

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA



Podsystem 04

Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

Správa za rok 2024

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
Zástupca zhotoviteľa geologických prác:	RNDr. Pavel Liščák, CSc.
Štatutárny zástupca zhotoviteľa geologických prác:	RNDr. Michal Klaučo, PhD. generálny riaditeľ ŠGÚDŠ

Spišská Nová Ves október 2025

Zoznam skratiek

ČMS GF	Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory
DEM	digital elevation model
DMR	digitálny model reliéfu
DP	dobývací priestor
EC	elektrická vodivosť
EIA	posudzovanie vplyvov na životné prostredie (Environmental Impact Assessment)
EZ	environmentálna záťaž
GNSS	globálny družicový polohový systém
HBÚ	Hlavný banský úrad
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
InSAR	satelitná radarová interferometria (Interferometric Synthetic Aperture Radar)
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
LiDAR	Svetelná detekcia a meranie vzdialenosti (Light Detection and Ranging)
LLS	letecké laserové skenovanie
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
MsÚ	Mestský úrad
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 požadovanej koncentrácie pre daný vodný útvar
OBÚ	Obvodný banský úrad
ORP	oxidačno-redukčný potenciál
RB	Rudné bane

REZ	Register environmentálnych záťaží
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 požadovanej koncentrácie pre daný vodný útvar
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
STU	Slovenská technická univerzita v Bratislave
SVP	Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. Bratislava
ŠGÚDŠ	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
ŠHRO	Štiavnicko-hodrušský rudný obvod
ŠNS	Štátna nivelačná sieť
ÚGKK SR	Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky
VDŠ	Voznická dedičná štôľňa
VN	vodná nádrž
VŤŽP	podsystem 04 Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie ČMS – Geologické faktory
ZBGIS	Základná báza údajov pre geografický informačný systém

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
- OTN ŽP 3108:99 - ODVETVOVÁ TECHNICKÁ NORMA MŽP SR. KVANTITA POVRCHOVÝCH VÔD. Meranie prietokov vodomernou vrtľou vo vodnom toku.
- 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	6
2	ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA MONITOROVACEJ SIETE	7
3	POZOROVANÉ UKAZOVATELE A METÓDY ICH HODNOTENIA	9
4	VÝSLEDKY MONITOROVANIA	15
4.1	Štiavnicko-hodrušský rudný obvod	15
4.2	Lokalita Kremnica	24
4.3	Lokalita Dúbrava	28
4.4	Lokalita Pezinok	33
4.5	Lokalita Špania Dolina	45
4.6	Lokalita Rudňany – Poráč	50
4.7	Lokalita Nižná Slaná	69
4.8	Lokalita Slovinky – Gelnica	89
4.9	Lokalita Rožňava	96
4.10	Lokalita Smolník	100
4.11	Lokalita Novoveská Huta	105
4.12	Lokalita Podrečany	122
4.13	Lokalita Prešov – Solivary	133
4.14	Lokalita Veľký Krtíš	143
4.15	Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu	152
5	ZÁVERY	153
	LITERATÚRA	162

1 Úvod

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

Vzhľadom na závažnosť uvedenej problematiky vláda SR schválila uznesenie č. 661 z 5. 9. 1995 o surovinovej politike SR v oblasti nerastných surovín. Z tohto uznesenia vyplynula úloha vypracovať systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí, vznikajúcich 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 Prešov – Solivary a zatopený lom na ložisku magnezitu v Podrečanoch a od roku 2022 je sledovaná lokalita s ukončenou ťažbou hnedého uhlia Veľký Krtíš (Baňa Dolina). Terénny ani informačný monitoring ťažených ložísk magnezitu a mastenca ani ťažených ložísk uhlia a lignitu nie je v súčasnosti vykonávaný, vzhľadom na prebiehajúci prevádzkový monitoring ťažobných organizácií. V oblasti Hornej Nitry prebiehal v rámci VŤŽP terénny monitoring geochemických a hydrogeologických aspektov v období rokov 2007 – 2015.

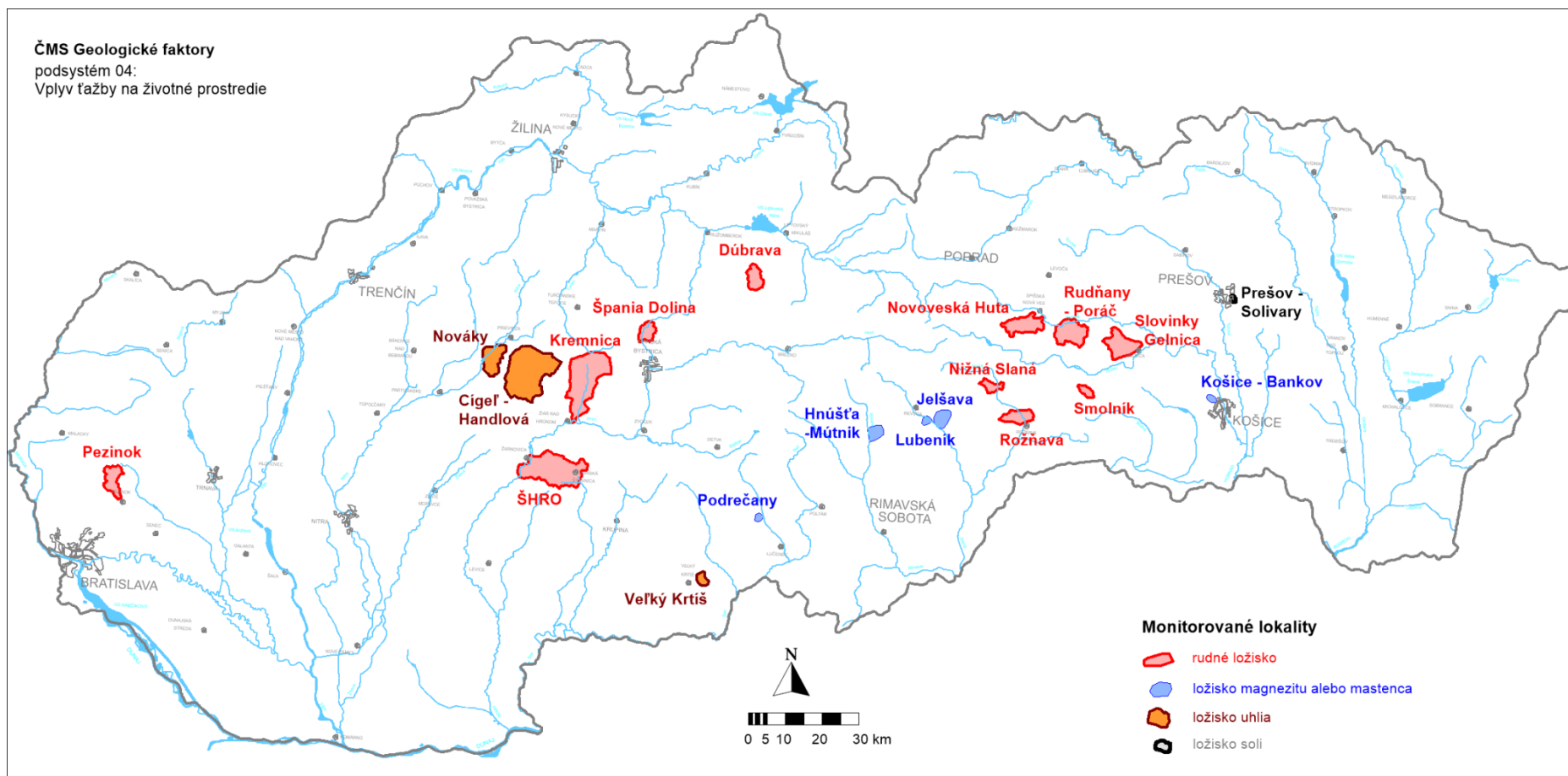
Monitoring vykonávaný v rámci VŤŽP sa netýka bezpečnostného a stabilného hodnotenia odkalísk, ktoré sú podľa vodného zákona (zákon NR SR č. 364/2004 Z. z.) vodnými stavbami. Vodohospodárska výstavba, š. p. nad nimi vykonáva odborný technicko-bezpečnostný dohľad, ktorý je zameraný na zisťovanie technického stavu vodných stavieb, ktorých poškodenie môže spôsobiť ohrozenie priľahlého 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 hald a odkalísk a v prípade prevádzky zariadení tepelnej úpravy rudy i imisné zaťaženie územia s negatívnymi dosahmi na kvalitu pôd, rastlinný kryt i kvalitu ovzdušia. Monitoring hydrogeologických a geochemických aspektov je zameraný na dopĺňanie databázy o dostupné archívne, prevádzkové a publikované údaje o výdatnosti a chemickom zložení výtokov banských, priesakových a povrchových vôd, kvalite riečnych sedimentov a pôd, množstve a zložení emisií z úpravárenských závodov, v terénnej fáze na dokumentovanie ovplyvnenia kvality miestnych povrchových tokov a významných zdrojov podzemnej vody banskou činnosťou.

V priebehu rokov 2007 až 2024 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 2024 boli realizované terénne práce, spočívajúce v rekognoskácii a dokumentácii závalov povrchu vyvolaných podrúbaním, na lokalitách 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 2024 realizované i na lokalite Podrečany (zatopený magnezitový lom), Prešov – Solivary (opustené lúhovacie pole ložiska soli) a Veľký Krtíš – Baňa Dolina (ukončenie ťažby hnedého uhlia).



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 2024					
			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	4	2	0	2	0	1x ročne	H/Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, Hg
	V	2	0	1	1	1	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, Hg, DOC, CN ⁻ - 1x
							2x 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	8x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, DOC – 2x
	V	5	0	0	3	2	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, DOC, CN ⁻ - 2x
Smolník	V	2	2	0	0	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR2
	V	1	0	0	1	0	8x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, ZR1, ZR2, Fe ²⁺ , DOC – 2x, PO ₄ ³⁻ - 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	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, U, ²²⁶ Ra
	V	1	1	0	0	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2, PO ₄ ³⁻ , U, ²²⁶ Ra
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, ZR2, U, ²²⁶ Ra, ²²² Rn
N. Huta – Teplica	V	1	1	0	0	0	2x ročne	Q, TP, SR
	V	2	0	0	2	0	2x ročne	Q, TP, SR, SP1
N. Huta - Podzámčiská	V	3	0	3	0	0	1x ročne	SR, SP1, ZR1, ZR2
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	6x ročne	Q, TP, SR, SP1, SP2 – 2x, ZR1, ZR2, DOC, PO ₄ ³⁻
	V	1	0	0	1	0	2x ročne	H/Q, TP, SR, SP1, 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, PO ₄ ³⁻ , 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, PO ₄ ³⁻ , 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, PO ₄ ³⁻ , 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	2x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR2, ²²⁶ Ra
	V	6	0	0	0	6	1x ročne	Q, TP, SR, SP1, ZR1, Fe ²⁺ , PO ₄ ³⁻ , 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
KNK, ZNK	mmol/l	0,10	E	Metrohm Omnis
H ₂ S	mg/l	0,01	F	UV –VIS DR 5000,6000
NH ₄ ⁺	mg/l	0,05	F	
NO ₂ ⁻	mg/l	0,01	F	
PO ₄ ³⁻	mg/l	0,03	F	
HCO ₃ ⁻	mg/l	6,1	E, výpočet	
CO ₃ ²⁻	mg/l	6,0	E, výpočet	-
F ⁻	mg/l	0,1	IC	DIONEX ICS 5000
Cl ⁻	mg/l	1,0	IC	
NO ₃ ⁻	mg/l	1,0	IC	
SO ₄ ²⁻	mg/l	2,0	IC	
CN ⁻ celkové	mg/l	0,005	F	
Fe ²⁺	mg/l	0,1	F	UV–VIS DR 5000, 6000
Fe celkové	mg/l	0,002	AES-ICP	AGILENT TECHNOLOGIES 5100/5110 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, Li	µg/l	0,5	ICP MS	AGILENT TECHNOLOGIES 7900 ICP-MS
As, Sb, Pb, Unat	µg/l	0,5	ICP MS	
Cd	µg/l	0,1	ICP MS	
Se	µg/l	1	ICP MS	
Hg	µg/l	0,1	AAS-AMA	AMA 254
TOC, DOC	mg/l	0,1	VTO	SHIMADZU TOC-V, SHIMADZU TOC-L

Vysvetlivky: E – elektrochémia, 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, VTO – vysokoteplotná oxidácia.

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

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

Geografická časť databázy obsahuje hodnotené lokality a objekty. V priebehu monitoringu hlavne v rokoch 2007 – 2021 bola dopĺňaná 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.

Z hľadiska inžinierskogeologických aspektov vplyvov ťažby bolo možné v r. 2024 na väčšine lokalít výrazne spresniť a doplniť mapy výskytu geodynamických javov vplyvom banskej činnosti. Umožnilo to využitie interpretácie údajov leteckého laserového skenovania územia Slovenska (ÚGKK SR) vo forme DMR 5.0 a ich vizualizácia STU – Ing. Tibora Lieskovského, PhD. (ďalej v texte aj ako „DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský)“) vo vyššom rozlíšení (0,25 m) a vlastnej terénnej verifikácie.

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 miery clonenia územia vegetačným pokryvom). Subsidenčné výškové zmeny sú príp. overované výškovou digitálnou niveláciou (lokalita Podrečany). Digitálnym fotografickým snímkaním 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

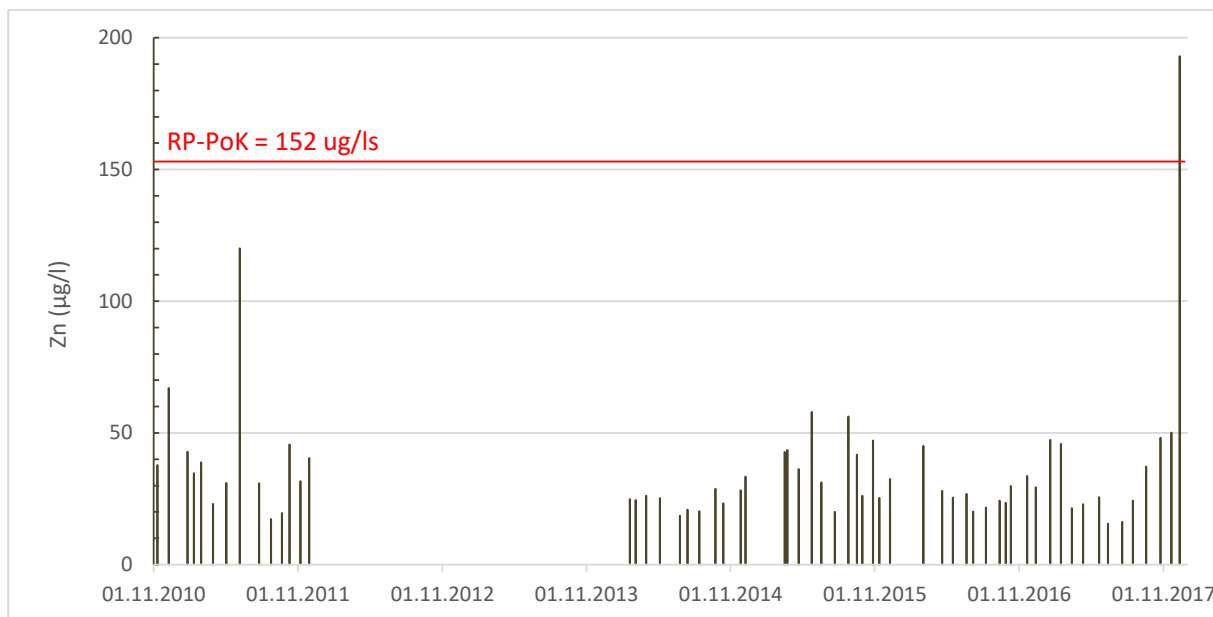
V historicky významnej oblasti ťažby drahokovovej rudy Štiavnicko-hodruškého rudného obvodu (ŠHRO) v súčasnosti vykonáva ťažbu polymetalického zrudnenia Pb, Zn a Cu s obsahom Au a Ag len Slovenská banská spol. s r. o., Hodruša – Hámre, v bani Rozália. V roku 2024 vyťažila 56,42 kt rudy (HBÚ, 2025).

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 dvakrát ročne. V rokoch 2020 – 2024 boli štôľne a odkalisko vzorkované 2-krát, povrchové toky raz. VDŠ bola navyše vzorkovaná v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) raz v roku 2011, štyrikrát v roku 2012 a raz v roku 2013 – tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia v rámci VŤŽP. Od roku 2019 sú vzorkované i výtoky banskej vody zo štôľne 1. mája nad Horným Hodrušským jazerom a zo štôľne Bieber v Štiavnických Baniach, ako aj ich povrchový recipient.

Z výsledkov monitorovania vody Hodruškého potoka (objekty ŠHRO5, ŠHRO6, ŠHRO8 a ŠHRO9) vyplýva, že v hodnotenom období 2007 – 2023 jej kvalita na sledovaných miestach zväčša vyhovovala požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 4.1.1, 4.1.2). Ročné hodnoty ChH na monitorovacom mieste ŠHRO5 mierne prekročili hodnotu KPV (maximálne 1,6-násobné prekročenie) v prípade mangánu, v rokoch 2012, 2019, 2021, 2023, ako dôsledok prínosu tohto kovu vodou z odkaliska. Dňa 11. 9. 2024 bolo toto prekročenie 2,1-násobné. Zvýšený obsah SO₄, Mn, Zn a Ca vo vode odkaliska (objekt ŠHRO4) sa negatívne neprejavuje. 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). Dňa 11. 9. 2024 bol na ŠHRO9 zistený zvýšený obsah (1,8-násobné prekročenie KPV) mangánu. Obdobná úroveň prekročenia však bola v tej dobe zistená i na objekte ŠHRO8 (nad vyústením výtoku zo štôľne), čo poukazuje na jeho prínos z vyššej časti povodia. Kvalita vody Hodruškého potoka bola v období rokov 2010 – 2017 sledovaná SHMÚ na 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 banká voda VDŠ (objekt ŠHRO3). Obsah zinku v nej predstavuje v sledovanom období rokov 2007 – 2023 62-násobné prekročenie požiadavky na ročný priemer podľa prílohy č. 1 časť B nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z., obsah Pb 6,4-násobné, obsah Cd 14,7-násobné, a obsah Mn 10-násobné prekročenie (tab. 4.1.2). V roku 2024 bola miera týchto prekročení výrazne nižšia v prípade Zn a nižšia i u Mn a Cd (tab. 4.1.2), obsah Pb poklesol pod príslušnú hodnotu NPK-PoK.

V banskej vode NOŠ (objekt ŠHRO2) ide v období rokov 2007 – 2023 o 11,2-násobné prekročenie RP-PoK pre Zn, 2,4-násobné prekročenie pre Cd a mierne prekročenie pre Mn, SO₄ a Ca. V roku 2024 boli obsahy Cd, Mn a SO₄ vyhovujúce (tab. 4.1.2). Pred ústím do Hrona na objekte ŠHRO1 dosahuje obsah Zn vo vode odtokového rigolu od NOŠ 9,7-násobné prekročenie RP-PoK (2007 – 2023), v roku 2024 bolo zdokumentované len 2,7-násobné prekročenie (tab. 4.1.2). Približne 50 m pod ústím NOŠ sa v odtokovom rigole nachádza bobria hrádza, ktorá výrazne vzdúva vytekajúcu bankú vodu. Vzduť sa prejavuje vzostupom hladiny i v samotnom ústí štôlne a zasahuje do jej vnútra, pričom spomalenie odtoku zrejme zvyšuje intenzitu sedimentácie a tvorbu kalu na dne štôlne a vo výpustnom objekte (obr. 4.1.2 a 4.1.3).

Kvalita vody Hrona na monitorovacom mieste Hron – Brehy (SHMÚ, NEC: R232000D), vzdialenom 10 km pod VDŠ a NOŠ, bola v roku 2024 sledovaná v parametri As; zistené obsahy sú z intervalu 6,32 – 12,20 µg/l s priemerom 8,19 µg/l – 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 VDŠ v hodnotenom období je vysoko riziková. Indikačné kritérium podzemnej vody (ID) prekračuje v období 2007 – 2023 v priemere 3,2-krát obsah Zn, 3,7-krát Cd a 2,4-krát Al. Pod úrovňou ID je obsah Pb (tab. 4.1.3). V roku 2024 je prekročenie ID pre Zn 2,3-násobné, pre Cd 3,0-násobné a obsah Al bol pod limitom. Intervenčné kritérium (IT) je z hľadiska priemeru za obdobie rokov 2007 – 2023 (tab. 4.1.4) 1,5-násobne prekročené len pre Al. Mierne pod limitom je priemerný obsah Zn a Cd. V roku 2024 nebolo prekročenie IT-kritéria hodnotami ChH u sledovaných prvkov na tomto objekte zaznamenané. V drenážnej

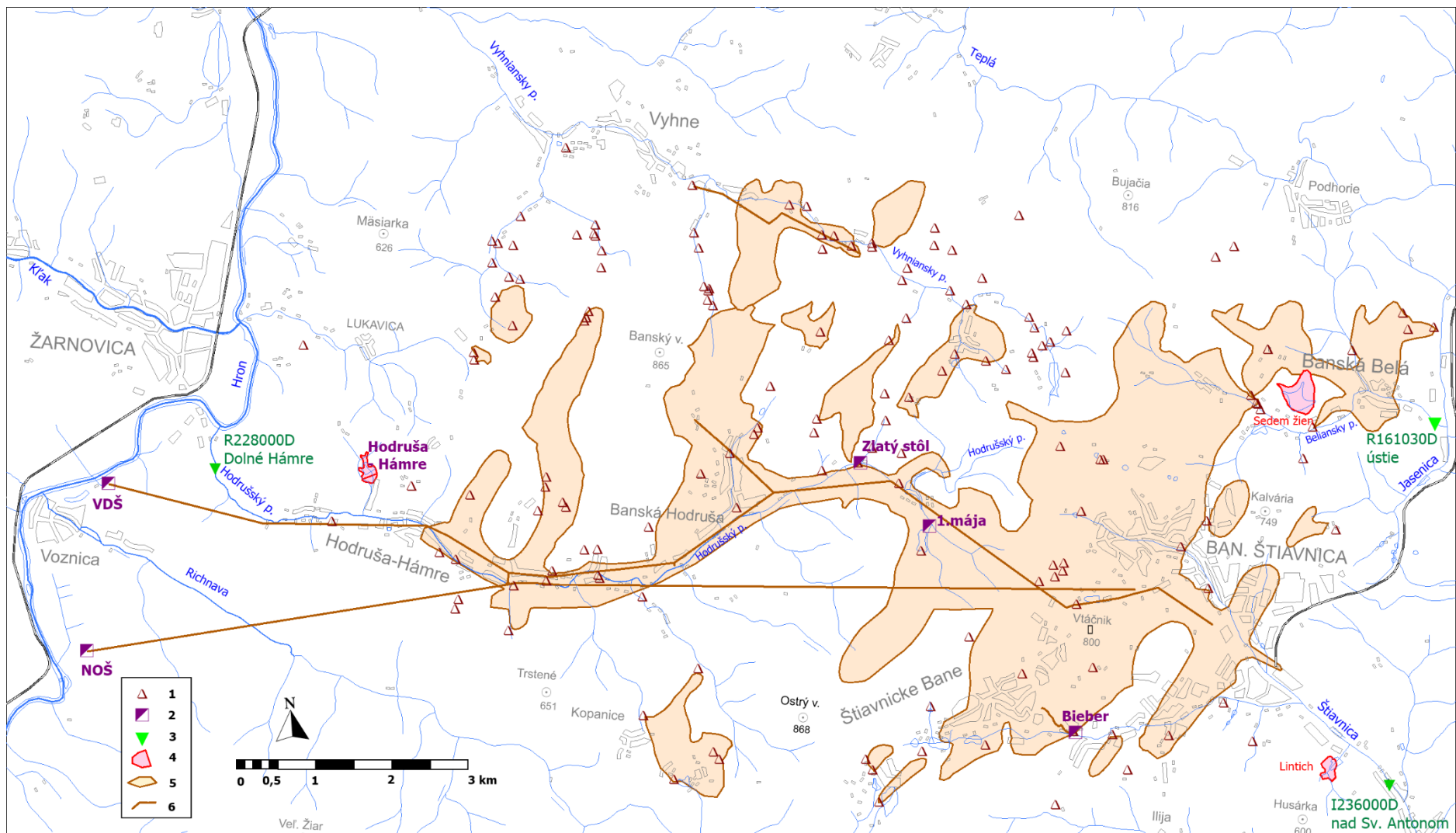
vode odkaliska v Hodruši (objekt ŠHRO4) ani v banskej vode štôlne Zlatý stôl (ŠHRO7) neprekračuje IT ani ID žiaden zo sledovaných ukazovateľov (tab. 4.1.4).



Obr. 4.1.2: Bobria hrádza v odtokovom rigole približne 50 m pod ústím NOŠ pri Voznici.



Obr. 4.1.3: Ústie NOŠ so vzdutou hladinou odtekajúcej banskej vody spôsobujúcou zvýšené usadzovanie kalu.



Obr. 4.1.4: 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 – 23 2024	75	8,12	244	0,09	0,315	0,274	0,11	0,748	0,0045	0,0016	0,005	0,0027	0,015	104	26
		71	8,08	205	0,03	0,030	0,109	0,03	0,204	0,0045	0,0018	0,003	0,0003	0,017	97	25
ŠHRO2	2007 – 23 2024	77	8,17	256	0,04	0,391	0,304	0,10	0,865	0,0048	0,0015	0,005	0,0030	0,016	107	26
		76	8,10	235	0,03	0,063	0,165	0,03	0,349	0,0003	0,0010	0,003	0,0010	0,016	113	28
ŠHRO3	2007 – 23 2024	134	7,48	637	0,18	1,878	2,998	0,61	4,773	0,0588	0,0051	0,024	0,0183	0,014	205	67
		140	7,55	639	0,03	0,095	1,905	0,06	3,435	0,0012	0,0019	0,005	0,0148	0,012	208	76
ŠHRO4	2007 – 23 2024	107	7,85	447	0,21	0,678	1,665	0,20	0,225	0,0117	0,0011	0,002	0,0002	0,026	143	37
		164	8,10	749	0,25	0,102	3,190	0,05	1,546	0,0004	0,0010	0,003	0,0014	0,025	248	82
ŠHRO6	2007 – 23 2024	38	8,27	83	0,51	0,129	0,052	0,06	0,020	0,0020	0,0023	0,002	0,0001	0,055	54	13
		45	8,74	79	0,12	0,050	0,164	0,03	0,072	0,0030	0,0024	0,003	0,0002	0,027	67	17
ŠHRO5	2007 – 23 2024	49	8,17	135	0,69	0,128	0,209	0,08	0,055	0,0023	0,0023	0,002	0,0002	0,081	69	18
		59	8,69	160	0,13	0,058	0,620	0,14	0,311	0,0027	0,0051	0,003	0,0003	0,054	89	26
ŠHRO7	2007 – 23 2024	84	7,36	142	0,04	0,257	0,462	0,01	0,013	0,0023	0,0008	0,001	0,0002	0,033	130	46
		90	7,64	143	0,03	0,081	0,425	0,03	0,037	0,0032	0,0007	0,001	0,0001	0,033	135	52
ŠHRO8	2007 – 23 2024	33	7,83	92	0,06	0,275	0,077	0,07	0,026	0,0020	0,0013	0,002	0,0001	0,015	50	9
		30	8,21	58	0,39	1,120	0,526	0,09	0,034	0,0193	0,0042	0,003	0,0001	0,017	46	9
ŠHRO9	2007 – 23 2024	42	7,83	102	0,05	0,344	0,174	0,06	0,011	0,0026	0,0014	0,002	0,0002	0,031	66	16
		33	8,19	63	0,37	1,068	0,526	0,09	0,035	0,0186	0,0040	0,003	0,0001	0,018	52	14

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 – 2024 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 – 23 2024	0,69	V	0,97	0,07	0,16	0,91	0,57	9,71	0,49	0,10	0,31	2,15	0,15	1,04	0,13
		0,64	V	0,82	0,02	0,02	0,36	0,15	2,65	0,49	0,12	0,20	0,24	0,17	0,97	0,12
ŠHRO2	2007 – 23 2024	0,70	V	1,02	0,03	0,20	1,01	0,50	11,23	0,52	0,10	0,32	2,43	0,16	1,07	0,13
		0,69	V	0,94	0,02	0,03	0,55	0,15	4,53	0,03	0,06	0,17	0,76	0,16	1,13	0,14
ŠHRO3	2007 – 23 2024	1,22	V	2,55	0,14	0,94	9,99	3,05	61,99	6,39	0,33	1,64	14,68	0,14	2,05	0,33
		1,27	V	2,55	0,02	0,05	6,35	0,28	44,61	0,13	0,12	0,34	11,80	0,12	2,08	0,38
ŠHRO4	2007 – 23 2024	0,98	V	1,79	0,16	0,34	5,55	0,99	1,48	1,37	0,07	0,12	0,11	0,26	1,43	0,18
		1,49	V	2,99	0,19	0,05	10,63	0,23	10,17	0,04	0,06	0,16	0,60	0,25	2,48	0,41
ŠHRO6	2007 – 23 2024	0,35	V	0,33	0,39	0,06	0,17	0,30	0,13	0,24	0,15	0,12	0,06	0,55	0,54	0,07
		0,41	V	0,31	0,09	0,03	0,55	0,15	0,47	0,35	0,15	0,16	0,09	0,27	0,67	0,09
ŠHRO5	2007 – 23 2024	0,44	V	0,54	0,54	0,06	0,70	0,38	0,36	0,27	0,15	0,13	0,07	0,81	0,69	0,09
		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 – 23 2024	0,76	V	0,57	0,03	0,13	1,54	0,07	0,08	0,21	0,07	0,06	0,08	0,33	1,30	0,23
		0,82	V	0,57	0,02	0,04	1,42	0,13	0,24	0,28	0,06	0,05	0,03	0,33	1,35	0,26
ŠHRO8	2007 – 23 2024	0,30	V	0,37	0,04	0,14	0,26	0,36	0,17	0,18	0,11	0,11	0,05	0,15	0,50	0,04
		0,27	V	0,23	0,30	0,56	1,75	0,45	0,22	1,72	0,37	0,16	0,05	0,17	0,46	0,04
ŠHRO9	2007 – 23 2024	0,38	V	0,41	0,04	0,17	0,58	0,30	0,07	0,23	0,12	0,09	0,07	0,31	0,66	0,08
		0,30	V	0,25	0,29	0,53	1,75	0,44	0,23	1,66	0,35	0,15	0,04	0,18	0,52	0,07

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistených charakteristických hodnôt 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 – 2023	0,39	V	0,02	0,40	0,58	0,05	0,03	0,00	0,61	0,03
	2024	0,38	V	0,01	0,12	0,23	0,003	0,02	0,003	0,19	0,03
ŠHRO3	2007 – 2023	0,67	V	0,04	2,44	3,18	0,59	0,10	0,02	3,67	0,03
	2024	0,70	V	0,01	0,22	2,29	0,01	0,04	0,01	2,95	0,02
ŠHRO4	2007 – 2023	0,54	V	0,26	0,79	0,15	0,12	0,02	0,002	0,05	0,05
	2024	0,82	V	0,05	0,18	1,03	0,004	0,02	0,003	0,27	0,05
ŠHRO7	2007 – 2023	0,42	V	0,02	0,06	0,01	0,02	0,02	0,001	0,04	0,07
	2024	0,45	V	0,01	0,10	0,025	0,032	0,01	0,001	0,02	0,07
ŠHRO11	2007 – 2023	0,47	V	0,01	2,42	0,02	0,012	0,22	0,001	0,02	0,02
	2024	0,47	V	0,01	2,36	0,03	0,003	0,27	0,001	0,01	0,02
ŠHRO14	2007 – 2023	0,63	V	0,02	0,19	0,29	0,004	0,01	0,002	0,30	0,02
	2024	0,66	V	0,01	0,12	0,47	0,037	0,02	0,003	0,40	0,02

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

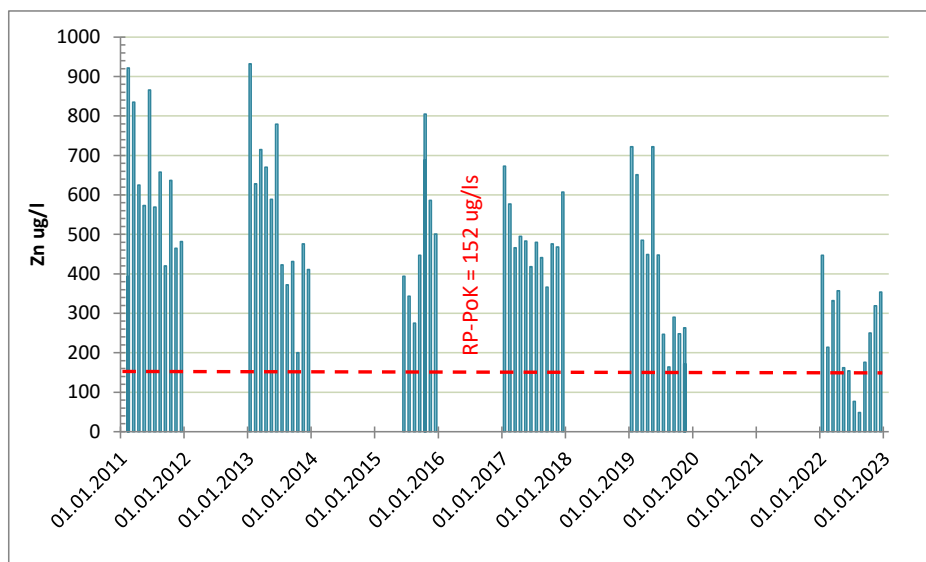
V roku 2019 boli k objektom monitoringu Štiavnicko-hodruškého rudného revíru zaradené i štôlna 1. mája a štôlna Bieber.

Zavalené ústie štôlny 1. mája (ŠHRO14) sa nachádza v povodí Hodruškého potoka nad Dolným Hodrušským jazerom. Z banskej vody sa v priestore pod štôľňou k cestnej komunikácii križujúcej bezmenný potok tečúci z Horného Hodruškého jazera intenzívne zráža a akumuluje okrový sediment. Podľa výsledkov vzorkovania z rokov 2019 – 2023 a 2024 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 2024 s výnimkou SO₄ a Ca). Obsah hliníka zistený v banskej vode tejto štôlny prevyšuje indikačné i intervenčné kritérium kvality podzemnej vody (tab. 4.1.3 a 4.1.4).

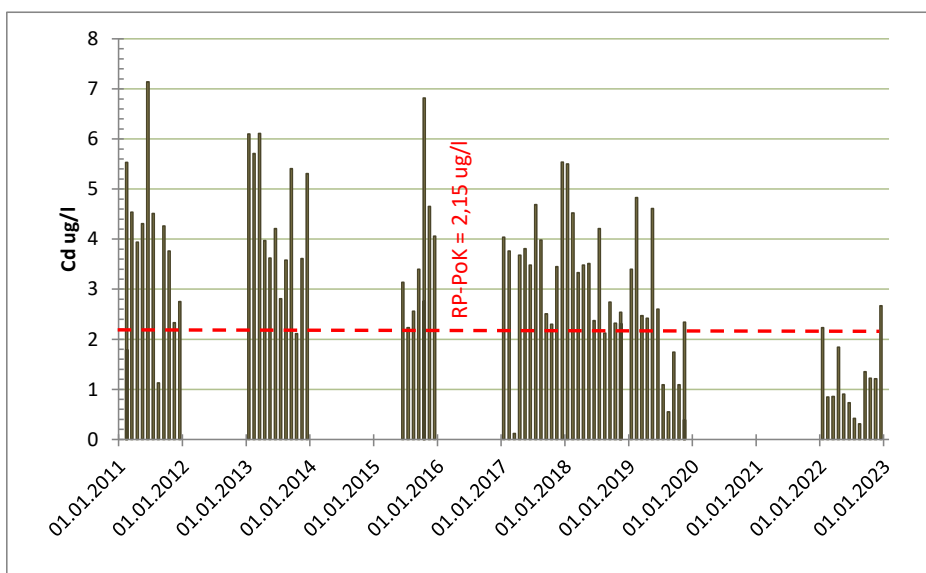
Ústie štôlny Bieber sa nachádza v intraviláne obce Štiavnické Bane. Monitorovaný je vplyv banskej vody na kvalitu toku Štiavnica. Banská voda má z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody vysoký obsah síranov, Mn, Zn a Ca (tab. 4.1.6). Po zmiešaní banskej vody s vodou toku Štiavnica zostáva obsah týchto prvkov nadlimitný len občasne – v roku 2024 bolo zaznamenané prekročenie limitu pre obsah mangánu.

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. 4.1.5, tab. 4.1.7; v rokoch 2023 – 2024 objekt nebol monitorovaný). 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. 4.1.6, tab. 4.1.8). Na nižšie situovanom monitorovacom mieste „pod ústím Ilijského potoka“ (riečny km 47,0) bol za rok 2024 dokumentovaný ročný priemer obsahu Zn 0,088 mg/l (tab. č. 4.1.8), (Döményová et al., 2025).



Obr. 4.1.5: Obsah zinku vo vode toku Štiavnica na monitorovacom mieste SHMÚ I236000D „nad Svätým Antonom“ v období rokov 2011 – 2022 (podľa údajov SHMÚ).



Obr. 4.1.6: 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 rokoch 2020 – 2024 tu obsahy týchto kovov neboli sledované (Döményová et al., 2021, 2022, 2023, 2024). 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 – 2023	0,26	V	0,25	0,17	0,02	0,02	0,002	0,15	0,01
	2024	0,25	V	0,08	0,07	0,001	0,01	0,001	0,05	0,01
ŠHRO3	2007 – 2023	0,45	V	1,53	0,95	0,29	0,05	0,012	0,92	0,01
	2024	0,47	V	0,55	0,80	0,05	0,04	0,006	0,92	0,01
ŠHRO4	2007 – 2023	0,36	V	0,50	0,05	0,06	0,01	0,001	0,01	0,01
	2024	0,55	V	0,11	0,31	0,002	0,01	0,002	0,07	0,01
ŠHRO7	2007 – 2023	0,28	V	0,04	0,003	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01
	2024	0,30	V	0,06	0,007	0,016	0,01	0,001	0,004	0,02
ŠHRO11	2019 – 2023	0,31	V	1,51	0,01	0,006	0,11	0,0006	0,005	0,005
	2024	0,32	V	1,48	0,009	0,001	0,14	0,0005	0,003	0,004
ŠHRO14	2019 – 2023	0,42	V	0,12	0,09	0,002	0,007	0,0008	0,07	0,01
	2024	0,44	V	0,08	0,14	0,018	0,01	0,0013	0,10	0,01

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7, hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom, označenie objektov ako pri tab. 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 – 23	45	7,68	144	0,120	0,052	0,106	0,03	0,012	0,0008	0,0006	0,001	0,0001	0,021	70	12
	2024	42	8,29	83	0,15	0,189	0,871	0,04	0,028	0,0123	0,0014	0,001	0,0001	0,022	71	11
ŠHRO11	2019 – 23	93	6,25	480	0,24	5,662	0,472	0,61	0,036	0,0012	0,0112	0,0003	0,0012	0,009	192	11
	2024	95	6,57	461	0,07	6,245	0,456	0,59	0,047	0,0003	0,0136	0,0003	0,0010	0,009	190	11
ŠHRO12	2019 – 23	79	7,57	390	0,10	0,342	0,367	0,09	0,021	0,0004	0,0010	0,001	0,0001	0,017	161	12
	2024	46	8,17	111	0,12	0,112	0,850	0,03	0,024	0,0121	0,0012	0,001	0,0001	0,021	79	12
ŠHRO13	2019 – 23	62	7,97	233	0,10	0,074	0,214	0,03	0,025	0,0010	0,0014	0,003	0,0002	0,019	82	23
	2024	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 – 23	126	7,51	443	0,05	0,023	0,440	0,05	0,434	0,0004	0,0007	0,002	0,0015	0,012	175	65
	2024	133	7,49	490	10,40	0,026	0,869	0,03	0,711	0,0037	0,0010	0,003	0,0020	0,012	169	68
ŠHRO15*	2019 – 23	79	7,98	281	0,09	0,069	0,269	0,04	0,122	0,0008	0,0013	0,002	0,0005	0,019	98	30
	2024	43	7,71	36	1,44	0,330	5,324	0,02	0,063	0,0072	0,0036	0,002	0,0002	0,024	47	10

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 – 23	0,41	V	0,58	0,09	0,026	0,35	0,16	0,08	0,07	0,05	0,05	0,06	0,21	0,70	0,06
	2024	0,38	V	0,33	0,12	0,095	2,90	0,20	0,18	1,10	0,12	0,05	0,02	0,22	0,71	0,05
ŠHRO11	2019 – 23	0,85	V	1,92	0,19	2,83	1,57	3,03	0,24	0,10	0,97	0,05	0,04	0,09	1,92	0,05
	2024	0,86	V	1,84	0,05	3,12	1,52	2,95	0,31	0,02	1,18	0,05	0,02	0,09	1,90	0,05
ŠHRO12	2019 – 23	0,72	V	1,56	0,08	0,17	1,22	0,45	0,14	0,03	0,09	0,05	0,04	0,17	1,61	0,06
	2024	0,42	V	0,44	0,09	0,06	2,83	0,15	0,16	1,08	0,10	0,05	0,04	0,21	0,79	0,06
ŠHRO13	2019 – 23	0,57	V	0,93	0,08	0,04	0,71	0,14	0,16	0,12	0,16	0,13	0,07	0,19	0,82	0,12
	2024	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 – 23	1,15	V	1,77	0,04	0,012	1,47	0,24	2,86	0,05	0,08	0,06	0,66	0,12	1,75	0,33
	2024	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 – 23	0,72	V	1,13	0,07	0,03	0,90	0,20	0,80	0,09	0,15	0,11	0,21	0,19	0,98	0,15
	2024	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 2024 (Döményová et al., 2025).

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-POK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Cd $\mu\text{g/l}$	12	0,024	0,746	0,381	0,291	4/4	2,9 / 2,15
Zn $\mu\text{g/l}$	12	36,20	187,00	98,33	88,38	4/4	- / 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 2024 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 I. etapu sanácie prejavu starého banského diela, vetracieho komína k vodnej štôlni, v k. ú. Štiavnické Bane, jeho zasypaním do úrovne terénu (HBÚ, 2025). Ústie štôlne 1. mája, situovanej nad Hodrušským jazerom, 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 2024 sa tu vydobylo 15 t rudy (HBÚ, 2025).

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 hrádza 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 odtekajúceho množstva predstavujú povrchové vody privádzané do podzemia pre prevádzku hydroelektrárne (Kremnická banská spoločnosť, s.r.o.). V rámci štátneho monitoringu boli vlastné hydrogeologické a hydrochemické merania na lokalite začaté v roku 2008 (1 meranie) a pokračovali v rokoch 2009 – 2019 (po 2 meraniach ročne) a 2020 – 2023 (1 meranie). Meranie, naplánované na rok 2024, bolo z dôvodu zníženia rozpočtu úlohy presunuté na rok 2025 a bude vyhodnotené v nasledujúcej ročnej správe. 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 slabý priesak z odkaliska obsahuje vysoké koncentrácie SO₄, Mn, Zn a Cu.

Na SHMÚ monitorovanom mieste Kremnického potoka „Pod Kremnicou“ (R177010D, riečny km 12,6) v roku 2024 obsah zinku (s dokumentovaným ročným priemerom 164 µg/l) ani obsah Cu (39 µg/l) nevyhovoval požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (Döményová et al., 2025). Na ústí do Hrona (R183000D) nebol Kremnický potok v roku 2024 monitorovaný (Döményová et al., 2025).

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 (Döményová et al., 2025).

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

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 – 23	27,1	7,76	35	0,06	0,00005	0,019	0,0126	0,0034	0,003	27	7
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
odkalisko Horná Ves	2008 – 23	88,6	7,04	466	5,35	0,00006	2,166	0,0072	0,0027	0,013	123	36
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potok pod odkaliskom	2008 – 23	37,3	8,04	57	0,27	0,00005	0,013	0,0056	0,0016	0,002	51	15
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hlavná dedičná štôlnia	2008 – 23	59,9	7,36	252	1,03	0,00007	0,049	0,0126	0,0051	0,004	86	22
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hlboká štôlnia	2008 – 23	93,3	7,04	156	0,48	0,00007	0,017	0,0032	0,0025	0,002	98	33
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Homoveská štôlnia	2008 – 23	13,2	5,94	47	0,34	0,00005	0,036	0,0021	0,0012	0,001	11	3
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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 – 23	0,25	V	0,14	0,21	0,11	0,32	0,83	0,68	0,40	0,27	0,04
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
odkalisko Homá Ves	2008 – 23	0,81	V	1,86	17,85	0,13	28,13	0,47	0,55	1,04	1,23	0,18
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potok pod odkaliskom	2008 – 23	0,34	V	0,23	0,90	0,12	0,17	0,37	0,33	0,16	0,51	0,07
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hlavná dedičná štôľňa	2008 – 23	0,54	V	1,01	3,44	0,13	0,63	0,81	1,01	0,24	0,86	0,11
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hlboká štôľňa	2008 – 23	0,85	V	0,62	1,60	0,15	0,23	0,21	0,51	0,13	0,98	0,16
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Homoveská štôľňa	2008 – 23	0,12	N	0,19	1,12	0,11	0,90	0,13	0,10	0,31	0,11	0,01
	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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.

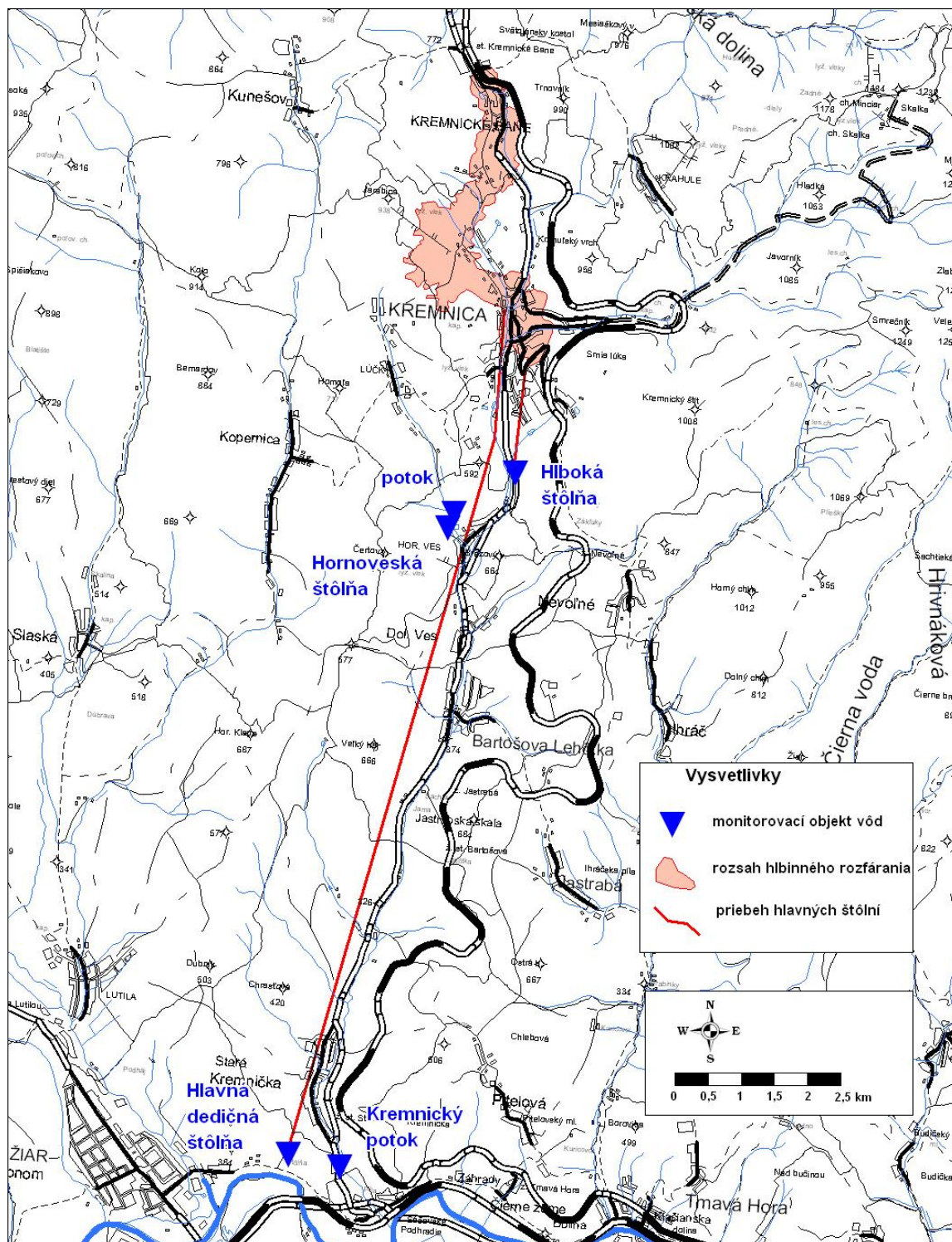
Tab. 4.2.3: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Kremnica s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu.

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	As	Sb	Cu
odkalisko Homá Ves	2008 – 23	0,44	V	0,03	1,44	0,14	0,11	0,01
	2024	-	-	-	-	-	-	-
Hlavná dedičná štôľňa	2008 – 23	0,30	V	0,03	0,03	0,25	0,20	0,004
	2024	-	-	-	-	-	-	-
Hlboká štôľňa	2008 – 23	0,47	V	0,03	0,01	0,06	0,10	0,002
	2024	-	-	-	-	-	-	-
Homoveská štôľňa	2008 – 23	0,07	N	0,03	0,02	0,04	0,05	0,001
	2024	-	-	-	-	-	-	-

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 náhlych poklesov terénu, ako jediných ohrozujúcich prejavov fyzikálnych impaktov vyvolaných predchádzajúcou banskou činnosťou, rozhodujúce poznanie výskytu, rozsahu a priebehu vydobytých priestorov. K najintenzívnejšie podrúbanej oblasti patrí územie centrálnej mestskej zóny v Kremnici, pod ktorou prechádzajú hlavné žily Žigmund a Helena a priečne žily Amália, Zuzana, Sevastopol' a Východná Július. Vydobyté banské priestory tu siahajú miestami 10 – 12 m pod povrch územia, to znamená len približne 8 – 9 m pod základovú škáru objektov takmer súvislej zástavby. Doterajšie výsledky však preukázali (Baliak et al., 1989), že nie je možné dostatočne spoľahlivo identifikovať prejavy podrúbania na povrchu, ale odporúča sa pokračovať v geodetickom monitoringu centrálnej mestskej oblasti (CMO) Kremnica. Zo záverov zvlášť detailného inžinierskogeologického mapovania do mapy mierky 1: 5 000 však vyplýva, že aj napriek veľkému rozsahu vydobytých priestorov je povrch územia Kremnice stabilný (Baliak et al., 1989). V roku 2024 neboli v tejto oblasti zaznamenané významné prejavy nestability.



Obr. 4.2.1: Situácia monitorovaných objektov v oblasti Kremnice.

4.3 Lokalita Dúbrava

Ložisko antimonitovej rudy v rovnomennom 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 štôlna (Pešková et al., 2015b). Výsledky monitoringu odkalísk a spádovej oblasti ich vplyvu v údolí Paludžanky po chatovú osadu Pod Dobákom (Pešková et al., 2015a) v 8 vrtoch, 4 profiloch tokov, 4 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), pričom bolo konštatované pretrvávanie kontaminácie dotknutého životného prostredia, zvlášť banských, podzemných a povrchových vôd, antimónom a v obmedzenej miere aj arzénom.

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 častí 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 2024 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 – 2023 a 2-násobne vyššiu v roku 2024 (tab. 4.3.2). Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie antimónu a vysoké koncentrácie arzenu. 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 – 2023 pre antimón 27-násobne, v roku 2024 22-násobne. Pre arzén nie je prekročená (tab. 4.3.2). Obsah síranov a medi, i železa a mangánu vo vode tohto toku je nízky.

Tab. 4.3.1: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody na lokalite Dúbrava.

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH -	SO ₄ mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
D1	2008 – 2023	4,8	7,41	7	0,006	0,016	0,002
	2024	2,1	7,29	5	0,005	0,009	0,001
D7	2007 – 2023	8,5	7,69	16	0,008	0,136	0,001
	2024	0,0	7,60	13	0,007	0,108	0,001
D2	2007 – 2023	21,4	7,67	36	0,031	1,078	0,001
	2024	22,3	7,64	27	0,026	0,878	0,001
D3	2007 – 2023	60,0	8,14	177	0,126	7,897	0,002
	2024	71,0	8,37	185	0,200	7,523	0,002
D4	2007 – 2023	41,6	7,95	131	0,030	1,306	0,001
	2024	30,9	7,89	80	0,017	0,627	0,001
D5	2007 – 2023	43,4	8,10	111	0,035	1,014	0,001
	2024	49,4	8,17	142	0,039	1,297	0,001
D6	2007 – 2023	42,7	8,02	119	0,014	1,133	0,001
	2024	44,2	7,93	116	0,014	1,130	0,001
D8	2007 – 2023	34,8	7,80	90	0,032	2,466	0,001
	2024	36,4	8,05	85	0,034	2,405	0,001

Vysvetlivky: D1 – potok Paludžanka v profile nad Hlavným dopravným prekopom, D2 – štôlna Svätopluk, D3 – štôlna Samuel, D4 – štôlna Rakytová, D5 – Martin štôlna, D6 – Flotačná štôlna, D7 – potok Paludžanka v profile pri horárni Hluché, D8 – Hlavný dopravný prekop. Situácia objektov na obr. 4.3.1.

