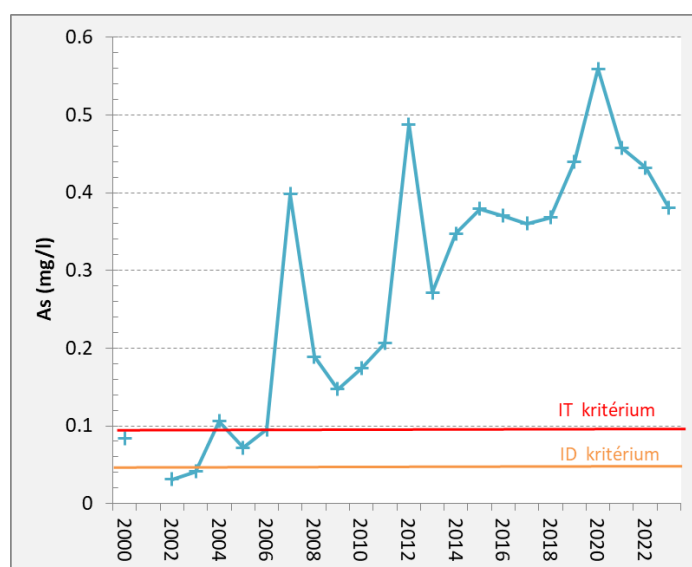
Banské priestory v oblasti medzi Slovinkami a Gelnicou, ktorými boli v minulosti hlbinné ťažené žily sideritovo-sulfidickej rudy, sú dnes opustené. Ťažba bola ukončená 30. 6. 1993. Zatopené banské priestory na Slovinskej žile odvodňuje dedičná štôlna Alžbeta do povodia Slovinského potoka. Na gelnickej strane sa nachádza viacero výdatných výtokov zo štôlní na gelnických žilách, 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 odtekajúcej 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. 4.8.2): S14 – banská voda ložiska vytekajúcu štôľňou Alžbeta, S15 – drenážna voda odkaliska Bodnarec, S11 – Slovinský potok nad ložiskom, S12 – Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, S13 – ústie Poráčskeho potoka a S16 – Slovinský potok pod ložiskom. Od roku 2009 sa monitoruje i priesak z odkaliska Kalligrund (S17). V rokoch 2020 až 2023 sa z uvedených miest vzorkovali raz ročne povrchové toky, 2-krát ročne vody odkaliska a 6-krát ročne 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. 4.8.3). Banská voda z týchto štôlní bola v roku 2019 vzorkovaná 4 krát, Turzovský potok dvakrát. V rokoch 2020 až 2023 bola banská voda týchto štôlní vzorkovaná 2-krát ročne, Turzovský potok raz ročne s výnimkou roku 2023 – v dobe vzorkovania prebiehala rekonštrukcia spevnenia brehov toku. Charakteristické hodnoty

rizikových zložiek odvodené z výsledkov laboratórnych analýz odobratých vzoriek vôd za roky 2008 – 2022 a pre rok 2023 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 (tab. 4.8.2), čo sa potvrdilo i vzorkovaním v roku 2023 s 2,2-násobným prekročením NPK-PoK pre obsah arzénu. 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 zvýšený 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 (smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) je dlhodobo (2007 – 2022) 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 3,5-násobne prekračuje príslušné intervenčné kritérium. Charakteristická hodnota obsahu As v banskej vode štôlne Alžbeta za rok 2023 prevyšuje ID kritérium 7,6-násobne a IT kritérium 3,8-násobne. Obsah arzénu po zatopení bane od roku 2000 do roku 2020 stúpal v lineárnom trende, z oblasti hodnôt pod IT kritériom 0,1 mg/l na 0,56 mg/l, s anomálnym zvýšením v roku 2007 (z roku 2007 je dostupné jedno meranie) a v roku 2012 (dve merania v roku). Od roku 2020 je zaznamenaný pokles z 0,56 mg/l na 0,38 mg/l (obr. 4.8.1). Príčiny a dôsledky tohto trendu sú v kontexte zaznamenaných zmien chemického zloženia banskej vody a hydrogeochemických pomerov bane analyzované v publikovanom príspevku (Bajtoš, 2024).



Obr. 4.8.1: Ročné mediány obsahu arzénu vo vode štôlne Alžbeta pre obdobie rokov 2000 – 2023.

V profile Turzovského potoka pred ústím do Hnilca (profil G1) je dokumentovaná dlhodobo zvýšená koncentrácia Sb, v období rokov 2014 – 2022 5,4-násobne prevyšujúca požadovanú hodnotu pre povrchovú vodu (tab. 4.8.2). Jeho zdrojom je hlavne banská voda štôlne Krížová, v ktorej obsah Sb dlhodobo približne 4-násobne prevyšuje intervenčné kritérium pre podzemnú vodu (tab. 4.8.4). Charakteristická hodnota obsahu Sb v banskej vode štôlne Krížová je v roku 2023 o 30 % nižšia ako v období 2007 – 2022 (tab. 4.8.1).

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho 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 Sloviniek vykazuje prítomnosť znečisťujúcich látok, kde ID hodnota bola prekročená v ukazovateľoch As, Cu a Hg a IT hodnota v ukazovateli Sb, 3) Gelnický potok južne od Gelnickej hory vykazuje prítomnosť znečisťujúcich látok, kde IT hodnota bola prekročená v ukazovateľoch As, Cu a Sb, 4) sediment Poráčskeho potoka pred sútokom so Slovinským potokom nie je kontaminovaný, 5) Slovinský potok nad sútokom s Poráčskym potokom vykazuje prítomnosť znečisťujúcich látok, kde IT hodnotu prekročil ukazovateľ Sb a ID hodnotu ukazovateľa As a Hg.

V profile SI6 Slovinského potoka pod odkaliskom Kalligrund prekročili zistené hodnoty vo vzorke sedimentu odobratej v rámci 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.

Tab. 4.8.1 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Sloviniky – 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	2008-2022	17,6	8,08	21	0,209	0,016	-	0,0143	0,0023	0,0012	0,0025	0,0036	0,0010	0,0001
	2023	13,5	7,74	17	0,054	0,009	-	0,0010	0,0003	0,0003	0,0010	0,0040	0,0010	0,00005
SI2	2008-2022	22,6	8,11	27	0,029	0,010	0,00005	0,0056	0,0024	0,0043	0,0184	0,0107	0,0010	0,0001
	2023	17,4	7,89	21	0,064	0,011	-	0,0010	0,0003	0,0019	0,0082	0,0090	0,0010	0,00005
SI3	2008-2022	37,3	8,32	24	0,055	0,024	0,00006	0,0035	0,0023	0,0014	0,0018	0,0019	0,0010	0,0001
	2023	33,6	8,06	18	0,108	0,024	-	0,0010	0,0003	0,0005	0,0007	0,0020	0,0010	0,00005
SI4	2007-2022	102,0	7,97	297	0,748	0,348	0,00007	0,0033	0,0023	0,3483	0,0085	0,0041	0,0010	0,00008
	2023	97,4	8,06	246	0,472	0,162	-	0,0017	0,0001	0,3802	0,0066	0,0020	0,0015	0,00008
SI5	2008-2022	123,4	7,65	607	0,094	2,300	0,00006	0,0121	0,0020	0,0404	0,0060	0,0062	0,0254	0,00009
	2023	84,2	7,80	392	0,068	0,095	-	0,0010	0,0003	0,0322	0,0029	0,0030	0,0035	0,00005
SI6	2008-2022	42,1	8,21	68	0,208	0,059	0,00005	0,0049	0,0028	0,0374	0,0115	0,0064	0,0010	0,0001
	2023	30,3	7,84	208	0,182	0,028	-	0,0020	0,0003	0,0249	0,0054	0,0080	0,0010	0,00005
SI7	2009-2022	94,6	8,01	261	0,089	0,164	0,00005	0,0076	0,0022	0,0166	0,0107	0,0030	0,0014	0,00101
	2023	78,2	7,97	176	0,154	0,114	-	0,0015	0,0003	0,0133	0,0068	0,0040	0,0010	0,00018
G1	2014-2022	41,7	8,27	52	0,026	0,010	0,00006	0,0070	0,0012	0,0034	0,0269	0,0134	0,0010	0,0001
	2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G2	2014-2022	68,7	8,00	63	0,085	0,018	0,00009	0,0153	0,0012	0,0122	0,1938	0,1019	0,0013	0,0001
	2023	81,1	7,77	65	0,168	0,079	-	0,0095	0,0004	0,0324	0,1353	0,0365	0,0035	0,00005
G3	2014-2022	46,7	8,01	91	0,101	0,020	0,00005	0,0072	0,0013	0,0012	0,0056	0,0226	0,0027	0,0001
	2023	44,2	8,11	87	0,085	0,011	-	0,0075	0,0003	0,0006	0,0053	0,0225	0,0015	0,00008

Vysvetlivky: SI1 – Slovinský potok nad ložiskom, SI2 – Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, SI3 – ústie Poráčskeho potoka, SI4 – banská voda ložiska vytekajúcu 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. 4.8.2 a 4.8.3

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	2008-2022	0,16	V	0,08	0,10	0,05	0,05	0,32	0,28	0,11	0,50	0,24	0,05	0,08
	2023	0,12	V	0,07	0,03	0,03	-	0,02	0,03	0,02	0,20	0,27	0,05	0,08
SI2	2008-2022	0,21	V	0,11	0,01	0,03	0,05	0,09	0,29	0,37	3,67	0,57	0,05	0,08
	2023	0,16	V	0,08	0,03	0,04	-	0,02	0,03	0,16	1,64	0,48	0,05	0,08
SI3	2008-2022	0,34	V	0,10	0,03	0,08	0,06	0,06	0,28	0,12	0,35	0,10	0,05	0,09
	2023	0,31	V	0,07	0,05	0,08	-	0,02	0,03	0,04	0,14	0,11	0,05	0,07
SI4	2007-2022	0,93	V	1,19	0,37	1,16	0,06	0,05	0,28	30,03	1,69	0,22	0,05	0,10
	2023	0,89	V	0,98	0,24	0,54	-	0,03	0,01	32,77	1,31	0,11	0,07	0,10
SI5	2008-2022	1,12	V	2,43	0,05	7,67	0,06	0,20	0,24	3,49	1,21	0,33	1,16	0,12
	2023	0,77	V	1,57	0,03	0,32	-	0,02	0,03	2,78	0,58	0,16	0,16	0,07
SI6	2008-2022	0,38	V	0,27	0,10	0,20	0,05	0,08	0,34	3,23	2,30	0,34	0,05	0,09
	2023	0,28	V	0,83	0,09	0,09	-	0,03	0,03	2,15	1,08	0,43	0,05	0,07
SI7	2009-2022	0,86	V	1,04	0,04	0,55	0,05	0,13	0,27	1,43	2,13	0,16	0,06	1,35
	2023	0,71	V	0,70	0,08	0,38	-	0,02	0,03	1,14	1,36	0,21	0,05	0,23
G1	2014-2022	0,38	V	0,21	0,01	0,03	0,06	0,11	0,15	0,29	5,38	0,71	0,05	0,08
	2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G2	2014-2022	0,62	V	0,25	0,04	0,06	0,08	0,25	0,14	1,05	38,76	5,42	0,06	0,09
	2023	0,74	V	0,26	0,08	0,26	-	0,16	0,05	2,79	27,06	1,94	0,16	0,08
G3	2014-2022	0,42	V	0,37	0,05	0,07	0,05	0,12	0,15	0,10	1,12	1,20	0,12	0,08
	2023	0,40	V	0,35	0,04	0,04	-	0,12	0,03	0,05	1,06	1,20	0,07	0,12

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 – 2022	0,51	V	0,03	0,003	0,02	6,97	0,34	0,004	0,01	0,02
	2023	0,49	V	-	0,002	0,001	7,60	0,26	0,002	0,02	0,02
SI7	2009 – 2022	0,47	V	0,03	0,01	0,02	0,33	0,43	0,003	0,01	0,20
	2023	0,39	V	-	0,002	0,003	0,27	0,27	0,004	0,01	0,04
SI5	2008 – 2022	0,62	V	0,03	0,01	0,02	0,81	0,24	0,01	0,25	0,02
	2023	0,50	V	-	0,003	0,004	0,71	0,33	0,00	0,19	0,01
G2	2014-2022	0,34	V	0,04	0,02	0,01	0,24	7,75	0,10	0,01	0,01
	2023	0,30	V	-	0,02	0,003	0,25	12,84	0,13	0,02	0,02
G3	2014-2022	0,23	V	0,03	0,01	0,01	0,02	0,22	0,02	0,03	0,01
	2023	0,23	V	-	0,01	0,003	0,02	0,22	0,03	0,04	0,01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. 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 – 2022	0,34	V	0,01	0,002	0,01	3,48	0,17	0,002	0,01	0,004
	2023	0,32	V	-	0,001	0,0003	3,80	0,13	0,001	0,008	0,004
SI7	2009 – 2022	0,32	V	0,01	0,004	0,01	0,17	0,21	0,002	0,01	0,051
	2023	0,26	V	-	0,001	0,001	0,13	0,14	0,002	0,005	0,01
SI5	2008 – 2022	0,41	V	0,01	0,01	0,01	0,40	0,12	0,003	0,13	0,00
	2023	0,28	V	-	0,001	0,001	0,32	0,06	0,002	0,018	0,003
G2	2014-2022	0,23	V	0,02	0,01	0,01	0,12	3,88	0,05	0,01	0,003
	2023	0,27	V	-	0,005	0,002	0,32	2,71	0,02	0,02	0,003
G3	2014-2022	0,16	V	0,01	0,004	0,01	0,01	0,11	0,01	0,01	0,003
	2023	0,15	V	-	0,004	0,001	0,01	0,11	0,01	0,01	0,004

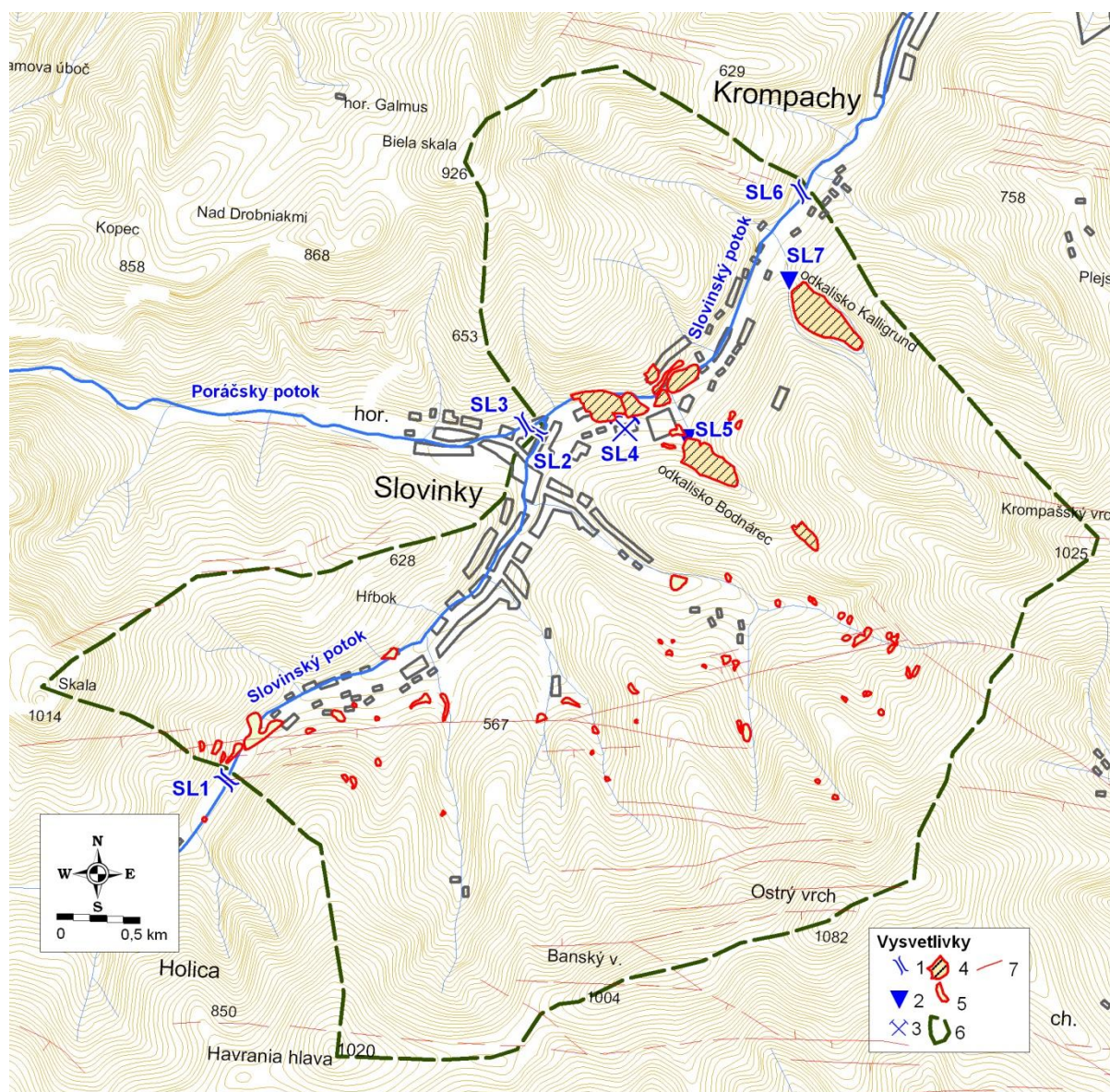
Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4. Označenie objektov ako pri tab. 4.8.1.

Inžinierskogeologické aspekty

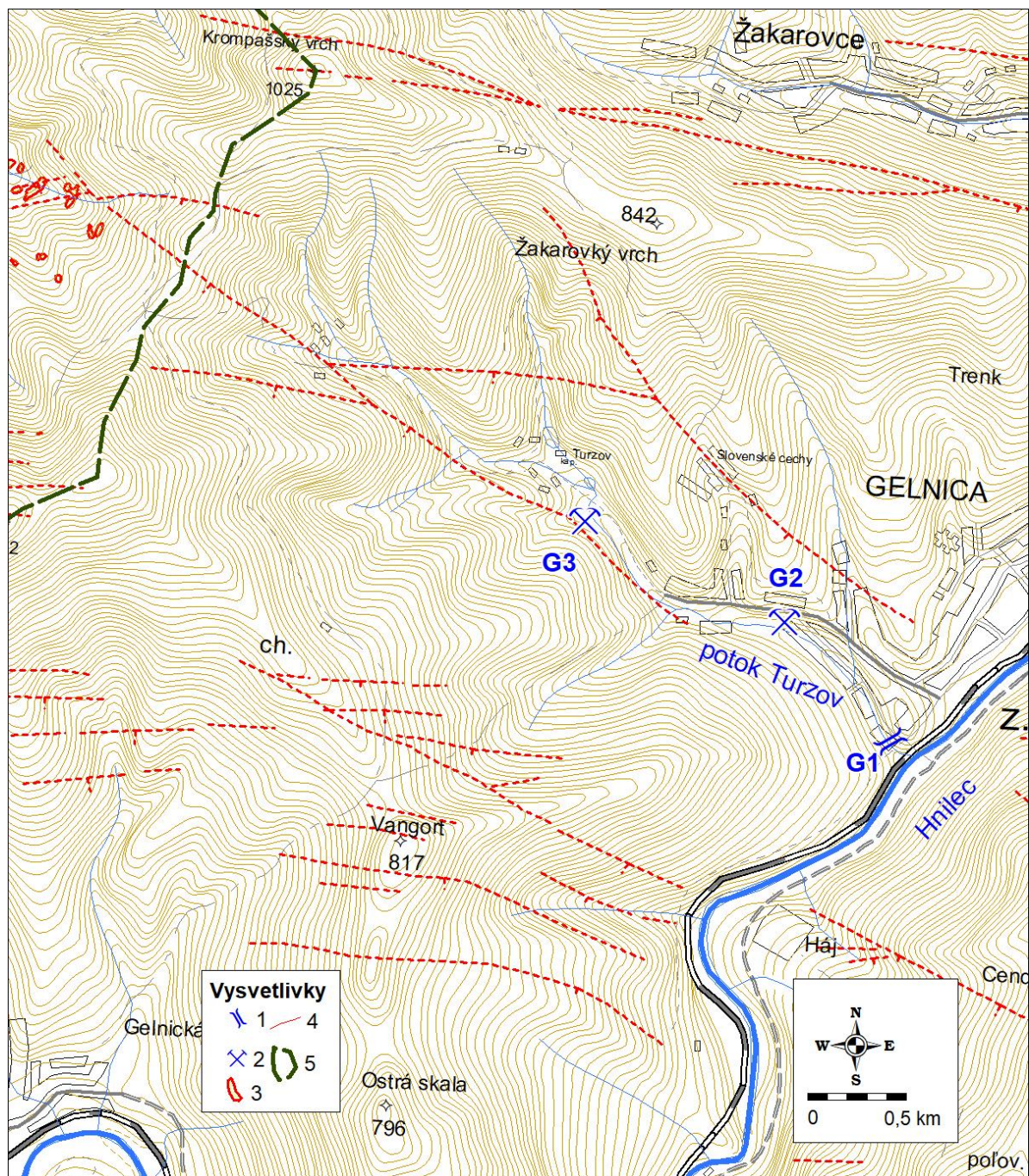
Z inžinierskogeologického aspektu sú v danej ložiskovej oblasti najväčším problémom poklesy povrchu terénu do dobývok (časť prejavov sa nachádzala v intraviláne obce) a značná rozloha plôch s deponovanými odpadmi. Podľa hodnotenia z roku 1987 (bane boli zlikvidované v r. 1993) boli vydobyté priestory 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, prepádky), 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 Slovinského potoka v úseku pod bývalým závodom ŽB pre zamedzenie vodnej erózie telies haldového materiálu akumulovaného na alúviu tohto toku. V rokoch 2013 – 2023 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 v súčasnosti Rudné Bane, š. p. Banská Štiavnica.