Tab. 4.3.2: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Dúbrava s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody.

Objekt	Dátum	EC	pH	SO ₄	As	Sb	Cu
D1	2008 – 2023	0,04	V	0,03	0,3	3	0,8
	2024	0,02	V	0,02	0,3	2	0,5
D7	2007 – 2023	0,08	V	0,07	0,5	27	0,5
	2024	0,09	V	0,05	0,4	22	0,5
D2	2007 – 2023	0,19	V	0,14	1,7	216	0,2
	2024	0,20	V	0,11	1,5	176	0,2
D3	2007 – 2023	0,55	V	0,71	7,2	1579	0,2
	2024	0,65	V	0,74	11,4	1505	0,2
D4	2007 – 2023	0,38	V	0,52	1,7	261	0,1
	2024	0,28	V	0,32	0,9	125	0,1
D5	2007 – 2023	0,39	V	0,44	2,0	203	0,1
	2024	0,45	V	0,57	2,2	259	0,1
D6	2007 – 2023	0,39	V	0,47	0,8	227	0,1
	2024	0,40	V	0,46	0,8	226	0,1
D8	2007 – 2023	0,32	V	0,36	1,8	493	0,1
	2024	0,33	V	0,34	2,0	481	0,1

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

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) sú obsahom Sb rizikové všetky monitorované výtoky banskej vody (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 41 až 316-násobne pre obdobie 2007 – 2023 a 25 až 301-násobne pre rok 2024. Príslušná intervenčná hodnota je u týchto objektov prekročená 20 až 158-násobne pre obdobie 2007 – 2023 (tab. 4.3.3) a 13 až 150-násobne pre rok 2024 (tab. 4.3.4). Charakteristické hodnoty obsahu Sb vo výtokoch banskej vody za rok 2024 sú zväčša mierne nižšie, v porovnaní s obdobím rokov 2007 – 2023. Nárast je dokumentovaný v štôlni 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 – 2023	0,11	V	0,6	43	0,001
	2024	0,11	V	0,5	35	0,001
D3	2007 – 2023	0,30	V	2,5	316	0,002
	2024	0,36	V	4,0	301	0,002
D4	2007 – 2023	0,21	V	0,6	52	0,001
	2024	0,15	V	0,3	25	0,001
D5	2007 – 2023	0,22	V	0,7	41	0,001
	2024	0,25	V	0,8	52	0,001
D6	2007 – 2023	0,21	V	0,3	45	0,001
	2024	0,22	V	0,3	45	0,001
D8	2007 – 2023	0,17	V	0,6	99	0,001
	2024	0,18	V	0,7	96	0,001

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

Tab. 4.3.4: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Dúbrava s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu.

Objekt	Obdobie	EC	pH	As	Sb	Cu
D2	2007 – 2023	0,07	V	0,3	22	0,001
	2024	0,07	V	0,3	18	0,001
D3	2007 – 2023	0,20	V	1,3	158	0,001
	2024	0,24	V	2,0	150	0,001
D4	2007 – 2023	0,14	V	0,3	26	0,001
	2024	0,10	V	0,2	13	0,001
D5	2007 – 2023	0,14	V	0,3	20	0,001
	2024	0,16	V	0,4	26	0,001
D6	2007 – 2023	0,14	V	0,1	23	0,001
	2024	0,15	V	0,1	23	0,001
D8	2007 – 2023	0,12	V	0,3	49	0,001
	2024	0,12	V	0,3	48	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., 2024). V roku 2024 bola z nesyntetických látok (časť B požiadaviek na kvalitu povrchovej vody) sledovaná v parametroch Hg, Cd, Pb, As, Cu, Cr, Ni a Zn, pričom všetky vyhoveli stanoveným limitom (Döményová et al., 2025).

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.

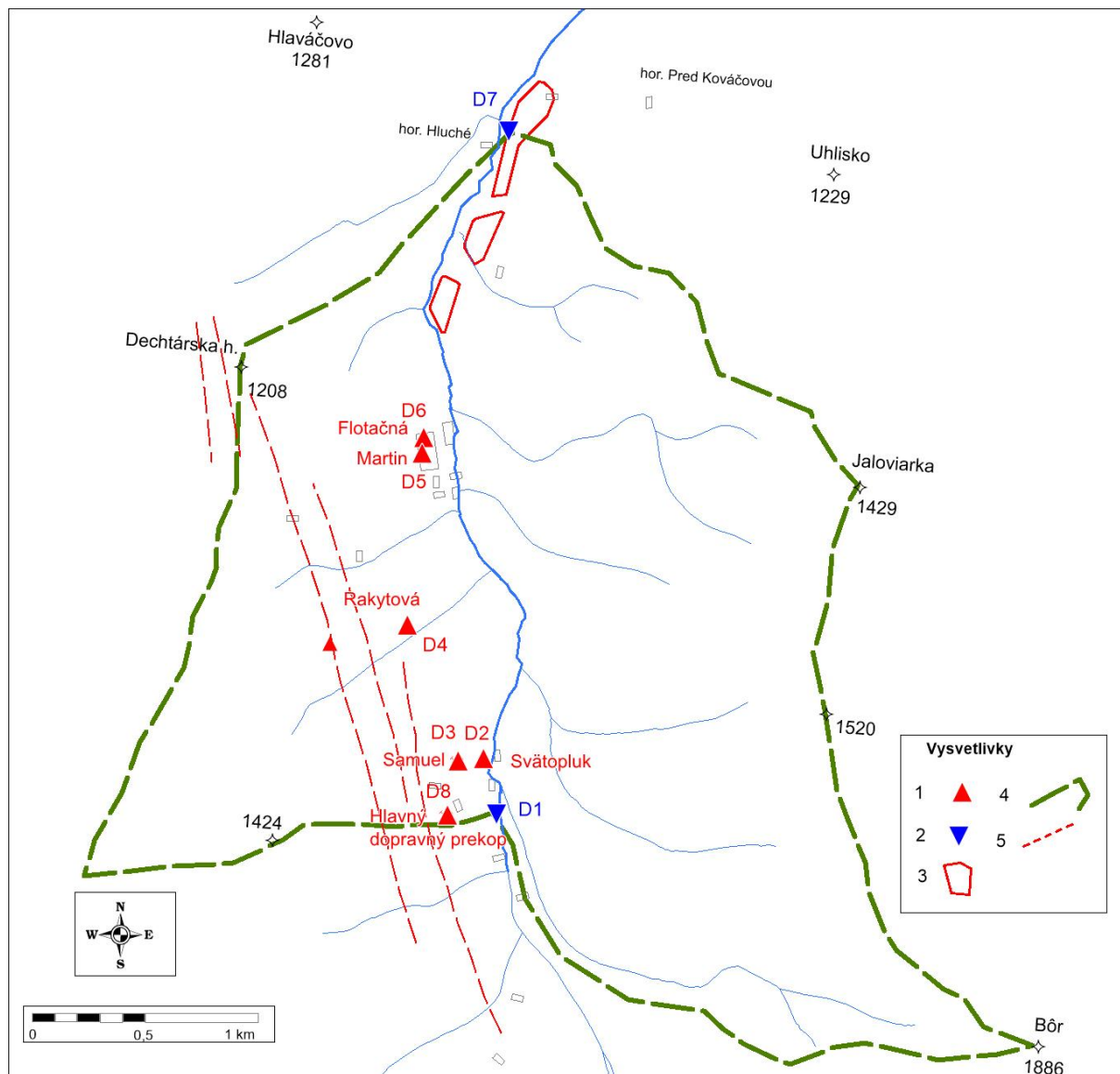
Tab. 4.3.5: Chemické zloženie sedimentu z 15. 10. 2019 z potoka Paludžanka pri horárni Hluché.

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 metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7.

Kvalita sedimentov Paludžanky bola sledovaná v rámci monitoringu environmentálnej záťaže MEZ č. 13, Lazisko – odkaliská L. Dúbrava (Pešková et al., 2015a). Vzorka sedimentu SD13-1 odobratá 5. 12. 2013 z Paludžanky pred sútokom s potokom z doliny Kováčová dokumentovala vysoké koncentrácie Sb, As a Ba, prekračujúce ID. Namerané koncentrácie Sb a As zároveň prekračujú IT pre obytné zóny (IT-OZ), Sb i IT pre priemysel. V jej blízkosti odobratá vzorka kalového sedimentu D10-S usadeného po havárii odkaliska č. 2 (Bajtoš et al., 2019), akumulovaná na pravom brehu Paludžanky, má oproti nej 2,8-násobne vyšší obsah As a 1,4-násobne vyšší obsah Sb. Koncentrácie Sb a As vyššie ako IT-OZ boli pri odbere 5. 12. 2013 zistené i vo vzorkách sedimentu ľavej vetvy Paludžanky pripájajúcej sa nad obcou

Dúbrava k toku Dúbravka (SD13-3), ľavej vetvy Paludžanky pokračujúcej ako tok Dúbrava cez lokalitu Chraste na Gôtovany (SD13-4), i sedimentu Paludžanky v chatovej osade Pod Dobákom (SD-13-5). Za zmienku stojí, že vzorka kalového sedimentu Laz1-S odobratá po havárii odkaliska v chatovej osade Pod Dobákom má podobnú úroveň obsahu Sb ako vzorka sedimentu Paludžanky SD13-1 z 5. 12. 2013 odobratá pri horárni Pred Kováčovou. Ostatné sledované stopové prvky boli hlboko pod úrovňou príslušných ID.



Obr. 4.3.1: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Dúbrava.

Vysvetlivky: 1 – ústie štôlne, 2 – monitorované miesto povrchového toku, 3 – odkalisko, 4 – povrchová rozvodnica, 5 – rudné žily.

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 VŤŽP za rok 2020. V období november 2019 – november 2021 bola vykonaná sanácia a odstránenie dôsledkov havárie odkaliska č. 2 Dúbrava (Tupý et al., 2021), ktorej objednávatelom boli Rudné bane, š. p., Banská Štiavnica.

Ústia štôlní monitorovaných v rámci VŤŽP sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2024 boli nepoškodené, s voľným výtokom banskej vody.

4.4 Lokalita Pezinok

Na lokalite Pezinok bola ťažba v minulosti ukončená. Nachádzajú sa tu dve významné bansko-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 správcom je firma METAL – ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok. Po útlme ťažby antimónových rúd v závode Pezinok Rudných baní, š. p., Banská Bystrica sa následne začali vykonávať likvidačné a zabezpečovacie práce na banských dielach. V roku 1999 bol DP Pezinok zmluvne prevedený na organizáciu METAL – ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala likvidáciu lomu navážkou základkového materiálu. V DP Pezinok II v roku 2005 pre organizáciu Rudné bane, š. p. Banská Bystrica vykonávala banskú činnosť – zabezpečovanie banských diel dodávateľsky organizácia METAL – ECO SERVIS, spol. s r. o. Pezinok, ktorá vykonávala aj rekultivačné a sanačné práce na „Novom odkalisku“. Likvidácia lomu Kolársky vrch bola ku koncu roka 2009 vykonaná na cca 75 % z celkového objemu lomu (Správa o činnosti HBÚ za rok 2009). V roku 2009 bola zároveň v DP Pezinok realizovaná činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavov banskej činnosti na povrch – zavážanie prepadnutých štôlní, vetracích komínov, úprava nebezpečných odvalov a zabezpečovanie štôlní proti vstupu cudzích osôb, vyčistenie ústí štôlní (Antimónová štôlna, Pyritová štôlna, štôlna Budúcnosť – úprava žľabu v ústí na odtok banskej vody). V roku 2011 bola realizovaná štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica, činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavu bývalej banskej činnosti na povrchu, a to sanácia prepadnutého terénu (priemer cca 7,5 m s hĺbkou cca 23 m) v mieste bývalého komína K – 1 jeho zavezením vhodným materiálom o objeme cca 885 m³ (Kolektív autorov, 2012). V roku 2012 bola uzatvorená nová nájomná zmluva medzi METAL–ECO SERVIS spol. s r. o., Pezinok a štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica, na realizáciu banskej činnosti súvisiacej s likvidáciou lomu Kolársky vrch navážkou základkového materiálu. 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 – 2024 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 a 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 arzénu, 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 arzénu (u oboch v priemere približne 8-násobné prekročenie v období 2008 – 2023), hoci nad Sb-ložiskom na profile P10 im vyhovuje. Banská voda Pyritovej štôlne má z hľadiska rizika negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody zvýšený obsah síranového aniónu, vápnika, mangánu, arzénu a antimónu, i vysokú hodnotu EC. Banská voda štôlne Budúcnosť vykazuje stabilne zvýšený obsah síranového aniónu, železa, mangánu, arzénu, antimónu a niklu.

Banská voda štôlne Ryhová tvorí väčšinu roka celý prietok Sedlačkovho 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 2024 tu mierne prekročil limit aj obsah mangánu, medi a kadmia.

V roku 2022 bola kvalita vody Blatiny sledovaná SHMÚ na monitorovacom mieste W608500O „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). V roku 2024 tu bol sledovaný obsah niklu, pričom jeho ročný priemer dosiahol 28,34 µg/l a prekročil limitnú hodnotu RP-PoK = 12,5 µg/l (Döményová et al., 2025).

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) je obsahom Sb riziková najmä banská voda Pyritovej štôlne, ktorá v roku 2024 8,6-násobne prekročila IT (tab. 4.4.4). Banská voda štôlne Trojárová v tomto období prekračuje toto kritérium 5,4-násobne a štôľňa Budúcnosť 1,4-násobne. Banská voda Ryhovej štôlne dlhodobo prekračuje ID zo sledovaných ukazovateľov len v obsahu niklu, v roku 2024 došlo k 1,8-násobnému prekročeniu ID (tab. 4.4.3).

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 – 2023	56,7	6,90	196	83	5,354	0,271	0,35	0,1263	0,0012	0,0037	0,0089	0,0078	0,1039	0,00061	0,179
	2024	64,4	6,68	223	84	10,175	0,335	0,63	0,1965	0,0003	0,0062	0,0095	0,0270	0,1820	0,00110	0,123
P2	2008 – 2023	51,0	7,96	146	62	0,276	0,135	0,05	0,0040	0,0004	0,1472	0,0394	0,0016	0,0075	0,00008	0,115
	2024	39,6	7,73	95	45	0,416	0,098	0,12	0,0165	0,0006	0,1190	0,0248	0,0020	0,0125	0,00005	0,083
P3	2008 – 2023	117,0	7,85	540	147	0,366	0,544	0,03	0,0054	0,0011	0,0444	0,4194	0,0011	0,0157	0,00009	0,122
	2024	121,7	7,86	528	152	0,753	0,563	0,07	0,0075	0,0003	0,0640	0,4305	0,0010	0,0175	0,00005	0,108
P4	2008 – 2023	79,2	7,47	325	94	4,628	1,673	0,07	0,0718	0,0007	0,0323	0,0895	0,0017	0,0862	0,00021	0,105
	2024	73,2	7,49	279	85	3,175	1,650	0,04	0,0530	0,0004	0,0267	0,0680	0,0010	0,0875	0,00008	0,127
P5	2019 – 2023	41,0	7,41	106	65	0,886	0,127	0,02	0,0370	0,0003	0,0051	0,0646	0,0010	0,0273	0,00006	0,166
	2024	42,8	7,24	117	65	0,930	0,136	0,02	0,0645	0,0003	0,0045	0,0724	0,0010	0,0415	0,00005	0,207
P6	2019 – 2023	44,2	8,10	103	67	0,075	0,013	0,03	0,0059	0,0003	0,0423	0,2795	0,0014	0,0096	0,00008	0,141
	2024	43,9	7,98	95	64	0,086	0,004	0,05	0,0060	0,0003	0,0448	0,2685	0,0010	0,0070	0,00013	0,239
P10	2019 – 2023	39,5	7,92	81	52	0,158	0,019	0,05	0,0041	0,0005	0,0046	0,0041	0,0017	0,0069	0,00006	0,211
	2024	30,2	7,74	59	35	0,104	0,029	0,04	0,0065	0,0004	0,0033	0,0038	0,0010	0,0130	0,00005	0,200
P13	2019 – 2023	87,0	7,03	332	118	3,548	1,771	0,04	0,0525	0,0003	0,0359	0,0496	0,0013	0,0796	0,00006	0,154
	2024	90,8	7,03	328	110	4,020	2,035	0,04	0,0640	0,0003	0,0416	0,0499	0,0010	0,0905	0,00005	0,202

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 – 23	0,52	V	0,79	0,83	2,68	0,90	1,76	1,64	0,15	0,21	1,78	0,42	4,72	0,81	0,89
	2024	0,59	V	0,89	0,84	5,09	1,12	3,13	2,55	0,03	0,35	1,89	1,44	8,27	1,47	0,62
Blatina dolný	2008 – 23	0,46	V	0,58	0,62	0,14	0,45	0,27	0,05	0,05	8,41	7,88	0,09	0,34	0,10	0,57
	2024	0,36	V	0,38	0,45	0,21	0,33	0,60	0,21	0,07	6,80	4,96	0,11	0,57	0,07	0,42
Pyritová štôľňa	2008 – 23	1,06	V	2,16	1,47	0,18	1,81	0,15	0,07	0,13	2,54	83,88	0,06	0,71	0,12	0,61
	2024	1,11	V	2,11	1,52	0,38	1,88	0,33	0,10	0,03	3,65	86,10	0,05	0,80	0,07	0,54
Budúcnosť štôľňa	2008 – 23	0,72	V	1,30	0,94	2,31	5,58	0,36	0,93	0,08	1,84	17,90	0,09	3,92	0,29	0,53
	2024	0,67	V	1,11	0,85	1,59	5,50	0,18	0,69	0,05	1,53	13,60	0,05	3,98	0,10	0,64
štôľňa Čmele I	2019 – 23	0,37	V	0,42	0,65	0,44	0,42	0,09	0,48	0,03	0,29	12,92	0,05	1,24	0,08	0,83
	2024	0,39	V	0,47	0,65	0,47	0,45	0,10	0,84	0,03	0,25	14,48	0,05	1,89	0,07	1,04
štôľňa Trojárová	2019 – 23	0,40	V	0,41	0,67	0,04	0,04	0,16	0,08	0,04	2,42	55,89	0,07	0,44	0,11	0,71
	2024	0,40	V	0,38	0,64	0,04	0,01	0,25	0,08	0,03	2,56	53,70	0,05	0,32	0,17	1,20
Blatina nad RB	2019 – 23	0,36	V	0,32	0,52	0,08	0,06	0,24	0,05	0,06	0,26	0,81	0,09	0,31	0,09	1,05
	2024	0,27	V	0,24	0,35	0,05	0,10	0,20	0,08	0,05	0,19	0,76	0,05	0,59	0,08	1,00
štôľňa Sirková	2019 – 23	0,79	V	1,33	1,18	1,77	5,90	0,19	0,68	0,03	2,05	9,92	0,07	3,62	0,08	0,77
	2024	0,83	V	1,31	1,10	2,01	6,78	0,20	0,83	0,03	2,37	9,97	0,05	4,11	0,07	1,01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.

Tab. 4.4.3: Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody toku Blatina na monitorovacom 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 $\mu\text{g/l}$	3	5,00	5,00	5,00	3,33		- / 17,5
Ni $\mu\text{g/l}$	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 – 2023	0,28 V		1,41	0,13	0,001	0,07	0,36	0,008	1,04	0,05
	2024	0,32 V		2,50	0,20	0,0002	0,12	0,38	0,027	1,82	0,08
P3	2008 – 2023	0,59 V		0,12	0,005	0,001	0,89	16,78	0,001	0,16	0,01
	2024	0,61 V		0,26	0,008	0,0002	1,28	17,22	0,001	0,18	0,01
P4	2008 – 2023	0,40 V		0,28	0,07	0,0004	0,65	3,58	0,002	0,86	0,10
	2024	0,37 V		0,14	0,05	0,0003	0,53	2,72	0,001	0,88	0,14
P5	2019 – 2023	0,21 V		0,07	0,04	0,0002	0,10	2,58	0,001	0,27	0,01
	2024	0,21 V		0,08	0,06	0,0002	0,09	2,90	0,001	0,42	0,02
P6	2019 – 2023	0,22 V		0,13	0,006	0,0002	0,85	11,18	0,001	0,10	0,01
	2024	0,22 V		0,20	0,006	0,0002	0,90	10,74	0,001	0,07	0,01
P13	2019 – 2023	0,43 V		0,15	0,05	0,0002	0,72	1,98	0,001	0,80	0,12
	2024	0,45 V		0,16	0,06	0,0002	0,83	1,99	0,001	0,91	0,18

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.

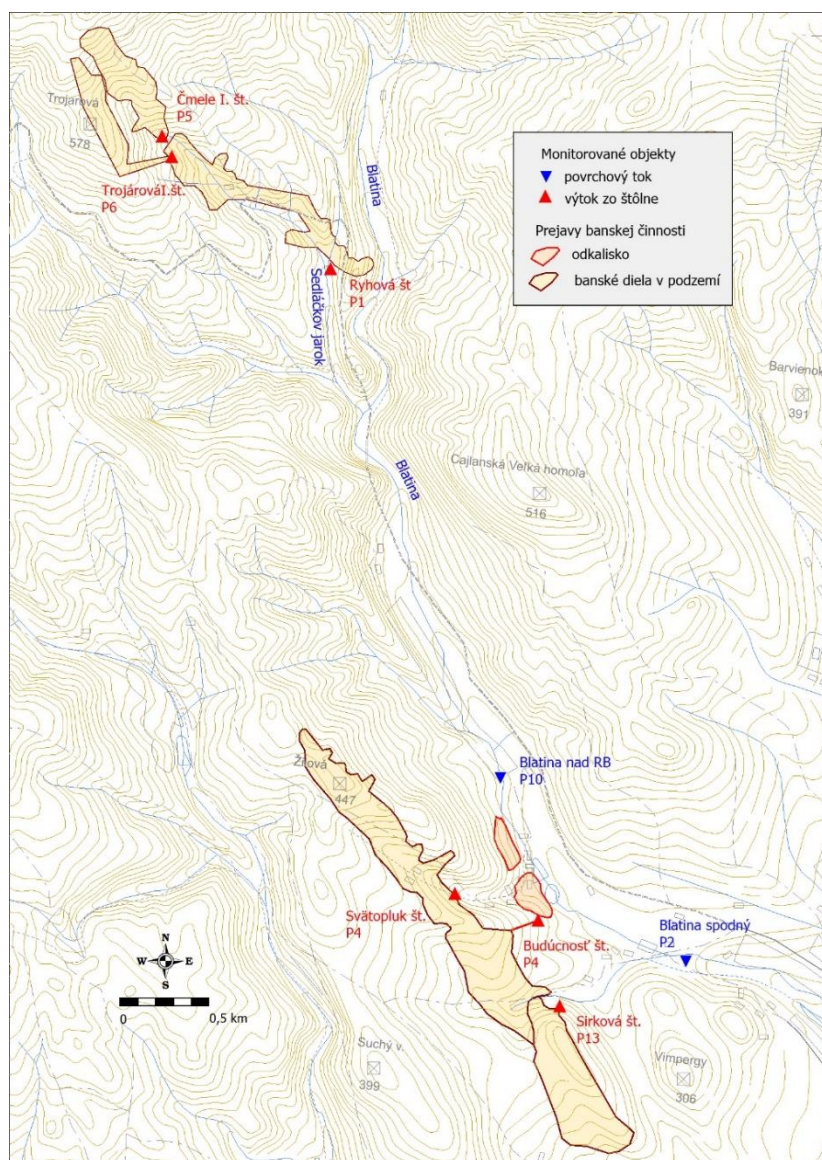
Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
P1	2008 – 2023	0,19 V		0,88	0,06	0,0002	0,04	0,18	0,004	0,52	0,02
	2024	0,21 V		1,56	0,10	0,0001	0,06	0,19	0,014	0,91	0,04
P3	2008 – 2023	0,39 V		0,08	0,003	0,0002	0,44	8,39	0,001	0,08	0,01
	2024	0,41 V		0,16	0,004	0,0001	0,64	8,61	0,001	0,09	0,01
P4	2008 – 2023	0,26 V		0,18	0,04	0,000	0,32	1,79	0,001	0,43	0,05
	2024	0,24 V		0,09	0,03	0,0001	0,27	1,36	0,001	0,44	0,07
P5	2019 – 2023	0,14 V		0,04	0,02	0,0001	0,05	1,29	0,001	0,14	0,01
	2024	0,14 V		0,05	0,03	0,0001	0,04	1,45	0,001	0,21	0,01
P6	2019 – 2023	0,15 V		0,08	0,003	0,0001	0,42	5,59	0,001	0,05	0,005
	2024	0,15 V		0,13	0,003	0,0001	0,45	5,37	0,001	0,04	0,005
P13	2019 – 2023	0,29 V		0,09	0,03	0,0001	0,36	0,99	0,001	0,40	0,06
	2024	0,30 V		0,10	0,03	0,0001	0,42	1,00	0,001	0,45	0,09

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 doplnkového 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 nedošlo 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-pyrotitové 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 závally 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.

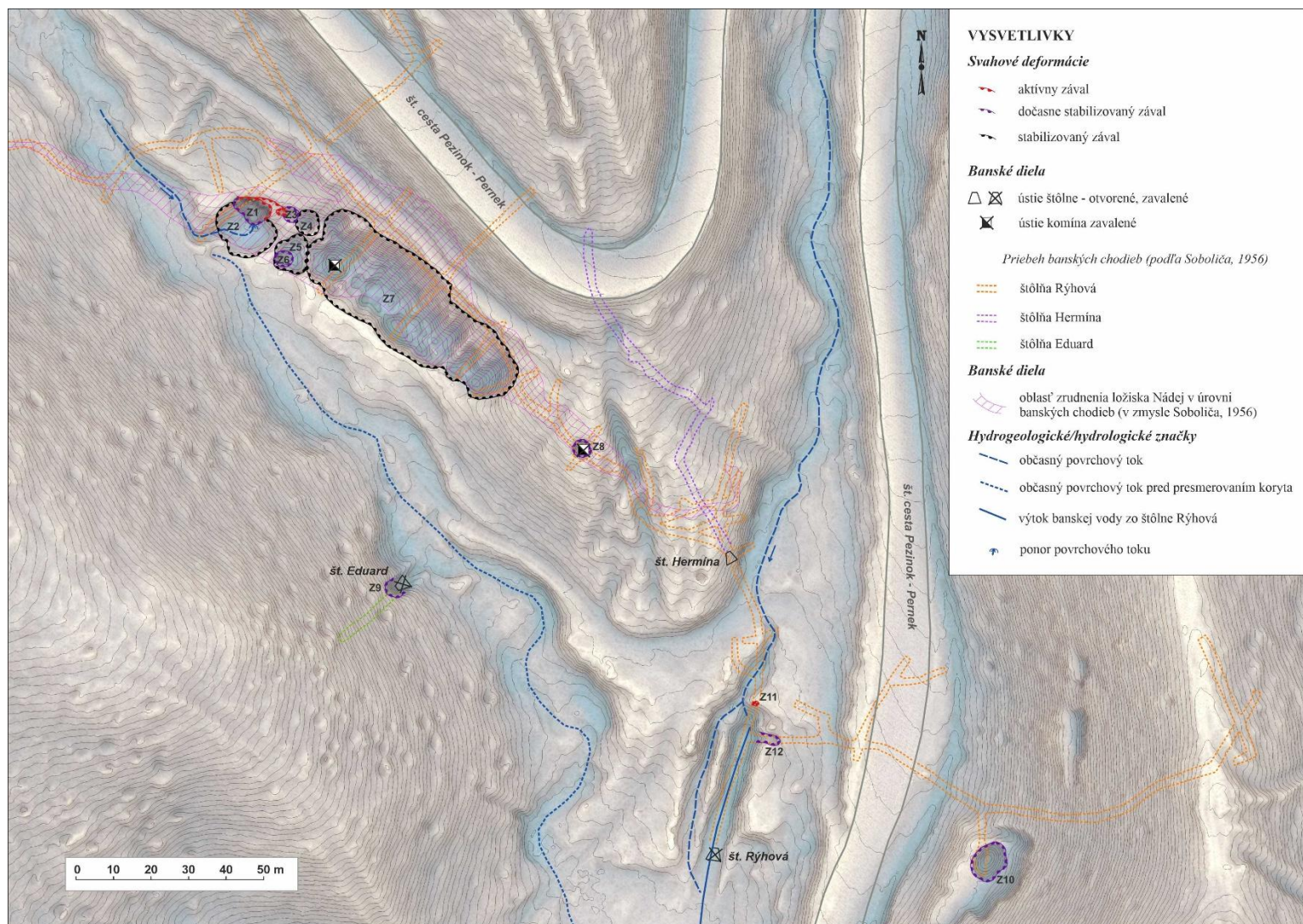
V rámci terénnej rekognoskácie bolo GNSS zameraných, zdokumentovaných a podrobne popísaných v r. 2015 niekoľko závalov s označením Z1 až Z8 v oblasti smernej chodby ložiska Nádej a zával Z9 na ústí štôlne Eduard. Podrobnejšie zhodnotenie vzniku závalov vo vzťahu k rozfáraníu územia a geologickým pomerom bolo popisované v čiastkovej správe za r. 2015 – ČMS Geologické faktory, podsystém 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie. Neskôr (v r. 2021) bol dokumentovaný zával Z10 na ložisku Kristína.

Realizovanou rekognoskáciou lokality v r. 2024 nebolo vizuálne zaznamenané významnejšie rozširovanie závalov oproti predošlému obdobiu. Zároveň neboli pozorované ďalšie následné (sekundárne) významnejšie geodynamické javy (predovšetkým svahové deformácie) väčšieho rozsahu. Dokumentované však boli ďalšie 2 závally v úvodných častiach štôlne Ryhová s označením Z11 a Z12. Aktualizovaný stav situácie závalov k r. 2024 je zobrazený na obr. 4.4.2, pričom zobrazenie lokalizácie väčšiny doteraz dokumentovaných závalov v mapovom zobrazení je upresnené, čo bolo umožnené využitím údajov DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) vo vyššom rozlíšení (0,25 m).

Vzhľadom na zníženú dostupnosť signálu GNSS merania (kvôli lesnému porastu) je možné aktuálne 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 Ryhová a intenzifikujú výdatnosť banských vôd na ústí štôlne. Občasný tok bol v skoršom období vedený v osi údolia, avšak umelým zásahom bol tok presmerovaný od osi údolia vytvorením umelého koryta s nasmerovaním k závalu Z1. Išlo o negatívny zásah, ktorý intenzifikuje množstvo banskej vody vytekajúcej zo štôlne Ryhová.

Za účelom sledovania rozširovania závalu boli v r. 2016 osadené monitorovacie kolíky v profiloch kolmých na okraj závalu. Do rekognoskácie v r. 2017 došlo k zničeniu 5 kolíkov na južnom a západnom okraji závalu Z1. V období medzi pozorovaniami v r. 2018 a 2019 sa monitorovací kolík na južnej strane závalu prepadol do závalu. V rámci terénnej rekognoskácie v r. 2020 neboli identifikované kolíky na profile na severnom okraji závalu. Preto boli osadené západnejšie 2 nové kolíky. Od r. 2020 sú teda pozorované dve profilové dvojice kolíkov. Z porovnania s r. 2023 nevyplývala zmena (porušenie) pozorovacích kolíkov (obr. 4.4.3).



Obr. 4.4.2: Situácia závalov v oblasti ložiska Nádej (s použitím podkladov Sobolič, 1956 a Mašlár et al., 2001, topo podklady: DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský), rozlíšenie 0,25 m; ZM 10; upravený DMR 5.0 ZBGIS©ÚGKK SR - krok vrstevníc 0,5 m).

Na základe terénnych zistení možno konštatovať, že postupné nepatrné rozširovanie závalu Z1 smerom na severovýchod aj naďalej pokračuje (obr. 4.4.3). V období od r. 2019 tiež došlo k rozšíreniu južného okraja závalu Z1 v mieste vyššie spomínaného vyústenia občasného toku do závalu Z1 (obr. 4.4.5), kde sa závalová depresia mierne rozšírila vplyvom spätnej erózie vody.

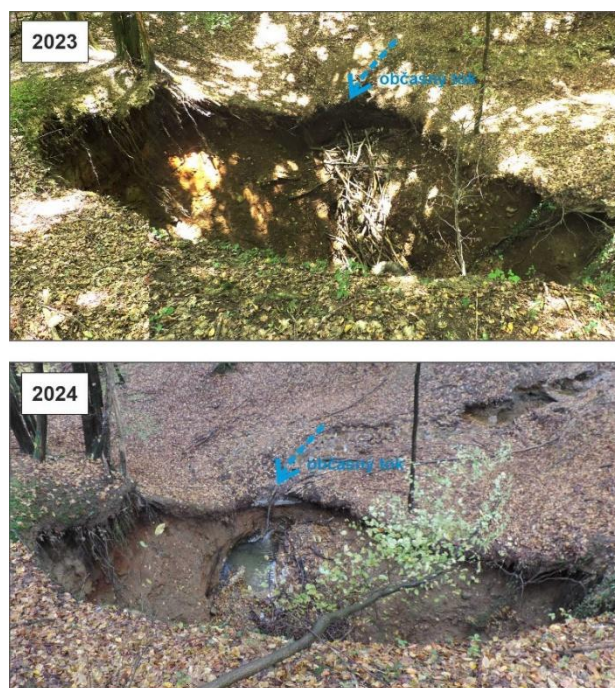


Obr. 4.4.3: Porovnávacie fotografické snímkovanie závalu Z1 z r. 2023 a 2024 (pohľad z juhu) s označením situovania monitorovacích kolíkov (červenými šípkami).

Terénnym sledovaním r. 2024 bolo pozorované nepatrné viditeľné rozširovanie závalu Z1 v pripovrchovej zóne deluviálneho pokryvu (obr. 4.4.3). Táto geodynamická aktivita na zvale 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. 4.4.5) proti smeru toku. Z hľadiska aktivity je možné južnú časť závalu naďalej klasifikovať ako dočasne stabilizovaný. Vizuálne pozorovateľné svahové deformácie v širšom okolí vo svahu nad závalom Z1 smerom k štátnej ceste neboli zistené. Avšak výnimkou je aktívna oblasť závalu smerom na východ k závalu Z3 (obr. 4.4.3). V r. 2023 bol pozorovaný na východnej stene závalu Z1 vznik trhlín súvisiacich s poklesom terénu medzi závalmi Z1 a Z3 (obr. 4.4.4).



Obr. 4.4.4: Porovnávacie fotografické snímkovanie detailu trhlín na V stene závalu Z1 v smere na zával Z3 z r. 2023 a 2024.

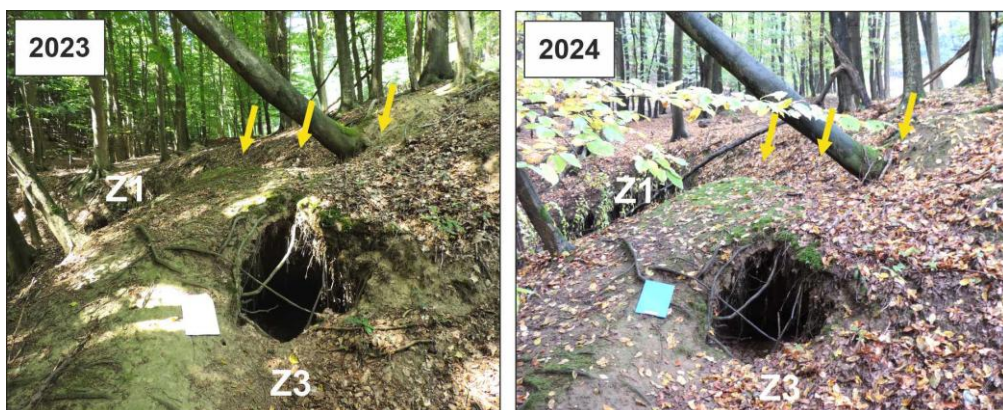


Obr. 4.4.5: Zával Z1 nad banskou chodbou štôlne Ryhová dokumentovaný v r. 2023 a 2024 (pohľad zo severu).

Aktivita prebiehajúca v oblasti prepojenia závalu Z1 a Z3 sa viditeľne prejavuje aj na SZ okraji závalu Z3 (obr. 4.4.6, obr. 4.4.7), 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. 4.4.6) vyplýva, že v období medzi pozorovaniami v r. 2023 a 2024 síce došlo iba k nepatrnému pozorovateľnému rozšíreniu závalu (otvoru na povrchu terénu), badateľnejšie je však jeho najmä plošné rozšírenie pod terénom resp. prehĺbenie vytvorené pod povrchom terénu, ktoré sa postupne rozširuje smerom k závalu Z1 a aj do priestoru 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. 4.4.7), čo naznačuje predpoklad možného postupného prepájania závalov Z1 a Z3.

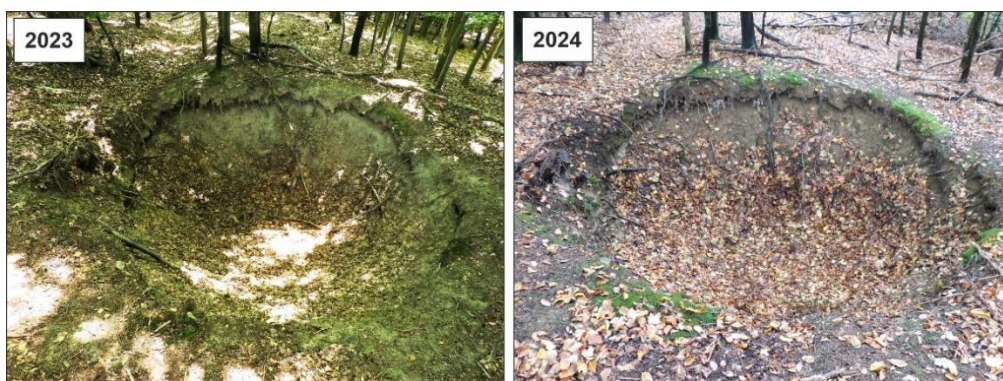


Obr. 4.4.6: Lokálny menší zával na SZ okraji závalu Z3, stav z r. 2023 a r. 2024 s označením prepádnutej časti povrchu terénu.



Obr. 4.4.7: Pokles povrchu terénu medzi závalmi Z1 a Z3 s pozorovaným nakláňaním kmeňov stromov, stav z r. 2023 a 2024.

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.



Obr. 4.4.8: Zával Z8 nad banskou chodbou štôlne Ryhová so stavom z r. 2022 a r. 2023 (pohľad zo severovýchodu).

Pri rekognoskácii závalu v r. 2024 bolo zistené, že v období od monitorovania v r. 2022 nedošlo k pozorovateľnej aktivizácii závalu (obr. 4.4.8). Stav je obdobný ako pri jeho prvotnej dokumentácii v r. 2015. Na okraji závalu je viditeľné iba nepatrné zliezanie deluviálnych zemín pod koreňovým systémom stromov. Zával Z8 je klasifikovaný ako dočasne stabilizovaný.

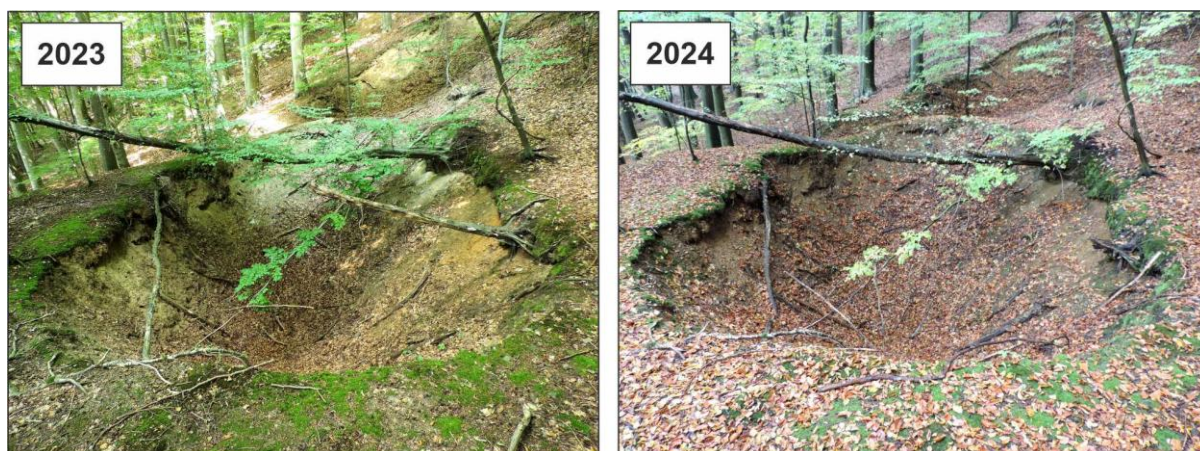
V r. 2015 bola terénnou obhliadkou zistená aktivizácia zavalovania ústia štôlne Eduard závalom Z9, pričom došlo k čiastočnému otvoreniu ústia s priemerom cca 1,2 m. V r. 2017 bola vykonaná čiastočná úprava ústia štôlne s odťažením časti závalovej sutiny pred ústím štôlne a vybudovaním steny z betónových tvárnic s hlavným preletovým otvorom cca 20 x 40 cm a malým otvorom v strope (obr. 4.4.9). Podľa nápisu na bočnej stene preletového otvoru úprava ústia bola realizovaná ešte v r. 2017 organizáciou SAOLA – ochrana prírody ako úprava a zabezpečenie vchodu pre zimovisko netopierov.

Rekognoskáciou v r. 2024 neboli zistené výraznejšie zmeny v rozširovaní závalu na ústí štôlne v porovnaní s r. 2023.



Obr. 4.4.9: Ústie štôlne Eduard, stav z r. 2023 a r. 2024.

V rámci monitorovania lokality bol v r. 2021 dokumentovaný aj zával s vlastným označením Z10 (obr. 4.4.2) na ložisku Kristína, východne od ložiska Nádej. Toto ložisko bolo (podobne ako ložisko Nádej) dobývané štôľňou Ryhová, 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. 4.4.10) vyhotovené pri rekognoskácii v r. 2024 nepoukazuje na aktivizáciu závalu v porovnaní s posledným pozorovaním v r. 2023.



Obr. 4.4.10: Zával na ložisku Kristína nad chodbou štôlne Ryhová, stav z r. 2023 a r. 2024.

Konfrontácia vyššie spomínaných údajov LiDAR DMR 5.0 vo vyššom rozlíšení (0,25 m) s rozsahom rozfárbenia ložiska umožnila identifikovať 2 menšie doteraz neregistrované závaly s označením Z11 a Z12 (obr. 4.4.2). Zával Z11 (obr. 4.4.11), s malým plošným rozsahom cca 1,5 x 2 m, sa nachádza nad chodbou štôlne Ryhová cca 40 m od pôvodného ústia a cca 6 m od začiatku nezavalenej časti. Zával je pomerne čerstvý a možno ho považovať za aktívny. Zával Z12 (obr. 4.4.12) s dĺžkou cca 6 m sa nachádza nad úvodom východnej vetvy štôlne Ryhová k ložisku Kristína. Z východnej strany je výrazne ohraničený. Aktuálne neprejavuje známky aktivizácie. Možno ho označiť ako dočasne stabilizovaný s možnosťou jeho potenciálnej aktivizácie ďalej smerom na východ k št. ceste č. 503 Pezinok – Pernek. Preto je potrebné ho naďalej sledovať.



Obr. 4.4.11: Zával Z11 nad chodbou štôlne Ryhová, stav z r. 2024.



a)



b)

Obr. 4.4.12: Zával Z12 nad smernou chodbou štôlne Ryhová k ložisku Kristína, stav z r. 2024:
a) pohľad zo západu, b) pohľad z východu.

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, Mikušová, 2020) 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 štôlní 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 – 2023	39,6	8,23	49	0,107	0,067	0,027	0,038	0,060	0,094	0,042	0,002
	2024	38,0	8,04	39	0,129	0,060	0,025	0,034	0,061	0,080	0,042	0,001
SD2	2008 – 2023	75,1	8,32	153	0,057	0,058	0,038	0,091	0,251	0,415	0,043	0,004
	2024	77,7	8,76	95	0,012	0,078	0,025	0,002	0,397	0,258	0,028	0,001
SD3	2008 – 2023	56,4	8,09	74	0,025	0,021	0,011	0,085	0,038	0,448	0,553	0,032
	2024	51,9	7,78	66	0,010	0,030	0,010	0,098	0,035	0,397	0,817	0,037
SD4	2008 – 2023	46,6	8,07	67	0,006	0,006	0,013	0,041	0,060	0,605	0,590	0,011
	2024	41,7	7,64	52	0,003	0,004	0,015	0,034	0,054	0,535	0,506	0,013
SD5	2008 – 2023	31,2	7,92	41	0,023	0,008	0,015	0,008	0,032	0,143	0,284	0,001
	2024	34,0	7,68	35	0,003	0,004	0,015	0,001	0,033	0,156	0,168	0,001
SD7	2008 – 2023	52,0	7,28	90	0,051	0,002	0,026	0,043	0,027	0,138	0,150	0,005
	2024	51,4	7,12	85	0,155	0,003	0,035	0,054	0,030	0,156	0,229	0,006
SH1	2008 – 2023	35,6	8,17	47	0,008	0,002	0,010	0,004	0,012	0,058	0,053	0,001
	2024	32,8	7,90	34	0,011	0,003	0,015	0,001	0,010	0,053	0,052	0,001
SH2	2008 – 2023	100,7	6,92	289	0,023	0,004	0,017	0,093	0,019	0,192	0,217	0,021
	2024	90,2	7,05	253	0,003	0,003	0,020	0,062	0,016	0,196	0,192	0,020

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 štôlní s výtokom banskej vody a priesaku z odkaliska. Vykonaný bol jeden odber vzoriek dňa 23. 10. 2008 spojený s meraním kvantitatívnych parametrov objektov. V rokoch 2009 – 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 štôlnie 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 štôlna 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). Pretrvávajúce znečistenie podzemných a povrchových vôd lokality tu bolo potvrdené monitoringom v rokoch 2016 – 2020 (Mikušová, 2020).

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 štôlny 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 štôlny 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 – 2023	0,36	V	0,20	0,05	0,22	0,13	0,52	6,33	18,76	3,70	0,08
	2024	0,35	V	0,16	0,06	0,20	0,13	0,45	6,40	15,95	3,67	0,05
SD2	2008 – 2023	0,68	V	0,61	0,03	0,19	0,19	1,23	26,45	82,95	3,83	0,20
	2024	0,71	V	0,38	0,006	0,26	0,13	0,02	41,74	51,60	2,48	0,05
SD3	2008 – 2023	0,51	V	0,30	0,01	0,07	0,05	1,15	3,98	89,61	48,93	1,44
	2024	0,47	V	0,26	0,005	0,10	0,05	1,32	3,67	79,40	72,30	1,66
SD4	2008 – 2023	0,42	V	0,27	0,003	0,02	0,06	0,55	6,34	120,96	52,21	0,51
	2024	0,38	V	0,21	0,002	0,01	0,08	0,45	5,67	106,90	44,78	0,57
SD5	2008 – 2023	0,28	V	0,16	0,01	0,03	0,07	0,11	3,38	28,55	25,11	0,05
	2024	0,31	V	0,14	0,002	0,01	0,08	0,01	3,50	31,10	14,87	0,05
SD7	2008 – 2023	0,47	V	0,36	0,03	0,01	0,13	0,58	2,79	27,70	13,23	0,25
	2024	0,47	V	0,34	0,078	0,01	0,18	0,73	3,13	31,10	20,22	0,27
SH1	2008 – 2023	0,32	V	0,19	0,004	0,01	0,05	0,05	1,27	11,62	4,70	0,05
	2024	0,30	V	0,14	0,006	0,01	0,08	0,01	1,00	10,68	4,56	0,05
SH2	2008 – 2023	0,92	V	1,15	0,01	0,01	0,08	1,26	2,04	38,34	19,21	0,94
	2024	0,82	V	1,01	0,002	0,010	0,10	0,83	1,73	39,20	16,99	0,91

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

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) sú obsahom Sb rizikové všetky monitorované zdroje banskej vody (tab. 4.5.4). Najvýraznejšie z nich štôlna Piesky (SD3), ktorej voda v obsahu Sb takmer 10-násobne prekračuje IT. Len mierne nižšiu úroveň Sb obsahuje 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 2024 značne vyššia, ako v predošlom období 2008 – 2023.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu Sb v jednotlivých monitorovaných objektoch pre rok 2024 s predošlým obdobím rokov 2008 – 2023 zisťujeme výrazný pokles vo vode odkaliska a mierny pokles vo vode štôlny Piesky. Pomerne stabilná je úroveň tohto prvku 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 – 2023	0,38	V	0,06	5,02	16,59	0,04	0,04
	2024	0,39	V	0,001	7,93	10,32	0,03	0,01
SD3	2008 – 2023	0,28	V	0,06	0,76	17,92	0,55	0,32
	2024	0,26	V	0,07	0,70	15,88	0,82	0,37
SD5	2008 – 2023	0,16	V	0,01	0,64	5,71	0,28	0,01
	2024	0,17	V	0,001	0,67	6,22	0,17	0,01
SD7	2008 – 2023	0,26	V	0,03	0,53	5,54	0,15	0,05
	2024	0,26	V	0,04	0,59	6,22	0,23	0,06
SH2	2008 – 2023	0,50	V	0,06	0,39	7,67	0,22	0,21
	2024	0,45	V	0,04	0,33	7,84	0,19	0,20

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 – 2023	0,25	V	0,02	2,51	8,30	0,02	0,02
	2024	0,26	V	0,0003	3,97	5,16	0,01	0,01
SD3	2008 – 2023	0,19	V	0,02	0,38	8,96	0,28	0,16
	2024	0,17	V	0,02	0,35	7,94	0,41	0,18
SD5	2008 – 2023	0,10	V	0,002	0,32	2,85	0,14	0,01
	2024	0,11	V	0,000	0,33	3,11	0,08	0,01
SD7	2008 – 2023	0,17	V	0,01	0,27	2,77	0,07	0,03
	2024	0,17	V	0,01	0,30	3,11	0,11	0,03
SH2	2008 – 2023	0,34	V	0,02	0,19	3,83	0,11	0,10
	2024	0,30	V	0,01	0,16	3,92	0,10	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 riečneho 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).

Súčasťou inžinierskogeologického prieskumu nového odkaliska Špania Dolina bolo i geochemické a mineralogické hodnotenie troch typov uloženého kalu: magnezitovo-mastencového, sulfidického s vysokým obsahom Hg (i viac ako 100 ppm) a sulfidického s vyšším obsahom Cu (do 3850 ppm), (Putiška, R., et al., 2022). Uložené kaly nepredstavujú riziko pre tvorbu kyslých vôd.

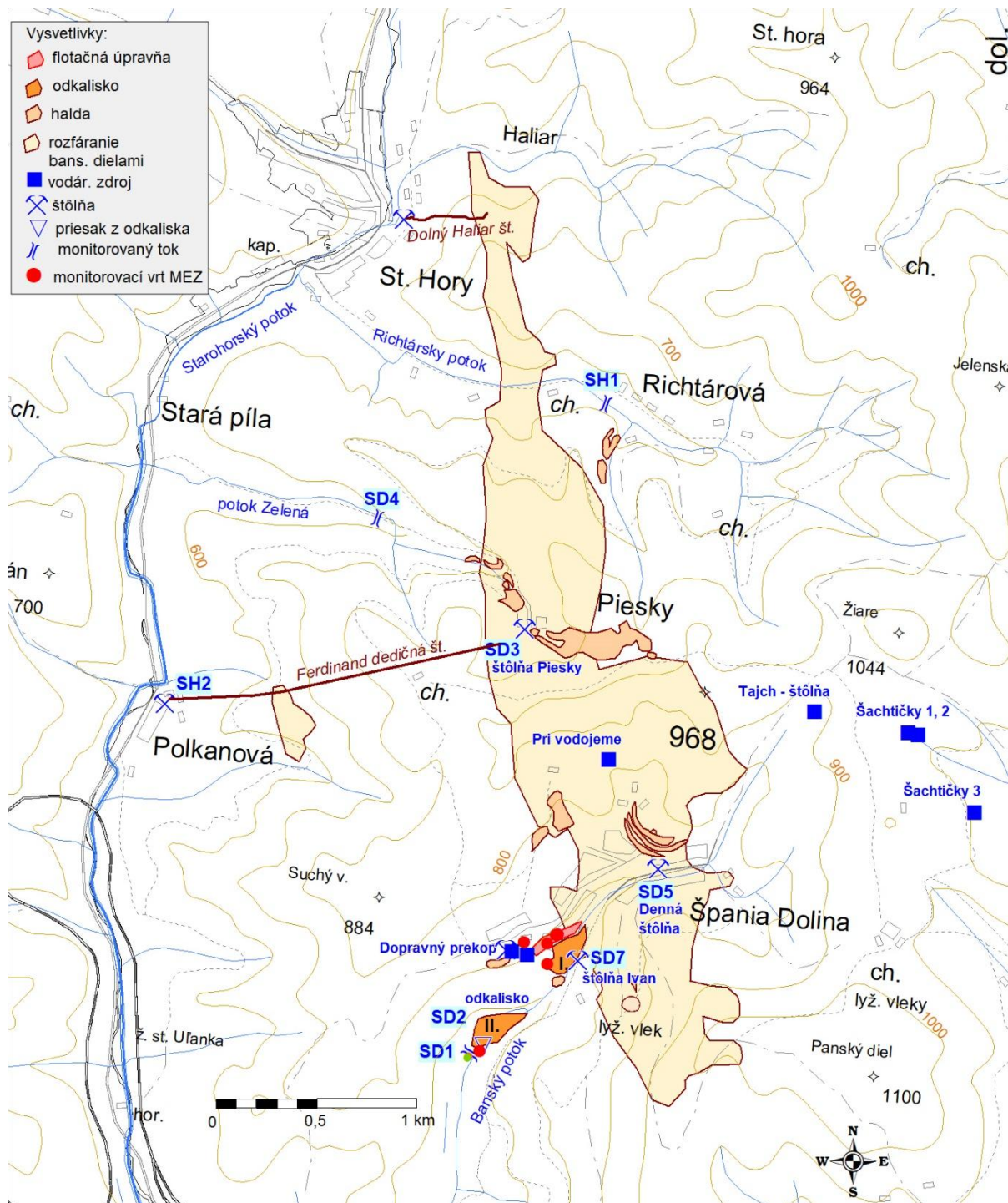
Inžinierskogeologické aspekty

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 štôlna a chodby (štôlna Dolná Haliar dedičná, Horná kutacia, Horná severná, Nová, Fajtlová, Denná, Vetracia, Trojičná, Mann, Slnko, Dolné Gugl patro, Južná dedičná, Sandberg, Zelená, Weiden medziobzor a Podložný prekop). K významnejším povrchovým prejavom podrúbania tu však v minulosti, ani v poslednom období, nedošlo.

Rudné bane š.p. Banská Bystrica v roku 2011 realizovali zabezpečenie starého banského diela – ťachty Ludovika v Španej Doline. V rokoch 2012 – 2024 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 2024 boli stabilné a nepoškodené, s voľným výtokom banskej vody.

V roku 2022 bol realizovaný inžinierskogeologický prieskum nového odkaliska Špania Dolina (Putiška, R., et al., 2022). Hodnotenie inžinierskogeologických pomerov hrádzového systému a pláže odkaliska obsahujú informáciu o vyčlenení kvázihomogénnych stabilitných podmienok hrádzového systému na základe analýzy výsledkov dynamických penetračných skúšok. Z inžinierskogeologického profilu bol spracovaný matematický model odkaliska, ktorý slúžil pre stabilitné posúdenie hrádzového systému, i odhad objemu deponovaných magnezitovo-mastencových kalov a sulfidických kalov. Pre zlepšenie stabilitných pomerov hrádzového systému odkaliska sa navrhuje realizovať funkčný drenážny systém situovaný po obvode pláže odkaliska, prekrytie pláže odkaliska tesniacou vrstvou, spevnenie minimálne dvoch spodných beriem hrádzového systému a odvodnenie odkaliska pomocou

subhorizontálnych odvodňovacích vrtov. Výsledkom týchto prác je I vybudovanie funkčného monitorovacieho systému odkaliska.



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 baritu (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), v roku 2024 definitívne zabezpečenie vstupu do banského diela Tunel Rochus (HBÚ 2025).

Odkalisko v Markušovciach bolo v zmysle zákona NR SR č. 514/2008 Z. z. zaradené do kategórie A, v roku 2024 bolo preradené do kategórie B. V zmysle banského zákona ide zároveň o ložisko nevyhradeného nerastu – baritu „Rudňany – odkalisko“, v dobývacom priestore Markušovce I., č. 153/D. V registri kategorizovaných vodných stavieb – odkalísk – je v zmysle vodného zákona evidované ako údolné odkalisko v kategórii II a podlieha odbornému technicko-bezpečnostnému dohľadu. Jeho správcom je RIS a. s. Spišská Nová Ves.

V rámci programu prieskumov environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenska bol realizovaný i prieskum prioritnej pravdepodobnej environmentálnej záťaže Rudňany – ťažba a úprava rúd (Pramuk a Matiová, 2015). Zisťovalo sa znečistenie hornín, riečnych sedimentov, podzemnej a povrchovej vody. Použitá metóda hodnotenia environmentálneho rizika pre receptory v kontaktnej zóne preukázala pri súčasnom aj budúcom spôsobe využitia územia a poznatkoch o rozsahu znečistenia environmentálne riziko pre receptory v kontaktnej zóne pre Hg, Ba, Sb a Cu. V SZ časti obce Rudňany (vrt RP-1) bolo zistené riziko šírenia znečistenia Sb zo zemín do podzemnej vody a vo východnej časti obce Rudňany (vrt HGR-4) bolo zistené riziko šírenia znečistenia Sb a benzo(a)pyrénu zo zemín do podzemnej vody. Vo východnej časti obce Rudňany (vrt HGR-4) je riziko šírenia znečistenia Sb a benzo(a)pyrénom podzemnou vodou. Z výsledkov výpočtov zdravotných rizík pre nekarcinogénne účinky vyplýva, že v severozápadnej časti obce Rudňany nebolo zistené kumulatívne riziko nekarcinogénnych toxických účinkov. V západnej, centrálnej a juhovýchodnej časti obce Rudňany ortuť po uvážení všetkých relevantných expozičných ciest predstavuje riziko z nekarcinogénnych účinkov pre dospelých, ako aj detských obyvateľov obce, ktoré sa v najväčšej miere prejavuje konzumáciou zeleniny zo záhrad, takže v západnej, centrálnej a juhovýchodnej časti obce Rudňany je kumulatívne riziko pre dospelých aj detských obyvateľov obce. Vo východnej časti obce Rudňany antimón a ortuť po uvážení všetkých relevantných expozičných ciest predstavuje riziko z nekarcinogénnych účinkov pre dospelých aj detských obyvateľov obce, ktoré sa v najväčšej miere prejavuje ingesciou podzemnej vody (pitná voda) a expozičnou cestou 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 Vsechsvätých (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 – 2024 bola banská voda štôľne Rochus vzorkovaná 6x ročne a odkalisko a prameň Olšo 4x ročne. Monitorované povrchové toky boli v rokoch 2019 až 2024 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 2024 tu bolo zaznamenané 7,9-násobné prekročenie. Pred ústím do Hornádu (profil Ry1) je priemerný obsah Sb dlhodobo oproti limitu približne 2-násobne vyšší, v roku 2024 bolo prevýšenie 2,3-násobné. Lokálne sa v monitorovanej oblasti môže vyskytovať zvýšený obsah bária, čo dokumentujú analýzy vody štôľne Vsechsvätých pri Poráči (3-násobné prekročenie požadovanej hodnoty pre povrchovú

Markušovce

Matejovce

ČMS GF Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

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

Zostavil: P. Bajtoš, 2008

Vysvetlivky

1	=	7	
2	•	8	
3	×	9	
4	A	10	
5			
6			

N

W

E

S

0 0.5 1 km

756

odkalislo

Ry1

Ry2

Ry3

Ry4

Rochus štola

Ry6

Skaly

Poráč

Rudňany

chasy

ryž. vlek

Suchý v.

Humence

744

Borsová

Vysoký vrch

874

676

678

674

672

670

668

666

664

662

660

658

656

654

652

650

648

646

644

642

640

638

636

634

632

630

628

626

624

622

620

618

616

614

612

610

608

606

604

602

600

598

596

594

592

590

588

586

584

582

580

578

576

574

572

570

568

566

564

562

560

558

556

554

552

550

548

546

544

542

540

538

536

534

532

530

528

526

524

522

520

518

516

514

512

510

508

506

504

502

500

498

496

494

492

490

488

486

484

482

480

478

476

474

472

470

468

466

464

462

460

458

456

454

452

450

448

446

444

442

440

438

436

434

432

430

428

426

424

422

420

418

416

414

412

410

408

406

404

402

400

398

396

394

392

390

388

386

384

382

380

378

376

374

372

370

368

366

364

362

360

358

356

354

352

350

348

346

344

342

340

338

336

334

332

330

328

326

324

322

320

318

316

314

312

310

308

306

304

302

300

298

296

294

292

290

288

286

284

282

280

278

276

274

272

270

268

266

264

262

260

258

256

254

252

250

248

246

244

242

240

238

236

234

232

230

228

226

224

222

220

218

216

214

212

210

208

206

204

202

200

198

196

194

192

190

188

186

184

182

180

178

176

174

172

170

168

1

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

52

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 – 2023	69,4	8,10	127	0,165	0,125	0,0003	0,005	0,076	0,004	0,009	0,005
	2024	76,6	7,85	123	0,362	0,219	0,0014	0,004	0,168	0,011	0,012	0,010
Ry2	2007 – 2023	84,6	7,85	212	0,068	0,075	0,0005	0,003	0,044	0,008	0,016	0,004
	2024	82,4	7,60	165	0,070	0,083	0,0008	0,004	0,048	0,009	0,018	0,003
Ry3	2007 – 2023	29,9	7,77	27	0,079	0,052	0,0001	0,006	0,067	0,002	0,005	0,003
	2024	37,2	7,20	24	0,063	0,034	0,0001	0,006	0,099	0,004	0,005	0,003
Ry4	2007 – 2023	64,2	7,60	96	0,012	0,007	0,0016	0,013	0,076	0,002	0,013	0,002
	2024	66,7	7,40	79	0,034	0,007	0,0018	0,003	0,084	0,002	0,011	0,002
Ry5	2007 – 2023	161,3	7,51	401	0,409	1,418	0,0001	0,006	0,036	0,009	0,008	0,004
	2024	153,7	7,15	338	0,630	1,248	0,0001	0,001	0,033	0,016	0,004	0,003
Ry6	2007 – 2023	43,0	7,58	29	0,107	0,267	0,0002	0,012	0,110	0,005	0,047	0,013
	2024	50,8	7,16	25	0,012	0,087	0,0001	0,010	0,136	0,005	0,039	0,012
Ry7	2013 – 2023	137,0	7,85	33	0,048	0,018	0,0004	0,002	0,308	0,001	0,001	0,001
	2024	141,1	7,57	24	0,057	0,009	0,0002	0,001	0,253	0,001	0,0003	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 – 2023	0,63	V	0,51	0,08	0,42	0,26	0,09	0,76	0,37	1,83	0,48
	2024	0,70	V	0,49	0,18	0,73	1,33	0,07	1,68	1,08	2,30	0,95
Ry2	2007 – 2023	0,77	V	0,85	0,03	0,25	0,44	0,05	0,44	0,77	3,19	0,36
	2024	0,75	V	0,66	0,04	0,28	0,79	0,07	0,48	0,87	3,56	0,31
Ry3	2007 – 2023	0,27	V	0,11	0,04	0,17	0,08	0,09	0,67	0,20	1,05	0,30
	2024	0,34	V	0,09	0,03	0,11	0,10	0,10	0,99	0,36	1,00	0,29
Ry4	2007 – 2023	0,58	V	0,38	0,006	0,02	1,55	0,21	0,76	0,19	2,61	0,15
	2024	0,61	V	0,32	0,017	0,02	1,71	0,04	0,84	0,19	2,26	0,14
Ry5	2007 – 2023	1,47	V	1,60	0,20	4,73	0,13	0,10	0,36	0,91	1,67	0,36
	2024	1,40	V	1,35	0,31	4,16	0,05	0,02	0,33	1,57	0,81	0,32
Ry6	2007 – 2023	0,39	V	0,12	0,05	0,89	0,19	0,19	1,10	0,45	9,49	1,27
	2024	0,46	V	0,10	0,01	0,29	0,05	0,16	1,36	0,44	7,86	1,14
Ry7	2013 – 2023	1,25	V	0,13	0,02	0,06	0,37	0,06	3,08	0,07	0,26	0,16
	2024	1,28	V	0,10	0,03	0,03	0,19	0,02	2,53	0,11	0,05	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 – 2023	0,42	V	0,23	0,003	0,04	0,16	0,64	0,004	0,01	0,01	0,01
	2024	0,41	V	0,41	0,004	0,05	0,18	0,71	0,003	0,02	0,01	0,04
Ry4	2007 – 2023	0,32	V	0,81	0,01	0,08	0,04	0,52	0,002	0,01	0,01	0,01
	2024	0,33	V	0,90	0,003	0,08	0,04	0,45	0,002	0,01	0,01	0,01
Ry5	2007 – 2023	0,81	V	0,07	0,006	0,04	0,19	0,33	0,004	0,10	0,04	0,02
	2024	0,77	V	0,03	0,001	0,03	0,33	0,16	0,003	0,09	0,04	0,01
Ry7	2013 – 2023	0,69	V	0,20	0,002	0,31	0,02	0,05	0,001	0,01	0,01	0,01
	2024	0,71	V	0,10	0,001	0,25	0,02	0,01	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

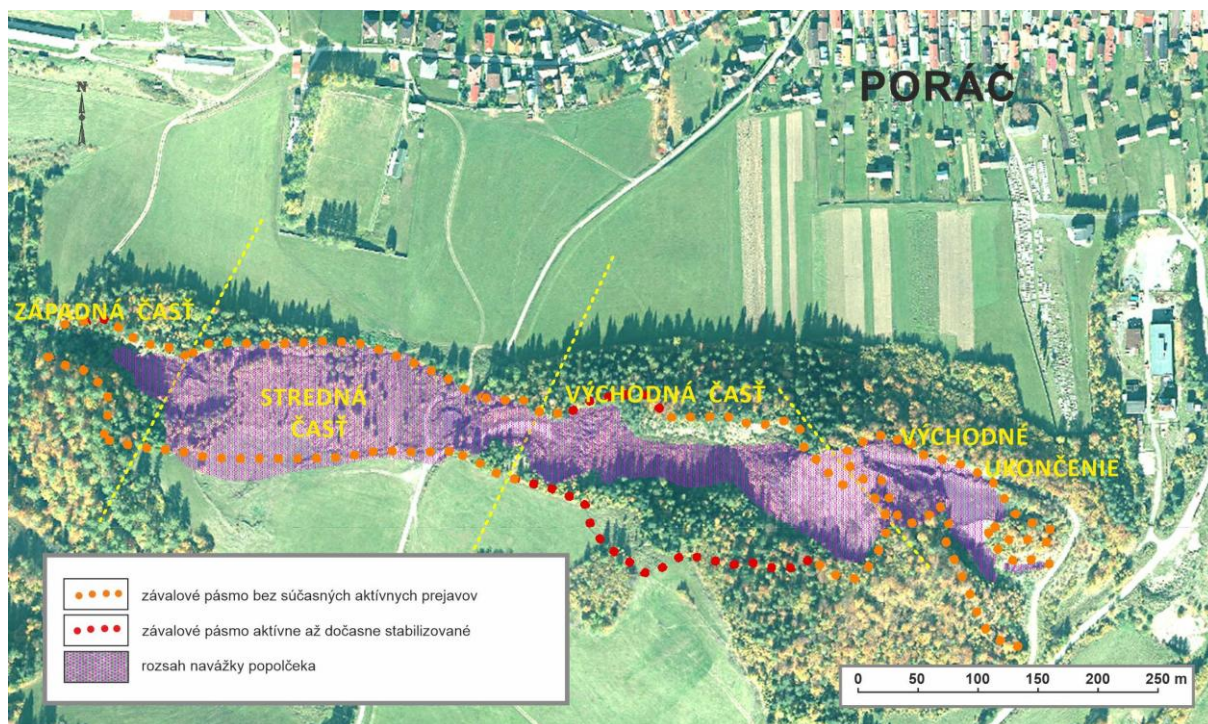
Na území ložiska došlo v dôsledku rozsiahleho podrúbania k preukázateľnému poškodeniu a ohrozeniu majetku vo veľkom rozsahu. Fyzikálne zmeny v horninovom masíve po dlhodobom dobývaní rúd s masovým využívaním metód ťažby bez zakládky a následným vznikom otvorených priestorov vyvolali poklesy terénu so 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 prilahlých svahov 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 navážky od východného k západnému okraju závalového pásma. Pri terénnej rekognoskácii v r. 2024 nebola pozorovaná zmena rozsahu navážky popolčeka v porovnaní s obdobím r. 2021 – 2023.



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. 2024 (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.

Pre identifikáciu a lokalizáciu geodynamických javov bola v r. 2024, o. i. využitá interpretácia údajov DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) vo vyššom rozlíšení (0,25 m) v porovnaní s pôvodným rozlíšením (1,0 m). Výsledkom je výrazné spresnenie a doplnenie máp výskytu geodynamických javov vplyvom banskej činnosti (obr. 4.6.3, 4.6.7 a 4.6.13).

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

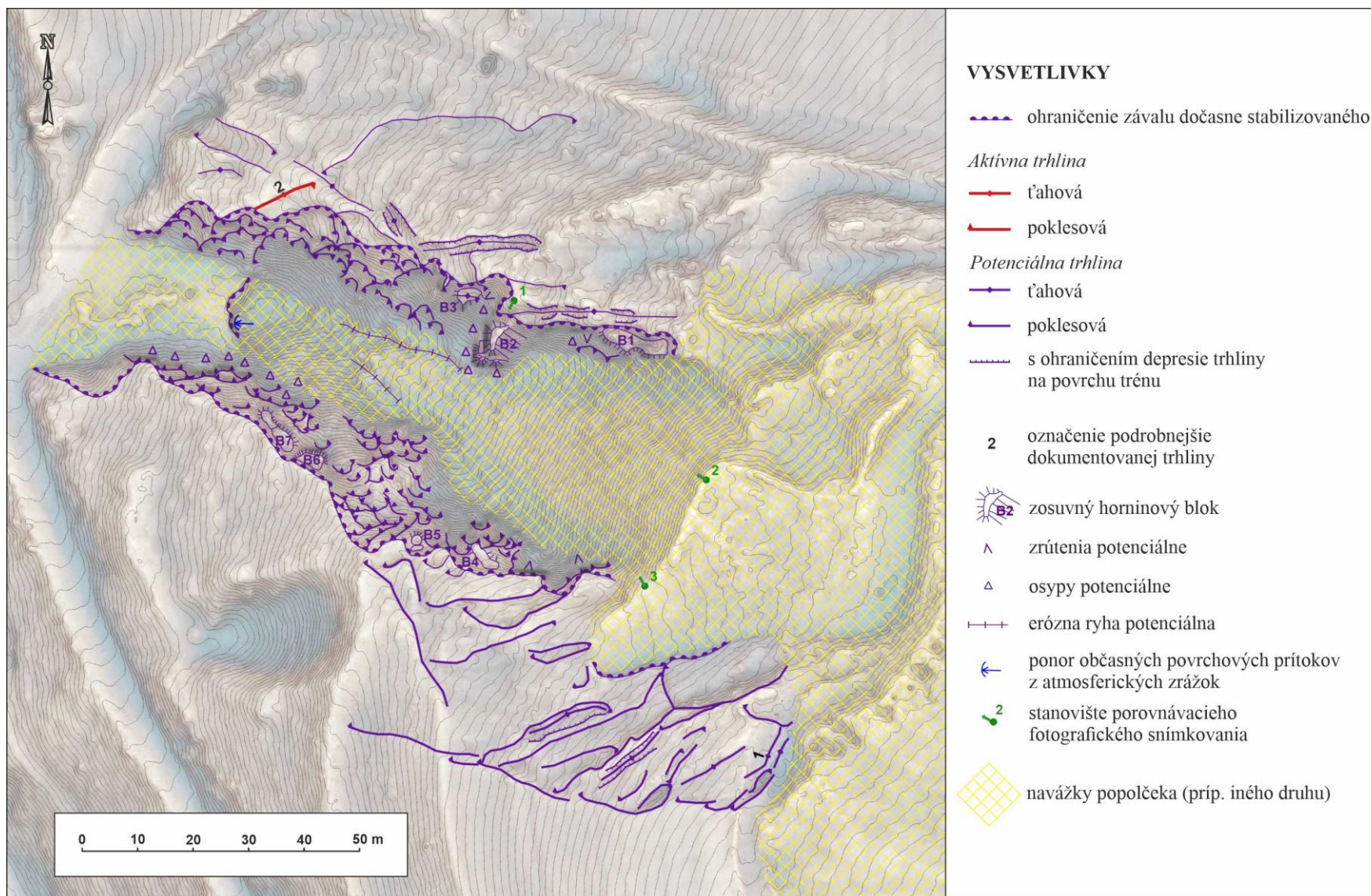
Dokumentovateľná západná časť závalového pásma sa morfológicky prejavuje v dĺžke cca 150 m. Z hľadiska aktivity v rozširovaní hranice závalu, resp. komplexu závalov neboli v rámci rekognoskácie terénu v r. 2024 zistené pozorovateľné zmeny v porovnaní s predchádzajúcim obdobím. Vzhľadom na to, že za obdobie posledných rokov tu nebolo pozorované rozširovanie, resp. vznik nových závalov, možno túto časť závalového pásma z hľadiska dlhodobšieho vývoja charakterizovať ako dočasne stabilizovanú (obr. 4.6.3).

Výrazným prínosom v reambulácii v r. 2024 (s využitím vyššie spomínanej interpretácie údajov DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) a vlastnej terénnej verifikácie) južného okraja predmetného úseku závalového pásma je interpretácia pásma trhlín, ktoré nebolo možné doposiaľ (vzhľadom na obtiažnosť realizácie GNSS meraní) dokumentovať. Detailizovaný bol systém viac-menej paralelných trhlín JZZ-SVV až JZ-SV orientácie do vzdialenosti cca 50 m od okraja závalovej depresie (obr. 4.6.3). Trhliny s potenciálnou aktivitou majú poklesový charakter s poklesom smerom k závalu, ale pozorovateľný je aj výskyt trhlín so spätným poklesom, teda v smere od závalu. Pásmo trhlín je z juhu ostro ohraničené potenciálnymi poklesovými na seba nadväzujúcimi trhlinami s miernym odsadením SZZ-JVV orientácie. Zo západnej strany ohraničuje pásmo trhlín potenciálna poklesová trhlina so smerom poklesu k závalu. Smerom na východ je pásmo trhlín (podobne ako samotný závalový systém) prekryté rekultivačnými návažkami popolčeka.

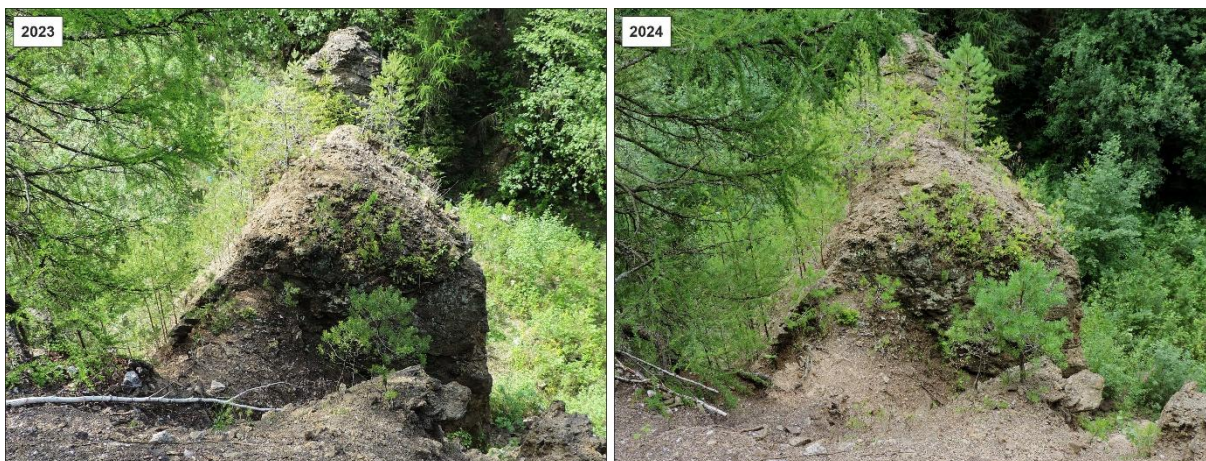
Podrobnejšie tu bola dokumentovaná potenciálna ťahová trhlina 1 (obr. 4.6.3). Trhlina je v krátkom úseku otvorená s hĺbkovým dosahom cca 1 m. Steny trhliny sú zarastené machom. Nie je teda zrejmé, že by dochádzalo k reaktivácii trhliny. Reambulácia situácie geodynamických javov tiež poskytuje detailnejšiu dokumentáciu svahov závalu. Geodynamická sa tu prejavila predovšetkým vznikom série stupňovitých odlučných stien svahových deformácií horninového masívu. Bolo možné však vyčleniť aj niekoľko zosuvných horninových blokov s označením B4 až B7 (obr. 4.6.3).

Podobne ako v prípade južného okraja predmetného úseku závalového pásma, aj v prípade oblasti severného okraja predmetného úseku závalového pásma bola spresnená a doplnená interpretácia geodynamických javov vďaka vyššie uvedeným podkladom LiDAR. V menšej miere došlo v pásme trhlín najmä k spresneniu lokalizácie a priebehu doteraz dokumentovaných trhlín. Významnejšia zmena však nastala v doplnení situácie stupňovitých odlučných stien svahových deformácií horninového masívu na svahu závalu. Je potrebné spomenúť, že terénou rekognoskáciou bola zaznamenaná aktivizácia ťahovo-poklesovej trhliny 2 (obr. 4.6.3), na ktorej sa objavili 2 menšie prepádové diery šírky cca 0,2 m v dĺžke cca 0,3 m s hĺbkovým dosahom cca 0,2 – 0,5 m.

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 stanovišť 1 a 2 porastom stromov a nízku mieru aktivity severného okraja závalu boli hodnotené porovnávacie snímkovania iba zo stanovišť 1 a 3. Z porovnávania snímok z r. 2023 a z r. 2024 a terénnej rekognoskácie vyplývajú nasledovné skutočnosti. Z obr. 4.6.4 a terénnej rekognoskácie vyplýva, že na horninovom bloku B2 neboli pozorované od r. 2023 významnejšie geodynamické zmeny. Podobne z obr. 4.6.5 vyplýva, že na sledovanom úseku severného okraja



Obr. 4.6.3: Prejavy geodynamických javov v západnej časti závalového pásma Baniská (topograf. podklad: DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský), rozlíšenie 0,25 m; upravený DMR 5.0 ZBGIS©ÚGKK SR (04/2021-05/2021), krok vrstevníc 0,5 m).



Obr. 4.6.4: Porovnávacie fotografické snímkovania západnej časti závalového pásma Baniská – blokový zosuv B2 zo stanovišťa 1 so stavom k r. 2023 a 2024.



Obr. 4.6.5: Porovnávacie fotografické snímkovania západnej časti závalového pásma Baniská – severný okraj závalového pásma zo stanovišťa 3 so stavom k r. 2023 a 2024.

závalu neboli zaznamenané pozorovateľné zmeny v progresivite rozvoja závalu, resp. v aktivite poklesových horninových blokov B1 a B2 a iných geodynamických javov.

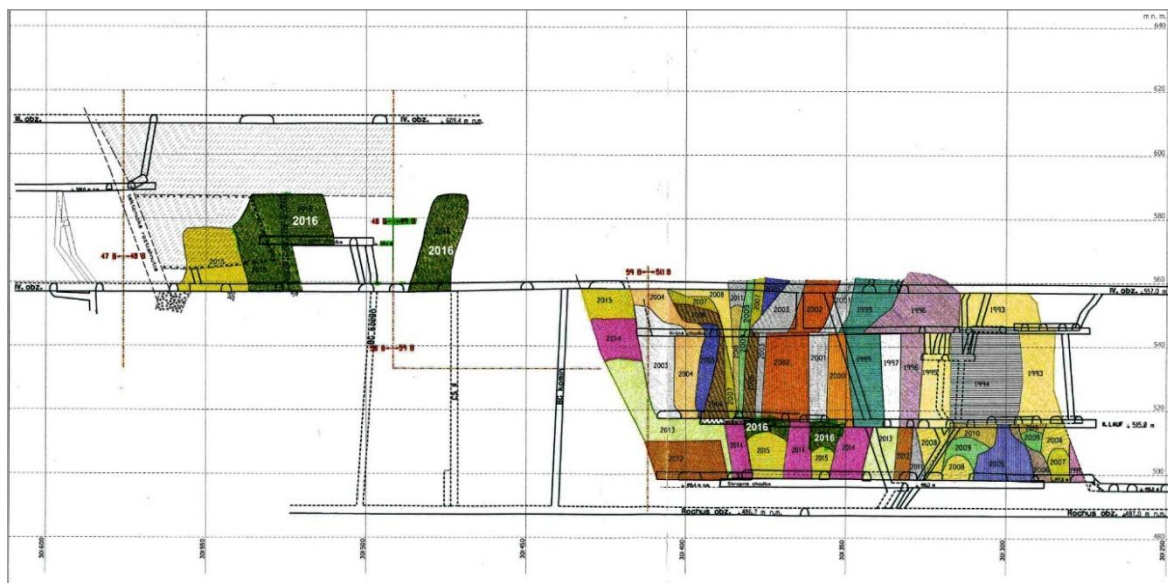
Z obr. 4.6.4 vyplýva, že na horninovom bloku B2 neboli pozorované od r. 2023 významnejšie geodynamické zmeny. Z obr. 4.6.5 vyplýva, že na sledovanom úseku severného okraja závalu neboli zaznamenané pozorovateľné zmeny v progresivite rozvoja závalu, resp. rozvoľňovania blokov horninového masívu a iných geodynamických javov od predchádzajúceho sledovania v r. 2023. Posledná aktivita v podobe osypov a odvalovania menších skalných blokov západne od bloku B2 bola zaznamenaná v r. 2018. Zmena v rozsahu zavážania popolčekom v tejto časti závalového pásma (obr. 4.6.3) 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

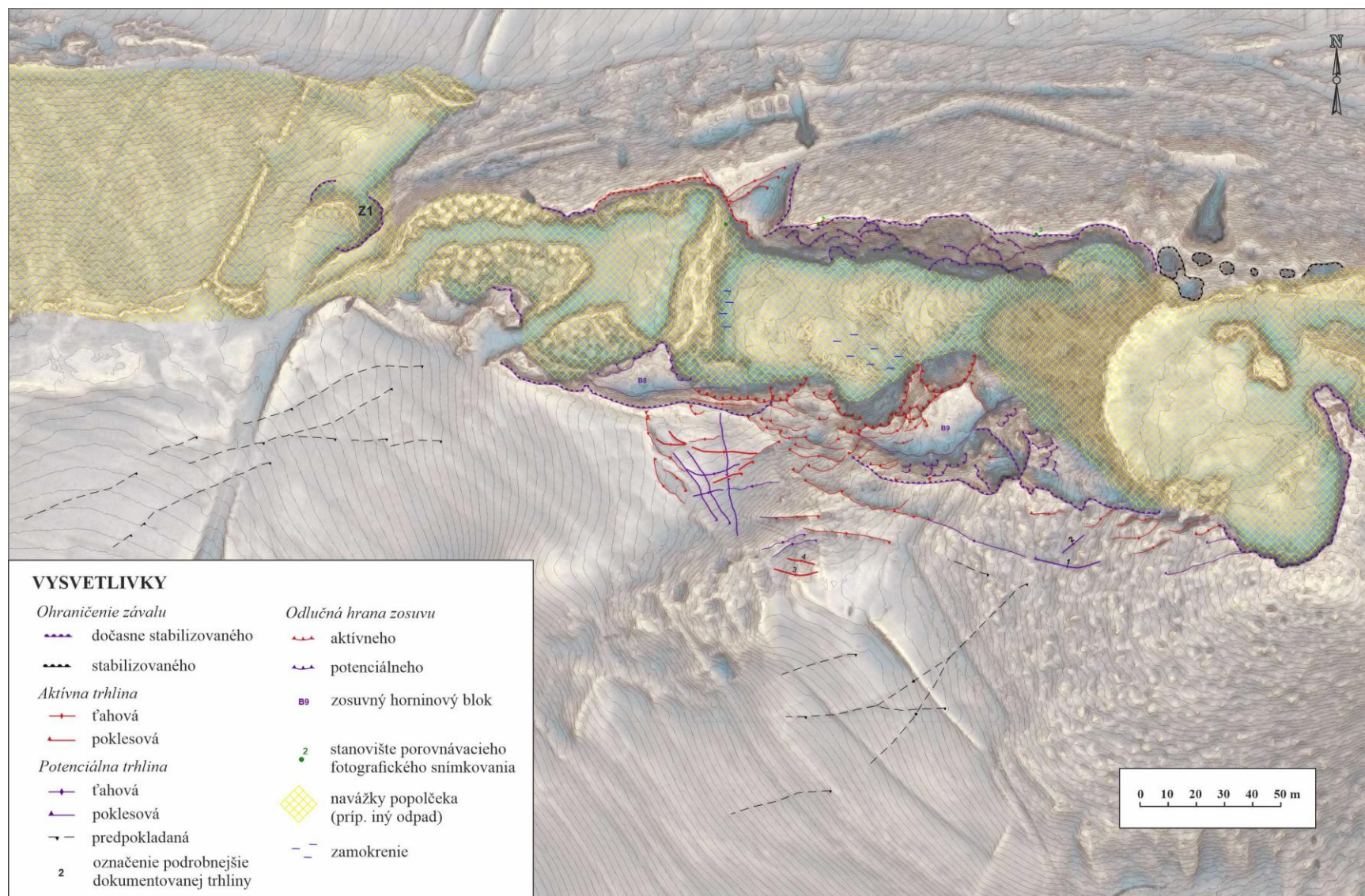
Stredná časť závalového pásma je zavezená popolčekom (obr. 4.6.2). Na povrchu terénu sa rozvíja nižší vegetačný porast. V rámci rekognoskácie lokality v r. 2018 bol v strednej časti závalového pásma zistený a zdokumentovaný vznik nového závalu (s označením Z1) v miestach prechodu nevyužívanej starej cesty Rudňany – Poráč naprieč závalovým pásmom (obr. 4.6.7). Obhliadkou miesta v r. 2019 bolo zistené, že zával bol medzičasom zavázaný 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. 2024.

Závalové pásmo Baniská – východná časť

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



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 (topograf. podklad: DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský), rozlíšenie 0,25 m; upravený DMR 5.0 ZBGIS©ÚGKK SR (04/2021-05/2021), krok vrstevníc 0,5 m).

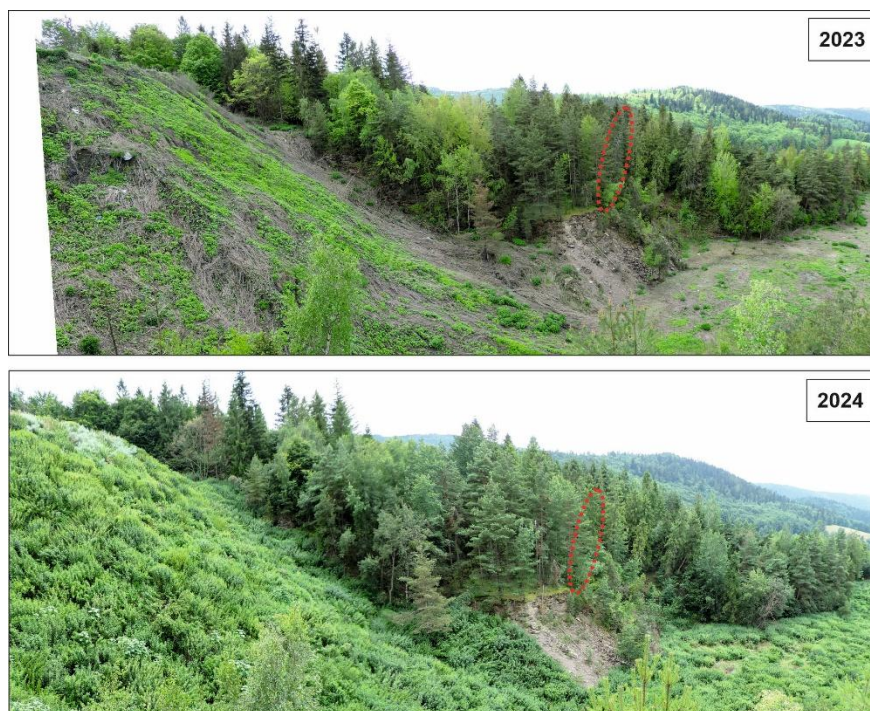
Podrobné zdokumentovanie závalového pásma v r. 2015 poukázalo na to, že najaktívnejšou oblasťou z hľadiska rozsahu výskytu svahových deformácií vo východnej časti závalového pásma je jeho južný okraj, kde boli zaznamenané najmä blokové rozpadliny a zosuvy hornín s častými prejavmi retrográdneho vývoja svahových deformácií vo forme ťahových a poklesových trhlín (obr. 4.6.7).

V r. 2019 boli na severnom okraji východnej časti závalového pásma registrované trhliny ťahovo–poklesového a ťahového charakteru na poklesovom bloku. Vzhľadom na to, že poklesový blok je v súčasnosti prekrytý návažkami popolčeka, je v situácii na obr. 4.6.7 zobrazená iba odlučná oblasť bloku, resp. aktívny úsek ohraničenia závalu. Na tento aktívny okraj závalového pásma nadväzujú skôr dokumentované aktívne poklesové a ťahovo–poklesové trhliny. V popisovanom úseku závalového pásma v blízkosti stanovišťa 2 bola v už r. 2023 pozorovaná reaktivizácia aktívnej ťahovej trhliny v podobe jej predlžovania JV smerom. Zistené tu boli 3 menšie otvory v línii trhliny. Dá sa predpokladať, že existuje skryté pokračovanie trhliny ďalej smerom do závalu. Podľa aktuálneho pozorovania v r. 2024 je možné predpokladať naďalej aktívnu formu tejto trhliny.

Využitie vyššie spomínanej interpretácie údajov DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) umožnilo na severnom okraji východnej časti závalového pásma o. i. zobrazit' systém čiastkových potenciálnych odlučných zosuvných hrán a poklesových trhlín na okrajovom svahu závalu a menších stabilizovaných závalov vo východnej časti predmetného úseku závalového pásma (obr. 4.6.7).



a)



b)

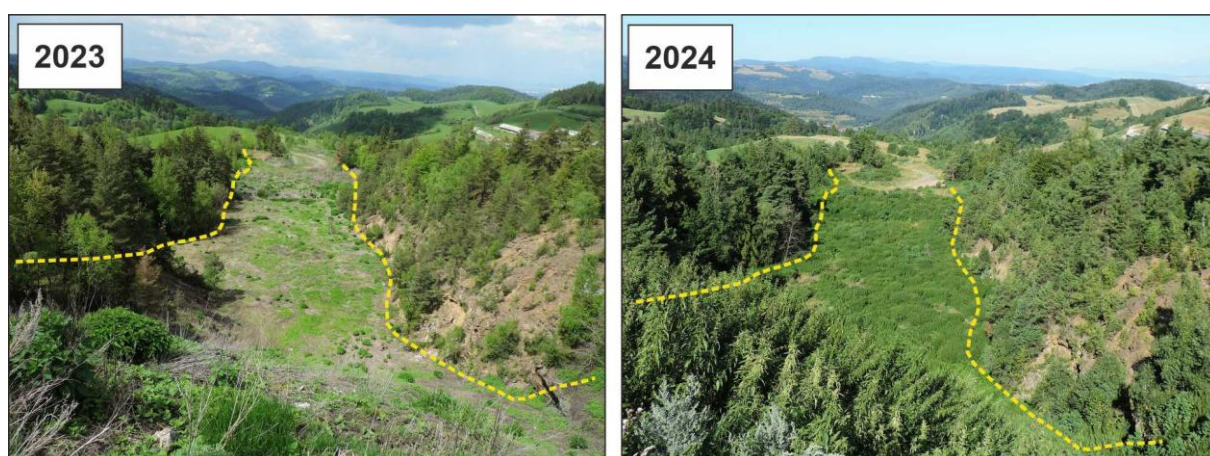
Obr. 4.6.8: Porovnávacie fotografické snímkovania východnej časti závalového pásma Baniská z r. 2023 a 2024 zo stanovišť: a) stanovište 2, b) stanovište 3.

Južný okraj východnej časti závalového pásma je poznamenaný v porovnaní so severným okrajom východnej časti závalového pásma výraznejším rozsahom svahových deformácií. Súvisí to so skutočnosťou, že južný okraj východnej časti závalového pásma predstavuje nadložie ložiska a teda horninové prostredie je zasiahnuté výskytom voľných priestorov banských chodieb a ťažobných komôr. Využitie vyššie spomínanej interpretácie údajov DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) umožnilo v tejto časti závalového pásma oveľa detailnejšie a presnejšie v mapovom zobrazení zadefinovať geodynamické javy spôsobené banskou činnosťou v porovnaní s predošlým monitorovacím obdobím. Z obr. 4.6.7 sú zrejmé nasledovné poznatky. V sledovanom úseku južného okraja východnej časti závalového pásma je zrejmý súvislý priebeh okraja hlavného závalu avšak s jeho prerušením v strednej časti, pričom ostré ohraničenie závalu sa mení v tomto úseku na pozvoľné zosúvanie horninového masívu formou poklesových trhlín. Zreteľné sú masívne poklesové horninové bloky B8 a B9, ktoré vznikli v čase vzniku hlavného závalu. Sekundárne sa v neskoršom období rozvinuli aktívne zosuvy, ktoré vznikli tak na svahoch hlavného závalu (východne od zosuvného bloku B8), ako aj na svahu zosuvného bloku B9. Stredná a akumulačná časť týchto zosuvov bola medzičasom zavezená popolčekom. Ich pretrvávajúcu aktivitu (aj keď iba v menšom hĺbkovom dosahu) však nemožno vylúčiť. Pásmo trhlín je v predmetnom úseku závalového pásma pomerne bohato rozvinuté s dosahom cca 50 m od okraja hlavného závalu. Prostredníctvom DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) a terénnej verifikácie bolo v mapovom zobrazení toto pásmo doplnené o viacero trhlín. Podrobnejšie boli dokumentované 4 trhliny (obr. 4.6.7). Ťahovo-poklesová *trhlina 1* má predpokladaný potenciálny charakter a prejavuje sa ako mierna depresia šírky cca 1 m s mierou poklesu cca 0,5 m. Potenciálna ťahová *trhlina 2* v podobe miernej depresie dosahuje na povrchu šírku 0,5 – 1 m a hĺbku cca 0,3 m. Aktívna ťahová *trhlina 3* je súvisle otvorená so šírkou cca 0,2 – 0,25 m a s hĺbkovým dosahom otvorenia cca 1 m. K nej paralelnou je neotvorená ťahová *trhlina 4* šírky cca 0,2 m s predpokladaným aktívnym charakterom.

Pri detailnej interpretácii LiDAR-u boli v mapovom zobrazení definované líniové morfológické štruktúry, ktoré boli označené ako predpokladané potenciálne poklesové trhliny. Tieto trhliny však neboli viditeľné pri terénnej verifikácii. Sklon trhlín je spätný, t. j. smerom od závalu. Ich existencia by naznačovala podstatne väčší dosah pásma trhlín, a to cca 80 až 140 m od hlavného závalu.

Hodnotenie geodynamickej aktivity južného okraja východnej časti závalového pásma vyplýva o. i. aj z porovnania snímok vyhotovených v r. 2023 a 2024 (obr. 4.6.8) realizovaných zo stanovišť 2 a 3 vytýčených v r. 2017 (obr. 4.6.7). Zo stanovišť a 1 už nebolo možné realizovať porovnávacie fotografické snímokovanie vzhľadom na clonenie vegetáciou. V porovnaní s r. 2023 je pozorovateľná aktivita zosuvu na severnom okraji zosuvného bloku B9, ktorá sa prejavila vývratom stromu v mieste označenom na obr. 4.6.8 a) aj b).

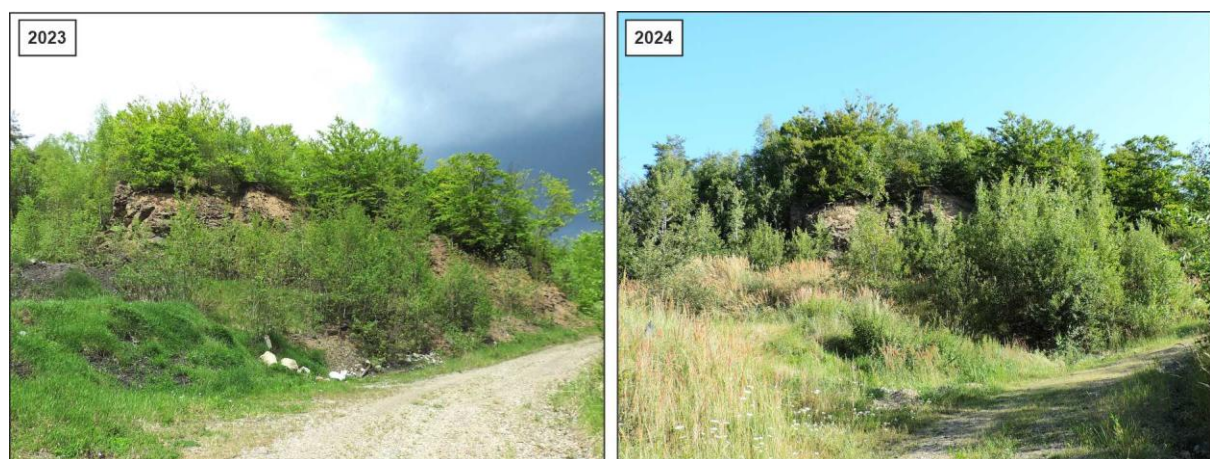
V porovnaní pozorovaní v r. 2024 a r. 2023 nedošlo k zmene rozsahu navážky, čo je zrejmé aj z obr. (obr. 4.6.9). Povrch navážky je často zarastený invazívnymi druhmi rastlín. Lokálne sú pozorovateľné na ploche navážky zamokrenia.



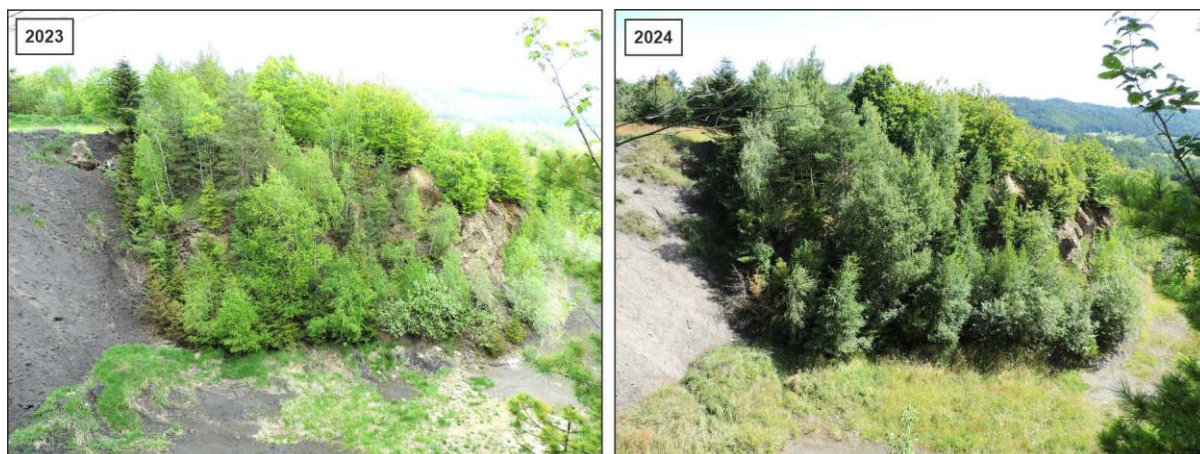
Obr. 4.6.9: Pohľad na rozsah navážky popolčeka v smere z východu na západ (s vyznačením ohraničenia navážky) z r. 2023 a r. 2024.

Závalové pásmo Baniská – východné ukončenie

Základné GNSS zameranie a dokumentácia geodynamických javov východného ukončenia závalového pásma so spracovaním do mapového zobrazenia bolo realizované v r. 2017.



a)



b)



c)

Obr. 4.6.10: Porovnávacie fotografické snímkovania východného ukončenia závalového pásma Baniská z r. 2023 a 2024 – severný okraj južnej vetvy zo stanovišť:
a) stanovište 1, b) stanovište 2, c) stanovište 3.

Pre hodnotenie geodynamickkej aktivity východného ukončenia závalového pásma bolo využité porovnávacie fotografické snímkovanie z r. 2023 a 2024 (obr. 4.6.10, 4.6.12) realizované zo siedmich stanovišť vytýčených v r. 2017 (obr. 4.6.13). Okrem terénnej rekognoskácie a porovnávacieho fotografického snímkovania bola využitá v r. 2024 aj detailná interpretácia DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský). Na obr. 4.6.13 je zobrazená situácia východného ukončenia závalového pásma aktualizovaná podľa výsledkov pozorovaní realizovaných v r. 2024 s upresnením a doplnením geodynamických javov s využitím DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský).

Fotografické snímky zo stanovišť 1, 2 a 3 (obr. 4.6.10) 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. 2023 a z r. 2024 nedošlo k iným významnejším pozorovateľným zmenám v dynamike rozširovania závalu a ani k následným zmenám aktivity sekundárnych geodynamických javov.

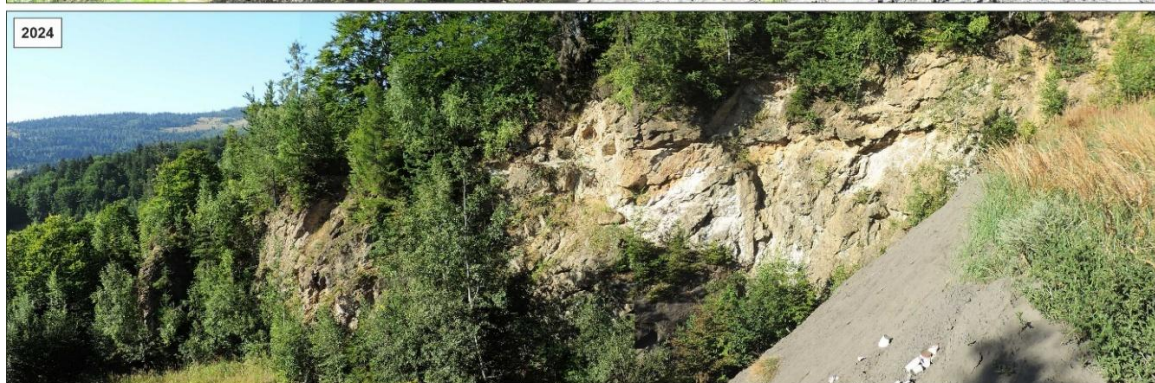
Odľučná stena závalu južného okraja južnej vetvy východného ukončenia závalového pásma je v porovnaní so severným okrajom viac obnažená a strmšia (až takmer zvislá). Preto je tu možné registrovať aktívne vypadávanie väčších úlomkov alebo blokov. Táto oblasť je o. i. fotograficky snímovaná zo stanovišť 4, 5 a 6 (obr. 4.6.12 a) až c). Pri rekognoskácii v r. 2024 neboli zaregistrované významnejšie zmeny v aktivite závalu oproti r. 2023. Registrovaná bola lokálna aktivizácia vypadávania horninových úlomkov z odľučnej steny závalu, a to JV od stanovišť 3 a S a SV od stanovišť 2 (obr. 4.6.13).



a)

b)

Obr. 4.6.11: Východné ukončenie závalového pásma Baniská: a) výrazná ťahová trhlina na južnom okraji južnej vetvy, b) široká ťahová trhlina v oblasti reliktu horninového masívu medzi severnou a južnou vetvou závalového pásma.