Obr. 4.8.2 Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Slovinky.
 Vysvetlivky: 1 – monitorovaný profil povrchového toku, 2 – monitorovaná drenáž odkaliska,
 3 – monitorované ústie štôľne, 4 – odkalisko, 5 – halda, 6 – rozvodnica, 7 – rudná žila.



Obr. 4.8.3 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 banských diel bane Mária, na základe rozhodnutia OBÚ v Spišskej Novej Vsi č. 243-654/2012, v roku 2013 hlavne na VI. horizonte (Kolektív autorov, 2014). Na základe zmeny č. 1 tohto rozhodnutia č. 607-1755/2014 realizovala táto ťažobná organizácia v roku 2014 čistenie a rekonštrukciu banských chodieb, čerpanie vody a ďalšie práce zamerané na prípravu razenia chodieb a dobývania v bloku komplexných Fe rúd na Striebornej žile i vytŕaženie 0,18 kt rudy (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 sa vytŕažilo 0,45 kt rudy, v rokoch 2016 – 2017 sa neŕažilo a v roku 2018 sa vytŕažilo 0,146 kt. Banská činnosť bola v rokoch 2019 – 2022 zameraná na rekonštrukciu a údržbu banských diel, i dobývanie ložiska Rožňava – Strieborná, pri ročnej ťažbe 0,07 – 7,00 kt (HBÚ, 2023). 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 štôlne Augusta. Odvtedy vykonáva pravidelnú údržbu a čistenie odtokových ciest banských vôd zo štôlne Augusta.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Hlbinné bane Mária a Sadlovská sú oddelené údolím rieky Slaná. Ťažila a spracovávala sa tu Fe, Cu ruda viazaná na karbonátovo-kremeňovo-sulfidické rudné žily. V období 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 – 2023 boli vzorkované 4x ročne s výnimkou roka 2021 (2x ročne).

Baňa Mária bola v období jej zatopenia (zatápanie trvalo od augusta 2000 do apríla 2005) do augusta 2011 odvodňovaná samovoľným výtokom banskej vody Dopravným prekopom na povrch. Banská voda bola zvedená uzavretým drenážnym potrubím k rieke Slaná, kde je vybudovaný merný žľab s trojuholníkovým prepacom. Objekt nebol dlhodobý monitorovaný, avšak bol účelovo režimovo pozorovaný Dianiškom (2008) v období od apríla 2006 do marca 2008 v rámci riešenia diplomovej práce. V rokoch 2005 a 2006 občasne merali výdatnosť výtoku z Dopravného prekopu i RB, š. p. Banská Bystrica v rámci likvidačných prác na ložisku. Od roku 2007 bol výtok banskej vody z Dopravného prekopu a jej kvalita meraná 2x ročne i v rámci monitoringu VŤŽP. Množstvo vody kolísalo medzi 3,35 až 22,32 l/s. Pre odvodnenie ložiska kvôli obnoveniu ťažby na Striebornej žile bolo 17. 8. 2011 začaté čerpanie banskej vody na šachte Mária, s priemerným čerpaným množstvom 25 l/s. Dňa 13. 7. 2012 dosiahla úroveň vody v bani klenby náraziska na 6. horizonte (180 m n. m.). 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 – 2023 (v roku 2021 len 2x).

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 dlhodobé 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 2023 rizikový obsah mangánu (6,5-násobok NKP) a antimónu (2,2 násobok MH-A1), ale i Fe, SO₄, As 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 dlhodobé riziková obsahom SO₄, Mn, As a hodnotou EC. Charakteristická hodnota týchto parametrov pre rok 2023 je významne nižšia ako limit pre obdobie 2007 – 2022 u mangánu (o 41 %), síranov (o 38 %) a u arzenu je o 22 % vyššia (tab. 4.9.2). Vo vode štôľne Sadlovský v sledovanom období 2007 – 2022 boli z potenciálnych kontaminantov najbližšie k limitným hodnotám obsah SO₄ a Sb. Ani v roku 2023 nie je zaznamenané ich prekročenie.

Z hľadiska hodnotenia kvality vody podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) intervenčné kritérium nedosahuje v roku 2023 žiadny zo sledovaných parametrov v monitorovaných objektoch lokality (tab. 4.9.4). Indikačné kritérium v roku 2023 prekročila ChH obsahu As vo vode štôľne Augusta, ktorá je mierne vyššia ako priemer pre obdobie 2007 – 2022 (tab. 4.9.3).

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 – 22	117,2	5,91	601	34,87	18,07	0,24	0,00007	0,095	0,005	0,011	0,022	0,072	0,028	0,00017
		2023	123,1	7,42	444	5,77	1,93	0,02	0,00005	0,011	0,001	0,025	0,011	0,004	0,007	0,00009
Ro2	Sadlovský štôľňa	2007 – 22	97,3	8,26	231	0,17	0,03	0,01	0,00007	0,004	0,002	0,003	0,004	0,001	0,001	0,00008
		2023	88,2	8,21	192	0,15	0,07	0,02	0,00005	0,003	0,0006	0,002	0,003	0,002	0,001	0,00005
Ro3	Augusta štôľňa	2007 – 22	187,2	7,76	667	1,31	1,64	0,02	0,00006	0,005	0,002	0,067	0,003	0,002	0,002	0,00006
		2023	142,9	7,65	410	1,36	0,97	0,02	0,00005	0,003	0,0007	0,082	0,002	0,001	0,001	0,00003

Vysvetlivky: Ro1 – Dopravný prekop, Ro2 – štôľňa Sadlovský, Ro3 – štôľňa Augusta, * – okrem vlastných údajov i údaje prevzaté od Dianišku (2008), analyzované GAL ŠGÜDŠ 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	2007-2022	1,07	N	2,40	17,43	60,22	1,21	0,67	1,67	0,46	0,92	4,33	4,70	1,28	0,22
	2023	1,12	V	1,78	2,89	6,45	0,10	0,50	0,19	0,10	2,21	2,29	0,25	0,33	0,12
Ro2	2007-2022	0,88	V	0,92	0,09	0,10	0,07	0,67	0,06	0,22	0,23	0,88	0,10	0,07	0,10
	2023	0,80	V	0,77	0,08	0,24	0,09	0,50	0,04	0,06	0,15	0,63	0,10	0,06	0,07
Ro3	2007-2022	1,70	V	2,67	0,66	5,47	0,09	0,56	0,09	0,22	5,84	0,67	0,10	0,10	0,08
	2023	1,30	V	1,64	0,68	3,24	0,09	0,50	0,05	0,07	7,13	0,38	0,07	0,05	0,03

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.9.1. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke 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	2007-2022	0,59	N	0,97	0,03	0,10	0,003	0,21	0,87	0,07	0,28	0,03
	2023	0,62	V	0,08	0,03	0,011	0,0007	0,51	0,46	0,004	0,07	0,02
Ro2	2007-2022	0,49	V	0,06	0,03	0,004	0,001	0,05	0,18	0,001	0,01	0,02
	2023	0,44	V	0,08	0,03	0,003	0,0004	0,04	0,13	0,002	0,01	0,01
Ro3	2007-2022	0,94	V	0,07	0,03	0,005	0,001	1,34	0,13	0,002	0,02	0,01
	2023	0,71	V	0,07	0,03	0,003	0,0005	1,64	0,08	0,001	0,01	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

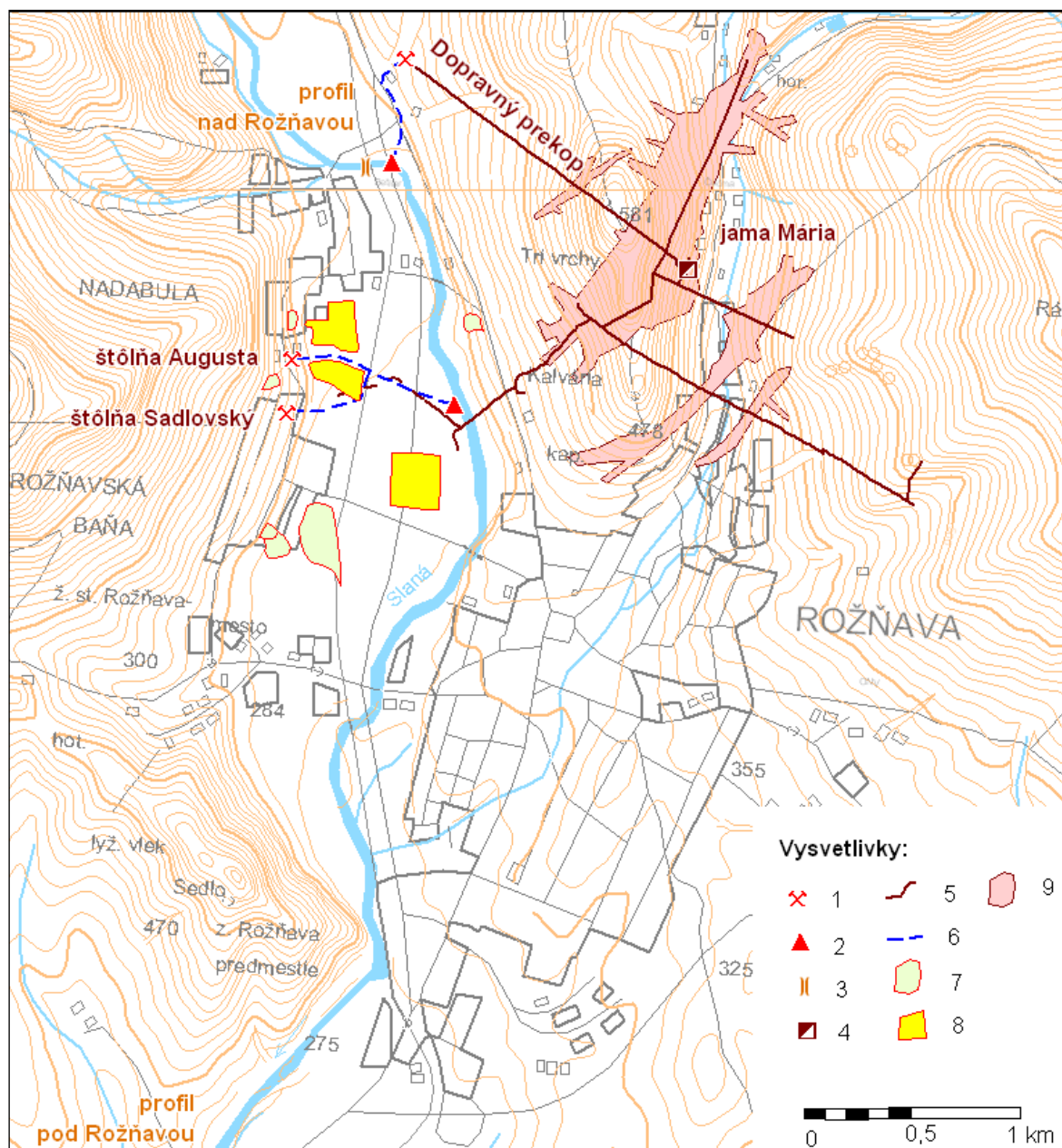
Objekt	Dátum	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
Ro1	2007-2022	0,39	N	0,60	0,01	0,05	0,001	0,11	0,43	0,04	0,14	0,01
	2023	0,41	V	0,05	0,01	0,006	0,0002	0,25	0,23	0,002	0,04	0,004
Ro2	2007-2022	0,32	V	0,04	0,01	0,002	0,0004	0,03	0,09	0,001	0,01	0,004
	2023	0,29	V	0,05	0,01	0,001	0,0001	0,02	0,06	0,001	0,01	0,003
Ro3	2007-2022	0,62	V	0,05	0,01	0,003	0,0004	0,67	0,07	0,001	0,01	0,003
	2023	0,48	V	0,04	0,01	0,001	0,0001	0,82	0,04	0,001	0,01	0,001

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

Na monitorovacom mieste rieky Slaná v Rožňave – Nadabula 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). V rokoch 2022 – 2023 boli výrazne ovplyvnené banskou vodou zo zatopeného ložiska Manó – Gabriela v Nižnej Slanej (obr. 4.7.3).

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 Štiavnica. 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 2022, tu neboli zistené prejavy nestability terénu ani poškodenie objektov ústí štôlní.



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.

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 Štiavnica. Táto organizácia vykonáva aj v súčasnosti pravidelnú údržbu odkaliska Smolník (HBÚ, 2024).

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 – 2023 dokumentovaná banská voda šachty Pech, štôľní Karolí a Novej, priesaky z odkaliska a dva profily potoka Smolník.

Zatopené ložisko je odvodňované sústredeným výtokom zo šachty Pech a čiastočne i nekontrolovanými priesakmi v jej okolí, Novou štôľňou a štôľňou Karolí. Meranie množstva banskej vody vytekajúcej zo šachty Pech s frekvenciou 2x ročne a priesaku z odkaliska raz ročne od roku 2000 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 – 2023 sa profily potoka Smolník vzorkovali raz a zostávajúce objekty 2-krát, s výnimkou šachty Pech (2020 – 2x, 2021 – 5x, 2022 a 2023 – 6x). 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 2023 z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody sú na výstupnom profile potoka Smolník *Sm8* z hodnotenej oblasti zistené nevyhovujúce koncentrácie Fe, Mn a Zn (tab. 4.10.2), hoci na vstupnom profile *Sm1* sú vyhovujúce. Najvýraznejšie prekročenie požadovanej hodnoty – približne 8-násobné – je dokumentované u zinku, výrazné (niekoľko-násobné) je u železa a mangánu. Pre obdobie rokov 2008 – 2022 prekročili príslušné limity i charakteristické hodnoty Al a Cu.

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 – 2022	10,9	7,32	15	0,3	0,0	0,04	0,020	0,002	0,002	0,005	0,001	0,001	0,00010
	2023	9,0	7,35	14	0,1	0,02	0,05	0,005	0,0005	0,001	0,004	0,001	0,001	0,00005
Sm2	2008 – 2022	26,4	5,17	116	18,4	2,2	4,42	0,082	0,002	0,001	0,063	0,181	0,047	0,00038
	2023	19,1	6,12	72	2,3	0,6	0,81	0,026	0,000	0,0005	0,021	0,093	0,036	0,00015
Sm3	2008 – 2022	273,6	4,02	2350	284,3	22,5	56,54	6,015	0,055	0,045	1,720	0,150	0,261	0,00491
	2023	224,3	4,33	2620	213,0	15,7	33,20	2,975	0,040	0,042	0,749	0,098	0,268	0,00395
Sm4	2008 – 2022	46,7	6,29	201	1,2	1,4	0,14	0,252	0,002	0,001	0,044	0,030	0,002	0,00009
	2023	45,5	6,78	236	0,1	0,6	0,02	0,053	0,0003	0,001	0,002	0,013	0,005	0,00005
Sm6	2008 – 2022	170,8	6,30	1009	13,3	14,0	0,09	0,095	0,002	0,124	0,038	0,049	0,046	0,00024
	2023	164,2	6,36	956	9,9	12,2	0,04	0,062	0,0003	0,123	0,012	0,048	0,049	0,00030
Sm7	2008 – 2022	295,2	6,36	2086	61,5	17,8	0,09	0,281	0,003	0,616	0,009	0,065	0,076	0,00009
	2023	311,0	6,67	2270	61,5	16,8	0,05	0,081	0,0003	0,724	0,002	0,061	0,079	0,00005
Sm8	2008 – 2022	30,9	6,16	133	10,9	1,2	1,80	0,323	0,003	0,006	0,098	0,011	0,012	0,00039
	2023	38,2	7,09	158	10,8	1,2	0,10	0,254	0,0003	0,004	0,012	0,008	0,020	0,00030

Vysvetlivky: Označenie monitorovaných objektov: Sm1 – potok Smolník nad ložiskom, Sm2 – Nová štôlna, Sm3 – šachta Pech, Sm4 – štôlna Karoli, Sm6 – horná výusť drenáže odkaliska, Sm7 – dolná výusť drenáže odkaliska, Sm8 – potok Smolník pod odkaliskom. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.10.1.

Potok Smolník sa v profile pred ústím do rieky Hnilec monitoruje v rámci monitoringu kvality povrchových vôd SHMÚ. V roku 2022 tu sledované všeobecné ukazovatele spĺňali stanovené kritériá s výnimkou obsahu dusitanového dusíka, pričom reakcia vody vyjadrená hodnotou pH dosahovala rozmedzie 7,60 – 8,32. Z nesyntetických látok vyhovovali kritériám kvality obsahy Hg, Cd, As, Pb, Cu a Ni, nevyhovoval obsah Zn (tab. 4.10.3). V roku 2023 tu bol zaznamenaný obsah Zn 32,5 – 103 µg/l s priemerom 61,18 µg/l, nevyhovujúci stanovenému limitu (Döményová et al., 2024).

Z hľadiska hodnotenia kvality zdrojov banskej vody nachádzajúcich sa v hodnotenej oblasti a drenážnej vody odkaliska podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) prevyšuje intervenčné kritérium (IT) obsah Al (až 141-násobné prekročenie v období rokov 2008 – 2022 a 83-násobné prekročenie v roku 2023), Zn (1,2-násobné prekročenie 2008 – 2022) 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, obsah Cu 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 – 2022, v roku 2023 už vyhovovala v štôlni Karoli a v priesakovej vode odkaliska. Intervenčnému kritériu nevyhovuje reakcia vody šachty Pech a pre obdobie 2008 – 2023 vody Novej štôlne. Na výtoky banskej vody zo šachty Pech (objekt Sm3) sú charakteristické hodnoty sledovaných ukazovateľov pre rok 2023 nižšie v porovnaní s obdobím 2008 – 2022 (tab. 4.10.1), s výnimkou kobaltu.