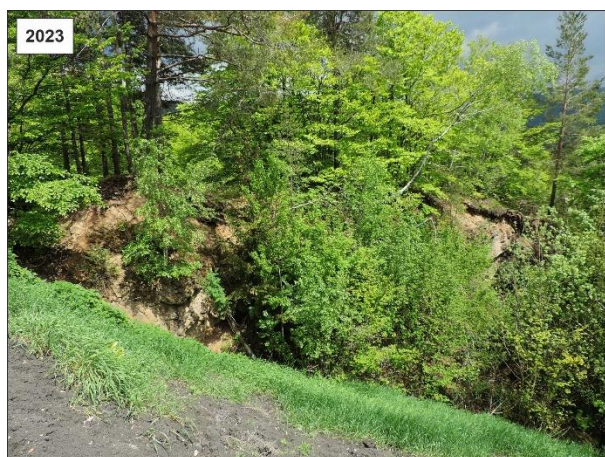
a)



b)



c)



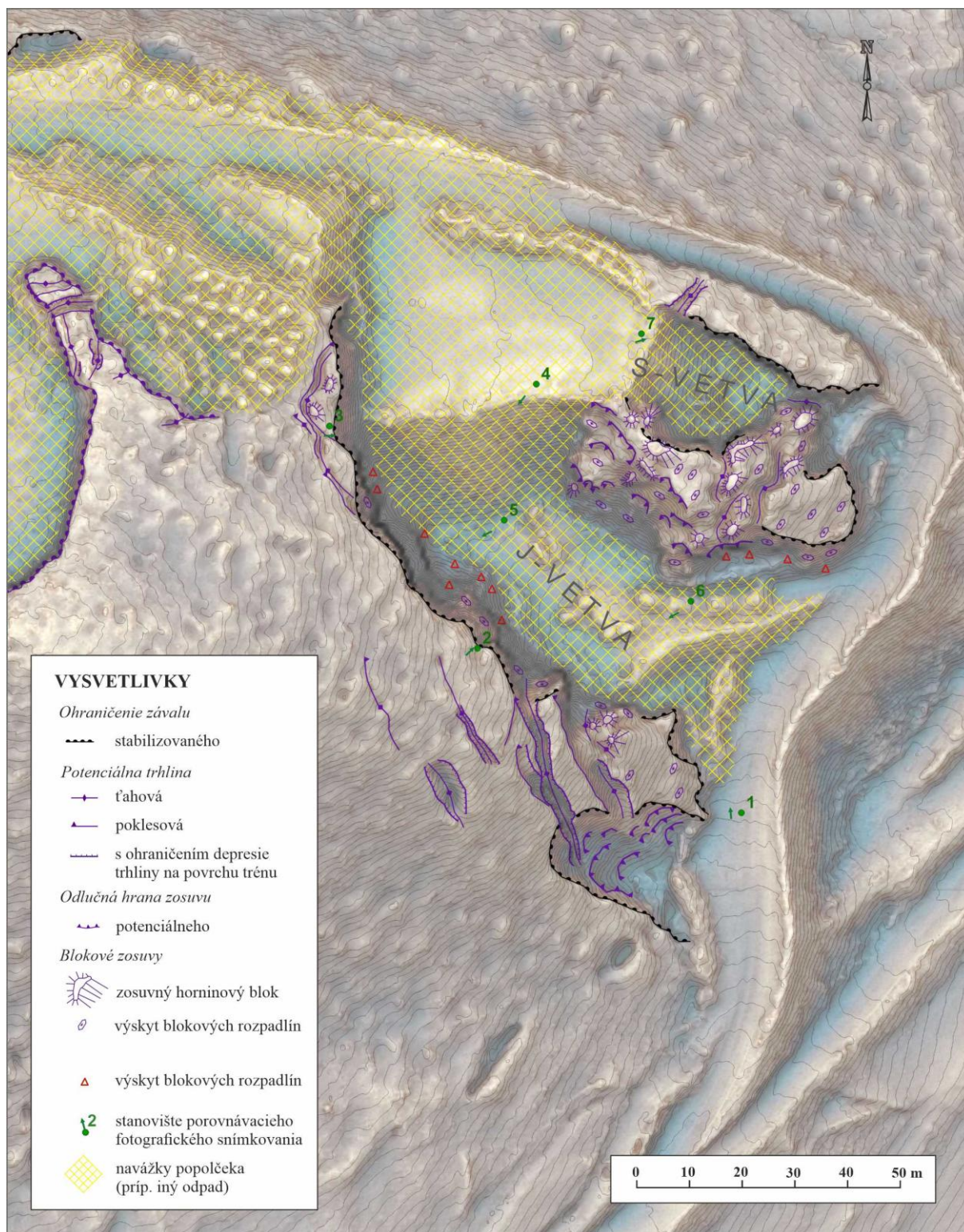
d)

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

z r. 2023 a 2024 – 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.



Obr. 4.6.13: Situácia východného ukončenia závalového pásma Baniská.

Na južnom okraji južnej vetvy závalového pásma bola spresnená prostredníctvom DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) situácia trhlín (obr. 4.6.13). Niektoré trhliny majú zároveň výrazné ohraničenie na povrchu s otvorením do hĺbky masívu (obr. 4.6.11a). Zreteľná je tiež dislokácia horninového masívu dvoma trhlinami SSZ-JJV orientácie.

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

Najvýraznejšie bolo možné detailizovať geodynamické javy prostredníctvom DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) v oblasti reliktu horninového masívu deliaceho južnú a severnú vetvu predmetného úseku závalového pásma. Na obr. 4.6.13 je zreteľný rozpad horninového masívu na horninové bloky, resp. blokové rozpadliny. V strednej časti je predisponovaný rozpad horninového masívu výraznými ťahovými trhlinami S-J orientácie (obr. 4.6.13, 4.6.11b). Taktiež sú na južnom svahu horninového masívu viditeľné čiastkové zosuvné odlučné hrany.

V porovnaní s r. 2023 nebola v tejto oblasti pozorovaná zmena v rozširovaní rozsahu zavážania popolčekom.

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 medzirezortný krízový štáb, ktorý v ďalšom období koordinoval aktivity smerujúce k náprave existujúceho stavu. V roku 2024 vykonali pracovníci Hornonitrianskych baní Prievidza, Hlavnej banskej záchrannej stanice, o. z. v súčinnosti s Rudnými baňami, š.p. Banská Štiavnica práce na zvýšenie bezpečnosti v banskom diele Manó a práce na zabezpečenie plynulého a regulovaného odtoku banských vôd (HBÚ, 2025).

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

V období od februára 2014 do júla 2015 bol na lokalite Nižná Slaná vykonaný podrobný geologický prieskum životného prostredia (Pramuk et al., 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 navrhla 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 štúdii sú okrem nulového variantu rozpracované 4 alternatívy sanácie, resp. uzatvorenia odkaliska, pričom odporúčaná alternatíva je alternatíva č. 2, spočívajúca v čiastočnom zatrávení 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 zatrávenie plochy haldy a spevnenie svahu nad potokom Gampel. Sanácia vôd je navrhnutá v prípade priesakovej vody z odkaliska a banskej vody zo šachty Gampel, ktoré sú kontaminované arzénom a mangánom. V záveroch štúdie sanácie je uvedený prehľad ekonomických nákladov na jednotlivé alternatívy sanácie aj odporúčané alternatívy sanácie odkaliska haldy Gampel, priesakovej vody z odkaliska a banskej vody zo štôlne Gampel. K realizácii navrhovaných sanačných prác zatiaľ nedošlo.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Po ukončení ťažby na ložisku Manó – 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 štôlne Marta. Na základe dokumentovaného trendu stúpania hladiny bolo možné spoľahlivo odhadnúť objavenie sa výtoku z bane v štôlni Marta na začiatok februára 2022.

V areáli ťažobného závodu sa nachádzala tepelná úpravňa železnej rudy, pozostávajúca z drviarne, dvoch rotačných pražiacich pecí na dekarbonatizáciu rudy a prevádzky tepelnej peletizácie. Úpravňa rudy bola 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 VŤŽP prevádzkové údaje o kvalite odpadových a banských vôd za roky 2005 – 2009. Vlastnými laboratórnymi prácami sme 2 krát ročne zisťovali kvalitu drenážnej vody z odkaliska v rokoch 2009 až 2024. 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 (metodický pokyn 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 2024 bola zistená charakteristická hodnota obsahu As vyššia oproti obdobiu 2009 – 2022 o 19 %, SO_4^{2-} o 15 %, Fe o 13 % a Mn o 23 %. Naopak, zníženie koncentrácie je zistené u Sb o 26 %, Cu o 23 %. Zachovanie pôvodnej úrovne bolo zistené u amónneho 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 odvodňovacu štôľňu Marta. Voda bola spočiatku nízko mineralizovaná, avšak obsah v nej rozpustených látok postupne stúpал 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 štôľne 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 Kobeliarovského prekopu technickým zásahom popri jame Manó II k ústiu štôľne Jozef v polovici júna 2022, vyteká jamou Gabriela do štôľne Marta už len voda pochádzajúca zo samotnej bane Manó – Gabriela. Navyše je do štôľne Marta zvedená potrubím i voda zo štôľne Jozef (pritekajúca z Kobeliarovského prekopu), kde dochádza k ich miešaniu. Zmiešaná banská voda je z ústia štôľne Marta (obr. 4.7.1) vyvedená potrubím cez čistiace zariadenie (usadzovacia nádrž, lapač oleja) do výpustného objektu na pravom brehu rieky Slaná (obr. 4.7.2).



Obr. 4.7.1: Ústie štôľne Marta v Nižnoslanskej Bani.



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

Celkové množstvo vody vytekajúcej 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 štôľne Marta – len množstvo 0,54 – 1,11 l/s z neho tvoril podiel čistej vody zvedený do štôľne Marta zo štôľne Jozef. Po obnovení odtoku vody z Kobeliarovského prekopu do štôľne 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 štôľne Jozef a následne zvedené potrubím do štôľne Marta na 16 – 20 l/s. Množstvo kontaminovanej vody, vytekajúcej jamou Gabriela do štôľne 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 štôľne Jozef 20,1 l/s čistej banskej vody – po ich zmiešaní v štôľni Marta dosahovalo celkové množstvo banskej vody vytekajúcej do rieky Slaná v priemere 22,3 l/s. V roku 2024 vytekalo z jamy Gabriela v priemere 4,53 l/s vysoko mineralizovanej banskej vody, zo štôľne Jozef 27,2 l/s čistej banskej vody (tab. 4.7.1) – po ich zmiešaní v štôľni Marta dosahovalo celkové množstvo banskej vody vytekajúcej do rieky Slaná v priemere 31,8 l/s. Uvedené merania prietoku banskej vody v štôľni Jozef a meranie množstva vody vytekajúcej z jamy Gabriela boli realizované ŠGÚDŠ pomocou prenosného prietokomera Valeport v mesačnom intervale, v dobe odberu vzoriek.

Tab. 4.7.1: Množstvo vody vytekajúcej z bane Manó – Gabriela v Nižnej Slanej v roku 2024.

	Jozef štôľňa	Šachta Gabriela	Štôľňa Marta
Minimum	18,48	2,82	22,73
Medián	26,38	4,53	31,13
Maximum	37,46	5,87	42,58
Aritmetický priemer	27,17	4,53	31,79
Štandardná odchýlka	5,72	0,75	6,33
Počet meraní	12	12	12

Pozn.: Štôľňou Marta vytekajú na povrch z bane prítok zo štôľne Jozef a výtok z jamy Gabriela.

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
odkalislo	2009-2023	118	7,92	356	1,02	1,49	0,07	0,004	0,0017	0,119	0,0030
	2024	129	7,76	408	1,15	1,84	0,02	0,001	0,0008	0,141	0,0022
Jama Gabriela	2023	2100	5,37	30113	3352	427	2,56	2,23	0,03	13,26	0,0246
	2024	2261	5,30	26344	1917	216	1,27	0,60	0,02	18,48	0,076
Štôľňa Jozef	2023	52	7,83	143	0,18	0,05	0,02	0,0026	0,0003	0,0021	0,0026
	2024	60	7,78	127	2,68	0,24	0,51	0,0055	0,0041	0,0039	0,0040
Štôľňa Marta	2023	731	5,97	8422	1023	125	0,5	0,60	0,04	1,94	0,0119
	2024	563	6,47	4420	301	37	0,1	0,06	0,01	1,71	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		
odkalislo	2009-2022	0,001	0,001	-	0,0006	0,0013	1,58	56	18		
	2023	0,001	0,001	-	0,0010	0,0010	1,59	54	19		
Jama Gabriela	2022	13,79	1,34	0,0033	0,0098	0,0167	0,27	408	5114		
	2023	5,07	0,50	0,0025	0,0014	0,0490	0,16	460	6017		
Štôľňa Jozef	2022	0,002	0,001	-	0,0005	0,0010	0,05	55,75	37		
	2023	0,005	0,002	-	0,0005	0,0060	0,34	63,65	40		
Štôľňa Marta	2022	3,79	0,50	-	0,0075	0,0019	0,80	1268	2346		
	2023	0,88	0,10	-	0,0001	0,0010	0,00	569	1043		

Banská voda vytekajúca štôľňou Marta do rieky Slaná má z hľadiska limitov pre povrchové vody extrémne vysoký obsah železa, mangánu, arzenu a niklu, ako aj vysoký obsah síranov, kobaltu, zinku, hliníka, kadmia, vápnika a horčíka a príliš kyslú reakciu (tab. 4.7.3). IT kritérium pre podzemnú vodu výrazne prekračuje v obsahu As a Ni a mierne v parametri EC (tab. 4.7.5). ID kritérium prekračuje charakteristická hodnota obsahu Co pre obdobie 2002 – 2023, v roku 2023 jeho obsah klesol pod ID kritérium.

Banská voda jamy Gabriela vysoko prekračuje IT kritérium v obsahu As, Ni, niekoľkonásobne i v obsahu Co, Al a Be (tab. 4.7.5). V porovnaní obdobia rokov 2022 – 2023 a 2024 stúpol v nej pomerne výrazne obsah arzenu a klesol obsah Fe, Mn, Zn, Al, SO₄, Ni, Co a Cd (tab. 4.7.2). V priebehu roka 2024 mal klesajúci trend obsah SO₄²⁻, Mg, Fe, Mn, Zn, Al, pričom obsah As kolísal medzi 15 a 22 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 – 2023	1,08	V	1,42	0,51	4,98	0,07	0,09	0,16	10,34	0,60
	2024	1,17	V	1,63	0,58	6,12	0,08	0,02	0,08	12,26	0,44
Jama Gabriela	2022	19	N	120	1676	1424	11	56	3	1153	5
	2023	21	N	105	958	721	6	15	1,7	1607	15
Štôľňa Jozef	2022	0,47	V	0,57	0,09	0,16	0,08	0,06	0,03	0,18	0,52
	2023	0,54	V	0,51	1,34	0,80	2,55	0,14	0,4	0,33	0,80
Štôľňa Marta	2022	7	N	34	512	416	3	15	4	168	2
	2023	5	N	18	151	123	0,6	2	0,9	149	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	0,23	0,11	1,23	0,3	0,2			
	2023	0,05	0,02	0,02	0,09	1,23	0,3	0,2			
Jama Gabriela	2022	627	27	4	1,5	0,21	4,1	25,6			
		230	10	0,5	4,3	0,12	4,6	30,1			
Štôľňa Jozef	2022	0,07	0,02	0,20	0,20	0,04	0,3	0,4			
	2023	0,20	0,03	0,20	0,20	0,26	0,3	0,4			
Štôľňa Marta	2022	172	10	3	0,17	0,62	12,7	11,7			
	2023	40	1,9	0,02	0,09	-	5,7	5,2			

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 – 2023	0,59	V	1,32	0,06	0,002	0,02	2,38	0,12	0,01	0,01		0,12	0,001
	2024	0,64	V	1,33	0,06	0,001	0,008	2,82	0,09	0,01	0,01		0,01	0,001
jama Gabriela	2022 - 2023	10,50	N	0,22	9,05	1,49	0,27	265	0,99	138	13,4	3,34	1,95	0,08
	2024	11,30	N	0,13	5,09	0,40	0,17	370	3,05	51	5,0	2,49	0,27	0,25
št. Jozef	2022 - 2023	0,26	V	0,04	0,07	0,002	0,003	0,04	0,10	0,02	0,01		0,10	0,01
	2024	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 - 2023	3,65	N	0,67	2,08	0,40	0,37	38,71	0,47	37,86	5,03		1,50	0,01
	2024	2,81	N	-	0,49	0,04	0,09	34,17	0,20	8,81	0,95		0,01	0,005

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3.

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

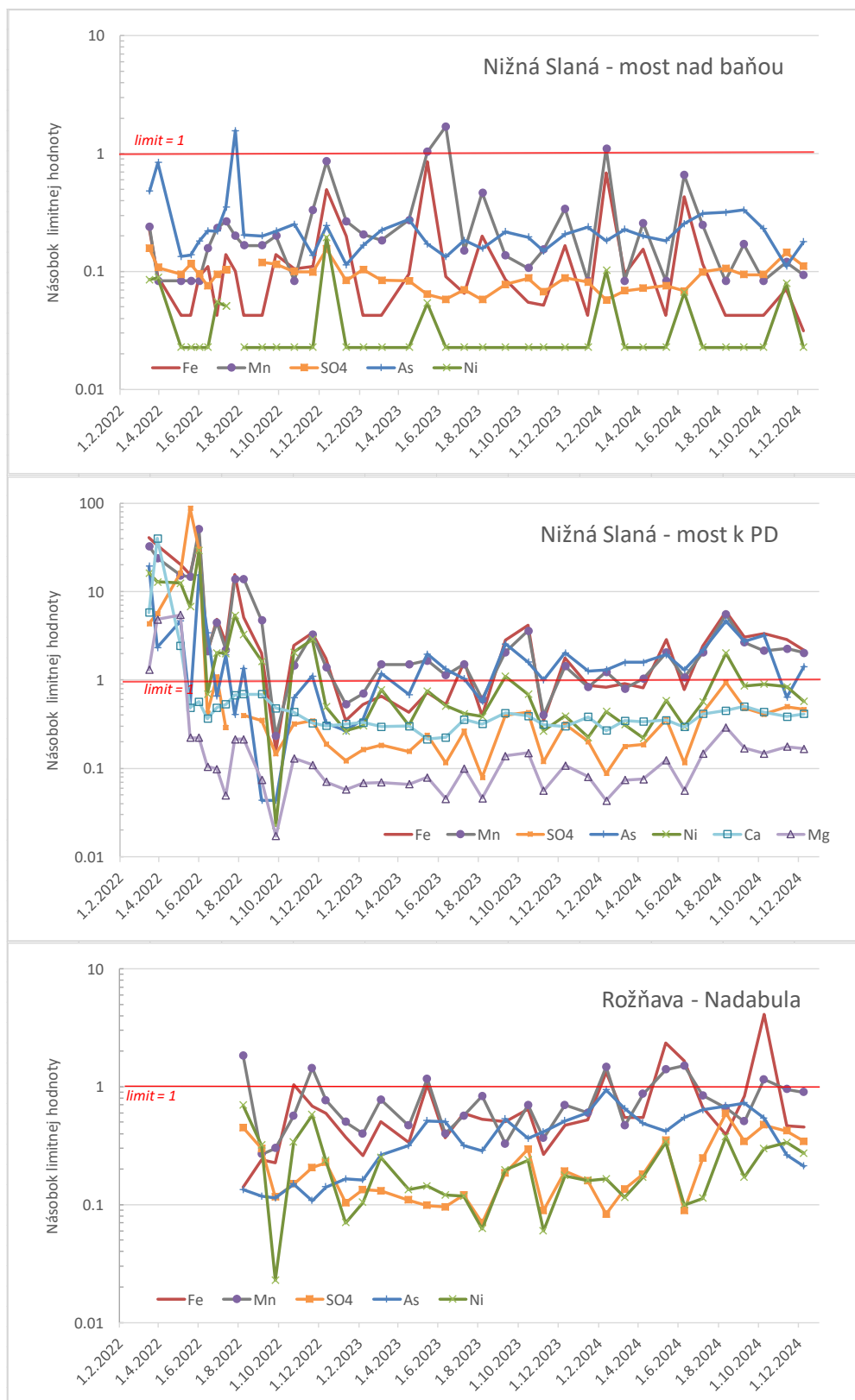
Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄ ⁻	Al	Zn	Pb	As	Sb	Ni	Co	Be	Cd	Cu
odkalisko	2009 – 2023	0,39	V	0,66	0,04	0,001	0,01	1,2	0,06	0,01	0,01		0,03	0,001
	2024	0,43	V	0,66	0,04	0,0002	0,004	1,4	0,04	0,01	0,01		0,003	0,001
jama Gabriela	2022 - 2023	7,0	N	0,11	5,7	0,45	0,14	132,6	0,49	68,9	6,7	1,3	0,49	0,03
	2024	7,5	N	0,07	3,2	0,12	0,09	184,8	1,53	25,3	2,5	1,0	0,07	0,10
št. Jozef	2022 - 2023	0,17	V	0,02	0,04	0,001	0,002	0,02	0,05	0,01	0,01		0,03	0,002
	2024	0,20	V	0,14	1,28	0,001	0,002	0,04	0,08	0,02	0,01		0,03	0,012
št. Marta	2022 - 2023	2,4	N	0,33	1,3	0,12	0,19	19,4	0,24	18,9	2,5		0,37	0,00
	2024	1,9	N	0,33	0,61	0,03	0,06	6,9	0,10	4,7	0,41		0,15	0,001

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4.

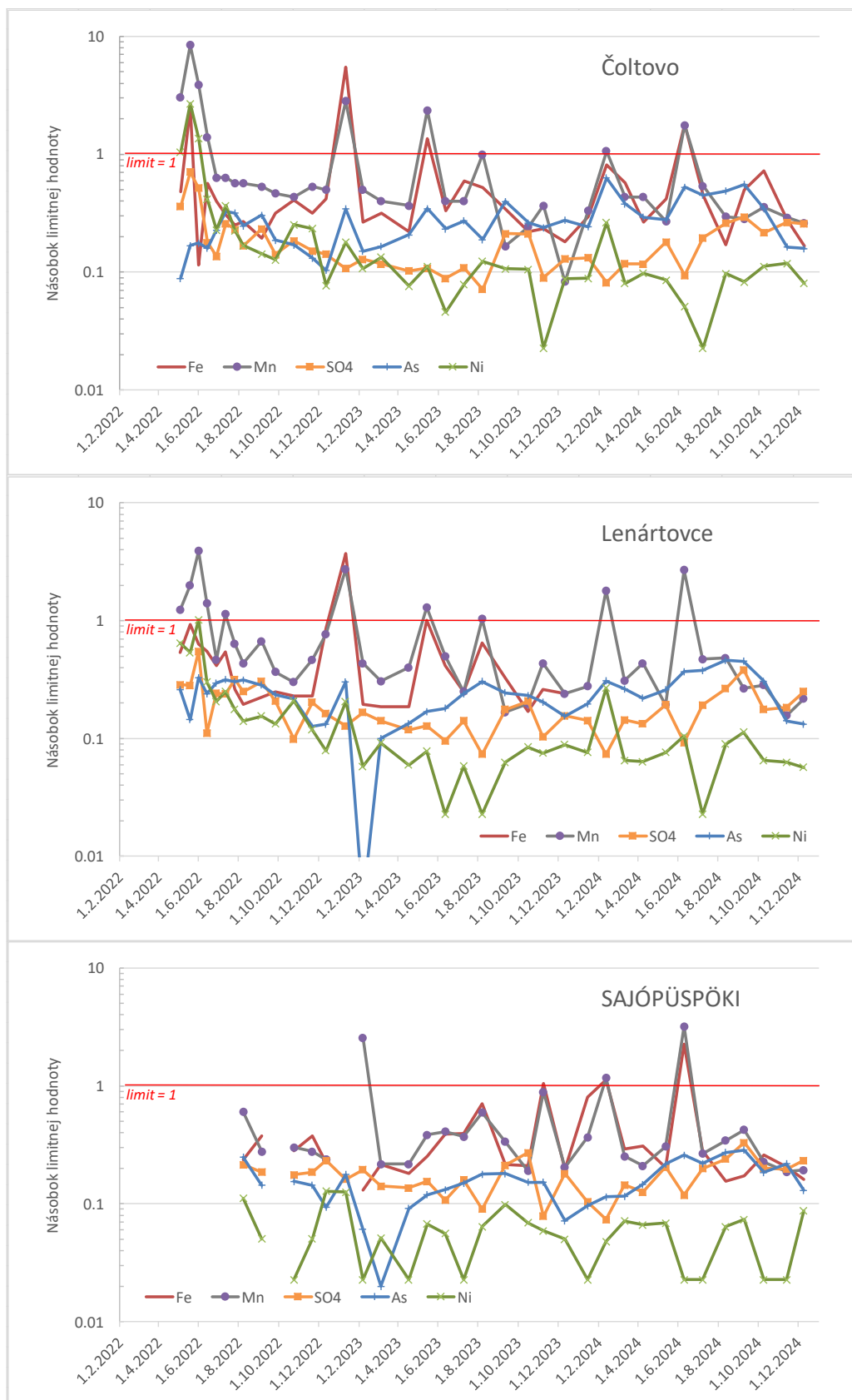
Od roku 2022 je kvalita vody rieky Slaná, v súvislosti s výrazným zhoršením kvality riečnej vody po objavení sa výtoku zo zatopenej bane v Nižnej Slanej, monitorovaná organizáciou Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. (SVP). Monitoring SVP je vykonávaný v Nižnej Slanej pod mostom nad bývalým závozom (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 2024 požiadavkám na kvalitu povrchovej vody v Nižnej Slanej nad bývalým závozom (nad vyústením výtoku z bane Manó – Gabriela) sporadicky nevyhoveli len obsah As a Mn (obr. 4.7.3), pričom miera prekročenia bola nízka. V Nižnej Slanej pod mostom pri PD (pod vyústením banskej vody z bane Manó – Gabriela) bolo v roku 2024 zaznamenané prekročenie limitov v obsahu Fe, Mn a As, sporadicky i Ni, pričom v porovnaní s rokom 2022 je miera prekročenia výrazne nižšia (obr. 4.7.3) a v porovnaní s rokom 2023 mierne vyššia. V Rožňave bolo v roku 2024 zaznamenané občasné prekročenie limitu pre obsah Mn a Fe (obr. 4.7.3). V Čoltove a v Lenártovciach bol občasne zaznamenaný nadlimitný obsah Fe a Mn, v obdobiach vysokých prietokov rieky Slaná (obr. 4.7.4). Na hranici s Maďarskom bolo zaznamenané sporadické prevýšenie limitu pre obsah Mn a Fe. Tieto merania sú súčasťou monitoringu kvality povrchových vôd SR, pravidelne vyhodnocovaného SHMÚ (www.shmu.sk).

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 % Fe₂O₃, 7 % SO₃ 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 – 2024 vzorkované jej sedimenty (ŠGÚDŠ, Bratislava). Celkovo boli v prvej kampani realizované práce na 19 miestach a z tých 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:



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



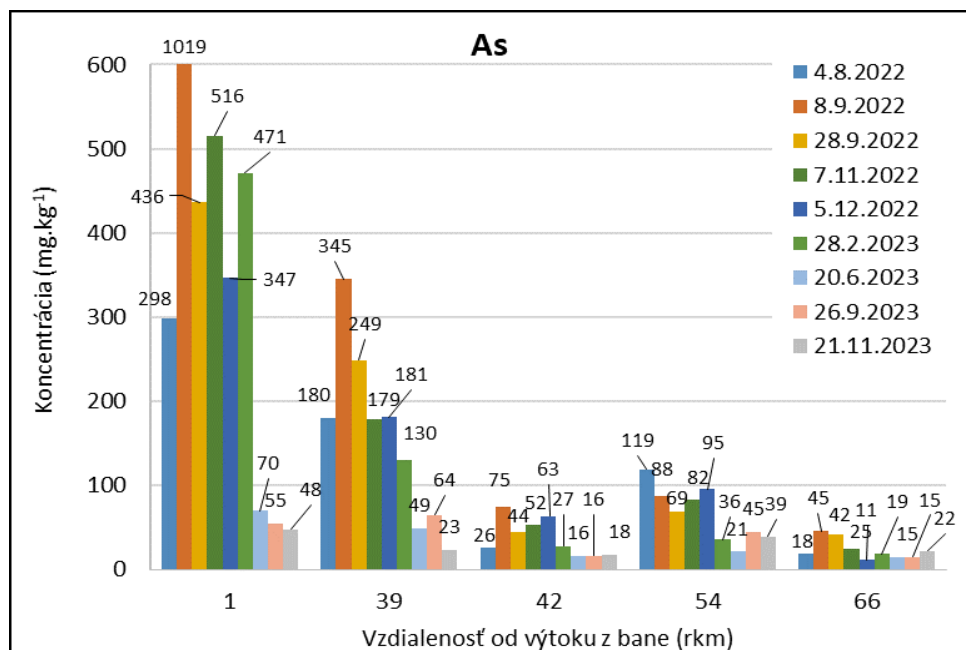
Obr. 4.7.4: Miera prekročenia limitných hodnôt pre povrchové vody vo vzorkách vody z rieky Slaná (podľa údajov SVP).

strata sušením do 110 °C, strata žiňaním do 450 °C, strata žiňaním 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 odbery 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-štatna 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).

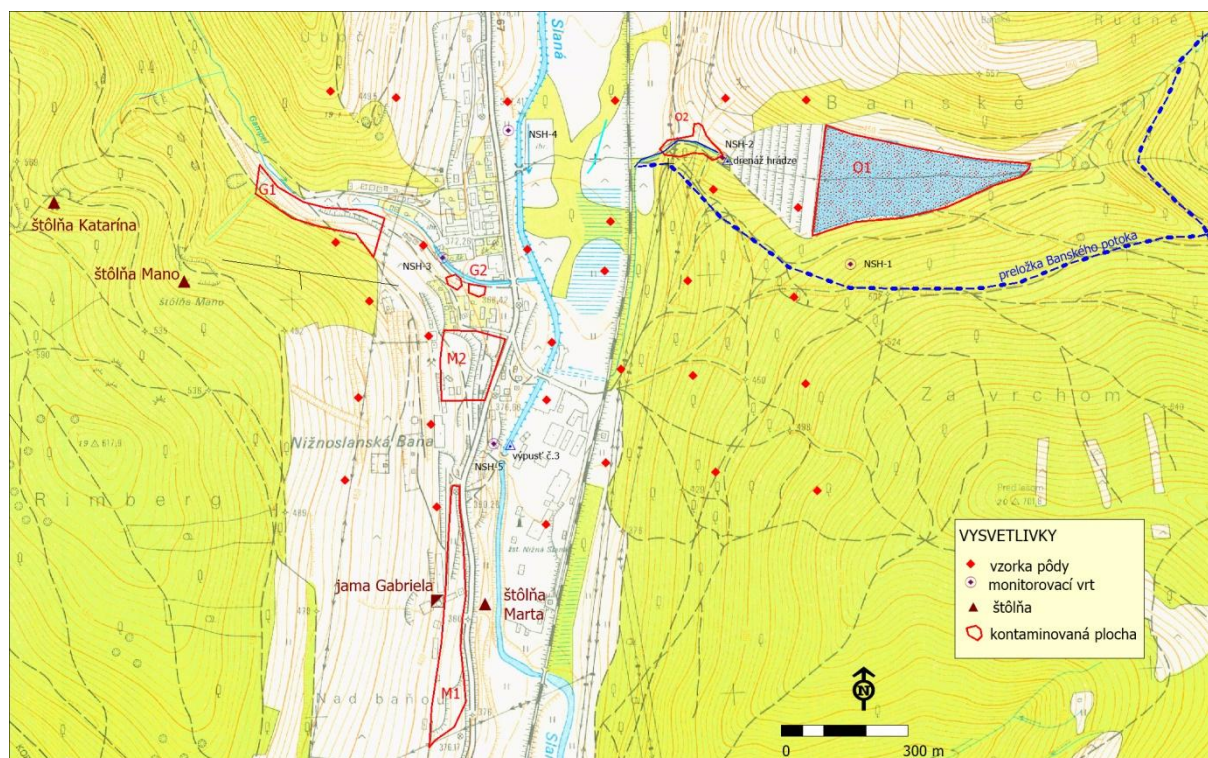
Za celé obdobie monitorovania od augusta 2022 do novembra 2023 vyplýva, že procesmi oxidácie, transportu a riedenia v rieke, dochádza s pribúdajúcou vzdialenosťou od miesta výtoku banských vôd k znižovaniu obsahov uvedených ukazovateľov v sedimentoch. Ustálenie zistených chemických obsahov v sedimentoch 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. V roku 2024 bola odobraná vzorka sedimentu len v Čoltove nad MVE (v rámci dlhodobého monitoringu v podsysteme 07 Monitorovanie riečnych sedimentov). Tento odber zaznamenal prekročenie limitných hodnôt pre As na tomto mieste, ale obsah As ($37,6 \text{ mg.kg}^{-1}$) je oveľa nižší ako v roku 2022 ($169,1 \text{ mg.kg}^{-1}$) a približuje sa dlhodobému priemeru danej lokality (35 mg.kg^{-1}).

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.

Dlhotrvajúce 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 kryštalické vápence. Smer ložiska je SZ-JV s úklonom 50° k SV. Sideritová výplň ako aj ostatné karbonáty nemajú vrstevnatý charakter, horniny sú celistvé, pričom tektonická porušenosť je značná. Smerná dĺžka bilančného zrudnenia na úrovni VI. obzoru je 350 m pri nepravej priemernej hrúbke 70 m. Na V. obzore má ložisko smernú dĺžku 200 m a nepravú hrúbku 30 m. Podložie ložiska má pomerne strmý sklon s úklonom na sever. Od podložia je bilančné teleso tektonicky ohraničené vrstvou čiernych fylitov hrubou 1 – 5 m, pod ktorými je pomerne hrubá vrstva nebilančných karbonátov – dolomitov a kryštalických vápencov (obr. 4.7.7). 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 povrchu, keď sa vytvoril kráter veľkosti na ploche cca 20 x 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).



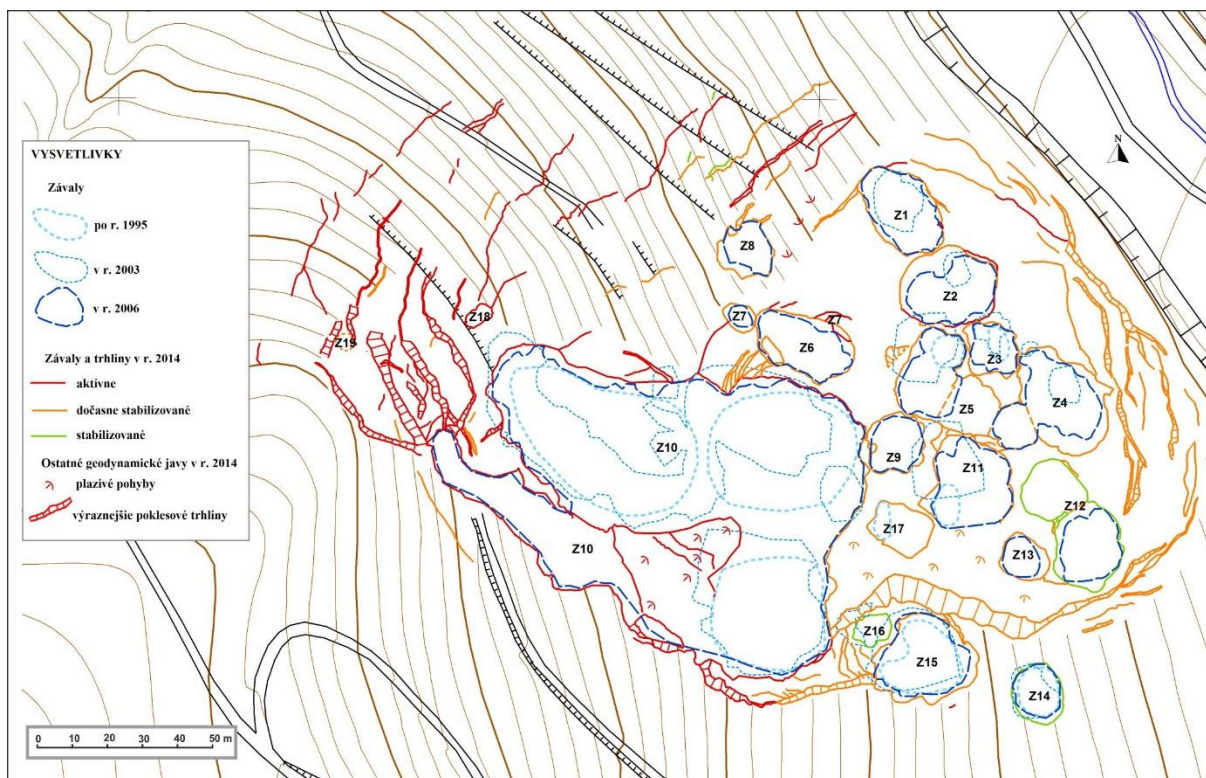
Obr. 4.7.7: Rez 6 – 6' ložiskom Kobeliarovo (zdroj: zložka GJ11, Slovenský banský archív v Banskej Štiavnici, upravené a doplnené).

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.

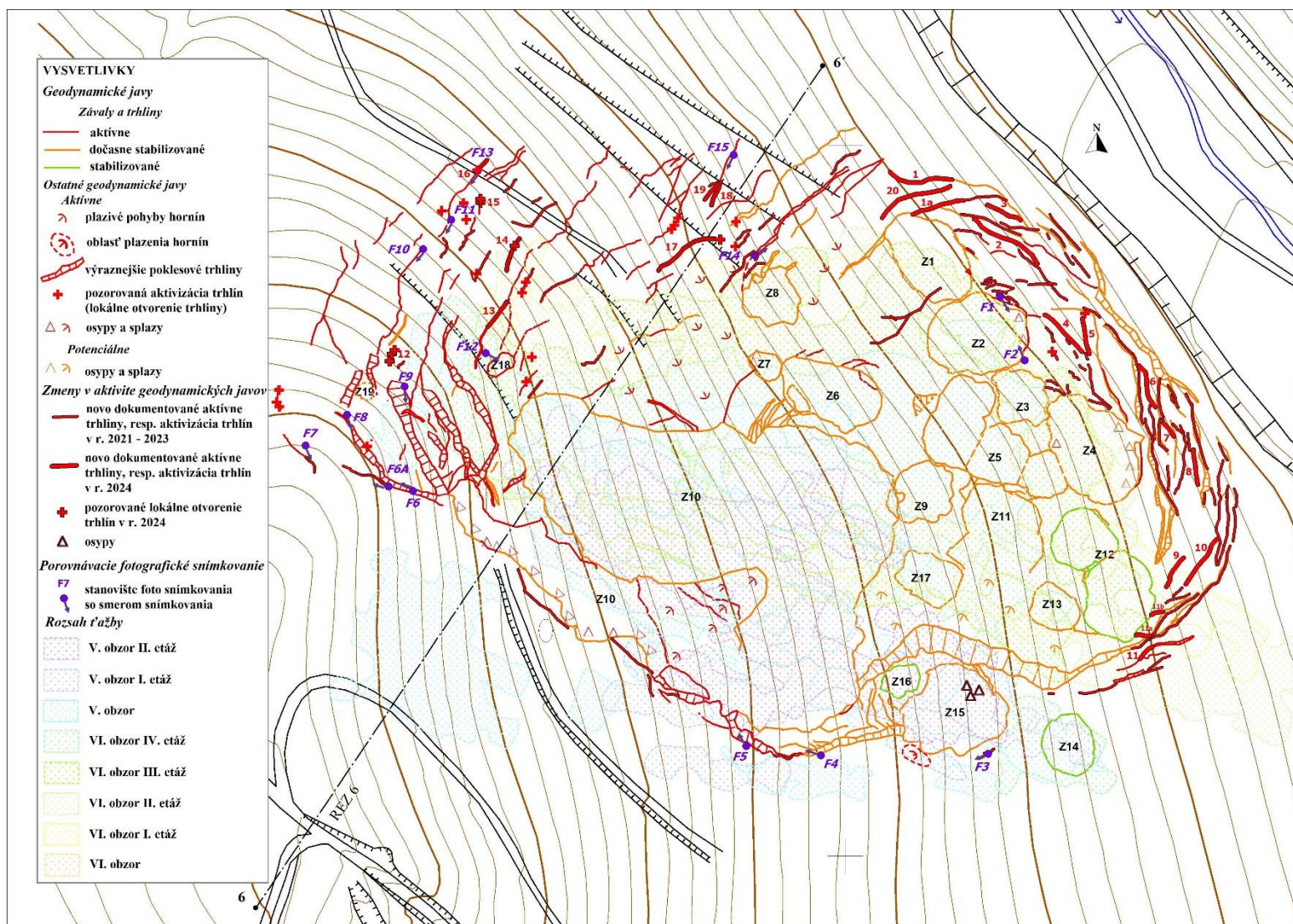
Celkovo bolo v r. 2014 lokalizovaných 19 závalov zobrazených na obr. 4.7.8, na ktorom je možné pozorovať aj postupný vývoj rozširovania sa závalov na ložisku. Niektoré zo závalov sú aj ohraňované skupiny predtým samostatných závalov (napr. závaly Z5, Z12). Plošný rozsah závalov (bez trhlín) dosahuje 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. 4.7.9, najrozsiahlejší zával Z10 je lokalizovaný v oblasti ťažby 5. obzoru a jeho etáží. Jedná sa o oblasť, kde ťažba prebiehala najbližšie k povrchu územia v rámci ložiska. Ide o najstaršiu ťaženú oblasť, dobývanú v 90. rokoch 20. stor. Ťažba na ložisku sa postupne presúvala smerom do hĺbky a zároveň na severovýchod smerom k údoliu Kobeliarskeho potoka. Severovýchodná časť závalového pásma, s viac-menej samostatnými závalmi Z1 – Z9, Z11 – Z13 a Z17, sa vyvinula nad ťažobnou oblasťou VI. obzoru a jeho etáží. Ďalšiemu rozširovaniu závalov do údolia by mal zamedzovať ochranný pilier Kobeliarskeho potoka.



Obr. 4.7.8: Mapa vývoja závalov na ložisku Kobeliarovo v období rokov 1995 – 2014 (topografický podklad: Ščuka et al., 1982).

Aktívnou oblasťou je oblasť západnej až severnej časti závalového pásma s vyvinutým širším pásmom trhlín (až okolo 80 m). Dôvodom aktivity je pravdepodobne prepájanie vydobytych 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. Zaujímavosťou je, že na povrchu JZ oblasti závalového pásma zatiaľ nebol pozorovaný vznik závalov nad vydobytými priestormi V. obzoru, čo pravdepodobne súvisí s väčšou hĺbkou nadložja vydobytych priestorov.



Obr. 4.7.9: Mapa závalov na ložisku Kobeliarovo so zobrazením dokumentovaných zmien v r. 2024 a so znázornením rozsahu ťažby získanom spracovaním mapových podkladov zo Slovenského banského archívu v Banskej Štiavnici (topografický podklad: Ščuka et al., 1982).

V posledných rokoch sa javí aktívnejšia aj východná až severovýchodná časť závalového pásma (v oblasti závalov Z1, Z2, Z3, Z4, Z12) s vyvinutým pásmom trhlín do vzdialenosti cca 25 m od okraja závalov (obr. 4.7.9). Menej výrazná 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. 2024 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 obmedzená. Preto boli morfológické zmeny v oblasti závalového pásma hodnotené 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. 4.7.9.

V rámci terénneho monitoringu boli v r. 2024 zistené zmeny v geodynamickej aktivite sledovanej lokality v prevažnej miere v podobe vzniku nových aktívnych trhlín a v menšej miere v podobe aktivizácie existujúcich trhlín v pásme trhlín závalového pásma, hlavne v jeho severovýchodnej až východnej časti a v menšej miere aj v jeho západnej až severnej časti (obr. 4.7.9). Zaznamenaný bol vznik 19 nových trhlín a aktivizácia 4 už existujúcich trhlín. 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 aj naďalej pozorovaná tvorba osypov deluviálneho horizontu zemín, prípadne kamenitých až balvanitých úlomkov z predkvartérneho podložia.

V SV až V časti závalového pásma sa geodynamická aktivita v r. 2024 prejavila prevažne v podobe vzniku nových ťahových trhlín v predpolí závalov. Ťahovo-poklesový charakter so spätným poklesom (pokles v smere od závalov) bol zistený len na trhlínach 6 a 8 (obr. 4.7.9). Poklesový charakter (bez ťahového charakteru pohybu) bol zaznamenaný len na trhlíne 9 (obr. 4.7.9), pričom pokles nastal smerom k závalu Z12. Aktivizácia bola zaznamenaná na už existujúcej trhlíne 1a.

Ako je zrejmé z obr. 4.7.9, severne až severovýchodne od závalu Z1 bola dokumentovaná skupina novovzniknutých aktívnych trhlín 1, 2, 3, 20 a aktivizácia existujúcej trhlíny 1a.

Trhlina 1 vznikla ako nová ťahová trhlina (s hĺbkou do 20 cm) predstavujúca západné pokračovanie trhlíny zaznamenatej už v minulosti. Je charakteristická nerovnomerným priebehom s lokálnymi preliačninami. Situovaná je v hustom trávnom poraste. Južne od trhlíny 1 bola zaznamenaná ťahová trhlina 20 so šírkou 10 – 20 cm. Je pomerne plytká (s hĺbkou len niekoľko cm). K aktivizácii už existujúcej trhlíny došlo na trhlíne 1a, kde bol zaznamenaný

jej ťahovo-poklesový charakter. *Trhliny 2 a 3* sa vyznačujú paralelným priebehom. Aktívna ťahová trhlina 2 je hlboká cca 30 cm, so šírkou cca 30 cm. Trhlina 3 je nevýrazná (v trávnom poraste málo zreteľná) ťahová trhlina so šírkou 10 cm a odhadovanou hĺbkou 10 cm (opisovaná hĺbka trhlín je určená ako rozmer ich pozorovaného prejavu z úrovne terénu).

Podľa porovnávacieho snímkovania zo stanovišť F1 (obr. 4.7.10a) a F2 (obr. 4.7.10b) pri závale Z2 je zrejme postupné zarastanie stien a dna závalu vegetáciou, pričom stále dochádza k uvoľňovaniu a opadávaní horninových úlomkov a balvanov na východnej stene závalu.

Východne od závalu Z2 boli zaznamenané novovzniknuté *trhliny 4 a 5* (obr. 4.7.9). Jedná sa o veľmi málo zreteľné ťahové trhliny šírky cca 10 cm a s odhadovanou hĺbkou 5 cm.

Trhliny 6 a 8 vznikli severovýchodne (trhlina 6) až východne (trhlina 8) od závalu Z4 (obr. 4.7.9). Vyznačujú sa ťahovo-poklesovým charakterom so spätným poklesom (smerom od závalu). Trhlina 6 (obr. 4.7.12a) je výraznejšia s odhadovaným poklesom 10 – 20 cm a šírkou na povrchu cca 40 – 70 cm, pričom jej vznikom došlo k prepojeniu už v minulosti zaznamenaných trhlín. Hĺbka trhliny 6 je cca 20 cm. Trhlina 8 je menej výrazná, s hĺbkou poklesu cca 10 cm, šírkou aj hĺbkou tiež cca 10 cm. V oblasti medzi trhlinami 6 a 8 bol zistený vznik málo výraznej ťahovej trhliny 7 šírky cca 30 cm a s hĺbkou do 10 cm. Všetky tieto tri trhliny sa tiahnu obdobným (SSZ-JJV) smerom.

Ako vidieť na obr. 4.7.9, východne od závalu Z12 bol zistený vznik nových *trhlín 9 a 10*. Ich charakter bolo možné zaznamenať len na lokálnych miestach vzhľadom na hustú vegetáciu krovín. Možno predpokladať, že sa tiahnu paralelným JZ-SV smerom. Trhlina 9 je pomerne výrazná poklesová trhlina s odhadovanou mierou poklesu 30 – 50 cm. Pokles nastal smerom k závalu Z12. Ťahová trhlina 10 s prejavom depresie tvaru písmena V má odhadovanú hĺbku 20 – 30 cm a šírku 30 – 40 cm.

V tesnej blízkosti juhovýchodného okraja závalu Z12 bol zaznamenaný výskyt dvoch nových pomerne krátkych poklesových *trhlín 11a a 11b* (obr. 4.7.9). Odhadovaný pokles na trhlíne 11a je až 1 m. Zaujímavosťou je ich pokles smerom k sebe (trhlina 11a poklesáva smerom na sever a trhlina 11b smerom na juh), čím medzi sebou vytvárajú poklesovú depresiu. Južne od týchto popisovaných trhlín sa vyvinula ťahová *trhlina 11*, ktorá prepojila už v minulosti zaznamenané dve aktívne trhliny tiahnuce sa východným a juhozápadným smerom od trhliny 11. Maximálna odhadovaná šírka trhliny do 40 cm bola zaznamenaná len v jej krátkom úseku, v ostatnom priebehu je užšia.

Aktívne opadávanie horninových úlomkov a balvanov (obr.4.7.11) bolo zaznamenané v oblasti SV steny závalu Z15 (obr. 4.7.9).

V južnej časti závalového pásma, obdobne ako v r. 2023, nebola pozorovaná aktivizácia ani vznik nových trhlín. Aktívna ťahová trhlina fotograficky dokumentovaná zo stanovišť F3 (obr. 4.7.10c) neprejavuje vizuálne pozorovateľnú zmenu stavu v porovnaní so stavom v r. 2023. Aj priechodnosť otvorenia trhliny s hĺbkou cca 1 m je obdobná ako pri jej dokumentácii v r. 2023. Podobne nebola pozorovaná zmena v aktivite trhlín sledovaných zo stanovišť F4 a F5 (obr. 4.7.10d, 4.7.10e).

V západnej časti závalového pásma trhliny sledované zo stanovišť F6 (obr. 4.7.10f) a F6A (obr. 4.7.10.g) a F7 (obr. 4.7.10h) nepreukazujú aktivitu, ktorá by bola podľa porovnávacieho fotografického snímkovania pozorovateľná.

Z porovnávacieho snímkovania trhliny uskutočňované zo stanovišť F8 (obr. 4.7.10i) je zrejme opadávanie horninových úlomkov a osypávanie hlinito-kamenitej sute zo sledovanej odľučnej hrany trhliny.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

g)



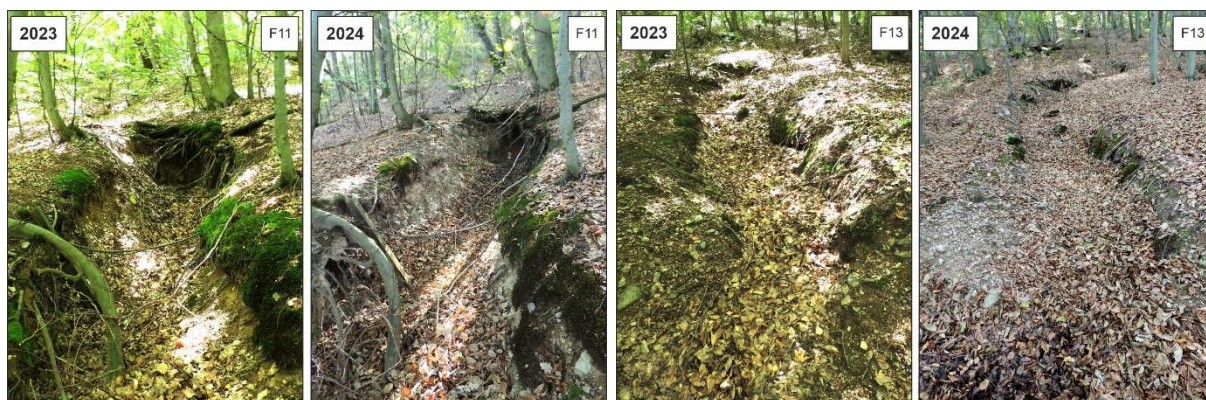
h)

i)



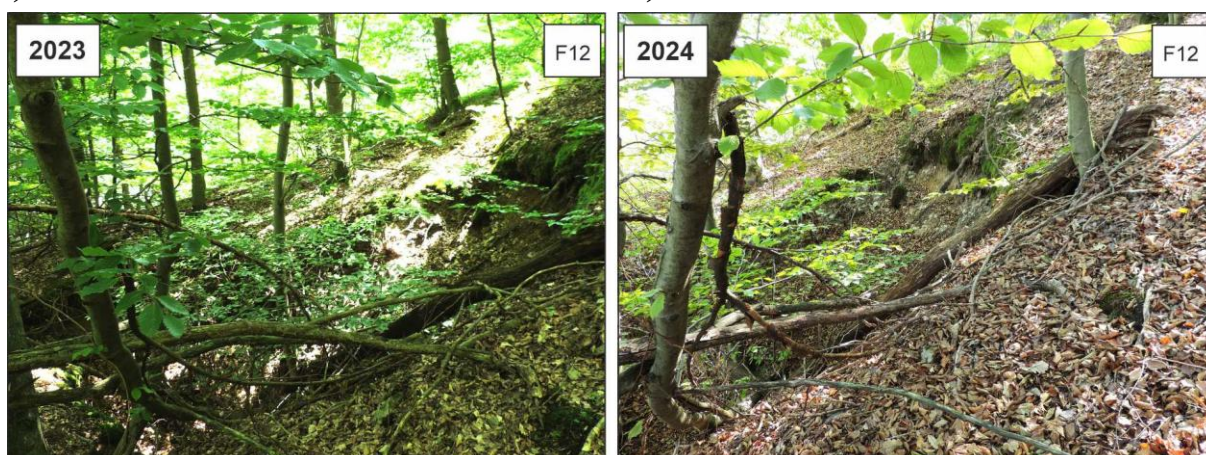
j)

k)



l)

m)



n)



o)

p)

Obr. 4.7.10: Porovnávacie fotografické snímkovania závalového pásma v Kobeliarove z r. 2023 a z r. 2024 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.

Na trhlíne sledovanej zo stanovišťa F9 (obr. 4.7.10j) nie sú podľa porovnávacieho fotografického snímkovania viditeľné prejavy jej aktivizácie. Avšak severozápadne od nej bola zistená aktivizácia trhlíny vo forme 3 otvorov s priemerom cca 10 cm (obr. 4.7.9) naznačujúcich skrytý priebeh *trhlíny* 12 ťahového charakteru. Odhadovaná hĺbka otvorov je 10 cm.