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 – 2022	0,10	V	0,06	0,14	0,16	0,20	0,65	0,26	0,17	0,19	0,04	0,03	0,17
	2023	0,13	V	0,08	0,04	0,07	0,05	0,10	0,03	0,20	0,15	0,03	0,02	0,09
Sm2	2008 – 2022	0,24	N	0,46	9,18	7,17	22,10	2,67	0,25	0,08	2,42	6,03	0,94	0,65
	2023	0,28	N	0,56	2,74	4,92	9,08	1,59	0,08	0,04	1,32	6,88	0,92	0,60
Sm3	2008 – 2022	2,49	N	9,40	142,15	75,01	282,71	195,30	6,75	4,73	65,92	5,01	5,21	8,46
	2023	2,42	N	9,06	129,25	65,50	229,00	141,99	5,31	4,72	25,06	4,32	6,01	8,94
Sm4	2008 – 2022	0,42	V	0,80	0,62	4,71	0,72	8,17	0,23	0,13	1,67	0,99	0,04	0,15
	2023	0,40	V	0,68	0,04	0,94	0,04	1,28	0,03	0,06	0,06	0,23	0,06	0,09
Sm6	2008 – 2022	1,55	V	4,04	6,67	46,81	0,46	3,08	0,29	12,91	1,44	1,62	0,91	0,41
	2023	1,49	V	3,91	4,66	41,83	0,18	1,80	0,07	15,11	0,46	1,63	0,87	0,43
Sm7	2008 – 2022	2,68	V	8,35	30,73	59,17	0,47	9,11	0,42	64,16	0,34	2,18	1,51	0,16
	2023	2,94	V	9,32	28,28	55,83	0,18	2,89	0,03	63,48	0,06	2,17	1,31	0,09
Sm8	2008 – 2022	0,28	V	0,53	5,46	4,04	8,98	10,48	0,36	0,63	3,76	0,36	0,24	0,67
	2023	0,35	V	0,63	5,40	3,93	0,50	8,25	0,03	0,43	0,46	0,27	0,40	0,52

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

Tab. 4.10.3 Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody toku Smolník na monitorovacom mieste „ústie“ v roku 2022 ((Döményová et al., 2023)

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-POK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Hg µg/l	12	0,015	0,015	0,015	0,008		0,12 / 0,1
Cd µg/l	12	0,020	0,330	0,324	0,175	5/5	2,0 / 0,75
Pb µg/l	12	1,00	9,83	1,00	1,28		15 / 2,2
As µg/l	12	0,50	0,64	0,58	0,34		- / 9,6
Cu µg/l	12	1,00	10,6	7,14	4,78	5/5	- / 33,8
Ni µg/l	12	1,00	8,19	7,51	4,99		- / 14
Zn µg/l	12	5,00	248,00	160,70	111,63	5/5	- / 75

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 – 2022	0,13	N	17,68	0,05	0,02	0,02	0,06	1,81	0,47	0,08	1,17
	2023	0,10	N	3,22	0,02	0,003	0,01	0,02	0,93	0,36	0,03	0,60
Sm3	2008 – 2022	1,37	N	226,17	4,01	0,55	0,91	1,72	1,50	2,61	0,98	1,72
	2023	1,12	N	132,80	1,98	0,40	0,83	0,75	0,98	2,68	0,79	1,22
Sm4	2008 – 2022	0,23	N	0,57	0,17	0,02	0,03	0,04	0,30	0,02	0,02	0,07
	2023	0,23	V	0,06	0,04	0,003	0,01	0,002	0,13	0,05	0,01	0,05
Sm6	2008 – 2022	0,85	N	0,36	0,06	0,02	2,48	0,04	0,49	0,46	0,05	0,06
	2023	0,82	N	0,14	0,04	0,001	2,46	0,01	0,48	0,49	0,06	0,05
Sm7	2008 – 2022	1,48	N	0,37	0,19	0,03	12,32	0,01	0,65	0,76	0,02	0,06
	2023	1,56	V	0,18	0,05	0,003	14,48	0,002	0,61	0,79	0,01	0,10

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 – 2022	0,09	N	17,68	0,05	0,02	0,02	0,06	1,81	0,47	0,08	1,17
	2023	0,06	V	2,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,47	0,18	0,01	0,24
Sm3	2008 – 2022	0,91	N	141,36	1,20	0,28	0,45	0,86	0,75	1,30	0,25	0,69
	2023	0,75	N	83,00	0,60	0,20	0,42	0,37	0,49	1,34	0,20	0,49
Sm4	2008 – 2022	0,16	V	0,36	0,05	0,01	0,01	0,02	0,15	0,01	0,004	0,03
	2023	0,15	V	0,04	0,01	0,001	0,01	0,001	0,07	0,02	0,003	0,02
Sm6	2008 – 2022	0,57	V	0,23	0,02	0,01	1,24	0,02	0,24	0,23	0,01	0,02
	2023	0,55	V	0,09	0,01	0,001	1,23	0,006	0,24	0,24	0,02	0,02
Sm7	2008 – 2022	0,98	V	0,23	0,06	0,02	6,16	0,004	0,33	0,38	0,005	0,02
	2023	1,04	V	0,11	0,02	0,001	7,24	0,001	0,30	0,39	0,003	0,04

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

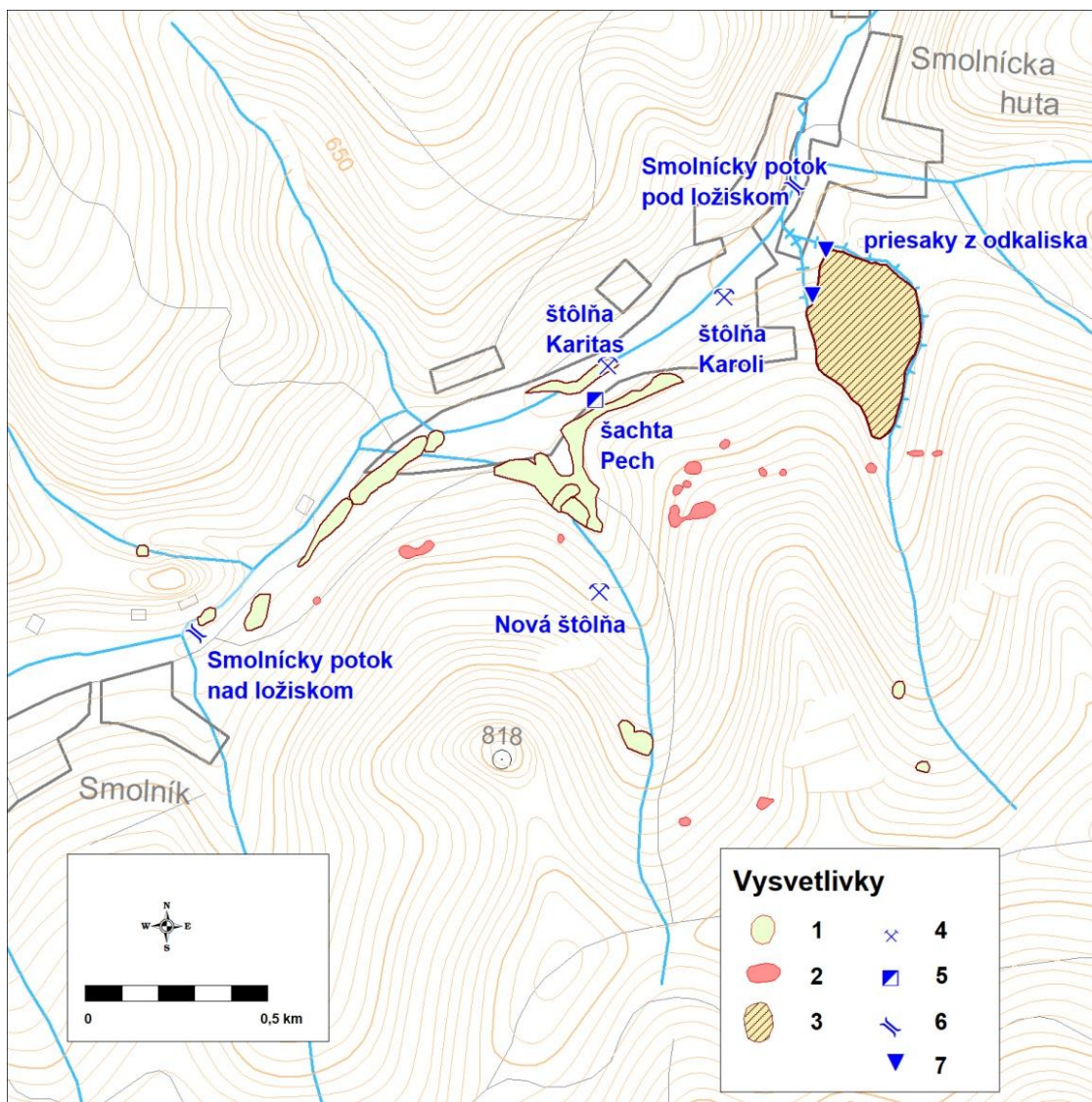
Ozn. objektu	Dátum	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Al ₂ O ₃ %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
Sm8	29. 10. 2019	7,23	0,1	12,2	0,3	221	90	87	14,6

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 pásma závalov nad vydobýtanými časťami pyritového ložiska (obr. 4.10.1). V rokoch 2012 – 2023 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 – odkalisko, 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, hlbinné ťažené ložisko sadrovca a anhydritu Spišská Nová Ves – Novoveská Huta (baňa Mária, DP Spišská Nová Ves, VSK, s. r. o. 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 2023 sa ťažba sadrovca na bani Mária, ani na ložisku Šafárka, nevykonávala (HBÚ, 2024).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Na lokalite Novoveská Huta sa kumulujú dôsledky 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). Sadrovcová baňa Mária sa nachádza v tesnej blízkosti opustenej bane Novoveská Huta, nie je však s ňou priamo prepojená banskými dielami.

Ložisko anhydritu a sadrovca tvorí mohutná šošovka o dĺžke cca 3,5 km, smerná dĺžka ložiska dosahuje až 5 km, mocnosť ložiskovej polohy kolíše od 1 do 15 m, mocnosť celého ložiska je 150 m. Na JV vystupuje samostatné ložisko Gretľa. Prvé písomné údaje o ložisku sadrovca sú z roku 1876, ale ťažba sa začala ešte okolo roku 1856 na východnom svahu Rittenbergu krátkymi štôľňami. Najprv sa dobývali pripovrchové polohy sadrovca na úpätí Skalky pomocou štôlní. V roku 1906 až 1921 sa ložisko neťažilo, ťažba sadrovca sa potom rozvíjala najmä po roku 1926 a prebiehala potom až do súčasnosti. Otvárka, príprava a ťažba prebieha v tomto období na „0“ (nultom), I. (540 m n. m.) a II. (485 m n. m.) hlbinnom horizonte, v smere ložiska. Ako dobývacie metódy sa uplatňujú dve modifikácie dobývania otvorenou komorou a podetážové dobývanie na zával. Pre možný zvýšený prítok vôd bola v roku 2009 táto baňa rozhodnutím banského úradu zaradená do kategórie baní s nebezpečenstvom prievalov vody. Napriek prijatým opatreniam došlo aj v roku 2010 k mimoriadnej udalosti zatopením bane po mimoriadne výdatných zrážkach. Zvýšený prítok v podzemí bol spôsobený prienikom dažďového roncu cez povrchové závally. Ťažobná organizácia udáva priemerný mesačný prítok do bane v intervale 3,9 – 5,0 l/s. Banská voda bola z bane čerpaná z úrovne na povrch z úrovne II. horizontu a vypúšťaná do potoka Holubnica. V roku 2023 už baňa nebola odvodňovaná čerpaním, prebiehalo jej samovoľné zatápanie.

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 Murán a hlbinné 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 sadrovcovej bane Mária (obr. 4.11.1, tab. 4.11.1). Výtoky banskej vody boli vzorkované 2 – 4 x ročne a miesta na povrchových 1 – 2 x ročne.

Z porovnania výsledkov monitoringu kvality s požiadavkami na kvalitu povrchových vôd vyplýva (tab. 4.11.2), 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, hliníka i niklu. Priemerná koncentrácia Al = 0,68 mg/l pre obdobie rokov 2007 – 2022 predstavuje 74-násobné prekročenie RP-PoK, v roku 2023 je zaznamenané 96-násobné prekročenie. Priemerná koncentrácia niklu na tomto objekte za obdobie rokov 2007 – 2022 je 27 µg/l, čo predstavuje 1,2-násobné prekročenie RP-PoK, v roku 2023 bolo prekročenie 1,3-násobné. Vďaka riedeniu prítokmi dochádza postupne v smere tohto toku k zlepšovaniu kvalitatívnych vlastností vody a v profile pred sútokom s Holubnicou (profil NH2) už dosahuje vyhovujúce parametre kvality. V roku 2023 však bolo na ňom dokumentované mierne prekročenie NPK pre objemovú aktivitu ^{226}Ra (tab. 4.11.2).

Voda potoka Holubnica v oboch vzorkovaných profiloch dosahuje zväčša dobrú kvalitu, hoci úsek toku medzi týmito monitorovanými miestami (NH5 a NH3) predstavuje časť povodia intenzívne postihnutého banskou činnosťou s viacerými výtokmi banských vôd zo štôľní a prítomnými haldami vyťaženého materiálu. Napriek tomu tu v období rokov 2007 – 2021 neboli zaznamenané výrazné nárasty koncentrácií rizikových zložiek (^{226}Ra , U_{nat} , Cu, As) medzi týmito pozorovanými miestami. V roku 2022 bolo na oboch dokumentované mierne prekročenie NPK pre objemovú aktivitu ^{226}Ra . V roku 2023 bolo prekročenie NPK pre objemovú aktivitu ^{226}Ra zaznamenané len na monitorovacom mieste NH5.

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 - 2022	253,3	7,78	1288	0,132	0,024	0,021	0,002	0,002	0,003	0,094	0,008	3,1
	2023	79,0	7,41	297	0,210	0,047	0,032	0,002	0,001	0,008	0,091	0,003	34,0
NH2	2007 - 2022	19,3	7,87	34	0,040	0,015	0,066	0,001	0,001	0,005	0,088	0,003	-
	2023	19,7	7,90	27	0,017	0,004	0,063	0,0003	0,0003	0,003	0,227	0,002	-
NH3	2007 - 2022	24,3	8,01	37	0,036	0,010	0,044	0,002	0,001	0,004	0,095	0,003	-
	2023	24,2	8,30	35	0,034	0,006	0,043	0,002	0,001	0,003	0,073	0,004	-
NH4	2007 - 2022	79,8	7,50	251	0,125	0,078	0,061	0,023	0,010	0,029	0,085	0,006	10,1
	2023	92,8	7,51	330	0,150	0,028	0,059	0,022	0,007	0,028	0,194	0,003	7,5
NH5	2007 - 2022	22,3	8,02	37	0,016	0,007	0,036	0,001	0,001	0,002	0,120	0,002	-
	2023	23,3	8,31	37	0,054	0,011	0,037	0,001	0,0003	0,002	0,309	0,001	-
NH6	2007 - 2022	20,6	5,78	76	0,147	0,550	0,024	0,001	0,001	0,174	0,121	0,021	-
	2023	19,1	6,15	79	0,194	0,492	0,023	0,0005	0,0003	0,172	0,192	0,034	-
NH7	2007 - 2022	42,2	8,01	70	0,052	0,013	0,076	0,003	0,001	0,003	0,137	0,040	10,3
	2023	40,1	8,00	62	0,054	0,010	0,068	0,005	0,0008	0,0055	0,218	0,053	23,5

Označenie objektov: NH1 – čerpaná banská voda ložiska sadrovca, NH2 – Suchohorský potok pred ústím do Holubnice, NH3 – Holubnica nad sútokom so Suchohorským potokom, NH4 – Vodná štôľňa, NH5 – Holubnica v profile Rybníky, NH6 – Suchohorský potok pod haldou na Muráni, NH7 – výtok spod haldy jamy č.1. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.11.1.

Najvyššia úroveň objemovej aktivity ^{226}Ra je zaznamenaná monitoringom vo vývere pod jamou č.1 (profil NH7) s dlhodobým priemerom 0,137 Bq/l a variačným rozpätím 0,051 – 0,395 Bq/l. O niečo nižšia je úroveň ^{226}Ra v povrchovej vode profilu NH6 pod lomom Muráň, s priemerom 0,121 Bq/l a variačným rozpätím 0,014 – 0,380 Bq/l. Na zostávajúcich objektoch dlhodobá priemerná hodnota ^{226}Ra neprekračuje 0,12 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). Dňa 21. 9. 2022 v extrémne suchom období bolo zaznamenané prekročenie MH pre ^{226}Ra na všetkých sledovaných objektoch, s maximálnou hodnotou 0,395 Bq/l na výtoku spod haldy jamy č. 1. Dňa 5. 6. 2023 bolo mierne prekročenie MH pre ^{226}Ra zaznamenané na ústí Suchohorského potoka (NH2) a na potoku Holubnica na Rybníkoch (NH5). Obsah prírodného uránu v monitorovaných profiloch povrchových tokov je stabilne nižší ako príslušná medzná hodnota 0,05 mg/l (tab. 4.11.2). Zo sledovaných objektov je MH pre urán občasne prekračovaná len na výtoku spod haldy jamy č. 1.

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 – 2022	2,30	V	5,15	0,07	0,08	0,21	0,17	0,32	0,22	0,47	0,16
	2023	0,72	V	1,19	0,105	0,16	0,32	0,22	0,21	0,59	0,45	0,05
NH2	2007 – 2022	0,18	V	0,13	0,020	0,05	0,66	0,11	0,17	0,60	0,44	0,06
	2023	0,18	V	0,11	0,009	0,01	0,63	0,03	0,05	0,34	1,14	0,04
NH3	2007 – 2022	0,22	V	0,15	0,02	0,03	0,44	0,17	0,18	0,29	0,48	0,06
	2023	0,22	V	0,14	0,02	0,02	0,43	0,17	0,12	0,23	0,37	0,07
NH4	2007 – 2022	0,73	V	1,00	0,06	0,26	0,61	2,43	2,03	2,29	0,42	0,11
	2023	0,84	V	1,32	0,08	0,09	0,59	2,30	1,31	2,15	0,97	0,07
NH5	2007 – 2022	0,20	V	0,15	0,008	0,02	0,36	0,09	0,16	0,12	0,60	0,04
	2023	0,21	V	0,15	0,027	0,04	0,37	0,11	0,05	0,16	1,55	0,01
NH6	2007 – 2022	0,19	N	0,30	0,07	1,83	0,24	0,12	0,10	19,75	0,60	0,43
	2023	0,17	N	0,32	0,10	1,64	0,23	0,05	0,05	19,55	0,96	0,67
NH7	2007 – 2022	0,38	V	0,28	0,03	0,04	0,76	0,31	0,16	0,34	0,69	0,80
	2023	0,36	V	0,25	0,03	0,03	0,68	0,47	0,16	0,63	1,09	1,06

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2. Označenie objektov ako pri tab. 4.11.1. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke 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 – 2022	1,27	V	0,02	0,03	0,06	0,003
		2023	0,40	V	0,03	0,04	0,04	0,008
NH4	Vodná štôlna	2007 – 2022	0,40	V	0,06	0,47	0,41	0,03
		2023	0,46	V	0,06	0,44	0,26	0,03
NH7	Pod jamou č. 1	2007 – 2022	0,21	V	0,08	0,06	0,03	0,003
		2023	0,20	V	0,07	0,09	0,03	0,006

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 5. 6. 2023 dosahovali koncentrácie prvkov, vypočítané podľa zmiešavacej rovnice pre tok Holubnicu v mieste pod sútokom so Suchohorským potokom, nasledovné hodnoty: As = 1,8 µg/l, Sb = 0,7 µg/l a Cu = 3,7 µg/l. Objemová aktivita ^{226}Ra dosiahla hodnotu 0,116 Bq/l, nižšiu ako príslušná MH = 0,2 Bq/l pre povrchové vody. 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 (smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) dlhodobo prevyšovala indikačné kritérium len merná elektrická vodivosť (EC) banskej vody sadrovcovej bane (tab. 4.11.3). V roku 2023 došlo k jej poklesu pod hodnotu ID kritéria. 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 Hnilčíka a predtým i železná ruda z V. grételskej žily prebiehajúcej hrebeňom Gretli. Po ukončení ťažby bola Nová štôlna zabezpečená pri realizácii likvidačných prác (v roku 1992). Odvtedy do polovice roka 2008 bol výtok z Novej štôlne prirodzený a neovplyvnený závalmi, pohyboval sa podľa aktuálnej hydrologickej situácie v rozmedzí 5,91 – 26,23 l/s, s priemerom 16,23 l/s.

Takéto prievaly, vyvolané prítomnosťou sadrovcového krasu v úvodnom úseku Novej štôlne, sa opakovali štyri krát: pri prvom 26. 9. 2008 vytieklo 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. Odvrátil sa monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila sa prievalová hrádza pri ústí štôlne s možnosťou voľného odtoku vody. Účelom hrádze 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 rozkvy rýchlo reaguje na zrážky a možno predpokladať že uvedenými tromi objektmi je odvodňované celé množstvo vody infiltrovanej do banskej sústavy Novej štôlne. Vzdušná 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 hrádzou vybudovanou na ústí štôlne.

V období rokov 2012 až 2023 dosahoval odtok banských vôd na tejto lokalite v priemere 8,5 l/s, nevyskytli sa neočakávané výrony banskej vody na povrch. V roku 2023 dosiahol priemer dvoch meraní sumárneho množstva odtekajúcich banských vôd z Novej štôlne, z krátera a z vrtu MV-1 11,0 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 štôlna	2009 – 2021	165	7,70	737	0,08	1,34	0,072	288	82	0,0006	0,0013	0,003
	2022	179	7,32	774	0,07	0,24	0,014	329	82	0,0007	0,0004	0,004
kráter	2009 – 2021	149	7,54	625	0,01	0,28	0,026	258	77	0,0004	0,0017	0,002
	2022	165	7,64	607	0,02	0,58	0,024	282	72	0,0003	0,0011	0,001
potok	2009 – 2021	135	8,28	492	0,02	0,14	0,054	201	52	0,0004	0,0009	-
	2022	160	8,16	720	0,13	0,10	-	293	60	-	-	-

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 (tab. 4.11.4) i vysokú celkovú mineralizáciu 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 2023 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 štôlna	2009 – 2021	1,50	V	2,95	0,04	4,47	0,72	2,88	0,41	0,06	0,27
	2022	1,63	V	3,09	0,03	0,81	0,14	3,29	0,41	0,07	0,09
kráter	2009 – 2021	1,36	V	2,50	0,01	0,94	0,26	2,58	0,39	0,04	0,33
	2022	1,50	V	2,43	0,01	1,92	0,24	2,82	0,36	0,03	0,21
potok	2009 – 2021	1,23	V	1,97	0,01	0,48	0,54	2,01	0,26	0,04	0,17
	2022	1,45	V	2,88	0,07	0,33	-	2,93	0,30	-	-

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.

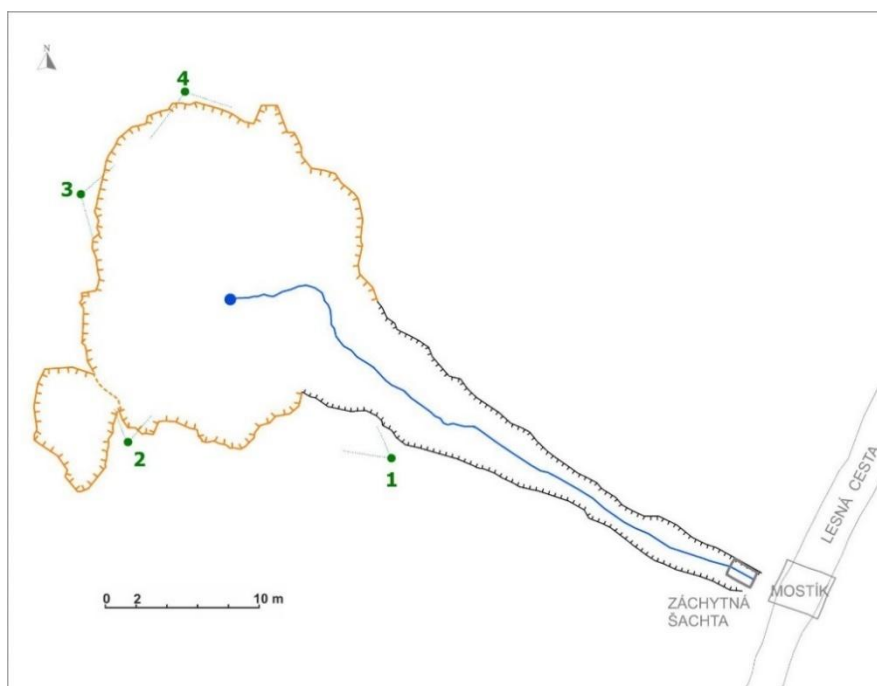
Inžinierskogeologické aspekty

Inžinierskogeologické aspekty vplyvu ťažby sa sledujú v oblasti Novej štôľne 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 štôľne, 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. 2022 a 2023 a terénnej rekognoskácie lokality vyplývajú nasledovné skutočnosti.



Obr. 4.11.2: Situácia závalov v oblasti Novej štôľne

V rámci terénneho výskumu lokality v r. 2023 neboli v porovnaní s predchádzajúcim obdobím zistené pozorovateľné zmeny v rozvoji, resp. rozširovaní závalov. Potvrďuje to aj porovnanie fotografických snímok z určených stanovišť, pričom pre porovnanie miery geodynamickej aktivity postačuje uvedenie (vzhľadom na nízky stupeň prejavov aktivity) porovnávacích snímok z protiľahlých 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 zmiernuje sklon svahov závalu (svahy sa prirodzene „stabilizujú“). Môže však dochádzať postupne aj k vyvalšovaniu stromového porastu.

V porovnaní s predchádzajúcim obdobím je viditeľné pokračujúce rozširovanie prirodzeného vegetačného pokryvu na dne a na svahoch závalu, čo napomáha k stabilizácii svahov závalu. Podobný stav bol zaznamenaný aj na menšom závale (západne od stanovišťa 2, obr. 4.11.2). 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. 2022 a z r. 2023: 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 banských priestorov. Rozsahu rozfárانيا z nultého, 1., 2. a 3. obzoru zodpovedá pomerne početný a rozsahovo značný výskyt závalov (obr. 4.11.4). V období rokov 2000 – 2018 bol zaznamenaný ťažobnou organizáciou vznik 8 závalov (s označením 0 – 7, obr. 4.11.4). Ťažba na ložisku bola v posledných rokoch nízka.

V Správe o činnosti (2024) HBÚ a OBÚ SR za r. 2023, v prílohe „Dobývanie ostatných surovín a počet zamestnancov pri dobývaní“ záznamu o banskej činnosti v rámci DP Spišská Nová Ves, nie sú uvádzané údaje o vydobytom množstve za rok 2023. Uvedené sú iba údaje za r. 2022, pričom vydobyté množstvo predstavuje 10,4 kt.

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. 4.11.4).

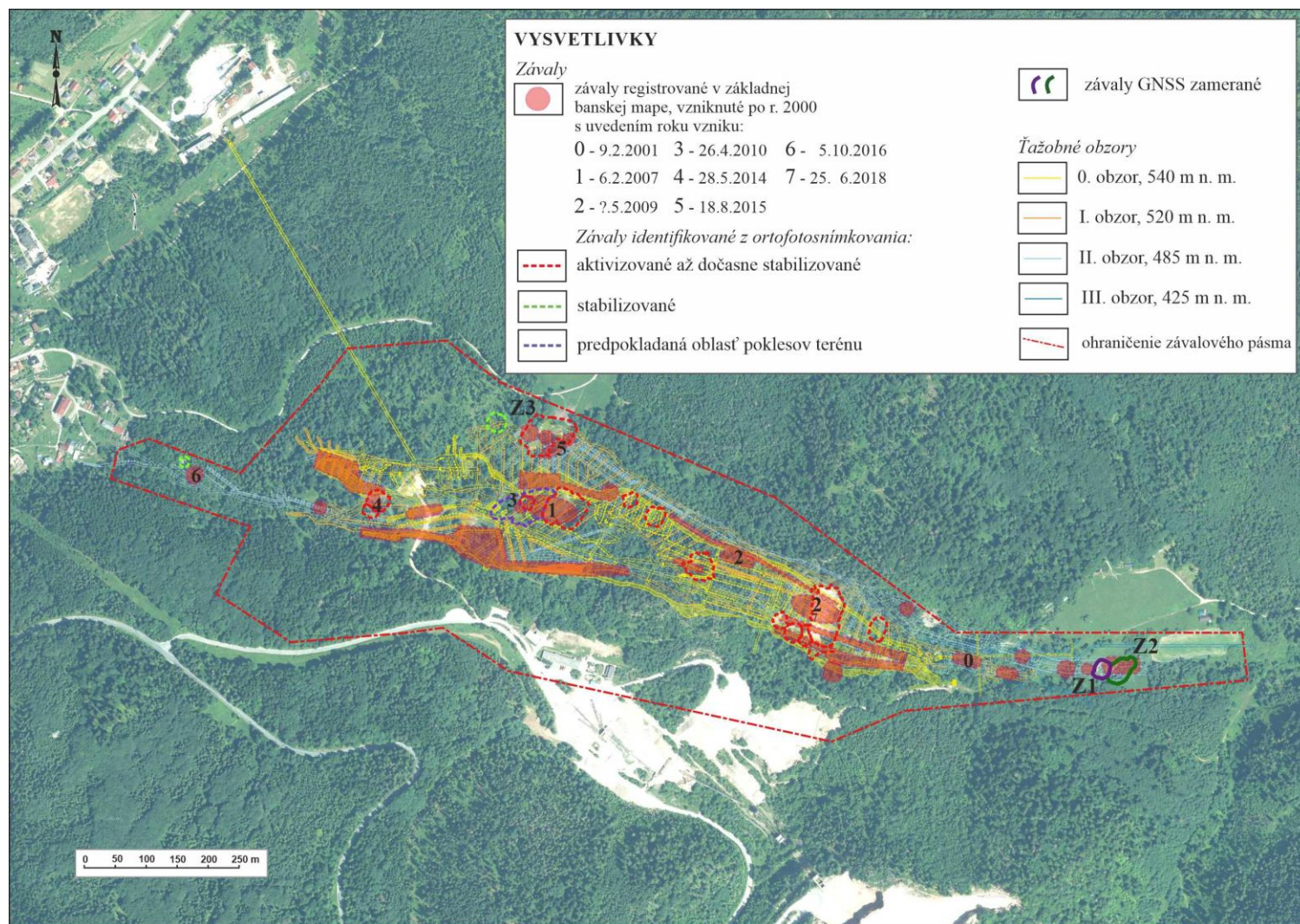
V oblasti Podzámčiská je sledovaná dvojica závalov s označením Z1 a Z2. Vzhľadom na to, že nebola pozorovaná zmena v aktivizácii závalov pri porovnaní r. 2014 a r. 2019, neboli tieto závaly v r. 2023 predmetom sledovania. Najbližšie sledovanie bude realizované v r. 2024.

V oblasti „Skalka“, JV od areálu sadrovцovej bane na okraji Novoveskej Huty, bol v rámci sledovania lokality v r. 2019 dokumentovaný novší zával s vlastným označením Z3 (obr. 4.11.4). 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.

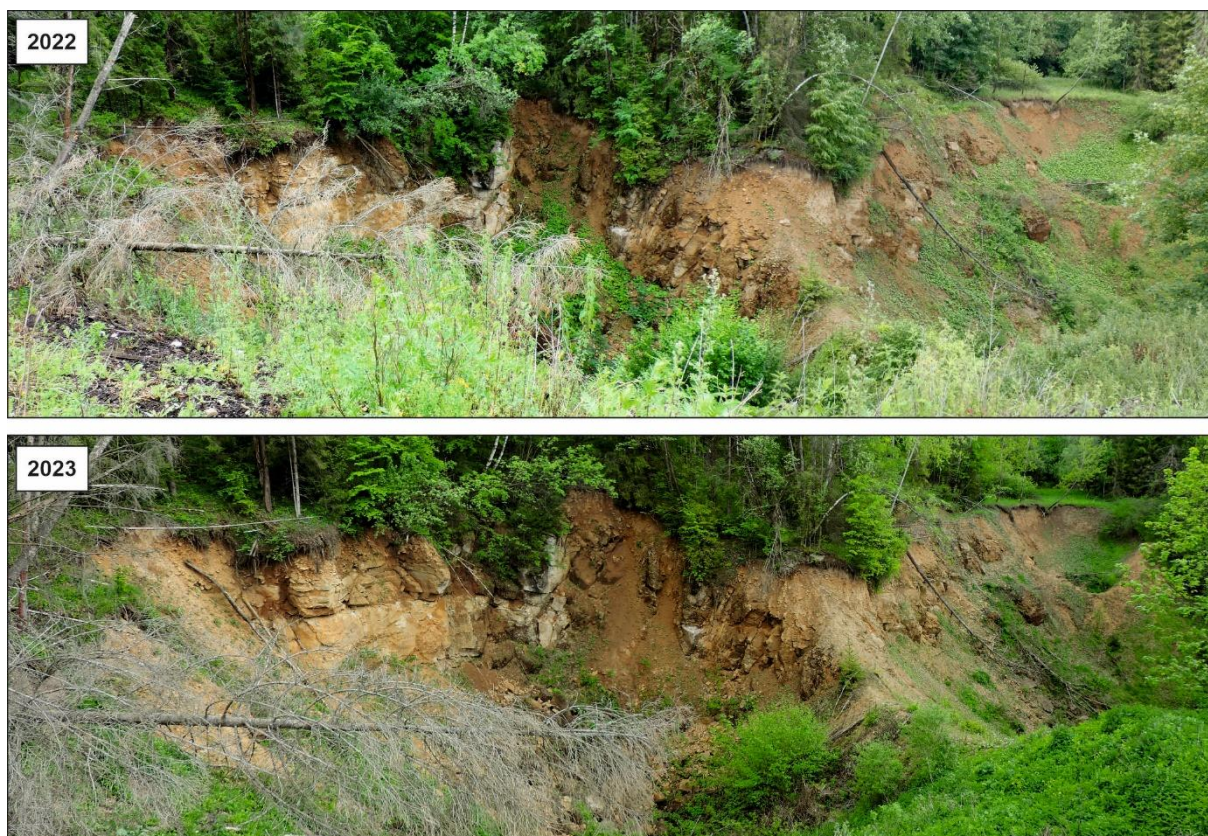
Maximálne odhadované rozmery závalu sú cca 90 x 65 m a hĺbka cca 6 – 10 m. Kvartérny pokryv je tvorený deluviálnymi zeminami predpokladaného charakteru ílu štrkovitého až štrku ílovitého s odhadovanou hrúbkou 1 – 1,5 m. Plochy stien závalu sú strmé. Po obvode na svahoch a dne závalu je zreteľná akumulácia 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. 4.11.5).

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. 2023 bol zával Z3 opätovne monitorovaný. Zároveň bolo realizované porovnávacie fotografické snímkovanie závalu. Z porovnania snímkovania z r. 2022 a z r. 2023 (obr. 4.11.5) vyplýva, že nedošlo k pozorovateľnej aktivizácii, resp. rozširovaniu závalu.



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.skgeodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get)



Obr. 4.11.5 Porovnávacie fotografické snímky juhovýchodného okraja závalu Z3 z r. 2022 a 2023

Za posledné sledované obdobie dochádzalo iba k málo významnej geodynamickej aktivite v podobe opadávaní úlomkov a zliezania deluviálno-eluviálneho komplexu zemín najmä na V až JV okraji závalu.

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 VTŽP.

V roku 2019 sa práce v rámci monitoringu lokality sústredili na získavanie archívnych údajov a úvodnú obhliadku predmetnej lokality. V rokoch 2020 až 2023 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 obeh podzemných vôd v priestore ložiska je dôležité, že relatívne priepustné šošovky karbonátov sú izolované v slabo priepustných paleozoických horninách, a teda nekomunikujú intenzívne s blízkym recipientom Krivánsky potok. 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 zvodnenci 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 vysoký je i obsah vápnika a horčíka, však vyhovuje požiadavkám na kvalitu povrchovej vody. Obdobné úrovne koncentrácie sledovaných parametrov boli zistené i vzorkami, odobratými v rámci monitoringu VTŽP v rokoch 2020 – 2023 (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.

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.

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
26.11.2022	8,22	-		10,5	91	154	13,5	667	0,0019	<0,0005	<0,002
21.9.2023	8,28	98,2		10,2	86,6	127	6,8		0,0019	0,0018	<0,002

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

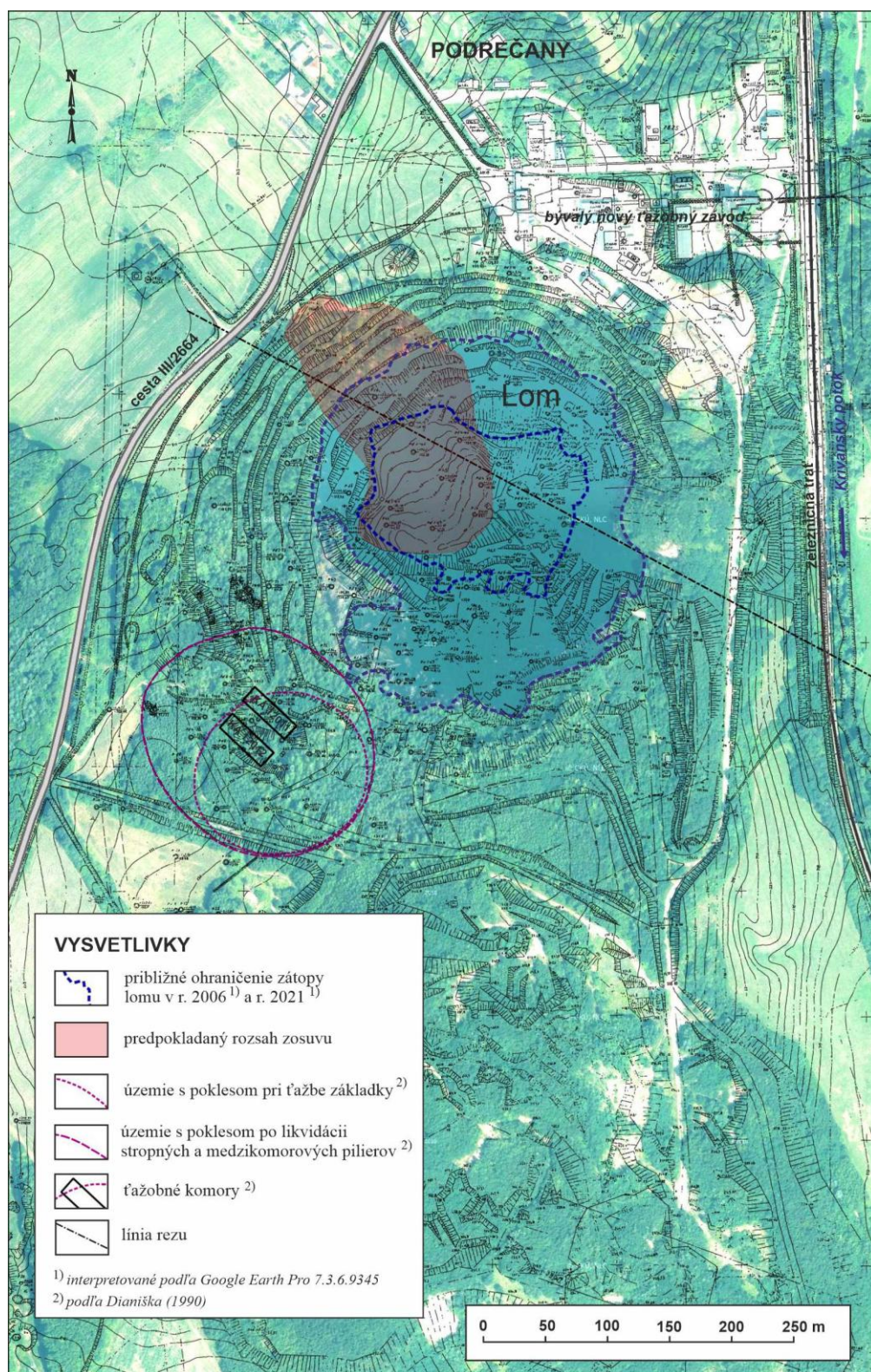
Lokalita Podrečany je sledovaná v súvislosti s výskytom geodynamických javov a pokračujúcim postupným zatápaním ťažobného lomu (obr. 4.12.1).

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, podsystém 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.

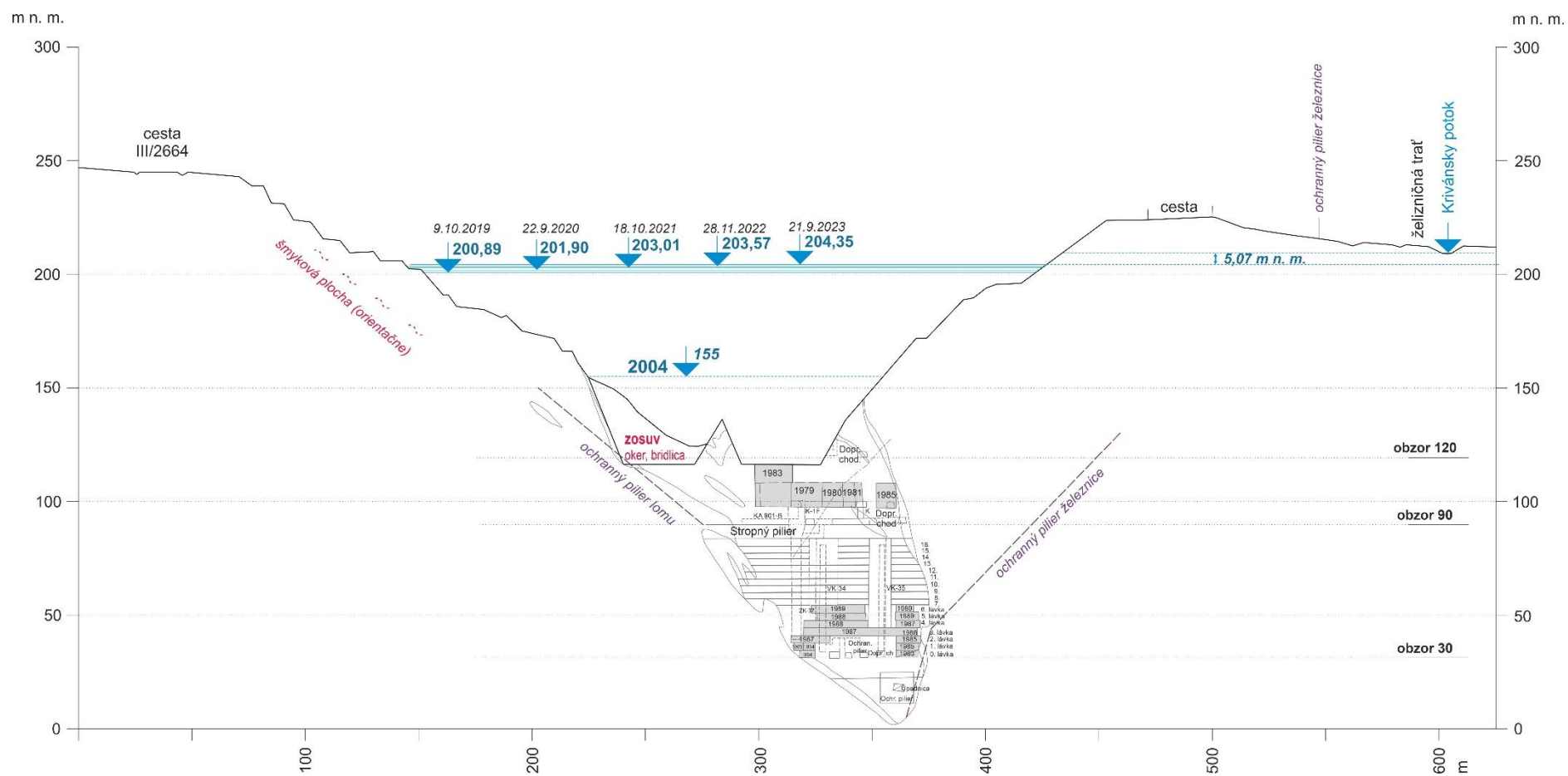
Vznik lomu súvisí s ťažbou magnezitu v časti ložiska s označením šošovka II (obr. 4.12.2). Smerná dĺžka šošovky II. je 455 m, úklonná hĺbka 340 m. Generálny smer šošovky je SSV – JJZ. Úklon šošovky je variabilný najmä v podloží, kde kolíše v rozmedzí 30 až 80°. Nadložná časť šošovky je pomerne kolmejšia 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 podľahol mechanickému a chemickému zvetrávaniu v podobe kavernóznych partií až do hĺbky 70 m n. m.

Podľa Dianišku (1990) bolo v minulosti 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 obzorochoch + 120 m n. m. a + 90 m n. m. Šošovky I. a II. sú napojené na ťažnú jamu Július na úrovni + 30 m n. m. a + 90 m n. m. Hlavnými obzormi bane v tejto dobe boli + 120, + 90, + 30 a 0 m n. m. (obr. 4.12.2).