Na závale Z18 sledovanom zo stanovišťa F12 (obr. 4.7.10n) nebola pozorovaná jeho aktivizácia. Severne od závalu Z18 bol zistený vznik novej neotvorenej poklesovej *trhlíny* 13 prepájajúcej už v minulosti zaregistrované aktívne trhlíny JZ-SV orientácie (obr. 4.7.9). Táto orientácia je najčastejšia pre už existujúce trhlíny na severozápadnom a severnom okraji

závalového pásma. Pokles smeruje k závalu Z10, pričom jeho maximálna hodnota (cca 40 cm) bola zaznamenaná v strednej časti priebehu trhliny, smerom k okrajom trhliny sa veľkosť poklesu zmenšuje.

Aktivita v pásme trhlín sa prejavila aj aktivizáciou trhliny 14 a trhliny 15 situovaných severne od vyššie popisovanej trhliny 13. *Trhlina 14* je ťahovo-poklesová trhlina so spätným poklesom (smerom od závalového pásma) cca 40 cm. Aktivizácia sa prejavila vznikom otvorov do max. hĺbky cca 0,5 m a celkovým preliačením terénu v priebehu trhliny. Na aktivitu *trhliny 15* poukazuje vznik dvoch otvorov (s priemerom cca 20 cm) vzájomne vzdialených 1 m. Priechodná hĺbka južnejšie situovaného otvoru je cca 20 cm a severnejšieho cca 50 cm.

Z vyhodnotenia fotografického snímkovania trhlín zo stanovišť F10 (obr. 4.7.10k) a F11 (obr. 4.7.10l) nie je zrejmä pozorovateľná zmena v ich aktivite.



Obr. 4.7.11: Opadávanie horninových úlomkov v oblasti SV steny závalu Z15.

Z porovnávacieho snímkovania trhliny zo stanovišť F13 (obr. 4.7.8m) nie je pozorovateľná aktivizácia sledovanej trhliny, avšak v mieste samotného stanovišť situovaného na lesnej ceste došlo k vzniku otvoru nadväzujúceho na novovzniknutý krátky úsek poklesovo-ťahovej trhliny 16 (obr. 4.7.12b) prebiehajúcej smerom na SV. Pokles na trhlne (cca 10 cm) smeruje k závalovému pásmu. Táto zaznamenaná trhlina je pokračovaním trhliny sledovanej zo stanovišť F13 a potvrdzuje ďalšiu aktivizáciu sledovanej trhliny severovýchodným smerom.

Severozápadne od závalu Z8 bol zaznamenaný vznik 3 nových *trhlín 17, 18 a 19* (obr. 4.7.9). Trhlina 17 má ťahovo-poklesový charakter a prejavuje sa ako širšia preliačina s premenlivou hĺbkou (cca do 30 cm) aj šírkou (cca do 80 cm). Miera poklesu je odhadom do 30 cm. Aktivitu trhliny 17 potvrdzuje aj vzniknutý otvor s hĺbkou 20 cm na jej východnom ukončení. Trhliny 18 a 19 sa vo svojom severnom ukončení spájajú a zároveň napájajú na už v minulosti zaznamenanú aktívnu trhlinu sledovanú zo stanovišť F15. Trhlina 18 je poklesového charakteru s odhadovanou veľkosťou poklesu do 50 cm. Pokles smeruje k závalovému pásmu. Trhlina 19 je ťahová, charakteru plytkej priehlbiny s hĺbkou do 30 cm a šírkou tiež cca do 30 cm. Sporadicky je vo svojom priebehu otvorená.

Trhlina sledovaná porovnávacím snímkovaním zo stanovišť F15 (obr. 4.7.10p) nevykazuje známky svojej aktivizácie.

Z porovnávacieho snímkovania zo stanovišť F14 (obr. 4.7.10o) vyplýva, že už v r. 2023 došlo k náklonu stromu na severozápadnej strane sledovanej trhliny. Zdá sa, že aj

v r. 2024 dochádza k jeho ďalšiemu miernemu náklonu smerom k trhline, čo poukazuje na jej pokračujúcu aktivizáciu.



a)



b)

Obr. 4.7.12: Nové ťahovo – poklesové trhliny zaznamenané v r. 2024: a) trhlina 6, b) trhlina 16.

Zo sledovania lokality ložiska Kobeliarovo vyplýva, že pozorovateľná neustávajúca aktivita geodynamických javov vzniknutých vplyvom ťažby sa v r. 2024 výraznejšie prejavila takmer v celej oblasti trhlín závalového pásma, a to najmä v podobe výskytu nových trhlín a v menšej miere 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 2024 táto organizácia pokračovala vo výkone kontrol odvádzania banskej vody z dedičnej štôlne Alžbeta a pravidelnej údržbe odkaliska Bodnarec (HBÚ, 2025).

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

Hydrogeologické a geochemické aspekty

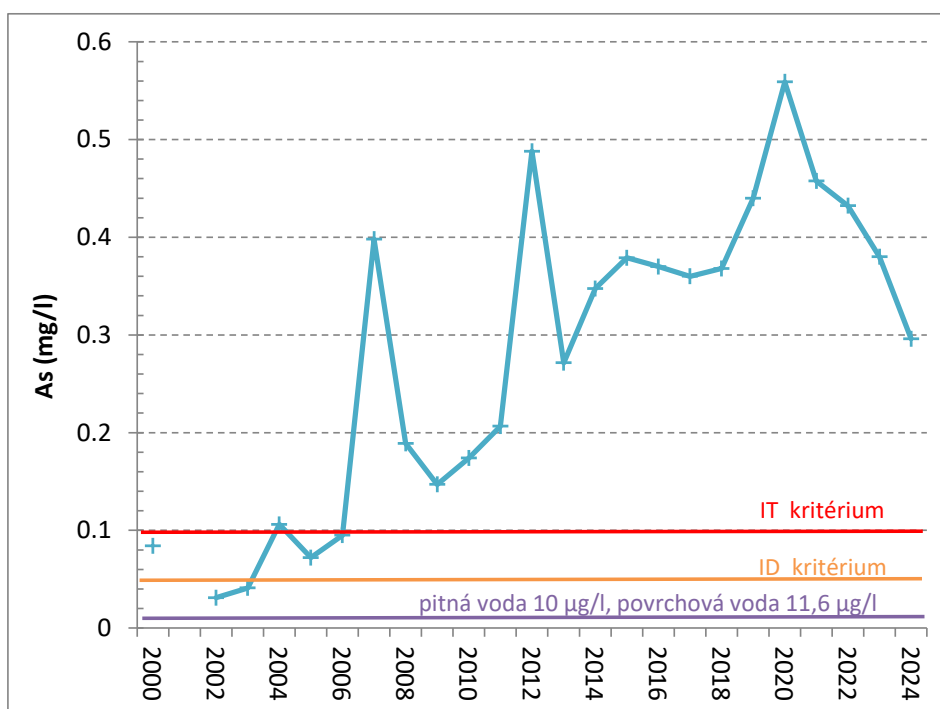
Banské priestory v oblasti medzi Slovinkami a Gelnicou, ktorými boli v minulosti hlbinne ťažené žily sideritovo-sulfidickej rudy, sú dnes opustené. Ťažba bola ukončená 30. 6. 1993. Zatopené banské priestory na Slovinskej žile odvodňuje dedičná štôlna Alžbeta do povodia Slovinského potoka. Na gelnickej 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 otekajúcej štôľňou Alžbeta vykonávajú od roku 2002 s frekvenciou 4x ročne pracovníci Rudné bane, š.p. Banská Bystrica, pričom sa 1x ročne sledovala i jej kvalita v obmedzenom rozsahu parametrov (pH, Cu, As, Hg a Fe). Vlastný monitoring v rámci VŤŽP je od roku 2008 realizovaný na týchto pozorovacích objektoch (obr. 4.8.2): 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 2024 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 2024 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 – 2023 a pre rok 2024 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 2024 s 1,7-násobným prekročením NPK-PoK pre obsah arzenu. 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 štôlna Alžbeta a drenážnej vody odkalísk v Slovinkách podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) je dlhodobo (2007 – 2023) riziková len štôlna Alžbeta (S14), a to v obsahu As (tab. 4.8.3, 4.8.4), ktorý v priemere 7-násobne prevyšuje príslušné indikačné a 3,5-násobne prekračuje príslušné intervenčné kritérium. Charakteristická hodnota obsahu As v banskej vode štôlna Alžbeta za rok 2024 prevyšuje ID kritérium 6,4-násobne a IT kritérium 3,2-násobne. Obsah arzenu 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 0,30 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 arzenu vo vode štôlna Alžbeta pre obdobie rokov 2000 – 2023.

Na Turzovskom potoku pred ústím do Hnilca (G1) je dokumentovaná dlhodobo zvýšená koncentrácia Sb, v období rokov 2014 – 2023 5,4-násobne prevyšujúca požadovanú hodnotu pre povrchovú vodu (tab. 4.8.2). Jeho zdrojom je hlavne banská voda štôlna Krížová, v ktorej obsah Sb dlhodobo takmer 4-násobne prevyšuje intervenčné kritérium pre podzemnú vodu (tab. 4.8.4). Charakteristická hodnota obsahu Sb v banskej vode štôlna Krížová je v roku 2024

o 40 % nižšia ako v období 2007 – 2023 (tab. 4.8.1). Nevyhovujúci obsah Sb bol na monitorovacom mieste G1 zistený i v dvoch z troch odobratých vzoriek, v rámci geologického prieskumu EZ Gelnica – Jaklovce (Auxt et al., 2022).

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 Sloviniek – Gelnica.

Obj.	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	2008-2023	17,3	8,06	21	0,190	0,015	0,00005	0,0134	0,0022	0,0012	0,0024	0,0036	0,0010	0,0001
	2024	15,6	7,75	16	0,021	0,004	-	0,0100	0,0070	0,0020	0,0013	0,0040	0,0010	0,00005
SI2	2008-2023	22,6	8,06	27	0,039	0,011	0,00005	0,0050	0,0021	0,0042	0,0180	0,0108	0,0010	0,0001
	2024	19,8	7,80	20	0,018	0,006	-	0,0010	0,0006	0,0048	0,0120	0,0070	0,0010	0,00005
SI3	2008-2023	37,1	8,31	24	0,061	0,024	0,00006	0,0034	0,0021	0,0013	0,0017	0,0019	0,0010	0,0001
	2024	36,6	8,00	17	0,018	0,012	-	0,0010	0,0008	0,0032	0,0010	0,0010	0,0010	0,00005
SI4	2008-2023	102,7	7,98	294	0,729	0,336	0,00007	0,0032	0,0021	0,3502	0,0083	0,0040	0,0011	0,00008
	2024	100,5	6,72	228	0,251	0,136	-	0,0027	0,0023	0,3204	0,0069	0,0017	0,0017	0,00005
SI5	2008-2023	121,0	7,66	594	0,092	2,162	0,00006	0,0114	0,0019	0,0399	0,0058	0,0060	0,0218	0,00008
	2024	107,3	7,56	405	0,106	0,160	-	0,0010	0,0006	0,0613	0,0040	0,0035	0,0020	0,00005
SI6	2008-2023	41,4	8,19	77	0,205	0,057	0,00005	0,0047	0,0026	0,0367	0,0111	0,0065	0,0010	0,0001
	2024	35,3	7,90	39	0,027	0,278	-	0,0070	0,0007	0,0236	0,0087	0,0050	0,0010	0,00005
SI7	2009-2023	93,5	8,01	255	0,095	0,161	0,00005	0,0072	0,0020	0,0164	0,0104	0,0031	0,0013	0,00087
	2024	83,4	7,89	201	0,187	0,130	-	0,0030	0,0007	0,0173	0,0089	0,0040	0,0010	0,00005
G1	2014-2023	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
	2024	43,2	7,95	49	0,010	0,010	-	0,0020	0,0006	0,0048	0,0221	0,0080	0,0010	0,00005
G2	2014-2023	69,9	7,97	64	0,093	0,024	0,00009	0,0147	0,0010	0,0142	0,1879	0,0954	0,0019	0,0001
	2024	86,6	7,68	73	0,489	0,081	-	0,0065	0,0010	0,0662	0,1121	0,0315	0,0015	0,00013
G3	2014-2023	46,4	8,02	91	0,099	0,019	0,00005	0,0072	0,0011	0,0011	0,0056	0,0226	0,0024	0,0001
	2024	47,4	7,69	93	0,077	0,014	-	0,0060	0,0005	0,0010	0,0059	0,0260	0,0030	0,00005

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	2008-2023	0,16	V	0,08	0,09	0,05	0,05	0,30	0,26	0,10	0,48	0,24	0,05	0,08
	2024	0,14	V	0,06	0,01	0,01	-	0,23	0,85	0,17	0,26	0,27	0,05	0,08
SI2	2008-2023	0,21	V	0,11	0,02	0,04	0,05	0,08	0,25	0,36	3,60	0,58	0,05	0,10
	2024	0,18	V	0,08	0,01	0,02	-	0,02	0,07	0,41	2,40	0,37	0,05	0,08
SI3	2008-2023	0,34	V	0,09	0,03	0,08	0,06	0,06	0,26	0,12	0,34	0,10	0,05	0,08
	2024	0,33	V	0,07	0,01	0,04	-	0,02	0,10	0,28	0,20	0,05	0,05	0,07
SI4	2008-2023	0,93	V	1,18	0,36	1,12	0,06	0,05	0,26	30,19	1,67	0,21	0,05	0,10
	2024	0,91	V	0,91	0,13	0,45	-	0,04	0,28	27,62	1,38	0,09	0,08	0,07
SI5	2008-2023	1,10	V	2,38	0,05	7,21	0,06	0,19	0,23	3,44	1,17	0,32	0,99	0,11
	2024	0,98	V	1,62	0,05	0,53	-	0,02	0,08	5,28	0,79	0,19	0,09	0,07
SI6	2008-2023	0,38	V	0,31	0,10	0,19	0,05	0,08	0,31	3,16	2,22	0,34	0,05	0,08
	2024	0,32	V	0,16	0,01	0,93	-	0,11	0,09	2,03	1,74	0,27	0,05	0,07
SI7	2009-2023	0,85	V	1,02	0,05	0,54	0,05	0,12	0,24	1,41	2,08	0,16	0,06	1,16
	2024	0,76	V	0,80	0,09	0,43	-	0,05	0,09	1,49	1,78	0,21	0,05	0,07
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	0,39	V	0,20	0,01	0,03	-	0,03	0,07	0,41	4,42	0,43	0,05	0,08
G2	2014-2023	0,64	V	0,25	0,05	0,08	0,08	0,24	0,13	1,23	37,59	5,07	0,09	0,09
	2024	0,79	V	0,29	0,24	0,27	-	0,11	0,12	5,71	22,42	1,68	0,07	0,19
G3	2014-2023	0,42	V	0,36	0,05	0,06	0,05	0,12	0,13	0,10	1,11	1,20	0,11	0,09
	2024	0,43	V	0,37	0,04	0,05	-	0,10	0,06	0,08	1,17	1,38	0,14	0,08

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

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

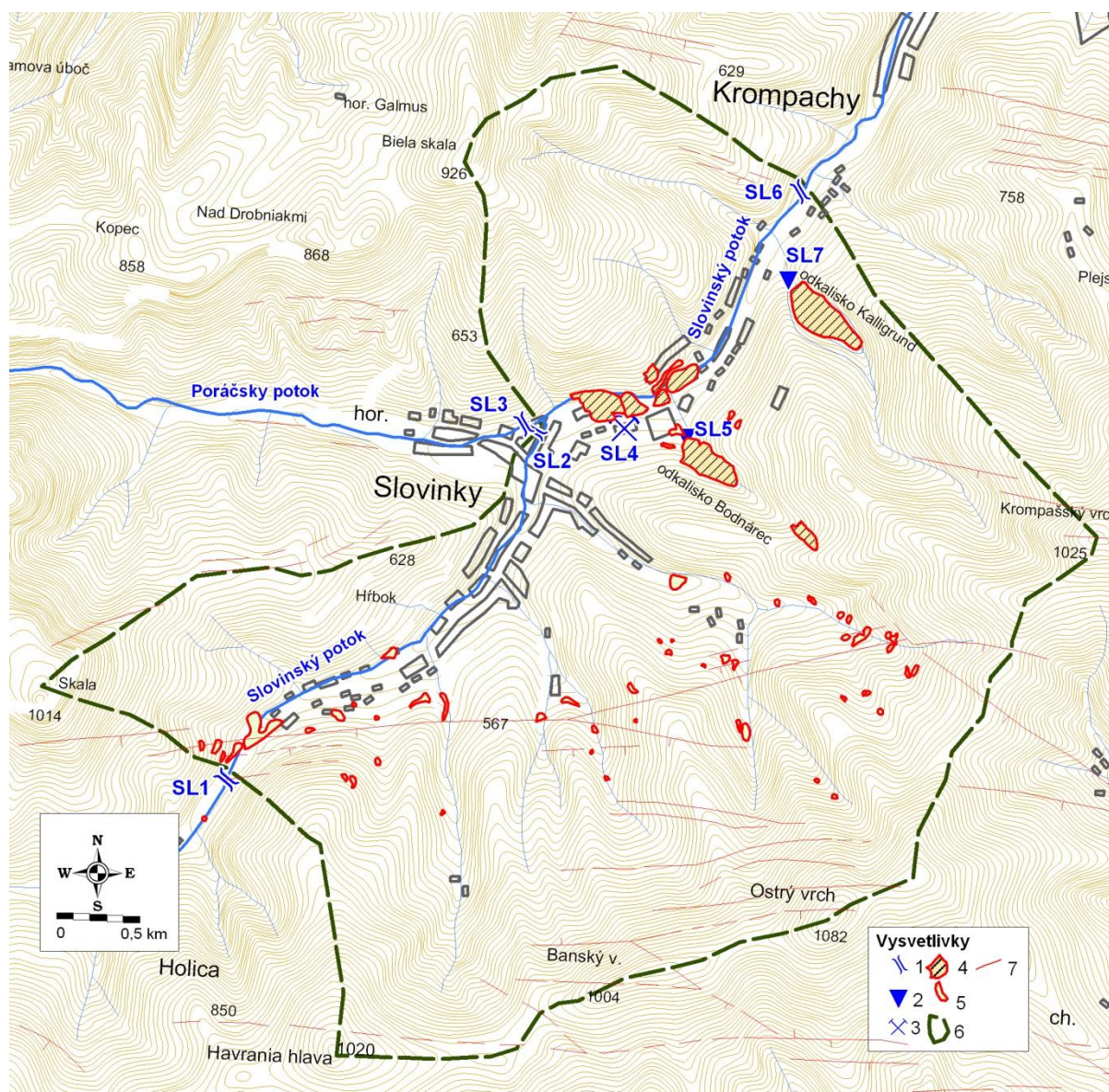
Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
SI4	2007 – 2023	0,51	V	0,03	0,003	0,021	7,00	0,33	0,004	0,01	0,02
	2024	0,50	V	-	0,003	0,023	6,41	0,28	0,002	0,02	0,01
SI7	2009 – 2023	0,47	V	0,03	0,007	0,020	0,33	0,42	0,003	0,01	0,17
	2024	0,42	V	-	0,003	0,007	0,35	0,36	0,004	0,01	0,01
SI5	2008 – 2023	0,60	V	0,03	0,011	0,019	0,80	0,23	0,01	0,22	0,02
	2024	0,54	V	-	0,001	0,006	1,23	0,16	0,004	0,02	0,01
G2	2014-2023	0,35	V	0,04	0,015	0,010	0,28	7,52	0,10	0,02	0,01
	2024	0,43	V	-	0,007	0,010	1,32	4,48	0,03	0,02	0,03
G3	2014-2023	0,23	V	0,03	0,007	0,011	0,02	0,22	0,02	0,02	0,01
	2024	0,24	V	-	0,006	0,005	0,02	0,23	0,03	0,03	0,01

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.3. Označenie objektov ako pri tab. 4.8.1.

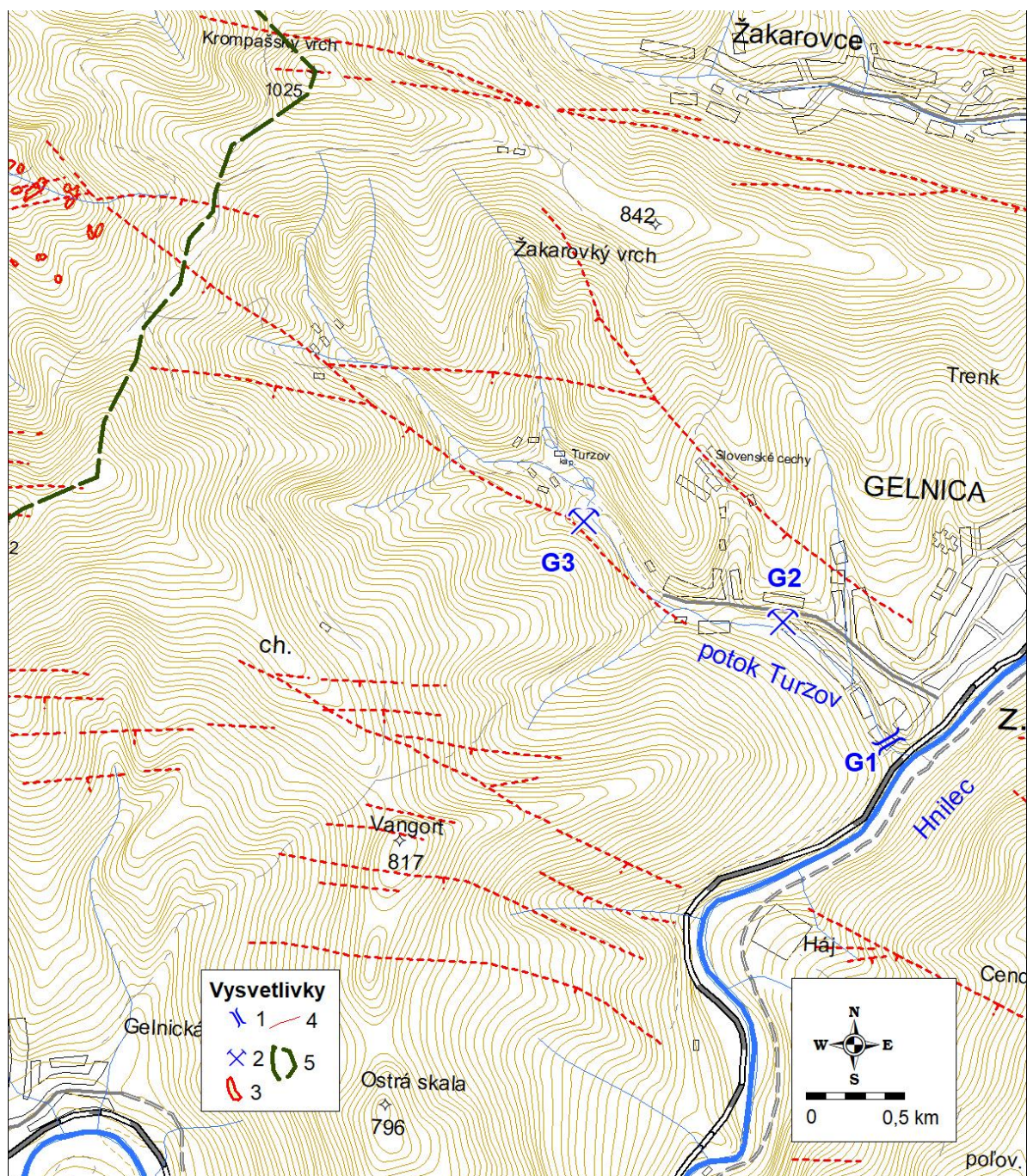
Tab. 4.8.4: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Slovinky – Gelnica s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu.

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Cd
SI4	2007 – 2023	0,34	V	0,01	0,002	0,01	3,50	0,17	0,002	0,01	0,004
	2024	0,33	V	-	0,001	0,012	3,20	0,14	0,001	0,009	0,003
SI7	2009 – 2023	0,31	V	0,01	0,004	0,01	0,16	0,21	0,002	0,01	0,044
	2024	0,28	V	-	0,002	0,004	0,17	0,18	0,002	0,005	0,003
SI5	2008 – 2023	0,40	V	0,01	0,01	0,01	0,40	0,12	0,003	0,11	0,004
	2024	0,36	V	-	0,001	0,003	0,61	0,08	0,002	0,010	0,003
G2	2014-2023	0,23	V	0,02	0,01	0,01	0,14	3,76	0,05	0,01	0,003
	2024	0,29	V	-	0,003	0,005	0,66	2,24	0,02	0,01	0,006
G3	2014-2023	0,15	V	0,01	0,004	0,01	0,01	0,11	0,01	0,01	0,003
	2024	0,16	V	-	0,003	0,003	0,01	0,12	0,01	0,02	0,003

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



Obr. 4.8.2: Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Slovinčany.
 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.

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 Dorota. 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 závozom ŽB pre zamedzenie vodnej erózie telies haldového materiálu akumulovaného na alúviu tohto toku. V rokoch 2013 – 2024 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 Bodnárez vykonávajú v súčasnosti Rudné Bane, š. p. Banská Štiavnica.

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 od roku 2019 zameraná na rekonštrukciu a údržbu banských diel, i dobývanie ložiska Rožňava – Strieborná, pri ročnej ťažbe 0,07 – 7,00 kt, pričom v roku 2024 sa vytŕažilo 0,114 kt polymetalickej rudy (HBÚ, 2025). 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 vŕd 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 VTŽP s frekvenciou meraní 2x ročne. V rokoch 2019 – 2024 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 dlhodobo monitorovaný, avšak bol účelovo režimovo pozorovaný Dianiškom (2008) v období od apríla 2006 do marca 2008 v rámci riešenia diplomovej práce. V rokoch 2005 a 2006 občasne merali výdatnosť výtoku z Dopravného prekopu i RB, š. p. Banská Bystrica v rámci likvidačných prác na ložisku. Od roku 2007 boli výtok banskej vody z Dopravného prekopu a jej kvalita merané 2x ročne i v rámci monitoringu VTŽP. 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 – 2024 (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). Kvalitu čerpanej vody z bane Mária dokumentuje, zo vzoriek odobratých v roku 2024, vzorka z 12.6.2024 s obsahom Fe = 1,20 mg/l, Mn = 4,57 mg/l, As = 6,5 µg/l a Sb = 19,4 µg/l. Zostávajúce vzorky boli odobraté v dobe, keď sa v bani nečerpalo a vytekajúca banská voda pochádzala z dobývok nad úrovňou Dopravného prekopu. Do rieky Slaná je vypúšťaná už upravená čerpaná banská voda, so súhlasom a pod dohľadom príslušného orgánu ŽP.

Voda štôľne Augusta je dlhodobé riziková obsahom SO₄, Mn, As a celkovou mineralizáciou (sledovanou nepriamo prostredníctvom EC). Charakteristická hodnota týchto parametrov pre rok 2024 je významne nižšia ako pre obdobie 2007 – 2023 – u mangánu (o 41 %), síranov (o 41 %) a u arzénu je o 40 % vyššia (tab. 4.9.2). Vo vode štôľne Sadlovský v sledovanom období 2007 – 2023 boli z potenciálnych kontaminantov najbližšie k limitným hodnotám obsah SO₄ a Sb. Ani v roku 2024 nie je zaznamenané ich prekročenie.

Z hľadiska hodnotenia kvality vody podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7), intervenčné kritérium nedosahuje v roku 2024 žiadny zo sledovaných parametrov v monitorovaných objektoch lokality (tab. 4.9.4). Indikačné kritérium v roku 2024 takmer 2-násobne prekročila ChH obsahu As vo vode štôľne Augusta. Je mierne vyššia, ako priemer pre obdobie 2007 – 2023 (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 – 23	113,5	6,01	574	32,84	17,02	0,23	0,00007	0,090	0,004	0,010	0,022	0,068	0,026	0,00015
		2024	50,0	7,35	137	0,62	1,21	0,10	0,00005	0,008	0,0004	0,005	0,007	0,018	0,006	0,00005
Ro2	Sadlovský štôľňa	2007 – 23	96,8	8,26	229	0,17	0,03	0,01	0,00007	0,003	0,002	0,003	0,004	0,001	0,001	0,00007
		2024	97,1	8,17	199	0,15	0,05	0,01	0,00005	0,003	0,0006	0,002	0,005	0,002	0,002	0,00005
Ro3	Augusta štôľňa	2007 – 23	184,6	7,75	652	1,32	1,59	0,02	0,00006	0,005	0,002	0,068	0,003	0,001	0,002	0,00005
		2024	139,7	7,56	385	1,33	0,94	0,02	0,00005	0,010	0,0007	0,095	0,002	0,001	0,003	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 čerpaná banská voda po úprave, 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 -2023	1,03	N	2,30	16,42	56,73	1,16	0,66	1,58	0,44	0,88	4,44	4,46	1,17	0,20
	2024	0,45	V	0,55	0,31	4,03	0,50	0,50	0,13	0,04	0,45	1,37	1,14	0,27	0,07
Ro2	2007 -2023	0,88	V	0,91	0,09	0,11	0,07	0,65	0,06	0,21	0,22	0,86	0,10	0,06	0,10
	2024	0,88	V	0,80	0,08	0,18	0,07	0,50	0,05	0,05	0,15	0,90	0,11	0,10	0,07
Ro3	2007 -2023	1,68	V	2,61	0,66	5,29	0,09	0,55	0,09	0,21	5,92	0,66	0,10	0,10	0,07
	2024	1,27	V	1,54	0,66	3,12	0,09	0,50	0,18	0,05	8,25	0,36	0,07	0,15	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 -2023	0,57	N	0,93	0,03	0,09	0,003	0,20	0,89	0,07	0,26	0,03
	2024	0,25	V	0,40	0,03	0,008	0,0003	0,10	0,27	0,018	0,06	0,01
Ro2	2007 -2023	0,48	V	0,06	0,03	0,003	0,001	0,05	0,17	0,001	0,01	0,01
	2024	0,49	V	0,06	0,03	0,003	0,0004	0,04	0,18	0,002	0,02	0,01
Ro3	2007 -2023	0,92	V	0,07	0,03	0,005	0,001	1,36	0,13	0,001	0,02	0,01
	2024	0,70	V	0,07	0,03	0,010	0,0003	1,90	0,07	0,001	0,03	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 -2023	0,38	V	0,58	0,01	0,04	0,001	0,10	0,44	0,03	0,13	0,01
	2024	0,17	V	0,25	0,01	0,004	0,0001	0,05	0,14	0,009	0,03	0,003
Ro2	2007 -2023	0,32	V	0,04	0,01	0,002	0,0004	0,03	0,09	0,001	0,01	0,004
	2024	0,32	V	0,03	0,01	0,002	0,0001	0,02	0,09	0,001	0,01	0,003
Ro3	2007 -2023	0,62	V	0,05	0,01	0,002	0,0004	0,68	0,07	0,001	0,01	0,003
	2024	0,47	V	0,04	0,01	0,005	0,0001	0,95	0,04	0,001	0,02	0,001

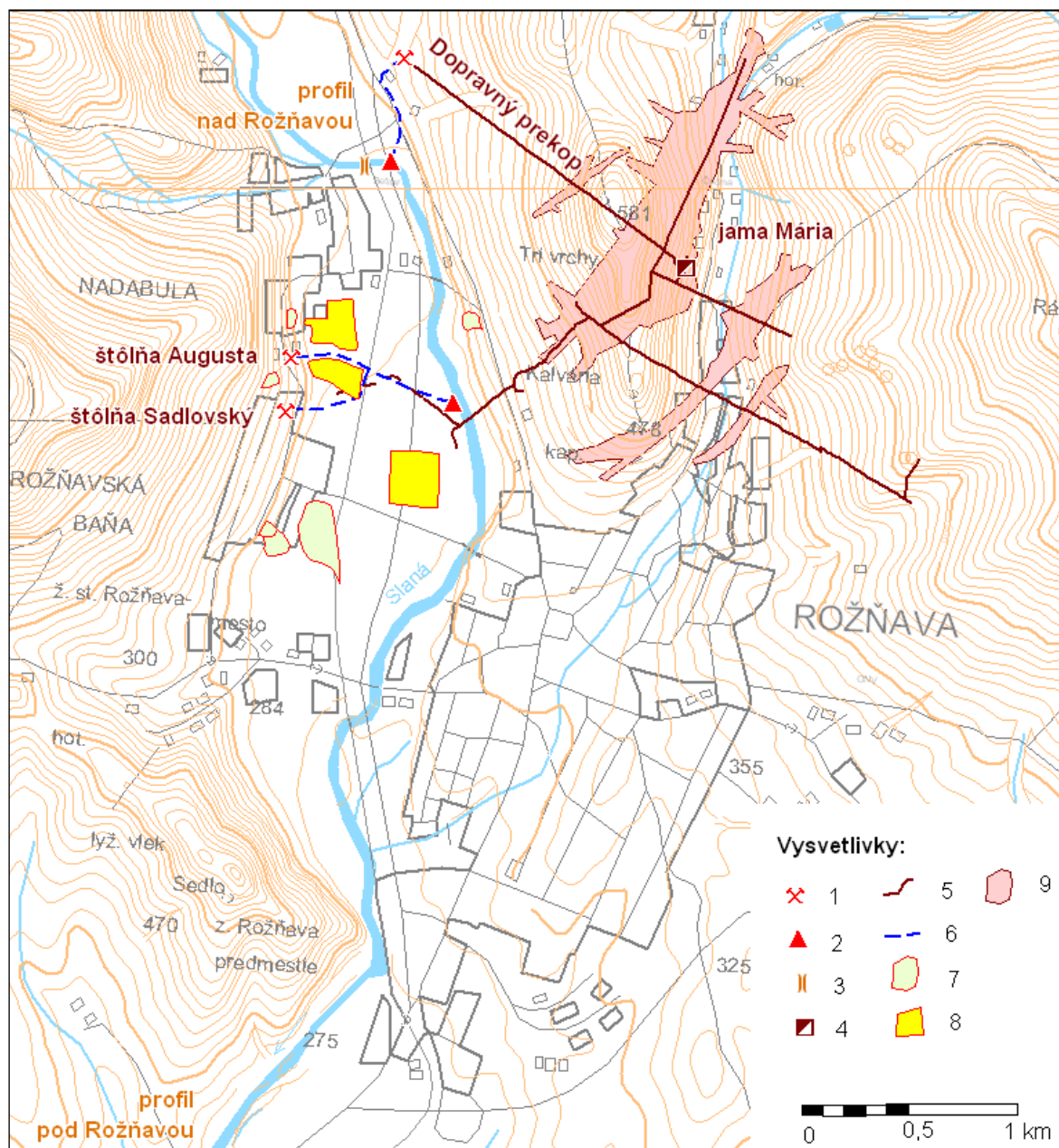
Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.4. Označenie objektov ako pri tab. 4.9.1.

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 – 2024 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 2024, 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 štôlne, 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, 2025).

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 sústredeným výtokom šachtou Pech, čiastočne štôľňami Nová a Karoli i neregulovanými priesakmi do potoka Smolník. Hydrometrickými, vzorkovacími a laboratórnymi prácami štátneho monitoringu VŤŽP bola v období rokov 2008 – 2024 dokumentovaná banská voda šachty Pech, štôlní Karoli a Nová, priesaky z odkaliska a dva profily potoka Smolník. 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 rokoch 2020 – 2024 sa profily potoka Smolník vzorkovali 1 – 2x a zostávajúce objekty 2-krát, s výnimkou šachty Pech (2020 – 2x, 2021 – 5x, 2022 až 2024 – 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 2024 z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody sú na výstupnom profile potoka Smolník *Sm8* z hodnotenej oblasti zistené nevyhovujúce koncentrácie Fe, Mn, Al, Zn a Cu (tab. 4.10.2), hoci na vstupnom profile *Sm1* sú vyhovujúce. Najvýraznejšie prekročenie požadovanej hodnoty – 8,6-násobné – je dokumentované u zinku, výrazné (niekoľko-násobné) je u železa, mangánu, medi a hliníka. V porovnaní s obdobím rokov 2008 – 2023 ide o nižšie miery prekročenia.

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 – 2023	10,8	7,32	15	0,3	0,04	0,04	0,019	0,002	0,002	0,005	0,001	0,001	0,00009
	2024	10,5	7,28	13	0,1	0,02	0,03	0,005	0,0004	0,001	0,004	0,001	0,001	0,00005
Sm2	2008 – 2023	25,9	5,23	113	17,3	2,1	4,18	0,078	0,002	0,001	0,060	0,175	0,045	0,00035
	2024	26,4	6,02	120	6,5	1,1	1,85	0,058	0,001	0,0006	0,045	0,194	0,067	0,00035
Sm3	2008 – 2023	270,5	4,04	2281	280,1	22,1	55,17	5,825	0,054	0,045	1,663	0,147	0,262	0,00481
	2024	237,6	4,23	1618	220,1	16,5	41,46	3,717	0,048	0,036	1,489	0,118	0,324	0,00536
Sm4	2008 – 2023	46,6	6,32	203	1,1	1,4	0,13	0,237	0,002	0,001	0,040	0,028	0,002	0,00008
	2024	45,6	6,73	196	0,1	0,3	0,03	0,039	0,0010	0,001	0,002	0,011	0,003	0,00008
Sm6	2008 – 2023	170,4	6,30	1006	13,1	13,9	0,09	0,093	0,002	0,124	0,036	0,048	0,046	0,00025
	2024	167,7	6,37	998	10,3	12,5	0,04	0,064	0,0003	0,142	0,010	0,046	0,048	0,00015
Sm7	2008 – 2023	296,2	6,38	2098	61,5	17,7	0,09	0,268	0,003	0,623	0,008	0,065	0,076	0,00009
	2024	328,5	6,69	2254	65,3	16,6	0,04	0,136	0,0003	0,752	0,001	0,066	0,087	0,00005
Sm8	2008 – 2023	29,9	6,21	128	10,4	1,2	1,70	0,308	0,003	0,006	0,094	0,010	0,011	0,00036
	2024	30,0	6,16	140	9,9	1,0	0,52	0,264	0,0009	0,006	0,074	0,009	0,020	0,00045

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. 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). Obsah Zn tu nevyhovoval limitu ani v roku 2024 (tab. 4.10.3).

Z hľadiska hodnotenia kvality zdrojov banskej vody nachádzajúcich sa v hodnotenej oblasti a drenážnej vody odkaliska podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) prevyšuje intervenčné kritérium (IT) obsah Al (až 138-násobné prekročenie v období rokov 2008 – 2023 a 104-násobné prekročenie v roku 2024), Zn (1,2-násobné prekročenie 2008 – 2023) a Co (1,3-násobné prekročenie 2008 – 2023) v šachte Pech, obsah Al v Novej štôlni a obsah As na oboch ústiach drenáže z odkaliska (tab. 4.10.5). Indikačné kritérium (ID) je okrem toho prekročené pre hodnotu EC pre šachtu Pech, pre obsah Ni v šachte Pech a Novej štôlni, obsah Cu a pre rok 2024 i Cd pre šachtu Pech (tab. 4.10.4). Obsah berýlia nevyhovuje ID podzemnej vody u vody šachty Pech a Novej štôlne. Reakcia vody nevyhovuje indikačnému kritériu u všetkých objektov pre obdobie 2008 – 2023, pre rok 2024 už vyhovovala v štôlni Karoli a v spodnom výtoku priesakovej vody z odkaliska. Intervenčnému kritériu nevyhovuje reakcia vody šachty Pech a vody Novej štôlne. Na výtoku banskej vody zo šachty Pech (objekt Sm3) sú charakteristické hodnoty sledovaných ukazovateľov pre rok 2024 nižšie v porovnaní s obdobím 2008 – 2023 (tab. 4.10.1), s výnimkou kobaltu a kadmia.

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. 4.10.6). 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 – 2023	0,10	V	0,06	0,14	0,15	0,20	0,61	0,25	0,16	0,18	0,04	0,03	0,15
	2024	0,10	V	0,05	0,06	0,06	0,15	0,15	0,05	0,14	0,13	0,03	0,02	0,09
Sm2	2008 – 2023	0,24	N	0,45	8,65	6,84	20,89	2,55	0,23	0,08	2,32	5,83	0,90	0,60
	2024	0,24	N	0,48	3,25	3,72	9,23	1,87	0,07	0,06	1,72	6,47	1,33	0,60
Sm3	2008 – 2023	2,46	N	9,12	140,06	73,68	275,85	189,13	6,63	4,71	63,73	4,90	5,23	8,30
	2024	2,16	N	6,47	110,07	54,90	207,29	120,69	5,85	3,79	57,03	3,93	6,48	9,24
Sm4	2008 – 2023	0,42	V	0,81	0,57	4,52	0,67	7,71	0,22	0,13	1,55	0,95	0,05	0,14
	2024	0,41	V	0,78	0,07	1,11	0,14	1,27	0,12	0,08	0,08	0,35	0,06	0,13
Sm6	2008 – 2023	1,55	V	4,02	6,56	46,42	0,44	3,01	0,27	12,91	1,38	1,62	0,92	0,43
	2024	1,52	V	3,99	5,13	41,50	0,18	2,06	0,03	14,79	0,38	1,53	0,95	0,26
Sm7	2008 – 2023	2,69	V	8,39	30,73	58,96	0,45	8,70	0,40	64,86	0,32	2,17	1,52	0,15
	2024	2,99	V	9,01	32,65	55,33	0,18	4,42	0,03	78,28	0,04	2,20	1,74	0,09
Sm8	2008 – 2023	0,27	V	0,51	5,22	3,85	8,49	9,99	0,34	0,61	3,60	0,34	0,23	0,63
	2024	0,27	V	0,56	4,95	3,25	2,60	8,56	0,11	0,59	2,84	0,30	0,39	0,78

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.

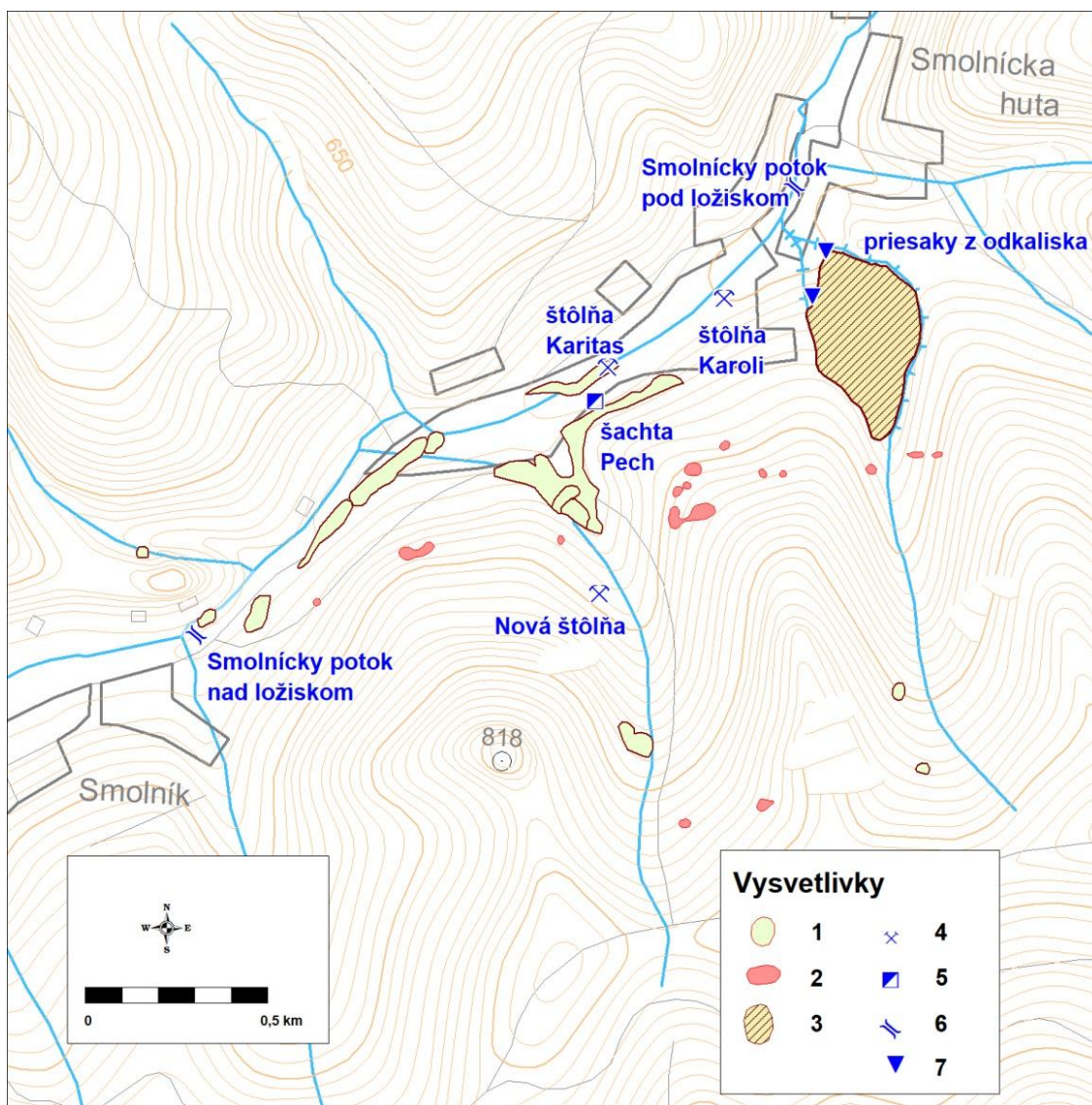
Tab. 4.10.3: Výsledky monitoringu SHMÚ vybraných ukazovateľov kvality vody toku Smolník na monitorovacom mieste „ústie“ v roku 2024 (Döményová et al., 2025).

	Namerané údaje					Trieda tvrdosti	NPK-POK / RP-PoK
	n	Min.	Max.	P90	Priem.	Max./Priem.	
Hg µg/l	5	0,015	0,050	0,036	0,012		0,12 / 0,1
Cd µg/l	5	0,060	0,600	0,476	0,258	5/5	2,0 / 0,75
Pb µg/l	5	1,00	1,00	1,00	0,50		15 / 2,2
As µg/l	5	0,50	0,50	0,50	0,25		- / 9,6
Cu µg/l	5	3,81	80,00	52,68	21,54	5/5	- / 33,8
Zn µg/l	12	8,97	319,00	197,60	127,04	5/5	- / 75

Tab. 4.10.4: 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 – 2023	0,13	N	16,71	0,05	0,02	0,02	0,06	1,75	0,45	0,07	1,10
	2024	0,13	N	7,38	0,04	0,006	0,01	0,05	1,94	0,67	0,07	1,30
Sm3	2008 – 2023	1,35	N	220,68	3,88	0,54	0,90	1,66	1,47	2,62	0,96	1,67
	2024	1,19	N	165,83	2,48	0,48	0,73	1,49	1,18	3,24	1,07	1,39
Sm4	2008 – 2023	0,23	N	0,54	0,16	0,02	0,02	0,04	0,28	0,02	0,02	0,06
	2024	0,23	V	0,11	0,03	0,010	0,02	0,002	0,11	0,03	0,02	0,05
Sm6	2008 – 2023	0,85	N	0,35	0,06	0,02	2,48	0,04	0,48	0,46	0,05	0,06
	2024	0,84	N	0,14	0,04	0,00	2,84	0,01	0,46	0,48	0,03	0,05
Sm7	2008 – 2023	1,48	N	0,36	0,18	0,03	12,45	0,01	0,65	0,76	0,02	0,06
	2024	1,64	V	0,14	0,09	0,003	15,03	0,001	0,66	0,87	0,01	0,05

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



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.

Tab. 4.10.5: 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 – 2023	0,09	N	16,71	0,05	0,02	0,02	0,06	1,75	0,45	0,07	1,10
	2024	0,09	V	4,61	0,01	0,003	0,01	0,02	0,97	0,33	0,02	0,52
Sm3	2008 – 2023	0,90	N	137,92	1,17	0,27	0,45	0,83	0,74	1,31	0,24	0,67
	2024	0,79	N	103,64	0,74	0,24	0,36	0,74	0,59	1,62	0,27	0,55
Sm4	2008 – 2023	0,16	V	0,34	0,05	0,01	0,01	0,02	0,14	0,01	0,004	0,03
	2024	0,15	V	0,07	0,01	0,005	0,01	0,001	0,05	0,02	0,004	0,02
Sm6	2008 – 2023	0,57	V	0,22	0,02	0,01	1,24	0,02	0,24	0,23	0,01	0,02
	2024	0,56	V	0,09	0,01	0,001	1,42	0,005	0,23	0,24	0,01	0,02
Sm7	2008 – 2023	0,99	V	0,23	0,05	0,02	6,23	0,004	0,33	0,38	0,004	0,03
	2024	1,10	V	0,09	0,03	0,001	7,52	0,001	0,33	0,44	0,003	0,02

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

Tab. 4.10.6: 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 vydobytými časťami pyritového ložiska (obr. 4.10.1). V rokoch 2012 – 2024 na tejto lokalite neboli zaznamenané významné prejavy nestability telesa odkaliska ani povrchu terénu nad banskými priestormi.

4.11 Lokalita Novoveská Huta

Na lokalite sa nachádza zatopená opustená baňa s uránovo-molybdénovou a medenou rudou, hlbinne ťažené ložisko sadrovca a anhydritu Spišská Nová Ves – Novoveská Huta (baňa Mária - Sadrovka, 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 2024 sa na bani Mária – Sadrovka sa na úrovni dedičného horizontu štôlne Mária vytťažilo 9,0 kt sadrovca; hlbšie horizonty sú už zatopené, pričom k zatopeniu I. obzoru došlo v roku 2024 (HBÚ, 2025).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Na lokalite Novoveská Huta sa kumulujú dôsledky hlbinej ťažby sadrovca (baňa Mária - Sadrovka) a minulej ťažby kremeňovo-ankeritových žíl s chalkopyritom, priestorovo sa prelínajúcich so stratiformnými polohami U, Mo rudy (baňa Novoveská Huta a sprievodné štôlne) (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 v Novoveskej Hute tvorí mohutná šošovka o dĺžke cca 3,5 km, smerná dĺžka ložiska dosahuje až 5 km, hrúbka ložiskovej polohy kolíše od 1 do 15 m, hrúbka celého ložiska je 150 m. 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 vrchu Skalka 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 prebiehala v tomto období v smere ložiska na nultom horizonte úvodnej štôlne Mária (540 m n. m.) a hlbinných horizontoch otvorených úpadnicami: I. horizont (522 m n. m.) a II. horizont (485 m n. m.). Ako dobývacie metódy sa uplatňujú dve modifikácie dobývania: otvorenou komorou a podetážové dobývanie na zával. Pre možný zvýšený prítok vôd bola v roku 2009 táto baňa rozhodnutím banského úradu zaradená do kategórie baní s nebezpečenstvom prievalov vody. Napriek prijatým opatreniam došlo aj v roku 2010 k mimoriadnej udalosti zatopením bane po mimoriadne výdatných zrážkach. Zvýšený prítok v podzemí bol spôsobený prienikom dažďového ronu cez povrchové závaly. Ťažobná organizácia udáva priemerný mesačný prítok do bane v intervale 3,9 – 5,0 l/s. Banská voda bola z bane čerpaná na povrch z úrovne II. horizontu a vypúšťaná do potoka Holubnica. V roku 2024 už boli hlbinné horizonty bane zatopené (po zastavení čerpania vody z bane v roku 2021), pričom hladina sa stabilizovala pod úrovňou nultého horizontu (HBÚ, 2025). Baňa po zatopení jej hlbinných horizontov teda nie je prirodzene odvodňovaná odtokom banskej vody najnižšie položeným banským dielom ústiace na povrch, ktorým je štôľňa Mária ústiaca v areáli ťažobného závodu v Novoveskej Hute v úrovni 541,5 m n. m., ale skupinou výverov ktoré sa vytvorili v úrovni 525 – 530 m n.m. na východnom okraji jej závalového pásma, v doline Podzámčiská. Sčasti bol obnovený pôvodný obeh podzemných vôd v doline Podzámčiská, o čom svedčí obnovenie činnosti vodárensky zachyteného prameňa Markus, ktorý v minulosti zanikol v dôsledku drenážneho účinku banských diel. O jeho prepojení na zatopenú baňu poukazuje chemické zloženie jeho vody. Objavili sa aj viaceré rozptýlené vývery na dne doliny, ktoré pravdepodobne v minulosti boli činné, ale i tri sústredené vývery, ktorých výskyt nebol dokumentovaný. Sumárna výdatnosť výverov situovaných v závalovom pásme bane sa v roku 2024 pohybovala od 3,8 do 5,5 l/s, výdatnosť prameňa Markus dosahovala 3,9 – 5,7 l/s.