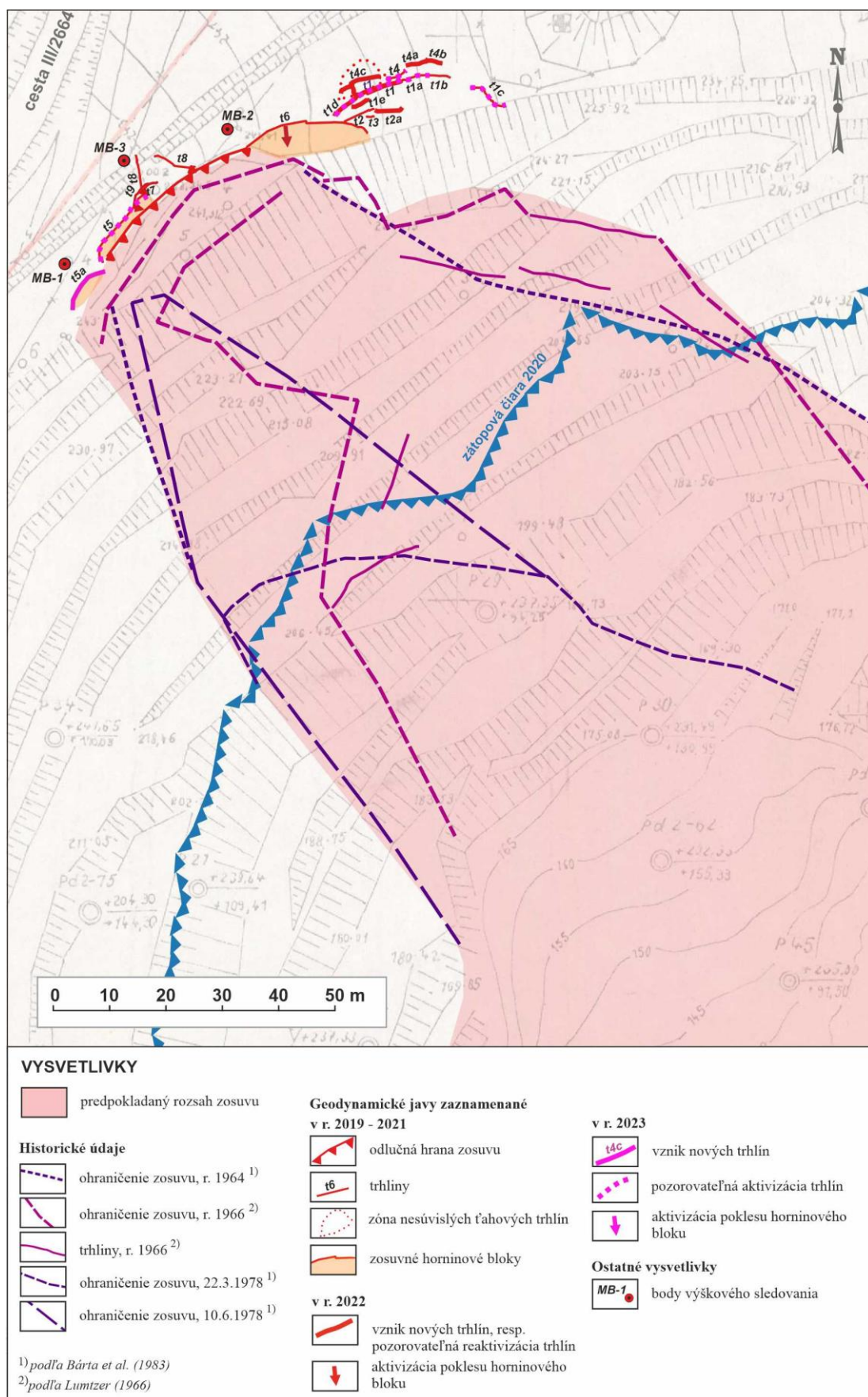
Z hľadiska výskytu inžinierskogeologických javov súvisiacich s ťažbou, resp. samotnou existenciou ťažobného lomu je najvýznamnejšia existencia zosuvu v SZ časti lomu (obr. 4.12.1). V rámci terénneho výskumu v r. 2019 bolo vykonané základné zdokumentovanie a GNSS zameranie oblasti odľučnej časti predmetného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



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)

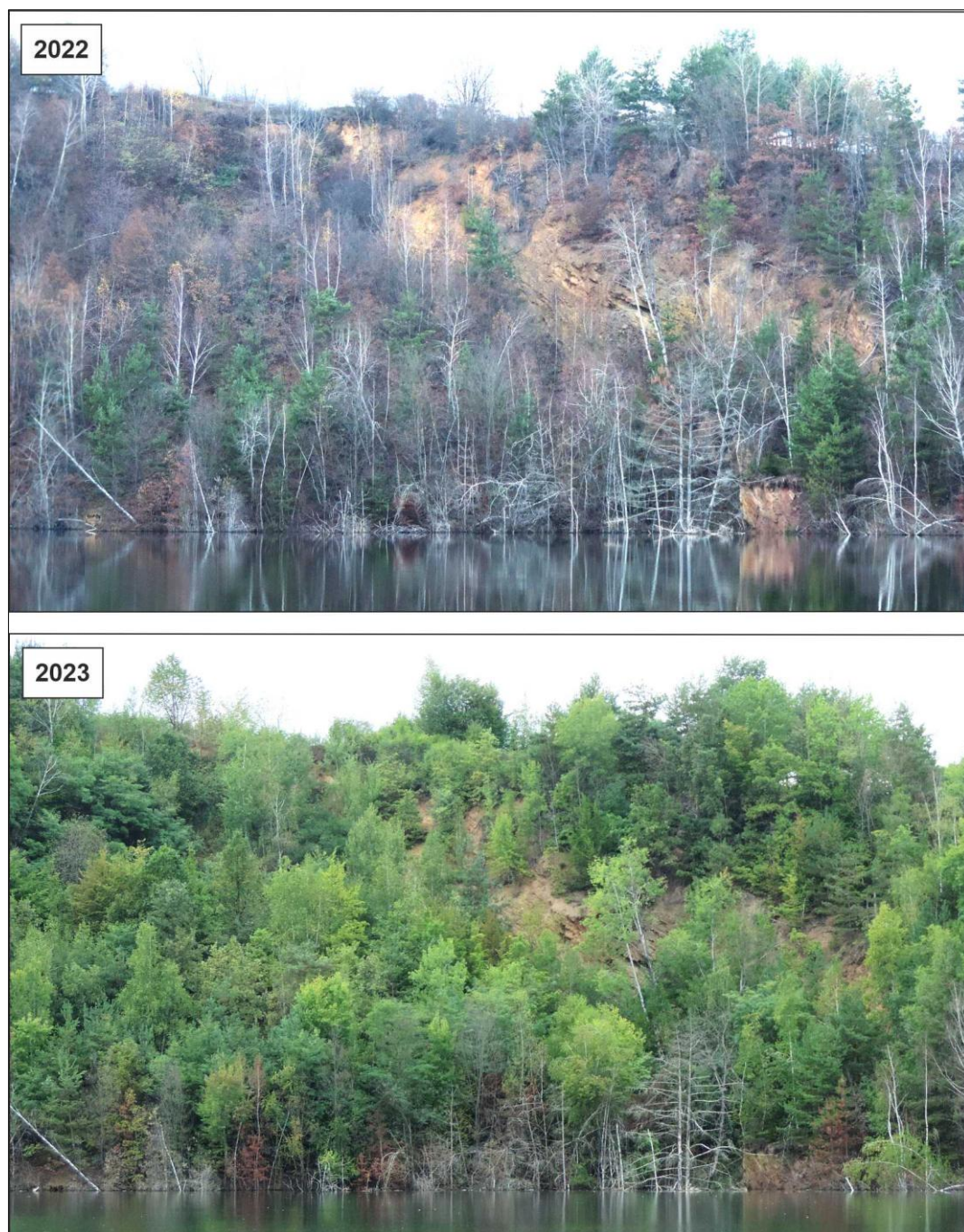


Obr. 4.12.2 Rez ložiskom – šošovky II. s použitím podkladov Dianiška (1990) s vyznačením zisťovanej úrovne hladiny vody v ťažobnom lome



Obr. 4.12.3: Situácia zosuvu s približným označením zátopovej čiary podľa snímky Lidar-u z r. 2020 (zdroj: <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/teren>), (topograf. podklad: Dianiška, 1990)

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. Od r. 2019 bolo zaznamenaný väčší počet trhlín, pričom postupom času bol pozorovaný vznik nových trhlín, resp. reaktivizácia trhlín (obr. 4.12.3). Napriek tomu, že z porovnávacieho snímkovania z r. 2022 a 2023 (obr. 4.12.4) nie sú zreteľné pozorovateľné zmeny v aktivite zosuvu, priamou rekognoskáciou terénu v r. 2023 bola zaznamenaná aktivita v jeho odlučnej oblasti.



Obr. 4.12.4: Pohľad na zosuv v r. 2022 a 2023

Najvýraznejšími sú trhliny s prevažne poklesovým prejavom, ktoré vymedzujú takmer oddelené zosuvné horninové bloky. Menší blok oddeľuje trhlina s označením t5 s max. poklesom cca 0,5 až 1 m dokumentovaným v r. 2019. Pri rekognoskácii v r. 2023 bolo zistené, že došlo k ďalšej aktivizácii na mieru poklesu bloku cca 2 m (obr. 4.12.5). Smerom k JZ bolo pozorované v r. 2023 predĺženie trhliny s označením t5a (obr. 4.12.3) s mierou poklesu cca 1 m.



Obr. 4.12.5: Pohľad na aktivizovanú trhlínu t5

Väčší blok oddeľuje trhlina s označením t6 s mierou poklesu odhadom do 1 – 2 m dokumentovanom v r. 2019. Jej aktivizácia bola zaznamenaná v r. 2022, pričom došlo k ďalšiemu poklesu bloku až do hĺbky 2,5 m. Na trhlínu t5 v smerovom pokračovaní nadväzuje krátka otvorená trhlina t7 registrovaná v r. 2019.

V strednej časti odľučnej hrany zosuvu bola v r. 2019 pozorovaná menšia pravdepodobne poklesová depresia ohraničená poklesovými trhlinami t8.

Retrográdnou aktivizáciu zosuvu smerom k severovýchodu dokumentujú trhliny t1 až t4. Od r. 2019 bol zaznamenávaný postupne vznik nových trhlín v tejto oblasti, resp. bola zistená ich aktivizácia. V r. 2019 bol zistený výskyt prvotných trhlín t1, t2, t3 a t4. Neskôr vznikali ďalšie trhliny. Reaktivizácia trhlín t1 a t4 bola pozorovateľná aj v r. 2023.

Trhlina t1 sa prvotne javila ako ťahová trhlina so š. 0,15 – 0,25 m. V r. 2022 bola zistená aktivizácia už so vznikom poklesu 0,3 – 0,5 m a otvorenosťou 0,5 – 1 m. Ako aktívna sa javila aj v r. 2023 (obr. 4.12.6).

Trhlina t2 bola dokumentovaná ako ťahovo-poklesová trhlina s mierou poklesu 0,3 – 0,4 m. Jej aktivizáciou bola pozorovaná v r. 2022.

S ťahovým charakterom sa prejavil vznik trhliny t3 so šírkou otvorenia 5 – 7 cm.

Trhlina t4 bola prvotne dokumentovaná ako ťahová trhlina s mierou roztvorenia 0,15 m. V r. 2023 bola zaznamenaná jej aktivizácia s otvorením do 0,2 m a hĺbkovým dosahom 0,5 m, pričom bol zistený aj poklesový charakter trhliny s mierou poklesu do 0,1 m.

Vznik nových trhlín t1a, t1b, t1c a t9 bol identifikovaný v r. 2021. Opätovná pozorovateľná aktivizácia trhlín t1a a t1c bola pozorovaná aj v r. 2023.

Trhlina t1a má ťahovo-poklesový charakter s mierou poklesu do 0,4 m v r. 2021. Aktivizácia trhliny bola zistená v r. 2022 s poklesom 0,5 m a otvorenosťou š. 0,3 m. Ďalšia aktivizácia bola zistená aj v r. 2023, a to s mierou poklesu 1 m a š. 0,3 m, avšak na rozhraní s trhlinou t1 so šírkou až 1,5 m (obr. 4.12.7).



Obr. 4.12.6: Pohľad na trhlínu t1



Obr. 4.12.7: Prechod trhliny t1a do trhliny t1

Trhlina t1b je pomerne zastretá trávnatým pokryvom, iba sporadicky boli spozorované otvory priemeru cca 0,2 m. Pozorovaním v r. 2022 bola zistená aktivizácia trhliny v náznakoch poklesu terénu o 0,1 – 0,2 m. Podobný stav trhliny bol zaznamenaný aj v r. 2023.

Prvotnou dokumentáciou trhliny t1c bol zistený iba jej poklesový charakter s mierou poklesu 0,2 – 0,4 m. Otvorenosť trhliny nebola identifikovaná. Aktivizácia trhliny v r. 2022 sa prejavila väčšou mierou poklesu na 0,5 m a otvorením trhliny na š. cca 0,2 m. Zároveň bolo možné predpokladať skryté prepojenie na trhlínu t1b.

Vznik novej trhliny t9 (s otvorenosťou 0,1 až 0,15 m) bol registrovaný ako prejav ďalšej retrográdnej aktivizácie zosuvu nadväzujúcej na trhlínu t5.

V r. 2022 bol pozorovaný vznik ďalších nových trhlín, a to t1d, t1e, t4a, t4b a t4c. V r. 2023 bola zistená opätovná pozorovateľná aktivizácia niektorých z týchto trhlín. Ťahovo-poklesová trhlina t1d bola prvotne dokumentovaná ako menej výrazná trhlina s mierou poklesu do 0,2 m a šírkou 0,2 – 0,3 m. V r. 2023 bola pozorovaná jej výrazná aktivizácia s mierou poklesu až do 1 m a šírkou 0,4 – 0,5 m.

Obdobný prvotný charakter ako trhlina t1d mala aj ťahovo-poklesová trhlina t1e s poklesom 0,2 m a šírkou 0,1 m.

V r. 2022 bolo zaznamenaný vznik novej trhliny t2a, ktorá je pokračovaním priebehu trhliny t2 v smere na východ.

Sériou od zosuvu najvzdialenejších retrográdnych trhlín sú trhliny t4a, t4b a t4c. Trhlina t4a je poklesovou trhlinou bez roztvorenia s mierou poklesu 0,25 m. Ťahovo-poklesovou trhlinou je trhlina t4b s mierou poklesu 0,1 m a šírkou 0,15 – 0,2 m. Trhlina t4c bola prvotne zaznamenaná ako ťahovo-poklesová trhlina s mierou poklesu 0,2 m a šírkou 0,1 m. Jej aktivizácia sa prejavila v r. 2023 roztvorením do 0,5 m.

Z obr. 4.12.3 je zrejmé, postupom času došlo k prepojeniu retrográdnych trhlín t1d-t1-t1a-t1b, pričom možno tiež predpokladať, že medzi trhlinou t1b a t1c existuje skryté prepojenie.

Okrem terénnej rekognoskácie odlučnej oblasti zosuvu bola v r. 2023 (podobne ako v r. 2020 – 2022) 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. Ide o meracie body s pracovným označením MB-1, MB-2 a MB-3 (obr. 4.12.3) podrobnejšie charakterizovaných v čiastkovej správe za r. 2020 – ČMS Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie. V r. 2020 bola realizovaná nultá séria meraní. Porovnania výsledkov výškových meraní merných bodov MB-1, MB-2 a MB-3 z r. 2020 až r. 2023 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	
	Meraná výška bodu (m)	Zmena výšky bodu (mm)	Meraná výška bodu (m)	Zmena výšky bodu (mm)	Meraná výška bodu (m)	Zmena výšky bodu (mm)
22.9.2020	-0,77676		-3,29296		-1,36043	
18.10.2021	-0,77422	2,54	-3,29641	-3,45	-1,35335	7,08
28.11.2022	-0,77102	3,20	-3,29602	0,39	-1,35768	-4,33
21.9.2023	-0,77143	-0,41	-3,29882	-2,80	-1,35653	1,15
Celková zmena výšky bodu		5,33		-5,86		3,90

Z výsledkov výškových meraní (tab. 4.12.2) vyplýva, že celkový relatívne ustálený mierny poklesový trend sa prejavuje na bode MB-2 s celkovou mierou poklesu -5,86 mm. Pokles bodu môže súvisieť pravdepodobne s aktivizáciou v oblasti trhliny t6. Na bode MB-1 bol medziročne zistený síce nepatrný pokles (-0,41 mm) avšak za celkové sledované obdobie je evidovaný výzdvih bodu o 5,33 mm. Pohybový trend na bodoch MB-1 a MB-3 bude potrebné overiť výškovými meraniami v ďalšom období a príp. prehodnotiť hodnovernosť sledovania bodov z hľadiska stability ich zabudovania. V princípe však možno konštatovať, že na bodoch nie sú pozorované významnejšie relatívne výškové zmeny. Predpoklad poklesu terénu z hľadiska retrográdneho poklesávania terénu za odlučnou hranou zosuvu sa potvrdil, a to zatiaľ v nepatrnej miere, iba na bode MB-2.

Prevažná časť telesa zosuvu je už zatopená (obr. 4.12.3), pričom úroveň hladiny v lome stúpa, čo dáva predpoklad ďalšej aktivizácii zosuvu.

Vzhľadom na neustále stúpanie hladiny vody v lome bola v rámci terénnych prác aj v r. 2023 meraná nadmorská výška hladiny vody v lome. Z tab. 4.12.3 je zrejmé, že medziročne bol zaznamenaný vzostup hladiny (od posledného merania v r. 2022) o 0,78 m (pri priemernej rýchlosti stúpania 0,96 m/rok), čo sú vyššie hodnoty v porovnaní s obdobím r. 2021 – 2022 (vzostup o 0,56 m, pri priemernej rýchlosti stúpania 0,50 m/rok).

Z uvedeného je zrejmé, že z hľadiska inžinierskogeologických aspektov na lokalite Podrečany je v súčasnosti najrizikovejšou oblasť existujúceho zosuvu. Výrazná aktivizácia svahovej deformácie pozorovaná hlavne vo východnej časti odlučnej oblasti zosuvu sa prejavila

predovšetkým aktivizáciou už existujúcich, ale aj vznikom nových trhlín. Vzhľadom na vývoj aktivity v odľučnej oblasti zosuvu, možno v ďalšom období očakávať retrográdnú aktivizáciu zosuvu v podobe aktivizácie existujúcich trhlín a vzniku nových trhlín a taktiež v podobe zosúvania lokalizovaných zosuvných horninových blokov. Je opodstatnený predpoklad, že existujúci zosuv v prípade jeho pokračujúcej aktivizácie postupne ohrozí 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.

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

Miesto merania úrovne hladiny	Dátum merania	Úroveň hladiny vody (m n. m.)	Rozdiel úrovni hladiny vody v lome medzi meraniami (m)	Priemerná rýchlosť stúpania úrovne hladiny vody medzi meraniami (m/rok)	Rozdiel úrovne hladiny vody v lome a úrovne 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
	28.11.2022	203,57	0,56	0,50	-5,85
	21.9.2023	204,35	0,78	0,96	-5,07

Negatívny vplyv na stabilitu zosuvu s jeho následnou aktivizáciou má a bude mať jednak intenzívna zrážková činnosť spojená s dotáciou povrchovej vody do oblasti zosuvu vrátane plochy nad hlavnou odľučnou hranou zosuvu, ale predovšetkým 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) zasahuje až do strednej časti zosuvného svahu a postupuje k odľučnej oblasti zosuvu. Opodstatnený je tiež predpoklad opätovnej aktivizácie nielen existujúceho zosuvu ale aj príp. vzniku nových svahových deformácií v ostatnej časti obvodu 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 a s tým súvisiaci možný vznik sekundárnych zosuvov predovšetkým v protiľahlom svahu lomu, resp. preliatie prílivovej vlny cez východnú okrajovú hranu lomu.

Stúpajúca úroveň hladiny vody je už blízko pod úrovňou miestnej eróznej bázy (v rozdiel o cca 5 m, so stavom k 21. 9. 2023), ktorú predstavuje Krivánsky potok. Otázny je stav hydrogeologických pomerov po dosiahnutí resp. prekročení tejto úrovne hladiny, t. j. či sa napr. hydrogeologické pomery upraví 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 – 2022 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, bez možnosti akejkoľvek komunikácie (HBÚ, 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 (HBÚ, 2020). V roku 2022 OBÚ v Košiciach uverejnil začatie výberového konania o prevod DP Prešov I – Solivary na inú organizáciu v Obchodnom vestníku. Do výberového konania nebol doručený žiadny návrh (HBÚ, 2024).

Podľa výpisu z Obchodného registra Okresného súdu Prešov (zdroj: www.orsr.sk) na Okresnom súde Prešov bolo dňa 29. 3. 2023 začaté konanie o zrušenie spoločnosti EKOFARMA, s. r. o., Prešov. Spoločnosť bola zrušená od 26. 8. 2023 s výmazom 21. 8. 2024.