Baňa Novoveská Huta s **ložiskami U, Mo a Cu rúd** je v súčasnosti uzavretá a zatopená. Hlbinná ťažba medi tu prebiehala už od 13. storočia štôľňami, od začiatku 19. storočia i šachtami. V druhej polovici 20. storočia sa na ňom ťažili i U, Mo, (Cu, V) rudy. Ložiskové

telesá vystupujú v dvoch polohách, ktoré sú vertikálne vzdialené približne 200 m. Dĺžka spodnej polohy je 4 km, šírka 200 – 600 m a hrúbka niekoľko metrov až desiatok metrov. Tvar ložiska je trojuholníkový, šošovkovité rudné telesá dosahujú plochu desiatok až stoviek m² a niekoľkometrovú hrúbku. Vyhľadávanie uránových rúd prebiehalo v rokoch 1947 – 1957, skúšobná ťažba v rokoch 1954, 1956 a 1957. V rokoch 1964 – 1968 sa pokusne povrchovo ťažilo v priestore vrchu Muráň a hlbínne 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 hliníka je 0,70 mg/l a pre obdobie rokov 2007 – 2023 predstavuje 76-násobné prekročenie RP-PoK, v roku 2024 je zaznamenané 78-násobné prekročenie. Priemerná koncentrácia niklu na tomto objekte za obdobie rokov 2007 – 2023 je 30 µg/l, čo predstavuje 1,2-násobné prekročenie RP-PoK, v roku 2024 bolo prekročenie 1,2-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 2024 však bolo na ňom dokumentované mierne prekročenie NPK pre objemovú aktivitu ²²⁶Ra (tab. 4.11.2).

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 - 2023	242,4	7,75	1226	0,139	0,026	0,022	0,002	0,002	0,003	0,094	0,008	5,3
	2024	85,7	7,70	279	0,094	0,020	0,032	0,003	0,001	0,003	0,329	0,003	9,0
NH2	2007 - 2023	19,3	7,87	33	0,036	0,014	0,066	0,001	0,001	0,005	0,096	0,003	-
	2024	20,2	7,66	26	0,054	0,012	0,081	0,0006	0,0004	0,001	0,286	0,003	-
NH3	2007 - 2023	24,3	8,03	37	0,036	0,010	0,044	0,002	0,001	0,004	0,094	0,003	-
	2024	25,9	7,89	36	0,065	0,013	0,049	0,002	0,001	0,005	0,165	0,004	-
NH4	2007 - 2023	80,5	7,50	255	0,127	0,075	0,061	0,023	0,010	0,029	0,091	0,006	9,9
	2024	85,8	7,39	287	0,109	0,018	0,058	0,024	0,010	0,034	0,120	0,005	7,0
NH5	2007 - 2023	22,4	8,04	37	0,022	0,007	0,036	0,001	0,001	0,002	0,132	0,002	-
	2024	24,1	8,03	37	0,049	0,013	0,040	0,001	0,0003	0,001	0,199	0,002	-
NH6	2007 - 2023	20,5	5,81	76	0,151	0,546	0,024	0,001	0,000	0,174	0,125	0,022	-
	2024	20,4	6,26	83	0,239	0,492	0,027	0,0003	0,0003	0,139	0,262	0,024	-
NH7	2007 - 2023	42,1	8,01	70	0,054	0,013	0,076	0,003	0,001	0,003	0,141	0,041	11,0
	2024	38,7	7,86	59	0,045	0,008	0,073	0,006	0,0009	0,0055	0,185	0,042	23,0

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

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 štôlní a prítomnými haldami vytŕaženého materiálu. Napriek tomu tu v období rokov 2007 – 2023 neboli zaznamenané výrazné nárasty koncentrácií rizikových zložiek (^{226}Ra , U_{nat} , Cu, As) medzi týmito pozorovanými miestami. V roku 2024 bolo dosiahnutie hodnoty NPK pre objemovú aktivitu ^{226}Ra zaznamenané na monitorovacom mieste NH5.

Najvyššia úroveň objemovej aktivity ^{226}Ra je zaznamenaná monitoringom vo vývere pod jamou č. 1 (profil NH7), pre obdobie 2007 – 2023 s priemerom 0,141 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 Murán, s priemerom 0,125 Bq/l a variačným rozpätím 0,014 – 0,380 Bq/l. Na zostávajúcich objektoch dlhodobá priemerná hodnota ^{226}Ra neprekračuje 0,13 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), dňa 5.9.2024 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 – 2023	2,20	V	4,91	0,07	0,09	0,22	0,18	0,32	0,25	0,47	0,16
	2024	0,78	V	1,12	0,047	0,07	0,32	0,35	0,20	0,23	1,64	0,06
NH2	2007 – 2023	0,18	V	0,13	0,018	0,05	0,66	0,11	0,16	0,58	0,48	0,06
	2024	0,18	V	0,10	0,027	0,04	0,81	0,06	0,09	0,06	1,43	0,05
NH3	2007 – 2023	0,22	V	0,15	0,02	0,03	0,44	0,17	0,18	0,28	0,47	0,06
	2024	0,24	V	0,14	0,03	0,04	0,49	0,18	0,17	0,35	0,83	0,08
NH4	2007 – 2023	0,73	V	1,02	0,06	0,25	0,61	2,42	1,99	2,28	0,46	0,11
	2024	0,78	V	1,15	0,05	0,06	0,58	2,55	1,95	2,62	0,60	0,11
NH5	2007 – 2023	0,20	V	0,15	0,011	0,02	0,36	0,09	0,16	0,12	0,66	0,04
	2024	0,22	V	0,15	0,024	0,04	0,40	0,08	0,05	0,08	1,00	0,03
NH6	2007 – 2023	0,19	N	0,30	0,08	1,82	0,24	0,11	0,10	19,73	0,62	0,44
	2024	0,19	N	0,33	0,12	1,64	0,27	0,03	0,05	15,80	1,31	0,48
NH7	2007 – 2023	0,38	V	0,28	0,03	0,04	0,76	0,32	0,16	0,36	0,70	0,82
	2024	0,35	V	0,23	0,02	0,03	0,73	0,57	0,18	0,63	0,92	0,84

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.

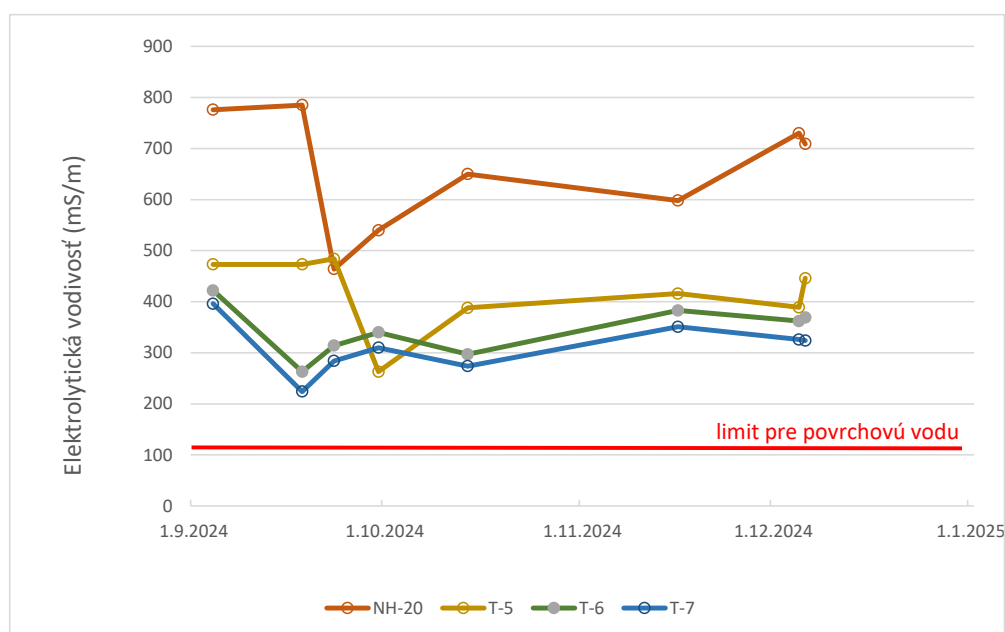
Objekt	Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	Ba	As	Sb	Cu
NH1	Sadrovka	2007 – 2023	1,21	V	0,02	0,03	0,06	0,003
		2024	0,43	V	0,03	0,07	0,04	0,003
NH4	Vodná štôlna	2007 – 2023	0,40	V	0,06	0,46	0,40	0,03
		2024	0,43	V	0,06	0,49	0,39	0,03
NH7	Pod jamou č. 1	2007 – 2023	0,21	V	0,08	0,06	0,03	0,003
		2024	0,19	V	0,07	0,11	0,04	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 15. 4. 2024 dosahovali koncentrácie prvkov, vypočítané podľa zmiešavacej rovnice pre tok Holubnicu v mieste pod sútokom so Suchohorským potokom, nasledovné hodnoty: As = 1,6 µg/l, Sb = 0,9 µg/l a Cu = 3,7 µg/l. Objemová aktivita ²²⁶Ra dosiahla hodnotu 0,165 Bq/l, nižšiu ako príslušná MH = 0,2 Bq/l pre povrchové vody. Pri vzorkovaní dňa 5.9.2024 sú tieto hodnoty nasledovné: As = 3,7 µg/l, Sb = 1,5 µg/l, Cu = 5,9 µg/l a objemová aktivita ²²⁶Ra = 0,192 Bq/l. Banská voda bane Mária – Sadrovka, ako typická voda so sulfátogénnou mineralizáciou, obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu a vápnika. Po zmiešaní s povrchovou vodou potoka Holubnica sa však ich obsahy znižovali na prípustnú úroveň aj v období prevádzkového odvodňovania bane čerpaním. Po jeho ukončení v roku 2021 vyteká štôlnou Mária z bane Mária – Sadrovka len malé množstvo banskej vody (menej ako 0,1 l/s), pričom ide o priesakovú vodu z pripovrchových častí bane nad úrovňou tejto štôlne. K odvodňovaniu zatopenej časti bane dochádza prostredníctvom skupiny výverov v priestore východného okraja závalového pásma bane, v doline Podzámčiská. Niektoré z nich, ako napríklad prameň Markus, boli činné v období pred vyrazením banských diel v oblasti doliny Podzámčiská a zatopením bane došlo k obnoveniu ich činnosti. Zdokumentovali sme tu však i vývery, ktoré sa tu v minulosti nenachádzali (Nový prameň 1 – 3). Týmto spôsobom je odvodňovanie bane Mária – Sadrovka presmerované z povodia toku Holubnica do povodia toku Tepličský Brusník. Chemické analýzy vody týchto výverov ukázali jej vysokú celkovú mineralizáciu, spôsobenú hlavne vysokým obsahom Na, Cl a SO₄²⁻ (tab. 4.11.4). Obsahy rizikových kovov a metaloidov, sú nízke a nepredstavujú environmentálne riziko. Obsah TOC vo vzorke zmesnej vody z prameňov (NH11) mierne prekročil ID kritérium pre podzemnú vodu. Sumárna výdatnosť výverov, meraná na prepuste pod lesnou cestou na okraji závalového pásma (NH11) dosahovala dňa 4. 9. 2024 4,30 l/s a dňa 16. 12. 2024 4,00 l/s. Intenzitu postupného riedenia vysoko mineralizovanej vody v toku Tepličského Brusníka, ukazuje graf na obr. 4.11.1. Pod vyústením prítokov vysoko mineralizovanej vody z výverov na okraji závalového pásma prekračuje hodnota EK25 vody Tepličského Brusníka limit pre povrchovú vodu približne 5-násobne. Vplyvom prítokov sa v smere toku miera tohto prekročenia znižuje a pred vstupom do intravilánu Pod Tepličkou (časť obce Teplička nad Hornádom) je limit pre povrchovú vodu v tomto parametri prekračovaný 2 – 3-násobne.

Tab. 4.11.4: Chemické zloženie vody výverov v doline Podzámčiská odvodňujúcich baňu Mária – Sadrovka.

Objekt	Dátum vzorkovania	EK25	pH	Na	Ca	Mg	Mn	Fe celk.	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	B	TOC
		mS/m	(-)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
NH11: tok pod závalmi Podzámčiská	4.9.2024	1387	7.72	2300	727	288	0.124	0.065	2775	3626	0.24	2,8
NH14: prameň Markus	4.9.2024	692	7.30	1000	339	112	0.003	0.013	977	1785	0.06	0,9
NH19: výver nad cestou	16.12.2024	1797	7.73	3000	716	333	0.254	0.041	3281	4761	0.27	-
NH21: Nový prameň	16.12.2024	1510	7.45	2270	662	376	0.289	0.019	3222	3661	0.46	-
NH25: prameň Markus - spodný	16.12.2024	762	7.51	1100	386	148	0.001	<0,002	1431	1829	-	-
ID		200	6,0 – 6,5 8,5 – 9,0	-	-	-	-	-	-	150	0,5	2
IT		300	<6,0 >9,0	-	-	-	-	-	-	250	5	5
Limit PV		110	6,0 – 8,5	100	100	200	0,3	2,0	250	200	-	-



Obr. 4.11.1: Elektrolýtická vodivosť vody Tepličského Brusníka na monitorovacích miestach pod závalových pásmom bane Mária – Sadrovka. Označenie monitorovacích miest: NH-20 – nad sútokom s pravostranným prítokom z lokality Nová Štôľňa, T-5 – pod sútokom s pravostranným prítokom z lokality Nová Štôľňa, T-6 – pod sútokom s pravostranným prítokom z chatovej osady Teplička, T-7 – pod sútokom s ľavostranným prítokom z lokality Klingovka resp. pred vstupom do intravilánu Pod Tepličkou.

Z hľadiska hodnotenia kvality zdrojov banskej vody nachádzajúcich sa v hodnotenej oblasti podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2015-7) dlhodobo prevyšovala indikačné kritérium len merná elektrická vodivosť (EC) banskej vody bane Mária – Sadrovka (tab. 4.11.3). V roku 2024 už zo štôľne Mária, po zatopení bane, vyteká nepatrné množstvo vody a baňa je odvodňovaná skupinou výverov v závalovom pásme v doline Podzámčiská. Vo vode týchto výverov intervenčné kritérium pre podzemnú vodu presahuje viac ako 10-násobne obsah chloridov.

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.

V rámci geologického prieskumu PEZ Novoveská Huta – Holubnica (Auxt et al., 2022) boli na úseku toku Suchohorského potoka, nad intravilánom Novoveskej Huty, odobraté dve vzorky sedimentu. Vo vzorke DPH-0, lokalizovanej pri Kráľovom prameni, bolo zistené prekročenie ID kritéria v obsahu medi. Vo vzorke DPH-8, lokalizovanej pred vstupom potoka do intravilánu Novoveskej Huty, nebolo zistené prekročenie ID kritéria u žiadneho zo sledovaných prvkov. Vysoký obsah As, Cu, Mo v okrovom sedimente pod haldou lomu Muráň bol dokumentovaný i v rámci monitorovania environmentálnej záťaže Spišská Nová Ves – Novoveská Huta – Muráň (Bajtoš a Radvanec, 2024).

Lokalita Nová štôľňa pri Novoveskej Hute

V rokoch 2008 – 2009 došlo na lokalite Nová štôľňa, vzdialenej asi 1,6 km juhovýchodne od východného okraja sadrovcovej bane Tollstein, k neočakávaným havarijným udalostiam. Išlo o prievaly banskej vody z Novej štôľne, 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 štôľňa zabezpečená pri realizácii likvidačných prác (v roku 1992). Odvtedy do polovice roka 2008 bol výtok z Novej štôľne 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 štôľne, sa opakovali štyri krát: pri prvom 26. 9. 2008 vyteklo zo štôľne 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 štôľne. 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 štôľne 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 štôľne 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 štôľne: samotné ústie Novej štôľne (T1), zával nad ústím Novej štôľne s výtokom banskej vody (T2), monitorovací vrt MV-1 (T3) a profil miestneho potoka nad ústím Novej štôľne (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 rozkvyv rýchlo reaguje na zrážky a možno predpokladať že uvedenými tromi objektmi je odvodňované celé množstvo vody infiltrovanej do banskej sústavy Novej štôlne. Vzduť 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 2024 dosiahol priemer dvoch meraní sumárneho množstva odtekajúcich banských vôd z Novej štôlne, z krátera a z vrtu MV-1, hodnotu 8,4 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	Al mg/l	Ba mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
Nová štôľňa	2009 – 2023	167	7,66	736	0,07	1,01	0,04	0,050	293	81	0,0008	0,0012	0,003
	2024	169	7,47	688	0,07	0,20	0,04	0,021	289	75	0,0006	0,0013	0,002
kráter	2009 – 2023	151	7,54	621	0,14	0,42	0,10	0,026	260	77	0,0006	0,0017	0,0027
	2024	149	7,38	534	0,02	0,17	0,04	0,024	239	68	0,0003	0,0020	0,0015
potok	2009 – 2023	134	8,27	500	0,08	0,12	0,07	0,053	205	52	0,0007	0,0009	0,0020
	2024	125	8,03	477	0,09	0,04	0,04	0,060	201	49	0,0013	0,0013	0,0010

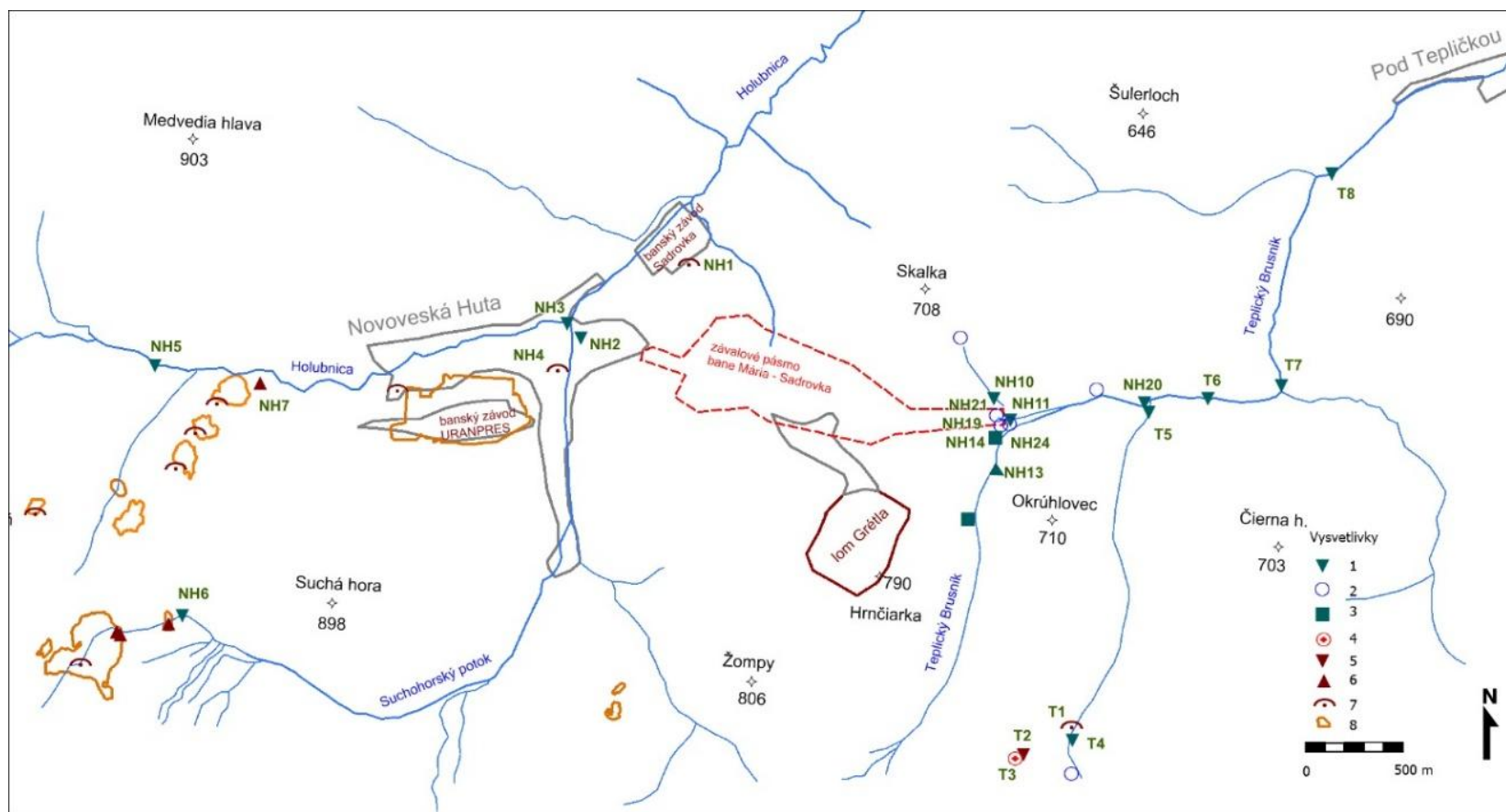
Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 411.1.

Miestny potok, ktorý je recipientom banskej vody Novej štôlne, obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu a vápnika (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 2024 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	Al	Ba	Ca	Mg	As	Sb
Nová štôľňa	2009 – 2023	1,52	V	2,94	0,03	3,35	0,19	0,50	2,93	0,41	0,08	0,25
	2024	1,53	V	2,75	0,03	0,65	0,20	0,21	2,89	0,38	0,06	0,26
kráter	2009 – 2023	1,37	V	2,48	0,07	1,39	0,50	0,26	2,60	0,38	0,06	0,34
	2024	1,36	V	2,13	0,01	0,57	0,20	0,24	2,39	0,34	0,03	0,40
potok	2009 – 2023	1,22	V	2,00	0,04	0,39	0,35	0,53	2,05	0,26	0,07	0,18
	2024	1,14	V	1,91	0,04	0,15	0,20	0,60	2,01	0,25	0,14	0,26

Vysvetlivky: Ako pri tab. 4.1.2.



Obr. 4.11.2: Situácia monitorovacích miest hydrogeologických a geochemických aspektov vplyvov ťažby na lokalite Novoveská Huta.
 Vysvetlivky: 1 – monitorovaný povrchový tok, 2 – prameň, 3 – vodárenský záchyt prameňa, 4 – vrt, 5 – výtok z povrchového závalu, 6 – výver spod banskej haldy, 7 –
 výtok z ústia štólne, 8 – halda.

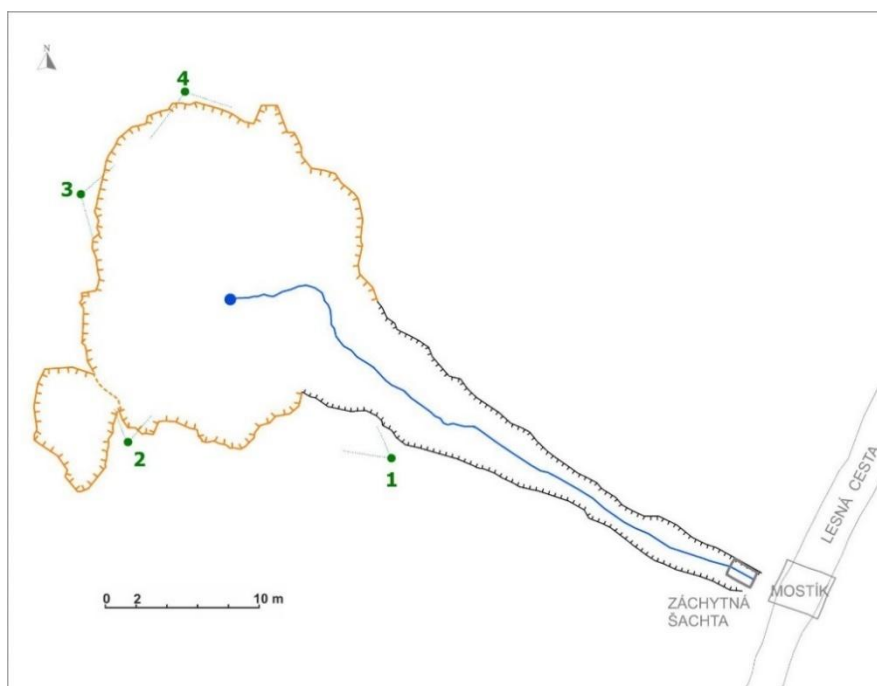
Inžinierskogeologické aspekty

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. 4.11.3). 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. 4.11.3). Z porovnávacieho snímkovania z r. 2023 a 2024 a terénnej rekognoskácie lokality vyplývajú nasledovné skutočnosti.



Obr. 4.11.3: Situácia závalov v oblasti Novej štôľne

V rámci monitoringu lokality v r. 2024 neboli v porovnaní s predchádzajúcim obdobím zistené pozorovateľné zmeny v rozvoji, resp. rozširovaní závalov. Potvrdzuje 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 protíahlych stanovišť 1 a 4 (obr. 4.11.4). Prípadná nepatrná geodynamická aktivita hlavného závalu sa vzťahuje na okrajovú hranu závalu najmä na jeho západnú až severnú časť, kde môže dochádzať k doznievaniu pripovrchového zosúvania, resp. osypom, príp. miernym splachom deluviálnych kamenito-hlinitých zemín (až pod úroveň koreňov stromového porastu), čím sa zmierňuje sklon svahov závalu (svahy sa prirodzene „stabilizujú“). Môže však dochádzať postupne aj k vyval'ovaniu stromového porastu. V porovnaní s predchádzajúcim

obdobím dochádza postupne k rozširovaniu 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. 4.11.3). V strede závalu sú viditeľné vývraty stromov, ktoré boli zaregistrované už v skoršom období.

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



a)



b)

Obr. 4.11.4: Fotografické snímkovania závalov na Novej štôlni. Porovnávacie snímkovania z r. 2023 a z r. 2024: a) zo stanovišťa 1, b) zo stanovišťa 4.

Oblasť závalového pásma v oblasti Novoveská Huta

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. 4.11.5). 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.

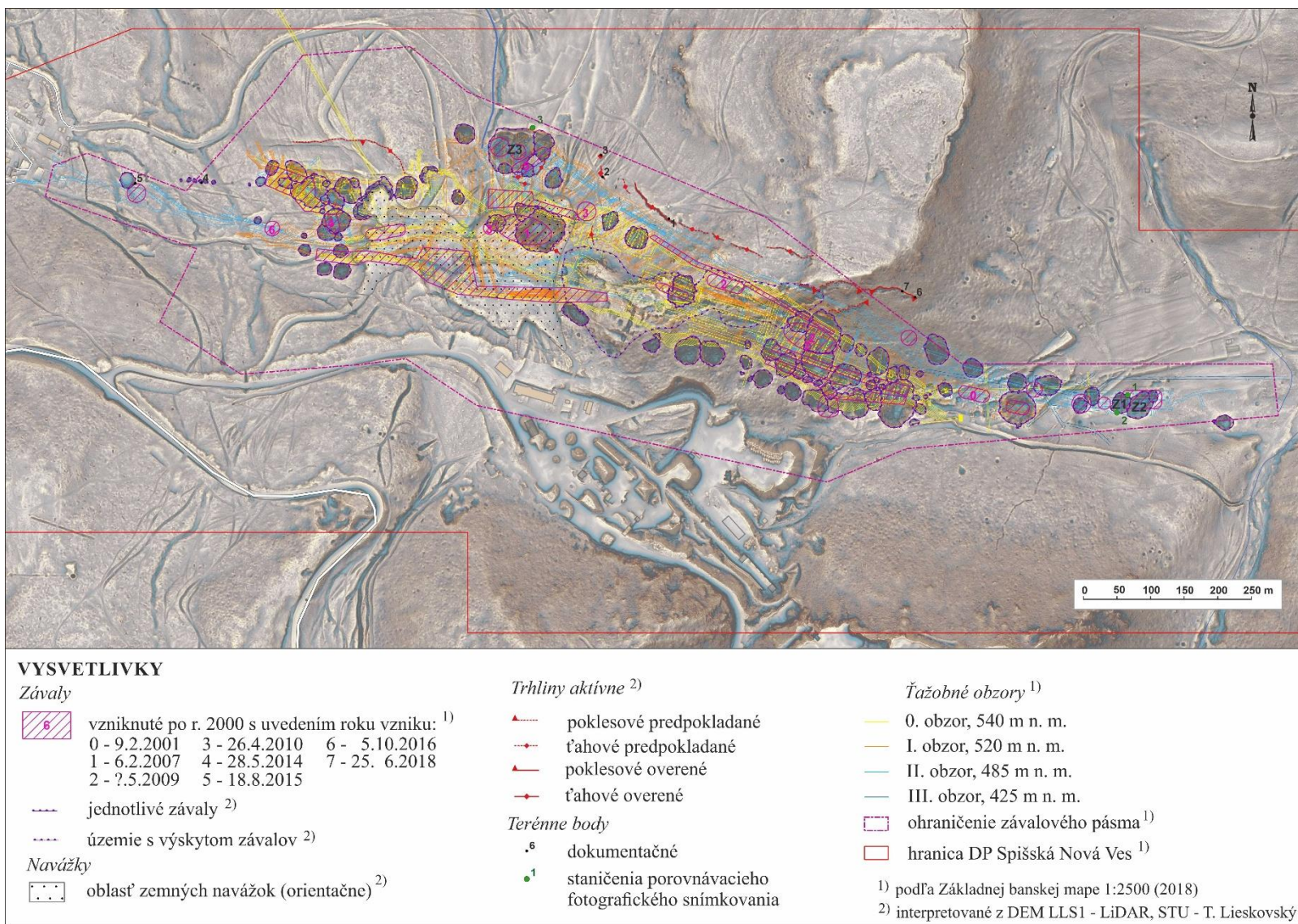
V rámci monitoringu inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby bolo v r. 2024 ložisko anhydritu a sadrovca v Novoveskej Hute, vzhľadom na nebezpečenstvo pre pohyb osôb v závalovom pásme, sledované iba v jeho okrajových častiach.

V r. 2024 bolo možné spresniť a doplniť mapu situácie závalov na ložisku sadrovca a anhydritu Novoveská Huta (obr. 4.11.5), a to vďaka dostupnosti údajov DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) vo vyššom rozlíšení (0,25 m).

Z mapy sú zrejmé nasledovné nové poznatky. V oblasti ložiska sa nachádza podstatne väčší počet závalov, ako aj ich celkový plošný rozsah, v porovnaní so zobrazením závalov v Základnej banskej mape (2018). Z hľadiska ich stability ich možno hodnotiť ako dočasne stabilizované s možnosťou ich reaktivizácie. Významným poznatkom získaným prostredníctvom DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) je detekcia morfológicky výrazného líniového prvku. Možno sa domnievať, že sa jedná o systém na seba nadväzujúcich trhlín na severnom ohraničení závalového pásma, ktorý sa tiahne od VJV na ZSZ v dĺžke viac ako 0,5 km (obr. 4.11.5). Je potrebné tiež poukázať na skutočnosť, že v SV časti ložiska presahuje časť závalov ako aj trhlín za hranicu závalového pásma (obr. 4.11.5) podľa Základnej banskej mapy 1:2500 (2018).

V rámci monitoringu východnej oblasti závalového pásma (Podzámčiská) v r. 2024 bolo východné ukončenie vyššie spomínaného systému trhlín verifikované dokumentačnými bodmi č. 6 a č. 7. Dokumentačný bod č. 6 zachytáva situáciu výraznej aktívnej poklesovej trhliny (obr. 4.11.6a) s mierou poklesu cca 1 m. V mieste dokumentačného bodu č. 7 dosahuje poklesová trhlina mieru poklesu už cca 2 až 3 m (obr. 4.11.6b). Z pozorovania je zrejmé, že trhlina preukazuje výraznú čerstvosť, čo svedčí o jej aktivite.

Vo východnej oblasti závalového pásma (Podzámčiská) bola v r. 2014 v rámci monitoringu dokumentovaná dvojica závalov s označením Z1 a Z2 (obr. 4.11.5). Vzhľadom na to, že nebola pozorovaná zmena v aktivizácii závalov pri porovnaní r. 2014 a r. 2019, bolo určené ich sledovanie opäť po 5 rokoch, t. j. v r. 2024. Zával Z1 má nepravidelný lievikovitý tvar veľkosti cca 30 m v SV-JZ smere a cca 25 v JV-SZ smere. Zával bol snímokovaný v r. 2024 z dvoch stanovišť 1 a 2 (obr. 4.11.7). Z porovnania snímok z r. 2024 a 2019 zo stanovišťa 1 (obr. 4.11.7a) a snímky zo stanovišťa 2 (obr. 4.11.7b) vyplýva, že za posledné obdobie sledovania nedošlo k pozorovateľnej aktivizácii, resp. rozšíreniu závalu. Avšak významnou zmenou je kumulácia vody v závale Z1 (obr. 4.11.7a, 4.11.7b) ako aj v staršom závale Z2 bezprostredne hraničiacim so závalom Z1. Tento jav je pravdepodobne možné dať do súvisu so skutočnosťou, že ložisko sadrovca sa zatápa, resp. sa na ňom nezabezpečuje odvádzanie vôd, pravdepodobne od februára 2021. Na závale Z1 boli dokumentované obnažené svahy stien najmä v hornej časti západnej steny závalu Z1 ako aj na východnej stene závalu, kde pretrváva (obdobne ako v r. 2019) výskyt plytkej výmolinej erózie vplyvom dažďových zrážok.



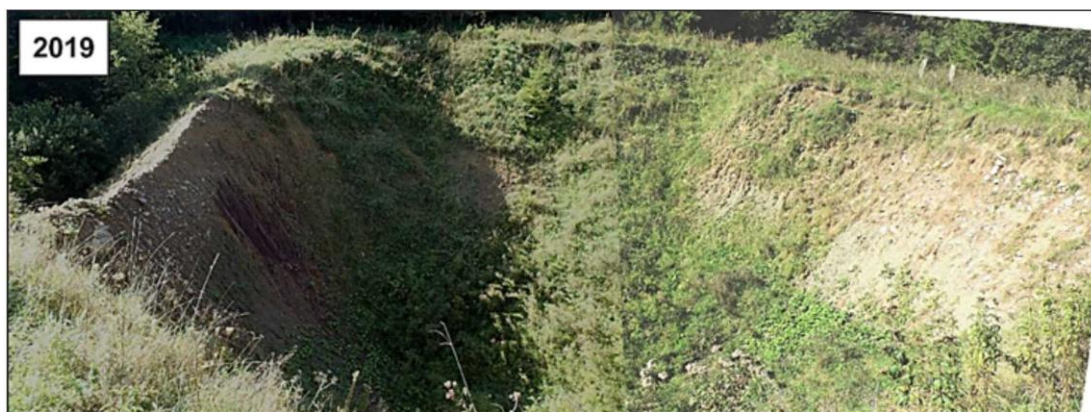
Obr. 4.11.5: Situácia závalov na ložisku sadrovca a anhydritu Novoveská Huta (topograf. podklad: DEM LLS1 – LiDAR (STU - T. Lieskovský), rozlíšenie 0,25 m).



a)

b)

Obr. 4.11.6: Výrazná aktivná poklesová trhlina na: a) dokumentačnom bode č. 6,
b) na dokumentačnom bode č. 7.



a)



b)

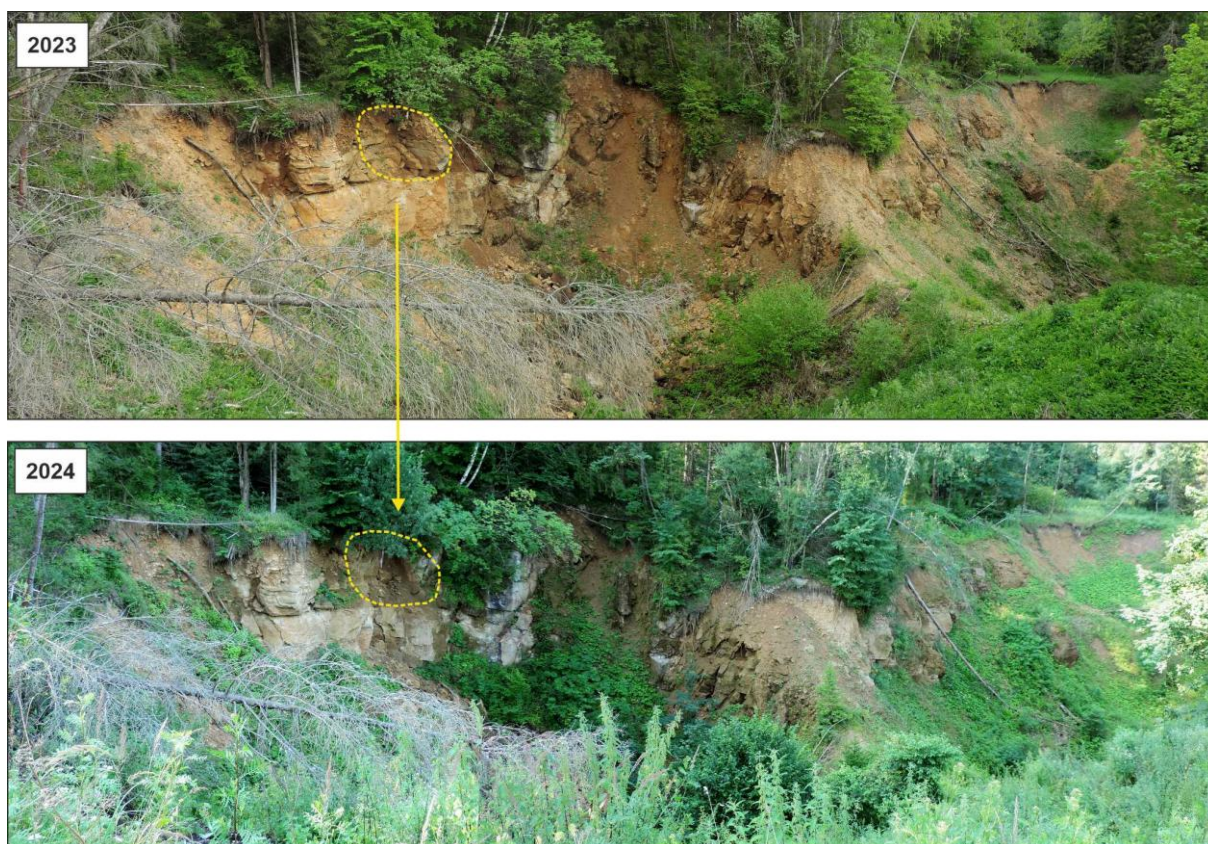
Obr. 4.11.7: Fotografické snímkovania závalu Z1. Porovnávacie snímkovania z r. 2019 a z r. 2024: a) zo stanovišťa 1, b) zo stanovišťa 2.

V rámci monitoringu západnej oblasti závalového pásma (Skalka), bol v rámci sledovania lokality v r. 2019 dokumentovaný vzniknutý zával s vlastným označením Z3, rozdelený morfológicky hrebienkom S – J orientácie (obr. 4.11.5). Vzhľadom na rizikovosť územia z hľadiska bezpečnosti pohybu v oblasti závalov, je zával sledovaný iba na základe vizuálnych pozorovaní zo SZ okraja. Časť severného okraja závalu bola zameraná v r. 2019 systémom GNSS. Zároveň je realizované porovnávacie fotografické snímkovanie juhovýchodnej steny závalu. Pomocou dát DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) bolo možné v r. 2024 upresniť rozmery závalu. Rozmery západnej časti závalu sú cca 56 x 63 m a hĺbka cca 19 – 26 m. Rozmery východnej časti závalu sú cca 30 x 42 m a hĺbka cca 14 – 19 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. 4.11.8).

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. 2024 bol zával Z3 opätovne monitorovaný. Zároveň bolo realizované porovnávacie fotografické snímkovanie závalu. Z porovnania snímkovania z r. 2023 a z r. 2024 (obr. 4.11.8) vyplýva, že nedošlo k významnej pozorovateľnej aktivizácii, resp. rozširovaniu závalu. Došlo

iba k menšej miere aktivizácie v podobe skalného zrútenia menšieho horninového bloku na okraji južného svahu vo východnej časti menšieho závalu vyznačeného na obr. 4.11.8.



Obr. 4.11.8: Porovnávacie fotografické snímky juhovýchodného okraja závalu Z3 z r. 2023 a 2024.

V ostatnej časti závalu je možné pozorovať iba nepatrnú geodynamickú aktivitu v podobe opadávaní úlomkov a zliezania deluviálno-eluviálneho komplexu zemín najmä na V až JV okraji závalu.



Obr. 4.11.9: Otvorená trhlina v mieste dokumentačného bodu 1.



Obr. 4.11.10: Otvor na trhline na dokumentačnom bode 2.

Východne od závalu Z3 bolo v rámci terénneho monitoringu verifikované ZSZ ukončenie vyššie spomínaného výrazného systému na seba nadväzujúcich trhlín tiahnuceho sa od VJV. Na dokumentačnom bode 1 bola pozorovaná výrazná časť predpokladanej ťahovej trhliny s otvorenou hĺbkou v týchto miestach (podľa dát DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský)) až do 6 m a šírkou na povrchu terénu okolo 4 m (obr. 4.11.9).



Obr. 4.11.11: Priebeh ťahovej trhliny na dokumentačnom bode 3.



Obr. 4.11.12: Menší zával na dokumentačnom bode 4.



Obr. 4.11.13: Vodou zatopený zával na dokumentačnom bode 5.

Z obr. 4.11.5 je zrejmé, že ukončenie viac-menej súvislého priebehu „systému trhlín“ pokračuje formou krátkych paralelných trhlín, ktorých orientácia sa nápadne vo svojom priebehu stáča k severu a konverguje ku orientácii východného okraja závalu Z3. Takéto trhliny

boli pozorované na dokumentačných bodoch 2 a 3. Na dokumentačnom bode 2 bola viditeľná líniová mierna depresia priebežne s výskytom otvorov s priemerom do 1 m (obr. 4.11.10). Na dokumentačnom bode 3 bol zistený priebeh krátkej trhliny (obr. 4.11.11) so šírkou cca 0,5 m na povrchu terénu s pozorovateľnými otvormi s hĺbkovým dosahom cca 0,7 m. Situácia trhliny naznačuje, že sa môže jednať o viditeľný úsek pokračovania trhliny popisovanej dokumentačným bodom 2.

V rámci terénneho monitoringu bol v r. 2024 tiež sledovaný prejav závalov v západnom ukončení závalového pásma, z dôvodu že najzápadnejší výskyt závalu sa nachádza iba cca 90 m od budov zástavby miestnej časti Novoveská Huta. Zával na dokumentačnom bode 4 reprezentuje sériu šiestich malých závalov situovaných v línii. Pozorovaný zával (obr. 4.11.12) je hlboký cca 2 m a jeho priemer na povrchu terénu dosahuje cca 3 m. Na dokumentačnom bode 5 bol pozorovaný najzápadnejší zával závalového pásma. Zával má priemer cca 22 m v úrovni terénu a je naplnený vodou (obr. 4.11.13). Miesto odtoku vody sa nachádza na jeho SZ okraji odkiaľ voda odteká a po 45 m sa vlieva do malého bezmenného potoka

Z uvedených výsledkov monitoringu lokality Novoveská Huta je z hľadiska inžinierskogeologických aspektov ťažby sadrovca potrebné upozorniť na aktuálne najväčšiu skutočnosť, že na území ovplyvňovanom ťažbou je zvýšená geodynamická aktivita v podobe subsidencie územia, ktorá môže súvisieť aj so zatápaním ložiska. V ďalšom období je opodstatnený predpoklad rozvíjania sa závalov a poklesových trhlín. V následnosti je opodstatnená obava, že vplyvom či už náhleho subsidenčného kolapsu alebo postupnej subsidencie horninového masívu do voľných priestorov ložiska môže dôjsť k prievalu banských vôd do doliny Podzámčiská, s tokom Teplický Brusník.

Vzhľadom na dôležitosť sledovania lokality Novoveská Huta by bolo žiadúce zaradiť aj realizáciu LiDAR-ového monitoringu závalového pásma s vyhodnotením miery geodynamickej aktivity územia formou rozdielových máp.

4.12 Lokalita Podrečany

Na lokalite Podrečany sa v minulosti kombináciou povrchového a hlbinného spôsobu ťažil magnezit. Významným pozostatkom ťažby je najmä lomová jama s priemerom približne 400 m a akumuláciou haldového materiálu v jej blízkosti. Od ukončenia ťažby prebieha samovoľné zatápanie lomu, pričom hladina ešte nie je stabilizovaná. Environmentálne vplyvy ťažby na tejto lokalite boli orientačne charakterizované v rámci geologického výskumu magnezitových ložísk Slovenska (Radvanec et al., 2004 a 2010), odvtedy sa tu vývoj situácie nesledoval. V súvislosti s pokračujúcim zatápaním lomu vzniká potreba sledovania zmien najmä z hľadiska inžinierskogeologických aspektov vplyvu banskej činnosti, preto bola lokalita v roku 2019 zaradená medzi lokality monitorované v rámci VŤŽP.

V roku 2019 sa práce v rámci monitoringu lokality sústredili na získavanie archívnych údajov a úvodnú obhliadku predmetnej lokality. V rokoch 2020 až 2024 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 z 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 mierne i celková mineralizácia vody. 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 VŤŽP v rokoch 2020 – 2024 (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 %	CM 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	87	127	6,8	-	0,0019	0,0018	<0,002
17.10.2024	8,35	94,4	1055	10,0	84	138	12,3	542	0,0029	<0,0005	0,0055

Vysvetlivky: CM – celková mineralizácia; p.h. – pod hladinou.

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

Inžinierskogeologické aspekty

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

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

Vznik lomu súvisí s ťažbou magnezitu v časti ložiska s označením šošovka II (obr. 4.12.2). Smerná dĺžka šošovky II. je 455 m, úklonná hĺbka 340 m. Generálny smer šošovky je SSV – JJZ. Úklon šošovky je variabilný najmä v podloží, kde kolíše v rozmedzí 30 až 80°. Nadložná časť šošovky je pomerne kolmejšia 50 – 80° k JV. Generálny sklon šošovky je 65° k JV. Ložiskovú výplň tvorí magnezit a dolomit. Samotné teleso s typickým šošovkovitým tvarom je v centrálnej časti prerušené oddenudovaním povrchových okrových partií. Magnezit v tejto časti 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 (obr. 4.12.2). Od tohto obdobia sa prešlo výlučne na podzemné dobývanie (otvorená komora, výstupkové dobývanie) na obzoroch + 120 m n. m. a + 90 m n. m. Šošovky I. a II. sú napojené na ťažnú jamu Július na úrovni + 30 m n. m. a + 90 m n. m. Hlavnými obzormi bane v tejto dobe boli + 120, + 90, + 30 a 0 m n. m. (obr. 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). Prvotné informácie o tejto zosuvnej oblasti dokumentoval Lumtzer (1966) v „Posudku o zosuve lomovej steny na závode SMZ – Lovinobaňa – lom Podrečany“ v súvislosti so

vznikom zosuvu pri prehĺbení ťažby na kótu 135 m n. m. Lumtzer (1966) uvádza, že v tejto oblasti sú všetky podmienky tektonicko-hydrogeologické, takže pri prekročení medznej výšky v tejto oblasti, t. j. 70 m došlo po puklinách a tektonických plochách k zosuvu, ktorý môže ohrozovať ťažbu v lome a bezpečnosť. (Pozn.: Možno predpokladať, že autor má na mysli „podmienky“ pre vznik zosuvu.)

V posudku je ďalej o. i. v mapovom zobrazení uvedené ohraničenie zosuvu, smery sklonu vrstiev a výrazné systémy puklín v prostredí zosuvných chloriticko-grafitických/grafitických bridlíc (obr. 4.12.3). Ako je z obr. 4.12.3 zrejme úložné pomery a puklinatosť sú pomerne priaznivé pre vznik svahových deformácií svahov lomu. Pre orientačné zhodnotenie miery svahovej deformácie možno uviesť porovnania hodnôt nadmorských výšok bodov výškového sledovania meraných pred augustom 1966 (po vzniku ťahovej trhliny na korune lomu) a nadmorských výšok zistených v miestach bodov z dát – mračna bodov DMR 5.0 ZBGIS©ÚGKK SR meraných v období 11/2018-04/2019. Z porovnania vyplýva (v poradí hodnotenia bodov po spádnicí zosuvného svahu, obr. 4.12.3), že bod 002 (v odľučnej oblasti zosuvu) poklesol o 3,74 m, bod 5 o 10,07 m a bod 4 o 9,84 m.

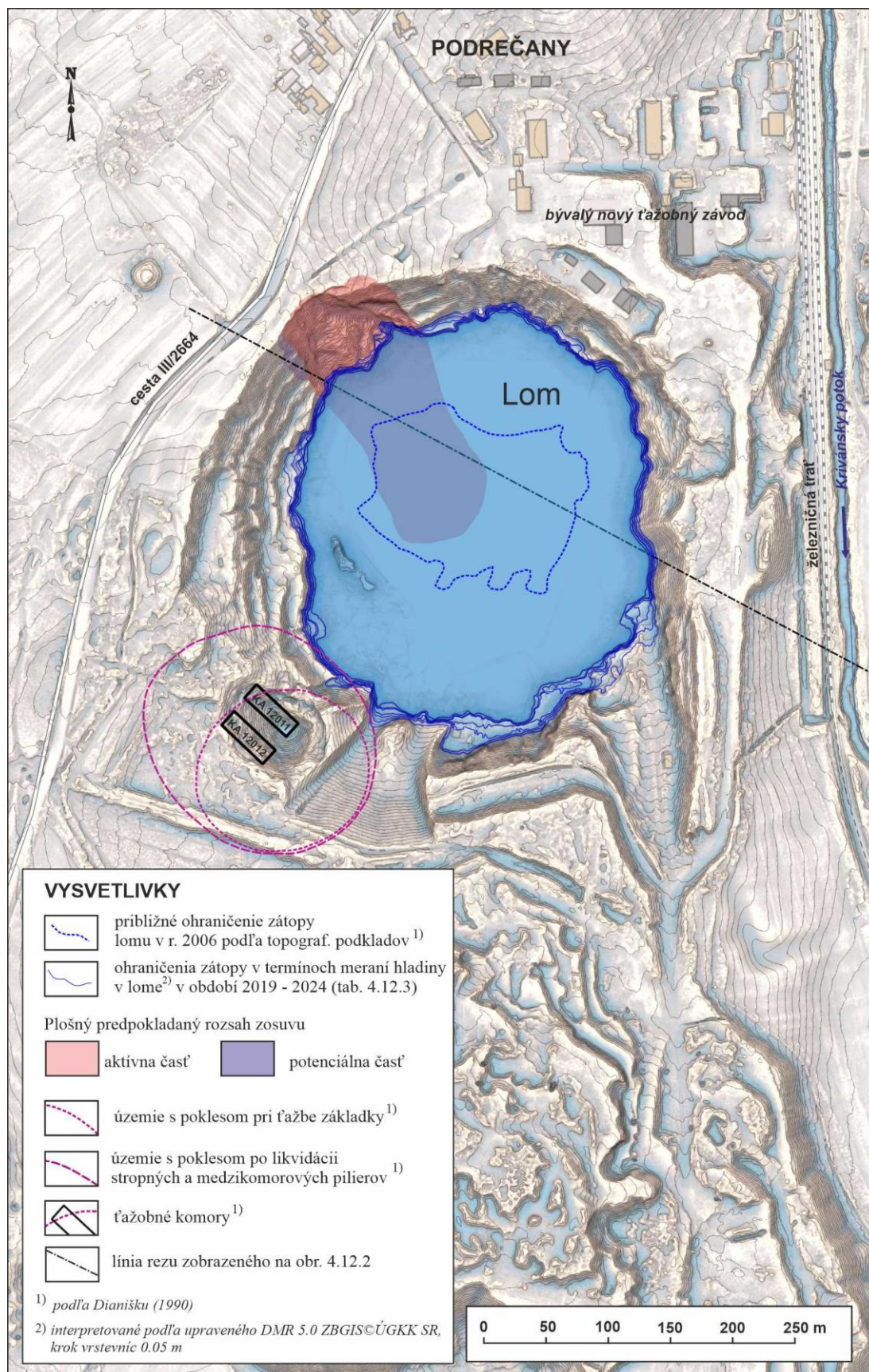
V rámci terénnej rekognoskácie v r. 2019 bolo vykonané základné zdokumentovanie a GNSS zameranie oblasti odľučnej časti predmetného zosuvu, pričom bolo zistené, že hlavná odľučná hrana zosuvu sa nachádza v pomerne malej vzdialenosti (cca 23 m) od cesty III. triedy č. 2664. Nadväzujú na ňu paralelné retrográdne trhliny, ktoré svojim prejavom možno považovať za aktívne. V období r. 2019 – 2023 bol postupom času zaznamenaný vznik ďalších nových retrográdnych trhlín, a tiež reaktivizácia existujúcich trhlín (obr. 4.12.3).

Monitorovanie zosuvnej aktivity sa uskutočňuje iba v odľučnej oblasti zosuvu. Teleso zosuvu je vzhľadom na jeho výraznú aktivitu a veľkú sklonitosť terénu pre priame pozorovanie s ohľadom na bezpečnosť prakticky neprístupné. Vzhľadom na veľkú sklonitosť terénu (so strmými stenami lomových terás) a neprestupný porast krovín a stromov je riziková dostupnosť aj bočných hrán zosuvu.

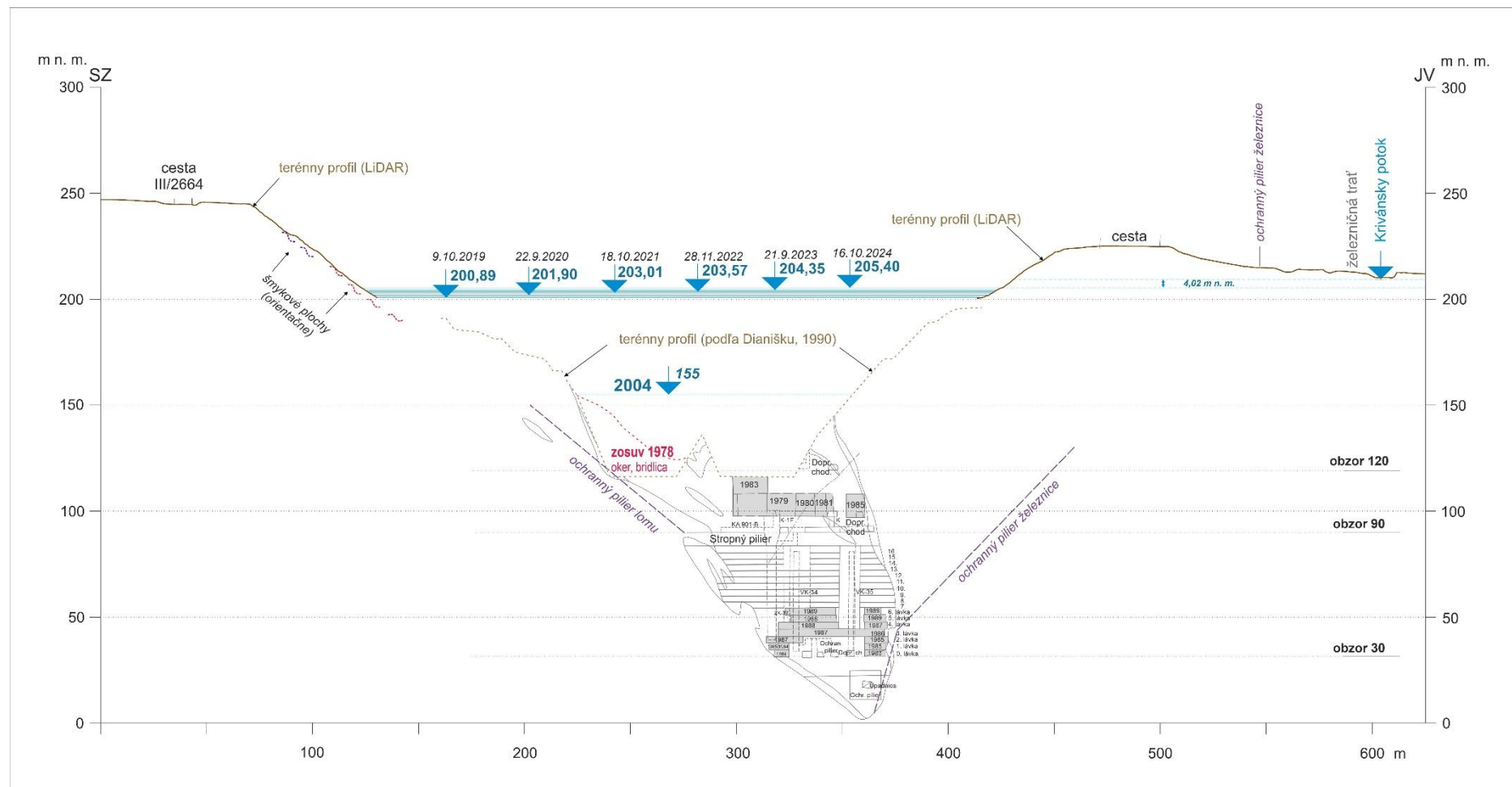
Terénny monitoring realizovaný v r. 2024 preukázal ďalšiu zreteľnú aktivizáciu zosuvu v porovnaní so sledovaním v r. 2023. Došlo k výraznej reaktivizácii existujúcich trhlín ako aj ku vzniku nových trhlín.

V smere od JZ na SV boli v odľučnej oblasti zosuvu zaznamenané nasledovné zmeny zosuvnej aktivity (obr. 4.12.3). Trhlina *t5* sa aktivizovala, pričom miera poklesu sa zvýšila z cca 2 m na cca 3 m (obr. 4.12.4). Výrazná zmena nastala aj u trhliny *t9*, pričom jej pôvodný prejav z r. 2021 v podobe ťahovej trhliny so š. 0,10 – 0,15 m sa zmenil na výrazne poklesový charakter s poklesom až o cca 3 m (obr. 4.12.5). V jej SV ukončení bol zaznamenaný vznik novej poklesovej trhliny *t9a* s mierou poklesu cca 3 m, pričom jej ďalšie pokračovanie sa prejavilo v podobe novej poklesovej trhliny *t10* s mierou poklesu cca 1 m, ktorá sa pripája vo svojom SV ukončení na pôvodnú odľučnú hranu zosuvu. Z toho je zrejmé, že v tejto často odľučnej oblasti zosuvu sa vytvorila nová retrográdna odľučná zosuvná plocha v prepojení trhlín *t5a–t5–t9–t9a–t10*.

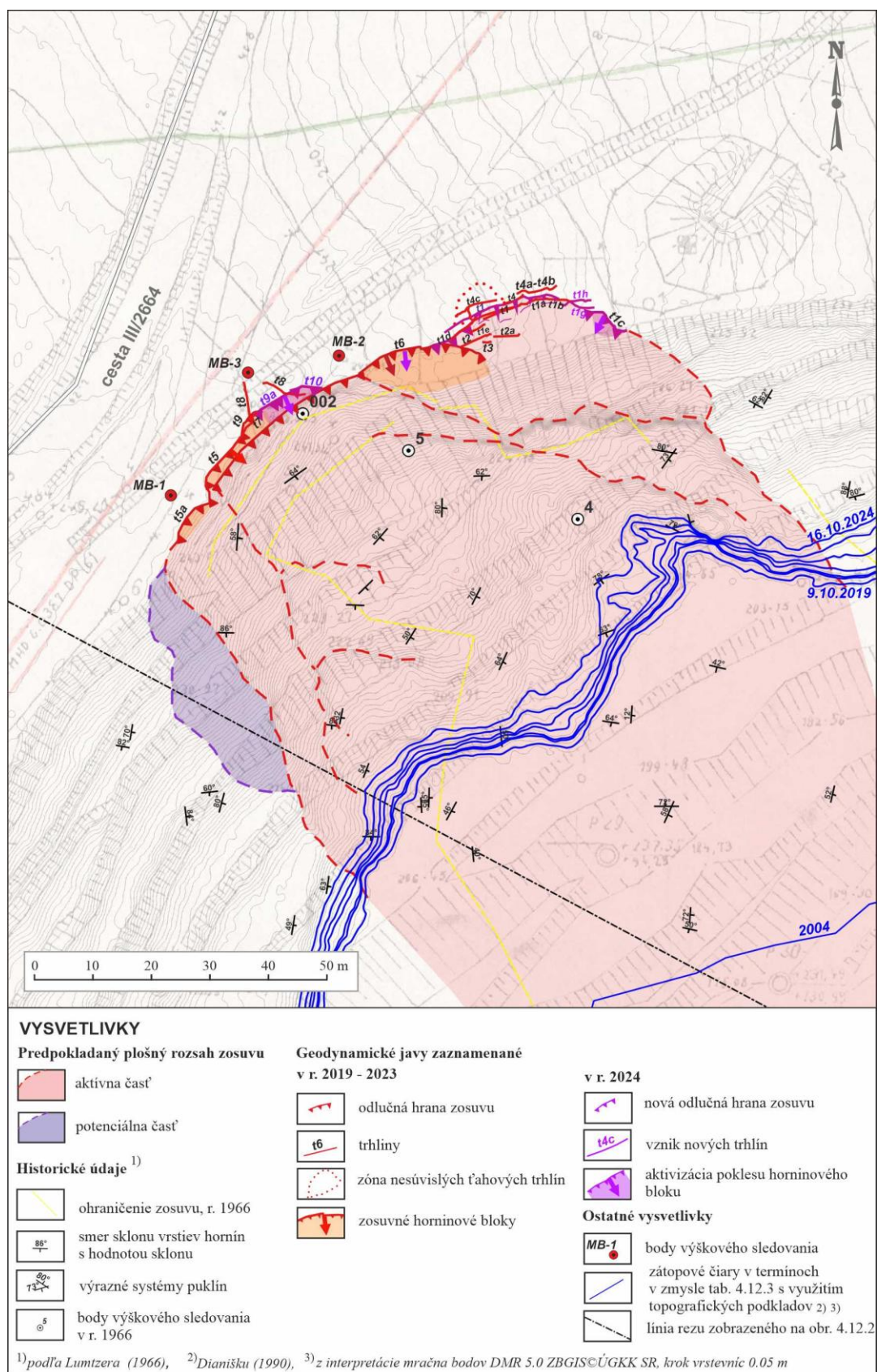
V ďalšom pokračovaní odľučnej oblasti smerom na SV bola zistená zosuvná aktivita v úseku poklesovej trhliny *t6*, pričom mieru poklesu možno iba odhadovať (vzhľadom na nebezpečenstvo pohybu v tejto oblasti), a to na viac ako 3 m (možno 4 – 5 m?). Významným javom je aktivizácia trhliny *t1d*, pri ktorej došlo k jej prepojeniu smerom na JZ s trhlinou *t6* a tiež na SV s trhlinou *t1*.



Obr. 4.12.1: Situácia ťažobného lomu ložiska magnezitu Podrečany. (topograf. podklad: DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský), rozlíšenie 0,25 m; ZM 10; upravený DMR 5.0 ZBGIS©ÚGKK SR (11/2018-04/2019), krok vrstevníc 1 m).



Obr. 4.12.2: Rez ložiskom – šošovky II. s použitím podkladov Dianišku (1990) a DMR 5.0 ZBGIS©ÚGKK SR (LiDAR) a vyznačením zisťovanej úrovne hladiny vody v ťažobnom lome.



Obr. 4.12.3: Situácia zosuvu (topograf. podklad: DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský), rozlíšenie 0,25 m; ZM 10; upravený DMR 5.0 ZBGIS©ÚGKK SR (11/2018-04/2019), krok vrstevnic 0,5 m; Dianiška, 1990).



Obr. 4.12.4: Pohľad na aktivizovanú trhlínu t5.



Obr. 4.12.5: Aktivizovaná trhlina t9.

Výrazným prejavom aktivizácie zosuvu je prepojenie trhlín *t1*, *t1a* a sčasti *t1b*, pričom došlo k vzniku výraznej súvislej trhliny/odlučnej plochy s roztvorením šírky až 1 – 3 m a poklesom 0,3 až 1,2 m (obr. 4.12.6). Vzostup aktivity vyplýva aj z porovnávacieho fotografického snímkovania r. 2023 a r. 2024 prechodu trhliny *t1* do trhliny *t1a* (obr. 4.12.7).



Obr. 4.12.6: Výrazne otvorená aktívna trhlina t1.



Obr. 4.12.7: Porovnávacie fotografické snímky trhliny $t1a$ s prechodom do trhliny $t1$ z r. 2023 a r. 2024 s vyznačením pretrhnutia koreňa pri rozširovaní trhliny (červenou šípku).

Ako pokračovanie trhliny $t1b$ boli zistené nové ťahovo-poklesové trhliny $t1g$ (obr. 4.12.8) a $t1h$ š. cca 0,1 – 0,2 m s mierou poklesu do cca 0,3 m. Smerom na V sa poklesový charakter trhliny $t1h$ vytráca.



Obr. 4.12.8: Nová ťahovo-poklesová trhlina $t1g$.



Obr. 4.12.10: Nová trhlina $t1h$.

Hlavná odlučná hrana zosuvu je ukončená úsekom trhliny *t1c*, ktorej aktivita zaznamenaná v r. 2021 v podobe poklesovej trhliny s poklesom 0,2 – 0,4 m sa do r. 2024 postupne výrazne zmenila na formu ťahovo-poklesovej trhliny s roztvorením viac ako 0,5 m a poklesom až do 1,5 m (obr. 4.12.10).



Obr. 4.12.10: Trhlina *t1c*.

Ako je zrejmé z obr. 4.12.3 postupným prepájaním a reaktivizáciou trhlín *t5a-t5-t9-t9a-t10-t6-t1d-t1-t4-t1a-t1b-t1g-t1c* sa vytvára nová takmer súvislá retrográdna odlučná zosuvná plocha. V jej prepolí zostalo iba niekoľko retrográdnych trhlín (*t4a-t4b*, *t4c*, *t1h*).

Zároveň možno oprávnenne predpokladať, že v najbližšej dobe dôjde k zosunutiu väčšieho horninového bloku v mapovom zobrazení o ploche cca 900 m² v úseku odlučnej hrany od trhliny *t6* až po trhlínu *t1c* v dĺžke cca 70 m. Taktiež možno predpokladať zosunutie horninovej masy menšieho rozsahu v JZ časti odlučnej oblasti zosuvu vymedzenej systémom trhlín v prepojení *t5a-t5-t9-t9a-t10* a pôvodnej odlučnej hrany zosuvu v ich prepolí.

V rámci 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. Jedná sa 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. 2024 sú uvedené v tab. 4.12.2.

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 -12,93 mm. V poslednom medziročnom období dosiahla miera poklesu doteraz najvyššiu hodnotu a to - 7,07 mm. Výraznejší pokles bodu MB-2 môže súvisieť pravdepodobne s aktivizáciou v oblasti

trhliny t_6 , resp. celkovou výraznou aktivizáciou SV časti odlučnej oblasti zosuvu, ktorá sa prejavuje aj na pomalom poklese územia v retrográdnej oblasti zosuvu.

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
17.10.2024	-0,77075	0,68	-3,30589	-7,07	-1,35733	-0,80
Celková zmena výšky bodu		6,01		-12,93		3,10

Na bode MB-1 bol medziročne zistený nepatrný výzdvih (+0,68 mm) a za celkové sledované obdobie je evidovaný výzdvih bodu o +6,01 mm. Možno teda konštatovať, že v retrográdnej zóne v JV časti odlučnej oblasti zosuvu podľa týchto výsledkov nevidujeme pokles územia. Na bode MB-3 bol medziročne zistený nepatrný pokles (-0,80 mm) a za celkové sledované obdobie je evidovaný výzdvih bodu o +3,10 mm. Možno teda konštatovať, že v retrográdnej zóne v JV až strednej časti odlučnej oblasti zosuvu podľa výsledkov uvedených meraní nevidujeme pokles územia. 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. Pokles terénu z hľadiska retrográdnej aktivity zosuvu za odlučnou hranou zosuvu sa potvrdil zatiaľ iba na bode MB-2.

Z hľadiska pokračujúceho stúpania hladiny vody v lome je prevažná časť telesa zosuvu už zatopená (obr. 4.12.3), pričom úroveň hladiny v lome stúpa, čo dáva predpoklad ďalšej aktivizácie zosuvu.

Vzhľadom na neustále stúpanie hladiny vody v lome bola v rámci terénnych prác aj v r. 2024 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. 2023) o 1,05 m pri priemernej rýchlosti stúpania hladiny 0,98 m/rok, čo je porovnateľná rýchlosť stúpania ako v predchádzajúcom medziročnom období.

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 v SV časti odlučnej oblasti zosuvu sa prejavila predovšetkým aktivizáciou už existujúcich, ale aj vznikom nových trhlín, pričom sa generuje nová retrográdna hlavná odlučná plocha zosuvu. Vzhľadom na vývoj aktivity v odlučnej 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 môže postupne ohrozovať 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, s obavami o bezpečnosť obyvateľstva; potenciálne poruchy funkčnosti stavieb a infraštruktúry, možné prerušenie ekonomických aktivít a relevantné poškodenie životného prostredia.

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 odlučnou 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. 4.12.1) zasahuje do strednej časti zosuvu a postupuje k odlučnej oblasti zosuvu. Opodstatnený je tiež predpoklad opätovnej aktivizácie nielen existujúceho zosuvu, ale aj príp. vzniku nových svahových deformácií v ostatnej časti lomu po obvođe 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. Ako už bolo vyššie spomínané v blízkej budúcnosti hrozí zosunutie väčšieho horninového bloku v mapovom zobrazení o ploche cca 900 m² v úseku odlučnej hrany od trhliny *t6* až po trhlinu *t1c* v dĺžke cca 70 m (obr. 4.12.3).

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

Miesto merania úrovne hladiny vody	Dátum merania	Úroveň hladiny vody (m n. m.)	Rozdiel úrovni hladiny vody v lome medzi meraniami (m)	Časový interval meraní hladiny (dni)	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	349	1,06	-7,52
	9.11.2020	202,14	0,24	48	1,83	-7,28
	18.10.2021	203,01	0,87	343	0,93	-6,41
	28.11.2022	203,57	0,56	406	0,50	-5,85
	21.9.2023	204,35	0,78	297	0,96	-5,07
	16.10.2024	205,40	1,05	391	0,98	-4,02

Stúpajúca úroveň hladiny vody je už blízko pod úrovňou miestnej eróznej bázy (v rozdiel o cca 4 m, so stavom k 16. 10. 2024), 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.

Vzhľadom na závažnosť výsledkov monitorovania, s poukázaním na hroziace riziko ohrozenia stability územia v okrajovej časti lomu, a s tým i na súvisiace ohrozenie objektov infraštruktúry, boli dňa 25. 2. 2025 predložené na územne príslušný orgán samosprávy, Okresný úrad Lučenec. Na základe upozornenia na hroziace riziko, Okr.ú. Lučenec zorganizoval 15. 7. 2025 pracovné stretnutie dotknutých orgánov, a známych vlastníkov nehnuteľností na lokalite (Obecný úrad Podrečany), ktorého sa zúčastnili zástupcovia ŠGÚDŠ. Z pracovného stretnutia vyplynula požiadavka na predloženie návrhu postupu v súvislosti s pretrvávajúcim postupným zatápaním lomu a z toho vyplývajúceho rizika. ŠGÚDŠ dňa 22. 7. 2025 predložil na Okresný úrad Lučenec stanovisko k problematike stúpania hladiny v lome, v ktorom boli uvedené kroky, ktoré navrhujeme realizovať a súčasne bol Okr.ú.

Lučenec informovaný, že ŠGÚDŠ bude v rámci pod systému 04 VTŇŽP pokračovať v monitorovaní lokality aj v ďalšom období a výsledky z vlastného monitorovania a z dostupných archívnych zdrojov im budú poskytnuté.

Pre ďalšie sledovanie lokality by bolo žiaduce realizovať LiDAR-ový monitoring s vyhodnotením miery geodynamickkej aktivity územia formou rozdielových máp, a to nielen v oblasti zosuvu v SZ časti lomu ale aj v celej oblasti lomu vrátane jeho širšieho okolia v predpokladanom dosahu rizík spojených so stúpajúcou hladinou vody v lome.

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 devastujúceho 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). T najší 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 VTŽP. 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“ (Bajtoš et al., 2024), ktorá nadväzovala na výsledky geologickej štúdie „Vplyv lúhovacieho poľa Prešov I. – Solivary na abiotické zložky životného prostredia“ z roku 2017 (Bajtoš et al., 2017). Okrem charakteristiky aktuálneho stavu lokality z hľadiska environmentálnych vplyvov lúhovacieho poľa je súčasťou štúdie návrh opatrení na ich elimináciu, vrátane aktualizovaného plánu likvidácie existujúcich ťažobných vrtov.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Hydrogeologické pomery oblasti lúhovacieho poľa boli vyhodnotené v rámci geologickej štúdie (Bajtoš et al., 2017) a jej následnej aktualizácie (Bajtoš et al., 2024). Počas ich realizácie bol zisťovaný stav zhlaví 155 ťažobných vrtov, pričom v prípade možnosti bola v nich zmeraná úroveň hladiny vody resp. zaznamenané množstvo unikajúcej soľanky. Úroveň hladiny vody bolo možné merať hladinomerom vo vrtoch s chýbajúcim uzáverom. Pri úniku soľanky bola zaznamenaná výšková úroveň úniku, ku ktorému dochádzalo prelivom cez hranu otvorenej pažnice vrtu, bočnou trúbkou alebo otvorom vytvoreným koróziou. Na situačnej mapke ťažobných vrtov (obr. 4.13.3) sú rozlíšené uzavreté vrty, z ktorých neboli v roku 2017 viditeľné známky úniku soľanky (a v ktorých nebolo možné zmerať úroveň hladiny podzemnej vody), uzavreté 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. Úroveň hladiny nad terénom bola len vo vrtoch PF-6/83 a PF-14/83. Vrt 97/82 mal na pažnici vytvorený precipitát bez úniku soľanky, z čoho bolo možné usúdiť, že hladina v ňom oproti minulosti poklesla. V časti lúhovacieho poľa v pravostrannej časti povodia Barackého potoka bola hladina podzemnej vody v úrovni nad alebo pod terénom, nezávisle od výškovej úrovne ústia vrtu (resp. lokalizácie vrtu voči drenážnej báze lokality). V časti lúhovacieho poľa v ľavostrannej časti povodia Barackého potoka boli na väčšine vrtov známky netesnosti

s únikom soľanky, čo dokumentuje úroveň hladiny podzemnej vody nad terénom. Obdobné zistenia a viazali na časť lúhovacieho poľa spadajúceho do povodia Soľného potoka.

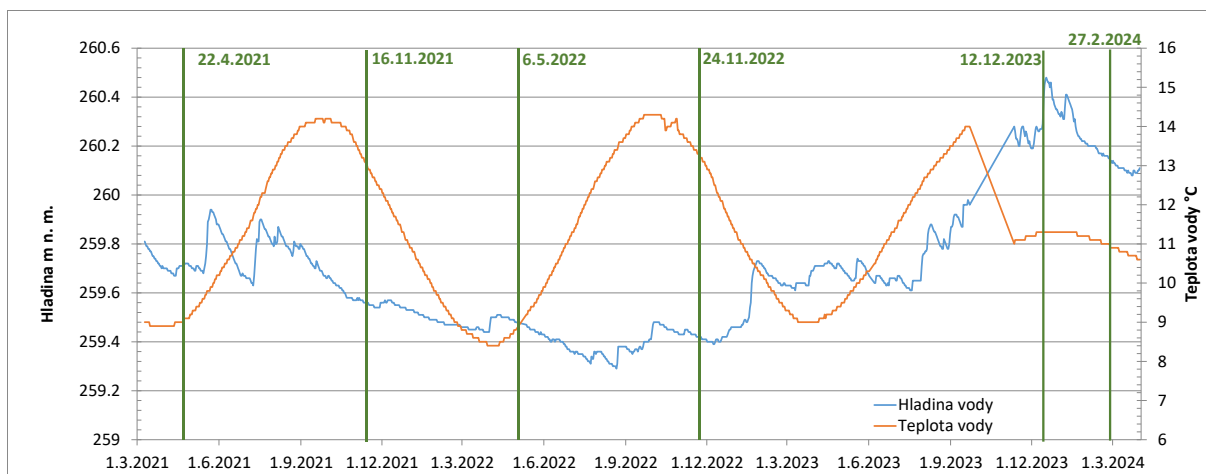
Vo vrtoch č. 110/87, 112/88, 113/88, 61/58, 62/58 a 63/58 boli v rokoch 2020 – 2021 dva krát ročne zmerané úrovne hladiny, v rámci monitoringu ČMS GF (www.geology.sk). Tieto údaje sú spolu s meraniami z roku 2017 (Bajtoš et al., 1917) a meraním z rokov 2023 a 2024, sústredené v tab. 4.13.1 a zobrazené 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 stúpala 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 l/s. 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. Na vrte č. 61/58 však došlo, vzhľadom k dovtedajšiemu miernemu kolísaniu, k rapidnému poklesu z úrovne terénu do hĺbky 2,5 m medzi 12.12.2023 a 27.2.2024.

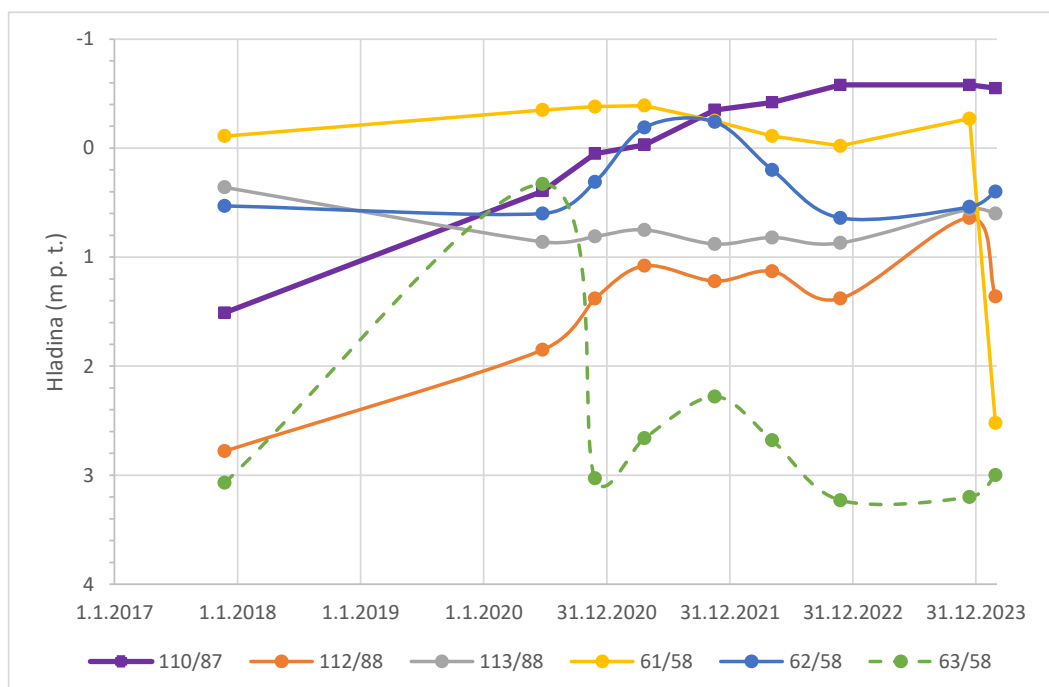
Množstvo soľanky unikajúcej netesnosťami v zhlaví vrtov závisí od aktuálneho tlaku vo vrte a technického stavu zhlavia. Výdatnejšie prelivy sú niekedy provizórne utesňované miestnymi obyvateľmi. V roku 2017 v časti lúhovacieho poľa spadajúcej do povodia Šalgovickeho potoka unikala soľanka z vrtov PF-6/83 a PF-14/83, v sumárnom množstve 0,0018 l/s. V časti lúhovacieho poľa v povodí Barackého potoka dosahovalo celkové množstvo soľanky unikajúcej z vrtov 0,0405 l/s. Množstvo soľanky unikajúcej z vrtov v časti lúhovacieho poľa spadajúceho do povodia Soľného potoka dosahovalo v tomto období 0,0010 l/s. Pri dokumentovaní technického stavu zhlaví vrtov vo februári 2024 bol zaznamenaný merateľný únik soľanky na 19 vrtov. Množstvo sa pohybovalo od slabého odkvapkávania (desaťtisíciny l/s) do 0,025 l/s. Celkové množstvo soľanky unikajúcej z týchto vrtov dosiahlo 0,07 l/s, resp. 5,98 m³ za deň. V povodí Barackého potoka unikalo spolu 0,04 l/s, v povodí Soľného potoka 0,03 l/s.

Tab. 4.13.1: Úrovne hladiny zaznamenané v ťažobných vrtoch lúhovacieho poľa v roku 2017 (Bajtoš et al., 2017) a v rokoch 2020 až 2024.

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	0,60	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	0,20	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	3,20
27.2.2024	-0,55	1,36	0,60	2,52	0,40	3,00

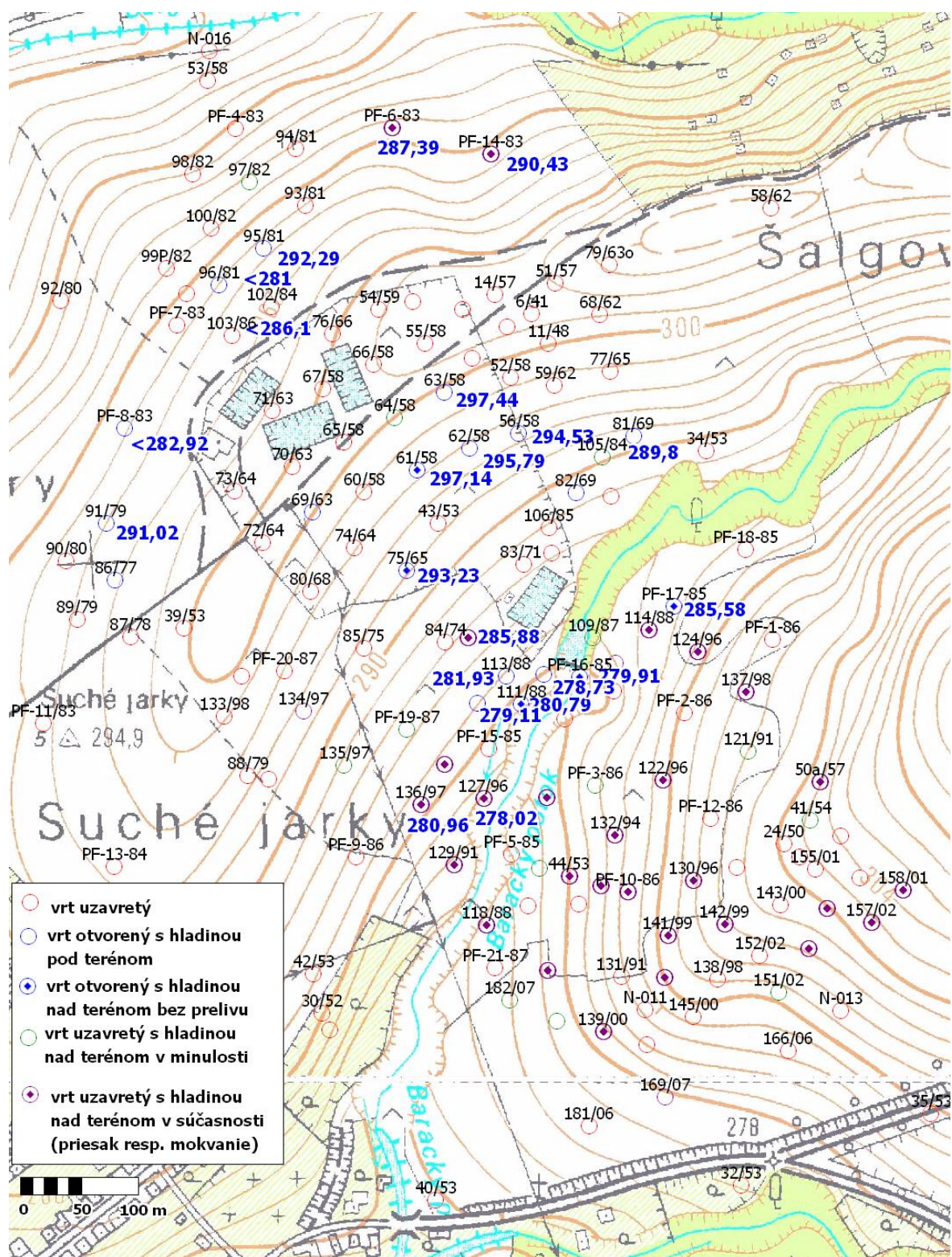


Obr. 4.13.1: Zmeny úrovne hladiny a teploty vody v sonde SHMÚ č. 1111 vo Veľkom Šariši v rokoch 2021 – 2024 s vyznačením doby merania hladiny vo vrtoch lúhovacieho poľa v Solivaroch.



Obr. 4.13.2: Časový vývoj úrovne hladiny vody v niektorých ťažobných vrtoch lúhovacieho poľa Prešov – Solivary v období rokov 2017 – 2024.

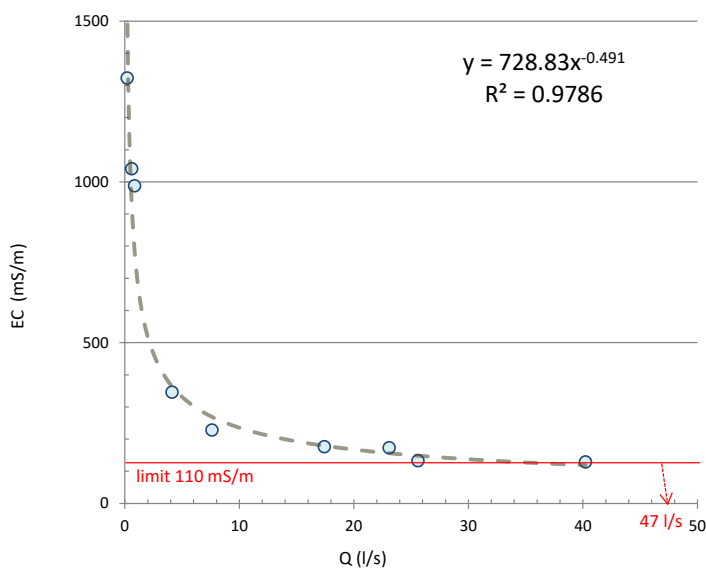
Soľanka, akumulovaná v nezaložených vrchných častiach lúhovacích komôr, ktorej celkový statický objem bol odhadnutý na 493,5 tis. m³ (Bajtoš et al., 2024), z hľadiska hodnotenia kvality podzemnej vody pri analýze rizika znečisteného územia (v zmysle príloha č. 12 k smernici MŽP SR č. 1/2015 – 7) celkovým obsahom rozpustených látok, obsahom chloridov a celkového organického uhlíka TOC prekračuje intervenčné kritérium a obsahom bóru prekračuje indikačné kritérium pre podzemnú vodu. V rámci aktualizovanej štúdie (Bajtoš et al., 2024) boli vykonané dva odbery vzoriek povrchových vôd na tých istých miestach, ako v roku 2017 (obr. 4.13.7). Prekročenie limitu pre povrchovú vodu bolo zistené len na monitorovacom mieste č. 3 (resp. PS-SW-3 na obr. 4.13.7) – na Barackom potoku pred sútokom so Soľným potokom, v obsahu sodíka a v obsahu chloridov. Charakter a intenzita znečistenia teda zodpovedala úrovni zistenej v roku 2017.



Obr. 4.13.3: Situácia ťažobných vrto v lúhovacom poli s údajmi z roku 2017 o zistenej úrovni hladiny podzemnej vody v m n. m. (zvýraznenými modrou farbou).

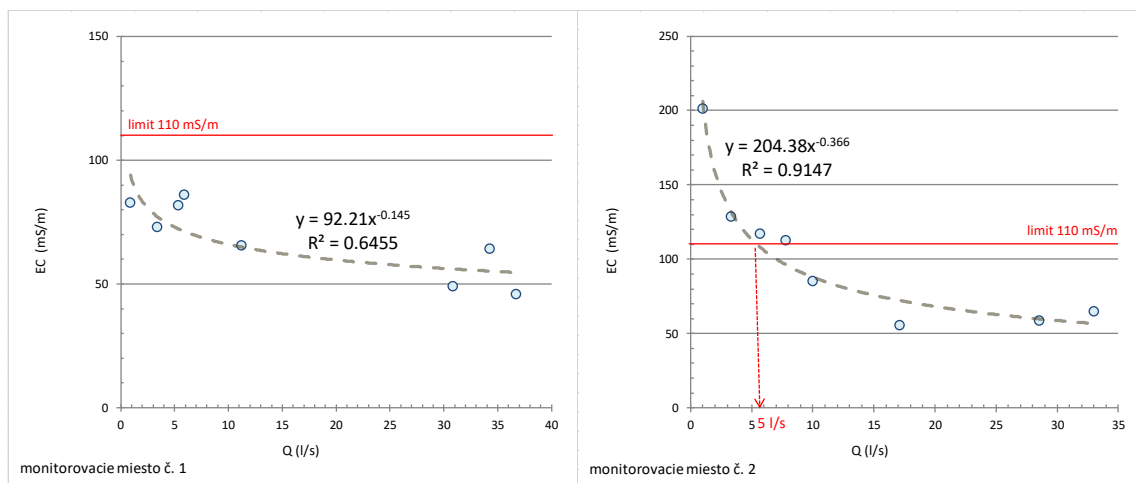
Keďže množstvo soľanky unikajúce z vrtovej je relatívne stabilné, výška celkovej mineralizácie vody Barackého potoka tu závisí hlavne od jeho aktuálneho prietoku, závislého od zrážkovo-klimatickej situácie. Charakter závislosti elektrickej vodivosti vody toku Barackého potoka pred ústím do Soľného potoka od jeho prietoku ukazuje graf na obr. 4.13.4.

Ide o štatisticky významnú závislosť s vysokým stupňom tesnosti, možno ju popísať mocninovou regresnou rovnicou $EC = 729Q - 0,49$ s koeficientom determinácie $R^2 = 0,979$ a regresným koeficientom $R = 0,989$, pričom elektrická vodivosť je v mS/m a prietok Q v l/s. Podľa nej hodnota elektrickej vodivosti nevyhovuje limitu pre povrchovú vodu pri prietoku toku nižšom ako 47 l/s. K vyšším prietokom pritom dochádza len v zrážkovo bohatých obdobiach, prípadne v dobe topenia snehu v hornej časti povodia. Tesnosť regresného vzťahu tiež ukazuje, že množstvo soľanky unikajúcej z vrtov sa v období rokov 2017 – 2024 významne nemenilo. Na vstupe do územia lúhovacieho poľa hodnoty EC vody Barackého potoka dosahovali 37 – 94 mS/m, pod limitom pre povrchovú vodu.



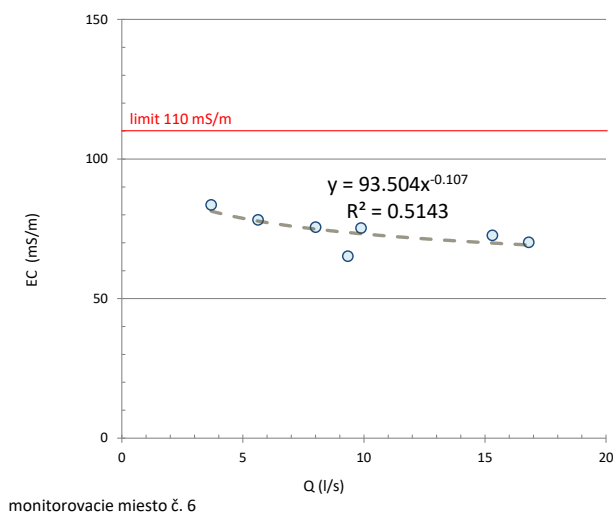
Obr. 4.13.4: Závislosť hodnôt elektrickej vodivosti vody Barackého potoka pred sútokom so Soľným potokom od jeho prietoku.

Prietok Soľného potoka v mieste pred sútokom s Barackým potokom (profil č. 2) dosahoval v dobe našich občasných meraní, realizovaných od roku 2017 do roku 2024, rozpätie 1 – 33 l/s. Hodnota EC v dobe týchto meraní kolísala od 55 do 128 mS/m, pričom v 4 prípadoch z 8 prekročila limit pre povrchovú vodu. Charakter závislosti elektrickej vodivosti vody tohto toku od jeho prietoku ukazuje graf na obr. 4.13.5. Ide o štatisticky významnú závislosť s vysokým stupňom tesnosti, možno ju popísať mocninovou regresnou rovnicou $EC = 204,4Q - 0,366$ s koeficientom determinácie $R^2 = 0,915$ a regresným koeficientom $R = 0,956$, pričom elektrická vodivosť je v mS/m a prietok Q v l/s. Podľa nej hodnota elektrickej vodivosti nevyhovuje limitu pre povrchovú vodu pri prietoku toku nižšom ako 5 l/s. Elektrická vodivosť vody Soľného potoka na vstupe do záujmového územia (profil č. 1) je pritom nižšia, ako limit pre povrchovú vodu 110 mS/m aj v obdobiach nízkych prietokov.

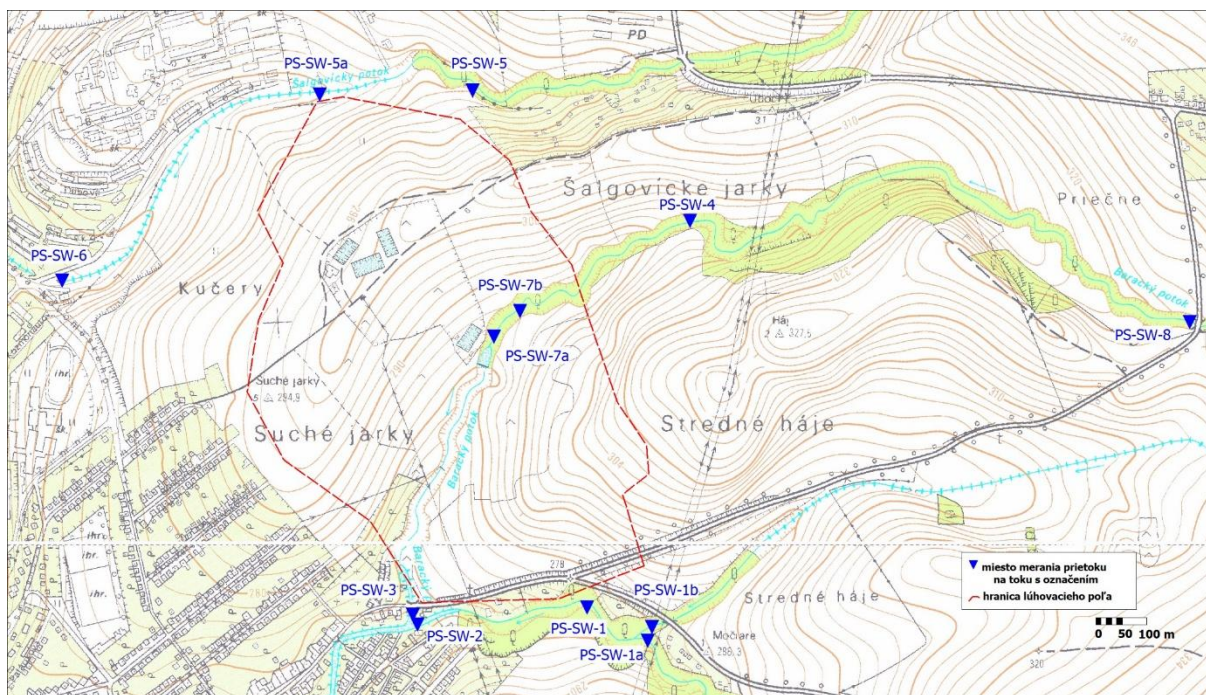


Obr. 4.13.5: Závislosť hodnôt elektrickej vodivosti vody Sol'ného potoka na vstupe do záujmového územia (graf vľavo) a pred sútokom s Barackým potokom (graf vpravo) od jeho prietoku.

Prietok Šalgovického potoka v mieste pod záujmovým územím (profil č. 6) dosahoval v dobe našich občasných meraní, realizovaných od roku 2017 do roku 2024, rozpätie 3,7 – 17 l/s. Hodnota EC v dobe týchto meraní kolísala od 70 do 84 mS/m, pričom ani v jednom prípade neprekročila limit pre povrchovú vodu. Charakter závislosti elektrickej vodivosti vody tohto toku od jeho prietoku ukazuje graf na obr. 4.13.6. Ide o štatisticky významnú závislosť, možno ju popísať mocninovou regresnou rovnicou $EC = 93,5Q - 0,107$ s koeficientom determinácie $R^2 = 0,514$ a regresným koeficientom $R = 0,717$, pričom elektrická vodivosť je v mS/m a prietok Q v l/s. Elektrická vodivosť vody Šalgovického potoka na vstupe do záujmového územia (profil č. 5) dosahovala v dobe našich meraní 51 – 58 mS/m.



Obr. 4.13.6: Závislosť hodnôt elektrickej vodivosti vody Šalgovického potoka na výstupe zo záujmového územia od jeho prietoku.



Obr. 4.13.7: Situácia miest meraní prietoku na povrchových tokoch a odberu vzoriek povrchovej vody na laboratórne analýzy.

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. 4.13.9) sa nachádza lúhovacie pole po ťažbe kamennej soli, ktorá bola ukončená v máji r. 2009. V marci 2024 bola ukončená geologická štúdia (Bajtoš et al., 2024), ktorá aktualizovala stav na lokalite po r. 2017. Štúdia v súvislosti s poklesmi územia dotknutého ťažbou o. i. obsahuje zhodnotenie územia aj prostredníctvom metódy InSAR, ktoré preukázalo, resp. potvrdilo existenciu poklesov územia v lúhovacom poli. Samostatnou prílohou štúdie je aj „Plán likvidácie hlavných banských diel v DP Prešov I. – Solivary, aktualizácia“. V súvislosti s aktuálnou situáciou bol OBÚ v Košiciach v r. 2024, (v zmysle Hlavného banského úradu, 2025), súčinný pri riešení zaistenia bezpečnosti na lúhovacom poli v dobývacom priestore Prešov I - Solivary a jeho definitívnom riešení schválenou likvidáciou lúhovacích vrtov a vykonal v tomto roku niekoľko ohliadok ťažobného poľa, pričom je evidentné, že výstroj vrtov podlieha značnému skorodovaniu a odďaľovaním začatia sanačných resp. likvidačných prác môže dôjsť k havárii s ekologickými následkami a ohrozeniu zdravia ľudí.

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. 4.13.9. 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 poškodeniu ďalších meracích bodov, preto bolo možné merania v r. 2020 vykonať na menšom počte bodov (67). V ďalšom období došlo k ďalšiemu poklesu

počtu bodov, na ktorých bolo možné vykonávať merania. Väčšia časť sledovaného územia je poľnohospodársky využívaná (pestovanie plodín a pasienkárstvo). V r. 2024 boli realizované merania na 39 bodoch. Pri vykonávaní meraní bolo možno natrafiť aj na pozostatky likvidovaných bodov (obr. 4.13.8).



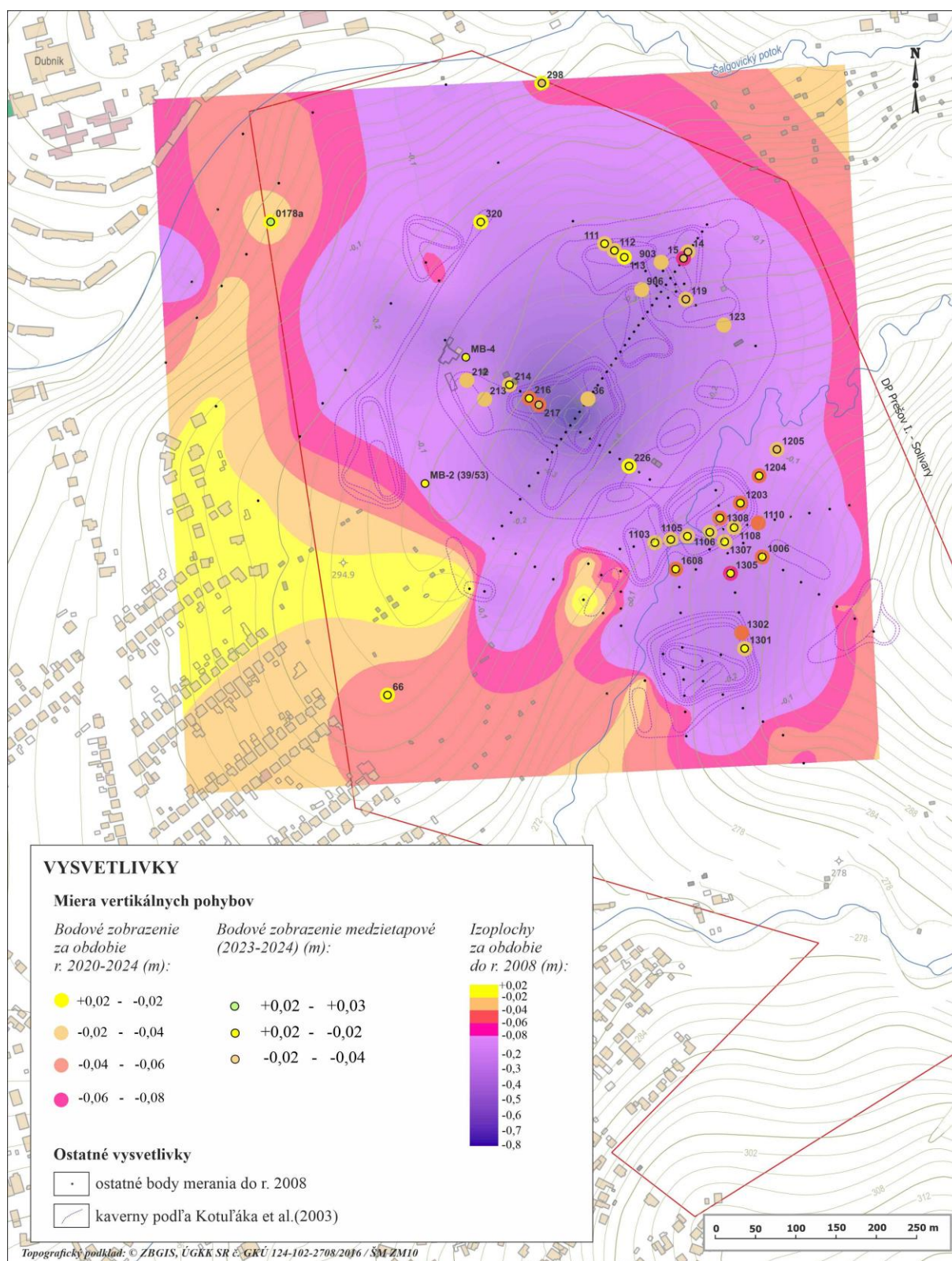
Obr. 4.13.8: Príklad likvidácie meračského bodu.

Interpretácia výsledkov medzietapových (medziročných) vertikálnych pohybov meraných bodov za obdobie r. 2023 – 2024 je zobrazená na obr. 4.13.9.

Ako je zrejmé z obr. 4.13.9, na väčšine sledovaných bodoch boli zistené etapové vertikálne pohyby pre obdobie r. 2023 – 2024 v rozmedzí $-0,02$ m do $+0,02$ m. Výraznejšie poklesy v rozmedzí od $-0,02$ m do $-0,04$ m boli zistené na 5 bodoch, najviac však v severnejšej časti sledovaného územia (na 3 bodoch), kde boli zaznamenané zároveň aj maximálne poklesy, a to na bode 15 (3,7 cm) a na bodoch 14 a 119 (3,5 cm).

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 – 2024 v bodovom zobrazení (obr. 4.13.9) vyplýva, že významnejšie celkové kumulatívne poklesy územia za obdobie r. 2020 – 2024, a to od $0,04$ až $0,06$ m boli zistené na 9 bodoch. Takéto poklesy boli registrované v oblasti kaverien v JV a centrálnej časti oblasti (kde aj v období do r. 2008 boli zaznamenané významnejšie poklesy územia okolo $0,20$ m i viac). V porovnaní s počtom bodov s takouto mierou poklesov bodov za obdobie r. 2020 – 2023 (5 bodov) je to nárast o 4 body. Najvýraznejší pokles za obdobie r. 2020 – 2024 bol zaznamenaný na bode 15 (kde bola zistená aj najvyššia etapová miera poklesu), a to 6,1 cm čo predstavuje rýchlosť poklesu 1,8 cm/rok. Najväčší celkový pokles (7,7 cm) je evidovaný na bode 1305 v JV časti sledovanej oblasti, napriek tomu, že etapovo bola zistená na bode skôr pohybová stagnácia.

Výsledky sledovania poukazujú na to, že oblasť DP Prešov I. – Solivary sa javí, na základe výsledkov výškových GNSS meraní s cieľom sledovania poklesávania terénu, naďalej ako aktívna. Trend a mieru poklesávania územia je potrebné overovať v budúcnosti ďalšími GNSS meraniami na pevných bodoch pozorovacej siete.



Obr. 4.13.9: Mapa izoplôch celkových vertikálnych pohybov do r. 2008 s bodovou interpretáciou vertikálnych pohybov etapových meraní za obdobie r. 2023 – 2024 a celkových pohybov za obdobie r. 2020 – 2024.

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 súvisiaceho s ukončením 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 až 2024 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. Zhľavia vrtov V-1 až V-5 a RC22 sú už zlikvidované. Na vrte RC205 a RC209 je úroveň hladiny stále v hĺbke viac ako 200 m pod terénom. Porovnanie údajov z dvoch posledných meraní ukazuje pre obdobie roka 2024 priemernú rýchlosť stúpania hladiny okolo 1,84 – 2,40 m/rok. Obnovovanie pôvodných hydraulických pomerov zvodne teda stále prebieha a je veľmi pozvoľné.