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

V zmysle Správy o činnosti Hlavného banského úradu a obvodných banských úradov Slovenskej republiky za rok 2023 (HBÚ, 2024) je v súčasnosti v DP Prešov I. – Solivary (ďalej len „DP“) 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.

Za účelom riešenia nepriaznivej situácie v DP Prešov I – Solivary sa 6. 7. 2022 na pôde Mestského úradu Prešov uskutočnilo stretnutie zástupcov OBÚ v Košiciach, Mesta Prešov, Okresného úradu životného prostredia Prešov, ŠGÚDŠ Bratislava, Slovenského technického

múzea a autorky projektu – Plánu likvidácie hlavných banských diel – vrtov Ing. Viery Ježíkovej s cieľom dohodnúť spoločný postup na zabránenie ďalších škôd na životnom prostredí, stabilizácii povrchu a trvalému zamedzeniu výtokov soľanky na povrch terénu a do povrchových vôd podľa Plánu likvidácie hlavných banských diel – vrtov. Navrhlo sa realizovať aktualizáciu vyššie uvedenej štúdie ŠGÚDŠ, s cieľom bližšej špecifikácie ďalšieho postupu.

V roku 2023 bola v DP Prešov I – Solivary zástupcami OBÚ v Košiciach vykonaná kontrola, kde v dvoch prípadoch bol zistený výtok soľanky. Zabezpečovacie práce nie sú dlhodobou vykonávané, v teréne sú viditeľné deformácie, ktoré naznačujú nestabilitu územia. Za účelom riešenia nepriaznivej situácie v DP Prešov I – Solivary sa uskutočnilo stretnutie zástupcov Mesta Prešov, HBÚ, OBÚ v Košiciach so zástupcami zainteresovaných organizácií, vrátane ŠGÚDŠ, kde boli riešené postupy na zabránenie ďalších škôd na životnom prostredí (HBÚ, 2024). Na uvedenom stretnutí bolo o. i. uznesené, že je potrebné realizovať aktualizáciu stavu vplyvu lúhovacieho poľa Prešov I. – Solivary na abiotické zložky životného prostredia. Následne v jeseni 2023 MŽP SR zadalo ŠGÚDŠ realizáciu geologickej štúdie „Aktualizácia posúdenia vplyvu lúhovacieho poľa Prešov I. – Solivary na abiotické zložky životného prostredia“, ktorá nadväzovala na výsledky geologickej štúdie „Vplyv lúhovacieho poľa Prešov I. – Solivary na abiotické zložky životného prostredia“ z roku 2017 (Bajtoš et al., 2017).

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 trubkou alebo otvorom vytvoreným koróziou. Na situačnej mapke ťažobných vrtov (obr. 4.13.3) 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 ľavovostrannej časti povodia Barackého potoka sú na väčšine vrtov známky netesnosti s únikom soľanky mokvaním, čo dokumentuje úroveň hladiny podzemnej vody nad terénom. Obdobná situácia je v časti lúhovacieho poľa spadajúca do povodia Soľného potoka.

Vo vrtoch č. 110/87, 112/88, 113/88, 61/58, 62/58 a 63/58 boli v rokoch 2020 – 2021 dva krát ročne zmerané úrovne hladiny, v rámci monitoringu ČMS GF (www.geology.sk). Tieto údaje sú spolu s meraniami z roku 2017 (Bajtoš et al., 1917) a meraním z roku 2023, sústredené v tab. 4.13.1 a zobrazené v grafe na obr. 4.13.2. Hydrologickú situáciu doby týchto meraní, z hľadiska sezónneho režimu, dokumentuje graf na obr. 4.13.1.

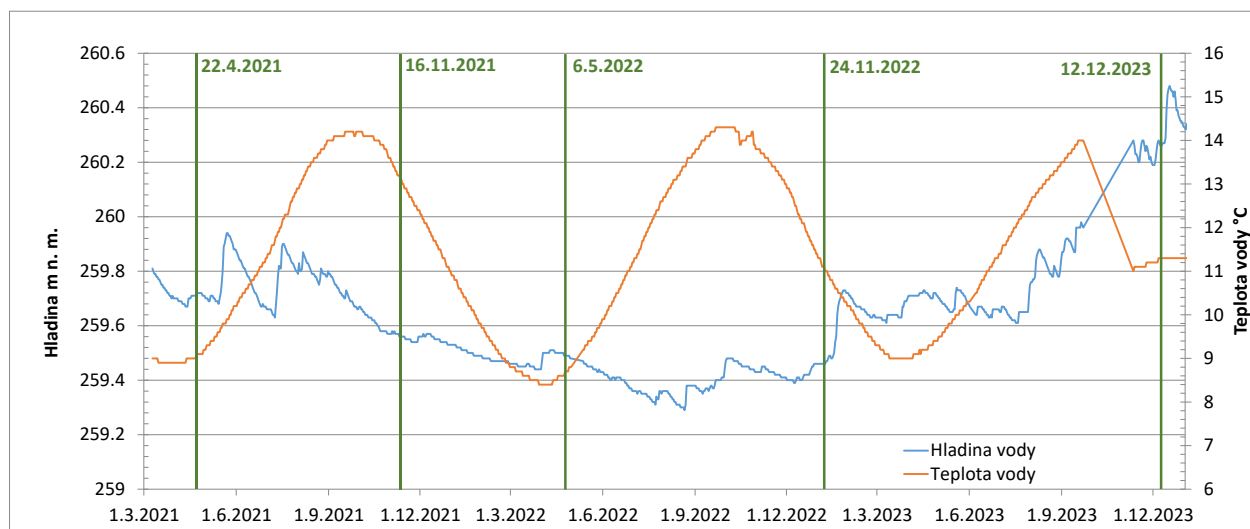
Vzostup úrovne hladiny z úrovne 1,51 m pod terénom, trvajúci minimálne od roku 2017 do roku 2022 kedy sa stabilizoval okolo 0,5 m nad terénom, je dokumentovaný vo vrte č. 110/87, situovanom v centre lúhovacieho poľa, na dne doliny Barackého potoka (obr. 4.13.2). Vo vzdialenosti len 30 m na západ od neho situovaný vrt 113/88 má pomerne stabilnú hladinu podzemnej vody, v úrovni 0,36 – 0,87 m pod terénom. Vo vrte 112/84, situovanom 60 m na západ od vrtu 110/87, hladina stúpila od roku 2017 do roku 2021 z úrovne necelých 3 m pod terénom do úrovne okolo 1 m pod terénom a v tejto úrovni sa stabilizovala.

Z približne 4 výškové metre vyššie situovanom vrte 84a/83 bol však dokumentovaný preliv soľanky s výdatnosťou $0,02 \text{ l.s}^{-1}$. Uvedená skupinka vrtov sa nachádza na úpätí svahu na pravom brehu Barackého potoka, v nadmorskej výške 280 – 282 m n.m.. Úroveň hladiny vo vrtoch 61/58, 62/58 a 63/58, situovaných pod hrebeňom kóty Suché jarky v nadmorskej výške 290 – 300 m n. m., je stabilná – kolíše podľa zrážkovo-klimatickej situácie.

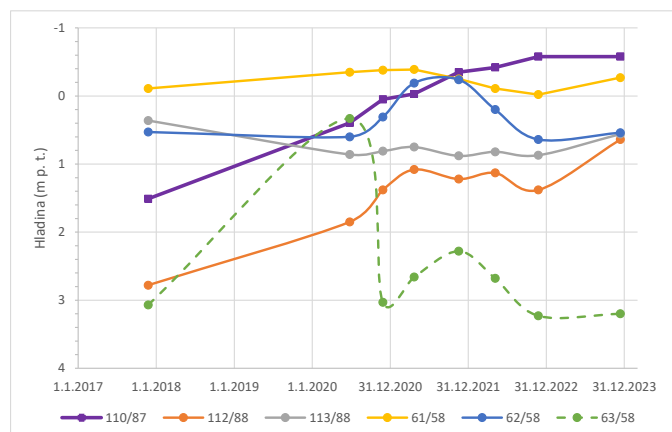
Množstvo soľanky unikajúcej netesnosťami v zhlaví vrtov závisí od aktuálneho tlaku vo vrte a technického stavu zhlavia. Výdatnejšie prelivy sú niekedy provizórne utesňované miestnymi obyvateľmi. V roku 2017 v časti lúhovacieho poľa spadajúcej do povodia Šalgovickeho potoka unikala soľanka z vrtov PF-6/83 a PF-14/83, v sumárnom množstve $0,0018 \text{ l/s}$. V časti lúhovacieho poľa v povodí Barackého potoka dosahovalo celkové množstvo soľanky unikajúcej z vrtov $0,0405 \text{ l/s}$. Množstvo soľanky unikajúcej z vrtov v časti lúhovacieho poľa spadajúceho do povodia Soľného potoka dosahovalo v tomto období $0,0010 \text{ l/s}$.

Tab. 4.13.1: Úrovně hladiny zaznamenané v ťažobných vrtoch lúhovacieho poľa v roku 2017 (Bajtoš et al., 2017) a v rokoch 2020 až 2023

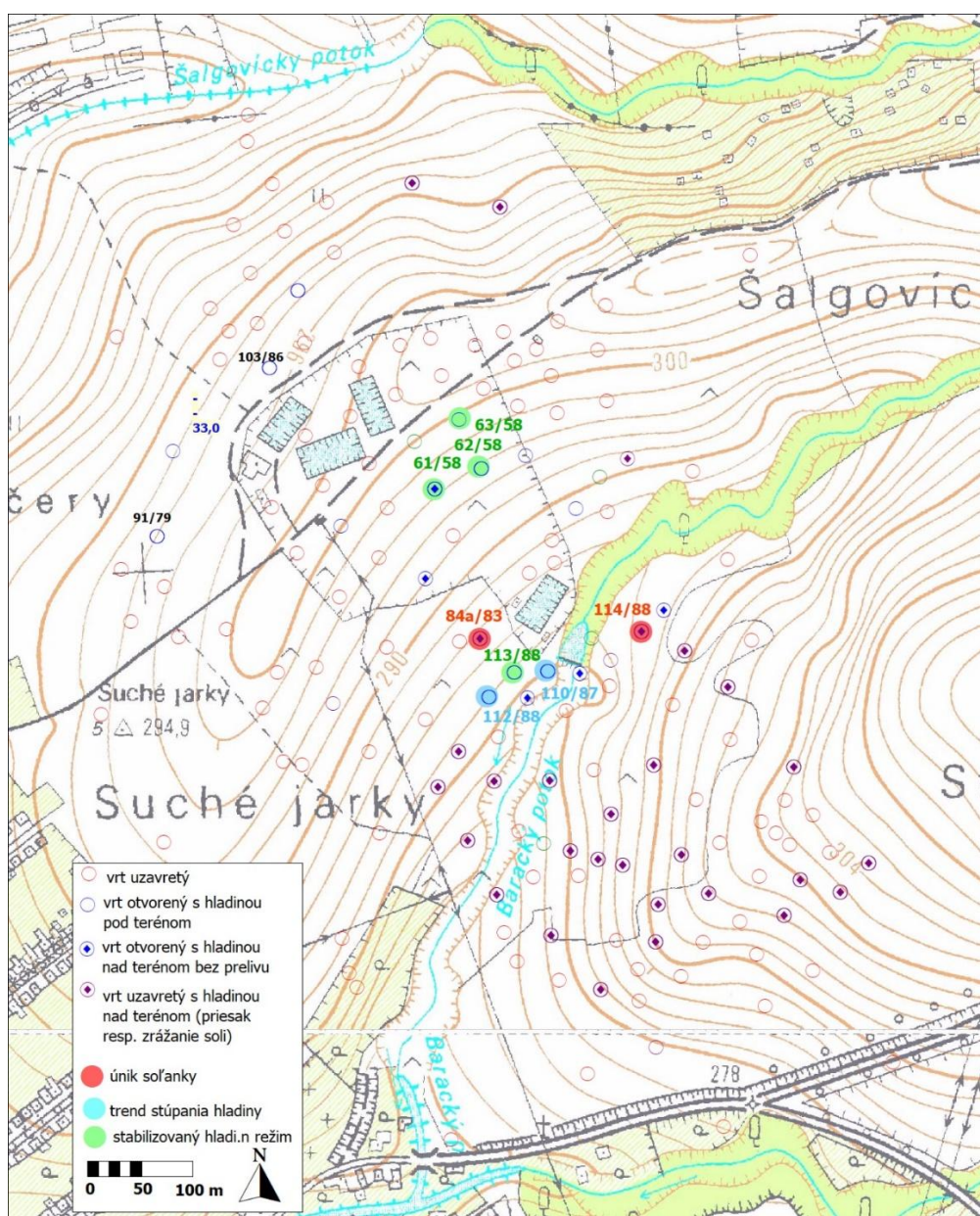
Vrt č.	110/87	112/88	113/88	61/58	62/58	63/58
24. 11. 2017	1,51	2,78	0,36	-0,11	0,53	3,07
24. 6. 2020	0,395	1,85	0,86	-0,35	0,6	0,33
26. 11. 2020	0,05	1,38	0,81	-0,38	0,31	3,03
22. 4. 2021	-0,03	1,08	0,75	-0,39	-0,19	2,66
16. 11. 2021	-0,35	1,22	0,88	-0,25	-0,24	2,28
6. 5. 2022	-0,42	1,13	0,82	-0,11	0,2	2,68
24. 11. 2022	-0,58	1,38	0,87	-0,02	0,64	3,23
12. 12. 2023	-0,58	0,64	0,56	-0,27	0,54	3,2



Obr. 4.13.1: Zmeny úrovne hladiny a teploty vody v sonde SHMÚ č. 1111 vo Veľkom Šariši v rokoch 2021 – 2023 s vyznačením doby merania hladiny vo vrtoch lúhovacieho poľa v Solivaroch



Obr. 4.13.2: Časový vývoj úrovne hladiny vody v niektorých ťažobných vrtoch lúhovacieho poľa Prešov – Solivary v období rokov 2017 – 2023



Obr. 4.13.3 Výšková úroveň a úniky soľanky v ťažobných vrtoch v lúhovacom poli soľného ložiska Prešov – Solivary v roku 2023.

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 dobývacom poli Prešov I. – Solivary (obr. 4.13.5) sa nachádza lúhovacie pole po ťažbe kamennej soli, ktorá bola ukončená v máji r. 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 zabezpečovaných ťažobnou organizáciou.

Celkový pokles bodov do r. 2008 bolo možné hodnotiť až na 172 bodoch. Izoplochy týchto poklesov sú zobrazené na obr. 4.13.6. Vlastné merania v r. 2017 boli orientačné, uskutočňované už iba na 91 zachovaných bodoch s obmedzenou výškovou presnosťou (rádovo x.0,1 m). Medzičasom došlo k úmyselnému poškodeniu ďalších meracích bodov, preto bolo možné merania v r. 2020 vykonať na menšom počte bodov (67), v r. 2021 na 54 bodoch a v r. 2022 už len na 30 pôvodných bodoch. V r. 2023 bol poškodený ďalší bod s označením 18 (obr. 4.13.4), preto sledovania mohli realizované len na 29 pôvodných bodoch.

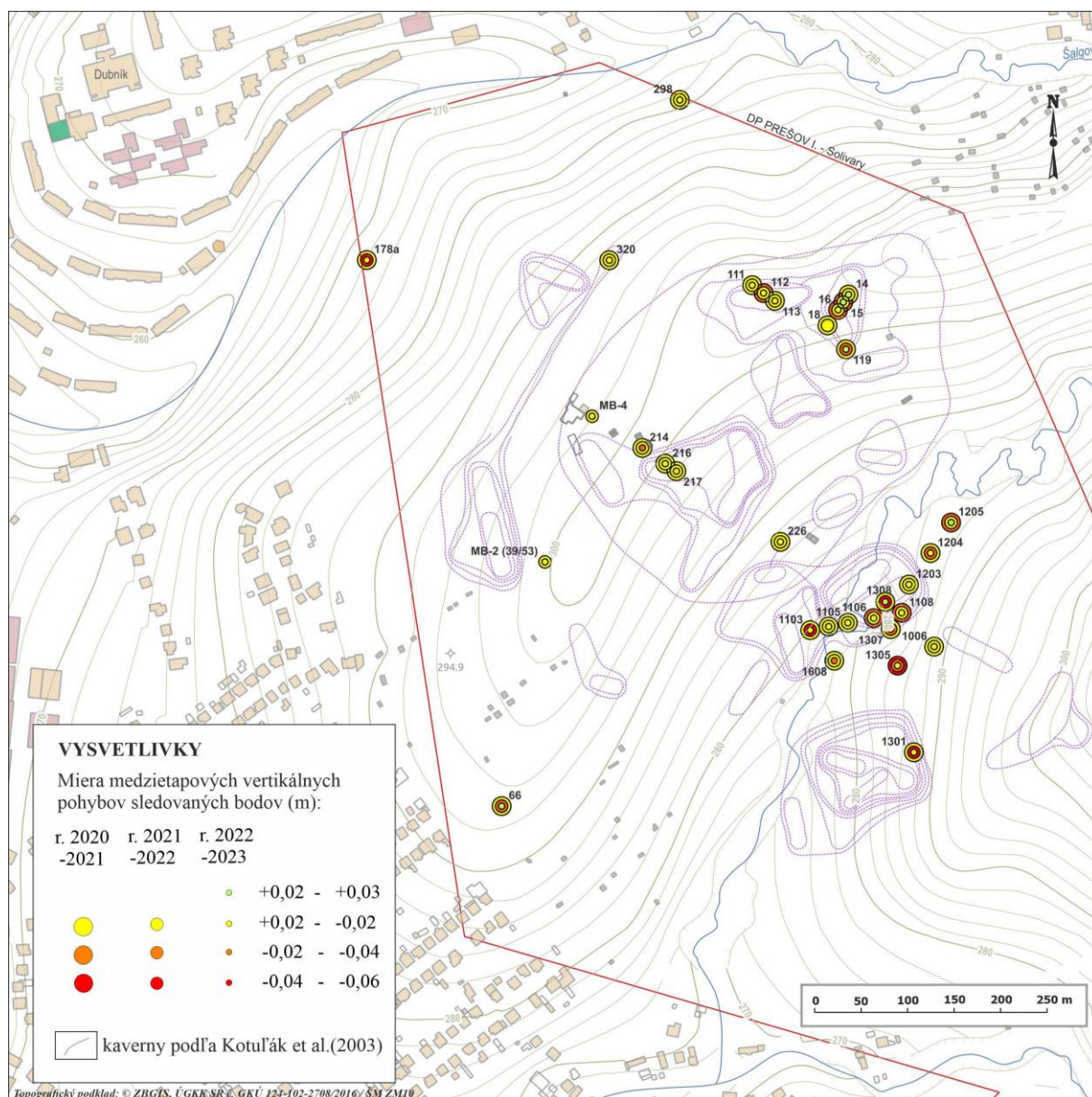


Obr. 4.13.4: Poškodenie meračského bodu 18

V rámci sledovania lokality v r. 2020 bola realizovaná úvodná „nultá“ séria orientačných GNSS meraní na pevných bodoch s vyššou výškovou presnosťou (s max. chybou merania 0,015 m, priem. do 0,008 m).

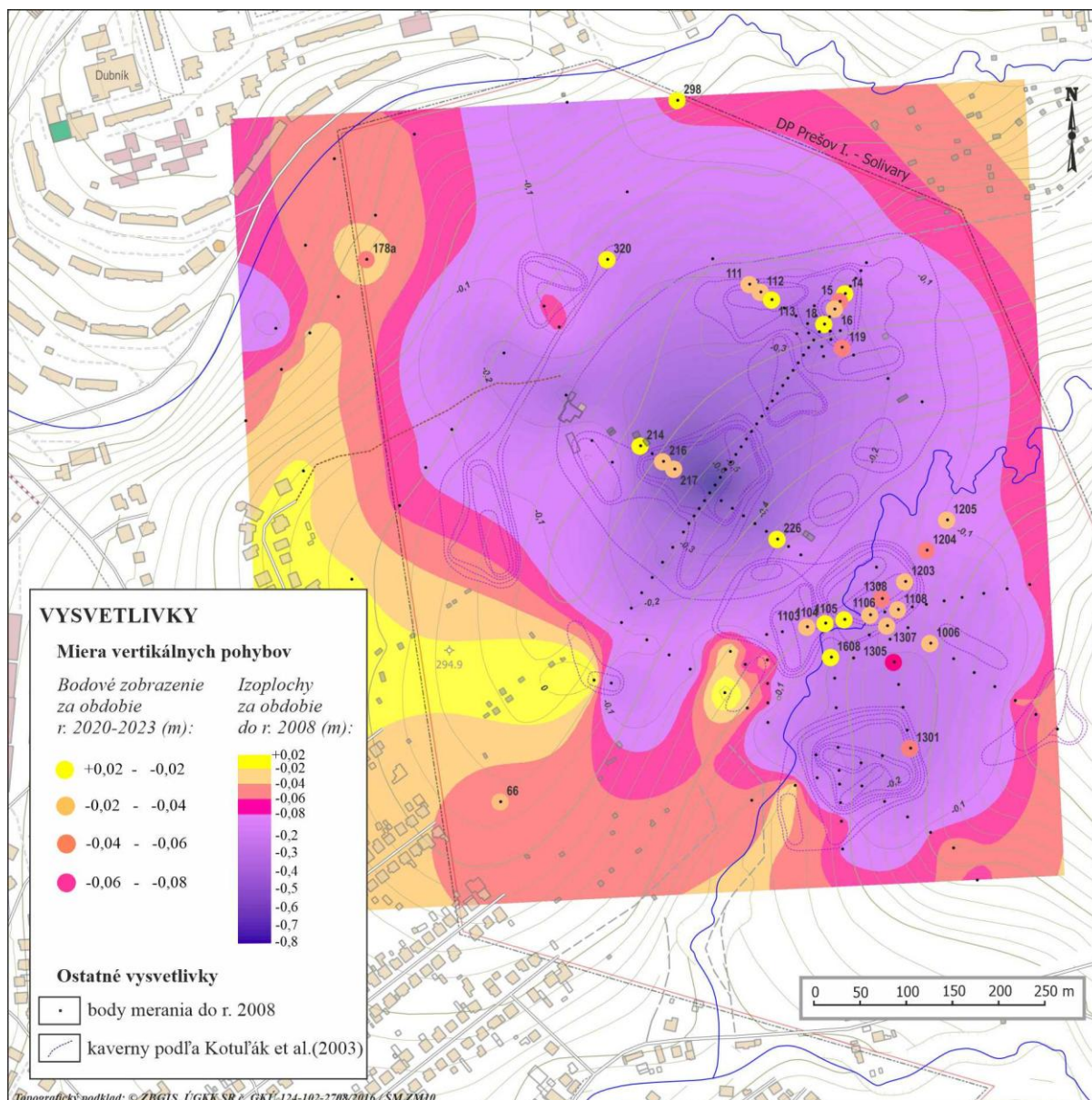
Výsledky výškových meraní interpretované vo forme medzietapových (medziročných) vertikálnych pohybov za obdobia r. 2020 – 2021, r. 2021 – 2022 a r. 2022 – 2023 sú zobrazené na obr. 4.13.5.

Ako je zrejmé z obr. 4.13.5, na väčšine sledovaných bodoch boli zistené pre etapové obdobie r. 2022 – 2023 vertikálne pohyby od poklesu -0,02 m do vzostupu +0,02 m, čo je najmenšia miera dynamiky pohybu územia v porovnaní s predošlými etapovými hodnotami, kedy bolo zistených viacero poklesov terénu pod 0,02 m. V etapovom období r. 2022 – 2023 boli poklesy väčšie ako 0,02 m zaznamenané iba na 2 bodoch, a to bode 1608 a 214.



Obr. 4.13.5: Mapa medzietapových vertikálnych pohybov sledovaných bodov v období r. 2020 – 2023

Z mapy izoplôch celkových poklesov územia zaznamenaných počas ťažby na ložisku do r. 2008 zostavenej z dát na vtedy existujúcich 172 bodoch a celkových poklesov za obdobie r. 2020 – 2023 v bodovom zobrazení (obr. 4.13.6) vyplýva, že významnejšie celkové kumulatívne poklesy územia za obdobie r. 2020 – 2023, a to od 0,02 až 0,04 m boli zistené na 13 bodoch. Takéto poklesy boli registrované v oblasti kaverien v JV, SV, a centrálnej časti oblasti (kde aj v období do r. 2008 boli zaznamenané významnejšie poklesy územia okolo 0,2 m i viac) ako aj v JZ oblasti. Ešte výraznejšie kumulatívne poklesy bodov za obdobie r. 2020 – 2023 v intervale 0,04 až 0,06 m boli zistené na 5 bodoch, a to na bodoch 1301, 1006 a 1204 v JV časti územia, na bode 214 v centrálnej časti a v okrajovej SZ časti územia na bode 178a. Najväčší celkový pokles (-0,084 m) bol zaznamenaný v JV časti sledovanej oblasti na bode 1305.



Obr. 4.13.6: Mapa izoplôch celkových vertikálnych pohybov do r. 2008 a bodovej interpretácie poklesov terénu za obdobie r. 2020 – 2023

Z uvedeného vyplýva, že v celom sledovanom území boli zistené výraznejšie poklesy do 4 cm (na 13 bodoch), do 6 cm (na 5 bodoch) v JV, SV a SZ časti územia. Na jednom bode v JV časti územia bol zistený max. pokles, a to 8,4 cm.

Výsledky sledovania poukazujú na to, že oblasť DP Prešov I. – Solivary sa javí na základe výsledkov výškových GNSS meraní, s cieľom sledovania poklesávania terénu, ako aktívna. Trend a mieru poklesávania územia je potrebné overovať v budúcnosti ďalšími GNSS meraniami na pevných bodoch pozorovacej siete. Predpokladanou pretrvávajúcou nepriaznivou skutočnosťou, ktorá môže obmedzovať rozsah vykonávania ďalších GNSS meraní, je pokračujúce 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 uvádzané 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, HBÚ, 2020). Hladina podzemnej vody ani jej kvalita tu nebola monitorovaná. V správach o činnosti HBU za rok 2020 a 2021 (HBÚ, 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 rokoch 2021 a 2022 sa v rámci monitoringu VŤŽP realizovala obhliadka vybraných vrtov (ich situácia je zobrazená na obr. 4.14.1) a v prípade ich dostupnosti a funkčnosti i meranie úrovne hladiny podzemnej vody. V tab. 4.14.1 sú uvedené výsledky tohto merania. Zhľadom na vrtov V-1 až V-5 a RC22 sú už zlikvidované. Na vrte RC205 a RC209 je úroveň hladiny v hĺbke viac ako 200 m pod terénom. Porovnanie údajov z dvoch posledných meraní ukazuje pre toto obdobie priemernú rýchlosť stúpania hladiny okolo 2 m/rok. Obnovovanie pôvodných hydraulických pomerov zvodne je teda veľmi pozvoľné.

Tab. 4.14.1: Dokumentované úrovne hladiny podzemnej vody (*H*) v pozorovacích vrtoch bane Dolina

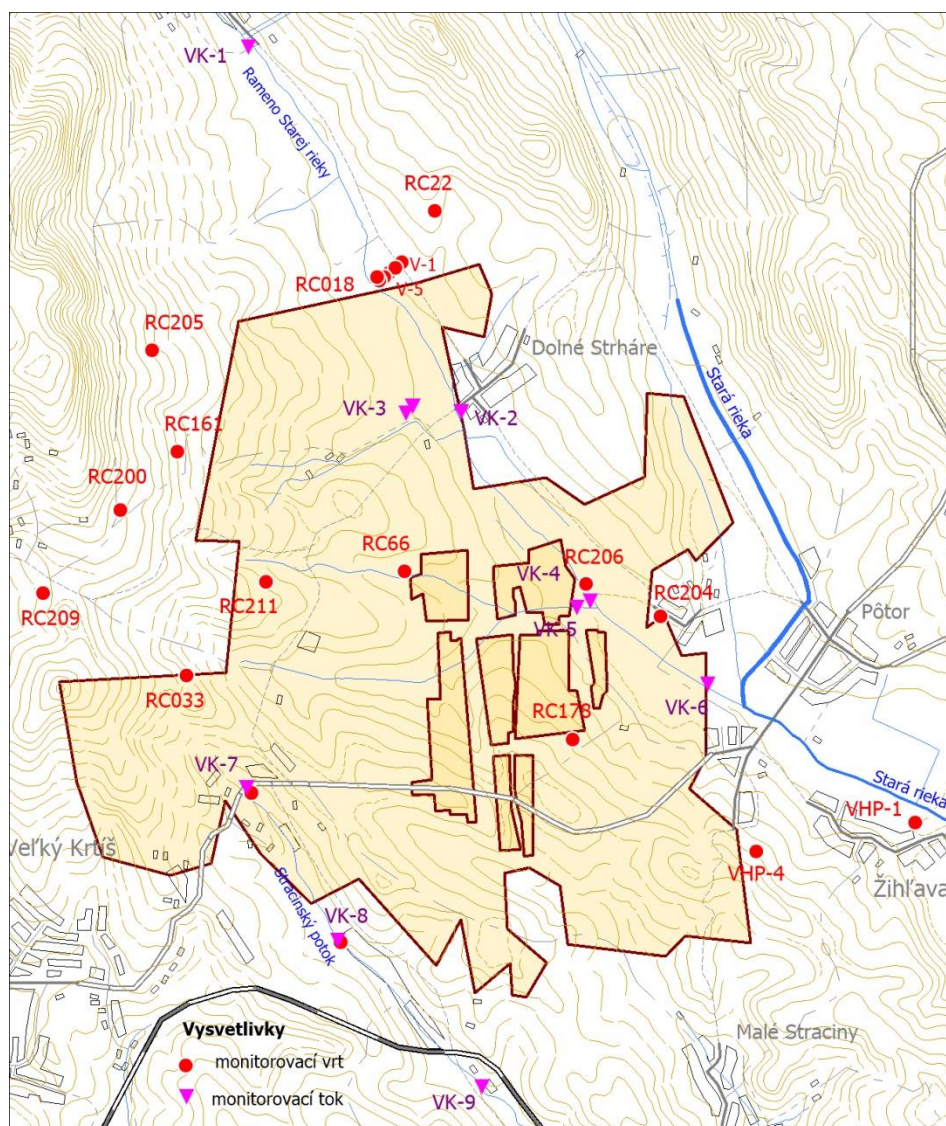
Ozn_vrtu	<i>H</i> v roku 2010 (m p.o.b.)	<i>H</i> 24.11.2021 (m p.o.b.)	<i>H</i> 12.12.2022 (m p.o.b.)	<i>H</i> 27.3.2024 (m p.o.b.)	ΔH 2023 (m)	Rýchlosť stúpania hladiny (m/r)
RC205	232,51	>200	>200	>200	?	?
RC161	216,70	> 100	191,90	190,07	1,83	1,42
RC209	-	> 200	> 200	> 200	?	?
RC211	161,98	> 100	132,55	132,55	2,54	1,97
RC66	90,40	2,38	4,67	1,27	3,4	-
RC018	110,30	-	99,75	97,16	2,59	2,01
RC033	187,62	> 100	162,04	159,50	2,54	1,97

Poznámka: Hladina vody vo vrte RC66 dosiahla statickú hladinu pred rokom 2021.

Na hlavných tokoch oblasti sme v roku 2021 odobrali vzorky vody na stanovenie vybraných ukazovateľov kvality (tab. 4.14.2). Zistené hodnoty anorganických ukazovateľov, i organického uhlíka, vyhoveli požiadavkám na kvalitu povrchovej vody. V rokoch 2022 a 2023 sa preto monitoring kvality vody nerealizoval.

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 povrchových tokoch v oblasti Baňa Dolina (podfarbená je oblasť s hlbinnými banskými dielami)

Inžinierskogeologické aspekty

V čiastkovej správe za r. 2022 – ČMS Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie je uvedená podrobnejšia charakteristika lokality Baňa Dolina z hľadiska vývoja lokality a prejavov poddolovania.

Sledovanie lokality z hľadiska inžinierkogeologické aspektov vplyvov ťažby nebolo v r. 2023 realizované. V r. 2022 boli v súvislosti so sledovaním možnej subsidencie územia realizované GNSS merania na geodetických bodoch štátnej nivelačnej siete (ďalej len „ŠNS“), ktoré sú situované v blízkosti štátnych ciest v skúmanej oblasti. V minulosti z dôvodu podrúbania o. i. vznikali škody na týchto cestách a priebežne boli opravované. Cieľom GNSS meraní bolo orientačne (v rozsahu dosahovanej chyby meraní) zistiť, či došlo a do akej významnej miery k poklesu bodov do súčasnosti. Merania boli realizované na 20 vybraných bodoch. Výsledky meraní poklesov bodov sú zhodnotené v čiastkovej správe za r. 2022 – ČMS Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie. Vzhľadom na relatívne nízku mieru vertikálnych pohybov získaných porovnaním vlastných GNSS meraní a výškových údajov bodov v rámci ŠNS bola realizácia ďalších GNSS meraní určená na r. 2024.

4.15 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezarađené do štátneho monitoringu

Z lokalít, ktoré nie sú zarađené do VŤŽP, je významná hlavne prevádzkovaná hlbinná **baňa Čáry**, na ktorej došlo v roku 2014 k havarijnej udalosti – prievahu zvodnených pieskov (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 protiprievahových 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 protiprievahových 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 (HBÚ, 2021). Výška surovej ťažby v roku 2022 dosiahla 116,9 kt (HBÚ, 2023). Z dôvodu osobitne zložitých banskotechnických a geologických pomerov súvisiacich s prírodnými podmienkami, ktoré majú negatívny dosah na bezpečnosť prác prípadného pokračovania dobývania v rozsahu povolenej banskej činnosti v DP Gbely III, dobývanie lignitu v bani Čáry spoločnosťou Hornonitrianske bane Prievidza (HBP) prerušené od 20. 10. 2022 (HBÚ, 2024). Banské vody čerpané na tejto bani boli výtláčnym potrubím vyvádzané na povrch do čistiarne odpadových vôd, odkiaľ po mechanickom prečistení boli vypúšťané do potoka Had'máš. V roku 2023 odvodňovanie bane nebolo vykonávané, podzemie bane bolo zatopené (HBÚ, 2024).

Organizácia Rudné bane š. p. Banská Štiavnica zabezpečuje na území Slovenska likvidáciu následkov bývalej banskej činnosti a prejavov na povrchu, ktoré ohrozujú verejný záujem. V roku 2023 okrem toho vykonávala, okrem pravidelnej údržby a monitoringu odkaliska Bodnarec v Slovinkách a odkaliska Smolník v Smolníckej Hute, kontrolu odvádzania banských vôd z dedičných štôlní v Slovinkách, Rudňanoch, Nižnej Slanej a Rožňave-Nadabula.

5 Závery

Predkladaná ročná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác realizovaných v priebehu roku 2023 v rámci geologickej úlohy ČMS – Geologické faktory, podsystém 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 – 2022, i poznatky z predošlého obdobia.

Monitorovacia sieť lokalít a objektov i spôsob monitoringu vychádza z návrhov obsiahnutých v záverečnej správe geologickej úlohy *Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou* (Vrana et al., 2005). Vlastné práce v rámci ČMS – Geologické faktory, podsystém 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 2023 sa terénymi pozorovaniami a meraniami ako aj realizáciou fotografického snímkovania sledoval vývoj týchto javov na ložisku Nádej pri Pezinku, v závalovom pásme Baniská na žile Droždiak pri Poráči, na sideritovom ložisku pri Kobeliarove (lokalita Nižná Slaná), na lokalite Novoveská Huta, na lúhovacom poli soľného ložiska Prešov – Solivary a na magnezitovom ložisku Podrečany.

Na ložisku Nádej pri Pezinku bolo zaznamenané postupné mierne rozširovanie závalu Z1 nad banskými dielami štôlne Ryhová, ktorý drenuje vodu miestneho občasného toku. Z hľadiska aktivity je možné samotný zával naďalej klasifikovať ako dočasne stabilizovaný, Avšak výnimkou je aktívna oblasť na jeho S a V okraji s prechodom k závalu Z3. V r. 2023 bol pozorovaný na východnej stene závalu vznik trhlín. Aktivita prebieha v oblasti prepojenia závalu Z1 a Z3 s viditeľným prejavom na SZ okraji závalu Z3. V širšom okolí vo svahu nad závalom, smerom k blízkej štátnej ceste, neboli pozorované žiadne ďalšie svahové deformácie.

Zo sledovania závalového pásma nad v minulosti ťaženým sideritovým ložiskom pri obci Kobeliarovo (ložisková oblasť Nižnej Slanej) vyplýva, že pozorovateľná neustávajúca aktivita geodynamických javov vzniknutých vplyvom ťažby sa v r. 2023 výraznejšie prejavila takmer v celej oblasti trhlín závalového pásma, a to najmä v podobe výskytu nových trhlín, príp. aktivizácie existujúcich trhlín. Vývoj prejavov geodynamickej aktivity v poslednom období zároveň naznačuje predpoklad rozširovania existujúcich závalov najmä v severovýchodnej až východnej časti závalového pásma.

Prejavy vplyvu podrúbania v závalovom pásme Baniská na lokalite Rudňany – Poráč majú v súčasnosti prevažne 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. Na severnom okraji východnej časti závalového pásma bola v r. 2023 zaznamenaná aktivizácia odlučnej poklesovej hrany bloku B4, v blízkosti ktorej bol zároveň pozorovaný vznik ťahovo-poklesovej trhliny. V rámci sledovania južného okraja východnej časti závalového pásma bola zaznamenaná ťahovo-poklesová trhlina a poklesová trhlina. V iných častiach závalového pásma neboli 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, však nemožno v budúcnosti vylúčiť ešte 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. Sledovaná oblasť s hlbinnou ťažbou sadrovca je z časového hľadiska dotknutá geodynamickou aktivitou prejavujúcou sa vznikom subsidenčných depresí – závalov s morfológicky výrazným a zreteľným ohraničením. V nadloží ťaženého ložiska sadrovca a anhydritu bol v období rokov 2000 – 2018 zaznamenaný ťažobnou organizáciou 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) nedošlo v roku 2023 k pozorovateľnej aktivizácii, resp. rozširovaniu závalu.

Z hľadiska inžinierskogeologických aspektov na lokalite Podrečany je v súčasnosti najrizikovejšou oblasť existujúceho zosuvu v severozápadnej časti bývalého ťažobného lomu. Výrazná aktivizácia svahovej deformácie bola pozorovaná od r. 2019 predovšetkým vo východnej časti odľučnej oblasti zosuvu. Prejavila sa výraznou aktivizáciou už existujúcich, ale aj vznikom nových trhlín v odľučnej oblasti zosuvu. Aj v r. 2023 bola pozorovaná aktivizácia trhlín vo východnej ako aj západnej časti odľučnej oblasti zosuvu, kde možno v blízkej dobe očakávať retrográdnú aktivizáciu zosuvu so zosuvom horninových blokov. Existujúci zosuv môže v prípade postupnej retrográdnej aktivizácie priamo ohroziť predovšetkým cestu III. triedy č. 2664. Na očakávanú ďalšiu retrográdnú aktivizáciu zosuvu bude mať vplyv predovšetkým prítomnosť vody. Negatívny vplyv na stabilitu zosuvu bude mať jednak intenzívna zrážková činnosť spojená s dotáciou povrchovej vody do oblasti zosuvu vrátane plochy nad hlavnou odľučnou hranou zosuvu, ako aj nasycovanie horninového prostredia 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 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. Stúpajúca úroveň hladiny vody je už blízko pod úrovňou miestnej eróznej bázy (v rozdiel o cca **5 m**, so stavom k 21. 9. 2023), 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. Vzhľadom na uvedené skutočnosti, v súvislosti s neustávajúcim stúpaním hladiny vody v lome, je potrebné uvažovať s návrhom a realizáciou technického riešenia trvalého odvodňovania lomu na určenej cieľovej úrovni hladiny vody v lome (napr. odvodňovacou štôľňou) a odvedením týchto vôd do blízkeho recipienta – Krivánskeho potoka.

Pri porovnávaní zistených vertikálnych pohybov povrchu terénu pre obdobie rokov 2020 – 2023 na lúhovacom poli v Solivaroch pri Prešove boli zistené výraznejšie poklesy do 4 cm (na 13 bodoch), do 6 cm (na 5 bodoch) v JV, SV a SZ časti územia. Na jednom bode v JV časti územia bol zistený max. pokles, a to 8,4 cm. Z konfrontácie zistenej miery poklesov na sledovaných bodoch s miestami lokalizácie kaverien na ložisku soli je zrejmé, že poklesy

terénu boli zaznamenané tak v oblasti kaverien ako aj lokálne mimo nich. Z hľadiska existencie vertikálnych pohybov povrchu terénu možno teda lúhovacie pole v Solivaroch pri Prešove označiť ako aktívne. Zistené trendy vertikálnych pohybov je potrebné potvrdiť ďalšími meraniami na pevných bodoch pozorovacej siete.

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	C
Veľký Krtíš	–	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 uhľových ložísk a ložísk magnezitu a mastenca sú sledované prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií, v roku 2023 havarijné udalosti neboli evidované.

Rizikové lokality zaradené do VTŽP 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, lokalita magnezitového lomu v Podrečanoch a lokalita Prešov – Solivary. Na týchto lokalitách stále prebiehajú geodynamické javy vo forme subsidencie územia, vzniku, resp. ďalšej aktivizácie svahových deformácií a prípadných sprievodných javov (trhlín a pod.).

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 na sideritovom ložisku Manó – Gabriela v Nižnej Slanej, kde od roku 2011 prebiehalo (na základe rozhodnutia OBÚ o povolení likvidácie hlavných banských diel organizácii Siderit, s.r.o., Nižná Slaná) samovoľné zatápanie bane, trval do februára 2022. 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 Štiavnica. 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. Vo februári 2022 dosiahla stúpajúca hladina vody v bani úroveň odvodňovacej štôlne Marta, ktorou je banská voda vytekajúca prelivom zo šachty Gabriela gravitačne odvádzaná a vypúšťaná do rieky Slaná. Množstvo banskej vody vytekajúcej šachtou Gabriela dosahovalo spočiatku v priemere 18 l/s, po realizácii technického opatrenia v banských priestoroch (10. 6. 2022) výrazne pokleslo, keď od júna do konca roka 2022 kolísalo v rozmedzí 0,9 – 3,3 l/s, podľa zrážkovo-klimatickej situácie – hydrogeologický režim bane sa stabilizoval. V roku 2023 možno pozorovať postupný nárast množstva banskej vody vytekajúcej jamou Gabriela, približne z 2 na 3 l/s, spôsobený pravdepodobne nárastom priesakov z vody Kobeliarovského prietoku pri slepej jame Manó II.