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

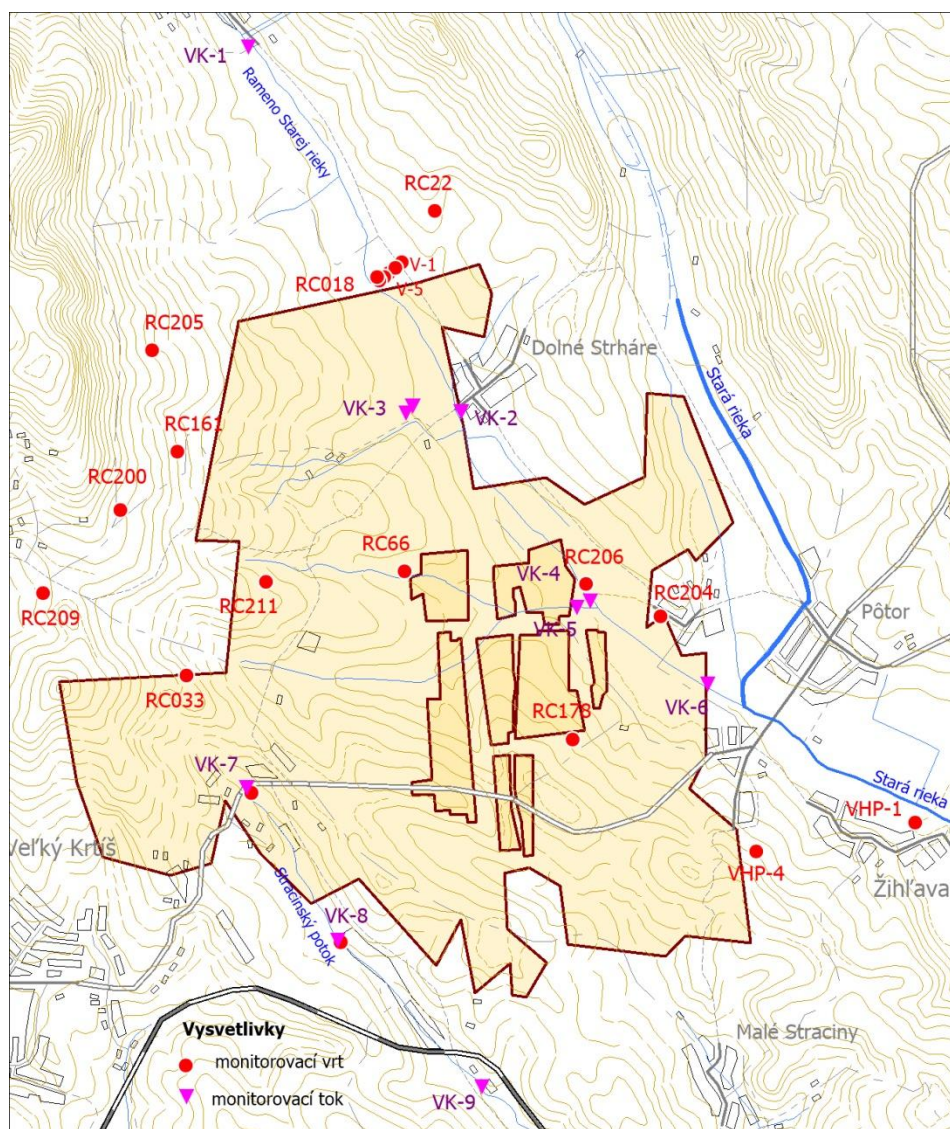
Ozn_vrtu	<i>H</i> v roku 2010 (m p.o.b.)	<i>H</i> 24.11.2021 (m p.o.b.)	<i>H</i> 12.12.2022 (m p.o.b.)	<i>H</i> 27.3.2024 (m p.o.b.)	<i>H</i> 12.11.2024 (m p.o.b.)	Nárast ΔH 2024 (m)	Rýchlosť stúpania hladiny (m/r)
RC205	232,51	>200	>200	>200	>200	?	?
RC161	216,70	> 100	191,90	190,07	188,56	1,51	2,40
RC209	-	> 200	> 200	> 200	>200	?	?
RC211	161,98	> 100	132,55	132,55	131,19	1,36	2,16
RC66	90,40	2,38	4,67	1,27	1,98	-0,71	-
RC018	110,30	-	99,75	97,16	96,00	1,16	1,84
RC033	187,62	> 100	162,04	159,50	158,16	1,34	2,13

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 až 2024 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

Dobývací priestor Modrý Kameň sa nachádza v k. ú. obcí Veľký Krtíš, Veľké Stračiny, Malé Stračiny, Modrý Kameň, Dolné Strháre, Horné Strháre a Pôtor. Čiastkové k. ú. vystáhovanej obce Selce je teraz súčasťou k. ú. Dolné Strháre. Samotná prevádzka Bane Dolina, a. s., znamenala výrazný zásah do životného prostredia regiónu. S banskou hlbinnou ťažbou v dotknutom území sú spojené vplyvy poddolovania, celoplošného odvodnenia horninových štruktúr (vrátane presmerovania povrchových tokov) a tvorby hlušinových hál. Ovplyvnené boli sídla - obec Selce bola vystáhovaná a zlikvidovaná, obec Dolné Strháre bola zlikvidovaná sčasti (časť Tabáň), rozsiahle a významné boli aj zmeny v spôsobe využívania krajiny. Banskej ťažbe sa prispôsobila celá infraštruktúra regiónu – dopravná sieť, produktovody a energetické siete.

Na modrokamenskom ložisku bolo dobývanie uskutočnené na dvoch z troch uhoľných slojov. Z hora nadol boli postupne rúbané I. a II. uhoľný sloj. Rúbanie II. uhoľného sloja sa realizovalo pod vyrúbaným I. uhoľným slojom v rôznom časovom odstupe. Čím väčší bol časový posun medzi rúbaním I. uhoľného sloja a rúbaním II. uhoľného sloja a čím väčšia bola hĺbka uloženia slojov pod povrchom, tým menší bol negatívny dopad na povrch. Dobývaním uhoľných slojov bol ovplyvnený povrch o výmere 13,9 km², z toho 3,5 km² bolo ovplyvnené postupne oboma slojmi (Schwarz a kol., 2004).

Archívne informácie o ložisku Baňa Dolina v súvislosti so sledovaním inžinierskogeologických aspektov vplyvov poddolovania poskytuje štúdia EIA (Schwarz, 2004) a sčasti aj archívna dokumentácia získaná zo Štátneho banského archívu v Banskej Štiavnici, avšak iba po obdobie r. 1991 – 1992. Novšou dokumentáciou archív nedisponuje a nepodarilo sa ju získať ani z iných možných zdrojov. Na obr. 4.14.2 sú zobrazené oblasti, kde boli zaznamenané poklesy územia a rekultivačné práce do r. 1992. Je potrebné podotknúť, že na obr. 4.14.2 nie sú zobrazené všetky oblasti ovplyvnené ťažbou do r. 1992, nakoľko niektoré archívne mapové podklady nebolo možné lokalizovať (georeferencovať), niektoré lokality boli popisované textovo bez mapového zobrazenia a taktiež nemuseli byť archivované všetky udalosti súvisiace s prejavmi poddolovania na povrch územia.

Banskou činnosťou bol ovplyvnený poľnohospodársky a lesný pôdny fond, záhradkárske osady, miestna cestná sieť, časť pôvodného koryta vodného toku Stará rieka, vodný tok Selský jarok a niektoré stavebné objekty. Najväčšie vplyvy podrúbania sa prejavili vo východnej časti ložiska, kde sa nachádza produktívne súvrstvie v malých hĺbkach pod povrchom a kde nie sú v nadloží vyvinuté íly. Na povrchu tu vznikli lievikovité prepادلín a poklesové kotliny o menšej ploche a maximálnom poklese do 1,9 m na miestach s podrúbaným jedným slojom. Na miestach podrúbaných dvomi slojmi bol maximálny pokles do 3,6 m. Smerom severozápadným a západným sa postupne veľkosť poklesovej kotliny zväčšuje a veľkosť maximálneho poklesu znižuje. V najzápadnejšej časti dobývania sú poklesy voľným okom nepostrehnuteľné. Maximálny pokles tu dosahuje veľkosť 1,0 m. Konečnú morfológiu povrchu v neposlednom rade ovplyvnil časový rozdiel medzi rúbaním I. uhoľného a II. uhoľného sloja.

Najväčší a z hľadiska ďalšieho poľnohospodárskeho využitia najhorší dosah malo dobývanie uhlia v lokalite ohraničenej na východe pôvodnou hranicou „Dobývacieho priestoru Pôtor“, na západe lokalitami Bukovec, Strminy, Nad Mezníkom a na severe obcou Dolné Strháre. Časť podrúbaného územia ohraničeného pôvodnou hranicou „DP Pôtor“ a súčasnou hranicou „DP Modrý Kameň“ bola v minulosti zrekultivovaná.

Ako Schwarz a kol. (2004) ďalej uvádzajú, v dôsledku prepادلín je znemožnené, prípadne veľmi sťažené poľnohospodárske využívanie pozemkov nachádzajúcich sa v lokalitách Mädokyšská lúka, Pôtorský Bukovec, Greguška, Selské lúky, povodie vodného toku Stará rieka po oboch brehoch medzi Dolnými Strhármí a Slatinkou. V dôsledku vzniku povrchových vrás sú znížené výnosy na poľnohospodárskej pôde ohraničenej na západe lesným pôdnym fondom,

bývalou obcou Selce, na juhu štátnou cestou I. tr. Veľký Krtíš – Lučenec č. 75, lokalitami Stračinský Bukovec, Deväťjutrovka, na východe hranicou „DP Modrý Kameň“ a na severe katastrálnou hranicou medzi Dolnými a Hornými Strhármí. Lesný pôdny fond vzhľadom na hĺbku uloženia dobývaných uhoľných slojov a nachádzajúcich sa nadložných ílov veľkej hrúbky nebol prakticky narušený, okrem lokalít Hlboké a Kopané, nachádzajúcich sa na východ od príjazdovej cesty na závod „Baňa Dolina“, kde došlo aj k poškodeniu časti lesného porastu.

Medzi obcami Dolné Strháre – Pôtor – Slatinka došlo vplyvom podrúbania vodného toku Stará rieka k narušeniu spádových pomerov a k denudácii častí brehov, v dôsledku čoho sú v čase zrážok napájané niektoré prepadliny na susedných pozemkoch. Ďalším podrúbaným vodným tokom je „Selský jarok“, v povodí ktorého došlo k zmene lúk („Selské lúky“) na močariny.

V „DP Modrý Kameň“ boli podrúbané cestné komunikácie, ktoré boli priebežne opravované a po doznení vplyvov podrúbania boli na niektorých úsekoch vykonané definitívne opravy. Najväčšie škody, čo do rozsahu podrúbania vznikli na štátnej ceste I. tr. č. 75 Veľký Krtíš - Lučenec na úseku od lokality Priemstav až po obec Pôtor, kde niektoré úseky boli dvakrát podrúbané. Ďalej boli podrúbané cesty III. tr. medzi obcami Pôtor-Slatinka, Dolné Strháre, časť cesty III. tr. na sever od Dolných Strhárov smerom na Horné Strháre, časť cesty III. tr. v úseku Dolné Strháre – Modrý Kameň, cesta III. tr. – spojka medzi cestou Dolné Strháre - Modrý Kameň a štátnou cestou Veľký Krtíš - Lučenec a cesta III. tr. – príjazdová cesta do závodu Baňa Dolina, od križovatky štátnej cesty po začiatok areálu závodu.

V „DP Modrý Kameň“ boli podrúbané aj niektoré stavebné objekty – budovy. V lokalite Priemstav to boli budovy slúžiace na priemyselné využitie – sklady, v prevažnej miere postavené z tvárnic v kombinácii s drevom. Tieto boli po doznení poklesov a po vysporiadaní škôd asanované. V lokalite Selce – bývalý areál štátnych majetkov, v čase dobývania v majetku Bane Dolina, a. s. Veľký Krtíš boli podrúbané objekty, ktoré po doznení vplyvov podrúbania a následnom posúdení boli ponechané pre ďalšie využitie. V lokalite obce Dolné Strháre bol dobývaním ovplyvnený tamojší kultúrny dom a v severnej časti obce včelárska chata. Oba objekty po doznení poklesov boli ponechané na ďalšie využitie.

Na modrokamenskom ložisku sa nachádza viacero banských diel, ktoré aj po ukončení banskej činnosti ostanú vystužené a postupne sa budú samočinne zavaľovať. Časť z nich v juhovýchodnej a východnej časti ložiska boli budované v dreve a niektoré už majú vyše 55 rokov. Postupné samozavaľovanie banských diel v juhovýchodnej a východnej časti ložiska sa na povrchu prejaví vznikom lievikovitých prepadlín oválneho tvaru, ktorých plošný rozsah bude závisieť od dĺžky zavaleného úseku banského diela a hĺbky uloženia. Smerom severozápadným a západným budú sa vplyvy samozavaľovania banských diel na povrch v závislosti od ich hĺbky uloženia zmenšovať a v hĺbke 100 m pod povrchom sa tieto na povrchu vôbec neprejaví (podľa Schwarz a kol., 2004).

Ako ďalej uvádza Schwarz a kol. (2004), po skončení banskej činnosti budú doznievať na povrchu vplyvy poddolovania po dobu približne desiatich rokov. Po ich skončení bude dochádzať k vzniku prepadlín a priehybov v dôsledku samozavaľovania ponechaných banských diel v určitých lokalitách, a to v juhovýchodnej a východnej časti ložiska v okolí obcí Pôtor, Pôtor - Slatinka, medzi obcami Žihľava – Malé Stračiny, medzi obcami Dolné Strháre – Pôtor - Slatinka a v blízkom okolí obce Dolné Strháre. Časový horizont týchto vplyvov sa nedá presne určiť. Dá sa predpokladať na základe skúseností z lokality Pôtor-Slatinka, že pôjde rádo o desiatky rokov. Ku vzniku prepadlín môže dôjsť v juhovýchodnej a východnej časti ložiska aj v dôsledku zavaľovania kaverien, ktoré vznikli ako dôsledok odvodňovania ložiska.

Po skončení čerpania vody v podzemí dôjde k postupnému zatápaniu ponechaných banských diel. Je predpoklad, že v dlhom časovom horizonte (rádovo 100 rokov) dôjde k obnoveniu pôvodnej hydrostatickej hladiny na úroveň spred začatia banskej činnosti a v juhovýchodnej a východnej časti ložiska k jej prepojeniu s povrchovou vodou (vodný tok Stará rieka). Na povrchu možno očakávať v lokalite medzi Dolnými Strhármí a Pôtrom – Slatinkou vytváranie mokrín a bažín. Tento proces sa urýchlí prípadným obnovením vodného toku Stará rieka.

Na poľnohospodárskej pôde pri intenzívnom obrábaní budú aj s príspevím poveternostných činiteľov (dážď, sneh, vietor) následky po banskej činnosti postupne zahladzované. Ostanú zamokrené lokality v povodí vodného toku Stará rieka, ktoré nebude možné obrábať. Na lesnom fonde dôjde k postupnému regeneračnému procesu. V posledných rokoch sa podrúbané úseky cestných komunikácií neopravovali. Vykonávala sa iba nevyhnutná údržba (Schwarz a kol., 2004).

Posledná zmienka v rámci správ o činnosti Hlavného banského úradu v súvislosti s poklesmi terénu vplyvom poddolovania a prípadnou rekultiváciou územia je uvedená v Správe o činnosti Hlavného banského úradu a obvodných banských úradov Slovenskej republiky za rok 2018. V zmysle tejto správy je ochrana povrchových objektov riešená schválenými ochrannými piliermi. V dobývacom priestore Modrý Kameň nie je od roku 2015 vykonávané dobývanie (bývalá uhľná Baňa Dolina, a.s. Veľký Krtíš), a preto i v tomto roku dochádzalo len k doznievaniu poklesov terénu.

V čiastkovej správe za r. 2021 – ČMS Geologické faktory, podsystem 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie, je uvedená podrobnejšia charakteristika lokality Baňa Dolina z hľadiska vývoja lokality a prejavov poddolovania.

Vzhľadom na to, že nie sú k dispozícii informácie o smerovaní ťažby na ložisku od r. 2004 až do jej ukončenia v r. 2015, je problematické prognózovať, v ktorých ďalších oblastiach ložiska, okrem vyššie uvedených, možno predpokladať rozvoj závalov viazaných k tomuto obdobiu. V súvislosti so zisťovaním aktuálneho stavu poklesávania územia boli oslovení v r. 2021 starostovia obcí Dolné Strháre a Pôtor a vedúca odboru investičného a životného prostredia MsÚ Veľký Krtíš. Súčasne boli vyzvaní, aby v prípade akýchkoľvek prejavov aktivít vplyvu poddolovania informovali ŠGÚDŠ. Podľa ich vyjadrení neboli v poslednej dobe zaznamenané viditeľné aktivity v poklesávaní územia.

V rámci lokality sa posudzovala možnosť využitia geodetických bodov realizovaných medzi obcami Pôtor a Dolné Strháre v zmysle správy Semeš a kol. (1990). Vzhľadom na to, že zo správy vyplynulo, že geodetické body pravdepodobne neboli zabudované ako pevné geodetické body s betónovým základom a zároveň identifikácia vybraných bodov v rámci rekognoskácie územia nebola úspešná, od tejto možnosti sledovania lokality bolo upustené.

Pre možnosť GNSS sledovania poklesov boli využité zabudované geodetické body štátnej nivelačnej siete (obr. 4.14.2, 4.14.3), ktoré sú situované v blízkosti štátnych ciest v skúmanej oblasti.

V r. 2022 boli v súvislosti so sledovaním možnej subsidencie územia realizované prvotné GNSS merania na geodetických bodoch 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 a do akej významnej miery došlo k poklesu bodov do r. 2022. Výsledky meraní poklesov bodov sú zhodnotené v čiastkovej správe za r. 2022 – ČMS Geologické faktory, podsystem 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie.

Ďalšie GNSS merania boli realizované v r. 2024. Pri porovnaní etapových meraní v r. 2022 a v r. 2024 boli zistené poklesy bodov v rozpätí od 0,03 – 0,026 m, resp. od 3 do 26 mm. Poklesy boli zaznamenané celkovo na 15 bodoch. Výraznejšie poklesové hodnoty (obr. 4.14.2) boli zistené prevažne v južnej časti subsidenčného územia (so zaznamenanou max. mierou poklesu 0,026 m), a to na nasledovných bodoch:

- v úseku cesty I/75:
 - o **bod EZN-585** (0,026 m) s rýchlosťou poklesu 13 mm.rok⁻¹ (obr. 4.14.4) a **bod EZN-588** (0,020 m) s rýchlosťou poklesu 10 mm.rok⁻¹, ktoré sú situované v juhozápadnej okrajovej časti monitorovaného územia, južne od obce Selce, kde boli modelovo predpokladané poklesy do 1 m,
 - o **bod EZN-589** (0,017 m) s rýchlosťou poklesu 9 mm.rok⁻¹, južne od obce Pôtor, na južnom okraji centrálnej časti sledovaného územia, kde boli modelovo predpokladané poklesy do 2,5 m,
 - o **bod EZN-595** (0,024 m) s rýchlosťou poklesu 12 mm.rok⁻¹, lokalizovaný južne od obce Pôtor, na východnom okraji poddolovanej oblasti, kde boli modelovo predpokladané poklesy do 2 m;
- v úseku cesty III/285 v juhovýchodnom rohu sledovaného územia:
 - o **bod ZN7-502** (0,023 m) s rýchlosťou poklesu 12 mm.rok⁻¹ a **bod ZN-504** (0,018 m) s rýchlosťou poklesu 9 mm.rok⁻¹, situované na okraji oblasti s modelovo predpokladanými poklesmi (s max. mierou modelovanej miery poklesu do 1,5 m).

V severnej až strednej časti sledovaného územia (obr. 4.14.2) boli zistené poklesy na nasledovných bodoch:

- v úseku cesty III/2584:
 - o blízko seba situované **body E60-504** (0,025 m) s rýchlosťou poklesu 13 mm.rok⁻¹ a **6804-19** (0,010 m) juhozápadne od obce Dolné Strháre, v oblasti, kde boli modelovo predpokladané poklesy do 1 m,
 - o **bod E59-506** (0,011 m) s rýchlosťou poklesu 6 mm.rok⁻¹, lokalizovaný severne od obce Selce, v oblasti, kde boli modelovo predpokladané poklesy do 1,5 m.

Na severnom okraji sledovaného územia (obr. 4.14.2) bol zistený pokles na bode v úseku cesty III/2604:

- o **bod E62-503** (0,014 m), situovaný severozápadne od obce Dolné Strháre, kde boli modelovo predpokladané poklesy do 1 m.

Na ostatných bodoch boli zistené poklesy do 0,08 m, čo pri chybe merania do 13 mm (resp. 0,013 m) nepredstavuje významnejšie hodnoty.

Súčasne boli zhodnotené celkové poklesy od realizovaných prvotných geodetických meraní na bodoch ŠNS (realizovaných v r. 2009, resp. na niektorých bodoch v r. 2016) do obdobia meraní realizovaných v r. 2024. Možno konštatovať, že na všetkých vyššie uvedených geodetických bodoch so zaznamenanými vyššími hodnotami poklesov za obdobie r. 2022 – 2024 boli zistené výraznejšie poklesy (do 0,119 m) aj v celkovo sledovanom období.

Vo vyššie hodnotenej južnej časti monitorovaného územia bolo na bodoch EZN-585, EZN-588, EZN-589, EZN-595 (so zistenými poklesmi za r. 2022 – 2024 v intervale 0,017 – 0,026 m) situovaných v úseku cesty I/75 zistené poklesávanie územia s hodnotami poklesov 0,059 – 0,091 m (za obdobie r. 2016 až 2024). V úseku tejto cesty došlo za obdobie r. 2016 – 2024 k poklesom (obr. 4.14.3) aj na bodoch EZN-587 (0,028 m) a EZN-591 (0,032 m).

V úseku cesty III/285 v juhovýchodnom rohu sledovaného územia bol zistený celkový pokles (za obdobie r. 2009 – 2024) na obidvoch meraných bodoch ZN7-502 (0,035 m) a ZN-

504 (0,119 m), pričom pokles za r. 2022 – 2024 dosiahol na bode ZN7-502 hodnotu 0,023 m a na bode ZN 504 hodnotu 0,018 m.



Obr. 4.14.4: GNSS meranie na bode s označením EZN-585.

V severnej až strednej časti sledovaného územia v úseku cesty III/2584 (obr. 4.14.3) boli v r. 2020 – 2024 zistené poklesy na bodoch E60-504, 6804-19, E59-506 v intervale 0,010 – 0,025 m. Celkový pokles za roky 2009 – 2024 sa na týchto bodoch pohybuje v intervale 0,033 – 0,115 m, pričom najvyššia miera poklesu bola zaznamenaná severne od obce Selce na bode E59-506. Celkový pokles za r. 2009 – 2024 bol zistený v úseku cesty III/2584 aj na bodoch E59-508.1 (0,061 m), E60-503.1 (0,015 m), E60-502 (0,021 m), E60-501 (0,034 m), na ktorých sa v období r. 2022 – 2024 významnejší pokles neprejavil.

Severný okraj sledovaného územia je sledovaný na bode E62-503 v úseku cesty III/2604, kde bol zistený v období r. 2009 až 2024 celkový pokles 0,069 m (za r. 2022 – 2024 – 0,014 m). V západnej časti sledovaného územia boli celkové poklesy (za r. 2009 – 2024) zisťované na bodoch E58-504 (0,041 m) a E58-505 (0,024 m), pričom v období r. 2022 – 2024 bol zaznamenaný pokles na týchto bodoch zanedbateľný.

Z hodnotenia poklesávania sledovaného územia na zabudovaných geodetických bodoch vyplýva, že v malej miere dochádza k poklesávaniu územia aj v súčasnej dobe (za obdobie r. 2022 – 2024) s vyššou mierou poklesu na bodoch – v JZ časti územia – EZN-585 (s max. etapovým poklesom 2,6 cm a max. rýchlosťou poklesu 13 mm.rok^{-1}) a EZN-588, v JV časti územia – EZN 595 a ZN7-502, a tiež v severnejšej časti územia – E60-504.

Pri hodnotení celkových poklesov bodov od realizovaných prvotných geodetických meraní po merania v r. 2024 bola zistená max. rýchlosť poklesu (11 mm.rok^{-1}) v J časti územia na bode EZN-589. Miera poklesu tu dosahovala 9,1 cm. Najvyššia miera poklesu bola zaznamenaná v JV časti na bode ZN7-504 (11,9 cm) a v strednej časti územia na bode E59-506 (11,5 cm).

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 výtlačným potrubím vyvádzané na povrch do čistiarne odpadových vôd, odkiaľ po mechanickom prečistení boli vypúšťané do potoka Haďmáš. V roku 2023 a 2024 odvodňovanie bane nebolo vykonávané, podzemie bane bolo zatopené (HBÚ, 2024, 2025).

5 Závery

Predkladaná ročná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác realizovaných v priebehu roku 2024 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 – 2023, 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 2024 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, na magnezitovom ložisku Podrečany a na lokalite s ukončenou ťažbou uhlia Veľký Krtíš – Baňa Dolina.

Realizovanou rekognoskáciou ložiska Nádej pri Pezinku v r. 2024 nebolo vizuálne zaznamenané významnejšie rozširovanie závalov oproti predošlému obdobiu. Zároveň neboli pozorované ďalšie následné (sekundárne) významnejšie geodynamické javy (predovšetkým svahové deformácie) väčšieho rozsahu. Na základe terénnych zistení možno konštatovať, že aj naďalej pokračuje postupné nepatrné rozširovanie závalu Z1 smerom na severovýchod. Súčasne postupne dochádza k aktívnemu poklesávaniu povrchu terénu v priestore medzi závalmi Z3 a Z1, čo naznačuje predpoklad možného postupného prepájania závalov Z1 a Z3. Konfrontácia údajov DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) vo vyššom rozlíšení (0,25 m) s rozsahom rozfárانيا ložiska umožnila identifikovať 2 menšie doteraz neregistrované závaly v úvodných častiach štôlne Ryhová s označením Z11 a Z12. Súčasne bolo možné upresniť v mapovom zobrazení lokalizáciu doteraz dokumentovaných závalov.

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 pokračuje, obdobne ako v predchádzajúcom sledovanom období. V rámci terénneho monitoringu boli v r. 2024 zistené zmeny v geodynamickej aktivite sledovanej lokality v prevažnej miere v podobe vzniku nových aktívnych trhlín a v menšej miere charakteru aktivizácie existujúcich trhlín v pásme trhlín závalového pásma, hlavne v jeho severovýchodnej až východnej časti a v menšej miere v jeho západnej až severnej časti. Zaznamenaný bol vznik 19 nových trhlín a aktivizácia 4 už existujúcich trhlín. V SV až V časti závalového pásma sa geodynamická aktivita v r. 2024 prejavila prevažne v podobe vzniku nových ťahových trhlín v predpolí závalov. V S a SZ časti závalového pásma bola okrem vzniku nových trhlín zaznamenaná aj aktivizácia viacerých už v minulosti registrovaných 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 a zosuvov. V r. 2024 bola uskutočnená reambulácia mapy výskytu geodynamických javov s využitím interpretácie údajov DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) a vlastnej terénnej verifikácie. Reambuláciou bol spresnený a doplnený priebeh/situovanie geodynamických javov. 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 odľučnej poklesovej hrany bloku B4, v blízkosti ktorej bol zároveň pozorovaný vznik ťahovo-poklesovej trhliny. Podľa aktuálneho pozorovania v r. 2024 je možné predpokladať naďalej aktívnu formu tejto trhliny. Južný okraj východnej časti závalového pásma je poznamenaný, v porovnaní so severným okrajom východnej časti závalového pásma, výraznejším rozsahom svahových deformácií. Súvisí to so skutočnosťou, že južný okraj východnej časti závalového pásma predstavuje nadložie ložiska a teda horninové prostredie je zasiahnuté výskytom voľných priestorov banských chodieb a ťažobných komôr. V r. 2024 bola pozorovaná aktivita zosuvu na severnom okraji zosuvného bloku B9. S využitím DEM LLS1 – LiDAR (©T. Lieskovský) a terénnej verifikácie boli aj v tejto oblasti závalového pásma v mapovom zobrazení doplnené viaceré trhliny potenciálneho aj aktívneho charakteru. V oblasti východného ukončenia závalového pásma bolo v r. 2024 registrovaná len lokálna aktivizácia vypadávania úlomkov a blokov hornín z odľučnej steny závalu. Vzhľadom na to, že posledná donedávna prebiehajúca ťažba bola realizovaná v strednej a východnej časti závalového pásma, nemožno v budúcnosti vylúčiť ďalšie doznievanie poklesávania územia a rozvoj sekundárnych svahových deformácií.

Z výsledkov monitoringu lokality Novoveská Huta je z hľadiska inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby sadrovca potrebné upozorniť na aktuálnu zvýšenú geodynamickú aktivitu v podobe subsidencie územia, ktorá môže súvisieť aj so zatápaním ložiska. V ďalšom období je opodstatnený predpoklad rozvíjania sa závalov a poklesových trhlín. V následnosti je opodstatnená obava, že vplyvom či už náhleho subsidenčného kolapsu alebo postupnej subsidencie horninového masívu do voľných priestorov ložiska môže dôjsť k prievalu banských vôd do doliny Podzámčiská. Vzhľadom na dôležitosť sledovania lokality Novoveská Huta by bolo žiaduce metodicky zaradiť aj realizáciu LiDAR-ového monitoringu závalového pásma s vyhodnotením miery geodynamickej aktivity územia formou rozdielových máp.

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. Terénna rekognoskácia realizovaná v r. 2024 preukázala ďalšiu zreteľnú aktivizáciu zosuvu v porovnaní so sledovaním v r. 2023. Došlo k výraznej reaktivizácii existujúcich trhlín ako aj ku vzniku nových trhlín. Výrazným prejavom aktivizácie zosuvu je prepájanie už existujúcich trhlín, čím dochádza k vytváraniu novej, takmer súvislej retrográdnej odľučnej zosuvnej plochy. V blízkej dobe možno teda 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 má 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 podlažia. 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. Neustále stúpajúca úroveň hladiny vody je už blízko pod úrovňou miestnej eróznej bázy (v rozdiel o cca **4 m**, so stavom k 16. 10. 2024), 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. odvodňovacími vrtmi, resp. štôľňou) a odvedením týchto vôd do blízkeho recipienta – Krivánskeho potoka. Pre ďalšie sledovanie lokality by bolo žiadúce realizovať LiDAR-ový monitoring s vyhodnotením miery geodynamického aktivity územia formou zhotovenia rozdielových máp, a to nielen v oblasti zosuvu v SZ časti lomu, ale aj v celej oblasti lomu, vrátane jeho širšieho okolia v predpokladanom dosahu rizík (najmä zosuvných) spojených so stúpajúcou hladinou vody v lome.

Výsledky sledovania oblasti DP Prešov I. – Solivary poukazujú, v súvislosti s výškovými GNSS meraniami, na to, že skúmaná oblasť sa z hľadiska poklesov územia javí naďalej ako aktívna. V etapovom období r. 2023 – 2024 boli výraznejšie poklesy zistené na 5 bodoch (v rozmedzí od -0,02 m do -0,04 m), najviac však v severnejšej časti sledovaného územia (na 3 bodoch), kde boli zaznamenané zároveň aj maximálne poklesy do 3,7 cm. Významnejšie celkové kumulatívne poklesy územia (0,04 až 0,06 m) za obdobie r. 2020 – 2024 boli zistené na 9 bodoch. Takéto poklesy boli registrované v oblasti kaverien v JV, SV a v centrálnej časti skúmaného územia. Trend a mieru poklesávania územia je potrebné overovať v budúcnosti ďalšími GNSS meraniami na pevných bodoch pozorovacej siete.

Z hodnotenia poklesávania sledovaného územia na lokalite baňa Dolina pri Veľkom Krtíši na zabudovaných geodetických bodoch ŠNS vyplýva, že k poklesávaniu územia v súčasnej dobe (za obdobie r. 2022 – 2024) dochádza len v malej miere pri zistenej najvyššej miere poklesu na bodoch – v JZ časti územia – EZN-585 (s max. etapovým poklesom 2,6 cm a max. rýchlosťou poklesu 13 mm.rok^{-1}) a EZN-588, v JV časti územia – EZN 595 a ZN7-502, a tiež v severnejšej časti územia – E60-504.

Geodynamické javy vznikajúce dôsledkom prebiehajúcej ťažby uhoľných ložísk a ložísk magnezitu a mastenca sú sledované prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií, v roku 2024 havarijné udalosti neboli evidované.

Rizikové lokality zaradené do VŤŽP môžeme zatriediť podľa doposiaľ dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov a ich významnosti do troch tried (tab. 5.1). Do triedy **A** sme zaradili ložiská bez významného výskytu svahových pohybov, poklesov terénu a porúch objektov vyvolaných banskou činnosťou. V triede **B** boli dokumentované spomínané dopady, ale boli menšieho rozsahu. Pre triedu **C** je charakteristický výskyt sledovaných porúch väčšieho rozsahu prevažne s aktívnym prejavom. Podľa uvedeného zatriedenia ložísk k najrizikovejšej skupine patria ložiská magnezitu. Vysoko riziková je i podrúbaná oblasť ložiska Rudňany – Poráč, Novoveská Huta, časť lokality Nižná Slaná nad ložiskom Kobeliarovo, lokalita magnezitového lomu v Podrečanoch a lokalita Prešov – Solivary. Na týchto lokalitách stále prebiehajú geodynamické javy vo forme

subsidiencie územia, vzniku, resp. ďalšej aktivizácie svahových deformácií a prípadných sprievodných javov (trhlín a pod.).

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.

Monitoring hydrogeologických aspektov vplyvu ťažby na abiotickú zložku životného prostredia ukazuje, že na sledovaných lokalitách s dlhodobo 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 štôlny 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 dosiahol priemer výdatnosti výtoku zo šachty Gabriela 2,23 l/s a v roku 2024 stúpol na 4,53 l/s. Tento nárast bol pravdepodobne spôsobený nárastom množstva vody presakujúcej do hlbinných horizontov z Kobeliarovského prekopy, v oblasti slepej jamy Manó II. Koncom roka 2023 a v roku 2024 boli organizáciou Rudné Bane, š. p. Banská Štiavnica, realizované technické práce za účelom eliminácie týchto priesakov.

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.

Zmeny v hydrogeologickom režime nastali vo východnej časti lokality Novoveská Huta, v dôsledku zatopenia sadrovcovej bane Mária – Sadrovka, po ukončení odvodňovania bane čerpaním banskej vody. Baňa po zatopení nie je odvodňovaná výtokom z najnižšie položeného banského diela, ktorým je štôlna Mária ústiaca v Novoveskej Hute, ale nepriamo, skupinou výverov lokalizovaných na východnom okraji závalového pásma bane, v doline Podzámčiská. Ide o obnovenie činnosti niektorých výverov, ktoré v minulosti zanikli v dôsledku drenáže banskými dielami, ale i o vznik nových výverov v ich blízkosti. Nepriaznivý stav pretrváva na Novej štôlni východne od Novoveskej Huty, kde je hladina vody v banskom systéme vzdutá závalom vzniknutým pri ústí štôlne a podmieňuje nežiaduce krasovatenie sadrovcovej polohy v blízkosti povrchu s možnosťou vzniku závalov a lokálnych 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 Sedlačkovho 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, preto v súčasnosti nie je monitorovaný v rámci VŤŽP. V roku 2024 na nich neboli zaznamenané významné zmeny oproti predošlému obdobiu, ani výskyt udalostí havarijného charakteru (HBÚ, 2025). Na Bani Dolina vo Veľkom Krtíši sa monitoring podzemnej vody po likvidácii bane vykonával len v rokoch 2008 až 2010. Merania hladiny v dostupných monitorovacích vrtoch, vykonané v rámci VŤŽP v rokoch 2021– 2024, ukázali ich pomalý vzostup (približne 2,0 m za rok). Vo väčšine z pozorovaných vrtov sú stále v hĺbke väčšej ako 100 m pod terénom.

Monitoring geochemických aspektov vplyvu ťažby v doterajšom období rokov 2007 – 2024 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).

Dlhodobo 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 priemerom za obdobie 2008 – 2023 138-násobne IT pre podzemnú vodu obsahom hliníka (v roku 2024 bolo zaznamenané 104-násobné prekročenie),

mierne i obsahom Zn (priemer za roky 2022 – 2023 1,17-násobne prekračuje IT) a Co (1,3-násobné prekročenie v dlhodobom priemere a 1,6-násobné za rok 2024). Indikačné kritérium pre podzemnú vodu 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 arzénu (v roku 2024 3,2-násobne) a banská voda Starej Krížovej štôlne v Gelnici obsahom antimónu (v roku 2024 2,2-násobne). Obsah As vo vode štôlne Alžbeta nadobudol od roku 2020 zostupný trend (po predchádzajúcom dlhodobom vzostupnom), s poklesom z ročného priemeru 0,60 mg/l na 0,28 mg/l v roku 2024. 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. Na jeho ústí do Hornádu je zaznamenané dlhodobé približne 2-násobné prekročenie limitu pre povrchové vody v obsahu antimónu, v roku 2024 i mierne prekročenie limitu v obsahu Hg, As a Ba. V oblasti medzi Rudňanami a Poráčom je kontaminovaný i báriom (1,4-násobné prevýšenie KPV) a meďou (1,4-násobné prevýšenie RP-PoK). Banská voda dedičnej štôlne Rochus je zdrojom kontaminácie hlavne mangánom, ale i síranmi a občasne i arzénom. Voda krasovo-puklinového prameňa Olšo pri Markušovciach je kontaminovaná ortuťou, jej charakteristická hodnota za rok 2024 len tesne nedosiahla úroveň ID kritéria. V časti lokality Novoveská Huta s opustenými uránovými baňami je kvalita povrchových tokov dobrá, len s lokálne mierne nadlimitnými priemernými hodnotami objemovej aktivity rádia. V pramennej časti Suchohorského potoka však dochádza k výraznému prekročeniu RP-PoK pre hliník (78-násobné prekročenie v roku 2024) a meď (16-násobne v roku 2024), i k miernemu prekročeniu KPV pre nikel a pre mangán. Vo východnej časti lokality Novoveská Huta došlo po zatopení hlbinných horizontov bane Mária – Sadrovka k zmene miesta jej odvodňovania na povrch. Pôvodne boli banské vody vypúšťané do toku Holubnica v areáli ťažobného závodu v Novoveskej Hute, v zmenených podmienkach dochádza k samovoľnému odvodňovaniu bane prameňmi v doline Podzámčiská, v povodí toku Tepličský Brusník. Chemické zloženie vody týchto prameňov sa formuje v banských priestoroch, pričom ide o vysoko mineralizovanú vodu ($EC = 1\,387\text{ mS/m}$), hlavne v dôsledku vysokých obsahov chloridov (14-násobné prekročenie IT), síranov, sodíka a vápnika. Recipientom je tok Tepličský Brusník, ktorého voda prekračuje v mieste pod uvedenými vývermi limit pre povrchovú vodu 5 – 8 násobne, po nariadení viacerými prítokmi klesá úroveň tohto prekročenia na 2 – 3-násobné, v mieste pred vstupom do intravilánu Pod Tepličkou (časť obce Teplička nad Hornádom).

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 (havarijné) 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 2024 dochádzalo, podľa monitoringu SVP, k častému niekoľkonásobnému 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 zaznamenaná v banskej vode štôlne Augusta, odvodňujúcej baňu v Nadabule; v roku 2024 bolo prekročenie 1,9-násobné – mierne vyššie oproti obdobiu rokov 2007 – 2023. 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 3 až 10-násobne, v roku 2024 sa tu ich úroveň v porovnaní s predošlým obdobím výrazne nezmenila.

Na lokalite Dúbrava, v útware 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 2024 nevykazujú oproti predošlým významnú zmenu.

V Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode (útvár podzemných vôd SK200220FP *Puklinové a medzizrnné podzemné vody S časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hron*) charakteristické obsahy Al, Zn a Cd dlhodobo presahujú ID pre banskú vodu Voznickej dedičnej štôlne (VDSŠ). V roku 2024 sú u nich zaznamenané ich výrazne nižšie 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 útware SK200030FK *Puklinové a krasovo – puklinové podzemné vody Pezinských Karpát oblasti povodia Váh*, je dokumentovaná dlhodobo nepriaznivá kvalita vody Sedlačkovho jarku pre vysoké obsahy Fe, Al, Zn, Sb a Ni, v roku 2024 boli zaznamenané i nadlimitné obsahy Mn, Cu a Cd. Tento nepriaznivý stav je spôsobený výtokom banskej vody zo štôlne Ryhová, ktorou bolo otvorené pyrit-pyrotitové ložisko Nádej. Tento banský systém drénuje okrem podzemnej vody aj časť prietoku povrchových tokov, čo zvyšuje intenzitu rozpúšťania minerálov ložiska. Potok Blatina pred vstupom do areálu nemocnice nad Pezinkom má trvale zvýšené obsahy 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 2024 je na týchto štôlniach dokumentovaná porovnateľná úroveň obsahu Sb (8,6 resp. 1,4-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. Navrhovaná likvidácia ťažobných vrtov je v štádiu prípravy, pod gesciou Ministerstva hospodárstva SR. Táto lokalita sa nachádza v útware SK2005300P *Medzizrnné podzemné vody Košickej kotliny*.

Tab. 5.2: Ukazovatele nevyhovujúce požiadavkám NV SR č. 269/2010 Z. z. pre kvalitu povrchovej vody a kritériám rizikovosti kvality podzemnej vody podľa Metodického pokynu MŽP SR 1/2015-7 zistené na monitorovaných lokalitách pre obdobie 2007 – 2024.

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 – 2023	2024	2007 – 2023	2024	2007 – 2023	2024	2007 – 2023	2024
ŠHRO (SK200220FP)	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cu, Cd, Ca	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Cd, Ca	SO ₄ , Mn, Zn, Ca, Cd	SO ₄ , Mn, Zn, Pb	Al, Zn, Cd	Al, Zn, Cd	Al	Al
Kremnica (SK200220FP)	SO ₄ , Mn, Zn, Sb, Cu, Ca	nem.	-	nem.	Zn	nem.	-	nem.
Dúbrava (SK200300FK)	Sb, As	Sb, As	Sb	Sb	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb, As
Pezinok (SK200300FK)	EC, SO ₄ , Ca, Fe, Mn, As, Sb, Ni, Zn, Al	EC, SO ₄ , Ca, Fe, Mn, As, Sb, Ni, Zn, Al, Cu, Cd, ²²⁶ Ra	Fe, As, Sb, Zn, Ni, Al, ²²⁶ Ra	Fe, Mn, As, Sb, Zn, Ni, Cu, Cd	Sb, Ni, Al	Sb, As, Ni, Al	Sb	Sb, Al
Špania Dolina (SK200280FK)	SO ₄ ²⁻ , Sb, As, Cu, Zn, Ni,	SO ₄ ²⁻ , Sb, As, Cu, Zn, Ni,	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, As, Cu, Ba	Ba, Sb, Cu, Hg	-	-	-	-
Nižná Slaná (SK200280FK)	Fe, Mn, As, SO ₄ , Al, Zn, Pb, Sb, Ni, Co, Cd, Cu, Ca, Mg, NH ₄ ⁺ , pH, EC	Fe, Mn, As, SO ₄ , Al, Zn, Pb, Sb, Ni, Co, Cu, Ca, Mg, NH ₄ ⁺ , pH, EC	Fe, Mn, As, Ni, SO ₄ ²⁻	Fe, Mn, As	As, Ni, Co, Be, Cd, Al, Zn, EC, pH, NH ₄ ⁺	As, Sb, Ni, Co, Be, Al, EC, pH, NH ₄ ⁺	As, Ni, Co, Be, Al, EC, pH	As, Ni, Co, Al, EC, pH
Slovinky–Gelnica (SK200500FK)	As, Sb, Cu, Ni, Cd, Mn, SO ₄ ²⁻ , 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, Cu, Mn, SO ₄ , EC	nem.	nem.	As, Al, pH	As	-	-
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, Cu	Al, Zn, As, Cu, Ni, Co, Be, pH, EC	Al, Zn, As, Cu, Ni, Co, Cd, 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, Mg, Na, Cl ⁻ , EC, ²²⁶ Ra	Al, Ni, Cu, Mn, SO ₄ , Ca, pH	Al, Ni, Cu, Mn, SO ₄ , Ca, pH, ²²⁶ Ra	EC	Cl ⁻	-	Cl ⁻

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

Zvýšené koncentrácie kontaminantov uvoľňovaných s ťažbou rozrušeného horninového prostredia do vodného roztoku spôsobujú i kontamináciu sedimentov akumulovaných v miestnych povrchových tokoch. Najvýznamnejšími kontaminujúcimi prvkami sú arzén a antimón, ktorých obsah v sedimentoch prekročil podľa výsledkov jednorazového vzorkovania v roku 2012 intervenčné kritérium pre priemysel na všetkých monitorovaných rudných lokalitách, s výnimkou antimónu na lokalite Novoveská Huta. K ďalším rizikovým kontaminantom dokumentovaným v sedimentoch tokov patria Pb, Zn, Cd, Hg, Co, Cu a Ba (tab. 5.3). V roku 2024 bola odobraná a analyzovaná len vzorka sedimentov rieky Slaná v Čoltove, pre dokumentáciu vplyvu výtoku banskej vody zo zatopeného sideritového ložiska Manó – Gabriela v Nižnej Slanej. Zistený obsah As je výrazne nižší v porovnaní so vzorkou z roku 2022 a približuje sa dlhodobému priemeru uvedenej lokality. Okrem výtoku banskej vody z bane Manó – Gabriela, zvlášť výrazná tvorba železitého okru prebieha na výtokoch: zo šachty Pech na lokalite Smolník, zo štôlne Ryhová na lokalite Pezinok a zo štôlne 1. mája v Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode.

Tab. 5.3: Ukazovatele kvality sedimentov nevyhovujúce kritériám Metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7 pre horninové prostredie a pôdy zistené na monitorovaných lokalitách v období 2007 – 2024.

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.
- Auxt, A., Pospiechová, O., Vaník, J., Pospiech, J., Šuchová, M., Ingár, K., Oroszlány, J., Jenčko, P., Macek, J., Malý, V., Jurkovič, Ľ., Faragó, T., Brutenič, M., 2022: Geologický prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže GL (001) / Gelnica – Jaklovce (SK/EZ/GL/232). Manuskript, archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Auxt, A., Siska, F., Komoň, J., Oroszlány, J., Pospiechová, O., Pospiech, J., Klačanová, Z., Šuchová, M., Vetráková, L., Ingár, K., Vaník, J., Jenčko, P., Toman, B., 2022: Geologický prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže SN (010) Spišská Nová Ves – Holubnica – SK/EZ/SN/903. Manuskript, archív odboru 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., Mašlár, E., Mašlárová, I., Šefčík, P., Zlocha, M., Papčo, J., Ježíková, V., Verdon, P., Leštinský, I., 2024: Aktualizácia posúdenia vplyvu lúhovacieho poľa Prešov I. – Solivary na abiotické zložky životného prostredia. Geologická štúdia. Manuskript, archív ŠGÚDŠ Bratislava.
- Bajtoš, P., Radvanec, M., 2024: Spišská Nová Ves – Novoveská Huta – Muráň, haldy a štôlne. In: Kúšik, D. et al.: Zabezpečenie monitorovania environmentálnych záťaží Slovenska – 2. časť. Manuskript, archív ŠGÚDŠ Bratislava.

- Bajtoš, P., Záhorová, Ľ., 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: Závěrečná 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., Lovasová, Ľ., Sičová, B., Pospíšilová, I., Paľušová, Z., 2017: Hydrologická ročenka. Povrchové vody 2016. SHMÚ Bratislava.
- Bodiš, D., Kordík, J., Slaninka, I., Kučárová, K., Valúchová, M., Shearman, A., Pekárová, P., 2010: Pozadňová koncentrácia vybraných ukazovateľov v povrchovej a podzemnej vode Slovenska. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, ISBN 978-80-89343-43-0.
- Daniel, J., Jančura, M., 2009: Prípad Nová štôlna – periodické výrony banských vôd z opustenej bane.
- Demková, L., Bobuľská, L., Michalko, M., Árvay, J., 2020: Biochemické vlastnosti ako indikátor stupňa zaťaženia pôd v okolí starých banských environmentálnych záťaží. *Biodiversity & Environment*, Vol. 12, No. 1, 4 – 14.
- Dianiška, I., 1990: Plán prieskumu, otvárk, prípravy a dobývania ložiska Podrečany, závod SMZ Lovinobaňa na obdobie 1991 – 1995, Slovenské magnezitové závody, štátny podnik, Košice, Slovenský 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.
- Döményová, J., Bartlík, I., Micajová, B., Mrafková, L., Olajcová, M., Takáčová, D., Lovasová, Ľ., Ľupták, Ľ., Jeneiová, K., Melová, K., Podolinská, J., Sičová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2025: Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2024. MŽP SR, SHMÚ Bratislava. www.shmu.sk.
- Finka, O., Matúšková, L., 2010: Vplyv banskej činnosti na životné prostredie – odkalisko Horná Ves. Banská Bystrica, Kremnica Gold, s.r.o. , 11 s.

- Feketeová, Z., Mangová, B., Hulejová Sládkovičová, V., 2014: Vybrané taxacenózy odkaliska Horná Ves a blízkeho okolia. Phytopedon, Bratislava, vol. 13, 2014/2, s. 14 – 19.
- Gallo, V., 2002: Likvidácia prejavov a účinkov starého banského diela na povrchu v Banskej Hodruši, v blízkosti rodinného domu č. 599. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Gallo, V., Vitásek, A., 2001: Banská Štiavnica – geologický prieskum a zabezpečenie dedičnej štôlne Glanzenberg a likvidácia jej prejavov na povrchu. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Grecula, P. et al., 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria, Zväzok 1, 1. vydanie, Geokomplex, Bratislava, 829 str.
- Gurinová, E., 2020a: Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, lokalita č. 14, Dúbrava – štôlne 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.
- Hlavný banský úrad, 2025: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2024. 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 Kríši. 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 Žien. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kordík, J., 2020a: Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, lokalita č. 152 Banská Belá – odkalisko Sedem žien. Správa o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kordík, J., 2020b: Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, lokalita č. 90 Banská Štiavnica – odkalisko Lintich. Správa o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kotulák, P., Gonda, S., 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., Lupták, L., Šimor, V., Gápelová, V., Sičová, B., Liová, S., Paľušová, Z., 2020: Hodnotenie údajov z monitorovania kvality povrchovej vody za rok 2019. MŽP SR, SHMÚ Bratislava.

- Marzocchi, W., Mastellone, M. L., Di Ruocco, A., Novelli, P., Romeo, E. a Gasparini, P., 2009: Principles of multi-risk assessment. Interaction amongst natural and man-induced risks. EC, Directorate-General for Research, Environment Directorate.
- Mašlár, E., Daniel, J., Mašlárová, I., Hrbatý, J., Mihál', F., 2001: Zhodnotenie nepriaznivých účinkov starej banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Malých Karpát, Uranpres, s.r.o., Spišská Nová Ves.
- Metodický pokyn č. 1/2015-7 z 28. januára 2015 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. Ministerstvo životného prostredia SR.
- Mihók, J., Jančura, M., 1995: Vyhodnotenie PoP sideritového ložiska v Kobeliarove nad VI. obzorom, Želba, š. p. OZ Siderit, Nižná Slaná.
- Mikušová, J., 2020: Správa o výsledkoch monitorovania v rokoch 2016 až 2020. Lokalita č. 77, Špania Dolina – flotačná úpravňa. Udržateľnosť projektu „Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“ Manuskript, archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Mikušová, J., Jelínek, R., Mihál', I., Olšavský, M., Šefčík, P., Bottlik, 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: Záverečná 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 – štôlna a haldy. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Pramuk, V., Matiová, Z., 2015: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže SN (006) / Rudňany – ťažba a úprava rúd, SK/EZ/SN/899. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Pramuk, V., Matiová, Z., Čižmárová, M., 2015: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej úlohy: záťaže SN (005) / Markušovce – okolie – ťažba rúd, SK/EZ/SN/898. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Pramuk, V., Petercová, A., Varga, M., Weiszerová, J., Sekula, P., Hrabčák, M., Komoň, J., 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 Slovinky ťažba a úprava rúd, (SK/EZ/SN/900). Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Putiška, R., Bednarik, M., Csizmadia, R., Urban, M., Solčiansky, R., Jurčák, S., Dostál, I., Brixová, B., 2022: Zhodnotenie bezpečnostných prvkov odkaliska Špania Dolina – nové a možnosti recyklácie uložených banských odpadov. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ, e. č. 101 745.
- 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., Sebiňová, 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.
- Sobolich, P., 1956: Pezinok – pyritové ložisko Augustín a okolité zrudnenia. Výpočet zásob k 1.10.1956, Západoslovenský 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.
- Schwarz, J., Mudráková, M., Laffers, F., Poništ, M., Mojžiš, B., Mudroň, I., Sebiňová, A., Turisová, I., Martincová, E., 2004: Veľký Krtíš – Baňa Dolina, vplyv ukončenia ťažby na životné prostredie (E.I.A.). Envigeo, a. s., Banská Bystrica.
- Tupý, P., Hovorič, R., Filo, J., Gretsche, J., Krajňák, M., 2015: Prieskum environmentálnej záťaže Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk. Manuskript. Archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Tupý, P., Čičmancová, A., Ilkanič, A., Schwarz, J., Mareková, L., Vlčeková, V., Vaterka, F., Čermák, P., Škarba, R., Smrek, M., Benedik, Š., 2021: Sanácia a odstránenie dôsledkov havárie odkaliska č. 2 Dúbrava, sanácia geologického prostredia. ENVIGEO, a.s., Banská Bystrica.
- 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.