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 prebiehajúceho samovoľného zatápania sadrovcovej bane Mária, po ukončení odvodňovania bane čerpaním banskej vody. 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 Ryhová a stav zavaleného ústia tejto štôlne. Výtok banskej vody z tejto štôlne s výdatnosťou 10 – 84 l/s sa nachádza v koryte Sedláckovho 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 prievahu banskej vody na povrch, s možnosťou poškodenia blízkej cestnej komunikácie a vzniku ďalších škôd na objektoch pozdĺž potoka.

Dynamický hydrogeologický režim pretrváva i na ťažených ložiskách magnezitu a mastenca v Slovenskom rudohorí a na ťažených ložiskách uhlia na Hornej Nitre, kde je zaznamenávaný prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií. V roku 2023 neboli zistené významné zmeny oproti predošlému obdobiu, ani výskyt udalostí havarijného charakteru. Na bani Dolina vo Veľkom Krťiši 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 a 2023, ukázali ich pomalý vzostup (1,4 – 2,0 m za rok). Vo väčšine meraných vrtoch sú stále v hĺbke väčšej ako 100 m pod terénom.

Monitoring geochemických aspektov vplyvu ťažby v doterajšom období rokov 2007 – 2023 poukazuje na pretrvávajúci nepriaznivý vplyv ťažobnej činnosti na kvalitu povrchových a podzemných vôd. Vzhľadom na hydrogeologické pomery lokalít postihnutých ťažbou rudných ložísk, zložky uvoľňované zvetrávaním minerálov do podzemnej vody rýchlo prestupujú do miestnych povrchových tokov a zhoršujú ich kvalitu (tab. 5.2).

Dlhodobá nepriaznivá situácia je na lokalite Smolník, kde je voda miestneho potoka Smolník kontaminovaná Fe, Mn, Al, Zn a Cu. Hlavným zdrojom kontaminácie je tu kyslá banská voda šachty Pech, prekračujúca dlhodobu 141-násobne IT pre podzemnú vodu obsahom hliníka (v roku 2023 zaznamenané 83-násobné prekročenie), mierne i obsahom Zn (v rokoch 2022 – 2023 pokles pod úroveň IT, avšak 2 – 3-násobné prekročenie ID) a Co. Indikačné kritérium mierne prekračuje i obsahmi Cu, Ni, 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 2023 3,8-násobne) a banská voda Starej Krížovej štôlne v Gelnici obsahom antimónu (v roku 2023 2,7-násobne). Obsah As vo vode štôlne Alžbeta nadobudol od roku 2020 zostupný trend (po predchádzajúcom vzostupnom), s poklesom z ročného priemeru 0,60 mg/l na 0,38 mg/l v roku 2023. 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*, pretrvávajú kontaminácia vody Rudnianskeho potoka antimónom, na jeho ústí do Hornádu (takmer 2-násobné prekročenie limitu). V oblasti medzi Rudňanami a Poráčom je kontaminovaný i mangánom (v roku 2023 1,4-násobné prevýšenie KPV), báriom (1,2-násobné prevýšenie KPV) a meďou (1,1-násobné prevýšenie RP-PoK). Banská voda dedičnej štôlne Rochus je zdrojom kontaminácie hlavne mangánom, ale i síranmi a občasne arzénom. Voda krasovo-puklinového prameňa Olšo pri Markušovciach je kontaminovaná ortuťou, jej charakteristická hodnota za rok 2023 len tesne nedosiahla úroveň ID kritéria. Na lokalite Novoveská Huta s opustenou uránovou a prevádzkovanou sadrovcovou baňou je kvalita povrchových tokov dobrá, len s lokálne mierne nadlimitnými priemernými hodnotami objemovej aktivity rádia. V pramennej časti Suchohorského potoka dochádza k výraznému prekročeniu RP-PoK pre hliník (96-násobné prekročenie v roku 2023) a meď (20-násobne v roku 2023), i k miernemu prekročeniu KPV pre nikel a 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*. Na lokalite Nižná Slaná bolo vo februári 2022 zaznamenané rapidné zhoršenie kvality vody rieky Slaná, po vzniku výtoku banskej vody zo zatápanej sideritovej bane Manó – Gabriela v Nižnej Slanej. V dôsledku intenzívneho zrážania železitého okru došlo k sfarbeniu riečnej vody a obsah v nej rozpusteného Fe, Mn, As, Ni a síranov vysoko prevyšoval limity pre povrchovú vodu. Dosah prejavov tejto kontaminácie sa v čase menil podľa aktuálneho prietochného množstva. Od júna 2022 sa kvalita riečnej vody, vďaka technickým opatreniam realizovaným v banských priestoroch, zlepšila (znížilo sa množstvo vytekajúcej kontaminovanej banskej vody). V roku 2023 dochádzalo, podľa monitoringu SVP, k častému niekoľko násobnému prekročeniu limitných hodnôt pre obsah Fe, Mn a As len na monitorovanom mieste Nižná Slaná – most pod PD (obr. 4.7.3), lokalizovanom 1,1 km pod vyústením banskej vody. Na nižšie situovaných monitorovaných miestach

Rožňava – Nadabula, Čoltovo a Lenártovce išlo len o sporadické prekročenie limitov pre obsah Fe a Mn (obr. 4.7.3 a 4.7.4), viazané na vysoké prietoky Slanej, ktoré možno spájať so súvisiacim vznosom dnového sedimentu pri zvýšenej rýchlosti toku (obsahy Fe a Mn vo vode sú stanovované z nefiltrovaných vzoriek). 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 2023 bolo prekročenie 1,6-násobné – mierne vyššie oproti obdobiu rokov 2007 – 2022. 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 2023 sa tu ich úroveň v porovnaní s predošlým obdobím výrazne nezmenila.

Tab. 5.2 Ukazovatele nevyhovujúce požiadavkám NV SR č. 269/2010 Z. z. pre kvalitu povrchovej vody a kritériám rizikovosti kvality podzemnej vody podľa smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 zistené na monitorovaných lokalitách pre obdobie 2007 – 2023

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 – 2022	2023	2007 – 2022	2023	2007 – 2022	2023	2007 – 2022	2023
ŠHRO (SK200220FP)	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cu, Cd, Ca	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cd, Ca	SO ₄ , Mn, Zn, Ca	SO ₄ ,	Al, Zn, Cd	Al, Zn, Cd	Al	Al
Kremnica (SK200220FP)	SO ₄ , Mn, Zn, Sb, Cu, Ca	SO ₄ , Mn, Zn, Ca	-	Mn	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, As, Sb, Ni, Zn, Al	EC, SO ₄ , Ca, Fe, Mn, As, Sb, Ni, Zn, ²²⁶ Ra	Fe, As, Sb, Zn, Ni, Al	Fe, As, Sb, Zn, Ni, ²²⁶ Ra	Sb, Ni, Al	Sb, As	Sb	Sb
Špania Dolina (SK200280FK)	Sb, As, Cu, Zn, Ni, SO ₄	Sb, As, Cu, Zn, Ni, SO ₄	Sb, As, Cu	Sb, As, Cu	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb, As
Rudňany (SK200460KF)	Sb, Hg, Ba, Mn, SO ₄ , EC	Sb, Hg, As, Ba, Mn, SO ₄ , EC	Sb, Cu, Ba	Mn, Ba, Sb, Cu	-	-	-	-
Nižná Slaná (SK200280FK)	Fe, Mn, As, SO ₄ , Al, Zn, Pb, Sb, Ni, Co, Cd, Ca, Mg, NH ₄ ⁺ , pH, EC	Fe, Mn, As, SO ₄ , Al, Zn, Pb, Sb, Ni, Co, Cd, Ca, Mg, NH ₄ ⁺ , pH, EC			As, Ni, Co, Be, Cd, Al, EC, NH ₄ ⁺	As, Ni, Co, Be, Al, EC, NH ₄ ⁺	As, Ni, Co, Be, Al, EC	As, Ni, Co, Be, Al, EC
Slovinky– Gelnica (SK200500FK)	As, Sb, Cu, Ni, Cd, Mn, SO ₄ , EC	As, Sb, Cu, SO ₄	Sb, As	Sb, As	As, Sb	As, Sb	As, Sb	As, Sb
Rožňava (SK200280FK)	Sb, As, Zn, Cu, Ni, Al, Mn, Fe, SO ₄ , pH, EC	Sb, As, Mn, Fe, SO ₄ , EC	nem.	nem.	As, Al, pH	As	pH	-
Smolník (SK200500FK)	Al, Zn, Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Co, SO ₄ , pH, EC	Al, Zn, Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Co, SO ₄ , pH, EC	Zn, Fe, Mn, Al, Cu	Zn, Fe, Mn, Al	Al, Zn, As, Cu, Ni, Co, Be, pH, EC	Al, Zn, As, Co, Be, pH, EC	Al, As, Co, Zn, pH	Al, As, Co, pH, EC
Novoveská Huta (SK200460KF)	As, Sb, Cu, Mn, SO ₄ , Ca, EC	As, Sb, Cu, SO ₄ , Ca, ²²⁶ Ra, U _{NAT}	Al, Ni, Cu, Mn, SO ₄ , Ca, pH	Al, Ni, Cu, Mn, SO ₄ , Ca, pH, ²²⁶ Ra	EC	-	-	-

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

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 160 násobne vyšší ako IT pre podzemné vody, údaje z roku 2023 nevykazujú oproti predošlým významnú zmenu.

V Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode (útvár podzemných vôd SK200220FP *Puklinové a medzizrnové podzemné vody S časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hron*) charakteristické obsahy Al, Zn a Cd dlhodobo presahujú ID prípadne i IT pre banskú vodu Voznickej dedičnej štôlne (VDŠ). V roku 2023 sú zaznamenané ich porovnateľné obsahy, v porovnaní s predošlým obdobím. Kvalitu vody rieky Hron, do ktorej táto banská voda vteká, môže významne negatívne ovplyvniť v období nízkych riečnych prietokov len v obsahu zinku.

Na lokalite Pezinok, v útvare SK200030FK *Puklinové a krasovo – puklinové podzemné vody Pezinských Karpát oblasti povodia Váh*, je dokumentovaná dlhodobo nepriaznivá kvalita vody Sedláckovho jarku pre vysoké obsahy Fe, Zn, Sb a Ni. Spôsobuje ju banský systém štôlne Ryhová, ktorou bolo otvorené pyrit-pyrotínové ložisko Nádej. Tento banský systém drénuje okrem podzemnej vody aj časť prietoku povrchových tokov, čo zvyšuje intenzitu rozpúšťania minerálov ložiska. V roku 2023 bola v banskej vode Ryhovej štôlne zistená i úroveň objemovej aktivity ^{226}Ra 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 tu sú výtoky zo štôlní Pyritová a Budúcnosť s obsahom antimónu približne 8- resp. 2-násobne vyšším ako IT a sumárnou výdatnosťou približne 10 l/s. V roku 2023 je na týchto štôlniach dokumentovaná porovnateľná úroveň obsahu Sb (9,2 resp. 1,6-násobok IT).

Na lokalite Prešov – Solivary je dokumentovaný pretrvávajúci negatívny vplyv nezabezpečených ťažobných vrtov lúhovacieho poľa na ložisku soli, na kvalitu vody miestnych tokov. Príčinou sú úniky soľanky z poškodených uzáverov ťažobných vrtov. Tieto zároveň degradujú rastlinný kryt, čo vedie k zvýšenej erózii pôdnej vrstvy na ich odtokových cestách. 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 2023 boli odoberané a analyzované nové vzorky sedimentov rieky Slaná, pre dokumentáciu vplyvu výtoky banskej vody zo zatopeného sideritového ložiska Manó – Gabriela v Nižnej Slanej. Výrazný prírastok koncentrácie prvkov v aktívnom riečnom sedimente, dokumentovaný v roku 2022 najmä pre celkový obsah As, Fe, Ni a Co, bol v roku 2023 redukovaný jeho odnosom v obdobiach vyšších prietokov. Obsah As poklesol pod úroveň ID kritéria i vo vzdialenosti 1 km pod vyústením banskej vody do rieky Slaná.

Tab. 5.3: Ukazovatele kvality sedimentov nevyhovujúce kritériám smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 pre horninové prostredie a pôdy zistené na monitorovaných lokalitách v období 2007 – 2023

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
Nižná Slaná	As, Sb	As, Sb	As, Sb
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

LITERATÚRA

- Auxt, A., Klačanová, Z., Červeňan, M., Fekete, L., Ingár, K., Oroszlány, J., Podhorská, M., Mészáros, Z., Masiar, R., 2017: Výpočet využiteľných množstiev podzemnej vody vybraných vodárenských zdrojov – II. fáza. Oblasť 5 - hydrogeologický rajón MG 077 Mezozoikum a paleozoikum Starohorských vrchov a severnej časti Zvolenskej kotliny, podrobný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, e. č. 97013.
- Auxt, A., Kotuč, J., Leššo, J., Bačík, M., Sekula, P., Sekula, P., Komoň, J., Hojnoš, M., Bašista, J., Varga, M., Hrabčák, M., Polčan, I., 2015: Prieskum environmentálnej záťaže Smolník – ťažba pyritových rúd (SK/EZ/GL/237). Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Bachňák, M., 2011: Nižná Slaná. Zatápanie ložiska Manó – Gabriela. Geologický prieskum životného prostredia – orientačný prieskum. Manuskript, archív OBÚ Spišská Nová Ves, 25 s.
- Bajtoš, P., 1993: Novoveská Huta – Rudňany, banské vody, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Bajtoš, P., 2022: Use of analysis of seasonal hydrochemical regime for better understanding of mine water genesis and more accurate estimate of its impact on stream water quality at flooded Rudňany ore mine (North-Gemeric zone, Slovakia). *Mineralia Slovaca*, 54/1/2022, 47 – 68.
- Bajtoš, P., 2024: Nárast obsahu arzénu v banskej vode zatopenej Cu bane Slovinky – príčiny a dôsledky. *PODZEMNÁ VODA*, 30(1), 2024, s. 38 – 61.
- 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., a kol., 1989: Inžinierskogeologická mapa Kremnica M 1: 5000. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Bárta, K., Nosál, P., Líšková, A., 1983: Záverečná správa a výpočet zásob Šošovka II., Podrečany, magnezit, stav 1.1.1982. Podrobný prieskum – II. etapa. Rudné bane a magnezitové závody, generálne riaditeľstvo Bratislava, Slovenské magnezitové závody, n. p. Košice, závod Lovinobaňa, Slovenský banský archív v Banskej Štiavnici
- Blaškovičová, L., Borodajkevyčová, 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, otvárky, prípravy a dobývania ložiska Podrečany, závod SMZ Lovinobaňa na obdobie 1991 – 1995, Slovenské magnezitové závody, štátny podnik, Košice, Slovenský banský archív v Banskej Štiavnici
- Döményová, J., Arvaiová, M., Bartlík, I., Micajová, B., Mrafková, L., Lovasová, Ľ., Ľupták, Ľ., Melová, K., Šimor, V., Gápelová, V., Sičová, 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., Lovasová, Ľ., Ľupták, Ľ., Melová, K., Šimor, V., Gápelová, V., Sičová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2022: Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2021. MŽP SR, SHMÚ Bratislava. www.shmu.sk
- Döményová, J., Bartlík, I., Micajová, B., Mrafková, L., Olajcová, M., Takáčová, D., Lovasová, Ľ., Ľupták, Ľ., Jeneiová, K., Melová, K., Gápelová, V., Sičová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2023: Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2022. MŽP SR, SHMÚ Bratislava. www.shmu.sk
- Döményová, J., Bartlík, I., Micajová, B., Mrafková, L., Olajcová, M., Takáčová, D., Lovasová, Ľ., Ľupták, Ľ., Jeneiová, K., Melová, K., Gápelová, V., Sičová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2024: Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2023. 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 taxocenózy odkaliska Horná Ves a blízkeho okolia. *Phytopedon*, Bratislava, vol. 13, 2014/2, s. 14 – 19.
- Gallo, V., 2002: Likvidácia prejavov a účinkov starého banského diela na povrchu v Banskej Hodruši, v blízkosti rodinného domu č. 599. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Gallo, V., Vitásek, A., 2001: Banská Štiavnica – geologický prieskum a zabezpečenie dedičnej štôlny 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, Geokomplex, 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.

- Hlavný banský úrad, 2020: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2019. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Hlavný banský úrad, 2021: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2020. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Hlavný banský úrad, 2022: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2021. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Hlavný banský úrad, 2023: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2022. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Hlavný banský úrad, 2024: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2023. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- 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, Banská Štiavnica.
- Kolektív autorov, 2013: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2012. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Kolektív autorov, 2014: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2013. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Kolektív autorov, 2015: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2014. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Kolektív autorov, 2016: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2015. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Kolektív autorov, 2017: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2016. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Kolektív autorov, 2018: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2017. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- Kolektív autorov, 2019: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2018. Hlavný banský úrad, Banská Štiavnica.
- 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 žen. 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 Štavnica – odkalisko Lintich. Správa o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kotulák, P., Gonda, S., Tejbis, V., Vavrek, P., 2003: Súčasný stav lúhovacích polí v DP Prešov I. – Solivary. Zhodnotenie rizík, návrh ďalšieho využívania z aspektu stability terénu a jeho možnej 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., Sičová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2020: Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2019. MŽP SR, SHMÚ Bratislava.
- Marzocchi, W., Mastellone, M. L., Di Ruocco, A., Novelli, P., Romeo, E. a Gasparini, P., 2009: Principles of multi-risk assessment. Interaction amongst natural and man-induced risks. EC, Directorate-General for Research, Environment Directorate.
- Mašlár, E., Daniel, J., Mašlarová, 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.
- Obvodný banský úrad v Bratislave, 2024: Správa o činnosti štátnej banskej správy za obvod pôsobnosti Obvodného banského úradu v Bratislave v roku 2023. www.hbu.sk

- Návesňák, J., Tomko, I., Lukaj, M., Valko, P., 1975: Závěrečná správa a výpočet zásob Podrečany – šošovka 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., Čižmarová, 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, Ľ., Šottník, P., Kotuč, J., Hrabčák, M., Sekula, P., Varga, M., 2016b: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Slovinke 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.
- Schwarz, J., Mudráková, M., Laffers, F., Poništ, M., Mojžiš, B., Mudroň, I., Sebíňová, A., Turisová, I., Martincová, E., 2004: Veľký Krtíš – Baňa Dolina, vplyv ukončenia ťažby na životné prostredie (E.I.A.). Envigeo, a. s., Banská Bystrica.
- Smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7 – Smernica Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 28. januára 2015 č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. Vestník Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, Čiastka 1, 2015, Ročník XXIII
- Smernica ŠGÚDŠ č. 4/2019 – Smernica ŠGÚDŠ č. 4/2019. Metrologický poriadok. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
- Sobolič, P., 1956: Pezinok – pyritové ložisko Augustín a okolité zrudnenia. Výpočet zásob k 1.10.1956, Záposloslovenský rudný prieskum, n. p., závod Pezinok.
- Stríček, I., Jankulár, M., Kordík, J., Konečný, P., 2022: Vplyv vytekajúcich banských vôd na sedimenty rieky Slaná. Geochémia 2022. Zborník vedeckých príspevkov z konferencie, Piešťany 30.11 – 2.12.2022, s. 98 - 101.

- Stríček, I., Jankulár, M., Kordík, J., Györög, I., 2024: Monitoring vplyvu vytekajúcich banských vôd na sedimenty rieky Slaná. *Geochémia 2024. Zborník vedeckých príspevkov z konferencie*, Bratislava 10.4 – 11.4.2024, s. 160 - 161.
- 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.
- ŠGÚDŠ, Geoanalytické laboratória, Spišská Nová Ves – Interný predpis IP 18.4. Dokument č. 320/26/18.4: Odber vôd. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. 39 s.
- ŠGÚDŠ, Geoanalytické laboratória, Spišská Nová Ves – Štandardný pracovný postup ŠPP č. 16. Dokument č. 320: Pokyny na odber vzoriek, konzerváciu vzoriek a manipuláciu so vzorkami. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. 9 s.
- Tupý, P., Hovorič, R., Filo, J., Gretschev, J., Krajňák, M., 2015: Prieskum environmentálnej záťaže Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Urban, O. et al., 2020: Záverečná správa s aktualizovanou analýzou rizika znečisteného územia. Sanácia lokalít: PK (017) / Pezinok - Rudné bane – odkaliská (SK/EZ/PK/656). Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Vrana, K., Vojtaško, I., Žák, D., Piovarči, M., Kúšiková, S., Puchnerová, M., Lanc, J., Naštický, J., 2005: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou, orientačný IGP. Manuskript. Geocomplex, a. s., Bratislava: 2005, s. 1 – 76.
- Zákon NR SR č. 364/2004 Z. z. – Zákon NR SR č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon)
- Zákon NR SR č. 220/2014 Z. z. – Zákon NR SR č. 220/2014 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- Zákon NR SR č. 514/2008 Z. z. – Zákon NR SR č. 514/2008 Z. z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov